

MITTEILUNGEN

der

DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT



Exkursionsführer zur Jahrestagung 1995 in Halle

Band 77

1995

ISSN-0343-107X

Schriftleitung : P. Hugenroth, Oldenburg

Unredigierte Mitgliederinformationsschrift

**- Beiträge in ausschließlich wissenschaftlicher Verantwortung der
jeweiligen Autoren -**

Jahrestagung
der
Deutschen Bodenkundlichen
Gesellschaft

1995

HALLE

Bodennutzung und Bodenschutz im mitteldeutschen Industriegebiet

Exkursionsführer

Redaktion und Layout:

M. Altermann

Büro für Bodenökologie, Bodenkartierung, Bodenschutz; Halle

Vorwort

Nach der Vereinigung der deutschen Bodenkundler in einer wissenschaftlichen Gesellschaft findet nun die erste Jahrestagung 1995 in Halle und Bad Lauchstädt statt. Die Exkursionen weisen gegenüber den bisherigen Jahrestagungen der DBG einige Besonderheiten auf. Die im Osten Deutschlands seit Jahrzehnten wirkenden Bodenkundler erhalten nun erstmalig die Gelegenheit, vor Ort ihre wissenschaftlichen Arbeiten im Rahmen von Exkursionen einer DBG-Jahrestagung vorzustellen. So präsentieren sich neben Nachwuchswissenschaftlern auch viele langjährig erfahrene Pedologen Mitteldeutschlands, um ihre Arbeitsergebnisse in die wissenschaftliche Diskussion einzubringen. Dankend nehmen wir zur Kenntnis, daß sich auch Senioren der ostdeutschen Bodenkunde, die Herren Dietrich Kopp (Eberswalde), Dietrich Rau (Jena) und Manfred Wünsche (Freiberg) bereit erklärten, Exkursionen zu leiten bzw. aktiv an deren Gestaltung mitzuwirken, um ihre langjährigen regionalen Erfahrungen zu übermitteln. Eine weitere Besonderheit der Tagung ist der Exkursionsraum mitteldeutsches Industriegebiet und Umgebung. So wird erstmalig das größte zusammenhängende Loß-Schwarzerdegebiet Deutschlands sowie das Mitteldeutsche Trockengebiet den Tagungsteilnehmern vorgestellt. Dieser wertvolle Agrarraum mit den für die landwirtschaftliche Nutzung bestbewerteten Böden Deutschlands ist aber auch größtenteils gleichzeitig ein industrieller Ballungsraum mit schädigenden Einwirkungen auf Böden und Umwelt. Diese daraus resultierenden Konfliktsituationen werden auf mehreren Exkursionen exemplarisch - wie kaum in einem anderen Gebiet Deutschlands - offenbar. Nicht zuletzt gibt gerade die Tagung in Halle den Fachkolleginnen und Fachkollegen die Gelegenheit, sich im Gelände über pedologische Forschungen und Aktivitäten der Vergangenheit sowie deren Zielrichtung auszutauschen, um auch auf deren Basis gemeinsam neue Aufgabengebiete zu erschließen.

Allen, die die Exkursionen durch ihr Engagement ermöglichen, sei herzlich gedankt. Nutzen wir gemeinsam die Chance, unsere Kenntnisse über die Böden zu vervollkommen und neue Impulse für bodenkundliche Arbeiten zu geben und zu erhalten.

Halle, im Frühjahr 1995

Manfred Altermann

Exkursionsführer

allgemeiner Teil

Einführung in den mitteldeutschen Exkursionsraum

Inhalt

Seite

| | |
|---|----|
| <u>Geographische Kennzeichnung</u> | |
| Landschaftliche Gliederung des mitteldeutschen Raumes | 5 |
| Landnutzung, Wirtschafts- und Agrarstruktur des mitteldeutschen Raumes | 9 |
| <u>Standortkundliche Grundlagen</u> | |
| Abriß der Quartärgeologie des Saale-Elbe-Raumes | 13 |
| Geomorphologie des mitteldeutschen Raumes | 23 |
| Überblick über die Böden des mitteldeutschen Raumes | 27 |
| Paläoökologie des Saalegebietes und Harzvorlandes im Spät- und Postglazial | 35 |
| Klimatische Kennzeichnung des mitteldeutschen Trockengebietes | 43 |
| Die Vegetationsverhältnisse des mitteldeutschen Raumes | 49 |
| <u>Besiedlung, Nutzung und Belastung</u> | |
| Streiflichter auf die ur- und frühgeschichtliche Besiedlung Mitteldeutschlands | 57 |
| Braunkohlenförderung und Bergbaufolgelandschaften im mitteldeutschen Raum | 61 |
| Die chemische Industrie und deren Einfluß auf Boden und Umwelt im mitteldeutschen Raum | 67 |
| Zur Nährstoffversorgung der landwirtschaftlich genutzten Böden im südlichen Sachsen-Anhalt | 73 |
| Belastung der Böden im mitteldeutschen Raum | 81 |
| Schwermetallgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden im südlichen Sachsen-Anhalt | 87 |



Landschaftliche Gliederung des mitteldeutschen Raumes

von

R. Diemann¹⁾

In seiner Einführung zum Atlas des Saale- und mittleren Elbegebietes (SCHLÜTER, AUGUST 1958), der in Nachfolge des seit 1935 bearbeiteten "Mitteldeutschen Heimatatlas" erschien, hebt der insbesondere auf dem Gebiet der historischen Geographie in Halle tätig gewesene Prof. Dr. Otto Schlüter als charakteristische Merkmale des mitteldeutschen Raumes die Lee-Effekte von Thüringer Wald, Eichsfeld und Harz und die weitgehend geschlossene Lößdecke hervor, deren fruchtbare und z. T. als Schwarzerde ausgebildeten Böden den auffällig hohen Anteil ackerbaulich genutzten Offenlandes bedingen. Daneben eint die Entwässerung zur Elbe diesen Raum. Nur die Hörsel mit ihren Nebenflüssen im südlichen Thüringer Becken und Hügelland gehören zum Stromgebiet der Weser. SCHLÜTER (1958) bezeichnet diesen Raum als "eine der ausgeprägtesten und geschlossensten Landschaftsindividualitäten ... in dem ganzen Bereich des mittleren Europa". Die Abgrenzung des "mitteldeutschen Kerngebietes" ergibt sich aus landschaftlicher Sicht diesem Autor zufolge einerseits durch den Rand der thüringisch-sächsischen Gebirge und andererseits durch den des norddeutschen Pleistozängebietes, das einen grundsätzlich anderen Landschaftscharakter besitzt (vgl. Abb. 1).

Während in der Literatur mehrheitlich bei der physisch-geographischen Großgliederung Deutschlands der Lößgürtel als Teil des Tieflandes und hier insonderheit des Altmoränengebietes angesehen wird, messen wir ihm mit anderen Autoren die Bedeutung einer mitteleuropäischen Naturregion bei. Unbeschadet der elster- und saalekaltzeitlichen Inlandeisbedeckung bis in das Thüringer Becken und das Erzgebirgsvorland bzw. bis an den Harz und den Nordrand des Hügellandes, bestimmen im nördlichen und östlichen Harzvorland prätertiäre morphotektonische Strukturen die Landschaftsausprägung entscheidend mit. Ähnliches gilt für das Lößgebiet im Thüringer Becken. Im Lößhügelland Sachsens, dem Prototyp eines von mächtiger Lößsedimentation bestimmten Landschaftskomplexes, zeichnen besonders die Täler Petrographie und Tektonik des Grundgebirges nach.

Auf die Grenzen nach Westen und Osten geht SCHLÜTER (1958) nicht weiter ein, wohl aber in einem Aufsatz zum 23. Geographentag in Magdeburg (SCHLÜTER 1929), in dem er die Abgrenzungsproblematik unter verschiedenen Aspekten diskutiert und dazu bemerkt: "Wie man dieses Mitteldeutschland im einzelnen begrenzen will, muß an mancher Stelle noch fraglich bleiben." Nach Westen grenzt der mitteldeutsche Landschaftsraum, in den das Varistikum des Harzes als Singularität hineinragt, an die niedersächsischen und hessischen Bergländer. Das entspricht in etwa den Landesgrenzen zwischen Sachsen-Anhalt und Thüringen zu Niedersachsen und Hessen. In östlicher Richtung umfaßt er zumindest das sächsische Lößhügelgebiet bis zur Elbe bei Dresden. Der so nach landschaftsgenetischen Konstellationen und damit nach dem Wechsel des Landschaftscharakters umrissene mitteldeutsche Raum mit den Lößfeldern und dem Thüringer Becken und Hügelland entsprechend Abb. 1 ist zweifellos enger gefaßt als nach historischen und wirtschaftsräumlichen Kriterien, die bei der Festlegung des Begriffs von wesentlicher Bedeutung waren. SCHLÜTER verweist in diesem Zusammenhang 1929 ausdrücklich auf

¹⁾ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Agrarökonomie und Agrarraumgestaltung, Professur für Agrargeographie und Raumordnung, Adam-Kuckhoff-Str. 15, 06108 Halle

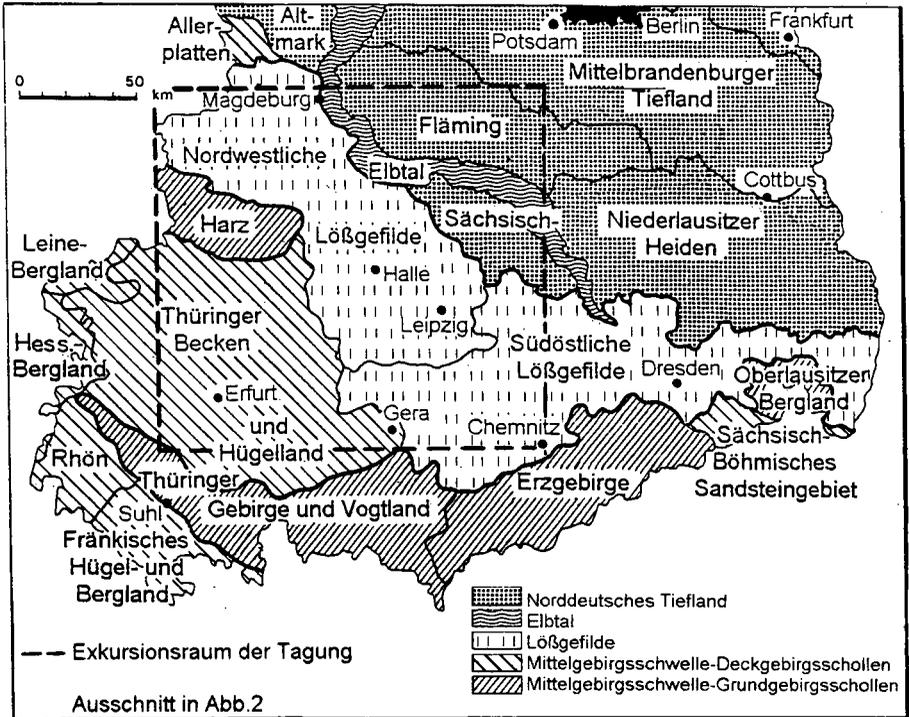


Abb. 1: Landschaftsregionen im Südteil der neuen Bundesländer (nach RICHTER 1989)

die Lage im Zentrum Deutschlands und wendet sich dagegen, Mitteldeutschland als mittleren westöstlichen Längsstreifen zu verstehen.

Die Landschaftsgliederung des mitteldeutschen Raumes zeigt in einem Ausschnitt Abb. 2. Die Landschaften verkörpern jede für sich annähernd gleichartige Naturbedingungen, die in der Bodennutzung ihre Widerspiegelung finden. Ihre Verschiedenheit beruht auf jeweils unterschiedlicher Konstellation der landschaftsbestimmenden Komponenten, denen die nachfolgenden Beiträge gelten.

Die Herausgabe der Landschaftsprogramme durch die Umweltministerien gemäß den Vorgaben der Naturschutzgebung veranlaßte in jüngster Zeit eine Neubearbeitung der Landschaftsgliederung auf Länderebene (REUTER 1994, HIEKEL 1994). Für Sachsen-Anhalt erscheint außerdem eine Darstellung von SCHRÖDER (im Druck). Für Sachsen liegt die Monographie von MANNSELD u. RICHTER (1995) vor.

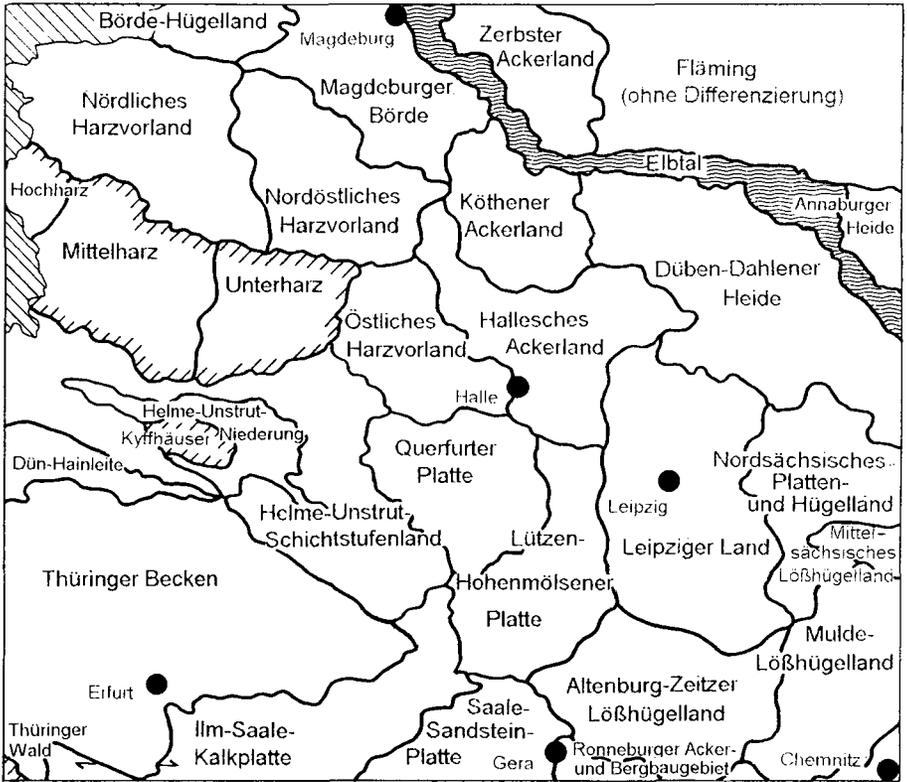


Abb. 2: **Landschaftsgliederung im mitteldeutschen Raum** (Ausschnitt nach verschiedenen Autoren)

Literatur:

HIEKEL, W.: Naturräumliche Grundlagen. - Wiss. Beiträge zum Landschaftsprogramm Thüringens. - Schriftenreihe d. Thür. Landesanstalt f. Umwelt. - Jena 1994

MANNFELD, K., RICHTER, H. (Hrsg): Naturräume in Sachsen. - Forsch. z. dt. Landeskunde 238. - Trier 1995

REUTER, B.: Beschreibung und Leitbilder der Landschaftseinheiten. - Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt Teil 2. - Ministerium f. Umwelt und Naturschutz. - Magdeburg 1994

RICHTER, H.: Die Stellung der Flächennutzung in der Territorialstruktur. - Geograph. Berichte 34 (1989) 2, S. 91-103

SCHLÜTER, O.: Einführung. - In: SCHLÜTER, O.; AUGUST, (Hrsg.): Atlas des Saale- und mittleren Elbegebietes. - Leipzig 1958

SCHLÜTER, O.: Der Begriff "Mitteldeutschland". - In: SCHLÜTER, O.; BLUME, E. (Hrsg.): Beiträge zur Landeskunde Mitteldeutschlands. - Braunschweig 1929

SCHRÖDER, H.: Natürliche Umwelt. - In: OELKE, E.: Sachsen-Anhalt. - Gotha, im Druck

Landnutzung, Wirtschafts- und Agrarstruktur des mitteldeutschen Raumes

von

H.-F. Wollkopf¹⁾

Das geographische Attribut "**mitteledeutsch**" begegnet in unterschiedlichen Zusammenhängen. Historiker verwenden es z. B. für einen Wirtschaftsraum im 15. und 16. Jahrhundert, welchem u. a. die Bürgerstädte Frankfurt/Main, Erfurt, Halle, Leipzig und Breslau zugerechnet und die nord- und oberdeutschen Konkurrenzregionen gegenübergestellt werden. In ganz anderen Bezugskordinaten findet "Mitteldeutschland" seit dem II. Weltkrieg Gebrauch - als politische Kategorie für die Gesamtheit der heutigen neuen Bundesländer.

Das sind recht allgemeine, wenn auch weithin bekannte Raumcharakterisierungen. Ihnen steht ein spezifischer Regional- und Heimatbegriff "**Mitteldeutschland**" gegenüber, der vor allem seit dem Ende des 19. Jahrhunderts Verbreitung gefunden hat und auf den sich das hier zu betrachtende bodenkundliche Tagungs- und Exkursionsgebiet bezieht. Er kennzeichnet den Südraum Sachsen-Anhalts (mit Halle, Magdeburg, Dessau), erweitert durch die sächsischen Gebiete um Leipzig sowie die thüringischen bis Erfurt, Jena, Gera und Altenburg (Abb.1). Zahlreiche hier ansässige Einrichtungen und Wirtschaftsobjekte trugen bzw. tragen entsprechende Bezeichnungen: Mitteldeutsches Braunkohlen- und Industrieviertel, Mitteldeutsche Kreditbank, Mitteldeutscher Handelsverein, Mitteldeutsche Zeitung etc. etc. Mit dem 1925 gegründeten Planungsverband "Landesplanung für den engeren mitteldeutschen Industriebezirk" und seinen Publikationen wurde diese Region eine der Keimzellen der deutschen Raumplanung.

Die Vielfalt und besondere Struktur der **Landnutzung** im Exkursionsraum wird maßgeblich durch deren Hauptkomponenten Landwirtschaft, Bergbau und Bebauungsflächen bestimmt.

Als wichtigster Flächennutzer behauptet sich die **Agrarwirtschaft** mit zwei Grundorientierungen. Zum einen dominieren die aus altem Offenland hervorgegangenen hochwertigen lößbestimmten Ackerstandorte mit wenig absolutem Grünland, relativ geringen Flächenstilllegungen und zunehmender betriebswirtschaftlicher Stabilisierung vor allem im Norden (Magdeburger Börde) und im hallechen Raum bis hinein ins Thüringer Becken und ins östliche Leipziger Land. Diese Standorte fallen mit Bevölkerungskonzentrationen zusammen und werden damit einem hohen Siedlungs- und Urbanisierungsdruck ausgesetzt. Andererseits sind auch die grünlandreicheren Gebirgs- und Vorgebirgsstandorte (Harz), Talauen (mittlere Elbe, Mulde, Saale) sowie die Pleistozänräume (insbesondere Dübener Heide, Fläming) von Bedeutung. In ihrem Bereich liegen die wenigen größeren Waldkomplexe des insgesamt waldarmen Exkursionsgroßraumes, dazu die größeren Natur-, Landschafts- und Trinkwasserschutzgebiete, die zusammen mit den Anforderungen des Tourismus (Harz mit ganzjährigem Urlaubsbetrieb, übrige Gebiete vorzugsweise mit Nah- oder Wochenenderholung) einen spezifischen Anpassungsdruck auf die Landwirtschaft ausüben; hier bestehen stärkere Tendenzen zum Rückzug aus der Fläche, zur Extensivierung und zum landschaftspflegerischen Einsatz.

¹⁾ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät, Institut für Agrarökonomie und Agrarraumgestaltung, Professur für Agrargeographie und Raumordnung, Adam-Kuckhoff-Str. 15, 06108 Halle

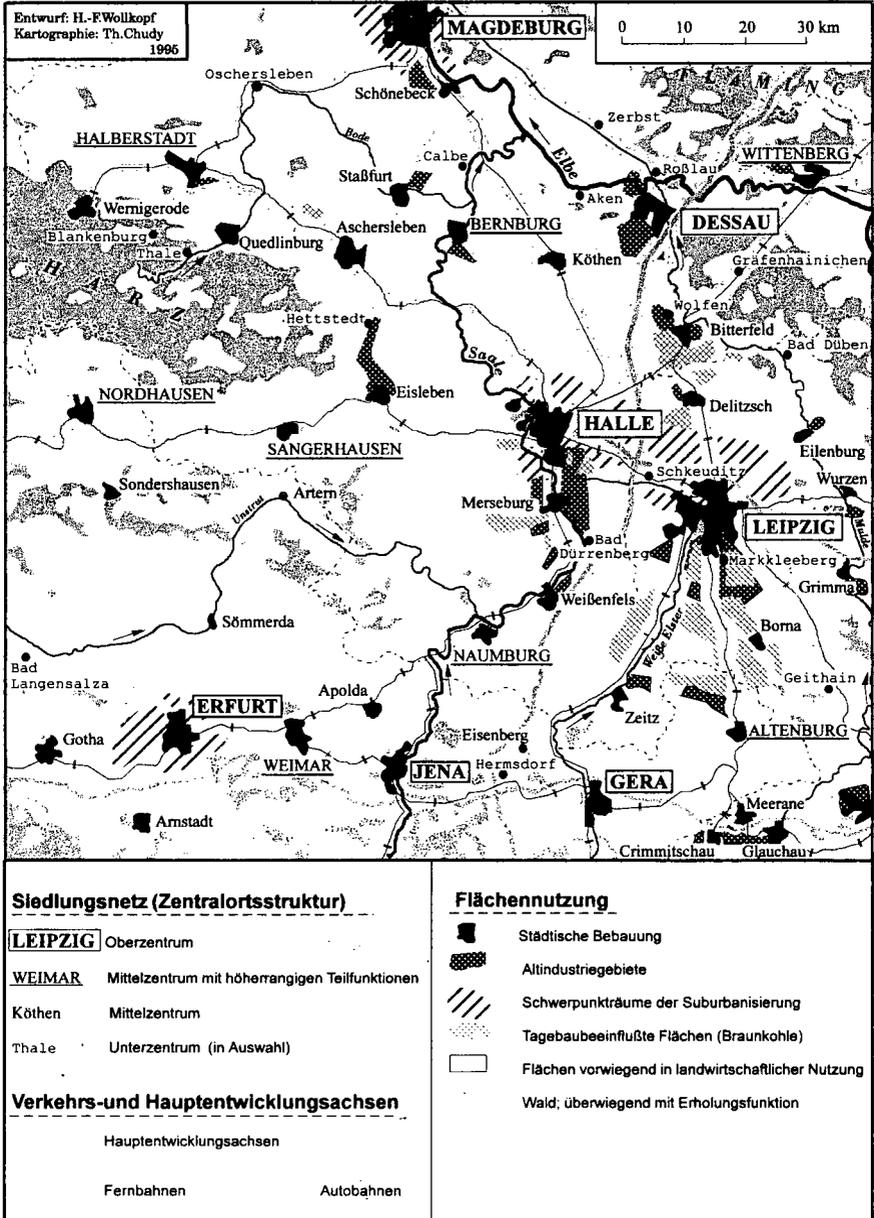


Abb. 1: Wirtschaftsräumliche Übersicht zur mitteldeutschen Region

Neben der Landwirtschaft ist der **Bergbau** in Mitteldeutschland zu einem wichtigen Element der Landnutzung geworden, und das insbesondere durch den industriebestimmten Abbau oberflächennaher Energieträger und Massenrohstoffe. Zwar sind zahlreiche bergbauliche Tätigkeiten in der Region inzwischen erloschen (Kupferschiefer, Kali, Uran u. a.) und die aktiven Braunkohlen-Tagebaue auf relativ wenige Abbaufelder südlich von Leipzig und im Raum Bitterfeld/Delitzsch konzentriert worden, das Problem der Rekultivierung und adäquaten Gestaltung der Bergbaufolgelandschaften als Lebensraum wird jedoch in Sachsen-Anhalt, Sachsen und Thüringen gleichermaßen noch lange auf der Tagesordnung stehen müssen.

Als besonderes dynamisches und expansives Element der mitteleutschen Landnutzung erweist sich gegenwärtig die Entwicklung der **bebauten Flächen**. Teils geht es um die Sanierung und Modernisierung der städtischen und dörflichen Kerne, der Altindustriegebiete, der Plattenbau-Wohnsiedlungen und Verkehrswege, teils entwickeln sich Suburbanisierungsphänomene mit neuen Gewerbe- und Wohnsiedlungen "auf der grünen Wiese", oft im unmittelbaren Umfeld der größeren Städte und an den Hauptverkehrsachsen.

Die mitteleutsche **Wirtschaftsstruktur** ist geprägt durch räumliche Konzentrationsprozesse, ein entwickeltes Zentralortssystem und ein relativ dichtes Netz von Verkehrs- bzw. Kommunikationsachsen. Von zentraler Bedeutung ist das zweikernige Ballungs- bzw. **Verdichtungsgebiet Halle-Leipzig**.

Es hat sich seit der Mitte des vergangenen Jahrhunderts in einer mehrstufigen Sequenz entwickelt (vgl. SCHOLZ 1977), beginnend zunächst mit einem Industrialisierungs- und Urbanisierungsprozeß vor allem auf der Basis örtlicher Ressourcen (Braunkohle, Salz, Baumaterialien, Agrarprodukte), fortgesetzt etwa ab 1870 mit der Herausbildung von Großindustrien (Maschinenbau, Chemie-, Textil-, Lebensmittelindustrie u. a.) und in den 20er und 30er Jahren mit deren flächenhafter Verdichtung und Expansion. Innovationen, wie die Herstellung von Mineralöl und Paraffin auf Braunkohlebasis, die Ammoniak- und Kautschuksynthese, die Braunkohlevergasung, die erste Herstellung eines Farbfilmes etc. gaben entscheidende Impulse zur Entwicklung einer Chemieregion mit den Hauptstandorten Leuna (seit 1916), Buna (seit 1935), Bitterfeld, Wolfen, Wittenberg-Piesteritz und Böhlen. Die zentrale Verkehrslage, das hochwertige Wissenschaftspotential der Leipziger (1409 gegr.) und der halleschen Universität (1694 gegr.) und nicht zuletzt die traditionellen Funktionen von Leipzig als Handelszentrum und Messestandort unterstützten ebenfalls den Agglomerationsprozeß. Im Verdichtungsgebiet Halle-Leipzig lebt gegenwärtig über eine Million Menschen (Stadt Leipzig 1993: 491 000 Einw., Halle: 295 000).

Für die Region Halle-Leipzig wie für den gesamten mitteleutschen Wirtschaftsraum ergaben sich seit dem II. Weltkrieg einschneidende Strukturveränderungen. Nach bedeutenden Kriegsschäden kam es in der DDR-Zeit zu einer starken Aufwertung des Braunkohlebergbaues wie der Großindustrie; die Buna- und Leuna-Werke zählten zusammen gegen Ende der 80er Jahre rd. 55 000 Beschäftigte. Gegenwärtig - nach dem Übergang von der Plan- zur Marktwirtschaft - lassen sich folgende Haupttendenzen erkennen:

- Rasche Entwicklung von Dienstleistungs- bzw. Handelsfunktionen zu Lasten der produktiven Bereiche (Industrie, Bergbau, Landwirtschaft)

- Erhaltung einzelner Chemiestandorte (z. B. Leuna, Buna) in erheblich reduzierter Form

- Bevorzugter Ausbau der überregionalen Verkehrsinfrastruktur (insbes. ICE-Schnellverbindung Berlin - Halle/Leipzig - Erfurt - München, Autobahnen Halle - Magdeburg, Südtangente Leipzig, Südharz-Autobahn Halle - Göttingen u. a.)

- Aufschwung der mittelständischen Wirtschaft.

Nach der Aufhebung der Betriebs- und Bodeneigentumsverhältnisse der früheren DDR zeigt die mitteldeutsche **Agrarstruktur** weitere Veränderungen. Generell erhöht sich von Jahr zu Jahr die Anzahl der Agrarunternehmen. Im Bundesland Sachsen-Anhalt z. B. betrifft dieser Zuwachs vor allem die Einzelunternehmen im Haupt- und Nebenerwerb; die Durchschnittsgröße aller Haupterwerbsbetriebe (einschließlich Gärtnereien) liegt bei 140 ha.

Literatur:

Handbuch der deutschen Wirtschafts- und Sozialgeschichte. -Stuttgart 1971 (Bd. 1)

Sachsen. -Geogr. Rundschau (Braunschweig) 46 (1994), H. 9

SCHOLZ, D: Die industrielle Agglomeration im Raum Halle-Leipzig zwischen 1850 und 1945 und die Entstehung des Ballungsgebietes. -Hallesches Jahrb. f. Geowiss., Bd. 2. Gotha/Leipzig 1977, S. 87-116

Abriss der Quartärgeologie des Saale-Elbe-Raums

von

Lothar Eißmann¹⁾

1. Einführung

Das Saale-Elbe-Gebiet mit seinem Kernstück, der Leipziger Tieflandsbucht, zählt spätestens seit den wegweisenden Untersuchungen von SIEGERT, WEISSERMEL und GRAHMANN zu den klassischen Gebieten europäischer Quartärforschung. Bereits 1844 ist aus dem Kreis NAUMANN, v. COTTA und v. MORLOT mit noch heute stichhaltigen Indizien die Behauptung aufgestellt worden, daß skandinavische Gletscher im Quartär das norddeutsche Gebiet bis an den Fuß des Erzgebirges bedeckten. Ungewöhnlich früh ist auch die mehrfache Vergletscherung des Raumes erkannt worden. Seit Jahrzehnten gehört das Gebiet mit seinen Großaufschlüssen, die auf mehr als 40 km Länge die Quartärfolge völlig durchschneiden, auch zu den am besten erschlossenen Gebieten des Känozoikums. In den letzten Dezennien sind nahezu alle Erscheinungen des Periglaziärs und kontinentalen Glaziärs freigelegt und der Forschung zugänglich gewesen. Hier sollen anhand eines stratigraphischen Fazies-Lagerungs-Diagramms die für das mitteleuropäische Quartär wesentlichen Erkenntnisse skizzenhaft zusammengefaßt werden (Abb. 1, Tab. 1).

2. Zeitraum bis zu Beginn der Elstervereisung (Frühpleistozän und frühe Elstereiszeit)

Nach weiträumiger neogener bis vielleicht ältestquartärer fluviatiler Quarzschotterakkumulation und weiterer epiogener, bruchloser Heraushebung des Gebietes (es lag im tiefen Miozän noch im Meeresniveau) erfolgte der Umschlag in eine mehr talgebundene fluviatile Akkumulation von Schottern mit hohem Anteil an verwitterungsempfindlichen Gesteinen und Mineralen (Dominanz der instabilen Schwerminerale).

Es sind sechs fluviatile Hauptakkumulationsabschnitte zu unterscheiden; drei liegen mit einem deutlichen zeitlichen Hiatus vor der ersten Elstereistransgression. Die drei anderen sind nachweislich der Elster-, Saale- und Weichseleiszeit zuzuordnen. Diese zeitweise eskalierende fluviatile Aufschüttung ist nicht tektonisch, sondern rein glaziklimatisch gesteuert und widerspiegelt die Verhältnisse von großen Kaltzeiten bzw. Kaltzeitkomplexen.

Die drei älteren Schotter-Terrassen wurden bisher - neutral als Obere, Mittlere und Untere frühpleistozäne Terrasse bezeichnet und stratigraphisch formal der Brügggen-, Eburon- und Menapkalzeit zugeordnet. Da in der derzeitig vollständigsten festländischen Quartärgliederung, der niederländischen, vor dem Elsterglazial noch mindestens zwölf kalte bzw. kühle Zeitabschnitte unterschieden werden, einige vom Rang echter Kaltzeiten, ist eine solche Zuordnung auch formal nicht mehr gerechtfertigt. Die frühpleistozänen Schotterterrassen führen bereits Dauerfrostmerkmale in Form von Eiskeilpseudomorphosen und in großer Anzahl gravitative Verbrodelungsstrukturen, die in erster Linie an Frostwechsel- bzw. Auftauzonen gebunden sind. Soweit rekonstruierbar, kam die

¹⁾ Universität Leipzig, Fakultät für Physik und Geowissenschaften, Institut für Geophysik und Geologie, Talstr. 35, 04103 Leipzig

Ausdehnung der frühpleistozänen Schotterkörper ursprünglich an die aus der frühen Elster- und Saaleeiszeit heran. Das spricht insgesamt für ihre Bindung an Kaltzeiten ähnlichen Ausmaßes. Wir schlagen für sie die Bezeichnung Pleißer-, Wyhra- und Muldekalzeit vor. Wie sie in das niederländische Schema oder andere Gliederungen einzuordnen sind, ist gegenwärtig völlig offen. Vermutet wird, daß es sich ebenfalls um Kaltzeitkomplexe handelt. Die Obere frühpleistozäne Terrasse liegt am Rande des Tieflandes rund 50 m, die Untere rund 10 bis 15 m über den heutigen Flußauen (Oberflächenabstände). Bemerkenswert ist, daß es keinerlei Hinweise auf die Existenz oder die ehemalige Existenz weiterer, d.h. älterer oder dazwischen liegender Schotterterrassen in dem lückenlos abgebohrten und großräumig erschlossenen Saale-Elbe-Gebiet gibt.

Rund 10 bis 15 m terrassenförmig unter der jüngeren frühpleistozänen Terrasse (Oberflächen-Basis-Abstand rund 25m) folgt eine bisher zur Frühelsterterrasse zusammengefaßten Schotterplatte, die im Tiefland noch beträchtliche Flächen einnimmt und ursprünglich 30 bis 40% des Areals überzog. Neuere Untersuchungen machen wahrscheinlich, daß diese im Durchschnitt 5 bis 15 m mächtige Schotterplatte aus mehreren flach ineinandergeschachtelten, schwer trennbaren Körpern besteht, von denen der jüngste kontinuierlich in glazilimnische Sedimente des ersten elstereiszeitlichen Inlandeisorstößes übergeht.

Der Schotterkomplex vertritt neben dem Früh- und Hochelsterglazial der ersten Vereisungsphase möglicherweise einen langen Zeitraum des Cromer-Komplexes. Aus den gleichen Gründen wie oben schlagen wir für den älteren Abschnitt des bisherigen Frühelsterglazials einschließlich der Voigtstedtwarmzeit den Begriff "Thüringen-Komplex" vor.

Ergänzend bleibt festzustellen, daß die limnisch-fluviatile Sedimentfolge der Voigtstedtwarmzeit einschließlich der sie im Hangenden begleitenden Schotter ohne nordisches Material unter der ältesten nordischen glaziären Sequenz des sächsisch-thüringischen Raumes liegt, d.h. unter der Glaziärfolge der Elstereiszeit.

3. Elstereiszeit (Ältere Inlandeiszeit)

Vom Wittenberger Elbebogen bis in das Thüringer Becken existieren zwischen der Voigtstedt- und Holstein-Warmzeit lückenlos Folgen einer Geschiebemergel- (Grundmoränen-) und Bändertonverdopplung, darunter so typischer Horizonte wie der Dehlitz-Leipziger und Miltitzer Vorstoßbänderton. Die beiden Bänderton-Moränen-Schmelzwassersediment-Zyklen werden als Resultat zweier großer Gletschervorstöße, der Zwickauer und Markranstädter Phase der Elstereiszeit, interpretiert, zwischen denen das Flußsystem kurz wiederauflebte. Klimatisch hatte der Zeitraum zwischen den beiden Eisvorstößen höchstens den Charakter eines Interstadials. Die beiden Vereisungszyklen sind auch im Elbegebiet und der Lausitz nachgewiesen.

Während der beiden elstereiszeitlichen Vereisungsphasen kam es zur Bildung tiefer glaziärer Wannen- und Rinnensysteme. Die Hauptverfüllungszeit dieser Strukturen fällt in das späte erste und zweite glaziäre Elsterstadial. Die Sedimente dieser Strukturen bestehen aus Schmelzwassersanden und -kiesen, glazilimnischen Schluffen und Tonen, Geschiebemergelschollen und verbreitet auch Flußschottern im höheren Teil der Sedimentfolgen.

4. Holsteinwarmzeit

Die Füllung der elstereiszeitlichen Rinnen und Wannen setzte sich in zahlreichen Restsenken kontinuierlich in der Holsteinwarmzeit fort. Es entstanden limnische Schluffe, Feinsande, Mudden, Diatomeenerden und Torf.

Die Holsteinwarmzeit erweist sich in diesen Restseen als ein ungeteiltes, von kühlen zu warmen Bedingungen aufsteigendes und wieder zu kühlen Verhältnissen absteigendes Interglazial. Einige dieser Holsteinvorkommen führen die komplette bisher bekannte Zonenfolge. Es wurden kurzzeitige, möglicherweise auf nichtklimatische oder nur bedingt klimatische Naturkatastrophen zurückführende Vegetationsanomalien nachgewiesen.

5. Die frühe Saaleiszeit ("Hauptterrassenzeit")

Zwischen der Holsteinwarmzeit und dem Höhepunkt der ersten Saaleeistransgression kam es zur intensivsten fluviatilen Schotterakkumulation seit dem Tertiär, zur Bildung des Hauptterrassenkomplexes, der zwischen Saale und Elbe rund 30%, zwischen Saale und Mulde über 40% der Tieflandsfläche einnimmt. Die Schotterakkumulation erreichte im Hügelland stellenweise eine Mächtigkeit von über 50 m. Diese Hauptterrasse besteht aus mehreren, im Tiefland morphologisch nicht sicher unterteilbaren Schotterkörpern. Weithin nachgewiesen ist im oberen Teil eine stark verbrodelte Schluffschicht, der Markkleeberger Kryoturbationshorizont. In diesem Niveau ist regional ein engmaschiges Eiskeilnetz entwickelt (Lochau, Rückmarsdorf, Breitenfeld u. a. O.). Eine mehrfach darüber beobachtete schwache Erosionsdiskordanz (Lochau, Gaschwitz) markiert eine Sedimentationsunterbrechung und einen leichten Flußeinschnitt. Auch im Mulde- und Saalemittellauf sind innerhalb des Schotterkörpers Zäsuren nachgewiesen, bei Bad Kösen wird sogar mit einer Terrassierung gerechnet. Bodenbildung in Verbindung mit der Zerstörung von Kalkgeröllen in Schottern unmittelbar unter der Saalegrundmoräne (Raum Zörbig), schluffige Einlagerungen mit Pollenassoziationen, die auf zumindest kühl-gemäßigte Klimaverhältnisse hinweisen (Raum Profen), und makrofloristische und malakologische Indikationen warmer zwischen solchen kühler bzw. kalter Klimabedingungen (Geiseltal) machen wahrscheinlich, daß sich in der nachholsteinwarmzeitlichen "Hauptterrassenzeit" ein Abschnitt von warminterstadialem bis interglazialen Charakter und möglicherweise noch weitere kurze Erwärmungsphasen verbergen. Von lokal spanartig an der Basis erhaltenen feinkörnigen Schottern mit warmzeitlicher Fauna abgesehen (Naumburg, Köchstedt), die ein holsteinzeitliches Alter besitzen, führen die einzelnen Schotterkörper in großer Anzahl Frostmarken, darunter bis 12 m tiefe Eiskeilpseudomorphosen. Ihr lagenweises Austauen darf als ein weiterer Hinweis des mehrfachen Wechsels kalter Abschnitte mit tiefer Dauergeformnis und wärmerer Phasen mit tiefgründigem Frostbodenzerfall gesehen werden. Auf großen Flächen gehen die Hauptterrassenschotter nachweisbar in die glazilimnischen Sedimente der ersten saaleeiszeitlichen Vereisungsphase über, erweisen sich dort also als sicher frühsaaleeiszeitlich.

Vor allem im zentralen und nördlichen Abschnitt des Tieflands zwischen Saale und Elbe liegen die Hauptterrassenschotter weitflächig auf Sanden und Kiesen mit reichlich nordischem und südlichem Material. Sie gehören, an einzelnen Punkten durch holsteinwarmzeitliche Schichten zwischen den beiden Schotterkörpern bewiesen, zum elstereiszeitlichen Akkumulationskomplex und sollten nicht in die Hauptterrassenfolge gestellt werden.

6. Die jüngere Saaleiszeit (Jüngere Inlandszeit)

Aus der Saaleiszeit sind in der Leipziger Bucht drei vollständig glaziäre Serien nachgewiesen. Sie bestehen jeweils aus Vorstoßbänderton, Geschiebemergel (Grund- und Ablationsmoräne) und klastischen Rückzugsbildungen. Die erste Serie wird zur Zeitzer Phase gestellt, in der das Saaleeis seine Maximalausdehnung erreichte (Zeit). Sie entspricht sicher der Drenthe-1-Phase. Die beiden jüngeren Serien werden zur Leipziger Phase zusammengefaßt. Zwischen beiden Phasen kam es zu einem größeren Eisabbau und einem geringen Wiederaufleben der Flüsse, was regional (östlich von Halle) zur Durchwaschung der ersten Saalegrundmoräne führte. Es gibt Beweise, daß Toteis die Zeit zwischen den beiden Phasen überdauerte. Im Norden des Gebietes ist vielfach nur eine Saalegrundmoräne nachgewiesen. Die Gabel Zeitzer Phase/Leipziger Phase schloß sich bei Bitterfeld.

7. Eemwarmzeit

Eeminterglaziale Sedimente mit zum Teil reicher Fossilführung (Wirbeltiere und Wirbellose; Pflanzen) und mittelpaläolithischen Artefakten sind gegenwärtig u. a. aus den Becken von Rabutz, Grab-schütz und Gröbern bekannt. Bei diesen Becken handelt es sich um glaziäre Strukturen, die in der Zeit des Saaleeiszeitzerfalls um Leipzig weit unter das oberirdische Abflubniveau hinabreichten und somit von diesem Zeitpunkt an als Sedimentfallen wirksam wurden. Zumindest vom Becken Grabschütz ist nachzuweisen, daß seine Anlage bereits in die ältere Vereisungsetappe, die Zeitzer Phase fällt, die Struktur die zweite Vereisungsphase toteisgefüllt überlebte und danach als Hohlform in Erscheinung trat. Die nachweisbar ältesten Warmzeitbildungen in diesen weit südlich der "Warthe-Linie" liegenden Sedimentfallen sind eemzeitlich. Im Becken Gröbern handelt es sich um die komplette Eemfolge. Daraus muß geschlußfolgert werden, daß zwischen der Saale-Drenthe-Vereisung und der Eemwarmzeit keine weiteren Vollwarmzeiten existiert haben können. Wir vermuten in den sog. intrasaaleiszeitlichen Interglazialprofilen ("Treenewarmzeit", "Rügenwarmzeit") durch Umlagerungen und andere Prozesse (Lastdiapirismus) gestörte Abfolgen oder Sonderentwicklungen des Eems bzw. von Interglazialen vor der ersten Saaleeistransgression.

8. Weichseleiszeit

Die Weichseleiszeit ist mit einer bis zu 15 m mächtigen, unten groben; oben feinkörnigen, mehrphasig entwickelten Schotterterrasse vertreten, die sowohl als morphologische Vollschotterterrasse (Niederterrasse) in Erscheinung tritt als auch als gekappter, in einzelnen Inseln aufragender Schotterkörper unter der holozänen Sedimentfüllung der Tieflandsauen. Mit punktförmigen ¹⁴C-Alterswerten um 30 000 J. b. p. ist das gelegentlich angezweifelte weichseleiszeitliche Alter der Schotter gesichert. Die Schotterterrasse führte bis mindestens vier Generationen von Kryoturba-tions- und Eiskeilhorizonten. Im mittleren und tieferen Teil sind Schluff-, gelegentlich auch Torfschichten verbreitet. Sie führen Holz kleinwüchsiger Bäume und eine Pollenassoziation mit Kiefern-Birken-Dominanz.

Es sind mindestens drei weichseleiszeitliche Lößaufwehungsphasen nachgewiesen. Der den mächtigen Hauptweichsellöß von den beiden geringmächtigen älteren Weichsellößen trennende Gleinaer Boden wird mit dem des Stillfried B-Interstadial parallelisiert.

Zu den fundamentalen Erkenntnissen für die europäische Quartärgeologie und Paläoklimatologie aus dem Saale-Elbe-Raum gehört der Nachweis von 8 bis 10 Sedimentations- und Klimazyklen zwischen der Eemwarmzeit und dem Holozän im Ascherslebener See (D. MANIA), was durch Forschungen in anderen Gebieten Europas nach und nach eine Bestätigung erfährt. Es scheint hier der Algorithmus auch für die übrigen Eiszeiten gefunden worden zu sein.

9. Holozän

Das Holozän ist in erster Linie durch fluviatile Sedimente in den großen Tieflandsauen vertreten. 5 bis 10 m mächtige, forstmarkenfreie, reichlich holzführende (Eichen; Ulmen, Eschen; untergeordnet Kiefern, Pappeln und andere Weichhölzer) Schotter in Form eines sandigen, fein- bis grobkörnigen Kieses kleiden in teils schmalen, teils kilometerbreiten Kanälen zwischen inselartig aufragenden frostmarkenreichen Niederterrassenschottern die Auen aus. Im Hangenden ist eine 1 bis 5 m mächtige Auelehmdedecke entwickelt, die gelegentlich aus 2 bis 3 Körpern besteht, die durch fossile Böden getrennt sind. Die ältesten Weichhölzer (Kiefern) innerhalb der Schotter besitzen ein ¹⁴C-Alter von rund 11 500 Jahren, die ältesten bisher untersuchten Eichenhölzer ein Alter von rund 8700 Jahren; somit reicht die jüngere Schotterfüllung der Tieflandsauen bis in das jüngste Weichselglazial zurück. Für analoge Gebiete in Mitteleuropa könnte der Befund wertvoll sein, daß sich unter den "Auen-schottern" nicht nur weichseleiszeitliche Niederterrassenschotter, sondern auch Späne des Hauptterrassen- und Frühelsterterrassen-Komplexes verbergen (Leipzig).

Die Hauptauelehmbildung begann im 2. Jh. u. Z. und ist in hohem Maße anthropogen gesteuert. Das Holozän der kleinen Auen ist wechselhaft entwickelt (Schluffe, Alme, Dauche) und umfaßt wie das eigentliche Torflager den ganzen Zeitraum vom Präboreal bis zur Gegenwart.

10. Paläoböden

In den jüngeren und älteren Folgen von Lößten und ihren Derivaten sowie Fließ- und Schwemmerden sind mehrere kräftig fossile Böden erhalten. Im niederschlagsärmeren westlichen Gebiet handelt es sich um Parabraunerden, im niederschlagsreicheren östlichen um Pseudogley. Infolge des außerhalb der Paläotäler nicht immer genau faßbaren Alters der Grundmoränen als Leithorizonte ist die Einstufung dieser Böden noch umstritten. Sicher zwischen der Elster- und Saalevereisung entstand der bekannte Freyburger Bodenkomplex (Parabraunerde). Er gilt allgemein als holsteinwarmzeitlich mit etwas jüngerer Überprägung. Wahrscheinlich ebenfalls zwischen die beiden Vereisungen sind der (ältere) Rittmitzer und (jüngere) Altenburger Boden (Pseudogleye) zu stellen. Der Rittmitzer Boden dürfte am locus typicus Rittmitz und um Altenburg die Holsteinwarmzeit, der zum Teil mit diesem Boden interferierende Altenburger Boden die warme Phase zwischen dieser Warmzeit und der Saalevereisung (Drenthe) vertreten. Sicher eemwarmzeitlich bis frühweichseiszeitlich sind der weit verbreitet Naumburger und Lommatzcher Bodenkomplex. Die weichselglaziale Lößfolge wird weithin vom Glinaer Boden, einem Arctic brown soil, und der Kösener Verlehmungszone geteilt.

11. Fluviale Entwicklung

Die Leipziger Tieflandsbucht ist seit dem älteren Tertiär Durchflußgebiet bedeutender Gewässer mit weit über die gegenwärtigen Wasserscheiden hinausreichenden Einzugsgebieten. Seit dem jüngeren Tertiär wird sie von der Saale mit sämtlichen thüringischen (Unstrut, Helme; Ilm) und sächsischen Nebenflüssen (Weiße Elster, Pleiße) und der Zwickauer Mulde, seit dem Elsterspätglazial vereinigt mit der Freiburger Mulde, durchflossen. Das Flach- und Hügelland weiter östlich und nördlich war über lange Zeiträume hinweg auch Durchflußgebiet der Elbe mit der oberen Freiburger Mulde und des Zschopau-Systems (Oschatzer Mulde) mit Striegis und vielleicht einem Seitenarm der oberen Freiburger Mulde. Das Flußsystem erfuhr bereits im Quartär vor der Elstereisbedeckung ansehnliche Wandlungen. Sie wurden von Prozessen gesteuert, die ihren Sitz in der Flußtätigkeit selbst haben, wie Laufverbau, Akkumulation bis zu den flachen Wasserscheiden, ihr Überfließen und schließlich die Anzapfung fremder Einzugsgebiete. Die mehrphasigen Inlandseisbedeckungen führten später zu durchgreifenden Flußlaufverlegungen. Einige Flüsse änderten während des Quartärs ihre Wege bis zu fünfmal. Tektonische Strukturen oder Impuls spielten bei diesen Laufänderungen keine oder keine wesentliche Rolle.

12. Vorgeschichte

Hinterlassenschaften des Menschen und seiner Vorfahren sind bisher erst aus der Zeit nach der Elstereisbedeckung bekannt geworden. Da intra-, früh- und präelstereiszeitliche Schichten, namentlich Schotter, großzügig an vielen Stellen erschlossen waren und sind, erscheint die Annahme berechtigt, daß das Gebiet wahrscheinlich erst nach der Elstereisbedeckung von Hominiden betreten worden ist. Als ein wesentliches Resultat der älteren und jüngeren Quartärforschung wird die definitive stratigraphische Fixierung der Paläolithfundsichten von Markkleeberg und Wallendorf eingeschätzt. Sie gehören in den Hauptterrassen-Komplex zwischen der Elster- und Saalevereisung. Die mittelpaläolithischen Artefakte führenden Pleiße-Gösel-Schotter von Markkleeberg liegen unter Grundmoränen der Zeitzer und Leipziger Phase und über moränalen Bildungen der Elstereiszeit. Die Hauptfundsicht (Basisfolge) befindet sich unter dem Markkleeberger Kryoturbarationshorizont und der in der näheren Umgebung darüber mehrfach beobachteten "Lochauer Erosionsdiskordanz" im Terrassenkörper. Das spricht bezüglich der Hauptfundsicht für ein Alter von der ausgehenden Holsteinwarmzeit bis in die Fuhne-Kaltphase. Die ebenfalls ganz überwiegend im Basisbereich Artefakte führenden Wallendorfer Saaleschotter liegen örtlich unter einer Saalegrundmoräne. Eine Zeitlang war im

oberen Drittel des Schotterkörpers eine diskordanzartige Zäsur mit einem losen Pflaster aus nordischen Geschieben zu beobachten. Das spricht trotz der wiederholt betonten relativ hohen Lage im Hauptterrassenfeld um Halle-Merseburg für ein gleiches Alter der Schotter - nicht unbedingt der Artefakte - wie um Markkleeberg. Erst die Erarbeitung einer Feingliederung des Hauptterrassen-Komplexes (morphologisch, lithologisch, floristisch, faunistisch) wird die genaue Stellung der Fundhorizonte innerhalb dieser komplizierten, schwer unterscheid- und trennbaren Folge klären.

13. Einige allgemeine Ergebnisse

- Die meisten der lithologischen und zeitlichen (stratigraphischen) "Einheiten" der älteren Forscher erweisen sich zunehmend als Komplexe, d. h. Folgen, die zeitlich wie genetisch mehrere Entwicklungsphasen umfassen.
- Diese bei den glaziären Sedimenten schon früh gewonnene Erkenntnis gilt vor allem für die äolischen (Löbe), deluvialsolifluidalen (Schwemm- und Fließerden) und fluviatilen Bildungen. Die ausgedehnten Schotterterrassen erweisen sich mehr und mehr als vielphasig akkumulierte Folgen von ineinandergeschachtelten Schotterkörpern, die mehr oder minder ausgeprägte erosionsbedingte Zäsuren oder Zyklengrenzen voneinander trennen. Es sind über den Wechsel von Flußdynamik und Schuttangebot klimagesteuerte Phänomene.
- Die ana-, hoch- und kataglazialen Abschnitte der vorweichseiszeitlichen Kalt- bzw. Eiszeiten weisen einen höchstwahrscheinlich ebenso komplizierten Klimagang und damit Sedimentationsablauf auf, wie er von der Weichseiszeit bewiesen ist.
- Auch in Gebieten mit dem mehrfachen Wechsel von Akkumulation und Erosion bleibt eine große Anzahl von Schicht-"Spänen" erhalten, die nicht nur die Rekonstruktion der Leitlinien, sondern oft genug auch feinere Details der Entwicklung erlaubt.
- In glaziär und periglaziär geprägten Räumen spielt bei paläogeographischen wie stratigraphischen Untersuchungen die Faziesanalyse, also die Ermittlung der verschiedenartigen Sedimente der gleichen Zeit, eine Schlüsselrolle.
- Die vom Gletscher ausgehenden nahen und fernen Wirkungen sind streng in den Raum-Zeit-Koordinaten seiner Bewegung zu sehen, vom Eintritt in das Gebiet bis zum Zerfall des letzten Toteisblocks. Gletscher- wie Bodeneis sind wie ein temporäres Sediment zu betrachten und in die Fazies- und Zeitanalyse einzubauen.
- Alle als klimabedingt erkannten Phänomene besitzen großregionale Bedeutung. Der Saale-Elbe-Raum liefert in instruktiver Weise den Beweis, daß das erdweite Markeneensemble des durchlaufenen Klimas auch in kleinen Gebieten überliefert sein kann und erwartet werden darf, auch kleine Räume also das Prozeßspektrum einer ganzen Klimazone fossil widerspiegeln können.
- Im sächsisch-thüringischen Raum ist nur am Rande des Tieflandes eine lückenlose Verknüpfung der Interglazialvorkommen und Schotterterrassen mit dem Vereisungsgeschehen im Norddeutschen und angrenzenden Tiefland möglich. Die Vorkommen außerhalb dieser Übergangszonen müssen weitgehend aus sich heraus datiert werden (z. B. Interglazialsedimente von Bilzingsleben, Ehringsdorf u. a.).
- Dank der Überlieferung vollständiger Schichtsequenzen und der oft lückenlos möglichen Verknüpfung von Ereignissen, d. h. der Rekonstruktion langer Kausalketten, führt die Analyse des Gebietes in einigen wesentlichen Fragen der mitteleuropäischen Quartärgeologie zu logisch zwingenden überregionalen Schlußfolgerungen. Das gilt vor allem für das mittlere und jüngere Quartär mit seinem lückenlosen Übergang von der frühen Elstereiszeit über die elsterglazialen Vereisungsphasen zur Holsteinwarmzeit, von der frühen Saaleeiszeit bis zur Eemwarmzeit und von dieser über 8 bis 10 weichselglaziale Klimazyklen zur holozänen Warmzeit mit nur geringen Klimaschwankungen.
- Aus dem Gebiet sind alle glazigenen und kryodynamischen Strukturen nachgewiesen, die aus anderen Räumen bisher beschrieben worden sind. Aus kryogen initiierten Auftriebsstrukturen der Braunkohle wird auf zeitweilige Frosttiefen bis 50 m geschlossen. Permafrost ist durch Eiskeilpseudomorphosen seit dem Frühpleistozän nachgewiesen. Die tiefsten bisher beobachteten Eiskeilpseudomorphosen sind 12 m. Dieser Wert entspricht der Mindestfrosttiefe.

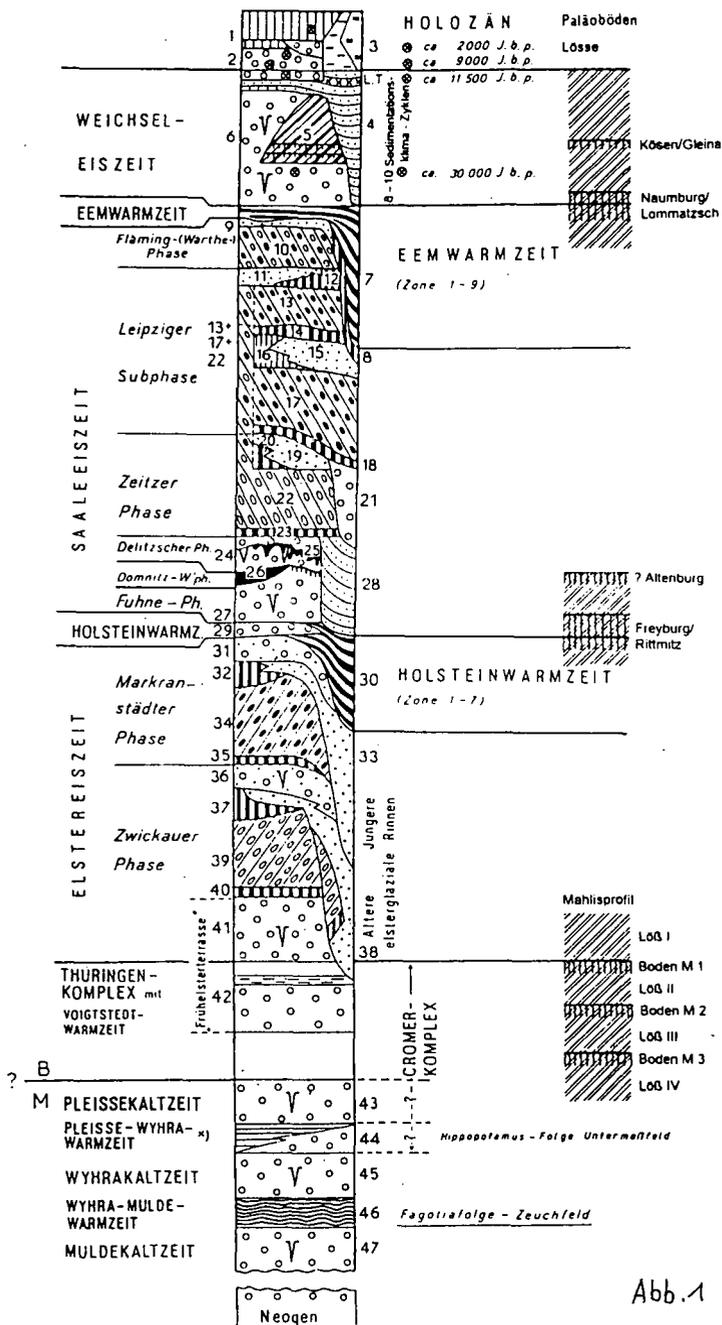
Literatur

L. EISSMANN und T. LITT (Herausgeber): Das Quartär Mitteldeutschlands. Ein Leitfaden und Exkursionsführer. Mit einer Übersicht über das Präquartär des Saale-Elbe-Gebietes. - Altenburger Naturwiss. Forschungen, H. 7, Altenburg 1994, 458 S., 174 Abb., 46 Tafeln und 22 Tabellen (hier alle weitere Literatur bis Sommer 1994).

Abb. 1. Stratigraphisches Fazies-Lagebeziehungs-Diagramm des Quartärs in Mitteldeutschland.

Fig. 1. Stratigraphy and facies of the Quaternary Sequence in Central Germany.

Holozän: 1 – Jüngerer (Haupt-) und Älterer Auelehm; Jüngerer und Älterer Aueschotter mit datierten Holzproben; 3 – Schluffe bzw. Mergel, Seekreide und Torf (Füllungen kleiner Täler und Senken); Weichseleiszeit: 4 – deluviale, deluvial-fluviatile und limnische Sande, Schluffe und Mergel kleiner Täler und Senken unterschiedlicher Genese (u. a. in glazigenen Restbecken) mit Laacher-See-Tuff; 5 – Lößkomplex mit Paläoböden; 6 – Flußschotter (Niederterrasse) mit datierten Pflanzenresten; Eemwarmzeit: 7 – limnische Schluffe, Mudden, Tone, untergeordnet Torf; Saaleeiszeit: 8 – spätsaaleeiszeitlicher Bänderton; 9 – glazifluviatile und fluviatile Sande und Kiese; 10 – Grundmoräne der Fläming – (Warthe-)Phase; 11–12 – glazifluviatile bzw. glazilimnische Sedimente; 13 – Zweite Saalegrundmoräne, obere Bank der Leipziger Subphase; 14–16 – Breitenfelder Horizont; 14 – Breitenfelder (Vorstoß-) Bänderton i. e. S.; 15 – glazifluviatile Sande und Kies; 16 – Breitenfelder (Rückzugs-) Bänderton i. w. S.; 17 – Zweite Saalegrundmoräne, untere Bank; 18–20 – Bruckdorfer Horizont; 18 – Bruckdorfer (Vorstoß-) Bänderton i. e. S.; 19 – glazifluviatile Sande und Kiese; 20 – Bruckdorfer (Rückzugs-) Bänderton i. w. S.; 21 – Pomßener Mischschotter; 22 – Erste Saalegrundmoräne; 13 + 17 + 22 – Erste und Zweite Saalegrundmoräne als eine Bank (nördlich Bitterfeld); 23 – Böhlen-Lochauer (Vorstoß-) Bänderton; 24–27 – Hauptterrasse-Komplex; 24 – Obere Schotter; 25 – Markkleeberger Kryoturbationshorizont; 26 – Schluffe und Feinsand (Stillwassersedimente mit Pflanzenresten); 27 – Untere Schotter; 28 – deluviale, solifluidale und limnische Feinsande und Schluffe in Strukturen unterschiedlicher Genese (u. a. in glazigenen Restbecken); Holsteinwarmzeit: 29 – meist feinkörnige Flußschotter; 30 – limnische Schluffe, Mudden, Mergel Diatomeenerden, Torfe; Elstereiszeit: 31 – Mischschotter; 32 – Bänderschuffe und -tone; 33 – glazifluviatile Sande und Kiese; 34 – Obere Elstergrundmoräne; 35 – Milzter (Vorstoß-) Bänderton; 36 – Mischschotter; 37 – Bänderschuffe und -tone (Brösener Bänderton); 38 – glazifluviatile Sande und Kiese; 39 – Untere Elstergrundmoräne; 40 – Dehlitz-Leipziger (Vorstoß-) Bänderton; 41 – Flußschotter (Frühelsterterrasse i. e. S.); Frühpleistozän: 42 – Flußschotter mit Knautnaundorfer Schluffhorizont; 43 – Flußschotter (Untere frühpleistozäne Terrasse); 44 – Flußschotter (Mittlere frühpleistozäne Terrasse); 45 – Schotter, Schluffe; 46 – Schluffe, Sande (limnisch bis fluviatil); 47 – Flußschotter (Obere frühpleistozäne Terrasse); B/M – Brunhes-Matuyama-Grenze (730 000 J. v. h.); keilförmige Signatur: Eiskeilpseudomorphosen



x) evtl. ARTERN-
 WARMZEIT

Abb. 1

Tab. 1. Tabellarische Übersicht der Geologie von Mitteleuropa
 Table 1. The geological sequence in Central Germany

| | |
|--|--|
| HOLOZÄN | Auelehm, Flußschotter, Mergel, Schluff; Auffülle |
| WEICHSEL-EISZEIT | Hauptlöß, Flußschotter (Niederterrasse), Fließ- und Schwemme, Blockschutt; Mude, Karbonat |
| EEM-WARMZEIT | Schluff, Ton, Mergel, Torf; Paläoböden |
| SAALE-EISZEIT | bis zu vier Grundmoränen, Schmelzwassersand, Bänderton und -mergel, Löß, Flußschotter (Hauptterrassenkomplex) |
| HOLSTEIN-WARMZEIT | Schluff, Feinsand, Mergel, Kiesgur, Torf; Paläoböden |
| ELSTER-EISZEIT | zwei, lokal drei Grundmoränen, Schmelzwassersand, Bänderton, Löß, Flußschotter (u. a. Früherterrasse i.e.S.) |
| THÜRINGEN-Komplex | kalt- und warmzeitlicher Schluff, Löß, Flußschotter; Paläoböden |
| FRÜHPLEISTOZÄN | kalzeitliche Flußschotter (drei bis vier Terrassen), Löß, warmzeitlicher Schluff, Ton und Flußschotter |
| OBERMIOZÄN/PLIOZÄN | quarzreicher Flußschotter, Ton, Schluff; ältere Zersatzkiese |
| NITTEL-/OBERMIOZÄN- UNTERMIOZÄN | Flözgruppe Düben, (Alaun-) Ton, Schluff, Sand (z. T. marin), Bitterfelder Decktonkomplex, Flözgruppe Bitterfeld (Oberflöz, Unterflöz); Lausitz: Raunoer, Briesker, Spremberger Folge mit 1-4, Miozänem Flözkomplex |
| OBEROLIGOZÄN | Bitterfelder Glimmersandkomplex (terrestrisch bis marin), Thierbacher Schichten (Flußschotter, Ton); Lausitz: Cottbuser Schichten |
| MITTELOLIGOZÄN | mariner bis terrestrischer Kies, Feinsand, Schluff, Mergel; Böhlener Oberflöz (IV), Flözgruppe Gröbers, obere Teile des Haselbacher Tonkomplexes; Lausitz: Rupelfolge mit Calauer Schichten und Flöz Calau |
| UNTEROLIGOZÄN | unterer Teil des Haselbacher Tonkomplexes (Ton, Sand) |
| OBEROZÄN | Hauptflözgruppe mit Flöz Bruckdorf, Borna (II) und Thüringen (III); Ton (Luckenau), Sand, Kies, Schluff Feinsand, z. T. marin (Domsener Komplex); Lausitz: Schönwalder Folge |
| MITTELEOZÄN | Unterflözgruppe mit Flöz Wallendorf und Sächsisch-Thüringischem Unterflöz; Ton, Sand, Kies, Geißelalflöze; Ton, Sand, Kies; Ober- und Unterflöz Nachterstedt, Hauptflöz von Harbke-Egeln-Oschersleben; Grünsand von Harbke |
| UNTEREOZÄN und älter | Ton, Sand, Kies, geringmächtige Braunkohle; ältere Flöze von Harbke-Egeln-Oschersleben |
| KREIDE | Ober- und Unterkreide: Sandstein, Tonstein, Mergel (Pläner) |
| JURA | Malm, Dogger, Lias; Sandstein, Tonstein, Kalkstein, Mergel |
| TRIAS | Keuper, Muschelkalk, Buntsandstein: Sandstein, Tonstein, Kalkstein, Anhydrit (Gips), Steinsalz |
| PERM | Zechstein: Aller-, Leine-, Staßfurt-, Werra-Serie: Ton- und Schluffstein, Kalisalz, Steinsalz, Anhydrit, Kalkstein, Dolomit, Kupferschiefer, Konglomerat Rotliegendes: Konglomerat, Sandstein, Tonstein, Steinkohle; Vulkanite (Quarzporphyr, Porphyrit, Melaphyr und ihre Tuffe), jüngste Tiefengesteine (Granit) |
| KARBON | Stefan, Westfal, Namur: Konglomerat, Sandstein, Tonstein (rot und grau), Steinkohle; Vulkanite (Melaphyr, Quarzporphyr), jüngere Tiefengesteine (Granodiorit, Granit, Syenit) Oberstes Visé: Konglomerat, Sandstein, Tonstein, Anthrazit <i>AAAAAAAAAA3AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA sudetische Faltung</i> Visé, Tournai: Tonschiefer, Kieselschiefer, Grauwacke, Konglomerat, Anthrazit, Kalkstein (Kohlenkalk); selten Vulkanite (Keratophyr) |
| DEVON | Ober-, Mittel- und Unterdevon: Tonschiefer, Quarzit, Kieselschiefer, Grauwacke, Konglomerat, Kalkstein (auch Rifkalk); Vulkanite (oberdevonischer Diabas, Diabastuff, Keratophyr) |
| SILUR | Tonschiefer (Alaunschiefer), Kalkstein (Ockerkalk), Dolomit, Quarzit, Kieselschiefer; selten Vulkanite (Diabas, Diabastuff) |
| ORDOVIZIUM | Lederschiefer, Hauptquarzit, Griffelschiefer, Phykodenquarzit, Phykodenschiefer, Frauenbachquarzit, Konglomerat und entsprechende Metamorphite; porphyrische saure Magmatite (Granit) |
| KAMBRIUM | Schiefer, Quarzit, Dolomit, Kalkstein und entsprechende Metamorphite; auf Nordsächsischem Block (Delitzsch, Doberlug); Tonstein, Sandstein, Glaukonit Sandstein, Dolomit; Vulkanite <i>AAAAAAAAAA3AAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAAA jungassyntische Faltung</i> |
| PROTEROZOIKUM (PRÄKAMBRIUM) | Grauwacke, Konglomerat, Quarzit, Tonschiefer, Kieselschiefer (z. B. Leipzig-Lausitzer Grauwackenkomplex) und entsprechende Metamorphite wie Phyllit, Glimmerschiefer, (Cordierit-, Granat-) Gneis, Edukte (Grauwacke, Schiefer, saure Vulkanite) des Granulites; Metabasite (Gabbro, Amphibolit, Serpentin) |

Geomorphologie des mitteldeutschen Raumes

von

H. Kugler¹⁾ und G. Villwock²⁾

Das Exkursionsgebiet umfaßt einen Ausschnitt des mitteleuropäischen Übergangsraumes zwischen dem glazial geprägten Tiefland und der Mittelgebirgsschwelle. Charakteristisch für diesen Übergangsraum ist die Verzahnung von Reliefformen glazigener und glazifluvialer Prägung mit Formen, deren Entstehung auf das Zusammenwirken geologisch-tektonischer Rahmenbedingungen des Festgesteinsuntergrundes mit denudativen und fluvialen Formungsprozessen im Tertiär und Quartär zurückzuführen ist.

Die großräumige Reliefgliederung spiegelt deutlich die geotektonische Differenzierung wider. Der alpidisch gehobenen Bruchscholle des Harzes sind im Norden, Osten und Süden Gebiete mit geringer herausgehobenen und durch Bruchstrukturen gegliederten Gesteinskomplexe des Tafelstockwerkes vorgelagert, deren Höhenlage generell nach Nordosten abnimmt.

Die durch das raumdifferenzierte Zusammenwirken von morphogenetischen Leitprozessen und Prägungsphasen entstandene aktuelle Reliefgestalt wird durch die Gliederung des Raumes in folgende geomorphologische Regionaleinheiten deutlich, in der der Anteil jüngerer Formen von Südwesten nach Nordosten zunimmt.

Harz

Die relativ isoliert herausgehobene Horstscholle des Harzes als nördlichstes der mitteleuropäischen Mittelgebirge erstreckt sich in einer Länge von 90 km in SE-W-Richtung und hat eine Breite von ca. 30 km. Durch die bruchtektonische Hebung (Jura bis Quartär) wurde die Nordwest-Südost streichende Kontur des Gebirges geschaffen. Durch Abtragungsprozesse wurde die variskische Struktur des Gebirges mit seinen ordovizischen bis unterpermischen Gesteinen (Tonschiefer, Grauwacken, Kiesel-schiefer, Kalksteine, Granite) freigelegt. Besonders markant ist der Harz an seiner Nordgrenze und weniger deutlich an seinem Süd- und Ostrand gegen das Vorland herausgehoben worden. Morphologisch dominieren großräumige Einebnungsflächen, in die durch Gesteinsresistenz bedingte Erhebungen (Diabaskuppen), Schwellen und stufenartige Formen eingeschaltet sind. Die Hochflächen sind Produkte intensiver Abtragungsprozesse und intensiver tertiärer Verwitterung (mit erhaltenen Grau- und Braunlehmresten). Die Unterharzhochfläche, die generell von 200 - 250 m im Osten bis auf 600 - 650 m im Westen ansteigt, wird überragt von den Härtlingsbergen Auerberg (Porphyry) und Ramberg (Granit) sowie von dem Massiv des Brockens (1142 m). Bedingt durch eine Schollenkipfung liegt die Wasserscheide des Harzes in seinem Südtel, so daß die tief in die Hochfläche eingeschnittenen Täler der Holtemme, Bode, Selke und Wipper den Harz nach Norden und Nordosten hin verlassen und weit nach Westen und Süden in den Harz hineingreifen. Örtlich deuten trogartige Verflachungen im oberen Talhangbereich der großen Täler eine spätpliozän-frühpleistozäne Eintiefungsphase an.

¹⁾ AEROCART GmbH, Delitzsch

²⁾ Geologische Forschung und Erkundung GmbH, Köthener Str. 34, 06118 Halle

Nördliches Harzvorland

(Subherzynes Platten-, Hügel- und Stufenland)

Mit der saxonischen Gebirgsbildung kam es zwischen den Hochschollen Harz und Flechtinger Höhenscholle in Verbindung mit der Deformierung des Zechsteinsalinar zur Überformung der hangenden oberpermischen und mesozoischen Schichten in morphologisch auffällige herzynisch streichende Sättel und Mulden. An der Harznordrand-Störung wurden die Tafelgesteine des Zechsteins, der Trias, Jura und der Kreide steil aufgebogen und teilweise überkippt. Diese Schichten streichen deshalb in einer 1,5 bis 2 km breiten Zone harzrandparallel aus. Gesteinsselektive Abtragung schuf in enger Verbindung mit der pleistozänen Talentwicklung (Selke, Bode) die typische Schichtstufen- und Schichttrippenlandschaft des nördlichen Harzvorlandes.

Nordthüringer Platten- und Stufenland

NW-SE- bzw. NE-SW-streichende Bruchstörungen gliedern die nach Süden einfallenden Gesteine der Trias und des Zechsteins südlich des Harzes. Die Subrosion der Stein- und Kalisalz-lager des Zechsteins führte zur Bildung der Auslaugungsniederung der Helme. Sie wird im Süden durch die markante Bruchstufe der Horstscholle des Kyffhäusers und die Finnescholle begrenzt.

Die unmittelbar am Südrand des Harzes auf dem Grundgebirge liegenden Sedimente des Zechsteins bilden zwischen Herzberg und Sangerhausen ein 1 bis 7 km breites, karstbeeinflusstes Stufen- und Hügelland. In deutlicher Anlehnung an Kluftsysteme und Vorflutniveaus haben sich hier eine Vielzahl von Formen des offenen und bedeckten Sulfatkarstes entwickelt. Neben zahlreichen, z.B. heute noch aktiven Erdfällen, Dolinen, Trockentälern und Restkuppen finden sich ausgedehnte Höhlensysteme (z. B. Heimkehle bei Ufrungen). Das Gebiet ist karsthydrologisch geprägt, so daß der Oberflächenabfluß gering bleibt.

Letztlich bedingt durch die Heraushebung der schmalen, langgestreckten Hermundurischen Scholle zwischen Harz und Halle-Leipziger Bucht im Nordosten und dem Thüringer Becken im Südwesten, durch die damit verbundenen Deformationen der Triasschichten und in Verbindung mit der jungtertiär-quartären Talnetzentwicklung entstand die nordthüringische Schichtstufenlandschaft an Unstrut und Wipper.

An der Windleite, der Finne und dem Ziegelrodaer Forst treten die Schichtstufen des Mittleren Buntsandsteins auf. Die Hainleite, die östliche Finne und der Saale-Unstrut-Raum wird von der Schichtstufenlandschaft des Muschelkalkes mit deren mu-Hauptstufe beherrscht.

Thüringer Becken

Zwischen die Hermundurische Scholle und die Thüringerwaldscholle ist das Thüringer Becken eingebettet. Durch das Exkursionsgebiet wird der zentrale Bereich des Beckens mit den subrosiv geprägten flachen Talauen des Gera-Unstrut-Systems und dem Platten- und Hügelland des Keupers erfaßt. Dieser zentrale Bereich des Thüringer Beckens wurde durch die elsterkaltzeitliche Inlandvereisung überdeckt.

Westlich, südlich und östlich von Erfurt und Weimar wird das Relief des Thüringer Beckens stärker untergliedert durch herzynisch streichende Sättel, Mulden und Schmalschollen der triassischen Schichten.

Halle-Leipziger Plattenland

Die Regionaleinheit weist eine deutliche Zweiteilung in ihrem morphogenetischen Charakter auf. Die westlichen und südlichen Bereiche (Hallesches und Weißenfelsler Lößhügelland östliches Harzvorland) werden durch Plateaus geprägt, deren Anlage auf weitgespannte tertiäre Flächenbildungen zurückgeht. Der geologische Untergrund wird überwiegend durch mesozoische Sedimente gebildet, während nördlich und östlich der Halleschen Störung und am östlichen Harzrand permokarbonische Gesteine auftreten. Fläche, durch Dellen und Sohlenkerbtäler gegliederte Plateaus mit Höhenlagen um 120 - 160 m ü. NN bestimmen das Reliefbild. Ihre stärker zertalten und steilhängigen Randbereiche leiten zu dem bis 70 m ü. NN eingetieften und durch Terrassen begleiteten Saaletal über. Die Verbreitung kretazisch-paläogener, kaolinischer Verwitterungsdecken und -sedimente im Liegenden neogener und quartärer Sedimente deutet auf den Zusammenhang der heutigen Plateaulandschaft zu tertiären Landoberflächen hin, die von Härtlingskuppen (z. B. Petersberg nördlich von Halle) überragt werden. Subrosionsprozesse führten zur Ausbildung weiträumiger Senken (Mansfelder Seengebiet) und beeinflussten die Anlage des Talnetzes.

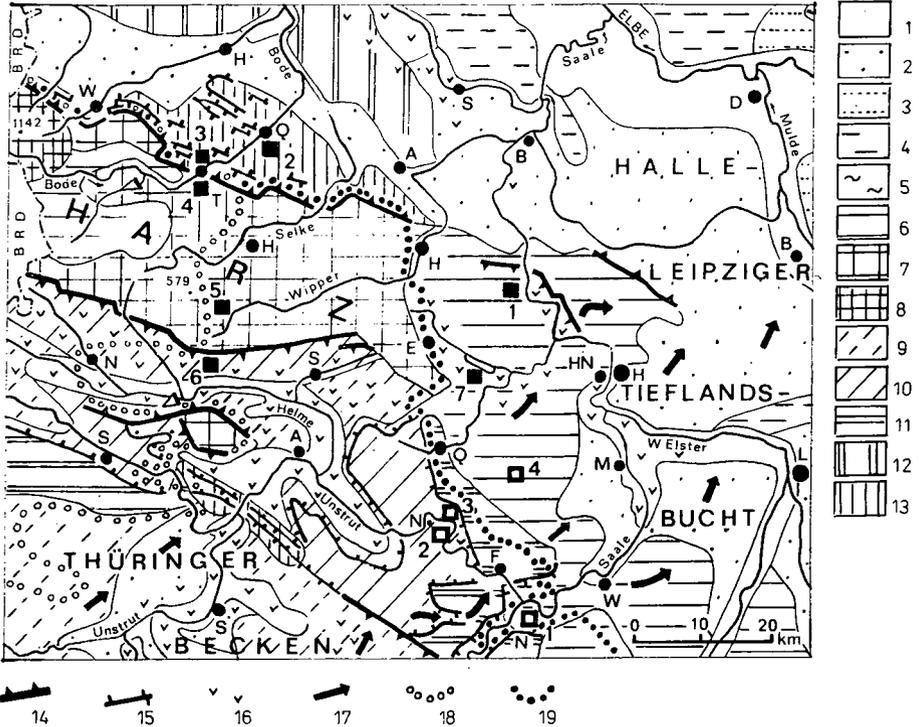
Im Nord- und Nordostteil der Regionaleinheit sind die Reliefverhältnisse im stärkeren Maße durch quartäre Formungsprozesse geprägt. An die dominant fluviale Formung durch breite Flußsysteme der Saale und Mulde vom Altpleistozän bis zur frühen Saalekaltzeit schloß sich eine glazigene Überdeckung durch die Saalevereisung an. Im Reliefbild dominieren weitgespannte Ebenheiten, die durch die breiten weichselglazial bis holozän angelegten Talungen der Saale, Elster, Mulde und Pleiße gegliedert werden.

Dübener Heide

Bereits zur norddeutschen Tiefebene gehörig schließen sich an das Halle-Leipziger Plattenland die Dübener und die Dahleener Heide als saaleiszeitliche Marginalbildungen an. Für beide Räume sind die kräftig ausgebildeten, mehrfach gestaffelten Stauchendmoränengebiete typisch. Diesen vorgelagert sind breite, durch schmale Flachtäler gegliederte Sanderflächen. Zu den Niederungen der Mulde und der Elbe hin erstrecken sich die weiten Flächen der Niederterrassen der beiden Flüsse mit aufgesetzten Binnendünen und Restflächen der durch die Flüsse aufgearbeiteten Urstromtalbildungen.

Elbtalniederung (Magdeburg-Torgauer Elbtalniederung)

Die breite Elbeniederung zwischen Torgau und Magdeburg wurde vorgezeichnet durch das warthestadiale Lausitzer - Magdeburger Urstromtal der Saalekaltzeit. In der heutigen Form wird die Elbeniederung entscheidend geprägt durch die weichselkaltzeitlichen Niederterrassen der Elbe und ihrer großen Zuflüsse Schwarze Elster, Mulde und Saale, die holozänen Auenterrassen und die jüngsten Auenflächen. Charakteristisch sind morphologisch markante und verbreitet auftretende Binnendünenfelder auf den Niederterrassen.



Geomorphologische Übersichtsskizze des Mitteldeutschen Raumes

Dominant fluvial geformte Relieftypen

- 1 Holozäne Talauen und jungpleistozäne Niederterrassen
- 2 Mittelpleistozäne, teilweise moränenüberdeckte Terrassen

Vorwiegend saalekaltzeitliche Glazialformen

- 3 Schmelzwasserflächen
- 4 Platten und Flachhügelrelief der Grund- und Endmoränen
- 5 Rücken- und Hügelrelief der Endmoränen

Abtragungsrelief auf paläozoischen Gesteinen des Mittelgebirges

- 6 Plateaus
- 7 Tief zertalte Plateaus
- 8 Bergrelief des Brockenmassivs

Tektonisch und lithologisch beeinflusstes Abtragungsrelief (Strukturrelief) auf mesozoischen Tafelgesteinen

- 9 Flachhügel- und Plattenrelief
- 10 Bergrelief der Buntsand- und Rotliegendesandsteingebiete
- 11 Plateaus der Muschelkalktafeln
- 12 Flache Aufwölbungen des Muschelkalkes
- 13 Schichtstufen und Schichtrippen

Einzelformen und paläographische Angaben

- 14 Bruchstufen
- 15 Schichtstufen
- 16 Subrosionseinfluß
- 17 Quartäre Flußläufe
- 18, Maximale Ausdehnung der Inlandvereisung (18 - Elsterglazial, 19 - Saaleglazial)

Überblick über die Böden des mitteldeutschen Raumes

von

M. Altermann ¹⁾

In den Exkursionen werden die Böden des mitteldeutschen Raumes vorgestellt. So soll in diesem Kurzbeitrag nur auf einige Grundzüge unter besonderer Berücksichtigung der Ausgangssubstrate eingegangen werden. Für die Genese und Ausbildung der Böden im mitteldeutschen Raum waren neben den paläoökologischen Bedingungen und der Reliefsituation das geologische Ausgangsmaterial entscheidend. Die Ausgangsgesteine des mitteldeutschen Raumes sind ausschließlich im Quartär entstanden bzw. in dieser Zeit entscheidend für die Bodenbildung vorgeprägt worden.

Die weichselzeitlichen äolischen Bildungen - in ihrer Zusammensetzung und Mächtigkeit stark wechselnd - sind in Mitteldeutschland für Bodenausbildung und Bodeneigenschaften die bedeutendsten Substrate. Im Periglazial der Weichsel-Kaltzeit wurden die Oberflächengesteine außerdem durch Verwitterung und Umlagerung aufbereitet, und heute lassen sich die Schichtgrenzen als Ergebnis von Sedimentation und periglaziärer Überprägung in den Böden meistens mit großer Sicherheit nachvollziehen. Es dominieren im gesamten mitteldeutschen Raum deshalb mehrschichtige Böden, und die Horizontgrenzen sind häufig mit den Substratgrenzen koinzident. Die vertikale, geologisch bedingte Substratdifferenzierung in den Böden wird durch die Abfolge verschiedener Lagen (Deckschichten) wiedergegeben.

Die Lößdecken sind im Exkursionsgebiet am weitesten verbreitet, und sie prägen den gesamten Raum durch fruchtbare Lößböden: Magdeburger Börde, Börden der Harzvorländer, das Thüringer Becken, sowie die Lößhügelländer südlich von Halle - Leipzig. Die Übergänge von Löß zu den Lößderivaten im Harz sowie in den Übergangsbereichen des Thüringer Waldes, Voglandes sowie des Erzgebirges sind fließend, ebenso zu denen der Triasdurchragungen in den Lößhügelländern. Der Exkursionsraum wird aber auch von der nördlichen Lößgrenze durchzogen. Diese verläuft bei Magdeburg noch unmittelbar am Elbtal, um dann in Richtung Köthen weiter westlich abzubiegen, in weitem Bogen östlich von Halle schließlich Halle zu tangieren und dann der Saale folgend nach Nordsachsen abzubiegen.

An das Lößgebiet schließt sich östlich bzw. nördlich der Sandlößgürtel an. Dieser ist im Raum Magdeburg relativ schmal, nimmt aber östlich von Halle und im Leipziger Land eine Breite bis 30 km ein. Die mächtigeren Sandlössen lassen fast immer einen zweischichtigen Aufbau erkennen, der dann in den Lößdecken morphologisch nicht mit Sicherheit nachvollziehbar ist, aber mit hoher Wahrscheinlichkeit auch für diese äolischen Decken zutrifft. Die Lößderivate der Mittelgebirge zeichnen dann wiederum die Teilung in zwei Lagen deutlich an.

An den Sandlößgürtel schließt sich weiter östlich der Bereich der 4-6 dm mächtigen Geschiebedecksande - in Sachsen auch als Treibsande bezeichnet - an. Für deren Bildung waren die äolischen Prozesse entscheidend, wobei auch andere Periglazialprozesse diese Decken entscheidend mitprägten. Der Übergang Sandlöß - Geschiebedecksand ist kontinuierlich. Die Geschiebedecksande sind mit größerer Entfernung vom Lößgebiet schluffärmer, und unter Zunahme des Schluffgehaltes gehen sie

¹⁾Büro für Bodenökologie, Bodenkartierung, Bodenschutz, Halle, Kefersteinstr. 3, 06110 Halle

in die geringmächtigen Sandlöss über. Das Liegende der äolischen Decken ist nun im Exkursionsraum recht differenziert. So können glazigene Bildungen der Saale-Kaltzeit, im wesentlichen Geschiebemergel und Schmelzwassersande einerseits und andererseits vielfältige triassische Bildungen vor. In den Mittelgebirgen sind im Liegenden der Löss und Lößderivate Schutte und Fließerden paläozoischer Gesteine verbreitet. Im Harz ist außerhalb von Plateaulagen Löß in die Gesteinsschutte an der Oberfläche eingearbeitet.

Holozäne Bildungen beschränken sich im Exkursionsraum auf die Flußtäler sowie Reliefdepressionen, die mit Umlagerungsprodukten angereichert sind.

Durch Bergbau und Industrie erfolgten wesentliche Eingriffe in die Oberfläche, so daß es zu Umlagerungen natürlicher Substrate sowie zur Ablagerung technogener Substrate (Industrieabprodukte unterschiedlichster Zusammensetzung) in Form von Kippen und Halden kam.

Die Bodengrenzen im Exkursionsraum ziehen sowohl Substrat- als auch Klima- und Vegetationsgrenzen nach. Die westliche und östliche Grenze des Mitteldeutschen Schwarzerdegebietes durchzieht als markante Grenze den Exkursionsraum. Hier ist diese Grenze im wesentlichen durch das Substrat vorgezeichnet, denn im Osten fällt diese etwa mit der Grenze Löß-Sandlöß zusammen. Zwar sind auf Sandlössen auch Schwarzerden zu finden, aber meistens sind diese stark degradiert (verbraunt), bzw. sie leiten über in Parabraunerde-Tschernoseme und Lessives. Auch im Westteil ist die Schwarzerdegrenze durch deutliche Substrat- (Löß-)unterschiede vorgezeichnet, denn die Lössen sind auf alle Fälle sandreicher sowie primär kalkärmer als die Lössen im Schwarzerdegebiet.

Die bodengeographische Gliederung des Exkursionsraumes mit der angrenzenden Umgebung ist in der Abb. 1 (Legende Tab. 1) durch die Ausweisung der Bodengroßlandschaften dargestellt (nach HARTWICH, ADLER, BEHRENS, ECKELMANN & RICHTER, 1995).

Die Bodengroßlandschaften der Lößbörden und der Lößhügelländer beherrschen den Raum. Dabei werden die Sandlößgebiete zu den Lößbörden gerechnet, und die Schwarzerdegebiete nicht ausgewiesen. Dadurch geht auf dieser Ebene die markante Großgliederung Mitteldeutschlands leider verloren.

Die Schwarzerden sind mit Pararendzinen vergesellschaftet. Neben Typischen Tschernosemen kommen Braunerde-Tschernoseme und Parabraunerde-Tschernoseme vor. Die unterschiedlichsten Gesteine im Liegenden der Lößdecken bedingen eine Vielzahl von Bodenformen. Im sächsischen Raum werden die Löß-Schwarzerden von Löß-Parabraunerden abgelöst, wobei diese Grenze wohl im wesentlichen paläoklimatisch bedingt sein dürfte. In den Bodengroßlandschaften des Harzes dominieren Braunerden und Parabraunerden/Fahlerden. Podsole sind auf nährstoffarme Gesteine beschränkt (z. B. Quarzit, Granit)

Auf den mit Geschiebedecksand überlagerten Altmoränenplatten sind Fahlerden, Parabraunerden/Fahlerden sowie Braunerden dominierend, und Podsole sind letztlich nur untergeordnet verbreitet. Vernäßte Böden beschränken sich im wesentlichen auf die Niederungsgebiete und Auen, auf den Hochflächen sind sie nur relativ kleinflächig prägend, dagegen sind halbhydromorphe Böden (Braunerde-Pseudogleye, Pseudogley-Braunerden/Fahlerden) auch verbreitet.

Relativ große Areale nehmen die Kippenböden ein, die sich insbesondere auf den Raum südlich von Leipzig, südlich von Halle (Geiseltal) und auf das Gebiet Bitterfeld-Gräfenhainichen konzentrieren.

Die Vielfalt der Böden des Exkursionsraumes geht auch aus der Abb. 2 hervor, die zusammen mit der Legende (Tab. 2) eine Orientierung über die Verbreitung der verschiedenen Bodengesellschaften gestattet (nach HARTWICH, HAASE, RICHTER, ROESCHMANN, SCHMIDT, 1995).

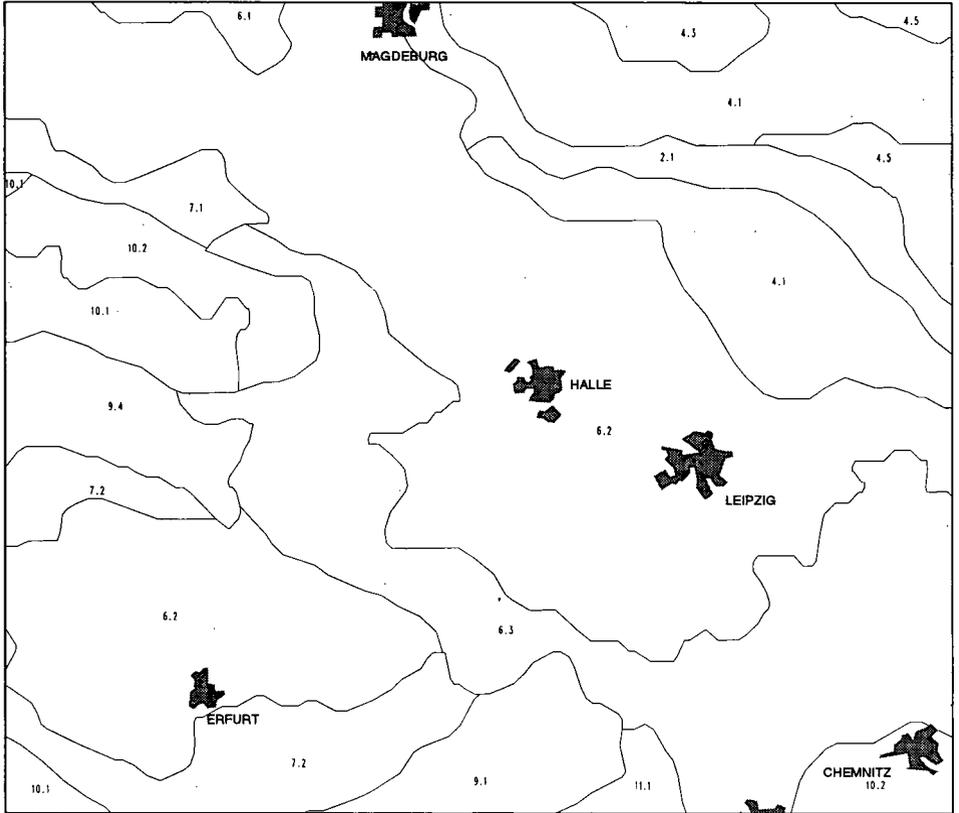
Literatur:

HARTWICH, R., ADLER, G., BEHRENS, J., ECKELMANN, W. & A. RICHTER (1995): Die Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland im Maßstab 1 : 1 000 000.- Z. angew. Geol. (im Druck), Hannover

HARTWICH, R., HAASE, G., RICHTER, A., ROESCHMANN, G., & R. SCHMIDT (1995): Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 000 000 (BÜK 1000).- Hannover, BGR

Abb. 1:

Die Bodengroßlandschaften des Exkursionsraumes
Auszug aus Karte der Bodengroßlandschaften der Bundesrepublik Deutschland
Berlin/Hannover 1995

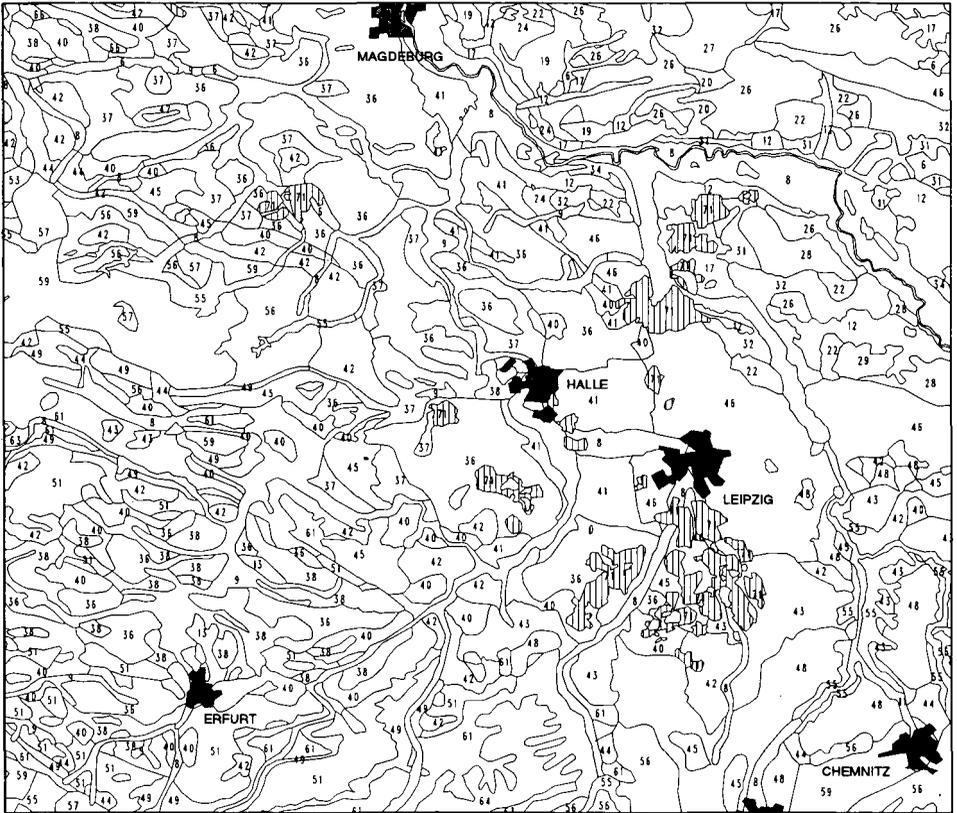


© Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Stilleweg 2, 30655 Hannover

Abb. 2:

Die Böden des Exkursionsraumes

Auszug aus Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 000 000
(BÜK 1000), Hannover 1995



Tab. 1:

Die Bodengroßlandschaften (BGL) des Exkursionsraumes
Legende

- 2.1 BGL der Auen und Niederterrassen
(einschließlich der vergesellschafteten Moore
und Flugsandgebiete)
- 4.1 BGL der Grundmoränenplatten und Endmoränen im
Altmoränengebiet Norddeutschlands und im Rheinland
- 4.3 BGL der Sander und trockenen Talsande sowie
der sandigen Platten und sandigen Endmoränen
im Altmoränengebiet Norddeutschlands
- 4.5 BGL der Niederungen und Urstomtäler
des Altmoränengebietes
- 6.1 BGL des Bördenvorlandes mit geringmächtiger
Lößbedeckung
- 6.2 BGL der Lößböden
- 6.3 BGL der Lößlandschaften des Berglandes
(Becken, Talweitungen, Senken, Berglandhänge
und Lößhügelländer)
- 7.1 BGL mit hohem Anteil an carbonatischen Gesteinen
- 7.2 BGL mit hohem Anteil an silikatischen Gesteinen
- 9.1 BGL mit hohem Anteil an Sand-, Schluff- und
Tongesteinen, häufig im Wechsel mit Löß
- 9.4 BGL mit hohem Anteil an Sand- und Mergelgesteinen,
stellenweise im Wechsel mit Lößlehm
- 10.1 BGL der basischen bis intermediären Vulkanite,
z.T. wechselnd mit Lößlehm
- 10.2 BGL mit hohem Anteil an sauren bis intermediären
Magmatiten und Metamorphiten
- 11.1 BGL der Ton- und Schluffschiefer, mit wechselnden
Anteilen an Grauwacke, Kalkstein, Sandstein und
Quarzit; z.T. mit Lößlehm

Tab. 2: Legende der Böden des Exkursionsraumes
 Auszug aus Bodenübersichtskarte der Bundesrepublik Deutschland 1 : 1 000 000
 (BÜK 1000), Hannover 1995

- | | |
|--|---|
| 6 Niedermoorböden | 41 Tschernosem-Parabraunerde / Griserde / Parabraunerde aus sandigen Lößdecken über Schmelzwassersedimenten oder Geschiebelehm |
| 7 Hochmoorböden | 42 Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley aus Löß oder Lößlehm über verschiedenen Gesteinen |
| 8 Auenböden / Gley aus lehmigen bis tonigen Auensedimenten | 43 Parabraunerde-Pseudogley aus Löß oder Lößlehm über verschiedenen Gesteinen |
| 9 Gley-Tschernosem aus kalkhaltigen, tonig-schluffigen Ablagerungen in Flußtälem der Schwarzerdegebiete | 44 Parabraunerde / Fahlerde / Braunerde-Pseudogley aus lößvermischten Verwitterungsprodukten verschiedener Silikatgesteine |
| 11 Auenböden / Gley aus sandigen bis tonigen Flußsedimenten in kleinflächigem Wechsel | 45 Braunerde / Parabraunerde / Fahlerde aus sandvermischem Löß oder Lößlehm |
| 12 Gley der sandigen Urstromtäler und Niederungen | 46 Parabraunerde / Fahlerde / Braunerde aus Sandlöß über Sand oder Lehm |
| 13 Pararendzina / Auenrendzina aus kalkhaltigen, sandig-lehmigen Hochflut- und Auenablagerungen | 48 Pseudogley / Braunerde / Parabraunerde aus Löß oder Lößlehm |
| 16 Podsol-Braunerde aus sandigen Terrassenablagerungen | 49 Rendzina / Braunerde-Rendzina / Pararendzina aus Hangschutt über Kalk-, Mergel- und Dolomitgesteinen im Wechsel mit Terra fusca-Braunerde / Terra fusca-Parabraunerde aus schluffig-tonigen Umlagerungsprodukten der Kalksteinverwitterung |
| 17 Podsol / Braunerde-Podsol / Gley-Podsol aus sandigen Flußablagerungen | 51 Pelosol-Braunerde / Pelosol-Pseudogley aus Verwitterungsprodukten von Mergel- und Tongesteinen |
| 19 Parabraunerde / Fahlerde / Pseudogley-Parabraunerde aus Geschiebelehm | 53 Braunerde aus basischen und intermediären magmatischen Gesteinen |
| 20 Parabraunerde-Tschernosem / Parabraunerde aus Geschiebemergel oder Beckenablagerungen | 55 Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen |
| 22 Pseudogley aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm | 56 Braunerde / Braunerde-Pseudogley aus lößvermischten Verwitterungsprodukten von kristallinen Schiefeln, Sandstein, Quarzit und sauren bis intermediären magmatischen Gesteinen |
| 24 Pseudogley-Tschernosem aus Geschiebelehm mit lehmig-sandiger Deckschicht | 57 Podsol-Braunerde aus sauren magmatischen und metamorphen Gesteinen |
| 26 Fahlerde / Bänder-Parabraunerde / Braunerde aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm | 59 Braunerde / Podsol-Braunerde aus harten Ton- und Schluffschiefern mit Anteilen von Grauwacke, Sandstein, Quarzit und Phyllit |
| 27 Pararendzina / Regosol / Bänder-Parabraunerde im engräumigen Wechsel aus sandigen bis lehmigen Bildungen der Endmoränen | 61 Podsolige Braunerde aus basenarmen quarzitischen Sandsteinen und Konglomeraten |
| 28 Podsolierte Pseudogley-Braunerde / Pseudogley-Fahlerde aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm | 63 Braunerde-Podsol / Podsol aus basenarmen Sandsteinen und Quarziten |
| 29 Braunerde-Pseudogley / Podsol-Pseudogley aus sandigen Deckschichten über Geschiebelehm | 64 Pseudogley / Podsol-Pseudogley aus lößvermischten, grusig-lehmigen Deckschichten über Sandstein und Quarzit |
| 31 Braunerde-Podsol / Podsol-Braunerde aus trockenen, nährstoffarmen Sanden | 65 Braunerde / Podsol-Braunerde / Braunerde-Rendzina / Parabraunerde im engräumigen Wechsel aus Ton- und Schluffsteinen sowie Lößlehm über verschiedenen Gesteinen |
| 32 Braunerde / Bänder-Parabraunerde aus nährstoffreichen Sanden | 66 Rendzina / Pararendzina / Ranker / Podsol-Braunerde / Pelosol-Braunerde / Parabraunerde / Pseudogley im engräumigen Wechsel aus Kalk- und Mergelgesteinen, Sand-, Schluff- und Tonsteinen sowie Lößlehm über verschiedenen Gesteinen |
| 34 Regosol / Lockersyrosem aus trockenen, nährstoffarmen Sanden | 70 Versiegelte Flächen in größeren Städten |
| 36 Tschernosem der Mitteldeutschen Trockengebiete aus Löß | 71 Technogen gestaltete Böden und große Abbauflächen |
| 37 Tschernosem / Braunerde aus Löß im Wechsel mit Rendzina aus Mergel und Kalkstein | 72 Gewässer mit subhydriken Böden bzw. Bodensedimenten |
| 38 Tschernosem / Pseudogley-Tschernosem aus Löß über Ton- und Mergelgesteinen | |
| 40 Tschernosem-Parabraunerde / Parabraunerde-Tschernosem aus Löß oder Lößlehm | |

Zur Paläoökologie des Saalegebietes und Harzvorlandes im Spät- und Postglazial

von

Dietrich Mania

Die Entwicklung der Landschaftsverhältnisse seit dem Hochglazial der Weichselkaltzeit war in erster Linie durch die Änderung der Klimaverhältnisse, in zweiter Linie durch die Besonderheiten des "Mitteldeutschen Trockengebietes" bedingt. Grundlage der **paläoökologischen Untersuchungen** sind vielfach gegliederte Sedimentfolgen, z.B. aus dem Ascherslebener See im Nordharzvorland (Müller 1953, Mania 1967), dem Geiseltal (Mania u. Toepfer 1971, Mania 1973, Mania et al. 1993), dem Thüringer Becken (Lange 1965) und in den Tälern des Saale- und Unstrutgebietes (Mania u. Stechemesser 1969, Mania 1972); einzelne Fundstellen reichen auf die Unterharzfläche (Mania 1972) und in die Bergländer der Randgebiete (z.B. Mania u. Knorre in Feustel et al. 1971). Pollenuntersuchungen waren schließlich noch in den Mooren der Kammlagen der Mittelgebirge möglich (z.B. Willutzki 1962).

Ökologische Aussagen wurden durch die Untersuchung der geologischen, geomorphologischen und pedologischen Phänomene, der Vegetationsentwicklung (Pollen, Makroreste), der Molluskenfauna, gelegentlich auch der Ostrakoden- und Wirbeltierfauna gewonnen.

Die **geochronologische Gliederung** folgt besonders den Abfolgen aus dem Becken des Ascherslebener Sees und aus dem Geiseltal. Hier war eine klimatisch gesteuerte zyklische Sedimentation nachweisbar. Damit lassen sich mehrere Klimaschwankungen nach dem Hochglazial nachweisen. Zuerst kam es zu zwei schwachen Oszillationen mit Intervallen (Müchelnher Intervalle 1 und 2), dann zu Zyklen mit Interstadialen, dem Bölling und Alleröd. Diesen folgt das Holozän. Die Böllingschwankung in einem in sich geschlossenen, nach oben und unten durch Denudationsdiskordanz getrennten Sedimentzyklus steht im Gegensatz zu neueren Untersuchungen außerhalb des Gebietes, wonach Bölling nur eine untergeordnete Schwankung im Alleröd-Interstadial darstellen soll. Dieser Ansicht folgt z.B. Litt (1994), dessen Ausgliederung einer Böllingphase mit Hilfe von zwei untypischen Pollenproben nicht überzeugt (im Gegensatz dazu Seifert in Mania et al. 1993).

Während der Auflösung des Dauerfrostbodens und der allmählichen Wiedererwärmung und Feuchtigkeitszunahme im Spätglazial kam es wieder zu einer stärkeren Wasserführung in den Tälern und zur Erosion. Die Fließgewässer schnitten sich in den Schotterkörper der Niederterrasse ein und schufen so den Talboden für die nachfolgenden warmzeitlichen Verhältnisse. Mit der Herausbildung einer dichten Vegetationsdecke, vor allem zunehmender Bewaldung, erlahmte die Erosion. Jetzt entstanden in den Becken und Niederungen stehende Gewässer mit limnischen und telmatischen Sedimenten. Stärkere Vernässung in den Tälern führte zur Moorbildung, besonders in Quellbereichen (sog. Basistorfe der limnischen Serien, besonders der Travertinfolgen). Diese Prozesse folgten der zyklischen Klimaentwicklung. So bildeten sich in den Intervallen und Interstadialen limnisch - telmatische Abfolgen mit zunehmend höherem organogenem Sedimentanteil. Im Bölling, verstärkt im Alleröd, entstanden bereits durch Kalkausscheidung erste Travertinabsätze in Form von Lockertravertinen und Charasanden. Das Holozän ist dann durch mächtige Sedimentfolgen aus organogenen Sedimenten und Travertinen gekennzeichnet.

¹⁾ Friedrich-Schiller-Universität Jena; Ibrahimstr. 29, 07745 Jena

Ab Neolithikum (Atlantikum/Subboreal) setzten dann in zunehmendem Maße anthropogene Einwirkungen und Veränderungen ein, die die natürliche Sukzession empfindlich störten. Sie führten zu Abtragung und Umlagerung vor allem feinkörniger Massen, die in den breiten Talauen als mächtige Auelehme abgesetzt wurden.

So, wie die warmzeitlichen Phänomene während des Spätglazials zunehmen, nahmen die kaltklimatisch geprägten Erscheinungen ab. Während der Dryaszeiten entstand kurzfristig wieder ein Dauerfrostboden, kam es lokal zu Ausblasung und Löß- bzw. Flugsandbildung und zu gelegentlichen Aufschotterungen. Letzte Frostspaltenetze und Eiskeilbildungen wurden in Horizonten der Jüngeren Dryaszeit im Ascherslebener Seebecken und im westlichen Geiseltal nachgewiesen. Eine besondere Erscheinung des jüngeren Alleröds ist die Einlagerung der vulkanischen Laacher-See-Tephra in die Abfolgen des Ascherslebener Sees (Müller 1953, Mania 1967) und Geiseltals (Mania et al. 1993).

Abgesehen von Anmoorböden entstanden spätestens im Alleröd die ersten Verwitterungsböden, meist als schwache Verbraunungen. In einem Löß-Flugsand-Profil am Kliff des Nordufers des Ascherslebener Sees wurde ein Boden angetroffen, der als Initialstadium einer Schwarzerde aufzufassen ist (Altermann u. Mania 1968). Die holozänen Bodenbildungen stellen im Trocken- und Halbtrockengebiet - zugleich die Gebiete mächtiger Lössanwehungen - Schwarzerden dar (Rau 1974, Altermann & Mautschke, 1972). Zu den feuchteren Landschaften, den Hügel- und Bergländern hin, setzen degradierte, schließlich lessivierte Schwarzerden und dann Parabraunerden ein. Schwarzerden sind großflächig bereits im Boreal ausgebildet (Altermann u. Mania 1968, Baumann et al. 1964). Die geschilderte Differenzierung wird auf die sukzessive Bewaldung des mitteldeutschen Trockengebietes zurückgeführt.

Die Vegetationsentwicklung (Müller 1953, Willutzki 1962, Lange 1965, Seifert in Mania et al. 1993, Litt 1994) ist durch die im Spätglazial zögernd beginnende Waldentwicklung gekennzeichnet. Zunächst breiteten sich in der Lößsteppe und in den randlich zu ihr anschließenden Frostschuttgebieten Berg- und Niederungstundren aus. Sie waren besonders durch Gras- und Zwergstrauchfluren gekennzeichnet. Erste Baumbirken sind im Bölling nachgewiesen. Die Bewaldung führte über eine Birkenphase zur Kiefernphase im Alleröd. Es muß sich um lichte Kiefernwälder mit schwankenden Anteilen von Birken und Espen gehandelt haben, die außerhalb der Niederungen noch von offenen Vegetationstypen durchsetzt waren, denn in den Pollenspektren sind jeweils reiche Gramineen- und Cyperaceenbestände mit Elementen der Steppen verbunden, wie *Artemisia*, *Helianthemum*, *Chenopodiaceen*, *Thalictrum*, *Sanguisorba* u.a. Während der letzten kaltzeitlichen Temperaturdepression in der Jüngeren Dryaszeit wurden die Wälder nochmals weit zurückgedrängt. Besonders in mächtigen Beckenschluffen und Schluffmudden des Geiseltals wurden zahlreiche Makroreste, besonders Blätter, von *Betula nana*, *Dryas octopetala*, *Salix*-Arten nachgewiesen, die die Wiederkehr der Tundren anzeigen. Danach setzte die bekannte holozäne Waldentwicklung ein:

1. Präboreal. Birkenwälder und Birken-Kiefernwälder, am Ende erstes Auftreten von Eiche, Ulme und Hasel.
2. Boreal. Kiefern-Haselzeit und Eichenmischwald-Kiefern-Haselzeit.
3. Atlantikum. Eichenmischwald-Kiefernzeit und Eichenmischwaldzeit (Eiche, Erle, Esche, Linde, Ulme, erstes Auftreten der Buche).
4. Subboreal. Eichenmischwald-Buchenzeit.
5. Subatlantikum. Eichen-Buchen-Hainbuchenzeit.
6. Subrezent. Zeit der Rodungen und forstwirtschaftlich genutzten Wälder.

Ab neolithischer Besiedlung im 5. Jahrtausend v. Z. setzten Nutzung und Verdrängung der Wälder ein, ab Subboreal in immer stärkerem Maße. Dem jungbronzezeitlichen Landausbau folgten weitere frühgeschichtliche und mittelalterliche Phasen. Diese künstliche Entwaldung ist der empfindlichste Eingriff in die Naturumwelt. Er führte zur Versteppung (Kultursteppe), teilweisen Devastierung der Landschaft und zu ihrer Austrocknung. Weitere Folgen sind flächenhafte Abtragung in großem Umfang, rückschreitende Tiefenerosion in den Tälern, vor allem den kleineren Nebentälern, Verwilderung der Flüsse, der man heute mit Begrädigung und Deichbauten begegnet, Hochwasserkatastrophen, mächtige Ablagerungen von Hochflutlehm (Auelehm) usw.

Mit ökologisch ausgedehnten Molluskenfaunen lassen sich Umwelt- und Klimaentwicklung an vielen Fundpunkten rekonstruieren (Mania 1972, 1973). Einer artenarmen widerstandsfähigen Lößsteppenfauna (Pupilla-Fauna) folgten die Tundrenfaunen (Columella-Fauna) des Spätglazials. Jedoch blieben bis zuletzt charakteristische Arten der Kräutersteppen zurück. Im Alleröd erschienen erste anspruchslose Waldarten und charakterisierten die Waldstandorte als Waldsteppe bzw. Parktaiga (Arianta-Fauna, *Discus ruderratus*-Fauna).

Im Frühholozän verschwanden die kaltzeitlichen Elemente, zuerst in den warmen Beckenlagen, zuletzt in den kühlen Engtälern der Bergländer bzw. Mittelgebirge. Aus einer *Discus ruderratus* Fauna entwickelte sich parallel zur Waldsukzession schnell die thermophilen, artenreichen Waldfaunen. Einen Höhepunkt erreichten sie im Atlantikum. Die günstigeren Klimaverhältnisse dieser Zeit im Vergleich zur Gegenwart machten sich im einmaligen Auftreten vorwiegend süd- und südosteuropäisch verbreiteter Arten und in einer nach Osten gerichteten Arealverschiebung atlantischer Arten bemerkbar. Das sind z. B. in der Vegetation Weinrebe (*Vitis*), Stechpalme (*Ilex aquifolium*), Mistel (*Viscum*), Efeu (*Hedera helix*), Hirschwurz (Phyllitis scolopendrium), in der Molluskenfauna *Vitrea diaphana*, *V. subrimata*, *Daudebardia rufa*, *D. brevipes*, *Iphigena densestriata*, *Truncatellina strobili*, *Azeca menkeana*. Daraus läßt sich ein etwa 2-3 °C höherer Wert für die mittleren Jahrestemperaturen kalkulieren.

Interessant ist, daß sich in den Trockengebieten, so im Thüringer Becken, im Östlichen und Nordöstlichen Harzvorland, keine typischen Waldfaunen ausgebildet haben. Neben einigen Arten der Wälder blieb hier die Fauna der offenen Landschaft typisch. Sie enthält Steppenarten, wie *Chondrula tridens*, *Helicopsis striata*, *Pupilla triplicata* u.a. Diese Fauna wurde im Laufe der Bewaldung allmählich auf den Kern des Trockengebietes zurückgedrängt. Sie ist die charakteristische Fauna der Tschernosemwiesensteppen und fällt in ihrer Verbreitung mit dem Schwarzerdegebiet zusammen. Hier stellt sich die Frage, ob dieses Gebiet auch wirklich von der holozänen Bewaldung erfaßt wurde. Nach den Pollenanalysen wird dies behauptet. Die Molluskenfauna spricht dagegen. Wir meinen, daß es lediglich zur Ausbildung lockerer lichter, mit Grasfluren durchsetzter Eichenmischwälder kam. Diese Grasfluren können auch größere, waldfreie Gebiete gewesen sein. Sie hatten offenbar den gleichen Charakter wie die Hügelsteppen, die heute in Thüringen und dem Harzvorland - oft als Sekundärbiotope - vorkommen. Es waren keine Wiesensteppen im Sinne großflächiger baumloser Gebiete. Die neolithische Besiedlung dieser nicht vollständig bewaldeten Landschaften genügte, den Wald am weiteren Vordringen bzw. seinem Schluß zu hindern. Eine Ursache dafür kann bereits der Verbiß durch weidendes Vieh gewesen sein. Die weitere Siedlungsentwicklung führte dann zur Verdrängung der Wälder.

Dieser Siedlungsausbau ist an der Ausbreitung der Molluskenfauna der offenen Landschaft in die ehemals bewaldeten Gebiete zu erkennen. Sie fungierte insofern als Kulturfolger. Diese Fauna wurde im Laufe der weiteren Entwicklung durch Steppenarten aus Südosteuropa ergänzt, die während des gesamten Pleistozäns nicht in Mitteleuropa auftauchten.

Die Klimaveränderung gegen Ende des Atlantikums zum kühleren Subboreal läßt sich mehr in der Änderung der Zusammensetzung der Wälder als in einer flächenhaften Veränderung der Bewaldung oder Walddichte erkennen. Dazu waren die künstlichen Eingriffe bereits zu stark. Natürliche Verlandungsprozesse von stehenden Gewässern wurden in dieser Zeit beschleunigt. Travertinfolgen fielen trocken und unterlagen intensiver Bodenbildung (meist Rendzinen). Doch auch hier spielten offenbar künstliche Eingriffe eine größere Rolle, als wir bisher annehmen. Da diese Böden in der Regel spätneolithisch oder bronzezeitlich besiedelt wurden, könnte das auch mehr mit einer künstlichen Trockenlegung dieser idealen Siedlungsplätze in Quellnähe zusammenhängen als mit einer zögernden Besitznahme allmählich auf natürliche Weise trocken fallender Böden. So lassen auch die standortsgelassenen Molluskenfaunen seit dem Ende des Atlantikums vielmehr die ständig zunehmenden künstlichen Veränderungen der Landschaft nachweisen als die natürliche Sukzession. Selbst das Verschwinden besonders anspruchsvoller Arten, die während des atlantischen Klimas einwanderten,

könnte mehr künstliche Eingriffe zur Ursache haben, denn wir beobachten sie noch längere Zeit in den Waldfaunen außerhalb des Siedlungsgebietes. Hier verschwanden sie erst zu der Zeit, in der sie vom Siedlungsausbau erfaßt wurden. Dieser hatte bis zum heutigen Zeitpunkt eine immer größere Verarmung der Fauna und ihre Veränderung hin zur Fauna der offenen Landschaft (Kultursteppe und damit zusammenhängender Sekundärbiotope) infolge Austrocknung zur Folge.

Die Wirbeltierfauna als ökologisches Element veränderte sich entscheidend mit Eintritt der Wiederbewaldung im Alleröd. Kälteliebende Arten der Lößsteppe und der Tundra (Wollhaarnashorn, Mammut, Moschusochs, Saigaantilope, Murmeltier, Lemminge) verschwanden generell, wärmeliebende und mit Wald verbundene Formen wanderten wieder ein. Am charakteristischsten ist das verstärkte Auftreten des Rothirsches im Alleröd für diesen Vorgang. Später kamen Wildschwein, Reh, Biber, Wildkatze, Luchs und zuletzt die Sumpfschildkröte dazu. Doch blieben im mitteleutschen Trockengebiet einige Steppenformen zurück, so das Wildpferd, daß noch in einer mesolithischen Siedlung aus dem Boreal im Geiseltal nachweisbar ist.

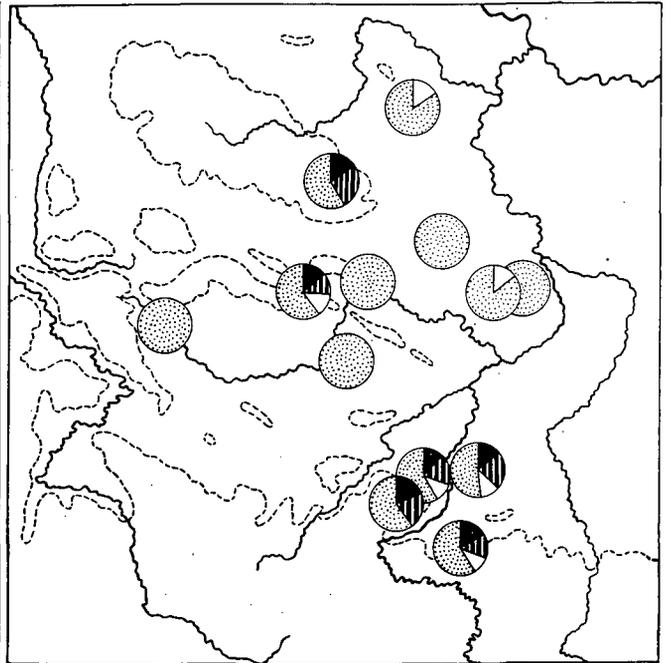
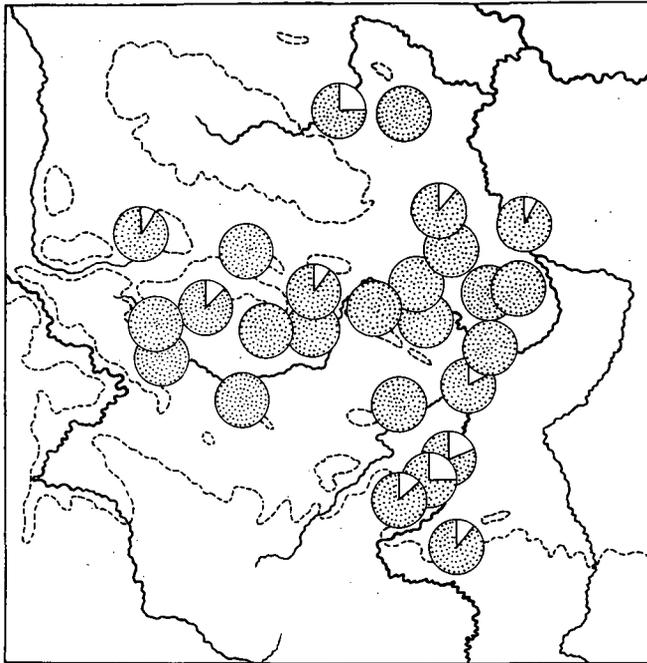
Auf Grund der Entwicklung der holozänen Molluskenfaunen ist anzunehmen, daß deshalb unveränderte Schwarzerden im Kern des Trockengebietes zurückblieben, da sie der Mensch durch seine Eingriffe in die Naturlandschaft seit dem Neolithikum/Atlantikum vor dem Schluß der Wälder und einer Degradierung durch dichte Bewaldung bewahrt hat. Die zu den feuchten Randgebieten hin zunehmend stärkere Degradierung dieser Böden ist auf das Vordringen der Bewaldung im Früh- und Mittelholozän zurückzuführen. Die Vorstellung von Pollenanalytikern, daß die Schwarzerden unter Wald entstanden seien, kann wohl dahingehend entkräftet werden, das bodenkundlich die mitteleutschen Schwarzerden nicht den zum Vergleich in Frage kommenden schwarzen Böden der sibirischen Taiga entsprechen, wohl aber den humusreichen echten Steppenböden der heutigen Schwarzerdegebiete.

Einige Abbildungen dokumentieren die Verbreitung von Molluskenarten im Elb-Saale-Gebiet in bestimmten Abschnitten des Holozäns.

Literaturauswahl:

- Altermann, M. u. J. Mautschke (1972): Zur Kenntnis und Verbreitung der Böden der Umgebung von Halle (mit 1 Kartenbeilage). - Archiv Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde, 16, 12, 871-886
- Altermann, M. u. D. Mania (1968): Zur Datierung von Böden im mitteleutschen Trockengebiet mit Hilfe quartärgeologischer und urgeschichtlicher Befunde. - Thaer-Archiv 12, 539-557, Berlin.
- Baumann, W., P. Czerney u. J. Fiedler (1964): Archäologische und bodenkundliche Untersuchungen an einem bandkeramischen Siedlungsprofil bei Dresden-Prohlis. - Arb.- u. Forsch. - Ber. sächs. Bodendenkmalpflege 13, 7-50, Leipzig.
- Feustel, R., K. Kerkmann, E. Schmid, R. Musil, D. Mania, D. v. Knorre u. H. Jakob (1971): Die Urdhöhle bei Döbritz. - Alt-Thüringen 11, 131-226, Weimar.
- Lange, E. (1965): Zur Vegetationsgeschichte im Thüringer Becken. - Drudea 5, 3-58, Jena.
- Litt, T. (1994): Paläoökologie, Paläobotanik und Stratigraphie des Jungquartärs im nordmitteleuropäischen Tiefland. - Dissertationes Botanicae 227, 1-185, Stuttgart.
- Mania, D. (1967): Der ehemalige Ascherslebener See in spät- und postglazialer Zeit. - Hercynia 4, 199-260, Leipzig.

- Mania, D. (1972): Zur spät- und nacheiszeitlichen Landschaftsgeschichte des mittleren Elb-Saalegebietes. - Hall.Jb. Mitteldt. Erdgesch. 11, 7-36, Leipzig.
- Mania, D. (1973): Paläoökologie, Faunenentwicklung und Stratigraphie des Eiszeitalters im mittleren Elbe-Saalegebiet auf Grund von Molluskengesellschaften. - Geologie Beiheft 78/79, 1-175, Berlin.
- Mania, D., M. Seifert u. M. Thomae (1993): Spät- und Postglazial im Geiseltal (mittleres Elbe-Saalegebiet). - Eiszeitalter u. Gegenwart 43, 1-22, Hannover.
- Mania, D. u. H. Stechemesser (1969): Eine weichselspätglaziale Molluskensukzession aus dem mit teleuropäischen Periglazialgebiet südlich der Elbe und ihre Bedeutung für die Landschaftsgeschichte. - Petermanns Geograph. Mitt. 113, 1-15, Gotha.
- Mania, D. u. V. Toepfer (1971): Zur jungquartären Landschaftsgeschichte und mesolithischen Besiedlung des Geiseltals. - Jahresschr. mitteldt. Vorgesch. 55, 11-34, Halle (Saale).
- Müller, H. (1953): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. - Nova Acta Leopoldina NF 16, Nr. 110, 1-67, Leipzig.
- Rau, D.(1974): Böden Thüringens. - Geologie von Thüringen 970-985, Gotha-Leipzig.
- Willutzki, H. (1962): Zur Waldgeschichte und Vermoorung sowie über Rekurrenzflächen im Oberharz. - Nova Acta Leopoldina NF 160, Nr. 25, Leipzig.



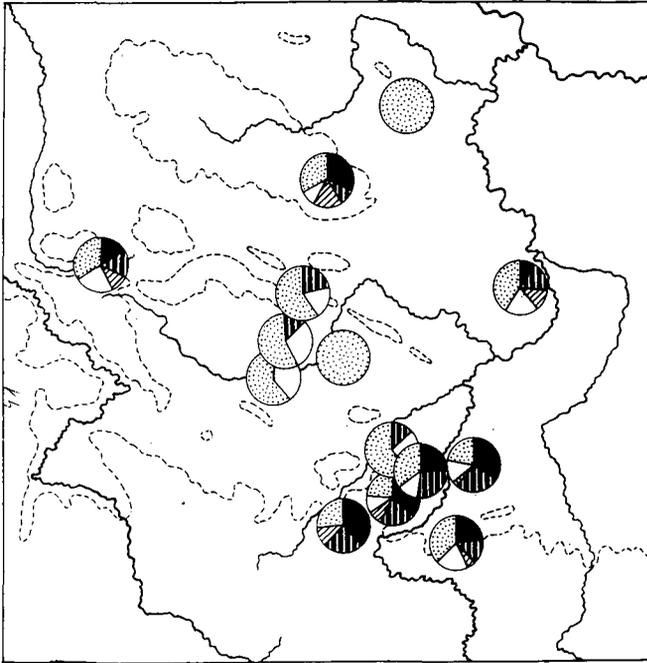
Verteilung terrestrischer Molluskengesellschaften während des Hochglazials im mittleren Elb-Saalegebiet

Verteilung terrestrischer Molluskengesellschaften während des Spätglazials (Allerödschwankung) im mittleren Elb-Saalegebiet.

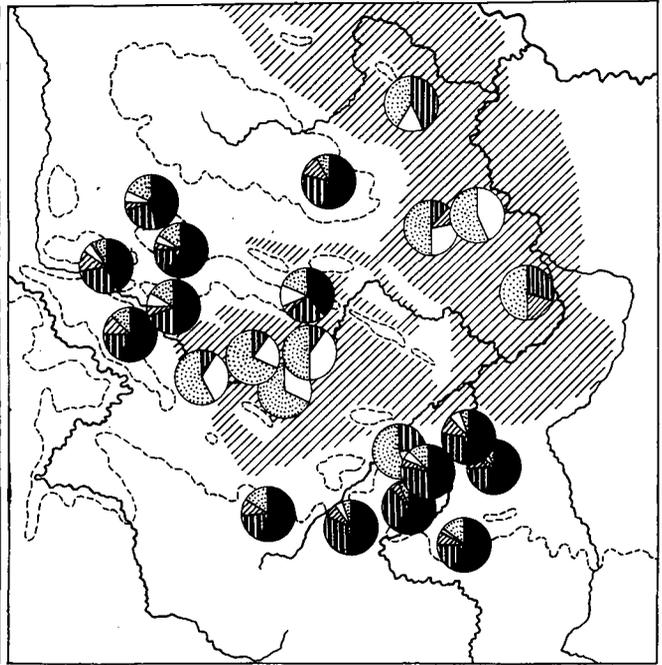
1 Arten der offenen Landschaft,
2 echte Steppenarten,
3 echte Waldarten,

4 Waldsteppenarten,
5 Aue- und Sumpfwaldarten

Abb. 1



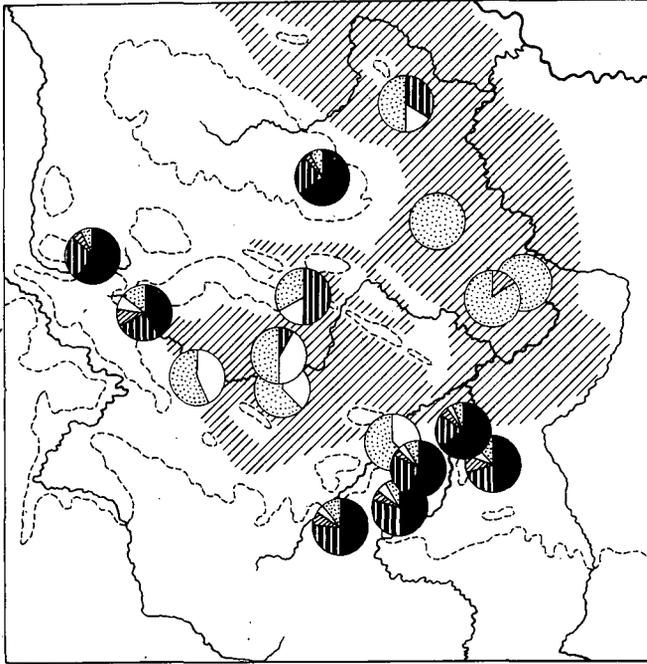
Verteilung terrestrischer Molluskengesellschaften während des Boreals im mittleren Elb-Saale-
gebiet.



Verteilung terrestrischer Molluskengesellschaften während des Atlantikums im mittleren Elb-
Saalegebiet.

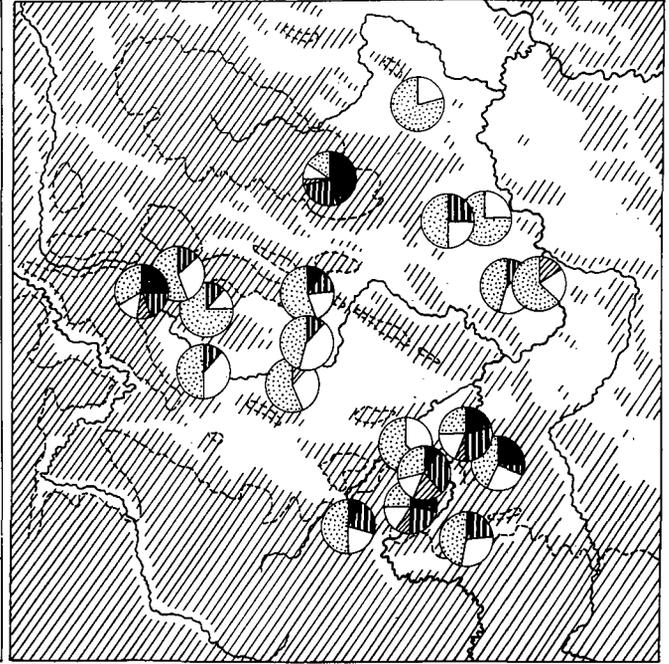
Schräg schraffiert: Verbreitung der Schwarzerde und degradierten Schwarzerde.

Abb.2



Verteilung terrestrischer Molluskengesellschaften während des Subboreals im mittleren Elb-Saalegebiet

- Schräg schraffiert: Verbreitung der Schwarzerde und degradierten Schwarzerde



Verteilung terrestrischer Molluskengesellschaften während der historischen Zeit (des Subrecent) im mittleren Elb-Saalegebiet.

Schräg schraffiert: Verbreitung des frühgeschichtlichen Waldes

Abb. 3

Klimatologische Kennzeichnung des mitteleutschen Trockengebietes

von

Albrecht Schumann & Jurik Müller¹⁾

Das mitteleutsche Trockengebiet ist, wie der Name schon aussagt, als eine der niederschlagsärmsten Regionen in Deutschland anzusehen. Ursache dafür ist in erster Linie das an seiner westlichen Begrenzung gelegene Bollwerk des Harzes (höchste Erhebung: der Brocken mit 1141 m), das sich vor den vom Atlantik heranströmenden feuchten Meeresluftmassen auftürmt. Die im Stau an der Westabdachung des Harzes zum Aufsteigen gezwungene wolkenreiche Luft verliert dort bereits einen Großteil ihrer Niederschlagsfracht. Dadurch gelangt bei den vorwiegend regen-trächtigen Westwinden nur sehr wenig Niederschlag in die östlich davon gelegene fruchtbare Schwarzerde-Ebene. Südwestlich davon verstärken einige kleinere, durch die Goldene Aue und das Unstruttal vom Harz getrennte Höhenzüge diesen Effekt noch. Zu ihnen gehören neben dem Kyffhäuser (457m) auch Windleite, Hainleite, Schmücke, Schrecke und Finne. Nach Osten hin beginnt das Leipziger Tiefland mit den Flußauen von Weißer Elster und Pleiße, bis das Trockengebiet durch die wieder etwas mehr vom Niederschlag begünstigte Dübener Heide seine Begrenzung erfährt. In nördlicher Richtung umranden Fläming und Colbitz-Letzlinger Heide das Gebiet. Südlich schließt sich ein im Zentrum des Thüringer Becken gelegenes kleineres Trockenareal an, das mit gleicher Berechtigung zum mitteleutschen Trockengebiet gezählt wird, wenn es auch nur mittelbar mit dem Östlichen Harzvorland verbunden ist.

Die im langjährigen Mittel 1951-1980 gemessenen Jahresniederschlagssummen erreichen ihre niedrigsten Werte mit 453 mm in Brumby und mit 457 in Greußen. Als ein Extremfall sei der Jahresniederschlag von 1991 in Eitzdorf (im Südwesten von Halle) mit lediglich 261 mm erwähnt. Den mittleren Niederschlagswerten von 460 bis 550 mm steht eine reale Verdunstung von 450 bis 460 mm gegenüber. Daraus ergeben sich u.a. nur stark eingeschränkte Möglichkeiten für die Grundwasserneubildung, zumal die Feldkapazität in der oberen 2-Meter-Schicht der Böden z.B. in der Umgebung von Aschersleben, Hohenmölsen, Staßfurt und Wanzleben sowie auch Apolda, Sömmerda und Weimar mit über 600 mm sehr hohe Werte aufweist. Im Falle grasbewachsener, tiefgründiger Lößböden bleibt auf diesen Standorten an der Untergrenze der 1-Meter-Schicht durchschnittlich in jedem vierten Jahr jegliche Versickerung aus. Für den die Stadt Halle umgebenden Saalkreis wurden für die landwirtschaftlichen Nutzflächen folgende **Monatswerte der realen Verdunstung** ermittelt:

| JAN | FEB | MRZ | APR | MAI | JUN | JUL | AUG | SEP | OKT | NOV | DEZ | JAHR |
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| 12 | 12 | 24 | 40 | 72 | 74 | 71 | 60 | 39 | 21 | 18 | 14 | 460 |

Die Normalwerte der **Jahresmitteltemperatur** schwanken im Trockengebiet zwischen 9,8 °C (Bitterfeld, 80 m NN) und 8,1 °C (Mansfeld, 222 m NN).

¹⁾ Deutscher Wetterdienst, Agrameteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Halle, Am Donnersberg 12, 06120

Als repräsentativ für das Östliche Harzvorland erweist sich das **Datenmaterial der langjährigen meteorologischen Reihe von Halle/S.** (seit 1851). Hieraus sind folgende Mittel- und Extremwerte abzuleiten:

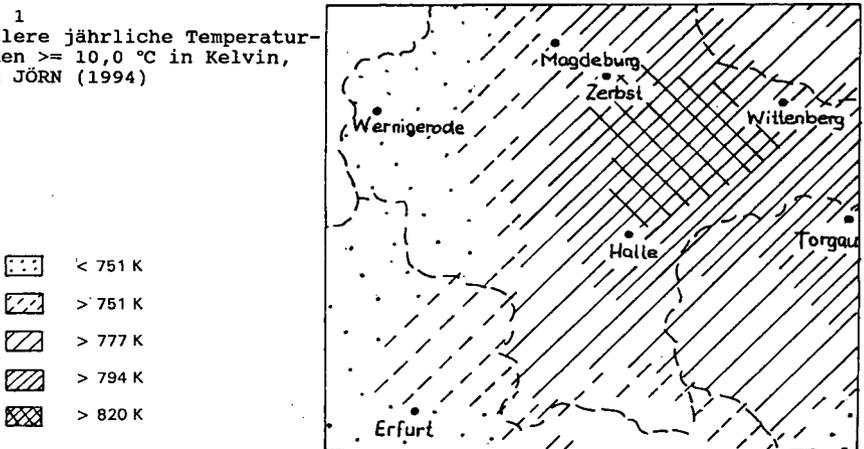
| | |
|---|----------|
| Mittleres Jahresmittel der Lufttemperatur | 9,0 °C |
| Mittleres Januarmittel der Lufttemperatur | -0,2 °C |
| Mittleres Julimittel der Lufttemperatur | 18,0 °C |
| Absolutes Maximum der Lufttemperatur (11.07.1959) | 37,9 °C |
| Absolutes Minimum der Lufttemperatur (11.02.1929) | -27,1 °C |
| Mittleres Datum des letzten Frostes | 19. 04. |
| Mittleres Datum des ersten Frostes | 24. 10. |
| Mittlere jährliche Zahl der Tage mit Niederschlag | 156 |
| Mittlere Jahressumme des Niederschlages | 476 mm |
| Mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke ≥ 1 cm | 30 |
| Mittlere Zahl der Tage mit Schneedecke ≥ 10 cm | 9 |

Phänologisch zählt das mitteldeutsche Trockengebiet zu den Frühgebieten, wenn es auch in Deutschland nicht an der Spitze liegt.

Die langjährigen Werte der **Strahlungsgrößen** einschließlich der Sonnenscheindauer müssen auf Grund der im Laufe der Jahre stark wechselnden Beeinflussung durch Industrieabgase und Hausbrand als nur wenig aussagekräftig betrachtet werden. Ein Wegfall des nachteiligen Einflusses der atmosphärischen Beimengungen würde auch bei den Strahlungsgrößen eine charakteristische Bevorzugung des Trockengebietes erkennen lassen, wofür die Meßwerte aus den letzten Jahren Anhaltspunkte liefern.

Die thermische Bevorzugung des Trockengebietes wird besonders deutlich auf Grund der **mittleren Jahressumme der Tagesmittel der Lufttemperatur über 10,0 °C**, wie auf Abb. 1 dargestellt.

Abb. 1
Mittlere jährliche Temperatursummen $\geq 10,0$ °C in Kelvin, nach JÖRN (1994)



Die aus den **mittleren Jahressummen der Niederschlagshöhe 1951-80** ableitbare räumliche Ausdehnung des Trockengebiets ist auf Abb. 2 veranschaulicht. Die Flächenraster stellen auf der Grundlage der Isohyeten 500 und 525 mm die Kern- und die marginalen Bereiche des hier zu analysierenden Gebietes dar.

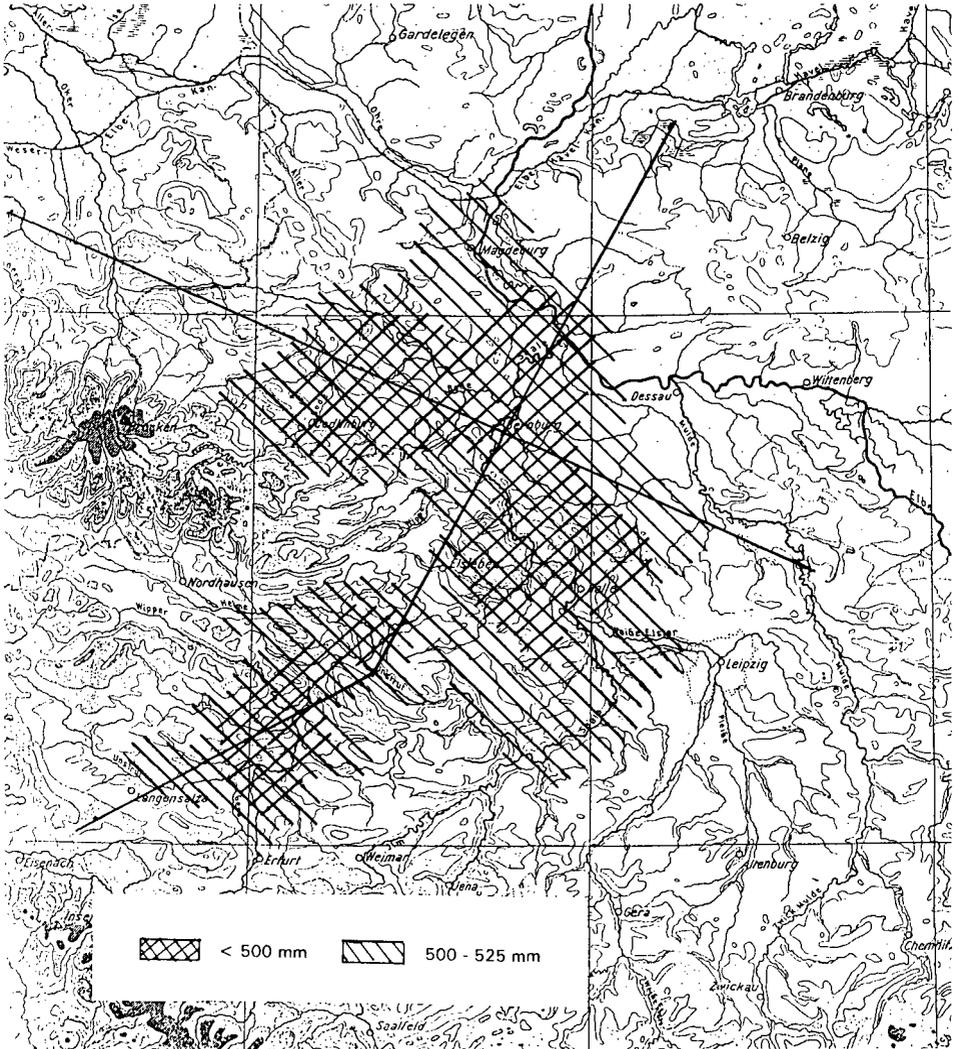


Abb. 2 Das mitteldeutsche Trockengebiet, gekennzeichnet durch die Verteilung der mittleren Jahressummen der Niederschlagshöhe 1951-1980

Abb. 3 zeigt die aus den **mittleren jährlichen Niederschlags-höhen** (1951-80) sich ergebenden **Profile** für zwei sich rechtwinklig überschneidende Achsen mit Bernburg als Schnittpunkt, wie auf Abb. 2 markiert. Die beiden Profile Behringen-Schönewerda-Ziesar (in Richtung Südwest nach Nordost, durchgezogene Linie) und Wolfenbüttel bis Eilenburg (in Richtung Nordwest bis Südost, gestrichelte Linie) dokumentieren die räumliche Ausdehnung des Trockengebietes einschließlich seiner orographischen Differenzierung im Südwest deutlich.

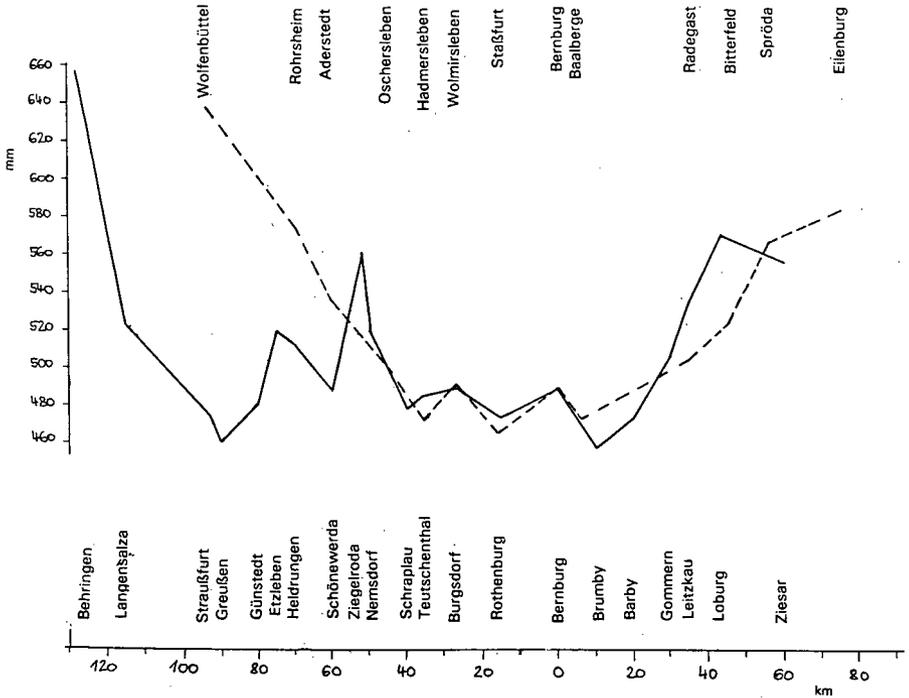


Abb. 3 Profile der mittleren jährlichen Niederschlagshöhe (1951-80)

Mit Abb. 4 (erarbeitet durch DWD/Zentralamt, Abt. Agrarmeteorologie) wird auf der Grundlage der Bilanz "**Niederschlagshöhe minus Höhe der potentiellen Verdunstung**" (Verdunstung n. HAUDE) veranschaulicht, wie sich das mitteldeutsche Trockengebiet in den überregionalen Maßstab einordnet. Als Extrembereich ist auch hier eine Fläche zwischen Saale und Mulde ausgewiesen. Die relativ großflächige Ausdehnung stärker negativer Werte nach Osten und Nordosten ist begründet in dem nach Osten hin generell wachsenden kontinentalen Einfluß, der sich nicht zuletzt in relativ hohen Werten der potentiellen Verdunstung (bzw. der Mittagswerte des Sättigungsdefizits der Luft) niederschlägt.

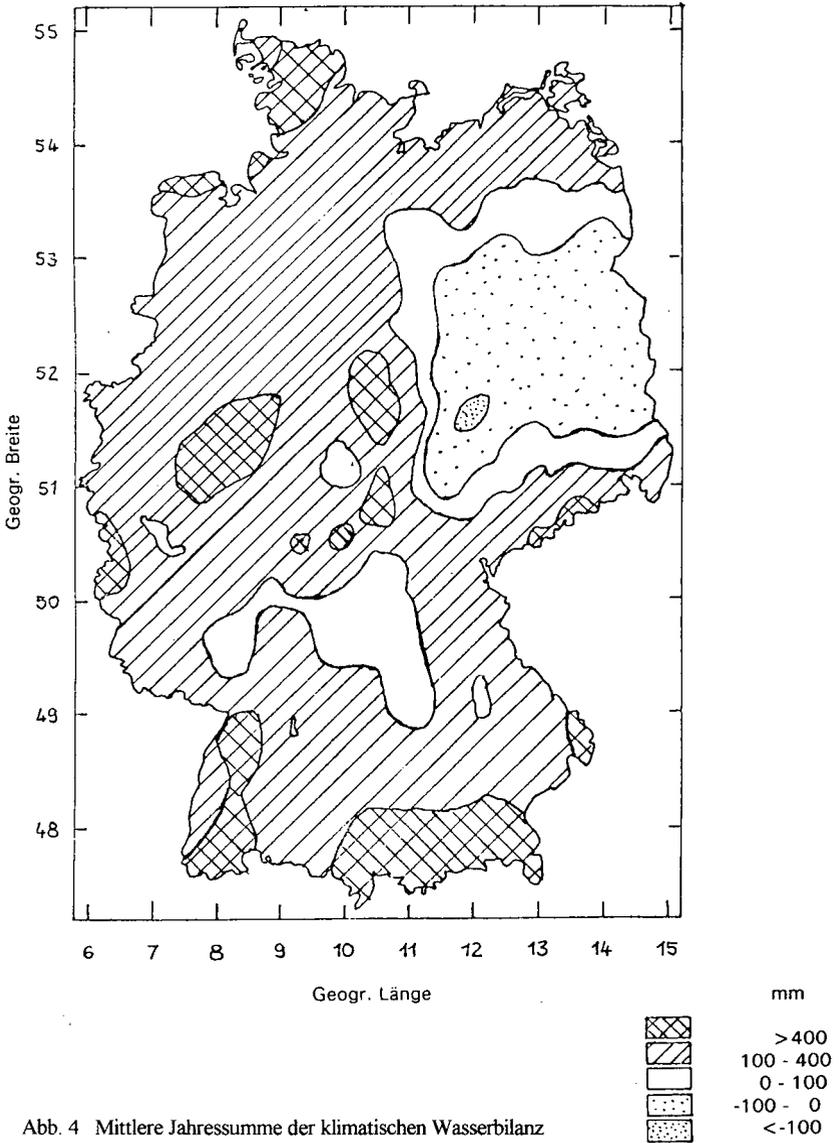


Abb. 4 Mittlere Jahressumme der klimatischen Wasserbilanz

Literatur:

Jörn, Petra: Erarbeitung agrarklimatologischer Unterlagen für den Maisanbau im Osten Deutschlands. DWD intern, Beiträge zu Agrarmeteorologie Nr. 2/94, Offenbach a.M. 1994, 55 S.

Die Vegetationsverhältnisse des mitteldeutschen Raumes

von

Erich Weinert ¹⁾

Das Exkursionsgebiet, im mitteldeutschen Raum gelegen, wird in der Ausprägung seiner Standortverhältnisse durch das Klima, die Geologie, die Böden und die während der Nacheiszeit erfolgte Besiedlung durch Pflanzen- und Tierarten sowie den Menschen in den Mittelgebirgen und ihren vorgelagerten Hügelländern, Ebenen und Flußtälem bestimmt. Die zu betrachtende Vegetationsgeschichte begann im Spätglazial nach dem Rückzug des Inlandeises mit den kryoklastischen Verwitterungs- und Bodenbildungsprozessen und periglazialen solifluidalen Umlagerungen. Gleichzeitig erfolgte die Einwanderung und Ansiedlung von zunächst arktischen und arktisch-alpinen Pflanzenarten sowie die Ausbildung von Pflanzengesellschaften, die im Bereich der ausgedehnten Lößgebiete im Mittelgebirgs-vorland als Tundravegetation Bodenbildungsprozesse einleitete.

Mit der nachfolgenden zunehmenden großräumigen Erwärmung der Landschaften im mitteldeutschen Raum bei zeitweiliger Schwankung in kühlere und wärmere, auch feuchtere (Atlantikum, Subatlantikum) und trockenere Zeitabschnitte (Boreal, Subboreal) zeigte sich eine längerfristige allmähliche Umwandlung der Vegetationszusammensetzung in den einzelnen Landschaften im Flach- und Hügelland und in den Vegetationsstufen der Mittelgebirge des Harzes, Thüringer Waldes, Thüringer Schiefergebirges und des Erzgebirges.

Frühholozäne Grassteppen mit eurosibirischen *Stipa*-, *Festuca*-, *Koeleria*-Arten, *Adonis vernalis* und anderen Steppenkräutern in Nachbarschaft von Laubholz-Lockerwäldern führten längere Zeit vor mehr als 7 000 Jahren (vgl. Laatsch 1954) durch Humusanreicherung bei Hemmung des Humusabbaus in Sommertrocken- und Winterkälteperioden in den Lößhügelländern und -ebenen des Trockenraumes im Regenschatten des Harzes zur Schwarzerdebildung.

Offene Steppen wechselten mit Eichenmischwald und bildeten eine parkartige Waldsteppenlandschaft, in die nach und nach dann die Rotbuche auf geeigneten Standorten eindrang und zur Vorherrschaft gelangte.

Ein stärkerer Eingriff in das mitteldeutsche Waldland erfolgte durch den Menschen mit der Waldrodung und dem Ackerbau seit dem Neolithikum, wodurch sich erneute verstärkte Abtragungsprozesse und Veränderungen in der Bodenbildung abzeichneten.

Eine Übersicht über die zeitliche Abfolge der spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsentwicklung von der ersten Birkengehölzbesiedlung im Bölling, der nachfolgenden zwergstrauchreichen Tundravegetation und schließlich der Birken-Kiefern-Walddausdehnung im Alleröd zu den in der Baumartenzusammensetzung wechselnden Laubwald bestimmten

¹⁾ BIANCON Gesellschaft für Biotop-Analyse und Consulting mbH

Ingenieurbüro für ökologische Analyse und Landschaftsplanung, Halle

Zeitabschnitten bis zur Gegenwart im Zusammenhang mit anderen Umweltereignissen vermittelt die Abbildung 1.

| Zeitabschnitte | | abs. Zeit nach vorzeit. heur. Zeitrechnung | Klima-ablauf | Vegetationsentwicklung Baum-ausbreitung | Pollen-diagr.-zonen n. Firbas | Entwicklungsphasen der Ostsee | Entwicklung der menschlichen Kulturen | | | |
|---------------------------------------|------------------------------|--|---|--|--|-------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|
| Holozän (Postglazial , Neheizezeit) | Jungholozän | Jüngeres Subatlantikum | 1500 | heutige Verhältnisse mit Schwankungen | Wirtschaftswälder und naturnahe Wälder wie zuvor starke Rodungen | I heutige Ostsee | Mya-Phase | Deutsche Zeit | | |
| | | Nachwärmzeit | 1000 | | | | | | Slawische Zeit | |
| | Mittelholozän | Älteres Subatlantikum | +500 | weiter abkühlend feuchter | Buchen - Mischwälder | IX | Ausdehnung Lynnäa - Phase | Völkerwanderung | | |
| | | Sub-boreal | -500 | abkühlend und trocken | Buchen - Eichenwälder Ausbreitung der Buche | VIII | | geringer Rückzug | Römische Kaiserzeit | |
| | | (Späte Wärmezeit) | 1500 | sehr feucht | stärkere standörtliche Differenzierung in | | VII | | zweiter Höchststand | Vorrömische Eisenzeit |
| | | | 4000 | etwas weniger warm mit Feuchteschwankungen | -Eichen-Lindenmischwald -Kieferwald -Erlenwald | Bronzezeit | | | | |
| | | Älteres Atlantikum | 2500 | Wärmemimum und feucht | Eichenmischwälder mit Ulme, Linde, Kiefer, Hasel, Esche u. / o. Fichte | VI | Ausdehnung | erster Höchststand | Jungsteinzeit (Neolithikum) | |
| | | | 5000 | | | | | | | |
| | | Mittlere - Wärmezeit | 6000 | | | V | Litorina - Meer | Ancyclus - Großsee (mit Süßwasser) | Mittelsteinzeit (Mesolithikum) | |
| | | | 4500 | | | | | | | |
| Altholozän | Boreal - (Frühe Wärmezeit) | 5500 | nachhaltige Erwärmung, noch relativ trocken | Ausbreitung der Laubbäume Haselmaximum Hasel - Kiefernwälder | IV | Yoldia - Meer | | | | |
| | Präboreal (Vorwärmzeit) | 8000 | | | | | | III | Baltische Eisstauseen (Süßwasser) | |
| | | 9000 | schnelle Erwärmung, trocken | Birken - Kiefernwälder wechselnder Zusammensetzung | | | | | | |
| Weichselzeit | Spätglazial | Jü. (Dryas -) Tundren-Zeit | 8500 | Kälte - rückschlag | Tundra m. licht. Birken - Kiefernwäldern | II | Rückzug des Inlandeises | Anrensburger Gruppe | | |
| | | Alleröd | 11000 | mäßige Erwärmung, mäßig trocken | Birken - Kiefernwälder | | | | | |
| | Bölling | Ält. (Dryas -) Tundren-Zeit | 9500 | kalt, mäßig trocken | baumarme Strauchtundra | I | | Feder-messergruppen | | |
| | | 12000 | | | | | | | | |
| | | 10500 | geringe Erwärmung | erste Birkenwälder | | | | | | |
| | | 13000 | | | | | | | | |

Abb. 1: Gliederung des Spätglazials /Holozäns unter Beachtung entwicklungsbestimmender Ereignisse auf dem Gebiet der neuen Bundesländer Deutschlands.
Nach verschiedenen Autoren, (vgl. Lieberoth 1982).

Die aktuelle Vegetation ist das Resultat der wechselvollen Geschichte der Ökosysteme im Standortmosaik des mitteldeutschen Raumes. Ein Leitbild für das dementsprechende gegenwärtige Vegetationsmosaik kann durch die Vorstellung der potentiell natürlichen Vegetation vermittelt werden.

Unter der potentiell natürlichen Vegetation (natürliche Waldgesellschaften im Sinne von Meusel 1958) werden die Pflanzengesellschaften verstanden, die sich unter den gegenwärtigen Klima- und Bodenbedingungen ohne eine weitere anthropogene Einflußnahme entwickeln würden. Als Leitpflanzengesellschaften bestehen sie aus natürlichen und/oder naturnahen Pflanzengesellschaften oder deren Ersatzgesellschaften (vgl. Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt 1994).

Diese heutigen natürlichen Waldgesellschaften stellen Vegetationseinheiten als Ergebnis einer Zuordnung von Pflanzenarten der mitteldeutschen Flora unter den derzeitigen in der Natur gegebenen Umweltbedingungen dar. Sie können von der ursprünglichen Bewaldung früherer Zeitabschnitte verschieden sein.

Es lassen sich für den mitteldeutschen Raum die vier ausgedehnten Waldgebiete unterscheiden:

1. Das Stieleichen-Ulmen-Auenwaldgebiet mit seinen Weiden-Weichholz-Auengehölzen in den großen Stromtälern der Elbe, Mulde, Saale und Bode sowie deren Zuflüssen, in deren feuchten bis nassen Talsenken die Schwarzerlen- und Moorbirken-reichen Laubwälder ausgeprägt sind.
2. Das Traubeneichen-Hainbuchen-Waldgebiet des mitteldeutschen Trockengebietes mit naturnahen subkontinentalen und submediterranen Grasfluren (Trocken- und Halbtrockenrasen), mit höherem Rotbuchen-Anteil im westlichen und höherem Winterlinden-Anteil im zentralen und östlichen Teil des mitteldeutschen Teilareals.
3. Das Eichen-Rotbuchen-, Rotbuchen-, Rotbuchen-Fichten-Waldgebiet des Harzes bzw. das Rotbuchen-Tannen-Fichten-Waldgebiet der südlichen herzynischen Mittelgebirge der unteren und mittleren Bergländer im subatlantischen Klimabereich mit naturnahen Fels- und Grasfluren auf Kalk, Gips und Silikatgestein.
Der Rotbuchen-Tannen-Fichten-Wald wird auch als herzynischer Bergmischwald bezeichnet (Drude 1902).
4. Das Fichten-Waldgebiet des oberen Berglandes der herzynischen Mittelgebirge im sommerkühl-feuchten (subborealen) Klimabereich mit naturnahen Felsfluren, Zwergstrauchheiden und Regenmooren.

Waldkiefern-Eichen-Wälder und Stieleichen-Birken-Wälder sind vorwiegend auf nährstoffarmen Sandböden (Podsolböden) des Pleistozängebietes beigemischt. Diese Waldgebiete sind damit Ausdruck einer vertikalen Vegetationsabfolge vom Vegetationsmosaik der Stieleichen-Ulmen-Auenwälder mit einem ausgeprägten Frühjahrsgeophyten-Aspekt aus *Corydalis cava*, *Anemone ranunculoides*, *Anemone nemorosa*, *Scilla vindobonensis* (im Elbtal) zu den kollinen

Eichen-Hainbuchen-Wäldern und Eichen-Trockenwäldern. Letztere beherbergen auch eigene Frühjahrsgeophyten, darunter *Corydalis fabacea*, *Corydalis pumila* und mehrere subkontinentale, zentraleuropäisch-sarmatische Waldstauden, wie *Dictamnus albus* und eine Vielzahl submediterrän/ montan-zentraleuropäisch-sarmatischer, ausdauernder Waldkräuter, wie *Hepatica nobilis*, *Asarum europeum* und *Melampyrum nemorosum*, deren Verbreitungsschwerpunkt in Mitteldeutschland in den Vorländern der Mittelgebirge liegt (Abb. 2).

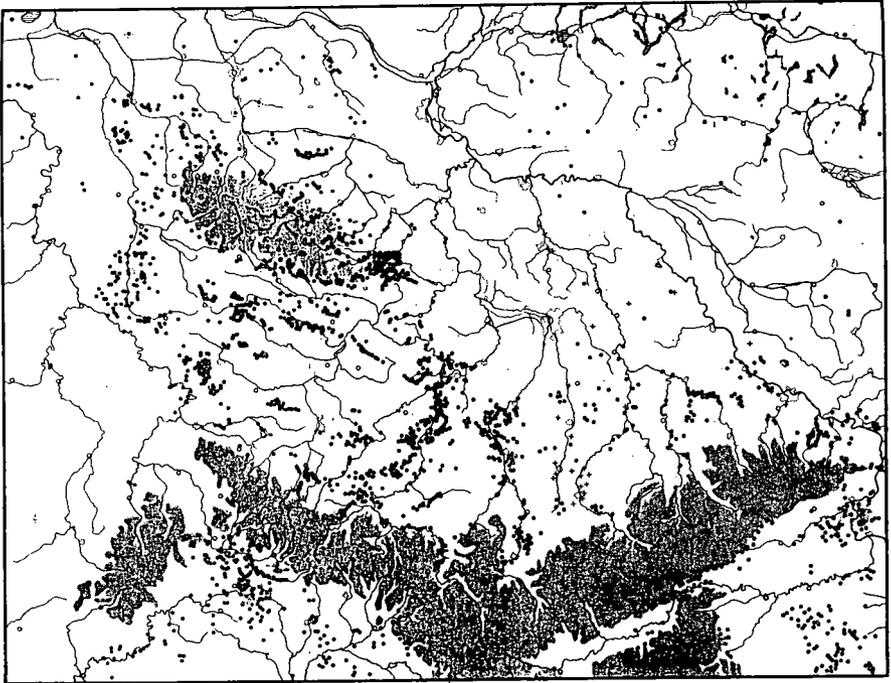


Abb.2: Die Verbreitung des Leberblümchens (*Hepatica nobilis* Mill.) in Mitteldeutschland.
Nach AGHF 1974.

Im Harzer Bergland schließt sich eine submontane Traubeneichen-Rotbuchen-Waldstufe (bis etwa 450-500 m ü. NN) und eine montane Rotbuchen- und Rotbuchen-Fichten-Waldstufe an, in der sog. westliche Bergpflanzen, wie *Digitalis purpurea*, *Galium hircynicum* aus ihrem atlantischen Hauptverbreitungsgebiet bis in die herzynischen Mittelgebirge aufsteigen und im baltischen Gebiet ihre Ostgrenze erreichen.

Zu diesen westlichen Bergpflanzen gehört auch die immergrüne Waldstaude *Luzula sylvatica* (Abb. 3) mit eingeschränkter Verbreitung in den herzynischen Mittelgebirgen unter Bevorzugung wintermilder und schneereicher Standorte, deren Areal im Osten bis in die Gebirgsstufen der Karpaten, seltener sogar bis zum Kaukasus reicht (vgl. Meusel, Jäger, Weinert 1965).

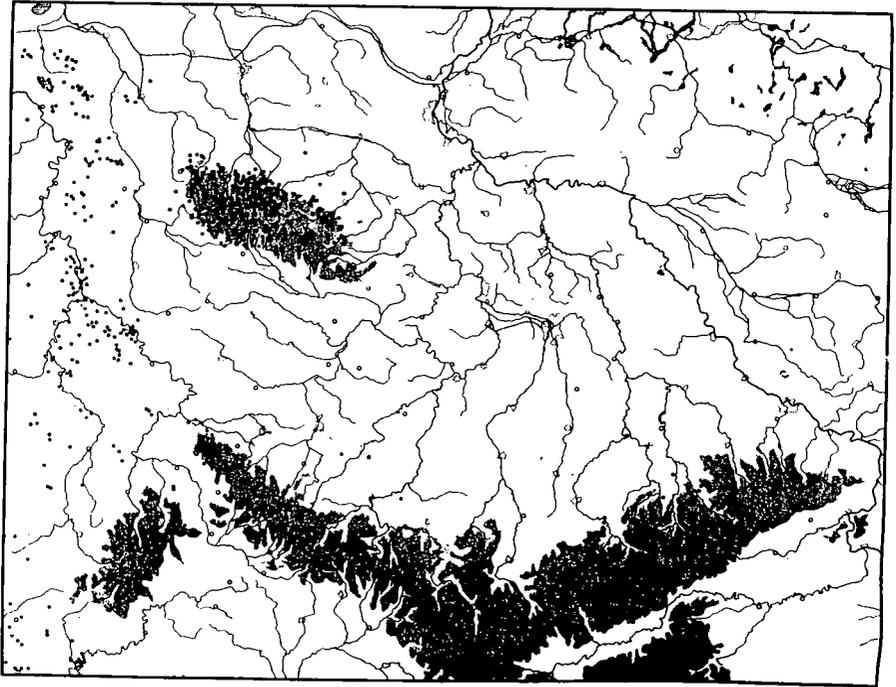


Abb. 3 : Die Verbreitung der Wald-Hainsimse (*Luzula sylvatica* (Huds.) Gaud) in Mitteleuropa. Nach AGHF (1974).

Die hochmontane oder altimontane Vegetationsstufe beginnt im oberen Bergland des Hochharzes bei etwa 850 m ü. NN mit der Ausprägung von Fichten-Waldkomplexen auf basenarmen, oft podsolierten Granitverwitterungsböden und Moor-Fichten-Wäldern auf organischen Naß(Torf)böden. Das Fichten-Waldmosaik geht in den Gipfellagen des Brockens in subalpine Hochgebirgsrasen und Zwergstrauchheiden mit den kennzeichnenden Arten *Calamagrostis villosa*, *Pulsatilla alba*, *Hieracium alpinum* über. Im oberen Waldgrenzbereich sind *Betula carpatica* und die krüppelig wachsenden Fichten am Gehölzaufbau beteiligt.

Entscheidenden Einfluß auf die Artenzusammensetzung der natürlichen und naturnahen Waldgesellschaften haben die Auswirkungen des geologischen Ausgangsgesteins für die Bodenbildung, die Bodeneigenschaften selbst und die Wirkungen des Lokalklimas und der Bodenfeuchtigkeitsverhältnisse.

Für die Waldvegetation der unteren Höhenlagen bedeutet dies die Ausbildung und gesonderte Verbreitung von Stieleichen-Hainbuchen-Wald auf grundwassernahen Talsand- und Lößböden, Stieleichen-Birken-Wald auf grundwasserferneren Sandböden, Hainsimsen-Traubeneichen-Wald auf basenarmen Silikatböden. Der Traubeneichen-Elsbeeren-Wald als Eichen-Trockenwald stockt auf den grundwasserfernen Kalkböden (Rendzinen) der Trockenhangstandorte.

Ebenso können im Rotbuchen-Waldgebiet bodensaure Hainsimsen- und Drahtschmielen-reiche Waldgesellschaften auf Silikatböden den Waldmeister-, Perlgras-, Zahnwurz-, Bingelkraut- und Erdorchideen-reichen Rotbuchen-Waldgesellschaften auf neutralen Kalk- und Gipskarstböden gegenübergestellt werden.

Auf Gipsmullboden kann es im subatlantischen, niederschlagsreichen Klimabereich zur stärkeren oberflächlichen Basen-Auswaschung und -Verarmung und damit zur Oberboden-Versauerung kommen, wodurch die Ansiedlung und das Wachstum von Heidekraut- und Blaubeer-reichen Gehölzausbildungen gefördert wird. An dem Gehölzaufbau solcher Gipskarstwälder ist nicht selten die Birke beteiligt.

Baum- und Straucharten sind wie die Pflanzenarten des Unterwuchses im Waldbild als Zeiger für die aktuellen Umweltbedingungen und damit als pflanzliche Bioindikatoren von Wert.

Literaturverzeichnis

Buhl, A, Knapp, H.-D., Meusel, H.
Arbeitsgemeinschaft Hercynischer Floristen, Verbreitungskarten hercynischer Leitpflanzen.
14. Reihe, Hercynia N. F Leipzig 11, 1974, 2-3, 89-171.

Drude, O.
Der hercynische Florenbezirk. Leipzig 1902.

Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt. Teil 1-3.
Ministerium für Umwelt und Naturschutz des Landes Sachsen-Anhalt, Magdeburg 1994.

Laatsch, W.
Dynamik der mitteleuropäischen Mineralböden. Dresden und Leipzig 1954.

Lieberoth, I.
Bodenkunde. 3. neu bearbeitete Auflage. Berlin 1982.

Meusel, H.
Die Eichen-Mischwälder des mitteldeutschen Trockengebietes.
Wiss. Z. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Math.-Nat. R. Halle 1, 1951/52, 1-2, 49-72.

Meusel, H.
Die Laubwaldgesellschaften des Harzgebietes.
Wiss. Z. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Math.-Nat. R. Halle 4, 1954/55, 5, 901-908.

Meusel, H.
Erläuterungen zu Blatt 4 "Flora und Vegetation" im Mitteldeutschen Heimatatlas.
Ber. zur Deutschen Landeskunde 19, 2, 1958, 150-160.

Meusel, H., Jäger, E., Weinert, E.
Vergleichende Chorologie der zentralen europäischen Flora. Text und Kartenband.
Jena 1965.

Schulz, A.
Die Geschichte der phanerogamen Flora und Pflanzendecke Mitteldeutschlands, vorzüglich
des Saalebezirkes seit dem Ende der Pliozänzeit.
Ber. d. Ver. z. Erforschung d. heimischen Pflanzenwelt in Halle a. d. S. Halle 1914.

Weinert, E.
Die pflanzengeographische Gliederung des südlichen Teiles der DDR und der angrenzenden
Gebiete.
Wiss.Z. der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Math.-Nat. R. Halle 32, 1983, 1,
31-36.

Weinert, E.
Potentiell natürliche Vegetation Faltkarte 2 Maßstab 1 : 300 000
im Landschaftsprogramm des Lands Sachsen-Anhalt.
Ministerium für Umwelt und Naturschutz des Landes Sachsen-Anhalt 1994.

Streiflichter auf die ur- und frühgeschichtliche Besiedlung Mitteldeutschlands

von

Detlef W. Müller ¹⁾

Die Eigentümlichkeiten in der geologischen, geographischen, hydrologischen und klimatischen Situation jener Landschaft zwischen Harz und Erzgebirge, zwischen Elbe und Werra, bilden die Voraussetzungen für eine intensive Besiedlung durch den Menschen seit frühen Zeiten. Dies betrifft die abwechslungsreiche Oberflächengestalt, das ausgeprägte Gewässernetz, die teilweise hervorragenden Böden, die von der Natur vorgezeichneten Wasserlinien oder in einiger Fülle vorhandene Rohstoffe wie Salz, nutzbare Gesteine und verschiedene Erze sowie nicht zuletzt die Reichhaltigkeit in Flora und Fauna. All das bot die besten Ausgangsbedingungen für vielfältige menschliche Aktivitäten und gab die Grundlagen einer langandauernden Siedlungstätigkeit bei unterschiedlichen Gesellungsformen.

Die frühesten sicheren Belege für eine Anwesenheit des urgeschichtlichen Menschen liegen aus der mittelpleistozänen Elster-Saale-Warmzeit (350 000 Jahre alt) vor und sind mit dem Typus des späten *Homo erectus* (entwickelter Urmensch) verbunden. Vom wirtschaftlichen Standpunkt gesehen handelt es sich um Jäger und Sammler, die in Gruppen zusammenlebten und auf der Nahrungssuche oft weite Strecken zurücklegten. Diese Menschen waren auf die gefährliche Großwildjagd (Waldelefant, Waldnashorn, Wisent u. a.) spezialisiert, verschmähten aber auch kleine Fleischspender nicht und sammelten natürlich alle Arten eßbarer Vegetabilien. Aus Steinen, Holz, Knochen und Geweih stellten sie Waffen und Gerätschaften her; einfache Behausungen, der Gebrauch des Feuers und sogar erste Hinweise auf künstlerische Betätigung sind bezeugt. Je nach dem zur Verfügung stehenden steinernen Ausgangsmaterial (z.B. Flint, Quarzit, Muschelkalk, Porphyr) sind die Artefakte grobschlächtig oder feingestaltet und dienen unterschiedlichsten Zwecken. Zwar änderten sich in der Folge sowohl die Menschenformen als auch die Artefakttypen (Faustkeil), und dank der immer ausgereifteren Nutzung des "Stahls der Steinzeit", wie man den Feuerstein gerne nennt, gelangen brillante Geräte sich mit dem technischen Fortschritt stets wandelnder Formen, doch blieben die nicht-seßhafte Lebensweise und die rein aneignende Wirtschaftsform weiterhin bestehen. Mehr und mehr aber gelang es dem altsteinzeitlichen Menschen (*Homo sapiens präsapiens*, *Homo sapiens neanderthalensis*, *Homo sapiens*), sich selbst in klimatisch kalten Abschnitten zu behaupten. Den auch bezüglich der Beutetiere und Pflanzenwelt veränderten Umweltbedingungen wurden neue Jagd- und Überlebensstrategien entgegengesetzt: Fernwaffen sind nachgewiesen, komplizierte kultische Praktiken fanden in Kunstwerken mit geopferten Gegenständen ihren Niederschlag. Nach dem klimatischen Auf und Ab der Eiszeit trat eine allmähliche Erwärmung ein, die das Abschmelzen des Inlandeises mit sich brachte. Mit diesem Umbruch ergaben sich auch bezüglich der Jagdtiere und der Vegetation einschneidende Veränderungen, die für den Menschen Umstellungen in der Lebensweise nötig machten und sogar zu einer gewissen Ortsstetigkeit führten. Dies findet seinen materiellen Ausdruck im mikrolithischen Steingeräteinventar dieser quasi seßhaften mittelsteinzeitlichen Fischer, Sammler und Jäger.

¹⁾ Landesamt für Archäologische Denkmalpflege Sachsen-Anhalt, Richard-Wagner-Str. 9-10, 06114 Halle

Als ein erheblich tieferer Einschnitt innerhalb der kulturellen und wirtschaftlichen Entwicklung aber stellt sich der mit der Einwanderung von Gruppen aus dem südöstlichen Europa verbundene Beginn von Bodenbau und Viehhaltung dar. Das Anlegen von Vorräten gewährte eine sichere Lebensgrundlage, was Seßhaftigkeit und Anwenden neuer Techniken und Erfindungen ermöglichte (keramische Gefäße, geschliffene Felsgeräte zur Holzbearbeitung, Langhäuser, textile Gewebe u.a.m.). In dieser als Jungsteinzeit bezeichneten Epoche, die hier in der Mitte des 6. Jt. v. Chr. beginnt, wurde bezüglich der anthropogenen Eingriffe in die natürliche Umwelt ein bis heute nicht abgeschlossener Prozeß begonnen. Dies begann zunächst mit der Rodung auf den landwirtschaftlich gut nutzbaren Löß- und Schwarzerdeböden. In jenen Landschaften wurden aus mehreren großen Pfostenhäusern mit Wohn- und Speicherteil bestehende Dörfer angelegt, Freiflächen und gerodetes Land mit einfachen Weizen- und Gerstearten bestellt, Rinder, Schafe, Ziegen und Schweine gehalten. Die Siedler prägten der Natur ihren Willen auf, wie Brunnenbau und die Anlage von Befestigungen zeigen.

Anhand des sich in Form und Ornamentik wandelnden Tongeschirrs, lassen sich zahlreiche neolithische "Kulturen" benennen, die offenbar auch im Grad der Umweltbeherrschung und hinsichtlich ihrer wirtschaftlichen Strukturen oft recht beachtliche Unterschiede aufweisen und in geographischer Verbreitung, Zahl der Fundstellen, Dauer ihrer Lebenszeit, Richtung und Stärke kultureller Beeinflussung sowie manchmal sogar im anthropologischen Habitus große Differenzen erkennen lassen. Im Zuge der jungsteinzeitlichen Entwicklung scheint als neues Haustier das Pferd aufzutreten, gelang die Herstellung von Salz aus Sole und kam zu den althergebrachten Werkstoffen mit dem Kupfer auch ein Metall hinzu. Dessen Vorteile (Wiederverwendbarkeit, Legierfähigkeit) lassen eine neue Epoche heraufziehen, in der dann die Bronze zum beherrschenden Material für Waffen, Schmuck und Geräte wird.

Dieser Vorgang vollzog sich etwa um 2000 v. Chr. und brachte den Übergang vom Hausfleiß zum Handwerk mit sich. Ansonsten blieben die wirtschaftlichen Gegebenheiten weitgehend gleich, weil auch weiterhin Feldbau und Viehhaltung die Basis der Ernährung bilden. Allerdings deuten sich erstmals soziale Wandlungen an. In riesigen Erdhügeln mit eingebauten Holzkammern wurden für offensichtlich mächtige und reiche Herren Gedächtnisorte angelegt, reichhaltige Hortschätze enthalten Gegenstände aus Bronze und Bernstein, die von weitgespannten Handelsverbindungen Zeugnis geben und zugleich das Können heimischer Handwerker belegen. Die Masse der Gräber allerdings erweist sich als recht ärmlich ausgestattet, und auch die Strukturen der meisten Siedlungen sind rein bäuerlich strukturiert. Lediglich bestimmte befestigte Höhensiedlungen könnten Herrensitze gewesen sein. Jedoch scheinen im Zuge der mittleren Bronzezeit solche Ansätze abgebrochen zu sein, da sich das Bild im Befund- und Fundmaterial wieder vereinheitlicht. Zudem rückt unser Gebiet etwas an die Peripherie der geschichtlichen Entwicklung. Verbunden war dies mit einem weitgehenden Fehlen von Besiedlungsnachweisen und der Sitte des Hügelgrabes - in diesen Punkten mit dem späten Neolithikum vergleichbar. Von Osten gelangten mit Brandbestattung und veränderten Trachtsitten neue Impulse nach Mitteldeutschland, aber auch aus den übrigen Himmelsrichtungen wirken Einflüsse hierher. Quer durch diese Landschaft gehen nunmehr die Grenzen größerer Kulturkomplexe. Neben den lange bekannten Getreidearten spielen jetzt auch Hirse und Hülsenfrüchte eine Rolle, bei den Haustieren treten lediglich in der Bevorzugung von Arten Änderungen ein. Jagen und Sammeln haben wie schon zuvor den Speisezettel vervollständigt. Reichhaltige Depots gleichartiger Bronze lassen den Verdacht auf geldähnliche Verwendung aufkommen.

Wie schon in manchen Abschnitten der Steinzeiten weisen Spuren an menschlichen Skeletten auf mit Kannibalismus verbundene Riten hin; es existieren aber auch andere religiöse Praktiken, die sich z.B. im Symbolgut, geopfertem Schätzen und Hinweisen auf immer wieder aufgesuchte Kultplätze ausdrücken. Jedenfalls ist die bronzezeitliche Welt klein geworden: Viele Belege erweisen eine hohe Mobilität der Menschen und den raschen Austausch von innovativen Ideen.

Wie schon im Neolithikum deutet sich das Heraufziehen einer neuen Epoche mit dem vereinzelt Auftreten diesmal des Werkstoffs Eisen bereits in der späten Bronzezeit an. Im 8. Jh. v. Chr. ist

dann die Entwicklung soweit gediehen, daß man auch für Mitteldeutschland den Beginn der Eisenzeit konstatieren kann. Zunächst waren nur relativ wenige, eingeführte Gegenstände aus diesem Material vorhanden, doch bald schon bedingen die breite Verfügbarkeit und die besseren Eigenschaften eine immer häufigere Verwendung. Die gegenüber der Bronze komplizierte Verarbeitung führte zur weiteren Differenzierung des Handwerks. Ansonsten blieben die Lebensbedingungen, die Wirtschaftsweise, das Dargebot von Hauptnahrungsmitteln in ihren Grundstrukturen weitgehend unverändert, wiewohl sich durchaus von Ort zu Ort Unterschiede auftraten. Die Salzgewinnung durch das Versieden von angereicherter Sole ließ auf bronzezeitlicher Wurzel am Standort Halle eine Siedlung von geradezu vorstädtischem Charakter erwachsen, zumal die Lage an einem wichtigen Saaleübergang sowohl verkehrsgeographisch als auch strategisch erhebliche Vorteile bot. Allerdings brach diese Entwicklung im Verlauf der vorrömischen Eisenzeit aus klimatischen, wirtschaftlichen und bevölkerungspolitischen Gründen ab. Waren bis zu diesem Zeitpunkt alle durch charakteristisches Fundmaterial unterscheidbaren Kulturen wegen des Fehlens schriftlicher Überlieferungen anonym geblieben, so trat nunmehr durch griechische Autoren erstmals ein Volksname, die Kelten, für Mitteleuropa in Erscheinung, der - mit gebotener Vorsicht - sogar mit bestimmten Hinterlassenschaften in unserem Gebiet zu verbinden ist und zumindest Beziehungen vermuten läßt.

Deren Vermittlung brachte die Kenntnis der Drehscheibenkeramik, des zweiteiligen Töpferofens, von Münzen, komplizierten Glasperlen, bestimmten Waffenformen u. a. m. vornehmlich in den dem Thüringer Wald und Erzgebirge vorgelagerten Raum. Daraus lassen sich nicht nur weitreichende Handelsverbindungen erschließen (Importe aus dem Mittelmeerraum), sondern man kann sogar über die Ansiedlung keltischer Handwerker spekulieren. Neu traten in den Kreis der Haustiere Katze und Geflügel, bei den Kulturpflanzen sind Roggen und Hafer als Neulinge zu nennen.

Mit der weiteren Zunahme schriftlicher Nachrichten wächst die Kenntnis von Bevölkerungsbewegungen bzw. die Lokalisierung von Stämmen, so daß man über das letzte Jahrhundert v. Chr. für Mitteldeutschland von der Anwesenheit germanischer Elbsueben weiß, von denen Teilverbände in die Auseinandersetzungen mit Caesar in Gallien verwickelt waren. Andere Indizien sprechen für das Eindringen ostgermanischer Gruppen, wobei in beiden Fällen gefolgschaftlich organisierte Krieger eine Rolle spielten, die durch die Aussicht auf kriegerischen Ruhm und Beute zusammengehalten wurden.

Das weitere räumliche Ausgreifen in die Germania libera brachte auch unser Gebiet in das Blickfeld der Römer. Kämpfe und Handelskontakte waren gleichermaßen an der Tagesordnung; nach der Festbeschreibung des Limes überwog allerdings zunächst das friedliche Miteinander. Dieser Tatsache verdankt man eine Unmenge an Importgegenständen (Metall- und Tongefäße, Waffen, Schmuck, Münzen, Geräte), wobei im Laufe der Zeit mit dem Dienst germanischer Krieger im römischen Heer sowie mit den Limesstürmen des 3./4. Jh. Sold und Raubgut an Bedeutung gewannen.

Oft zeichnen sich die Körpergräber der Oberschicht, des Adels, auch und gerade durch römische Erzeugnisse aus, während die Brandgräber der freien Bauern eine einfachere Ausstattung besaßen. Die Nobiles förderten sogar das Kunsthandwerk, zogen prestigeträchtige Gewerke, darunter sogar vielleicht römische Töpfer, an ihre Höfe, von denen die heimischen Handwerker Drehscheibe und brenntechnische Erfahrungen übernahmen. Die ernährungswirtschaftlichen Grundlagen blieben davon weitgehend unberührt, wengleich als Neuerung der eisenbewehrte Scharpflug einen ertragreicheren Ackerbau ermöglichte und das Einstellen von Haustieren eine stabilere Fleischversorgung mit sich brachte. Offene dörfliche Siedlungen bestimmten das Lebensbild.

Aus dem für Mitteldeutschland bezeugten Stamm der Hermunduren gingen die im 5. Jh. erwähnten Thüringer hervor, die trotz der völkerwanderungszeitlichen Wirren ihre Bodenständigkeit bewiesen und für die Pferdezucht berühmt waren. Die kurze, aber glanzvolle Geschichte des Thüringer Staates im europäischen Kräftespiel zeigte sich im Bündnis mit den Ostgoten gegen die Franken. Theoderich der Große vermählte seine Nichte Amalaberga mit dem Thüringer Herminafried, womit auch das

Christentum Fuß faßte! Der Tod des Erstgenannten hatte dann allerdings sehr rasch auch den Untergang des Thüringerreiches zur Folge: Im Jahre 531 zerbrach es unter den Schlägen des fränkischen Heeres und der mit diesen kämpfenden Sachsen. Thüringen wurde unter Amtsherzögen zum Vasallen der Merowinger; selbst mehrere Aufstände brachten keine Änderung und fränkische Garnisonen verhinderten künftige Unruhen. War zunächst hinsichtlich der Grabsitten, von Schmuckgewohnheiten und häuslicher Irdenware das Althergebrachte bestimmend geblieben, so änderte sich das im Laufe der Zeit zunehmend. Einflüsse und Importe prägen das Bild, wozu sich ab der 1. Hälfte des 7. Jh. als ethnisches Fremdelement einsickernde Slawen gesellten, die schließlich sogar das Gebiet östlich der Saale-Elbe-Linie aus dem fränkischen Reichsverband herauslösten und die thüringische Restbevölkerung assimilierten. Die Stabilisierung des Frankenreiches unter den Karolingern machte diesen Prozeß ein Ende, doch beginnen mit dem 8. Jh. die schriftlichen Quellen schon so reichlich zu fließen, daß die archäologischen Funde das vom Historiker geschilderte Geschehen nur noch zu ergänzen in der Lage sind. Die ur- und frühgeschichtliche Entwicklung mündet im Mittelalter.

Literatur:

Ausgrabungen und Funde Bd. 21, H. 1-4. Berlin 1976

G. Mildenerger, Mitteldeutschlands Ur- und Frühgeschichte. Leipzig 1959

D. W. Müller, Brückenschlag über Jahrtausende. Berlin 1984

Braunkohlenförderung und Bergbaufolgelandschaften im mitteleutschen Raum

von

E. Hildmann¹⁾ und M. Wünsche²⁾

Das mitteleutsche Braunkohlenrevier umfaßt die in den heutigen Bundesländern Sachsen-Anhalt, Sachsen (Westsachsen) und Thüringen liegenden Braunkohlenlagerstätten und -gewinnungsbereiche (siehe Übersichtskarte).

Das Revier läßt sich in folgende Kernzonen der Braunkohlengewinnung unterteilen:

- Leipzig-Borna-Altenburg
- Zeitz-Weißenfels-Hohenmölsen
- Bitterfeld (einschließlich Gräfenhainichen und Delitzsch)
- Halle-Merseburg

Hinzu treten die Abbaugelände Röblingen, Nachterstedt und Harbke, die hinsichtlich ihrer Förderung und Landschaftsauswirkungen eine untergeordnete Bedeutung haben.

Die Braunkohlengewinnung trat in ihre eigentliche, d.h. industrielle Phase in der Mitte des vorigen Jahrhunderts ein, während sich lokale Gräbereien zu weitaus früheren Zeitpunkten belegen lassen. Mit der um 1850 einsetzenden Industrieentwicklung in Deutschland wurde deutlich, welche Standortvorteile die Braunkohlevorräte in Verbindung mit den zur Verfügung stehenden Wasserressourcen boten. Auf dieser günstigen Rohstoffgrundlage konnte sich Mitteleuropa zu einem der führenden deutschen Industriezentren entwickeln, das mit wichtigen Entwicklungen auch in der Wissenschafts- und Technikgeschichte bedeutsame Spuren hinterließ.

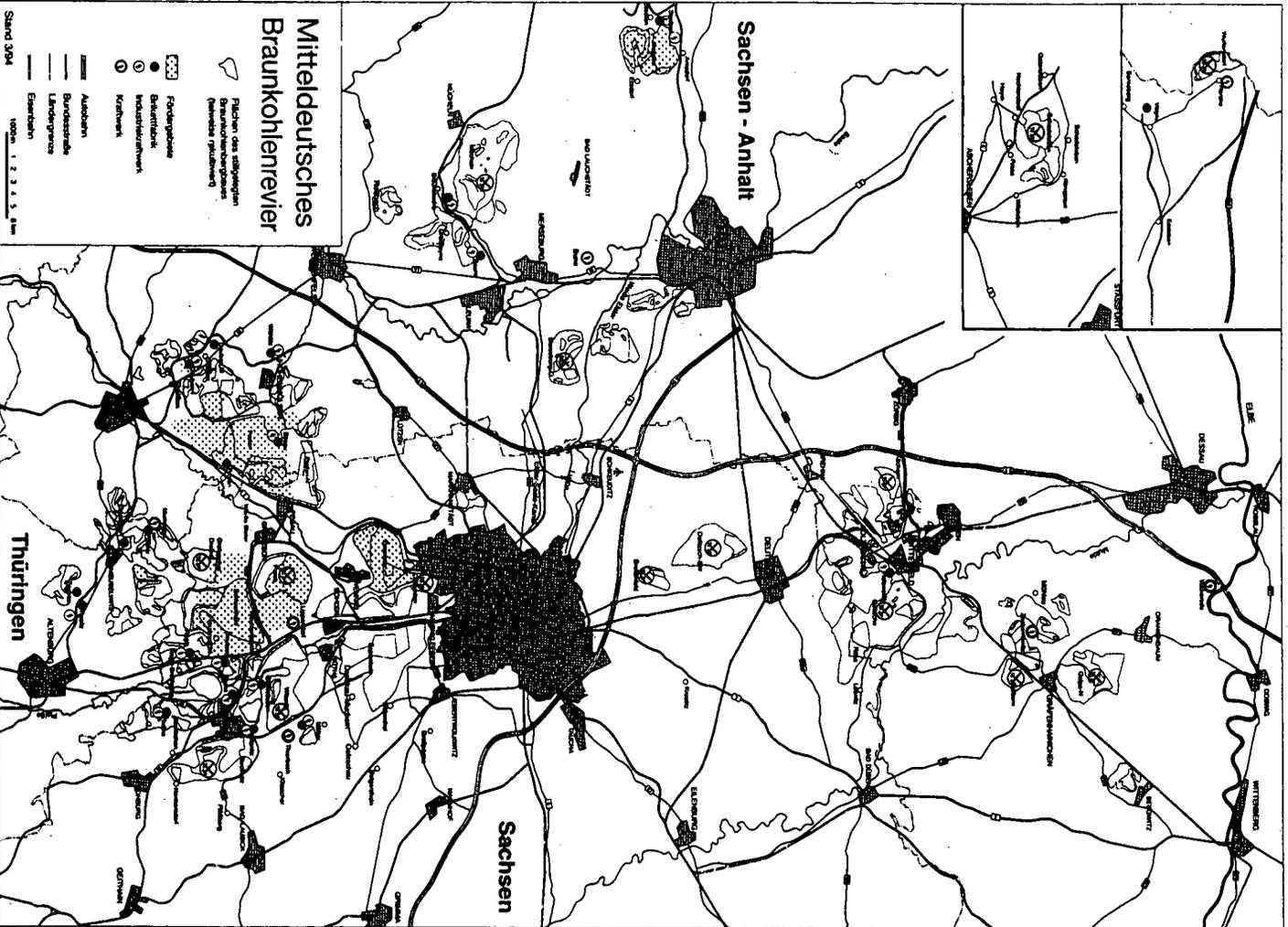
Braunkohle wurde hauptsächlich zur Dampf- und Elektroenergieerzeugung genutzt. Die chemische Beschaffenheit der mitteleutschen Braunkohle erlaubt auch eine thermische Veredlung zur Erzeugung chemisch und energetisch hochwertiger flüssiger und gasförmiger Produkte, wie sie in Betrieben wie Espenhain und Böhlen, aber auch in einer Vielzahl kleinerer und älterer Anlagen hergestellt wurden.

Dieser Entwicklungsprozeß, der an zunehmende Industrialisierung, Strukturwandel- und Bevölkerungswachstum gekoppelt war, erfuhr damals eine ganz andere Bewertung als dies heute mit Sicht auf Umwelt- und Landschaftszerstörung geschieht. Letztlich konnten damit 3 Generationen in dieser Region Arbeit und Brot finden.

In Mitteleuropa wurden bisher 8 Mrd. t Braunkohle gewonnen. Dafür mußten 20 Mrd. m³ Abraum bewegt und 20 Mrd. m³ Wasser gehoben werden. Der Flächenbedarf für die Gewinnung im Tagebau betrug rund 61.000 ha. Die damit verbundenen Folgen wirkten sich in dem dicht besiedelten Raum besonders gravierend aus. So fielen mehr als 100 Ortschaften der Überbaggerung zum Opfer. Etwa 45.000 Menschen kamen zur Umsiedlung [1].

¹⁾ Mitteleutsche Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH, Brehnaer Str.41-43, 06749 Bitterfeld

²⁾ Gellertstr. 3, 09599 Freiberg



Mitteldeutsches Braunkohlenrevier

Sachsen - Anhalt

Sachsen

Thüringen

Stand 3/94
1:250,000

Die technische Entwicklung der Braunkohlengewinnung setzte um 1850 mit der Einrichtung von Tiefbaugruben an den verschiedenen Punkten des Reviers ein. Voraussetzung für das Gelingen solcher Unternehmungsabsichten war in jedem Fall die Beherrschung des Wasserproblems. Mit der Jahrhundertwende begann der Übergang zur Förderung im Tagebauverfahren. Anlaß für diese technische Umstellung bildete der enorm ansteigende Energieverbrauch der sich vergrößernden Industrie vor dem 1. Weltkrieg. Mit den Möglichkeiten, wie sie zum damaligen Zeitpunkt Technik und Wirtschaft boten, konnten die Voraussetzungen für einen solchen technologischen Sprung erfüllt werden: Dampf und zunehmend Elektroenergie dienten als Antriebsmittel, Stahlqualität und Konstruktionstechnik erlaubten den Bau immer größer werdender Tagebaugeräte und schließlich konnten im Resultat der Unternehmenskonzentrationen die für die Investitionen notwendigen Kapitalmengen bereitgestellt werden. Im Laufe der Jahrzehnte erfuhren die Braunkohlenförderung und damit die Dimension der Tagebaubetriebe eine ständige Ausdehnung. Besonders in Zeiten wirtschaftsautarker Bestrebungen, wie z.B. während der Weltkriege und der staatlich regulierten jüngsten Vergangenheit errang die Braunkohle als ein ausreichend zur Verfügung stehender und mit relativ geringem Aufwand zu gewinnender Primär-energeträger und Rohstoff für karbochemische Prozesse eine ausschlaggebende Bedeutung. In den letzten Jahrzehnten erreichten die damit verbundenen Eingriffe in Natur und Landschaft ein solches Ausmaß, das die natürlichen Regenerationsmöglichkeiten bei weitem übertraf.

Aber auch die sozioökonomischen Potentiale des mitteldeutschen Ballungsraumes wurden durch die flächenhafte Ausdehnung der Braunkohlentagebaue und ihren Bedarf an Kapital und Arbeitskräften überfordert, so daß die daraus entspringenden Widersprüche bereits vor 1990 manifestiert waren.

Dieses Jahr markiert auch für die Energiepolitik eine Wende. Braunkohle verlor schlagartig ihre beherrschende Rolle als Energieträger. Unter dem Einfluß der marktwirtschaftlichen Bedingungen und Veränderungen in der regionalen Industriestruktur ist, langfristig gesehen, eine Chance für eine Förderhöhe von etwa 25 Mio t/a zu sehen, die aus den Tagebauen Schleenhain und Profen (MIBRAG) sowie zu einem geringen Teil aus dem Tagebau Amsdorf (ROMONTA) erbracht wird. Vor 1990 lag die Förderkapazität des Reviers bei mehr als 100 Mio t/a, die auf 21 Tagebau verteilt war. Alle zwischen 1990 und 1994 stillgelegten 17 Tagebaue sowie ab 2000 der Tagebau Zwenkau gehören zum Sanierungsbergbau, der der Mitteldeutschen Bergbau-Verwaltungsgesellschaft mbH (MBV) übertragen ist.

Die Gewinnung der Braunkohle setzt i. W. zwei Prozesse voraus, die mit nachhaltigen Auswirkungen auf die Umwelt verbunden sind. Die Wasserfreimachung des Deckgebirges hat eine weit über das Ab-baugebiet hinausgreifende Absenkung des Grundwasserspiegels zur Folge. Der Abtrag der über dem Flöz liegenden Deckschichten und die anschließende Ablagerung als Kippenkörper führten zu einer gänzlichen Umformung des Naturraums, die nicht nur Relief, Boden, Landschafts-, Vegetations- und Siedlungsstrukturen betreffen, sondern auch den tieferen Untergrund einbeziehen.

Die Bewältigung dieser umweltrelevanten Auswirkungen des Braunkohlenbergbaus konzentrieren sich deshalb hauptsächlich auf die Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft und die Sanierung des Wasser-haushalts.

Die Beschaffenheit und Form der Kippen wurden bestimmt von den geologischen Verhältnissen, den technischen Ausrüstungen der Abraumbetriebe und den regionalplanerischen Entscheidungen. Kippenflächen treten hauptsächlich als Flurkippen im Innenkippenbereich auf. Überflurkippen und Hochhalden entstanden bei begrenzten Möglichkeiten der Innenverkipfung. Seit Beginn der Tagebaue sind Kippenflächen mit einem

“Kulturbodenauftrag” - bestehend aus selektiv gewonnenen Lößderivaten, Geschiebedecksand, Auenlehm - von 0,6 - 1,0 m Mächtigkeit über tertiären Kippsubstraten angelegt worden. Der Auftrag humoser Substrate (“Mutterboden”) ist nur lokal nachzuweisen. Anfang der 50er bis Ende der 80er Jahre d. Jhdts gelangten tiefer anstehende pleistozäne Schichten aus dem Vorfeld mit größerem Massenangebot auf die Kippe. Der Anteil bindiger Massen (Geschiebelehm-/mergel) und/oder sandiger kiesiger Massen (Schmelzwassersande) nahm in der 2,0-4,0 m mächtigen Kippenabschlußschicht zu. Im Zeitraum 1980 bis 1989 stieg die Heterogenität der Kippsubstrate durch den verstärkten Einsatz hochproduktiver Abraumtechnologien an. Sie äußert sich in einer Vermengung pleistozäner und tertiärer Massen. Auf der Kippenoberfläche nehmen bindige quartäre Substrate 70 %, sandig-kiesige quartäre Substrate 3 %, tertiäre Substrate 9 % und quartär/tertiäre Gemengesubstrate 18 % ein.

Die Kippsubstrate mit ihren wenig wandelbaren Merkmalen Körnung, Kalk- und Kohlegehalt entscheiden die bodenphysikalischen und -chemischen Eigenschaften sowie die Genese der Kippenböden. Diese stehen am Anfang ihrer Entwicklung. Als anthropogene Böden unterscheiden sie sich wesentlich von den natürlichen Böden des Gebietes. Sie besitzen dauerhaft wirkende Besonderheiten, die bei ihrer Bewertung und Nutzung mit den daraus sich ergebenden ökologischen Konsequenzen zu berücksichtigen sind [3], [5].

Bisher sind in Mitteldeutschland 35.500 ha rekultiviert worden. Sie bilden Teile von Bergbaufolgelandschaften ganz unterschiedlichen Charakters. Deren Leitbild hat - im Ablauf der Bergbaugeschichte gesehen - tiefgreifende Wandlungen erfahren. In den letzten Jahrzehnten war bis 1990 die Bergbaufolgelandschaft nach dem Maßstab einer intensiven Nutzbarkeit orientiert (LN 44 %, FN 39 %, WN 5 %, SN 12 %). Die vordringliche Schaffung von Landwirtschaftsflächen galt als Ausgleich für den abbaubedingten Entzug natürlicher Böden. Obwohl an vielen Stellen aus landschaftsgestalterischer Sicht entsprechende Lösungen - meist in Verbindung mit Erholungsstandorten - geschaffen wurden, zeichnet sich die postmontane Landschaft durch morphologische und ökologische Formenarmut aus [2], [3]. Hier spiegelt sich das damalige Leitbild einer intensiven Nutzbarkeit aller entstandenen Kippenstandorte wider. Ökologischen und gestalterisch motivierten Planungsansätzen wurde nur geringe Bedeutung beigemessen.

Die Auffassungen über Funktionen und Formen von Bergbaufolgelandschaften haben seit dem eine grundsätzliche Änderung erfahren. Die Planungen für den künftigen Zeitraum orientieren sich an den Bedürfnissen, die aus den Umweltdefiziten Mitteldeutschlands resultieren, ferner aber auch an dem ökologischen Potential, das die Rückgabeflächen des Bergbaus mit ihren besonderen Standortfaktoren bieten.

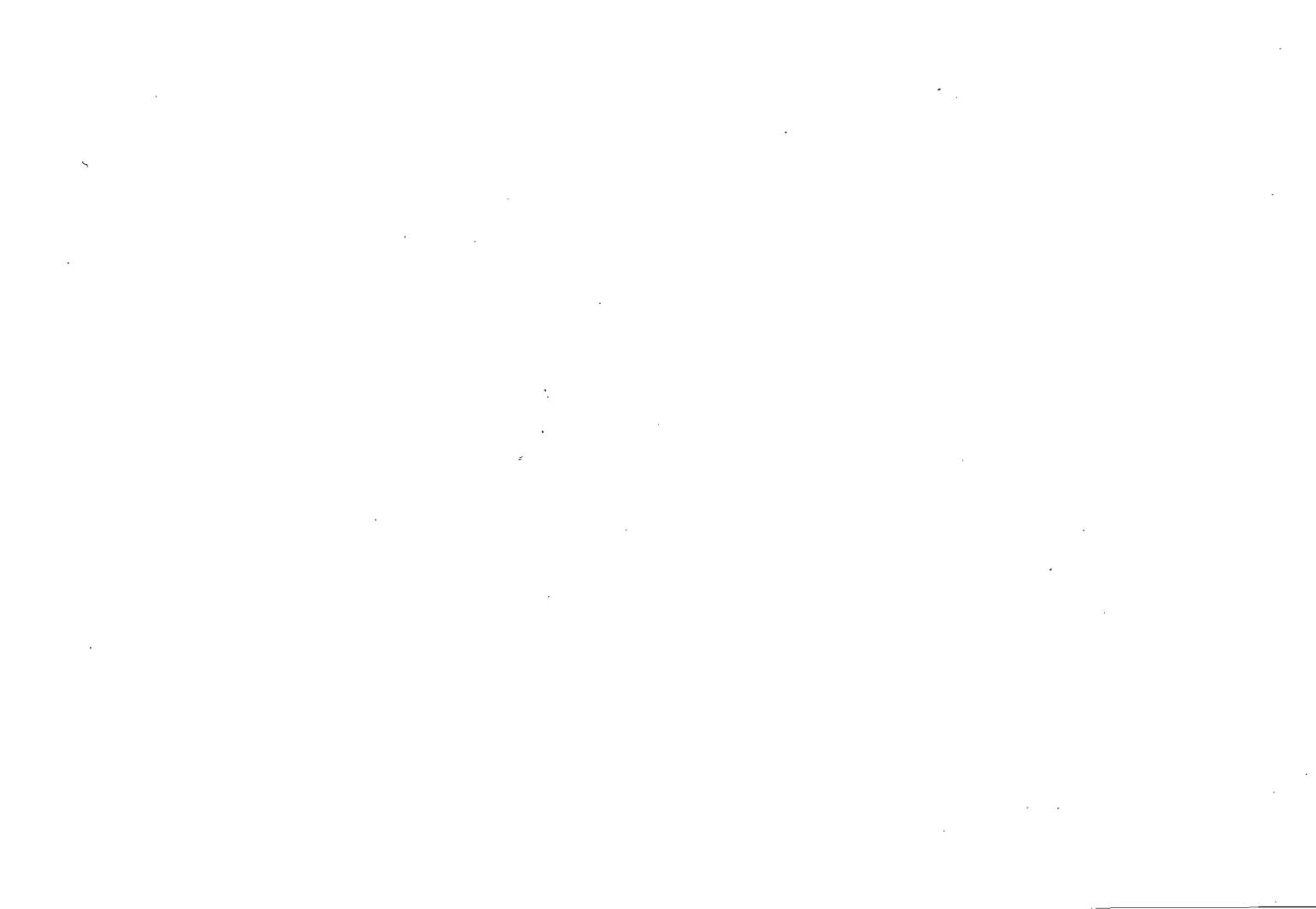
Für die Wahl der Nutzungsart bleiben Eigenschaften und Ertragsfähigkeit der Kippenböden entscheidend. Im Rahmen der landwirtschaftlichen Rekultivierung gewinnt die Grünlandnutzung wegen besseren Erosionsschutzes an Bedeutung. Für die forstwirtschaftliche Rekultivierung als ökologisch vorteilhafte Nutzung steht die Schaffung standortgerechter, leistungsfähiger und stufig aufgebauter Waldbestände im Vordergrund. In der Nähe der Städte und Tagebaurestlöcher hat die Erhöhung des Waldanteils gleichermaßen die Erholungs-, Schutz- und Produktionsfunktion zum Ziel.

Als Folge des abrupten Rückgangs der Kohleförderung wird in den verbleibenden offenen Betriebsräumen der Anteil tertiärer und tertiär/quartärer Gemengesubstrate zunehmen. Sie erfordern einen hohen Sanierungsaufwand. Zugleich bietet sich die Möglichkeit zur Bereicherung der bisher monostrukturierten Folgelandschaft, gewinnen doch Trocken- und Feuchtbiopte als Reservate für seltene Artengemeinschaften zunehmend an Bedeutung [4], [5].

Im Verlauf der nächsten Jahrzehnte steht die Sanierung der Tagebauresthohlräume im Mittelpunkt. Sie werden nach Böschungsausformung und Flutung zu Tagebauseen. Mit voraussichtlich 12 % Flächenanteil werden sie im terrestrischen Ökosystemverbund eingegliedert. Ihre Funktion ist abhängig von der sich einstellenden Wasserbeschaffenheit, die wiederum von einer Reihe von Faktoren beeinflusst wird, an deren erster Stelle die Qualität des Füllwassers und die Beckenmorphometrie stehen. Der Wasserkörper der Tagebauseen unterliegt einem limnologischen Entwicklungsprozeß, der bis zum Erreichen eines Klimaxstadiums [6] Jahrzehnte in Anspruch nehmen kann. Unter mitteldeutschen Verhältnissen tritt weniger die Versauerung als vielmehr das Eutrophierungsproblem in Erscheinung, das an die Verwendung von Oberflächenwasser für die Flutung nahezu aller Resthohlräume gebunden ist.

Literatur

- [1] BERKNER, A. (1995): Naturräumliche Gliederung, Oberflächengestalt und Naturschutz. - Vorges. für Druck in Handbuch "Braunkohlentagebau und Rekultivierung - Landschaftsökologie, Folgenutzung, Naturschutz", Springer Verlag.
- [2] HILDMANN, E. (1993): Braunkohlentagebau und Landschaftseingriffe - neue Orientierung für die Folgelandschaft. - Ber. z. Dt. Landeskunde, Trier, S. 55 - 56.
- [3] THUM, J., WÜNSCHE, M. und FIEDLER, H.J. (1992): Rekultivierung im Braunkohlenbergbau der östlichen Bundesländer. - in Hb. Bodensch. 7240, Verlag Erich Schmidt, S. 1 - 38.
- [4] PFLUG, W. (Hrsgb.): Braunkohlentagebau und Rekultivierung - Landschaftsökologie, Folgenutzung, Naturschutz. Springer-Verlag 1995 (im Druck).
- [5] WÜNSCHE, M., VOGLER, E. u. KNAUF, C. (1995): Bodenkundliche Kennzeichnung der Abraumsubstrate und Bewertung der Kippenböden für die Rekultivierung im Mitteldeutschen Braunkohlenrevier. - Vorges. f. Druck in Hb. "Braunkohlentagebau und Rekultivierung - Landschaftsökologie, Folgenutzung, Naturschutz", Springer Verlag.
- [6] GLÄSSER, W. und KLAPPER, H. (1992): Stoffumsätze beim Füllprozeß von Tagebaurestseen. Entscheidungsvorbereitung für die Sanierung von Tagebaulandschaften. Boden, Wasser und Luft. Umweltvorsorge in der AGF, Bonn, S. 19 - 23.



Die chemische Industrie und deren Einfluß auf Boden und Umwelt im mitteleutschen Raum

von
K. Enders

1. Historischer Überblick

Die industrielle Entwicklung in Mitteldeutschland wurde maßgeblich geprägt durch die verkehrstechnisch günstige Lage, das Vorhandensein von ausreichend Wasser der Flüsse Saale und Mulde und vor allem durch die Braunkohle. Die in großen Vorkommen (u.a. Geiseltal, Bitterfeld, Zeitz, Borna) vorhandene Braunkohle ließ sich im Tagebau kostengünstig fördern und diente vor allem der chemischen Industrie zuerst als Energieträger aber auch immer mehr für eine sehr komplexe, vielschichtige stoffliche Nutzung.

In Bitterfeld wurde 1837 erstmalig Braunkohle industriell gefördert und 1893 die ersten chemischen Produktionsanlagen insbesondere der Chlorchemie in Betrieb genommen. Die ersten Schritte der Bitterfelder Chemie wurden maßgeblich von Walter Rathenau bestimmt. 1925 vereinigte die IG Farben AG nahezu alle mitteleutschen Chemiebetriebe unter einer Leitung.

Im Jahre 1916 wurde in Leuna auf der Basis von Braunkohle und dem Stickstoff der Luft Ammoniak hergestellt. Die Braunkohlevergasung lieferte später dann u.a. die Ausgangsstoffe für synthetisches Benzin und Methanol. Es entstand ein gewaltiger Komplex chemischer Anlagen, die sehr eng stoffwirtschaftlich miteinander verbunden waren.

Der durch den nahenden 2. Weltkrieg ausgelöste Zwang sich vom Naturkautschuk unabhängig zu machen, führte zum Bau der Buna Werke in Schkopau. Bereits 2 Jahre nach der Grundsteinlegung, wurde 1938 der erste künstliche Kautschuk unter dem Namen „Buna“ (Butadien-Natrium) produziert.

Die mitteleutsche chemische Industrie mit der Braunkohle als Energie- und Rohstoffbasis war im 3. Reich ein entscheidender Faktor der deutschen Kriegsindustrie, mit allen bekannten negativen Auswirkungen.

Nach 1945 erfolgt schrittweise ein Aufbau der weitgehend zerstörten oder demontierten Anlagen zunächst unter sowjetischer Militärverwaltung; dann ab 1952 als volkseigene Betriebe. In den 60-er Jahren entstanden die Großkombinate in Leuna, Buna und Bitterfeld, in denen ca. 80 000 Werktätige beschäftigt waren.

Im Juni 1990 erfolgte die Umwandlung der 3 Kombinate in Aktiengesellschaften, die unter Begleitung der Treuhandanstalt und deren Nachfolgeeinrichtungen schrittweise privatisiert wurden. In Bitterfeld entstand zum Beispiel ein Industrie/ChemiePark mit über 200 Firmen.

¹⁾ Bitterfelder Vermögensverwaltung Chemie GmbH

2. Umweltbelastungen der chemischen Industrie

Trotz aller großen wirtschaftlichen Erfolge der mitteldeutschen chemischen Industrie wie z.B. die weltweit erstmalige Herstellung von synthetischen Ammoniak, Methanol, Benzin, Gummi, und die PVC-Herstellung müssen die mit der Produktion verbundenen teilweise extremen Umweltbelastungen betrachtet werden.

Die aus der Braunkohleförderung resultierende Zerstörung ganzer Landschaften hängt zumindest zu einem Teil über den hohen Energie- und Rohstoffverbrauch auch mit der chemischen Industrie zusammen. Sie sollen aber nicht Gegenstand der vorliegenden Kurzdarstellung sein.

An allen Standorten der chemischen Industrie wurden Anfang der 90-er Jahre umfangreiche ökologische Iststandsanalysen durchgeführt, die im Detail die Situation darstellen. Im Raum Bitterfeld-Wolfen wurden von 1990 bis 1994 über 50 Mio DM für ökologische Untersuchungen aufgewendet. Schwerpunkt waren hier Bodenuntersuchungen in den Werken, im Umfeld der Industriebetriebe und den Überschwemmungsgebieten der Mulde. Im Rahmen der Bitterfelder Umweltkonferenz im Februar 1992 wurde ein sehr großes Datenmaterial vorgestellt und ausführlich diskutiert. Ein Tagungsband liegt vor. Im folgenden werden die Auswirkungen der Chemieproduktion auf die Luft, das Wasser und den Boden an Hand einiger ausgewählter Beispiele aufgezeigt.

2.1 Verunreinigungen der Luft

Eine der Hauptquellen war die Verbrennung der Braunkohle und die dadurch verursachten Flugasche und SO₂-Emissionen. Die Kraftwerke waren bis auf wenige Ausnahmen nur sehr unzureichend mit Entstaubungsanlagen und auch am Ende der 80-er Jahre mit keinen Entschwefelungsanlagen ausgerüstet. Dadurch erklären sich die insbesondere im Zeitraum 1960 bis 1970 extremen Staubsedimentations- und SO₂-Immissionskonzentrationswerte. Am Beispiel des Raumes Bitterfeld-Wolfen sind in den Abb. 1 bis 3 absolute Zahlenwerte und ihre Tendenzen dargestellt. Folgende Fakten lassen sich daraus erkennen:

- seit Ende des vergangenen Jahrhundert wurden über 800 Mio t Kohle in diesem Ballungszentrum verbrannt (Abb. 1). Damit sind nahezu 80 Mio t Braunkohleasche angefallen, die deponiert wurden teilweise aber auch als Flugasche sedimentiert sind,
- die Emissionen in diesem Raum betragen im Zeitraum 1890 bis 1990 d.h. in 100 Jahren bei Flugasche 12 Mio t und bei SO₂ 18 Mio t;
- die Staubsedimentation im Stadtgebiet Bitterfeld erreichte zu Beginn der 70-er Jahre im Mittel mit ca. 3,5 g/m² Tag das 10-fache des Normwertes;
- die SO₂-Immissionswerte lagen in der Gemeinde Greppin im Zentrum des Bitterfelder Industriegebietes im Mittel um das 4-fache über dem zulässigen Jahresdurchschnittswert;
- Sowohl bei SO₂ und auch bei der Flugaschebelastung gab es bei ungünstigen Wetterlagen Extremwerte die deutlich über den o.g. Angaben lagen.

Im Raum Leuna/Merseburg lag grundsätzlich keine wesentlich andere Situation vor. In der Umgebung der Bunaerwerke wurden die Flugascheemissionen der Kraftwerke noch durch die Kalkstaubemissionen der Karbidfabriken überlagert. Diese stellten hier sogar den Hauptstörfaktor dar.

Die o.g. Luftverunreinigungen haben einmal direkt die Vegetation geschädigt. Zu erwähnen sind die großflächigen Rauchschäden in Waldbeständen in der Dübener Heide und Landwirtschaftsschäden im Raum Leuna/Merseburg. Weiterhin führte die Flugasche zu einer Aufkalkung des Bodens, die SO₂-Belastung zu einer Versauerung, die aber weitgehend durch die alkalische Asche abgepuffert wurde.

Im Raum Bitterfeld wurde an einem Extremstandort (Bitterfelder Berg) durch die jahrzehntelange Sedimentation eine Flugaschehöhe unter einer Bodenvegetation von bis zu 70 cm gemessen. Zu erwähnen sind außer den SO₂- und Staubbelastungen die insbesondere im Raum Bitterfeld bis 1990 vorliegenden Emissionen an Stickoxiden (Salpetersäureproduktion) und Chlor, die aber eine mehr lokale Auswirkung hatten.

2.2 Verunreinigungen des Wassers

Die Produktion chemischer Erzeugnisse ist mit einem hohen Wasserverbrauch verbunden. Die Leuna- und Bunawerke leiteten in den 70-er und 80-er Jahren zusammen 600 Mio m³ pro Jahr weitgehend ungereinigter Abwässer in die Saale. Im Raum Bitterfeld belasteten die ehemaligen Kombinate CKB und Orwo mit ca. 120 Mio m³/a die Mulde. Schwerpunkte der Abwasserlast waren je nach Produktionsstruktur unter anderen Schwermetalle insbesondere Quecksilber (Buna und Bitterfeld), chlorierte Kohlenwasserstoffe (Buna und Bitterfeld), Stickstoffverbindungen (Leuna und Bitterfeld), Phenole (Leuna).

Die Abwasserinhaltsstoffe führten zu erhebliche Belastungen der Ufersedimente der Saale und der Mulde. Ausführlich untersucht sind die CKW-Belastungen (HCH) in den Überschwemmungsgebieten der Mulde zwischen Bitterfeld und Dessau. Neben den direkten Belastungen der Oberflächengewässer durch die Einleitung von Abwässern muß die unter den Industriestandorten erhebliche Grundwasserbelastung genannt werden. Als Beispiel ist die unter dem Industriegebiet Bitterfeld-Wolfen auf einer Fläche von ca. 25 km² liegende kontaminierte Grundwassermasse von ca. 200 Mio m³ zu nennen. Der absolute Schwerpunkt der gegenwärtigen Umweltschutzmaßnahmen in diesem Gebiet ist verstärkt durch Einstellung der Sumpfungmaßnahmen des Braunkohlenbergbaus die Sicherung/Sanierung des Grundwassers.

Eine Beeinflussung des Trinkwassers ist im Raum Bitterfeld-Wolfen zur Zeit nicht vorhanden, da eine Versorgung über Fernleitungen (Elbefiltrat und Rappbode) erfolgt.

2.3 Belastungen des Bodens/Altlasten

Der Boden wird nicht nur durch den Immissionseintrag der Luftverunreinigungen belastet, sondern vor allem auf Industrieflächen (Altstandorte) durch den Betrieb von Anlagen und durch die Ablagerungen von Abfällen in Tagebaurestlöchern oder ungeschützten Deponien (Altablagerungen) verursacht. Die o.g. Begriffe „Altstandorte“ und „Altablagerungen“ werden zu „Altlasten“ zusammengefaßt, die im Rahmen der Sicherungs-/Sanierungsmaßnahmen der alten Chemiestandorte eine herausragende Bedeutung erlangt haben.

Im Bitterfelder Raum wurden im Rahmen der ökologischen Iststandsanalyse die Altablagerungen erfaßt und ein Deponieinventar der 18 wichtigsten Alt-Deponien von ca. 50 Mio m³ ermittelt, davon sind aber ca. 90% Braunkohleasche.

Zur Bitterfelder Umweltkonferenz wurde in mehreren Beiträgen, die Schadstoffbelastung (Schwermetalle, organische Schadstoffe, chlorierte Kohlenwasserstoffe auch Dioxine/Furane) der oberen Bodenschichten im Landkreis Bitterfeld rasterförmig und an sensiblen Objekten (Sportplätzen, Kindergärten) bestimmt. Abgesehen vom unmittelbaren Einflüßbereich der Be-

triebe gab es zwar teilweise gegenüber anderen Industriegebieten überhöhte Werte, aber keine akuten Gefährdungen für die Bürger. Umfangreiche zur Zeit teilweise noch laufende Untersuchungen des Gesundheitszustandes der Menschen unterstreichen diese Aussage.

3. Maßnahmen

Die unter Punkt 2 dargestellte Situation erforderte und erfordert komplexe Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen. Grundsätzlich wird auf der Grundlage des in den neuen Bundesländern ab 01.07.1990 geltenden Umweltschutzgesetzes es sichergestellt, daß Neuanlagen nur mit den hohen Umweltschutznormen der Bundesrepublik Deutschland errichtet werden. Für Altanlagen existieren Übergangsfristen, die Mitte 1996 weitgehend auslaufen.

Ganz entscheidene Auswirkungen auf die Umweltsituation hatte der gewaltige Umstrukturierungsprozeß der Privatisierung der Industrie in den neuen Ländern insbesondere der chemischen Industrie. Im Raum Bitterfeld sind von 160 im Dezember 1990 angezeigten Produktionsanlagen Anfang 1995 nur noch 40 in Betrieb. Da im Regelfall emissionsintensive Anlagen auch wirtschaftlich ungünstige Parameter aufweisen, wurden nahezu alle derartigen Betriebe stillgelegt. Dazu zählen vor allem die Karbidproduktion in Buna, veraltete Braunkohlenkraftwerke an allen Standorten, die Salpetersäureproduktion in Bitterfeld usw.

Die Abb. 4 am Beispiel des ehemaligen Chemiekombinates Bitterfeld und des heutigen Chemie-Parkes Bitterfeld mit seinen über 200 Einzelunternehmen zeigt die Tendenzen der Umweltbelastungen. Es wurden 1994 gegenüber dem Basisjahr 1989 Senkungen der Lasten um weit über 90% erreicht.

Ein Gemeinschaftsklärwerk hat die Abwasserprobleme am Standort grundsätzlich gelöst. Die Luftverunreinigungen der chemischen Industrie sind nicht mehr dominierender Faktor, sondern werden durch den Kraftverkehr und den Hausbrand klar überlagert. Auch in Buna und Leuna ist die Situation ähnlich.

Als Hauptproblem stellen sich an allen Chemiestandorten die unter Punkt 2.3 genannten Altlasten dar. Auf der Basis des Verwaltungsabkommens „Altlasten“ vom 01.12.1992 wurden alle Chemieunternehmen, von der öffentlichrechtlichen Verantwortlichkeit und der privatrechtlichen Haftung für Schäden, die vor dem 01.07.1990 verursacht wurden, freigestellt. Gleichzeitig sieht das Abkommen eine Aufteilung der Sicherungs-/Sanierungskosten (75% Bund, 25% Länder) vor.

In den neuen Ländern wurden 19 Altlasten-Großprojekte (ohne Braunkohlesanierung) festgestellt. Darunter sind in Sachsen-Anhalt Bitterfeld-Wolfen (Nr. 11), Buna (Nr. 12), Leuna (Nr. 13) und Hydrierwerk Zeitz (Nr. 14) alle wichtigen Standorte der Chemie.

Mit diesen Maßnahmekomplexen und den geschaffenen finanziellen Regelungen ist es möglich das Altlastenproblem insbesondere die Grundwasserbelastungen in diesen Ballungszentren schrittweise zu lösen. Dabei sind Sicherungsmaßnahmen, die die Gefährdungspfade zuverlässig unterbinden, durchaus zu akzeptieren.

Bild 1

Entwicklung des Braunkohleverbrauchs und der SO₂- und Staubemissionen der Kraftwerke des Bitterfelder Raumes

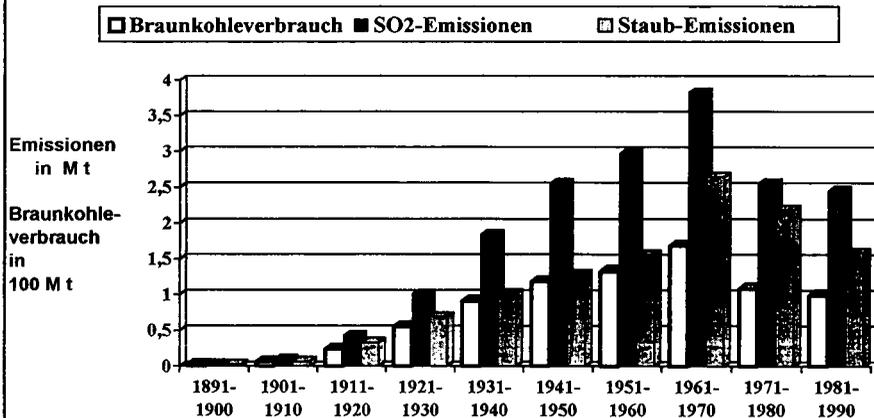


Bild 2

Entwicklung der durchschnittlichen Staubsedimentation von 18 Meßpunkten im Territorium über einen Zeitraum von 25 Jahren

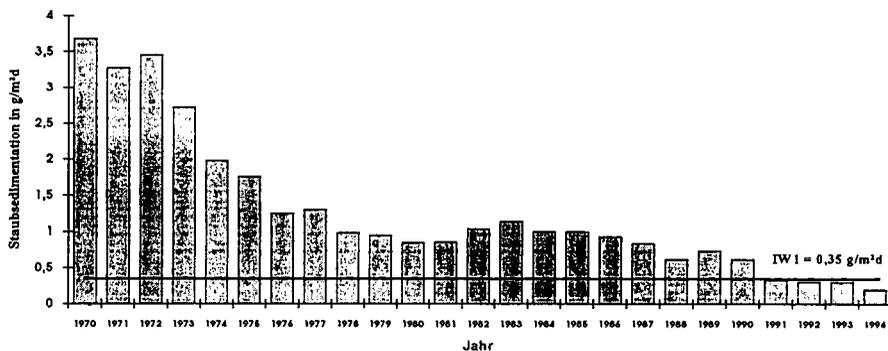


Bild 3

Entwicklung der durchschnittlichen Immissionskonzentration von Schwefeldioxid am Meßpunkt Greppin über 24 Jahre

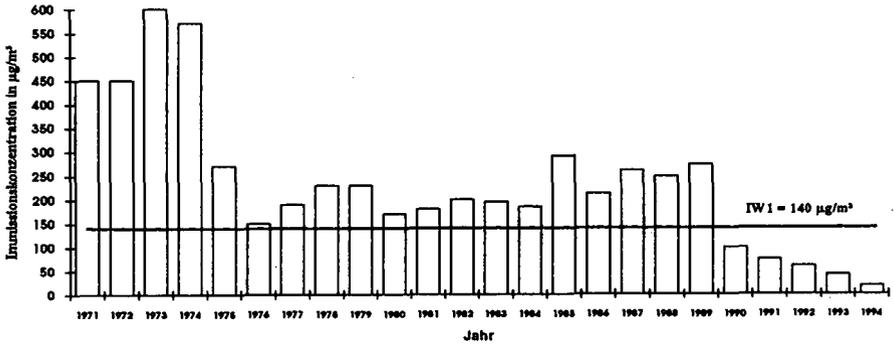


Bild 4

Tendenzen der Umweltbelastungen (Chemiekombinat Bitterfeld bzw. Chemie- und Industriepark Bitterfeld-Wolfen)

| Position | Umweltlast | 1989 ≈100 % | 1994 | |
|----------|---|----------------|----------------------------------|------|
| | | | Rate | % |
| 1 | Emissionen von Luftschadstoffen in | 82 900 | 1 580 t/a ¹⁾ | 1,9 |
| 2 | Beschwerden infolge Luftverunreinigung | 796 | 109 (Anzahl) | 13,7 |
| 3 | Abwassermenge | 202 700 | 39 926 ²⁾ m³/d | 19,7 |
| 4 | Abwasserlast in Schadeinheiten nach Abwasserabgabengesetz | 6 220 | 317 ²⁾ Einheiten/d | 5,1 |
| 5 | Quecksilber | 3 051 | 361 ²⁾ kg/a | 10,3 |
| 6 | Sonderabfälle aus der Produktion | 117 900 | 8 363 ³⁾ t/a | 7,1 |

¹⁾ Emissionen für den Standort ohne Bayer Bitterfeld GmbH

²⁾ Angaben bezogen auf das Reinwassernetz. Der vom Gemeinschaftsklärwerk übergebene Anteil ist vergleichsweise gering.

³⁾ Sonderabfälle aus der Produktion der BVV und der Chemie GmbH

Zur Nährstoffversorgung der landwirtschaftlich genutzten Böden im südlichen Sachsen-Anhalt

Holz, F., J.v. Lengerken u. M. Schrödter *

Die LUFA Sachsen-Anhalt verfügt aufgrund ihrer Analysentätigkeit über ein umfangreiches Datenmaterial zur Nährstoffversorgung der landwirtschaftlich genutzten Böden im Land Sachsen-Anhalt. Obwohl in den letzten Jahren aufgrund der strukturellen Änderungen im Bereich der Landwirtschaft die Untersuchung von Böden nicht mehr flächendeckend und nur noch in lockeren Zyklen erfolgt, sind mit den vorhandenen Informationen bestimmte Auswertungen möglich. Die folgende Darstellung bezieht sich auf Daten aus dem Exkursionsgebiet im südlichen Sachsen-Anhalt.

Bei der Auswertung wurden Untersuchungsergebnisse des Jahres 1994 aus den Kreisen Aschersleben, Bernburg, Bitterfeld, Eisleben, Halberstadt, Hettstedt, Hohenmölsen, Köthen, Merseburg, Naumburg, Nebra, Quedlinburg, Querfurt, Saalkreis, Sangerhausen, Staßfurt, Weißenfels, Wernigerode und Zeitz berücksichtigt (Abb. 1). Die Gliederung der Kreise entspricht dem Stand vor der Kreisgebietsreform, die mit Wirkung vom 1. Juli 1994 in Kraft trat.

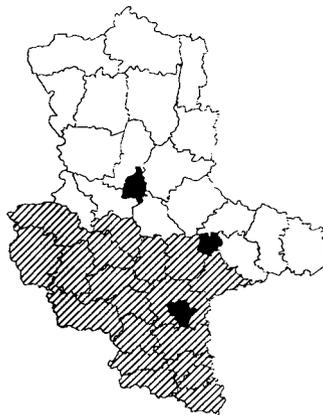


Abb. 1: Lage und Umfang des Exkursionsgebietes (schraffiert) im Bereich des Landes Sachsen-Anhalt

*) Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) des Landes Sachsen-Anhalt, Schiepziger Str. 29, 06120 Halle

Aus dem Untersuchungsgebiet wurden 1994 insgesamt 3045 Proben auf den Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor, Kalium und Magnesium sowie auf den pH-Wert analysiert. Diese Proben repräsentieren 1445 Schläge mit einer Gesamtfläche von 38453 ha. Die Untersuchung auf Phosphor und Kalium erfolgte mit der Doppel-Laktat-Methode, pH-Wert und Magnesium-Gehalt wurden im CaCl₂-Extrakt bestimmt.

Zur Auswertung der Analysenergebnisse erfolgte zunächst eine formale statistische Auswertung durch die Berechnung von Mittelwert und Streuung sowie die Ermittlung der Maximum-, Minimum- und Medianwerte. Diese Analyse wird ergänzt durch eine gewichtete Betrachtung der Bodengehalte entsprechend ihrer Zuordnung zu den einzelnen Gehaltsklassen. Dieses allgemein übliche Verfahren der Einstufung von Böden nach ihrem Nährstoffgehalt berücksichtigt die typischen Eigenschaften der Substrate sowie deren Nutzung und ermöglicht somit den Vergleich von unterschiedlichen Standorten. Die Gehaltsklassen werden im Sinne folgender Definition verwendet:

pH-Wert:

| pH-Stufe | Einschätzung des pH-Wertes |
|----------|----------------------------|
| A | sehr niedrig |
| B | niedrig |
| C | mittel |
| D | hoch |
| E | optimal |
| F | extrem hoch |

P-/K-/Mg-Gehalt:

| Gehaltsklasse | Einschätzung des Nährstoffgehaltes |
|---------------|------------------------------------|
| A | sehr niedrig |
| B | niedrig |
| C | optimal |
| D | hoch |
| E | sehr hoch |

Die als optimal bezeichneten Gehaltsklassen gelten als anstrebenswert. Das zur Einordnung der Böden verwendete Schema zeigt Tabelle 1.

Tab. 1: Einstufung in Bodengruppen nach Ton- und Feinanteil

| Bodengruppe | Tonanteil % < 0,002 mm | Feinanteil % < 0,006 mm | Bodenart | Symbol |
|-------------|---------------------------|----------------------------|--------------------------------------|----------|
| BG 1 | ≤ 5 | ≤ 7 | Sand | S |
| BG 2 | 6 - 12 | 8 - 16 | anlehmiger Sand lehmgiger Sand | Sl IS |
| BG 3 | 13 - 17 | 17 - 23 | stark lehmiger Sand sandiger Lehm | SL sL |
| BG 4 | 18 - 25 | 24 - 35 | Lehm | L |
| BG 5 | ≥ 26 | ≥ 36 | Ton | T |
| BG 6 | | | Moor. Anmoor | Mo |

Tabelle 2 zeigt die Verteilung der Proben entsprechend den Bodengruppen. Daraus wird ersichtlich, daß - abgesehen von den Moorstandorten - auch für eine standortbezogene Auswertung ein ausreichendes Datenmaterial zur Verfügung steht.

Tab. 2: Übersicht zur Repräsentativität des untersuchten Probenmaterials

| Bodengruppe | Anzahl Proben | Anzahl Schläge | Fläche (ha) |
|-------------|---------------|----------------|-------------|
| 1 | 78 | 17 | 264 |
| 2 | 160 | 104 | 2493 |
| 3 | 415 | 162 | 4521 |
| 4 | 2229 | 1074 | 28958 |
| 5 | 161 | 87 | 2216 |
| 6 | 2 | 1 | 1 |

Die Böden im Untersuchungsgebiet weisen zum überwiegenden Teil optimale bis extrem hohe pH-Werte auf (Tab. 3). Allerdings ist festzustellen, daß die Sandböden (BG 1) deutlich von diesem Trend abweichen. Immerhin befindet sich auf 48,4 % dieser Flächen der pH-Wert im suboptimalen Bereich. Diese Aussage deckt sich in der Größenordnung mit den Ergebnissen der Auswertung für das gesamte Land Sachsen-Anhalt, wo der entsprechende Anteil bei 42,3 % liegt.

Auch lehmige Sandböden (BG 2) weisen im Vergleich zu den anderen Standorten einen größeren Flächenanteil in den pH-Stufen A bis D auf. Im Landesvergleich ist allerdings der Anteil der lehmigen Sandstandorte (BG 2) mit einem zu geringen pH-Wert mit 49,3 % wesentlich höher als im Exkursionsgebiet mit 14,8 %.

Tab. 3: Einstufung der Böden nach dem pH-Wert

| Bodengruppe | Flächenanteil (%) in pH-Stufe | | | | | |
|-------------|-------------------------------|------|------|-----|------|------|
| | A | B | C | D | E | F |
| 1 | 0,0 | 12,0 | 31,3 | 5,1 | 13,1 | 38,5 |
| 2 | 0,0 | 1,8 | 5,0 | 8,0 | 55,3 | 29,9 |
| 3 | 0,0 | 0,0 | 0,2 | 4,2 | 45,8 | 49,8 |
| 4 | 0,0 | 0,2 | 3,1 | 7,8 | 65,0 | 23,9 |
| 5 | 0,0 | 0,6 | 0,0 | 1,5 | 55,1 | 42,8 |
| 1 bis 5 | 0,0 | 0,4 | 2,9 | 7,0 | 61,2 | 28,5 |

Zieht man zur Bewertung die statistische Maßzahlen heran (Tab. 4), so zeigen sich für die leichteren Böden (BG 1 und 2) die größten Streuungen, was sich auch in den Differenzen zwischen Maximum- und Minimumwert niederschlägt.

Trotz dieses uneinheitlichen Bildes ist davon auszugehen, daß insbesondere auf den leichten Böden eine starke Tendenz zur Versauerung besteht. Dies deutet darauf hin, daß eine Erhaltungskalkung nicht auf allen Flächen im erforderlichen Umfang erfolgt. Ob die Ursache im Zwang zur Kostensenkung, in ungeklärten Eigentumsverhältnissen oder bei anderen Faktoren zu suchen ist, läßt sich anhand der vorliegenden Informationen nicht klären.

Tab. 4: Statistische Auswertung der pH-Werte

| Bodengruppe | \bar{x} | s | n | Minimum | Median | Maximum |
|-------------|-----------|------|------|---------|--------|---------|
| 1 | 5,80 | 1,25 | 78 | 3,6 | 5,45 | 7,7 |
| 2 | 6,21 | 0,66 | 160 | 4,5 | 6,30 | 7,3 |
| 3 | 6,83 | 0,43 | 415 | 5,5 | 6,90 | 7,8 |
| 4 | 6,77 | 0,53 | 2229 | 5,0 | 6,90 | 7,7 |
| 5 | 7,13 | 0,41 | 161 | 5,1 | 7,20 | 7,8 |
| 1 bis 5 | 6,74 | 0,59 | 3045 | 3,6 | 6,90 | 7,8 |

Aufgrund der großen Bedeutung eines optimalen Bodenmilieus für das Pflanzenwachstum sowie für den Erhalt des Pufferungs- und Sorptionsvermögens und damit der Fruchtbarkeit des Bodens stimmen diese Ergebnisse durchaus bedenklich.

Abbildung 2 zeigt die Ergebnisse einer kreisbezogenen Auswertung der pH-Werte. Obgleich diese Form der Darstellung nur einen groben regionalen Bezug liefert, so veranschaulicht sie dennoch eine gewisse Differenzierung in Abhängigkeit vom Standort.

Bezüglich des Phosphor-Gehaltes der Böden ist zunächst festzustellen, das 79,9 % der Flächen im Untersuchungsgebiet optimal bis sehr hoch versorgt sind (Tab. 5): Beim Vergleich der Bodengruppen fallen jedoch deutliche Unterschiede auf. Während von den Flächen der Bodengruppe 1 nur 5,6 % in Gehaltsklasse B und keine in Gehaltsklasse A eingestuft wurden, liegt der gemessene Phosphorgehalt auf 33,7 % der Tonböden unterhalb des Optimums. Vergleicht man für diese Standorte den Median mit dem Mittelwert, so bestätigt sich das Ergebnis der Einstufung in die Gehaltsklassen.

Tab. 5: Einstufung der Böden nach dem Phosphor-Gehalt

| Bodengruppe | Flächenanteil (%) in Gehaltsklasse | | | | |
|-------------|------------------------------------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | 0,0 | 5,6 | 14,5 | 78,8 | 1,1 |
| 2 | 3,8 | 10,3 | 28,9 | 41,6 | 15,4 |
| 3 | 1,1 | 10,6 | 36,8 | 25,9 | 25,6 |
| 4 | 2,8 | 18,2 | 31,5 | 31,6 | 15,9 |
| 5 | 12,4 | 21,3 | 10,8 | 34,3 | 21,2 |
| 1 bis 5 | 3,2 | 16,9 | 30,6 | 32,1 | 17,2 |

Die geringen Gehalte an pflanzenverfügbarem Phosphor auf den Tonstandorten resultieren offensichtlich aus einer mangelnden Verfügbarkeit des vorhandenen Phosphors aufgrund einer alkalischen Reaktion des Bodens. Zieht man die Medianwerte aus den Tabellen 4 und 6 zu einem entsprechenden Vergleich heran, so zeigt sich eine deutliche negative Korrelation zwischen dem pH-Wert und dem Gehalt an pflanzenverfügbarem Phosphor.

Dies spiegelt sich auch in der kreisbezogenen Auswertung wider (Abb. 3). Eine Ausnahme stellt der Kreis Zeitz dar, wo niedrige pH-Werte mit geringen Phosphor-Gehalten einhergehen.

Tab. 6: Statistische Auswertung der Phosphor-Gehalte (mg P/100 g Boden)

| Bodengruppe | \bar{x} | s | n | Minimum | Median | Maximum |
|-------------|-----------|-------|------|---------|--------|---------|
| 1 | 8,98 | 2,94 | 78 | 2,8 | 8,45 | 18,0 |
| 2 | 9,92 | 5,44 | 160 | 1,4 | 8,60 | 41,3 |
| 3 | 11,39 | 11,14 | 415 | 1,0 | 8,40 | > 99,9 |
| 4 | 9,51 | 8,36 | 2229 | 0,1 | 7,80 | > 99,9 |
| 5 | 8,84 | 9,05 | 161 | 0,6 | 6,00 | 62,8 |
| 1 bis 5 | 9,73 | 8,64 | 3045 | 0,1 | 7,90 | > 99,9 |

Bei der Einstufung der Kalium-Gehalte zeigt sich, daß der weitaus größte Teil der Böden im Exkursionsgebiet optimal bis sehr hoch mit Kalium versorgt ist (Tab. 7). Dabei wird eine deutliche Differenzierung zwischen schlechter versorgten Sand- und Tonstandorten (BG 1 und 5) einerseits sowie den besser ausgestatteten mittleren Böden (BG 2 bis 4) andererseits sichtbar. Während der hohe Flächenanteil in den Gehaltsklassen A bis C bei Sandböden mit der Auswaschungsgefährdung zu erklären ist, dürften auf den Tonstandorten Sorptions- und Fixierungsprozesse die Ursache sein.

Tab. 7: Einstufung der Böden nach dem Kalium-Gehalt

| Bodengruppe | Flächenanteil (%) in Gehaltsklasse | | | | |
|-------------|------------------------------------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | 0,0 | 12,0 | 40,5 | 38,4 | 9,1 |
| 2 | 0,0 | 3,0 | 15,0 | 32,4 | 49,6 |
| 3 | 0,0 | 0,7 | 12,1 | 58,8 | 28,4 |
| 4 | 0,2 | 5,6 | 25,9 | 50,8 | 17,5 |
| 5 | 3,0 | 25,1 | 38,0 | 22,6 | 11,3 |
| 1 bis 5 | 0,3 | 6,0 | 24,4 | 48,9 | 20,4 |

Bei einem Blick auf die absoluten Gehalte (Tab. 8) relativiert sich jedoch die zuvor getroffene Aussage. Die vergleichsweise schlecht eingestufteten Tonböden haben dennoch den höchsten mittleren K-Gehalt. Hier wird die standortbezogene Bewertung der Nährstoffgehalte durch das System der Einstufung in Gehaltsklassen deutlich. Die im Vergleich zu den anderen Bodengruppen deutlich höheren Grenzwerte für die Einstufung der Tonböden tragen sowohl dem hohen natürlichen Kalium-Gehalt als auch den zu erwartenden Problemen bei einer K-Verarmung Rechnung.

Tab. 8: Statistische Auswertung der Kalium-Gehalte (mg K/100 g Boden)

| Bodengruppe | \bar{x} | s | n | Minimum | Median | Maximum |
|-------------|-----------|-------|------|---------|--------|---------|
| 1 | 10,35 | 4,55 | 78 | 3,0 | 9,50 | 24,0 |
| 2 | 21,39 | 11,38 | 160 | 5,0 | 19,00 | 63,0 |
| 3 | 20,87 | 9,68 | 415 | 7,0 | 19,00 | 71,0 |
| 4 | 20,32 | 9,55 | 2229 | 1,0 | 18,00 | 91,0 |
| 5 | 23,71 | 11,71 | 161 | 5,0 | 22,00 | 86,0 |
| 1 bis 5 | 20,37 | 9,86 | 3045 | 1,0 | 18,00 | 91,0 |

Die Auswertung der Bodenuntersuchungsergebnisse nach Kreisen offenbart ein recht diffuses Bild, so daß von einer Interpretation Abstand zu nehmen ist. Die in Abbildung 4 dazu vorgenommene Klassifizierung trägt somit informativen Charakter.

Ähnlich günstig wie bei den anderen Nährstoffen stellt sich die mittlere Magnesium-Versorgung der Böden (Tab. 9 und 10) im Untersuchungsgebiet dar. Das darf jedoch nicht darüber hinwegtäuschen, daß ein großer Teil der Sandstandorte nur unzureichende Magnesium-Gehalte aufweist (44,4 % in den Gehaltsklassen A und B). Trotz der für diese Bodengruppe niedrigeren Grenzwerte für die Einstufung reicht demnach die aktuelle Versorgung vielfach nicht aus.

Dabei zeichnet sich ein Zusammenhang zu den bereits diskutierten pH-Werten ab. Offensichtlich wirkt sich auch beim Magnesium-Gehalt die Reduzierung von Aufwendungen für Kalkungsmaßnahmen aus. Zum einen fehlen die mit Düngekalken zugeführten Magnesium-Verbindungen, andererseits geht Magnesium gerade im sauren Bodenmilieu leicht in Lösung und unterliegt somit einer erhöhten Auswaschung. Aus den Ergebnissen der kreisbezogenen Auswertung (Abb. 5) lassen sich keine weitergehenden Schlüsse ziehen.

Tab. 9: Einstufung der Böden nach dem Magnesium-Gehalt

| Bodengruppe | Flächenanteil (%) in Gehaltsklasse | | | | |
|-------------|------------------------------------|------|------|------|------|
| | A | B | C | D | E |
| 1 | 16,5 | 27,9 | 49,9 | 0,0 | 5,7 |
| 2 | 4,3 | 7,2 | 27,8 | 23,9 | 36,8 |
| 3 | 0,2 | 3,3 | 22,4 | 39,5 | 34,6 |
| 4 | 0,8 | 16,9 | 45,0 | 29,1 | 8,2 |
| 5 | 5,0 | 24,9 | 46,8 | 18,9 | 4,4 |
| 1 bis 5 | 1,3 | 15,2 | 41,4 | 29,2 | 12,9 |

Tab. 10: Statistische Auswertung der Magnesium-Gehalte (mg Mg/100 g Boden)

| Bodengruppe | \bar{x} | s | n | Minimum | Median | Maximum |
|-------------|-----------|------|------|---------|--------|---------|
| 1 | 3,83 | 2,33 | 78 | 0,5 | 3,90 | 12,3 |
| 2 | 7,40 | 3,54 | 160 | 1,6 | 6,65 | 22,5 |
| 3 | 10,79 | 4,95 | 415 | 2,4 | 10,00 | 40,0 |
| 4 | 10,19 | 3,73 | 2229 | 2,5 | 9,90 | 45,0 |
| 5 | 10,71 | 4,57 | 161 | 3,4 | 10,40 | 30,6 |
| 1 bis 5 | 9,99 | 4,11 | 3045 | 0,5 | 9,70 | 45,0 |

Zusammenfassend ist festzustellen, daß die Böden im Exkursionsgebiet zu einem großen Teil ausreichende Nährstoffgehalte aufweisen. Allerdings deutet sich bei den Untersuchungsergebnissen für die leichten Böden an, daß auf einem Teil der Flächen der Entzug von Nährstoffen nur unzureichend durch Düngungsmaßnahmen ausgeglichen wird. Dies ist nicht nur im Hinblick auf die Ernährung der Nutzpflanzen, sondern vor allem auch bezüglich der Wirkungen auf den Erhalt wichtiger Funktionen des Bodens als kritisch zu werten. Dabei kann nicht grundsätzlich davon ausgegangen werden, daß nur leichte Standorte betroffen sind. Bessere Böden können lediglich aufgrund ihrer Eigenschaften Verluste an Nährstoffen und basisch wirksamen Stoffen über eine längere Zeit hinweg ausgleichen, so daß sich die Auswirkungen einer reduzierten Bewirtschaftung erst später zeigen.

Mittlere pH-Werte der landwirtschaftlich genutzten Böden in den Landkreisen

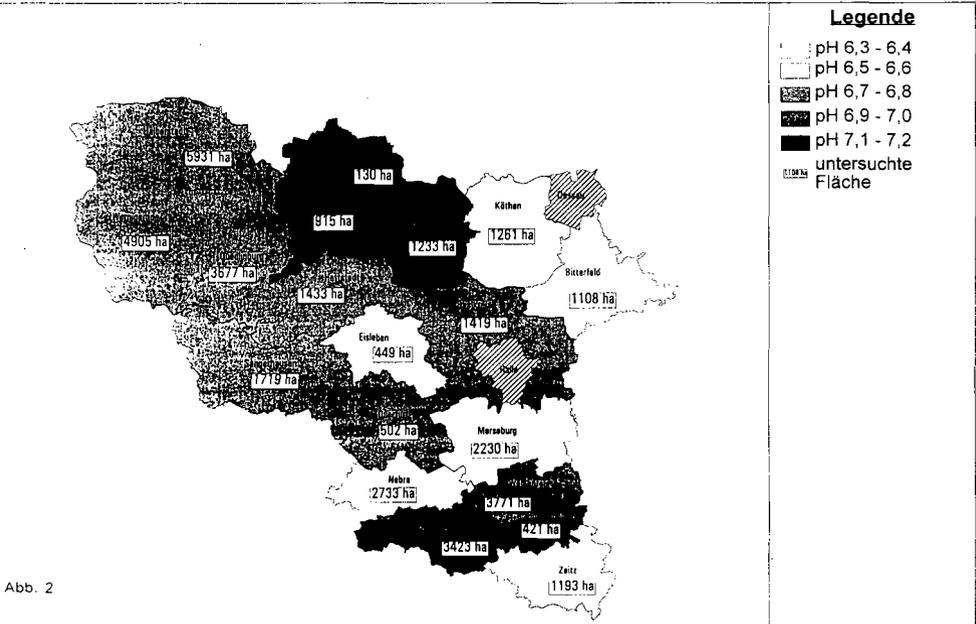


Abb. 2

Mittlere Phosphorgehalte der landwirtschaftlich genutzten Böden in den Landkreisen

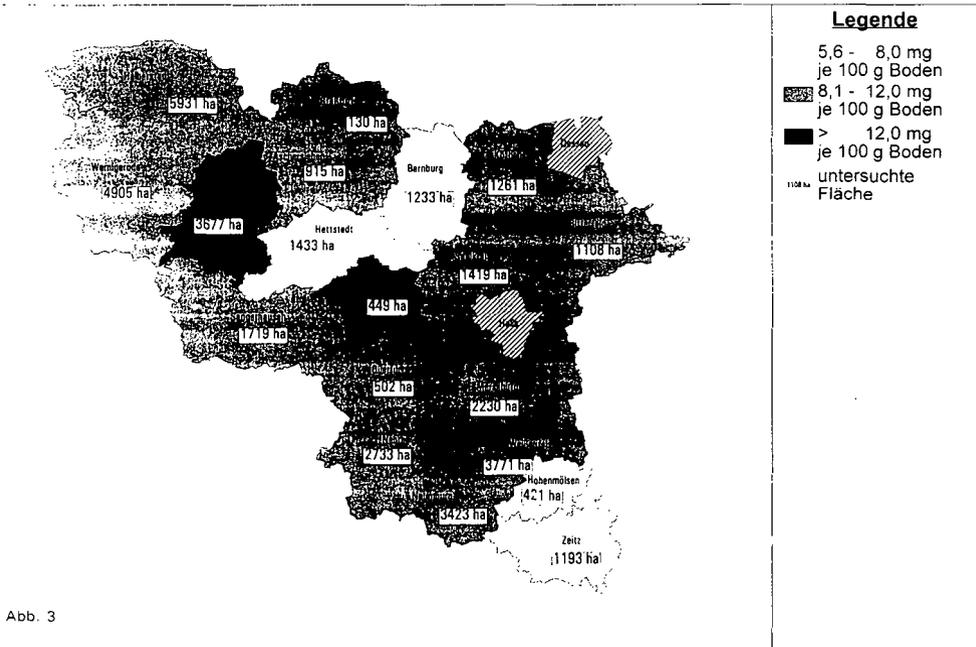


Abb. 3

Mittlere Kaliumumgehalte der landwirtschaftlich genutzten Böden in den Landkreisen

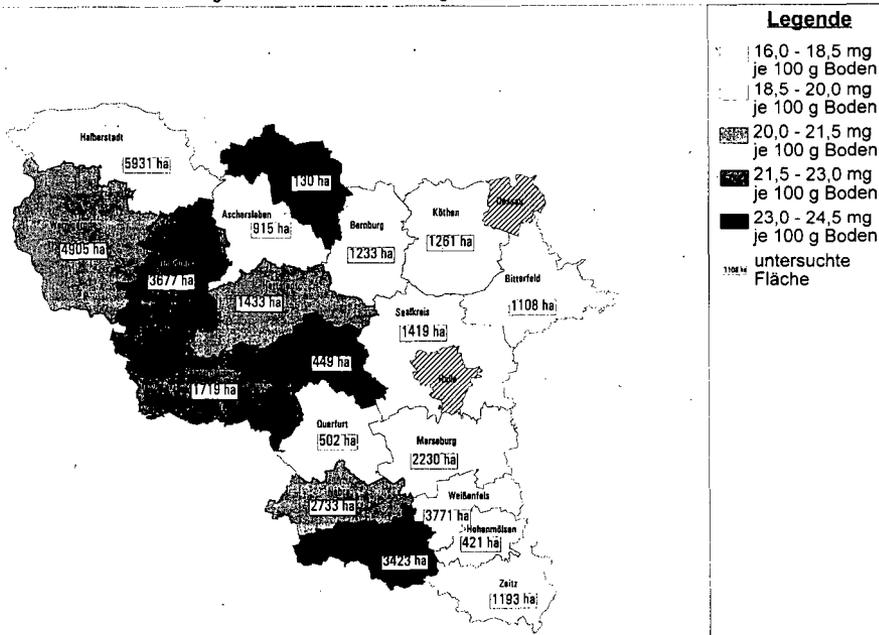


Abb. 4

Mittlere Magnesiumumgehalte der landwirtschaftlich genutzten Böden in den Landkreisen

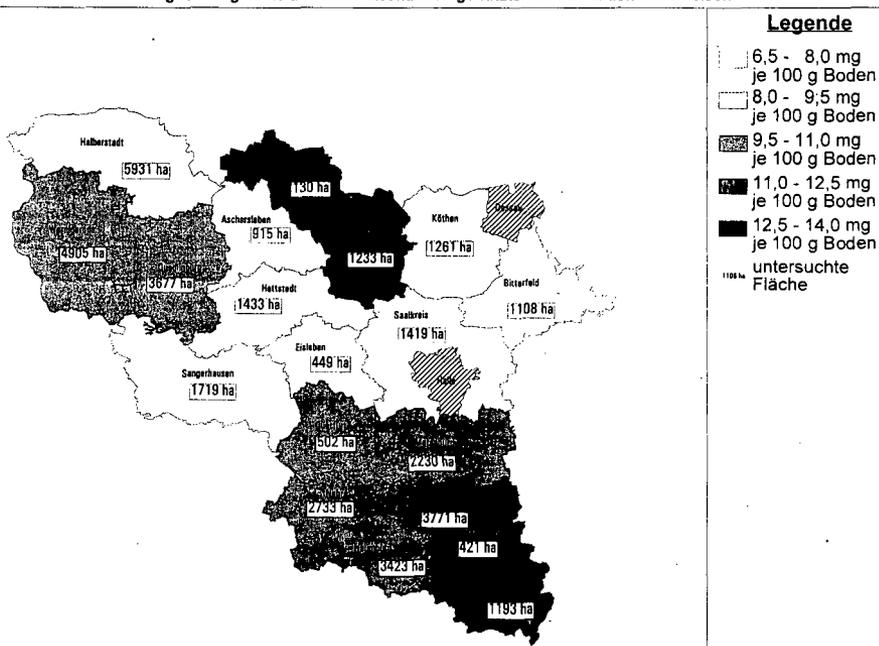


Abb. 5

Belastung der Böden im mitteleutschen Raum

von

K. Zierdt¹⁾

Die Belastungen der Böden werden durch zwei Schwerpunkte charakterisiert:

1. immer wieder vorkommende Bodenbelastungen in Industriezentren und
2. regionale Bodenbelastungen.

Die Spezifik der industriellen und landwirtschaftlichen Struktur, verbunden mit den landschaftlichen Besonderheiten der jeweiligen Region prägen großräumig die Belastungssituation der Böden in Sachsen-Anhalt. In stark industrialisierten Gebieten sind es hauptsächlich die Hütten, Halden, Emittenten und Straßen, die zu Flächenbelastungen beitragen (z.B. im Mansfelder Land). Degegen steht in ländlichen Regionen die Landwirtschaft als Verursacher großräumiger Bodenbelastungen an erster Stelle. Nicht nur durch Klärschlammaufbringungen sondern auch durch Gülle- und Fäkalienausbringung können die landwirtschaftlichen Flächen belastet sein. In den Ballungsräumen treten Emittenten (z.B. Heizkraftwerke, Einzelfeuerungsanlagen, Verkehr und Produktionsbetriebe) verstärkt als Verursacher auf.

Die Problemstoffe sind neben verschiedenen Schwermetallen Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe, Nitrate und Pflanzenschutzmittel. Allgemein wird zwischen Stoffen organischen und anorganischen Ursprungs unterschieden. Böden können durch Stäube, Säuren, Metalle, Salze, Pflanzenschutzmittel, organische Verbindungen, Radionuklide und Gase kontaminiert werden. Diese Verbindungen gelangen durch Verbrennungsprozesse fossiler Brennstoffe (Kraftwerke, Hausbrand, Otto- und Dieselmotoren), Düngung, Müllverbrennung, kerntechnische Anlagen oder als Abprodukte von Produktionsprozessen in den Boden. Im Gegensatz zu vielen organischen Schadstoffen (z.B. Phenole, Polycyclische Aromatische Kohlenwasserstoffe, Furane, Dioxine, Tenside, Pestizide u.a.), die erst durch Synthese hergestellt werden oder als Metabolite bei der Zersetzung anthropogener Stoffe entstehen, sind Schwermetalle in der Umwelt keine naturfremden Substanzen (das gilt auch für Salze, Säuren und Stäube).

Es ist von zwei Hauptbelastungsräumen im Land Sachsen-Anhalt auszugehen. An erster Stelle sollte der Raum Bitterfeld/Halle/Merseburg genannt werden. Das sogenannte Chemiedreieck umfaßt mit einer Fläche von 1680 km² rund 8,2 % der Gesamtfläche des Landes und mit 620 000 Einwohnern etwa 21 % seiner Bevölkerung. Hier ist fast die gesamte Großchemie der neuen Bundesländer angesiedelt. Daneben sind großflächige Braunkohlenabbaugebiete, wie das Geiseltal und das Revier Goitsche, lokalisiert.

Die umfangreiche energieintensive und umweltbelastende Grundstoffherzeugung in der Vergangenheit hat in der Region zu einer Umweltbelastung besonders im Boden und Grundwasser geführt.

¹⁾ CUI Consultinggesellschaft für Umwelt und Infrastruktur mbH, Eisenbahnstr. 10, 06132 Halle

Die Komplexität der Erscheinungen ist geprägt von der Devastierung der Flächen durch Braunkohle und der Kontamination der Betriebsflächen der Chemie bis hin zur Altlastenproblematik - die militärischen Altlasten eingeschlossen. Die Ergebnisse der in den letzten Jahren durchgeführten Untersuchungen zum Zustand der Region belegen, daß die ökologische Schädigung erfreulicherweise insgesamt geringer ist als erwartet.

Zur Erfassung möglicher Kontaminationen mit halogenorganischen Substanzen in den oberen Bodenschichten im Raum Bitterfeld wurden 1991/1992 die Böden in einem Gebiet mit einer Fläche von ca. 10 x 12 km rastermäßig beprobt, das durch die Gemeinde Bobbau im Norden, das Mulde-speicherbecken im Osten, den Tagebau Goitsche im Süden und einer Linie von etwa Reuden bis Roitzsch im Westen begrenzt wird. Die Bodenproben wurden auf folgende Parameter untersucht:

- Polychlorierte Dibenzodioxine (PCDD)
- Polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)
- Chlorbenzole
- Chlorphenole und
- Chlorierte Pestizide.

Die Bodenproben aus der Bitterfelder Region weisen im Vergleich zur PCDD/PCDF-Belastung in anderen industriellen Ballungsgebieten deutlich höhere Werte auf. Die Hintergrundbelastung liegt hier zwischen 20 und 70 ng TE/kg, während sie normalerweise im Bereich industrieller Standorte bis zu 20 ng TE/KG beträgt. Die Hauptbelastungsbereiche befinden sich in unmittelbarer Nähe der Chemie AG Bitterfeld/Wolfen. Die Kontamination der Randflächen des Untersuchungsgebietes entspricht der landesweiten Hintergrundbelastung. Die Gründe für die erhöhte Bodenbelastung an Dioxinen im Raum Bitterfeld sind:

- Emissionen der Chemie AG bei der Produktion halogenorganischer Pflanzenschutzmittel,
- Abwässer der chemischen Produktion und deren Verwendung für landwirtschaftliche oder gärtnerische Zwecke und
- intensive Anwendung der produzierten Pestizide in der Landwirtschaft sowie zur Unkrautvernichtung an Bahngleisen und Straßenrändern.

Die Auswertung der Bodenbelastung mit Schwermetallen im Bitterfelder Raum zeigen zwei Belastungsschwerpunkte mit hohen Schwermetallkonzentrationen, und zwar Teile des Werksgeländes der Chemie AG sowie das Überschwemmungsgebiet der Muldeau. Im Überschwemmungsgebiet der Muldeau fällt der hohe Arsengehalt der Bodenproben auf. Daneben zeigt sich eine erhebliche Quecksilberbelastung neben zum Teil erhöhten Cadmium- und Bleiwerten. Die Verbreitung der Quecksilberverbindungen weist auf eine Kontaminationsquelle innerhalb der heutigen Chemie AG hin, während Arsen, Blei und Cadmium eindeutig aus dem Uranbergbau im Erzgebirge stammen (Umweltbericht 1993 des Landes Sachsen-Anhalt).

Der zweite Schwerpunkt von Bodenbelastungen liegt im "Mansfelder Land". Wenn man vom Mansfelder Land spricht, so denkt man zunächst an Schächte und Halden. Sie stellen zwar die dominierenden Merkmale des Gebietes dar, aber zu diesem Gebiet gehören noch andere Wirtschaftszweige, die sein Aussehen mit geprägt haben. Dazu zählen vor allem die Braunkohlenindustrie um Röblingen und das Obstbaugebiet bei Eisleben.

Im Ergebnis der KatBo (Kataster großräumiger Bodenkontaminationen) - Gesamterfassung des Landkreises "Mansfelder Land" kann festgestellt werden, daß der Landkreis durch unterschiedliche Verursacher großräumiger Bodenkontaminationen belastet ist. Dabei sind das breite Spektrum

der Verursachertypen und die deutliche Prägung der bergbaulich-industriellen Nutzung des Gebietes hervorzuheben.

Unter großräumigen Bodenkontaminationen werden Flächen (ausschließlich altlastverdächtiger Flächen nach AbfG LSA) verstanden, auf denen es über die regional typische Referenzbelastung (Normalgehalt) hinaus zu signifikanten Veränderungen und Beeinträchtigungen von Stoffgehalten und Bodenfunktionen durch anthropogene Einflüsse (Veränderung der physikalisch-chemischen oder biologischen Beschaffenheit des Bodens) kommt. Nicht erst die deutlich zu erkennende Beeinträchtigung von Bodenfunktionen oder Gefahren für das Schutzgut Grundwasser oder sogar Schutzgut Mensch führen zur Ausgliederung einer Fläche als belastet, sondern die Veränderung oder Beeinträchtigung des Schutzgutes Boden selbst.

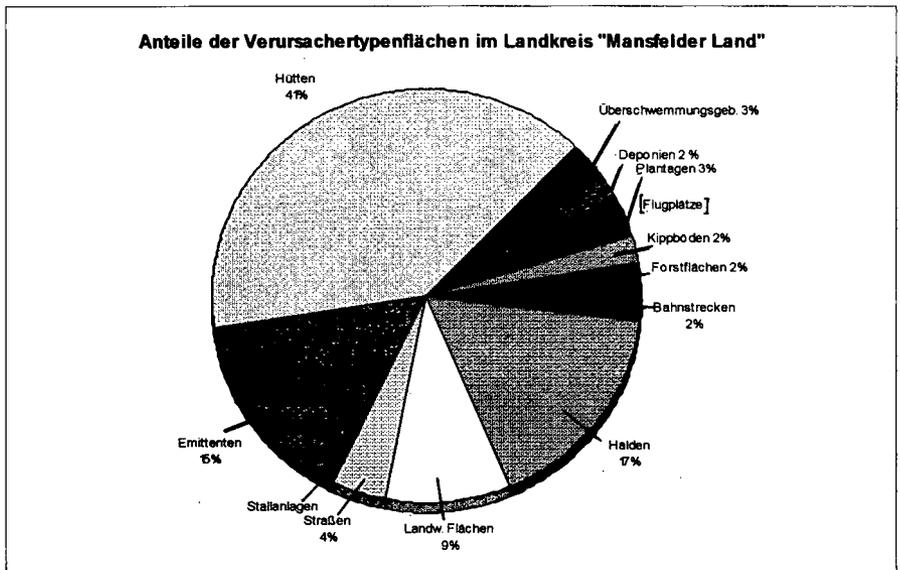
In der nachfolgenden Tabelle 1 sind die Flächenanteile der einzelnen Verursachertypen berechnet. Auffällig sind der hohe Anteil an Halden- und Hüttenflächen. Die graphische Übersicht "Anteile der Verursachertypenflächen im Landkreis "Mansfelder Land" verdeutlicht die Verteilung der Flächen auf die einzelnen Verursacher. Da im Fall der häufigen Mehrfachüberlagerungen die Flächen jeweils auch mehrfach erfaßt werden, kann die absolute Gesamtflächengröße der KatBo-Flächen nicht mit der Gesamtfläche des Landkreises gegenübergestellt werden. Unter diesem Aspekt können nur einzelne Gesamtflächenanteile der Verursacher ausgewertet werden - so sind 40 % der Gesamtfläche des Landkreises durch Emissionen der Hütten belastet. Insgesamt sind 17 % der Fläche des Landkreises durch Emissionen von Halden, ebenso 15 % der Fläche des Landkreises durch Emissionen von Emittenten 4 VO BImSchG kontaminiert.

Zusammenfassend können folgende Schlußfolgerungen zu den Belastungen der Böden in Sachsen-Anhalt gezogen werden:

- Neben den Belastungen in unmittelbarer Nähe der Emittenten sind weite Gebiete im Bereich der Hintergrundbelastung;
- Verursacher und Nutzungen prägen weitgehend das Belastungsmuster und die Belastungshöhe;
- Neben chemischen Bodenschädigungen treten großräumig physikalische Bodenschädigungen durch die Bergbautätigkeit auf.

| Verursachertyp | Flächengröße in ha |
|------------------------|--------------------|
| Bahnstrecken | 551,85 |
| Halden | 5051,93 |
| Landw. Flächen | 2874,24 |
| Straßen | 1325,92 |
| Stallanlagen | 130,95 |
| Emittenten | 4475,04 |
| Hütten | 12002,21 |
| Überschwemmungsgebiete | 914,6 |
| Deponien | 573,65 |
| Plantagen | 950,85 |
| Flugplätze | 42,5 |
| Kippböden | 668,25 |
| Forstflächen | 751,28 |
| Ges.: | 30313,27 |

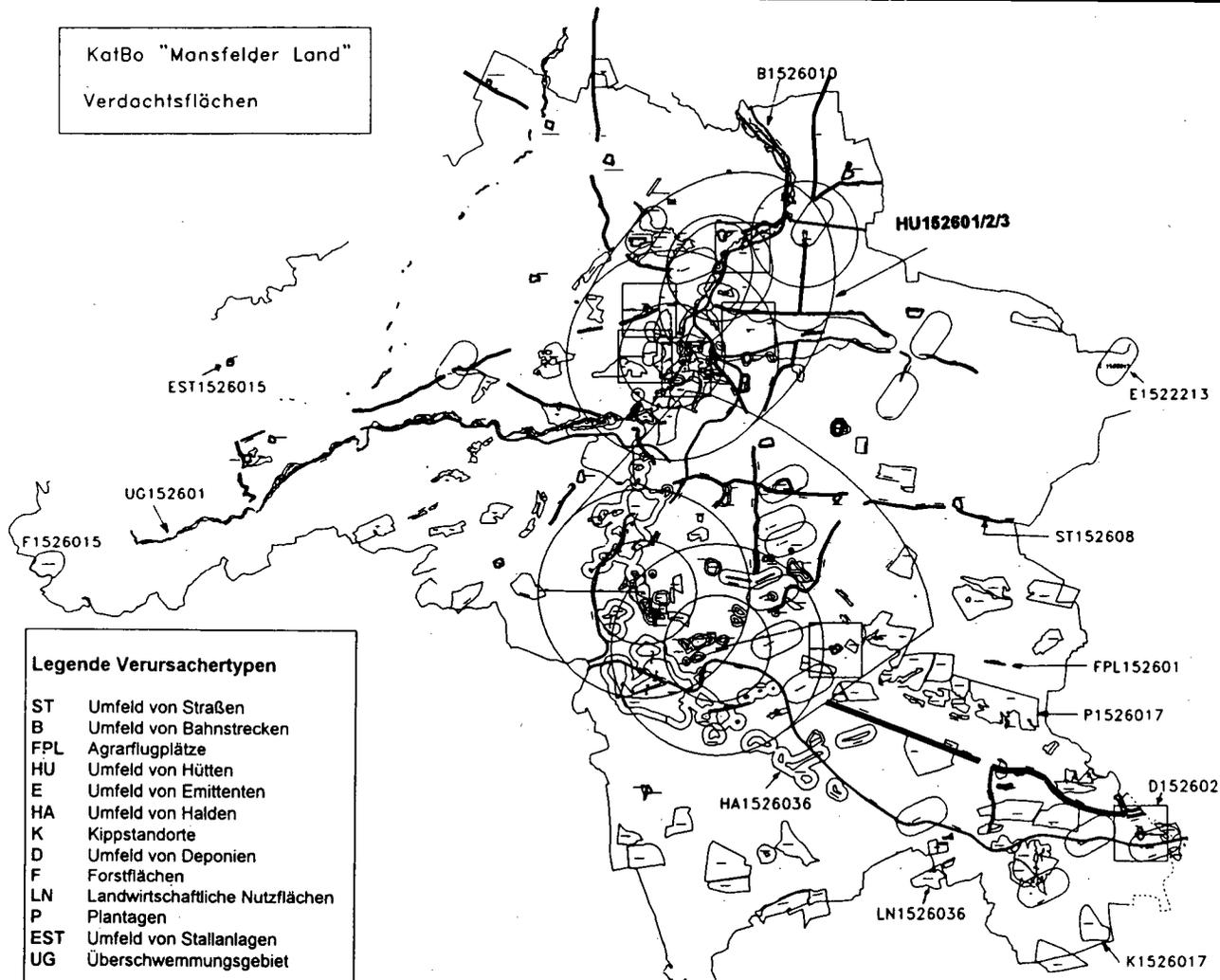
Tab. 1 : Flächenanteile der Verursachertypen - KatBo - „Mansfelder Land“

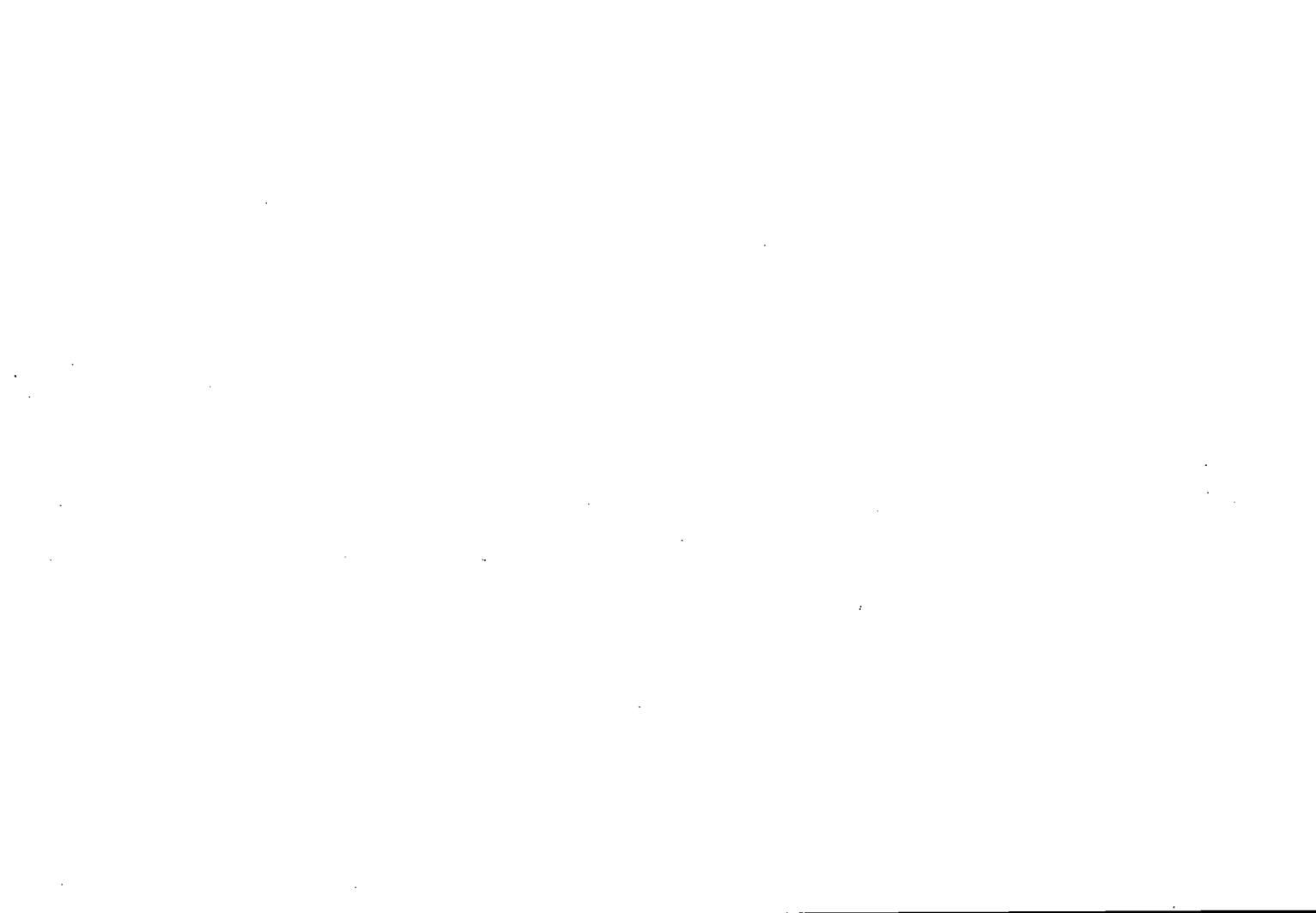


Übersicht: Anteile der Verursachertypenflächen „Mansfelder Land“

KatBo "Mansfelder Land"

Verdachtsflächen





Schwermetallgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden im südlichen Sachsen-AnhaltSchrödter, M., J. v. Lengerken und F. Holz¹

Landwirtschaft, Bergbau, Handwerk und Industrie haben im mitteldeutschen Raum eine jahrhundertalte Tradition und wirkten sich prägend auf das Landschaftsbild im Exkursionsgebiet aus. Neben den Bodenveränderungen aufgrund von Bodenbewirtschaftung, Rohstoffgewinnung und Versiegelung sind die Auswirkungen von Immissionsprozessen auf Böden von besonderem Interesse.

Die Entwicklung des Gebietes im südlichen Sachsen-Anhalt war besonders in der jüngeren Vergangenheit durch intensiven Erzbergbau und -verhüttung sowie die Entfaltung der Chemieindustrie gekennzeichnet. Das läßt vermuten, daß zumindest in bestimmten Regionen die landwirtschaftlich genutzten Böden erhöhte Schadstoffgehalte aufweisen. Mehrere Studien (z.B. [1] und [2]) befassen sich mit diesem Thema. Allerdings unterscheiden sich die Untersuchungen bezüglich der Zielstellung und des ausgewerteten Datenmaterials.

Die folgenden Ausführungen bewerten Daten zum Schwermetallgehalt landwirtschaftlich genutzter Böden und geben Hinweise zur Belastungssituation im Untersuchungsgebiet. Den statistischen Auswertungen liegen die Ergebnisse der Bodenuntersuchung nach Klärschlammverordnung (BoKls) aus dem Jahre 1993 sowie der systematischen Bodenuntersuchung (BU) aus den Jahren 1985 bis 1989 aus den Bezirken Halle und Magdeburg zugrunde. Das sind Analysenwerte von 2145 Sammelproben (0-20 cm), die von 363 Schlägen mit einer Fläche von ca. 11.000 ha gewonnen wurden.

Obwohl bei der Schwermetallanalytik zwei verschiedene Extraktionsmethoden zur Anwendung kamen, wurde das Zahlenmaterial gemeinsam verrechnet. Dies erscheint legitim, da eine vorangegangene getrennte Verrechnung der Daten Ergebnisse erbrachte, die in der Aussage vergleichbar sind. Um eine bessere Vergleichbarkeit der Schwermetallgehalte nach Extraktion mit 1,5 mol HNO₃ mit den Gehalten nach Königswasseraufschluß zu gewährleisten, wurden die Werte der BU mit den von GRÜN [2] angegebenen Faktoren nach oben korrigiert. Die Ergebnisse der statistischen Auswertungen sind unter den o.g. Einschränkungen zu werten.

Zur Bewertung der Schwermetallgehalte in den Böden wurden die Bodenwerte (BW) nach EIKMANN und KLOKE [3] herangezogen (Tab. 1). Diese Richtzahlen ermöglichen eine Einstufung von Böden entsprechend ihres Schadstoffgehaltes. Der BW I stellt die Unbedenklichkeitsgrenze dar, unterhalb derer keinerlei Risiko einer Schädigung besteht. Die Festlegung des BW II und III erfolgt unter Berücksichtigung der Nutzung. Wird der BW II als Toleranzwert nicht überschritten, so sind bei landwirtschaftlicher Nutzung keine Gefährdungen zu erwarten. Dies ist beim Erreichen des BW III (Toxizitätswert) nicht mehr auszuschließen.

¹ Landwirtschaftliche Untersuchungs- und Forschungsanstalt (LUFA) des Landes Sachsen-Anhalt, Schiepziger Str. 29, 06120 Halle

Tab. 1: Nutzungsbezogene Orientierungswerte für Schadstoffe im Boden

| Statistische Maßzahl | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Hg | Zn |
|--|----------------|----------|------------|------------|------------|-----------|------------|
| | mg je kg Boden | | | | | | |
| BW I (multifunktionale Nutzung) | 100 | 1 | 50 | 50 | 40 | 1 | 150 |
| BW II (landw. Nutzung) | 500 | 2 | 200 | 50 | 100 | 10 | 300 |
| BW III (landw. Nutzung) | 1000 | 5 | 500 | 200 | 200 | 50 | 600 |

Tab. 2: Schwermetallgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden im südlichen Sachsen-Anhalt

| Statistische Maßzahl | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Hg | Zn |
|----------------------|----------------|------------|--------------|--------------|--------------|-------------|---------------|
| | mg je kg Boden | | | | | | |
| Minimum | 0,3 | <0,01 | <0,01 | 0,2 | <0,01 | <0,01 | <0,01 |
| 25%-Quantil | 23,3 | 0,2 | 14,0 | 12,0 | 14,0 | 0,10 | 46,3 |
| Median | 26,7 | 0,2 | 21,0 | 15,6 | 19,0 | 0,10 | 54,0 |
| Mittelwert | 31,3 | 0,3 | 20,1 | 18,4 | 21,2 | 0,14 | 63,1 |
| 75%-Quantil | 32,0 | 0,4 | 26,0 | 18,0 | 28,0 | 0,11 | 66,0 |
| 90%-Quantil | 38,9 | 0,5 | 30,0 | 23,1 | 34,0 | 0,19 | 78,7 |
| 99%-Quantil | 119,5 | 1,2 | 58,0 | 83,0 | 48,0 | 0,65 | 228,5 |
| Maximum | 510,0 | 4,7 | 169,0 | 587,8 | 104,0 | 7,20 | 1292,5 |
| s | 29,4 | 0,3 | 12,0 | 28,2 | 10,4 | 0,2 | 65,5 |
| n | 2145 | 2145 | 2145 | 2145 | 2145 | 2145 | 2145 |

Die Tabelle 2 gibt die ermittelten statistischen Maßzahlen der Schwermetallgehalte in Böden wieder. Immerhin 90% der Werte liegen unter dem BW I, so daß eine uneingeschränkte Nutzung dieser Böden möglich ist. Das 99%-Quantil verdeutlicht für alle Schwermetalle außer Kupfer eine Unterschreitung des BW II. Überschreitungen des BW III, die eine landwirtschaftliche Nutzung ausschließen, sind nur für Kupfer und Zink bei ca. 0,3% der Werte zu verzeichnen. Filtert man aus dem Datenbestand die Werte des 90%-Quantils und ordnet diese den Schlägen bzw. Gemarkungen zu, so zeichnen sich deutlich die bekannten Regionen mit anthropogen, z.T. auch geogen (Mansfelder Land) bedingten erhöhten Schwermetallgehalten ab. Das sind der Bitterfelder Raum im Einzugsgebiet der chemischen Industrie und im Überschwemmungsgebiet der Mulde, der Mansfelder und Ilsenburger Raum im Einflußbereich der Buntmetallurgie sowie der Raum Karsdorf.

In den Studien im Bitterfelder [1] und Mansfelder [2] Raum kommt man zu der Aussage, daß Bodenbelastungen in den meisten Fällen nur im unmittelbaren Nahbereich der Emittenten zu verzeichnen sind. Landwirtschaftlich genutzte Flächen weisen, von kleinräumigen Besonderheiten abgesehen, aufgrund ihrer größeren Entfernung von den Emittenten kaum Belastungen auf.

Die Tabelle 3 zeigt die Ergebnisse von Untersuchungen zum Schwermetallgehalt landwirtschaftlich genutzter Böden in einigen Bundesländern [4].

Tab. 3: Mittlere Schwermetallgehalte landwirtschaftlich genutzter Böden in verschiedenen Bundesländern

| Land | Pb | Cd | Cr | Cu | Ni | Hg | Zn | Anzahl Proben |
|----------------------------------|----------------|-----|------|------|------|------|------|---------------|
| | mg je kg Boden | | | | | | | |
| Sachsen-Anhalt | 31,3 | 0,3 | 20,1 | 18,4 | 21,2 | 0,14 | 63,1 | 2145 |
| Thüringen ² | 28,0 | 0,3 | k.A. | 18,0 | 42,0 | 0,21 | 66,0 | 1435 |
| Niedersachsen ³ | k.A. | 0,4 | 20,0 | 16,0 | 24,0 | k.A. | 67,0 | 98 |
| Nordrhein-Westfalen ³ | 50,0 | 0,8 | 17,0 | 10,0 | 12,0 | k.A. | 75,0 | 554 |
| Baden-Württemberg ³ | 38,0 | 0,3 | 36,0 | 22,0 | 34,0 | 0,12 | 90,0 | 4500 |
| Hessen ³ | 25,0 | 0,1 | 39,0 | 18,0 | 38,0 | k.A. | 67,0 | 2076 |

² HNO₃-Aufschluß mit Korrekturfaktoren für Gesamtgehalte

³ keine Angabe zum Aufschluß

Der Vergleich läßt erkennen, daß zumindest in Bezug auf die mittlere Belastung der Böden Sachsen-Anhalt kein Sonderstatus zuzuweisen ist. Dies wird auch durch die hier vorgestellten Ergebnisse bestätigt. Demnach kann man nicht von einer großflächigen Belastung ausgehen.

Literatur:

- [1] Endbericht „Sanierung Muldeae“ im Auftrag des Landratsamtes Bitterfeld, ARGE Sanierung Muldeae GFE-ITU-UVE, 1993
- [2] Abschlußbericht „Umweltsanierung des Großraumes Mansfeld“ im Auftrag des Umweltbundesamtes/Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, ARGE TÜV Bayern-L.U.B., 1991
- [3] EIKMANN, T. und A. KLOKE: Nutzungsmöglichkeiten und Sanierung belasteter Böden - Eikmann-Kloke-Werte, VDLUFA-Schriftenreihe 34/1993
- [4] Tätigkeitsbericht der LUFA Thüringen 1991, S. 76



Exkursionsführer

spezieller Teil

Beschreibung der Exkursionen

Ablauf der Exkursionen

Informationen zu den Exkursionen

| <u>Inhalt</u> | Seite |
|---|-------|
| <u>Überblick zu den Exkursionen</u> | 92 |
| <u>Gänztagesexkursionen</u> | |
| Exkursion A | 95 |
| Exkursion B | 125 |
| Exkursion C | 155 |
| Exkursion D | 207 |
| Exkursion E | 229 |
| Exkursion F | 279 |
| Exkursion G | 311 |
| <u>Halbtagesexkursionen</u> | |
| Exkursion H | 339 |
| Exkursion I | 373 |
| Exkursion K | 391 |
| Exkursion L | 407 |

Überblick zu den Exkursionen (M. Altermann)

Während im allgemeinen Teil des Exkursionsführers der mitteldeutsche Exkursionsraum aus der Sicht verschiedenster Fachbereiche vorgestellt wurde, folgen im speziellen Teil die Profilbeschreibungen und Analyseergebnisse der Exkursionsprofile, detaillierte Informationen zu den Exkursionen sowie Diskussions Schwerpunkte und Interpretationen.

Das Exkursionsgebiet befindet sich in den Bundesländern Sachsen-Anhalt, Freistaat Sachsen und Thüringen. Verschiedenste Institutionen aus den drei Ländern sind an der Durchführung und Gestaltung der Exkursionen beteiligt.

Der mitteldeutsche Raum ist nach seiner Naturausstattung ein sehr differenziertes Gebiet, und die Exkursionen führen in unterschiedliche Landschaften: Dübener Heide (A), Thüringer Becken (B), Harz (C), Lützen-Hohennölsener Platte (Zeititz-Weißenseer Braunkohlenrevier: D), Mitteldeutsches Trockengebiet/Schwarzerdegebiet (E), Bergbaufolgelandschaft südlich Leipzig (F), Ostthüringisches Uranerzabbauggebiet (G), Industrieregion Bitterfeld (H), Raum Halle - Leipzig (I, K, L).

Dabei werden für die einzelnen Räume typische Böden vorgestellt, Genese und Eigenschaften der Böden und Bodengesellschaften diskutiert sowie Probleme der Bodennutzung und des Bodenschutzes in die Betrachtungen einbezogen. Die Schwerpunkte der einzelnen Exkursionen sind durchaus unterschiedlich gesetzt, worin sich wiederum die Vielfalt des Exkursionsraumes und seiner Probleme ausdrückt.

Durch Industrieimmission geprägte und veränderte Böden im mitteldeutschen Raum werden exemplarisch durch die Exkursion A in der Dübener Heide und H im Bitterfelder Raum vorgeführt. Konkrete Untersuchungen zum Zustandswandel derartiger Böden stehen bei der Exkursion A im Vordergrund. Bei der Exkursion H werden solche Böden in Bitterfeld und in der Mudeaue gezeigt und auch Fragen der Sanierung dieser Standorte erörtert.

Methoden und Durchführung des Boden- und Wassermonitorings und des Bodenschutzes behandeln mehrere Exkursionen: B im Thüringer Raum, F in der Bergbaufolgelandschaft und K im Raum Leipzig. Die Bodennutzung - unter veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen - bilden u.a. in den Exkursionen C (Harz) und E (Schwarzerdegebiet) einen Schwerpunkt. Die Nutzung polyfunktionaler Mittelgebirgslandschaften, Aufgaben des Naturschutzes und Gewässerschutzes (Trinkwasserschutz) in diesen Räumen sind weiterhin Themen der Exkursion C (Harz).

Fragen der Bodenentwicklung in Abhängigkeit von den Ausgangsgesteinen (Deckschichten) stehen u.a. in der Exkursion C im Mittelpunkt der Betrachtungen, während in der Exkursion E die Ausbildung, Genese und der Schutz der Schwarzerden sowie der Bodenwechsel im Loßgebiet eine zentrale Rolle spielt.

Die Mitteldeutschland prägenden Bergbauggebiete und Bergbaufolgelandschaften beinhalten mehrere Exkursionen mit verschiedenen Schwerpunkten. In den Exkursionen D und F werden die Braunkohlenabbauggebiete des Zeititz-Weißenseer Reviers sowie des Raumes südlich von Leipzig in ihrer gesamten Komplexität vorgestellt. Dabei stehen jeweils die Abbausituation, die Kohleförderung, die Bodenbildung auf den Kippen sowie die Folgenutzung der Kippenflächen im Mittelpunkt. Die Exkursion G führt dagegen in die Bergbaufolgelandschaft des ostthüringischen Uranerzabbauggebietes, wo u.a. Sanierungsprobleme und die Halde rekultivierung im Vordergrund stehen.

Die Exkursionen I und K präsentieren Versuchsfelder und Versuchsstationen im Raum Halle - Leipzig. Mit der Exkursion L werden Böden aus dem Stadtgebiet von Halle vorgestellt.

Eine Übersicht der Exkursionsrouten vermittelt die Abb. 1.

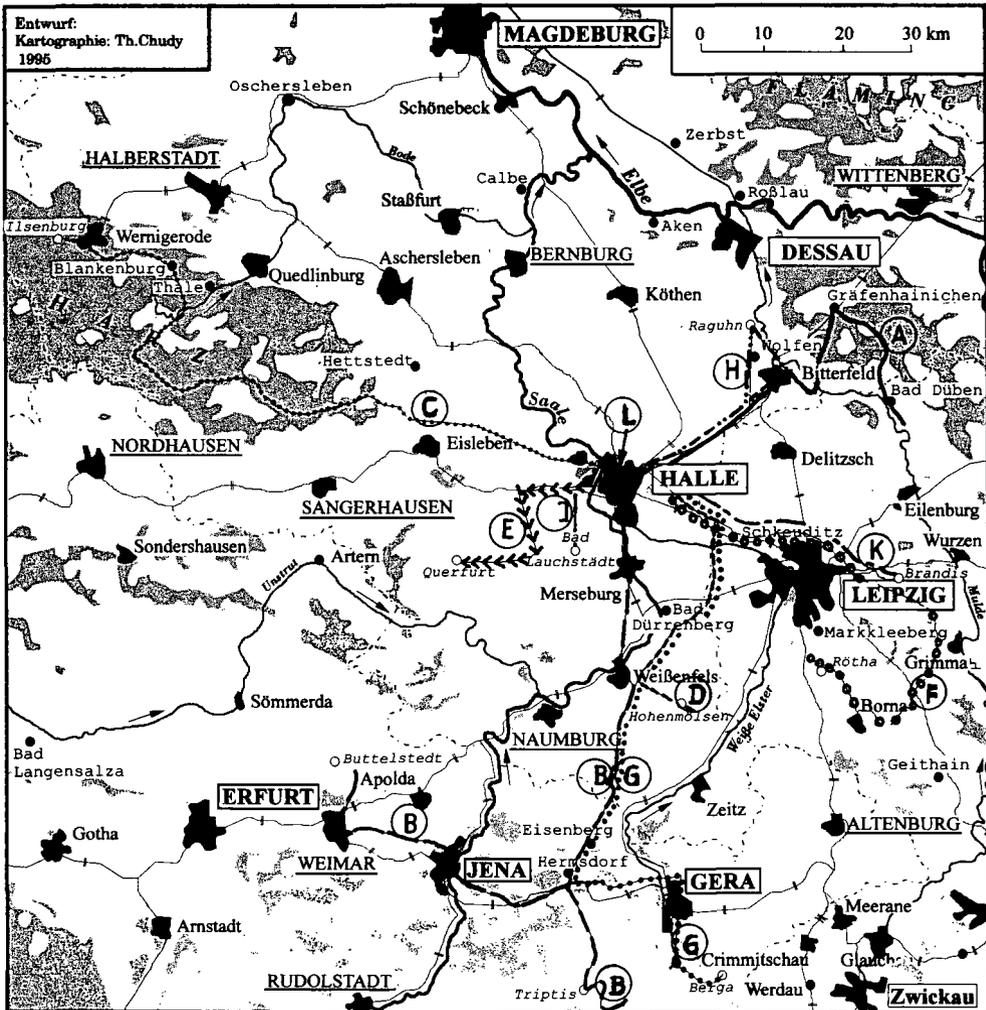


Abb. 1: Die Exkursionsrouten zur DBG-Tagung Halle/Bad Lauchstädt 1995



Exkursion**A****Dübener Heide**

von

A. Konopatzky¹⁾, D. Kopp²⁾, G. Heymann³⁾, S. Kohler³⁾, G. Kümmler⁴⁾, C. Freyer⁵⁾

mit Beiträgen von

Licht, Bendix, Zimmermann, Nebel

Thema:**Bodenzustandswandel forstlich genutzter Standorte des Immissionsgebietes Dübener Heide und seine Erfassung über die forstliche Boden- und Standortskartierung**

| <u>Inhalt:</u> | Seite |
|--|--------------|
| 1. Exkursionsroute..... | 96 |
| 2. Naturräumliche Einordnung, Geologie und Böden des Exkursionsgebietes..... | 96 |
| 3. Flächenkomplex 1..... | 100 |
| 4. Flächenkomplex 2..... | 107 |
| 5. Flächenkomplex 3..... | 111 |
| 6. Flächenkomplex 4..... | 115 |
| 7. Flächenkomplex 5..... | 120 |
| 8. abweichende Labormethoden, Literatur..... | 124 |

¹⁾ AG Standortserkundung der Landesanstalt f. Forstplanung, Potsdam, Eberswalde

²⁾ Eberswalde;

³⁾ Sächsisches Landesamt für Forsten, Graupa

⁴⁾ Forstplanungsamt Sachsen-Anhalt, Gernrode-Haferfeld

⁵⁾ Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam

Exkursion A :

Bodenzustandswandel forstlich genutzter Standorte des Immissionsgebietes Dübener Heide und seine Erfassung über die forstliche Boden- und Standortkartierung

Exkursionsführung : **A. Konopatzky, D. Kopp, G. Heymann, S. Köhler, G. Kümmel, C. Freyer;**
sowie die Forstamtsleiter : Herr Licht (Bitterfeld), Dr. Bendix (Tornau),
Dr. Zimmermann (Falkenberg), Herr Nebel (Doberschütz)

Außenaufnahmen : 1967 - 77 : G. Heymann, H. Karst, S. Köhler, H. Lieber, J. Zittwitz
1986 - 89 : J. Herpel, G. Heymann, H. Karst, W. Katzschner, S. Köhler,
A. Konopatzky,
1992-94 : S. Conrad, A. Konopatzky, W. Schaschek

Zusammenstellung u. Text : A. Konopatzky

- 1. Exkursionsroute :** Die Exkursion führt entlang eines klassischen Immissionsgradienten (SO₂, basische Kraftwerksflugstäube), beginnend in Burgkernitz nordöstlich von Bitterfeld weiter ostwärts, in den weitgehend geschlossenen Waldkomplex der Dübener Heide (vgl. Darstellung 1). Jeder der **5 Flächenkomplexe** besteht aus meist 2 Einzelflächen, die unterschiedliche Aufnahmezeitpunkte repräsentieren und sich zu einem Gesamtbild der Bodendynamik in der näheren Umgebung ergänzen (einzelne Kürzungen aus Zeitgründen sind möglich).
Fahrstrecke : Halle (Busbahnhof) - Bitterfeld - Burgkernitz - Zschornowitz - Gröbern - Hohenlubast / Schköna - Söllichau - Bad Dübener Heide - Laußig - Halle.

2. Naturräumliche Einordnung, Geologie und Böden des Exkursionsgebietes :

Das Exkursionsgebiet grenzt einen Teil des nordostdeutschen Altmoränenlandes gegen das südlich daran anschließende Sächsische Lößhügelland ab. Es liegt eingebettet zwischen dem Mittellauf der Elbe (Abschnitt Torgau - Wittenberg - Dessau) und dem Unterlauf der Mulde (Abschnitt Eilenburg - Bad Dübener Heide - Bitterfeld - Dessau) im Grenzgebiet des östlichsten Sachsen-Anhalt zu Sachsen. Die Dübener Heide steigt als Terrassen-, Sander-, Grund- und Stauchmoränenlandschaft meist sanft von ca 70- 80m (Elb- und Muldetalniveau) auf im Mittel ca 170 m im Raum Schköna - Bad Schmiedeberg an. Die höchste Erhebung liegt bei 193 m üNN ca 4 km östlich von Schköna im Gebiet des saalezeitlichen Stauchmoränenzuges.

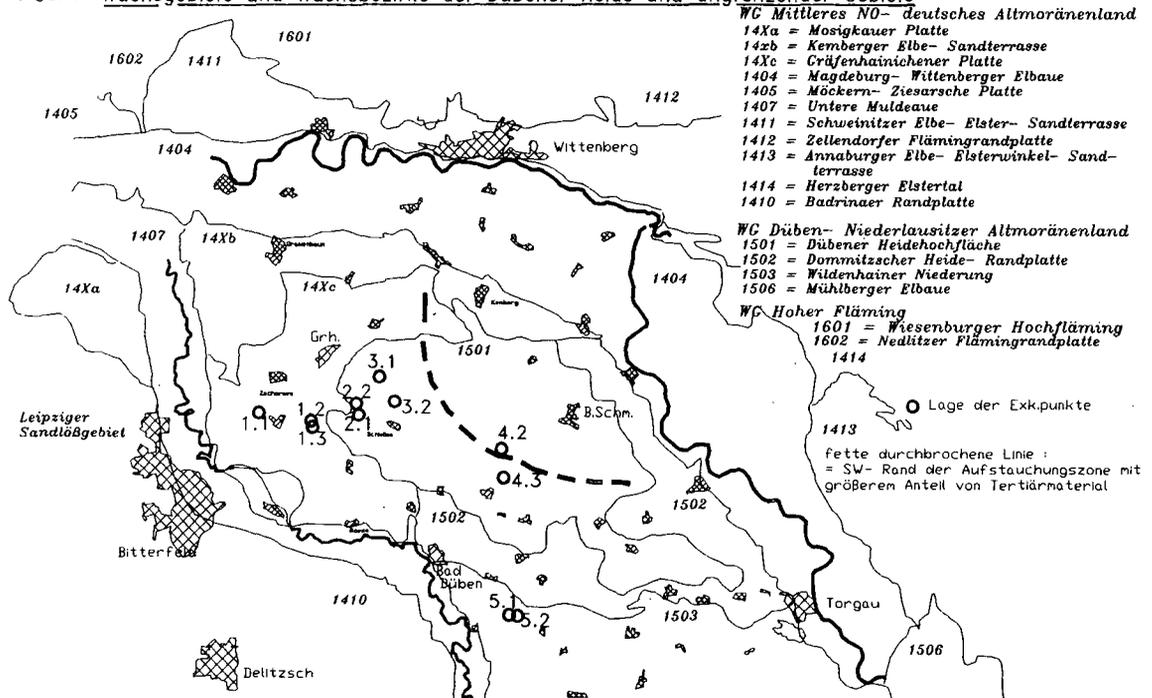
Nach der Ausgrenzung der Forstlichen Standorts- und Naturraumkartierung gliedert sich die Dübener Heide in **6 chorische Naturraumeinheiten** ("Wuchsbezirke"). In der Abfolge von NW nach SO sind dies (vgl. Abb.1) :

- der Ostteil der *Kemberger Elbe-Sandterrasse* : besteht vorwiegend aus weichselzeitlichem Talsand des Elbe-Urstromtales (südliches Material) ; teilweise mit (meist jüngeren) Dünenbildungen. Bodengesellschaften aus podsöiligen Sand-Braunerden, Sand-Gleybraunerden sowie Gleypodsolon und verschiedenen Grundgleyen herrschen vor ; in den Jungdünengebieten treten schwach entwickelte Sand-Podssole und Sand-Ranker häufig auf.

- die *Gräfenhainicher Platte* : ist dominiert von dem saalezeitlichen, zum Drenthe-Substadium gerechneten Sandergebiet, das dem zugehörigen Stauchmoränenbogen westlich vorgelagert ist. Sie stellt den unteren Teil des Westanstiegs der Dübener Heide dar (von ca 85 auf bis zu ca 120 m). An mehreren Stellen wird sie von mergelführenden saalezeitlichen Moränenablagerungen oder verschiedenen aufgestauchten Tertiärsedimenten unterbrochen. Die Bodengesellschaften sind von Sand- und Bändersand-Braunerden dominiert, letztere oftmals mit leichten Stauvergleyungen. Die tief gelegenen Teile weisen auf größerer Fläche Gleybraunerden und Grundgleybildungen (bis zu Moorgleyen) auf. Das Relief ist meist wenig bewegt.

- Die *Dübener Heidehochfläche* bildet den am höchsten gelegenen Zentralteil des Untersuchungsgebietes. Sie besteht aus einem westlichen, vorwiegend sanderartigen und mäßig bewegten Teil aus überwiegend saalezeitlichem Sediment sowie einem östlichen Teil, der als Stauchmoränenbildung einen kleinräumigen Wechsel der saalezeitlichen Geschiebesande mit aufgestauchtem,

Abb.1 Wuchsgebiete und Wuchsbezirke der Dübener Heide und angrenzender Gebiete



off kohleführendem, Tertiärmaterial unterschiedlicher Körnung aufweist. Das Relief ist hier meist stärker bewegt.

Die Bodenausstattung wird von den großflächig auftretenden Sand- Rostpodsolon und podsoligen Sand- und Bändersand- Braunerden in engräumigem Wechsel mit Stau- und Grundgleyen, bis hin zu Moorbildungen in Senken- und Kessellagen bestimmt.

- Die *Dommitzcher Heide- Randplatte* schließt die Heidehochfläche als Sanderbildung nach Süden und Osten hin ab. Sie fällt von ca 130 auf 110 m ab. Das Relief ist meist wenig bewegt. Die Bodenausstattung entspricht derjenigen der Gräfenhainicher Platte.

- Die *Wildenhainer Niederung* (ca 90...110m üNN) besteht aus der weichselzeitlichen Niederterrasse der Mulde im Westteil und ausstreichenden saalezeitlichen sanderartigen Bildungen mit eingeschlossenen Moorniederungen im Mittel- und Ostteil. Dominierende Böden sind im unvermoorten Teil Sand- Braunerden sowie Sand- Gleybraunerden sowie verschiedene Grundwassergleye.

Klima: Im Untersuchungsgebiet liegt ein vor allem mit der Höhendifferenzierung verbundener Klimagradient. Die mittlere Lufttemperatur liegt bei 8,5 bis 9°C, im Mai bis September bei 16- 17 °C in den tieferen Sander- und Talsandbereichen und bei 15-16°C im höher gelegenen Teil der Dübener Heide (oberhalb ca. 95m). Die Niederschläge betragen im Bereich der Dübener Heidehochfläche 600-700 mm/a, in den tiefer gelegenen Teilen 500- 600mm. Davon entfallen jeweils ca 50% auf den Zeitraum von Mai bis September (alles Meßperiode 1901 - 1950, nach einem Entwurf von H.G. KOCH aus HEYMANN et. al. 1969).

Vegetation: Auf den vorherrschenden grundwasserfernen Standorten ziemlich armer bis mittlerer Stamm- Nährkraft der Dübener Heidehochfläche werden hainsimsenreichere Traubeneichen- Buchen- bis Buchenwälder als potentiell natürliche Vegetation angesehen. In den tiefer gelegenen Teilen ist auf vergleichbaren Standorten nach SCAMONI (1960, aus HEYMANN et. al. 1969) ein Traubeneichen- Buchenwald (mit schwächerem Übergang zum Buchenwald und größeren Anteilen von Winter-Linde und Hainbuche) zu erwarten.

Die naturnäheren Waldbestände haben sich fast ausschließlich in den höher gelegenen schwach besiedelten Teilen der Dübener Heide erhalten. Alle anderen Gebiete wurden seit Jahrhunderten bis teilweise zum Beginn der 60-ger Jahre des 20. Jahrhunderts durch Streunutzung, Waldweide und übermäßige Holznutzung in ihren Oberbodenzuständen so stark degradiert, daß hier hauptsächlich Kiefernforsten stocken, die jedoch heute teilweise wieder einen dichten Unterstand aus künstlicher oder natürlicher Laubholzverjüngung aufweisen.

Immissionssituation und Waldschäden: Die Dübener Heide gilt als klassisches Rauchschaadgebiet. Die Emissionen stammen vor allem von den teilweise bereits zwischen 1870 und 1914 in Betrieb gegangenen westlich (luvseitig) angrenzenden Industriezentren Bitterfeld / Wolfen (Kraftwerke, Chemieindustrie), Muldenstein, Zschornowitz und Vockerode (Kraftwerke) und Wittenberg / Piesteritz (Stickstoffdüngerproduktion, Kraft- und Heizwerk).

Die Immissionen in den Waldkomplex waren bis ca 1970 durch SO₂ und basische Kraftwerksflugstäube aus der Braunkohlenverbrennung, danach auch zunehmend durch die Stickstoffeinträge des Werkes Piesteritz, der intensiven Landwirtschaft und der Intensiv-Tierhaltung bestimmt.

Die dadurch ausgelösten Bodenzustandsveränderungen (Aufbasung nach vorausgegangener extensiver Übernutzung, später einsetzende Stickstoffeutrophierung und eine Rückversauerung / Entbasung infolge verringerter Staubeinträge bei weiterhin starkem SO₂- Einfluß) sowie ihre Erfassung über die forstliche Boden- und Standortskartierung sind das Hauptthema der Exkursion. Der durch Bodenanalysen belegte Zeitvergleich umfaßt die Jahre von 1967 bis 1994.

Als **Besonderheiten des Verfahrens der Forstlichen Boden- und Standortskartierung im Nordostdeutschen Tiefland** sind vor allem die getrennte Erfassung von stabilen Bodeneigenschaften ("*Stamm- Eigenschaften*") und Oberboden- *Zustandseigenschaften* ("*Humusformen*") im topischen Maßstab zu nennen. Die Kartierung der Stamm- Eigenschaften beinhaltet u.a. eine komplette Bodenformenaufnahme, mit Verfeinerungen nach weiteren wichtigen Naturraumerkmalen (nach Typuslokalitäten auch "*Lokal- Bödenformen*" genannt, aber überregional verwendet): z.B.

Abb. 2

Nährkraftstufen der Humusform bei Disharmonie zwischen Stickstoff -und Säure-Basenstufe (Fass. April 1994)

| Stickstoffstufe nach Nc% C/N im O-Horizont | | Symbol | Säure-Basenstufe nach V-Wert % (obere Zahlen) und pHKCL (untere Zahlen) im O-Horizont | | | | | |
|---|--------------|--------|---|---------------------------------------|----------------------------|---|----------------------------|----------------------------|
| | | | > 64 | 66...44 | 46...28 | 32...18 | 20...11 | < 13 |
| | | | > 6,0 | 6,3...4,8 | 5,0...4,0 | 4,2...3,2 | < 3,6 | < 3,4 |
| | | | S y m b o l | | | | | |
| | | | b8 s. basenreicher (sehr hoch gesättigter) | b7 basenreicher (hoch gesättigter) | b6 zieml. basenreicher | b5 mäßig basenhaltiger (mäßig gesättigter) | b4 zieml. basenarmer | b3 sehr basenarmer |
| 10,4 ... 8,4 | 9,6 ... 11,9 | | | | | | | |
| 8,6...6,8 | 11,6...14,7 | n7 | Mull | Mull | Mull | Mull | | |
| 7,0...5,4 | 14,2...18,5 | n6 | mull-artiger Moder | mull-artiger Moder | mull-artiger Moder | mull-artiger Moder | mull-artiger Moder | |
| 5,6...4,2 | 17,8...23,8 | n5 | Moder | Moder | Moder | Moder | Moder | Moder |
| 4,4...3,2 | 22,7...31,2 | n4 | roh-humus-artiger Moder | roh-humus-artiger Moder | roh-humus-artiger Moder | roh-humus-artiger Moder | roh-humus-artiger Moder | roh-humus-artiger Moder |
| 3,4...2,4 | 29,4...41,6 | n3 | Roh-humus | Roh-humus | Roh-humus | Roh-humus | Roh-humus | Roh-humus |
| < 2,6 | > 38,4 | n2 | Mager-roh-humus | Mager-roh-humus | Mager-roh-humus | Mager-roh-humus | Mager-roh-humus | Mager-roh-humus |

1) Die Felder der mit aufgeführten Humusformen mit Harmonie zwischen Stickstoff- und Säure-Basenstufe wurden eingerahmt. Rechts davon stehen (schattiert) die Humusformen mit disharmonischer Basenunterversorgung.

Körnungsfeinheiten des Oberbodens, Kalktiefe, lithochemische Serienzugehörigkeiten, Mächtigkeit wichtiger Horizonte (vgl. auch KOPP u. SCHWANECKE 1994).

Die Oberbodenzustandsformen ("Humusformen" der Standortserkundung) lehnen sich locker an die morphologischen Humusformen an, sind jedoch durch chemische Merkmale der Humusauflage (C/N-Verhältnis und V-Wert nach KAPPEN-ADRIAN, vgl. **Humusformenschema** in **Abb. 2**) und eine Oberbodenfeuchtestufe definiert. Die flächige Aussage erfolgt in der Kartierung über ökologische Artengruppen der Bodenvegetation, die nach den Analysenwerten gruppiert sind, in Verbindung mit pflanzensoziologischen Gesichtspunkten.

Sich unter Immissionsfernen, aber oft nutzungsbedingt herbeigeführten, Bedingungen einstellende Relationen von Basensättigung und Stickstoffstatus werden als "**harmonische**" **Oberbodenzustände** bezeichnet.

Die **Belastungszonierung** im Ausgangszustand zur Mitte der 60-er Jahre wird hinsichtlich des SO₂ und der damals außerordentlich starken Rauchschäden an Kiefernbeständen vor allem durch die Arbeit von LUX (1965) deutlich: Es handelte sich um eine deutliche, konzentrisch von den Emittenten zwischen Bitterfeld und Zschornewitz ausgehende Belastung.

Anhand der Oberbodenzustandskartierung von 1967 (Erstbeprobung der Exkursionspunkte) zeigte sich diese Belastungszonierung durch das Auftreten disharmonisch basenübersättigter Humuszustände als **Aufbasungszonierung**, da die SO₂-Einträge von basischen Kraftwerksflugstäuben begleitet werden (vgl. KÖHLER u. LIEBER, 1968 sowie HEYMANN u. Mitarb. 1966/67-69). Zu diesem Zeitraum dominierten in den Kiefernforsten noch stickstoffärmere Oberbodenzustände.

Nach einer Zweiterhebung an alten Bodenprobestellen in den Jahren 1988 bis 1993 ergaben sich hinsichtlich der Basensättigung deutliche **Entbasungen bzw. Rückversauerungen und Anstiege der Stickstoffgehalte des Auflagehumus**. Diese ließen sich ebenfalls in Zonen gliedern, die mit dem jüngeren Immissionsgeschehen verbunden sind. (HERPEL 1991, KONOPATZKY 1995, vgl. auch **Abb. 3**). Die im humosen Oberboden nachweisbaren Entwicklungen haben sich bereits in den Unterböden der sandigen Substrate bemerkbar gemacht.

3. **Flächenkomplex : 1** (Zschornewitz - Burgkernitz - Gröbern) : im unmittelbaren Einflußbereich der Kraftwerke Zschornewitz, Muldenstein und des Industriezentrums Bitterfeld

Wuchsbezirk : Gräfenhainichener Platte ; Makroklimaform 'gamma' (trocken)

Belastungssituation :

- ♦ Rauchschatzzone von 1965 : 1a = stärkste Schäden an Kiefern- Beständen
- ♦ Aufbasungszone von 1967 : 1 (sehr stark aufgebast)
- ♦ Versauerungszone von 1989 : 1 (schwacher Rückgang der Aufbasung)
- ♦ N- Eutrophierungszone von 1989 : 1 (schwache Zunahme der N- Stufe)

Fläche : 1.1 (= 223) :

Lage : FA Bitterfeld, Rev. Dachsberg, Abt. 459a7

Geologie : saalezeitliche sanderartige Hochfläche, stellenweise über saalezeitlichem Geschiebelehm (Drenthe- Stadial)

Relief : glatte Ebene; 90 m üNN

Bodenklassifikation :

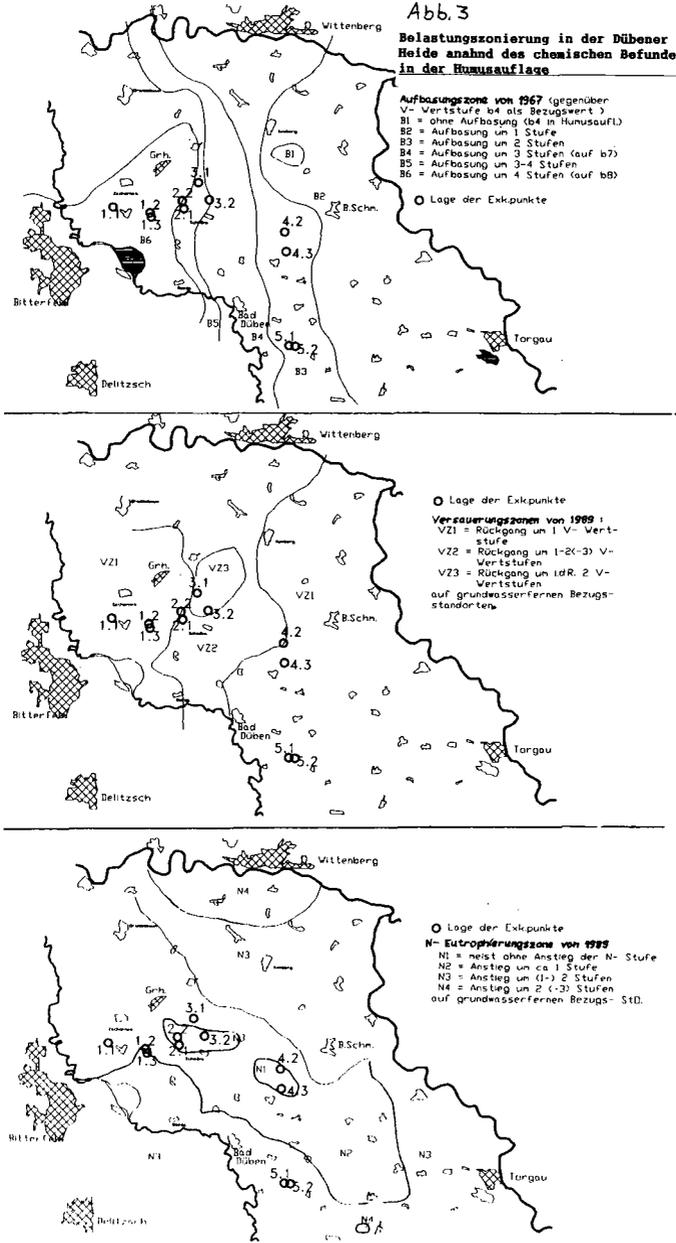
- ♦ FAO : luvic (albic) Arenosol
- ♦ DBG : Braunerde aus Geschiebesand über Lehm
- ♦ Standortskartierung : Nedlitzer Sand- Braunerde, lehmunterlagert

Grund- und Stauwasserstufe : 7 ; grundwasserfern

Humusform (morphologisch) : (1989) : feinhumusarmer Moder mit starkem Einfluß der Regenwurmtätigkeit

Abb. 3

Belastungszonierung in der Dübener Heide anhand des chemischen Befundes in der Humusaufgabe



Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysentabelle) : Staunässemerkmale im Lehmkörper ; Bv- Untergrenze mit Anreicherung z.T. größerer Steine

forstliche Stamm- Standortgruppe : M2+ ; = mäßig frisch, mäßig nährstoffhaltig , mit wachstumsfördernder Schicht im Untergrund

Baumbestand : stärker aufgelichteter Kiefern- Reinbestand im Oberstand; 2. Baumschicht u.a. mit Birke, Steleiche und Eberesche

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Altzustand vor Einsetzen der Aufbasung : mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b4,n4) oder stickstoffärmere Form
- ♦ 1967 : mäßig frischer, sehr hoch basengesättigter Rohhumusartiger Moder (b8, n4) - an der Grenze zum Moder- Bereich .

Bodenvegetation aus Baldrian- Sandrohr- Ausbildung der Hartriegel- Dürrwurz- Formengruppe mit zahlreichen Basen- und Störungszeigern (Dürrwurz- Alant, Gemeiner Schneeball, Blutroter Hartriegel, Wald-Erdbeere, Schafgarbe, Wald- Weidenröschen, Huflattich, Kohl- Kratzdistel, Wilde Möhre) .

- ♦ 1989 (- 94) : mäßig frischer, hoch basengesättigter Moder (b7,n5)

leichte Erholung des Kiefernoberstandes und Ausbildung einer 2. Baumschicht sowie weitere Entfaltung der üppigen Strauchschicht ; Rückgang des Sandrohrs und Ausfall einiger Basenzeiger (Dürrwurz, Huflattich, Schafgarbe , Wilde Möhre) , Zunahme basenindifferenterer Arten : Nabelmiere, Schattenblümchen, Maianthemum bifolium , jetzt Hartriegel- Waldzwenken- Form (zu Wicken- Glatthafer- Formengruppe)

- ♦ 1994 : mäßig frischer, hoch basengesättigter (an Grenze zu ziemlich hoch basengesättigtem) Mullartigem Moder

Düngung : ohne

Interpretation : Im Altzustand von 1967 lag eine erhebliche Aufbasung des Oberbodens durch die basischen Staubeinträge von den nahegelegenen Kraftwerken Zschornowitz , Muldenstein und Bitterfeld vor . Die ehemaligen (vorindustriell) basenärmeren Ausgangszustände lassen sich noch aus dem starken Aufbasungsgefälle zwischen Humusauflage und Bv- Horizont 1967 erkennen . Der Unterbodenzustand zeigt aber nach den Erfahrungen aus dem übrigen nordostdeutschen Tiefland bereits eine leichte, bis in den oberen Unterboden hineinreichende , Aufbasungstendenz an .

Die inzwischen eingetretene Absenkung der (potentiellen) Basensättigung in der Humusauflage ist Ausdruck der allgemeinen Rückversauerungstendenz, die das Gesamtgebiet der Dübener Heide in mehr oder weniger ausgeprägter Form erfaßt hat und auf Verschiebungen in der Zusammensetzung der atmosphärischen Depositionen zurückzuführen ist . Der VbKat(NH4Cl) zeichnet im humosen Oberboden in diesem pH- Bereich die Tendenz kaum nach . Die außerordentlich hohen austauschbaren Ca - Ionenanteile an den basischen Kationen sind sicher immissionsbedingt (angesichts der natürlich kalkfreien Lokalbodenform) .

Das Maximum der Basensättigung hat sich von der Humusauflage in den obersten Mineralboden verlagert .

Die Veränderungen der Bodenvegetation zeichnen die Veränderungen hinsichtlich des Säure- Basen- Status' in der Humusauflage nach .

Bei der Stickstoff- seitigen Indikation der Bodenvegetation ist vor allem der Ausfall der letzten im Altzustand noch zu beobachtenden Pyrolaceae hervorzuheben. Auch der Ausgangszustand war schon 1967 für Kiefern- Reinbestandsverhältnisse recht hoch versorgt und förderlich für die (damals erst aufkommende) Laubholz- Naturverjüngung .

Die Verdrängung des Sandrohrs dürfte auf Ausdunkelung zurückzuführen sein .

Prof 1.1. (Fläche 223). Aufnahmen : 1994, 1989, 1967

Basisdaten

Profilgliederung

| Lage | Repras. | Horizont | Spanne [cm] | | Entn spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Korn.Feinf. | Farbe | Perstr - zone | |
|------|---------|----------|-------------|-------|------------------|-------|------------------|-----------|-------------|-------|---------------|-----------|
| | | | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | | SEA |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 7,0 | 0,0 | 7,0 | 0,0 | | | | | |
| 2 | 100 | I Ah | I Ah | 0,0 | 21,0 | 0,0 | 5,0 | s12k12gr0 | x2,g2,gr0 | aimfS | 5YR 2/1 | beta |
| 3 | 100 | Ah | Ah | 0,0 | 21,0 | 6,0 | 21,0 | s12k12gr0 | x2,g2,gr0 | aimfS | 5YR 5/4 | alpha ? |
| 4 | 100 | ABv | ABv | 21,0 | 35,0 | 22,0 | 36,0 | s12k12gr0 | x2,g2,gr0 | aimfS | 7.5 YR 5/4 | delta |
| 5 | 100 | Bv | Bv | 35,0 | 56,0 | 36,0 | 56,0 | s12k12gr0 | x2,g2,gr0 | mS | 7.5YR 6/6 | delta |
| 6 | 100 | (Bv) | CvBv | 55,0 | 77,0 | 56,0 | 77,0 | s12k12gr0 | x2,g2,gr0 | mfs | 10YR 7/8 | epsilon ? |
| 7 | 100 | C1 | C1 | 77,0 | 102,0 | 78,0 | 102,0 | s12k13gr0 | x2,g2,gr0 | mfs | 10YR 8/2 | epsilon ? |
| 8 | 100 | II C2 | II C2 | 102,0 | 145,0 | 103,0 | 145,0 | s12k13gr0 | x2,g2,gr0 | tl | 7.5YR 6/6 | zeta |

Körnungsanalyse

| Lage | Horizont | Kiesanteil (%) | | | Kornfraktionen Feinböden (%) | | | | | | | | |
|------|----------|----------------|-----|-------|------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| | | SEA | KA3 | KIES1 | KIES2 | GRSAND1 | GRSAND | MISAND | FSAND1 | FSAND2 | GRSCHL | FSCHL | TON |
| 1 | F+H | Of+Oh | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I Ah | I Ah | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Ah | Ah | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | ABv | ABv | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | Bv | Bv | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | (Bv) | CvBv | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 7 | C1 | C1 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 8 | II C2 | II C2 | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |

Gesamtgehalte

| Lage | Horizont | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | | | | |
|------|----------|------------------------------|-----|------|------|-----|------|----|-------|
| | | SEA | KA3 | Kt | Mgt | Cat | Nat | Pt | CaCO3 |
| 1 | F+H | Of+Oh | - | - | - | - | - | - | 0 |
| 2 | I Ah | I Ah | - | 0,06 | 0,01 | - | 0,02 | 0 | 0 |
| 3 | Ah | Ah | - | 0,06 | 0,01 | - | 0,03 | 0 | 0 |
| 4 | ABv | ABv | - | 0,06 | 0,04 | - | 0,01 | 0 | 0 |
| 5 | Bv | Bv | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| 6 | (Bv) | CvBv | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| 7 | C1 | C1 | - | - | - | - | - | 0 | 0 |
| 8 | II C2 | II C2 | - | - | - | - | - | 0 | 0 |

Zustandsdaten :

Humusgehalte, C/N- Verhältnis , pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert mval/100g | H-Wert | V-Wert (%) | P. al mg/100g |
|-----------------------------|--------|--------------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|------------|---------------|
| -Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,24 | 21,11 | 17,66 | 5,66 | 5,68 | 5,30 | 38,7 | 45,7 | 45,85 | 5,30 |
| 2 | I Ah | 0,87 | 8,08 | 17,69 | 5,65 | 6,05 | 5,75 | 22,8 | 14,5 | 61,13 | 6,40 |
| 3 | Ah | 1,37 | 0,82 | 12,93 | 7,74 | 6,60 | 5,96 | 4,5 | 4,2 | 51,72 | 6,40 |
| 4 | ABv | 1,53 | 0,48 | 10,77 | 9,29 | 6,92 | 5,08 | 2,4 | 4,2 | 36,36 | 3,40 |
| 5 | Bv | 1,91 | 0,29 | 8,10 | 12,35 | 8,21 | 4,36 | 1,5 | 4,0 | 27,27 | 1,20 |
| 6 | (Bv) | 1,66 | 0,12 | - | - | 5,22 | 4,38 | 1,1 | 2,5 | 30,56 | 0,90 |
| 7 | C1 | 1,54 | 0,04 | - | - | 5,34 | 4,57 | 1,2 | 1,8 | 40,00 | 0,70 |
| 8 | II C2 | 1,68 | 0,33 | - | - | 4,83 | 4,15 | 16,6 | 7,8 | 70,45 | 0,50 |
| -Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,13 | 42,47 | 20,53 | 4,87 | 5,57 | 5,34 | 61,7 | 55,1 | 52,83 | 7,49 |
| 2 | I Ah | 1,25 | 2,50 | 16,85 | 5,93 | 6,00 | 5,76 | 13,9 | 10,4 | 57,20 | 3,32 |
| 3 | Bv | 1,34 | 0,69 | 13,33 | 7,50 | 6,09 | 5,63 | 4,9 | 5,2 | 48,51 | 3,09 |
| -Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,34 | 22,14 | 21,92 | 4,56 | 6,75 | 6,51 | 85,7 | 28,8 | 74,85 | 8,70 |
| 2 | I Ah | 1,21 | 1,38 | 16,87 | 6,00 | 6,36 | 5,94 | 5,0 | 4,5 | 52,63 | 4,38 |
| 3 | Ah | 1,33 | 0,89 | 10,00 | 10,00 | 5,82 | 5,10 | 2,2 | 5,5 | 28,57 | 1,11 |
| 4+5 | Bv | 1,41 | 0,35 | 7,14 | 14,00 | 4,90 | 4,41 | 1,4 | 4,0 | 25,93 | 1,00 |

AKe (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | VbKat [%] | Ca/Al |
|-----------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|------|------|-----------|---------|
| -Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 23,88 | 1,91 | 87,75 | 4,84 | 0,91 | 1,63 | 2,89 | 0,07 | 0,00 | 95,40 | 30,40 |
| 2 | I Ah | 14,86 | 2,41 | 87,28 | 6,06 | 0,41 | 1,88 | 1,96 | 0,01 | 0,00 | 96,17 | 44,88 |
| 3 | Ah | 3,05 | 5,95 | 90,06 | 6,94 | 1,99 | 2,95 | 2,19 | 0,02 | 0,00 | 94,77 | 36,66 |
| 4 | ABv | 1,80 | 10,23 | 82,34 | 5,18 | 3,37 | 5,38 | 15,23 | 0,28 | 0,00 | 81,00 | 4,71 |
| 5 | Bv | 1,08 | 12,62 | 37,01 | 4,27 | 4,84 | 11,13 | 29,92 | 0,23 | 0,00 | 58,45 | 1,24 |
| 6 | (Bv) | 0,80 | 13,55 | 31,37 | 4,14 | 6,55 | 15,06 | 29,30 | 0,00 | 0,00 | 55,86 | 1,07 |
| 7 | C1 | 0,60 | 14,93 | 33,17 | 3,48 | 7,94 | 19,90 | 20,28 | 0,07 | 0,00 | 59,93 | 1,84 |
| 8 | II C2 | 11,50 | 1,90 | 80,74 | 7,34 | 0,91 | 2,96 | 6,00 | 0,07 | 0,09 | 90,87 | 13,46 |
| -Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 31,79 | 0,87 | 83,19 | 5,10 | 1,15 | 2,52 | 6,79 | 0,00 | 0,29 | 90,41 | 22,86 |
| 2 | I Ah | 7,11 | 1,37 | 87,08 | 3,18 | 1,35 | 3,38 | 3,57 | 0,08 | 0,00 | 92,96 | 25,93 |
| 3 | Bv | 2,75 | 2,22 | 87,25 | 2,30 | 1,90 | 2,91 | 3,35 | 0,07 | 0,00 | 83,80 | 30,00 |
| -Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 47,75 | 1,00 | 89,88 | 6,90 | 0,57 | 0,44 | 0,75 | 0,00 | 0,48 | 98,35 | 120,644 |
| 2 | I Ah | 3,40 | 2,71 | 80,81 | 8,39 | 2,18 | 2,36 | 1,83 | 0,00 | 1,72 | 94,11 | 44,061 |
| 3 | Ah | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | 10,31 |
| 4+5 | Bv | 2,03 | 5,42 | 31,96 | 45,40 | 0,65 | 3,94 | 12,04 | 0,69 | 0,00 | 83,28 | 2,32 |

Flächenpaar 1.2 : (=8505) Aufnahmejahre 1986, 1991, 1992, 1994 (ganzes Profil) **sowie benachbarte Vergleichsfläche Fläche 1.3** (=114) : Aufnahmejahr 1967 und 1988 (Humusprobe mit Vegetationsaufnahme)

Lage : Fläche 1.2 : FA Bitterfeld ; Revier Gesundbrunnen; Abt. 413a2
Fläche 1.3 : FA Bitterfeld ; Revier Gesundbrunnen; Abt. 400a15

Geologie : saalezeitlicher Kleinsander in Kontakt zu Moränenhochfläche

Relief : Ebene, flachwellig ; 100 m ü.NN

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : gleyic cambisol
- ♦ DBG : Braunerde aus Sand ; mit reliktischem Stauwassereinfluß
- ♦ Standortskartierung : Dobritzer Bändersand- Braunerde ; mit reliktischem Stauwassereinfluß

Grund- und Stauwasserstufe : 57 (= kurzzeitig stauwasserbeeinflußt)

Humusform (morphologisch) : feinhumusreicher Moder mit starkem Regenwurmeinfluß

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysetabelle) : trotz hoher Basensättigung leichter Podsolierungsschleier im A- Horizont (Bleichkörnchen) ; krypturbate Verschiebungen im Unterboden (Go- und Gr- Horizont)

forstliche Stamm- Standortsguppe : M2 (= mäßig nährstoffhaltig, mäßig frisch)

Baumbestand : Kiefern- Reinbestand (beide Teilflächen)

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) : mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumus (b4,n3) oder ärmer
- ♦ 1967 : (Fläche 1.3) : mäßig frischer , sehr basenreicher Rohhumus (b8,n3)
Bodenvegetation : Schafschwingel- reiche Ausbildung der Alant- Typengruppe mit zahlreichen Basenzeigern (ähnl. Fl. 1.1)
- ♦ 1988 : (Fl. 1.3) : mäßig frischer , basenreicher Moder bis Rohhumusartiger Moder (b7,n5). Sandrohr- Brombeer- Form der Spitzwegerich- Glatthafer- Formengruppe ; Ausfall oder Rückgang der meisten kleineren Basenzeigerarten (Dürrwurz-Alant, Herbstlöwenzahn, Ferkelkraut etc.)

Fläche 1.2 :

- ♦ 1986 - 94 : mäßig frischer, basenreicher Moder (bis Rohhumusartiger Moder) (b7,n5) mit schwacher Abnahmetendenz der Basensättigung (V- Wert) ;
Bodenvegetation : Hartriegel- Waldzwenken- Form mit vielen vor allem mäßigen Basenzeigern (breitere Amplituden) sowie einigen Stickstoffzeigerarten (Hopfen, Clematis, Kleb- Labkraut) bei noch relativ stark vetreter Drahtschmiele (2b) .

Düngung : 440 kg N als Harnstoff bis 1985

Interpretation : Das Flächenpaar dient einer genaueren Untersuchung der jüngeren Veränderungen des Bodenzustandes im Nahbereich der Emittenten .

Anhand des Befundes in der Humusaufgabe (V- Wert, pH- Werte) ging die ehemals sehr starke Aufbasung bis zur Mitte der 80-er Jahre um eine V- Wert- Stufe herunter und verbleibt vorerst auf diesem Niveau . Die obersten cm des Mineralbodens erreichen im Neuzustand stets die höchsten Basensättigungen .

Die Unterbodenhorizonte haben sich zwischen 1986 und 1994 in ihrem Chemismus nicht gerichtet verändert . Das spricht dafür, daß es in dieser Zeit zu einem relativ stabilen Gleichgewicht von versauernd und aufbasend wirkenden Immissionskomponenten auf hohem Niveau gekommen ist .

Profil 1.2 (Fläche 8506), Aufnahmen 1986, 1991, 1992, 1994

Basisdaten

Profilgliederung

| Lage | Repräsent. | Horizont | | Spanne [cm] | | Entr.spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Körn.Feinh. SE | Farbe Munsell | Peretr-zone |
|----------------------------|------------|----------|--------|-------------|-------|------------------|-------|------------------|-----------|----------------|---------------|-------------|
| | | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | | | |
| -Aufnahmejahr 1994- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 7,0 | 0,0 | 7,0 | 0,0 | | | | | |
| 2 | 100 | I Ah | I Ah | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | sf/ms | 7.5R 1.7/1 | beta |
| 3 | 100 | Bv | Bv | 5,0 | 40,0 | 0,0 | 40,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | sf/ms | 7.5YR 8/8 | delta |
| 4 | 100 | (Bv)1 | CvBv | 40,0 | 50,0 | 41,0 | 50,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | m/s | 7.5YR 8/8 | epsilon ? |
| 5 | 100 | (Bv)2 | CvBv | 50,0 | 80,0 | 51,0 | 80,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | m/s | 10YR 8/6 | epsilon ? |
| 6 | 100 | Go | SwC | 80,0 | 130,0 | 90,0 | 120,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | m/s | 10YR 8/6 | zeta ? |
| 7 | 100 | II Gr | II SdC | 130,0 | 150,0 | 130,0 | 145,0 | st3ki2gr0 | x2,g2,gr0 | IS-aL | 5YR 4/8 | zeta ? |
| 8 | 100 | III C | III C | 150,0 | 160,0 | 150,0 | 160,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | m/s | 10YR 6/6 | zeta ? |

-abweichend im Aufnahmejahr 1992-

| | | | | | | | | | | | | |
|---|-----|-----|---------|------|-----|------|-----|--|--|--|--|--|
| 1 | 100 | F+H | Of + Oh | 10,0 | 0,0 | 10,0 | 0,0 | | | | | |
|---|-----|-----|---------|------|-----|------|-----|--|--|--|--|--|

-abweichend im Aufnahmejahr 1991-

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 5,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | | | | | |
| 4+5 | 100 | (Bv) | CvBv | 50,0 | 120,0 | 50,0 | 110,0 | | | | | |

-abweichend im Aufnahmejahr 1986-

| | | | | | | | | | | | | |
|-----|-----|------|-------|------|-------|------|-------|--|--|--|--|--|
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 12,0 | 0,0 | 12,0 | 0,0 | | | | | |
| 4+5 | 100 | (Bv) | (Bv) | 40,0 | 120,0 | 50,0 | 100,0 | | | | | |

Körnungsanalyse

| Lage | SEA | Horizont | KA3 | Kiesanteil (%) | | | | Kornfraktionen Feinböden (%) | | | | FSCHL | TON | |
|------|-------|----------|-----|----------------|-------|---------|---------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-----|---|
| | | | | KIES1 | KIES2 | GRSAND1 | GRSAND2 | MISAND | FSAND1 | FSAND2 | GRSCHL | | | |
| 1 | F+H | Of+Oh | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I Ah | I Ah | | 0 | 0 | 1 | 7 | 67 | 10 | 2 | 3 | 3 | 7 | |
| 3 | Bv | Bv | | 0 | 0 | 3 | 8 | 69 | 11 | 1 | 2 | 1 | 5 | |
| 4 | (Bv)1 | CvBv | | 0 | 0 | 0 | 3 | 73 | 13 | 3 | 2 | 1 | 5 | |
| 5 | (Bv)2 | CvBv | | 0 | 0 | 0 | 3 | 73 | 13 | 3 | 2 | 1 | 5 | |
| 6 | Go | SwC | | 2 | 1 | 2 | 5 | 48 | 28 | 6 | 5 | 1 | 8 | |
| 7 | II Gr | II SdC | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |
| 8 | III C | III C | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | |

Gesamtgehalte

| Lage | SEA | Horizont | KA3 | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | | CAC03 |
|------|-------|----------|-----|------------------------------|-------|------|-----|-------|-------|
| | | | | Kt | Mgt | Cat | Net | Pt | |
| 1 | F+H | Of+Oh | | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I Ah | I Ah | | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Bv | Bv | | 0,80 | 0,053 | 0,14 | - | 0,019 | 0,0 |
| 4 | (Bv)1 | CvBv | | 0,82 | 0,044 | 0,14 | - | 0,049 | 0,0 |
| 5 | (Bv)2 | CvBv | | 0,97 | 0,099 | 0,25 | - | 0,016 | 0,0 |
| 6 | Go | SwC | | 0,97 | 0,099 | 0,25 | - | 0,016 | 0,0 |
| 7 | II Gr | II SdC | | - | - | - | - | - | - |
| 8 | III C | III C | | - | - | - | - | - | - |

Zustandsdaten :

Humusgehalte, C/N- Verhältnis , pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N (%) | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert | H-Wert | V-Wert | P_al | |
|----------------------------|----------|--------------------------|-----------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-----------|
| | | | | | | | | | | | | mval/100g |
| -Aufnahmejahr 1994- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | Of+Oh | 35,48 | 17,41 | 5,74 | 5,88 | 5,46 | 60,4 | 59,0 | 50,59 | 4,200 | |
| 2 | I Ah | I Ah | 4,26 | 21,03 | 4,76 | 5,93 | 6,42 | 18,5 | 8,7 | 58,01 | 1,400 | |
| 3 | Bv | Bv | 0,38 | 7,86 | 12,73 | 5,04 | 5,23 | 2,5 | 4,0 | 38,46 | 1,700 | |
| 4 | (Bv)1 | CvBv | 0,28 | - | - | 5,47 | 4,75 | 1,3 | 3,8 | 25,49 | 1,400 | |
| 5 | (Bv)2 | CvBv | 0,12 | - | - | 5,66 | 4,84 | 1,1 | 2,5 | 30,66 | 1,000 | |
| 6 | Go | SwC | 0,04 | - | - | 5,55 | 4,69 | 0,4 | 1,5 | 21,05 | 0,800 | |
| 7 | II Gr | II SdC | 0,14 | - | - | 5,16 | 4,39 | 0,8 | 1,5 | 28,57 | 0,900 | |
| 8 | III C | III C | 0,05 | - | - | 5,49 | 4,57 | 0,8 | 1,5 | 28,57 | 0,700 | |
| -Aufnahmejahr 1992- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | | 0,46 | 17,56 | 21,05 | 4,76 | 5,49 | 5,14 | 32,7 | 39,1 | 46,45 | 2,645 |
| 2 | Ah | | 1,11 | 3,13 | 21,81 | 4,59 | 5,96 | 5,64 | 8,2 | 6,9 | 54,30 | 0,878 |
| 3 | Bv | | 1,35 | 0,81 | 13,46 | 7,43 | 5,94 | 5,65 | 2,1 | 2,8 | 42,86 | 1,189 |
| -Aufnahmejahr 1991- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | | 0,22 | 12,35 | 16,96 | 6,90 | 6,05 | 5,85 | 60,3 | 40,5 | 55,40 | 4,000 |
| 2 | I Ah | | 0,89 | 5,73 | 14,39 | 6,95 | 5,37 | 6,25 | 31,4 | 14,0 | 59,15 | 1,540 |
| 3 | Bv | | 1,45 | 0,50 | 8,04 | 16,55 | 5,02 | 4,72 | 1,9 | 5,0 | 26,47 | 1,410 |
| 4+5 | (Bv) | | 1,56 | 0,12 | 3,33 | 30,90 | 5,83 | 6,30 | 0,9 | 1,0 | 47,37 | 0,700 |
| 6 | Go | | 1,42 | 0,05 | - | - | 5,05 | 4,46 | 0,4 | 1,8 | 18,18 | 0,300 |
| 6+7 | TIEF.ST. | | 1,51 | 0,10 | - | - | 5,21 | 4,83 | 0,8 | 1,5 | 34,78 | 0,400 |
| 7+8 | TIEF.ST. | | 1,48 | 0,04 | - | - | 4,89 | 4,36 | 0,5 | 2,5 | 16,87 | 0,400 |
| -Aufnahmejahr 1990- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | | 0,26 | 18,34 | 23,81 | 4,24 | 6,04 | 5,82 | 59,3 | 38,4 | 60,70 | 4,200 |
| 2 | I Ah | | 1,27 | 1,28 | 19,47 | 5,14 | 6,76 | 6,40 | 8,6 | 3,8 | 69,35 | 1,010 |
| 3 | Bv | | 1,41 | 0,31 | 9,47 | 10,66 | 6,13 | 5,83 | 1,8 | 3,0 | 34,78 | 1,810 |
| 4+5 | (Bv) | | 1,50 | 0,14 | 11,43 | 8,75 | 5,59 | 4,87 | 0,8 | 1,3 | 31,88 | 0,800 |
| 6 | Go | | 1,53 | 0,07 | 5,71 | 17,50 | 5,16 | 4,44 | 0,8 | 1,8 | 30,77 | 0,500 |

(noch zu Profil 1.2)
AKe (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | VbKat (%) | Ca/Al |
|-----------------------------|----------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-----------|--------|
| -Aufnahmehjahr 1994- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 42,17 | 1,21 | 89,93 | 5,01 | 0,88 | 2,21 | 0,79 | 0,00 | 0,00 | 87,01 | 113,88 |
| 2 | Ah | 12,02 | 1,21 | 92,15 | 4,18 | 1,18 | 0,75 | 0,66 | 0,00 | 0,00 | 88,67 | 166,09 |
| 3 | Bv | 1,15 | 9,12 | 80,73 | 5,47 | 8,05 | 6,08 | 12,56 | 0,00 | 0,00 | 81,89 | 4,83 |
| 4 | (Bv) | 0,84 | 11,31 | 41,05 | 3,83 | 7,25 | 9,52 | 28,48 | 0,00 | 0,00 | 84,20 | 1,87 |
| 5 | C | 0,82 | 14,45 | 47,99 | 3,37 | 8,38 | 8,03 | 17,85 | 0,00 | 0,00 | 74,28 | 2,89 |
| 6 | Go | 0,88 | 13,74 | 46,65 | 3,21 | 7,87 | 13,74 | 16,28 | 0,38 | 0,00 | 70,88 | 2,98 |
| 7 | Bt | 1,88 | 5,31 | 68,31 | 5,82 | 3,47 | 8,56 | 17,72 | 0,13 | 0,00 | 72,44 | 3,29 |
| 8 | C | 0,74 | 23,15 | 33,65 | 4,44 | 7,82 | 16,15 | 14,87 | 0,00 | 0,00 | 68,00 | 2,25 |
| -Aufnahmehjahr 1992- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 38,85 | 0,88 | 80,51 | 3,07 | 1,09 | 0,82 | 3,29 | 0,01 | 0,14 | 95,84 | 27,48 |
| 2 | Ah | 9,83 | 0,75 | 94,21 | 3,81 | 0,22 | 0,42 | 0,76 | 0,00 | 0,14 | 89,85 | 123,83 |
| 3 | Bv | 2,14 | 2,48 | 73,50 | 4,49 | 0,67 | 16,39 | 2,24 | 0,02 | 0,30 | 81,23 | 32,84 |
| -Aufnahmehjahr 1991- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 24,08 | 1,38 | 80,42 | 5,67 | 0,69 | 0,58 | 1,17 | 0,09 | 0,00 | 98,17 | 51,91 |
| 2 | I Ah | 15,47 | 0,85 | 93,21 | 4,29 | 0,79 | 0,52 | 0,30 | 0,05 | 0,00 | 98,18 | 85,00 |
| 3 | Bv | 1,16 | 2,68 | 80,42 | 7,95 | 1,50 | 3,46 | 23,16 | 0,82 | 0,00 | 87,22 | 2,19 |
| 4+6 | (Bv) | 0,70 | 7,73 | 71,39 | 7,44 | 1,25 | 0,00 | 11,13 | 1,04 | 0,00 | 87,22 | 6,25 |
| 6 | Go | 0,60 | 4,36 | 65,38 | 7,38 | 1,48 | 6,89 | 20,46 | 1,27 | 0,00 | 71,57 | 1,75 |
| 6+7 | TIEF.ST. | 0,82 | 3,95 | 57,50 | 7,12 | 0,85 | 7,69 | 21,99 | 1,54 | 0,00 | 88,23 | 2,50 |
| 7+8 | TIEF.ST. | 0,81 | 3,20 | 61,38 | 5,89 | 0,54 | 4,82 | 18,15 | 1,03 | 0,14 | 74,30 | 2,08 |
| -Aufnahmehjahr 1996- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 21,22 | 0,89 | 91,47 | 1,16 | 0,00 | 1,89 | 1,57 | 0,70 | 2,02 | 93,54 | 48,89 |
| 2 | I Ah | 4,05 | 1,33 | 89,88 | 4,27 | 0,00 | 1,87 | 1,10 | 0,25 | 1,19 | 95,56 | 81,85 |
| 3 | Bv | 1,32 | 1,75 | 79,68 | 2,81 | 0,00 | 0,00 | 5,07 | 3,83 | 6,96 | 84,07 | 16,71 |
| 4+6 | (Bv) | 0,84 | 1,60 | 74,60 | 1,60 | 0,00 | 0,00 | 9,50 | 3,66 | 9,08 | 77,64 | 7,85 |
| 6 | Go | 1,27 | 1,42 | 74,69 | 2,44 | 0,00 | 6,28 | 9,82 | 0,00 | 5,83 | 78,69 | 11,88 |

Profil 1.3. (Fläche 114), Aufnahmen 1967 und 1988

Basisdaten

Profil/Isolierung

| Lage Repräs. | Horizont | | Spanne [cm] | | Entr.spänne [cm] | | Grobbodenanteile | | Körn.Feinb. SEA | Farbe Munsell | Perstr.-zone |
|--------------|----------|------|-------------|-----|------------------|-----|------------------|-----|-----------------|---------------|--------------|
| | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | | | |
| 1988 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 7,0 | 0,0 | 7,0 | 0,0 | | | mFS | |
| 2 | 100 | AhEs | AhAeh | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 | | | mFS | |
| 3 | 100 | Ah | Ah | 5,0 | 20,0 | 7,0 | 18,0 | | | mFS | |
| 1987 | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 4,0 | 0,0 | 4,0 | 0,0 | | | | |

Gesamtgehalte

| Lage | Horizont | | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | CaCO3 |
|-------------|----------|-------|------------------------------|-------|------|--------|-------|
| | SEA | KA3 | Kt | Mgt | Cat | Nat | |
| 1988 | | | | | | | |
| 1 | F+H | Of+Oh | - | - | - | - | 0,0 |
| 2 | AhEs | AhAeh | - | 0,046 | 0,01 | 0,0123 | 0,0 |
| 3 | Ah | Ah | - | 0,051 | 0,07 | 0,0217 | 0,0 |

Zustandsdaten:

Humusgehalte, C/N-Verhältnis, pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert mval/100g | H-Wert | V-Wert (%) | P_al mg/100g |
|-------------|--------|--------------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|------------|--------------|
| 1988 | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,37 | 23,08 | 22,73 | 4,40 | 5,58 | 5,18 | 47,1 | 48,7 | 60,21 | 2,560 |
| 2 | AhEs | 1,32 | 1,18 | 21,25 | 4,71 | 6,47 | 5,96 | 5,1 | 2,6 | 87,11 | 1,720 |
| 3 | Ah | 1,49 | 0,82 | 20,00 | 5,00 | 6,77 | 6,15 | 3,0 | 3,0 | 80,00 | 2,540 |
| 1987 | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,30 | 32,18 | 31,10 | 3,22 | 6,85 | 7,10 | 95,7 | 27,1 | 77,93 | - |

AKe (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | VbKat (%) | Ca/Al |
|------|--------|--------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----------|----------|
| 1 | F+H | 12,524 | 2,699 | 85,268 | 4,990 | 2,189 | 0,000 | 4,715 | 0,108 | 0,027 | 95,13 | 18,084 |
| 2 | AhEs | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | Ah | 1,722 | 6,272 | 86,934 | 3,365 | 3,031 | 0,000 | 0,000 | 0,000 | 0,383 | 89,42 | - |
| 1 | F+H | 64,074 | 1,249 | 93,804 | 4,323 | 0,451 | 0,000 | 0,075 | 0,081 | 0,017 | 98,83 | 1250,720 |

Die Bedingungen für den Laubholzunterbau sind vom Bodenchemismus her sehr günstig, von der - den mittleren Stickstoffzustand begleitenden üppigen Bodenvegetation - her wegen der Konkurrenzwirkung eher mäßig, bei noch zunehmender Stickstoffeutrophierung aber wohl wieder ungünstiger werdend. Durch Ausschalten des Wildverbisses (Zäunung) dürfte sich aber in relativ kurzer Zeit eine ausreichende Naturverjüngung mit Laubgehölzen einstellen.

4. Flächenkomplex 2 : westlicher Anstieg der Dübener Heide zwischen Gröbern und Schköna; mit starker SO₂-Belastung

Schwerpunkte : Standortsabfolge (von Bändersand- Braunerde bis zum Moorgley) und unterschiedliche Zustandsdynamik unter

- a) Kiefern- Bezugsökosystem (Fläche 2.1)
- b) nach Humusabtrag mit Kiefernaturverjüngung (ohne Profil)
- c) auf Feucht- Standorten; sowie ihre Kennzeichnung in der forstlichen Standortkartierung (Fläche 2.2) .

Wuchsbezirk : W- Rand der Dübener Heide- Hochfläche , Makroklimaform "phi" (mäß. feucht)

Belastungsgebiet :

- ♦ Rauchschatzone von 1965 : 1a = stärkste Schäden an Kiefernbeständen
- ♦ Aufbasungszone von 1967 : B5 (Aufbasung um 3-4 Stufen)
- ♦ Versauerungszone von 1989 : VZ2 (Rückgang um in der Regel 2 V- Wertstufen)
- ♦ N- Eutrophierungszone von 1989: N3 (Anstieg um (1-) 2 Stufen bis 1989)

Fläche : 2.1 (= 158) , Aufnahmen :1994,1989,1967

Lage : FA Tornau , Rev. Gräfenhainichen, Abt. 610 b4

Geologie : Sander o. sandige Moränenfläche (saalezeitlich)

Relief : flache Mulde in flachwelliger Hochfläche, glatt ; 115 m üNN

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : gleyic cambisol
- ♦ DBG : Braunerde auf Sand , stauvergleyt
- ♦ Standortkartierung : Meinsdorfer Bändersand- Braunstaugley

Grund- und Stauwasserstufe : 57 (= kurzzeitig stauwasserbeeinflusst)

Humusform (morphologisch) : feinhumusreicher (Arthropoden-) Moder

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysetabelle) :

- Grenze des Sd- Horizontes wegen kryptorbater Prozesse stärkeren Wechsels unterliegend

forstliche Stamm- Standortgruppe : M2 (mäßig nährstoffltig, mäßig frisch)

Baumbestand : Kiefern- Baumholzbestand

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) : mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b4,n4) oder ärmer .
- ♦ 1968 : mäßig frischer, sehr hoch basengesättigter Rohhumusartiger Moder (b8,n4);

Bodenvegetation aus Alantyp mit Dürrwurz- Alant, Wasserdost, Bitterkraut, Huflattich, Färbeginster u.v.a. als Basenzeiger, Schafschwingel und Calluna als Zeiger eines stickstoffarmen Ausgangsniveaus (Rohhumus) und erst beginnendem Auftreten von Himbeere, Brombeere und Acker-Kratzdistel als Zeiger des bereits erreichten Niveaus des Rohhumusartigen Moders .

- ♦ 1989 : hoch basengesättigter Moder (b7,n5) Grenze zu Mullartigem Moder) ;

Bodenvegetation Himbeer- Waldwenken- Ausbildung der Wicken- Glatthafer- Formengruppe : mit Ausfall der meisten vorher genannten Basenzeiger (Ersatz durch Basenzeiger mit breiterer Amplitude)
Ausfall der meisten Magerkeitszeiger und Wiederaufkommen von Blaubeere .

- 1994 : (nach Analyse) - ziemlich hoch basengesättigter Moder (b6,n5 ; an der Grenze zu Mull-artigem Moder)

Düngung : insgesamt 600kg N/ha als Harnstoff bis ca 1984 (in 2 Zyklen zu je 300 kg . verteilt über 3 Jahre pro Zyklus mit mindestens 3- jähriger Unterbrechung zwischen den Zyklen)

Interpretation :

Charakteristische Rückversauerung im ehemals stark künstlich aufgebasten Westteil der Dübener Heide . Sowohl in der Aufbasungsphase, als auch in der Rückversauerungsphase nehmen die Veränderungen im pH und der potentiellen Basensättigung (V- Wert) einen frontartigen Verlauf im Tiefenprofil an .

Die potentielle Basensättigung ist in der aktuell ablaufenden Rückversauerungsphase noch ab der Mineralbodenobergrenze(abwärts) höher als in der Aufbasungsphase, die 1967 noch vor allem den Oberboden erfaßt hatte . Der aktuelle Trend beeinflusst aber - zumindest bei Vorliegen einer Rückversauerungsdynamik - auch bereits die tiefer liegenden Mineralbodenhorizonte, so daß sich prinzipiell zwei getrennte (Rück-)Versauerungsfronten (1x im humosen Oberboden einschließlich der Humusauflage ; 1x im gering humosen Unterboden) andeuten .

Dies zeigt sich auch bei der Betrachtung der (NH₄Cl-) austauschbaren Kationen (Ca/ Al- Verhältnis; schwächer im VbKat) . In der Humusauflage zeichnet der Vbkat den auch hier stattfindenden Versauerungstrend kaum nach .

Im Gegensatz zur Dynamik des Säure- Basenstatus' scheint die Veränderung des Stickstoffstatus' zum Stillstand gekommen zu sein. Demnach dürften eingetragene Stickstoffverbindungen auch kaum noch zusätzlich in die organische Substanz des Systems eingebaut werden und entweder durch Nitrataustrag das Grundwasser belasten oder nach Denitrifikation in die Atmosphäre ausgetragen werden . Das erreichte hohe Niveau der Stickstoffversorgung dürfte auch durch die recht hohen Düngergaben beeinflusst worden sein .

Fläche 2.2 : (=78) Aufnahmejahre 1967 u. 1994

Lage : FA Tornau, Rev. Gräfenhainichen, Abt.604 b3

Geologie : (Bruch-)Torfbildung auf Schmelzwassersand eines Taleinschnittes in die saalezeitliche Sander-/ Moränenhochfläche

Relief : breite Talsohle , eben, glatt ; 105m üNN

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : humic Gleysol , bzw. sekundärer mollic Gleysol
- ♦ DBG : Moorgley auf Sand
- ♦ Standortskartierung : Hinrichshäger Sand- Moorgley ;

Grund- und Stauwasserstufe : 34 = langfristig grundwasserbeherrscht , eventuell nur noch
35 = halbleitend grundwasserbeherrscht .

Humusform (morphologisch) : n.angespr.

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysetabelle) : Grundwasserleiter (Gr) aus geschichteten , häufig wechselnden Mittel- bis Grobsandbändern .

forstliche Stamm- Standortgruppe : NZ2 = ziemlich arm, feucht ;
Grundwasserabsenkung um I Stufe

Baumbestand : 1967 verlichteter Kiefern- Altbestand (105 Jahre) mit Birkenunterstand ;
1994 lichter Birkenbaumholzbestand

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) :
nasser, ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b₄,n₄) oder ärmer .
- 1967 : nasser , ziemlich hoch basengesättigter (b₆) Rohhumus

Bodenvegetation : Baldrian- Pfeifengras- Form ,mit Wasserdost, Gemeinem und Kleinem Baldrian, Alpen- Hexenkraut, Wald- Zwenke, Nickendem Pergras , Wald- Erdbeere als Basenzeigern; Pfeifegras (Deck. 5) als Nässezeiger und für niedrigen Stickstoffstatus stehend; kaum Sandrohr (Deckung =1) .

- 1994 : (nach Analyse) : feuchter bis nasser (ziemlich hoch -) hoch basengeättigter (b₇)

Mullartiger Moder;

Bodenvegetation : Sandrohr- Pfeifengrasform mit Basenzeigern .

Düngung : ohne

Interpretation :

Der starken Veränderung im Stickstoff- Status (Anstieg um 3 Stufen !) steht - entgegen der Entwicklungstendenz auf den grundwasserfernen regionalen Bezugsstandorten - ein leichter Anstieg der Basenversorgung gegenüber .

Für die Torfhorizonte liegt leider keine Alprobe vor , so daß die folgenden Deutungen mit einiger Vorsicht betrachtet werden müssen :

Der Stickstoffstatus dürfte sich durch eine humusabbaubedingte Stickstoffmobilisierung im Zusammenhang mit der Bestandesauflichtung - eventuell im Zusammenwirken mit einer inzwischen eingetretenen Grundwasserabsenkung - erhöht haben . Für die Humusmineralisierung spricht vor allem der relativ niedrige Humusgehalt der oberen Torflage im Vergleich zur darunter liegenden Lage . Für den Auflichtungseffekt spricht die eingetretene Massenentfaltung des Sandrohrs , das bei starker Deckung zugleich als Stickstoffzeiger anzusehen ist .

Der Säure- Basenstatus (der Humusaufgabe) lag zur Erstaufnahme deutlich unter dem mittleren Niveau der nahegelegenen grundwasserfernen Bezugsstandorte (b₆ gegenüber b₈ bis b₇) . Dies dürfte die Folge des noch lange die Aufbasung abpuffernden hohen Humusvorrates gewesen sein .

Daß der vorliegende Bruchwaldtorf von Natur aus bestenfalls als mäßig (b₅) basenversorgt anzusehen ist, belegen die noch heute zu findenden pH- und V- Werte im unteren Torfhorizont . Der leichte Anstieg des V- Wertes im Auflagehumus könnte auf eine stetige hohe Zuführung eines immissionsbedingt basenangereicherten Wassers im Zusammenwirken mit dem Stoffkreislauf zwischen Pflanzenbestand und Boden zurückzuführen sein . Damit wäre neben der Austauschkapazität des Substrates auch die naturräumliche Einbindung der grundwasserbeeinflußten Standorte als differenzierender Faktor zu betrachten .

5. Flächenkomplex 3 : ehemals stark aufgebastete Standorte in etwas größerer Entfernung von Bitterfeld im Gebiet mit den größten Wandlungsbeträgen des Säure- Basen- Status' der Oberhöden; N- Eintrag differenziert (Fläche 3.2 durch lokale Massentierhaltung beeinflusst)

Wuchsbezirk : Dübener Heidehochfläche (Makroklimaform phi ; mäßig feucht)

Belastungssituation :

- Rauchschadzone von 1965 : 2 = geschädigte Kiefernbestände
- Aufbasungszone von 1967 : B₅ = starke Aufbasung (3-4 V- Wertstufen)
- Versauerungszone von 1989 : VZ₃ = Rückgang um i. d. R. 2 V- Wertstufen
- N- Eutrophierungszone von 1989: Fläche 3.1 - Zone N₂= Anstieg um ca 1 Stufe
Fläche 3.2 - Zone N₃= Anstieg um (1-) 2 Stufen-

Fläche 3.1 : (= 08504) Aufnahmejahre 1986, 1992, 1994

Lage : FA Tornau, Rev. Gräfenhainichen, Abt. 701a4 , 135 üNN

Geologie : saalezeitliche Sanderhochfläche

Relief : flachwellige Ebene, schwach nach W abfallend ; glatt

Bodenklassifikation :

Profil 3.1. (Fläche 8504), Aufnahmen : 1994,1992, 1986

Basisdaten

Profilgliederung

| Lage | Repräsentation | Horizont | Spanne [cm] | | Entr. spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Körn. Feinb. | Farbe | Perstr. |
|--|----------------|----------|-------------|------|-------------------|------|------------------|-----------|--------------|---------|-----------------------|
| | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | SEA | Munsell | zone |
| -Aufnahmehjahr 1994 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 9,0 | 0,0 | 9,0 | 0,0 | | | | |
| 2 | 100 | I ABv | I ABv | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 | st2kl2gr0 | x2,g2,gr0 | almfS | 7,5YR 3/2 beta |
| 3+4 | 100 | Bv | Bv | 5,0 | 46,0 | 6,0 | 46,0 | st2kl2gr0 | x2,g2,gr0 | almgS | 7,5YR 6/8 delta |
| 5 | 100 | (Bv) | CvBv | 46,0 | 60,0 | 46,0 | 60,0 | st2kl2gr0 | x2,g2,gr0 | mS | 10YR 7/8 delta/epsil. |
| 6 | 100 | Cb1 | Cv | 60,0 | 96,0 | 61,0 | 96,0 | st0kl0gr0 | x0,g0,gr0 | mS | 10YR 8/3 epsil.on |
| 7 | 100 | II Cb2 | II C | 96,0 | 160,0 | 96,0 | 160,0 | st0kl0gr0 | x0,g0,gr0 | fS | 10YR 8/1 zeta |
| -abwchend im Aufnahmehjahr 1992 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 7,0 | 0,0 | 7,0 | 0,0 | st0,kl0 | | | |
| 3 | 100 | Bv | Bv | 5,0 | 44,0 | 5,0 | 20,0 | st0,kl0 | x0,g0,gr0 | mfS | |
| 4 | 100 | Bv | Bv | 5,0 | 44,0 | 20,0 | 44,0 | st0,kl0 | x0,g0,gr0 | mfS | |
| -abwchend im Aufnahmehjahr 1986 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 7,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | | | | |

Körnungsanalyse

| Lage | Horizont | Kiesanteil (%) | | | | Kornfraktionen Feinböden (%) | | | | | | |
|------|----------|----------------|-------|-------|---------|------------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| | SEA | KA3 | KIES1 | KIES2 | GRSAND1 | GRSAND2 | MISAND | FSAND1 | FSAND2 | GRSCHL | FSCHL | TON |
| 1 | F+H | Of+Oh | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I ABv | I ABv | 0 | 2 | 4 | 11 | 62 | 16 | 3 | 6 | 1 | 7 |
| 3+4 | Bv | Bv | 2 | 4 | 4 | 12 | 51 | 16 | 2 | 4 | 3 | 9 |
| 5 | (Bv) | CvBv | 1 | 4 | 4 | 11 | 57 | 18 | 2 | 2 | 2 | 4 |
| 6 | Cb1 | Cv | 0 | 1 | 2 | 8 | 67 | 17 | 1 | 2 | 1 | 2 |
| 7 | II Cb2 | II C | 0 | 0 | 1 | 2 | 33 | 54 | 6 | 2 | 2 | 1 |

Gesamtgehalte

| Lage | Horizont | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | | |
|------|----------|------------------------------|------|-------|------|-------|-------|
| | SEA | KA3 | Kt | Mgt | Cat | Nat | CaCO3 |
| 1 | F+H | Of+Oh | - | - | - | - | - |
| 2 | I ABv | I ABv | 0,57 | 0,076 | 0,18 | 0,020 | 0,0 |
| 3+4 | Bv | Bv | 0,74 | 0,083 | 0,13 | 0,014 | 0,0 |
| 5 | (Bv) | CvBv | 0,57 | 0,058 | 0,16 | 0,013 | 0,0 |
| 6 | Cb1 | Cv | 0,51 | 0,025 | 0,04 | 0,008 | 0,0 |
| 7 | II Cb2 | II C | 0,57 | 0,025 | 0,04 | 0,008 | 0,0 |

Zustandsdaten :

Humusgehalte, C/N- Verhältnis , pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert mval/100g | H-Wert | V-Wert | P_al mg/100g |
|------------------------------|--------|--------------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|--------|--------------|
| -Aufnahmehjahr 1994 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,11 | 69,29 | 20,10 | 4,98 | 4,67 | 4,07 | 16,0 | 71,7 | 18,24 | 3,000 |
| 2 | I ABv | 1,31 | 1,87 | 20,38 | 4,91 | 4,78 | 4,17 | 2,4 | 8,8 | 21,43 | 0,600 |
| 3+4 | Bv | 1,61 | 0,71 | 17,08 | 5,96 | 4,72 | 4,21 | 1,6 | 9,6 | 19,76 | 0,600 |
| 5 | (Bv) | 1,52 | 0,21 | - | - | 4,69 | 4,41 | 1,0 | 5,0 | 26,00 | 0,700 |
| 6 | Cb1 | 1,61 | 0,02 | - | - | 4,89 | 4,57 | 1,2 | 1,5 | 44,44 | 0,800 |
| 7 | II Cb2 | 1,33 | 0,07 | - | - | 5,28 | 4,54 | 1,4 | 1,6 | 48,28 | 0,800 |
| -Aufnahmehjahr 1992 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,17 | 30,22 | 19,35 | 5,17 | 5,32 | 4,99 | 39,1 | 61,3 | 38,68 | 1,925 |
| 2 | Ah | 1,16 | 1,52 | 21,46 | 4,66 | 5,19 | 4,62 | 2,8 | 8,2 | 22,64 | 0,109 |
| 3 | Bv | 1,37 | 0,93 | 24,65 | 4,07 | 4,88 | 4,21 | 1,5 | 6,0 | 20,00 | 0,105 |
| 4 | Bv | 1,41 | 0,52 | 16,79 | 6,33 | 4,64 | 4,30 | 0,8 | 5,0 | 13,79 | 0,406 |
| -Aufnahmehjahr 1986 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,13 | 41,69 | 23,72 | 4,22 | 5,32 | 4,86 | 54,1 | 69,9 | 47,46 | 2,880 |
| 2 | I ABv | 1,28 | 1,28 | 7,05 | 14,19 | 6,54 | 4,90 | 3,2 | 6,8 | 36,06 | 0,300 |
| 3+4 | Bv | 1,42 | 0,55 | 5,71 | 17,50 | 4,92 | 4,31 | 1,0 | 5,0 | 16,57 | 0,200 |
| 5 | (Bv) | 1,61 | 0,23 | 3,71 | 26,92 | 4,71 | 4,35 | 0,6 | 3,3 | 16,38 | 0,200 |
| 6 | Cb1 | 1,50 | 0,07 | 20,00 | 5,00 | 4,90 | 4,60 | 0,4 | 1,3 | 23,63 | 0,100 |
| 7 | II Cb2 | 1,41 | 0,02 | 5,00 | 20,00 | 4,99 | 4,48 | 0,4 | 0,8 | 33,33 | 0,100 |

AKe (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | VbKat [%] | Ca/Al |
|------------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-----------|-------|
| -Aufnahmehjahr 1994 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 12,18 | 2,69 | 46,46 | 2,60 | 1,25 | 5,26 | 42,36 | 0,12 | 0,24 | 52,04 | 1,07 |
| 2 | I ABv | 1,43 | 4,12 | 29,90 | 0,66 | 3,04 | 0,70 | 70,71 | 0,00 | 0,00 | 28,67 | 0,30 |
| 3+4 | Bv | 0,94 | 6,83 | 10,67 | 0,95 | 4,84 | 1,07 | 75,96 | 0,00 | 0,00 | 23,08 | 0,14 |
| 5 | (Bv) | 0,47 | 11,42 | 10,67 | 1,69 | 8,29 | 2,11 | 66,84 | 0,00 | 0,00 | 32,06 | 0,16 |
| 6 | Cb1 | 0,29 | 13,06 | 17,18 | 2,75 | 13,47 | 0,00 | 63,51 | 0,00 | 0,00 | 46,78 | 0,32 |
| 7 | II Cb2 | 0,31 | 10,71 | 16,23 | 2,60 | 12,73 | 0,00 | 57,76 | 0,00 | 0,00 | 41,94 | 0,28 |
| -Aufnahmehjahr 1992 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 35,84 | 1,18 | 89,72 | 3,05 | 0,45 | 1,19 | 5,23 | 0,07 | 0,11 | 93,41 | 16,97 |
| 2 | Ah | 2,72 | 2,61 | 62,07 | 3,72 | 1,67 | 14,72 | 15,02 | 0,04 | 0,17 | 70,17 | 4,13 |
| 3 | Bv | 1,97 | 4,02 | 26,57 | 2,24 | 0,88 | 23,89 | 43,18 | 0,00 | 0,23 | 32,78 | 0,59 |
| 4 | Bv | 1,61 | 2,96 | 16,76 | 2,42 | 3,04 | 25,45 | 46,87 | 0,00 | 0,51 | 25,12 | 0,34 |
| -Aufnahmehjahr 1986 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 23,56 | 1,29 | 87,46 | 0,77 | - | 2,55 | 7,01 | 0,38 | 0,54 | 89,82 | 26,81 |
| 2 | I ABv | 2,54 | 1,30 | 92,42 | 0,93 | - | 5,29 | 6,93 | 0,35 | 0,00 | 84,55 | 62,60 |
| 3+4 | Bv | 1,30 | 1,16 | 42,20 | 0,82 | - | 12,30 | 42,89 | 0,76 | 0,00 | 43,93 | 1,16 |
| 5 | (Bv) | 1,71 | 1,05 | 55,31 | 0,47 | - | 16,87 | 22,12 | 0,49 | 1,88 | 56,83 | 5,94 |
| 6 | Cb1 | 0,76 | 2,37 | 78,92 | 1,06 | - | 0,00 | 14,66 | 1,11 | 1,92 | 82,78 | 5,39 |
| 7 | II Cb2 | 3,14 | 0,73 | 84,26 | 0,38 | - | 7,65 | 5,67 | 0,45 | 0,84 | 85,35 | 14,87 |

- ♦ FAO : campic arenosol
- ♦ DBG : Braunerde auf Sandersand
- ♦ Standortskartierung : Nedlitzer Sand- Braunerde

Grund- und Stauwasserstufe : 7 (= grundwasserfern)

Humusform (morphologisch) : feinhumusreicher Moder mit Regenwurmeinfluß

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysentabelle) : deutliche Geschiebekette (Steinsohle) an der Bv- Untergrenze; Körnungssprung in der Sandfraktion zwischen C1 und C2 ; schmale, oberwärts zunehmend aufgelöste Braunbändchen; diese teilweise im C2 kryoturbat verformt .

forstliche Stamm- Standortsguppe : M2 (mäßig nährstoffhaltig, mäßig frisch)

Baumbestand : Kiefern- Baumholzbestand

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) :
mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumus (b4.n3) oder ärmer .
- ♦ 1986 : mäßig frischer, hoch (b7) bis ziemlich hoch basengesättigter (b6) Rohhumusartiger Moder

Bodenvegetation : Schafschwengel- Waldzwenkenform der Spitzwegerich- Glatthafer- Formengruppe ; mit Waldzwenke, Huflattich, Moosauge, Wald-Erdbeeren u.ä. als Basenzeigern

- ♦ 1992 : (nach Analysenbefund) : mäßig frischer, ziemlich hoch basengesättigter Moder (= b6,n5)
- ♦ 1994 : (nach Analysenbefund) : mäßig frischer, mäßig bis ziemlich niedrig basengesättigter (b5 - b4,n5) Moder ;
Bodenvegetation 1992/94 wie 1986, aber Ausfall einiger Basen- und "Rauch-" zeiger :
Moosauge, Leinkraut, Kriechender Günsel

Düngung : ohne

Interpretation : In der Humusauflage deutet sich die Fortsetzung der Versauerungstendenz an , die nach der Belastungszonierung von 1989 zu verzeichnen war . Die Vegetationsentwicklung läßt - abgesehen vom Ausfall einiger Basen- und Störungszeiger - noch keine eindeutige Reaktion auf die Rückentbasung oder N- Eutrophierung der Humusauflage erkennen . Selbst , wenn der V- Wert der Humusauflage von 1994 zufällig etwas niedriger als auf der Gesamtfläche liegt, dürfte die **Ausbildung der Bodenvegetation (Vegetationsform) als nachlaufend gegenüber dem tatsächlichen Säure-Basen- Status betrachtet** werden . Die Abweichung aus der Indikation der Bodenvegetation und derjenigen des chemischen Befundes der Humusauflage kann demnach als Indikator für das Tempo des Zustandswandels herangezogen werden .

Demgegenüber kommt es momentan im Unterboden vorübergehend zu einer Erhöhung der potentiellen Basensättigung , die auf eine Abwärtsbewegung der ehemaligen Aufbasungsfront zurückzuführen sein dürfte . Im Vergleich zur Entwicklung in den Flächenkomplexen 1 und 2 erfolgt diese Abwärtsbewegung aber recht schnell .

Die leicht austauschbaren (NH₄Cl) Kationenanteile zeichnen diese Entwicklung hingegen nicht nach : sie geben vermutlich bereits den Chemismus der aktuellen atmosphärischen Deposition recht gut wieder .

Fläche 3.2 : (= 298) Aufnahmejahre 1967, 1989, 1994

Lage : FA Tornau, Rev. Grenzhau , Abt. 671c

Geologie : sanderartige Hochfläche

Relief : ca 2° nach W geneigter Oberhang an Plateaurand; glatt ; 140 m üNN

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : campic arenosol

Profil 3.2. (Fläche 298) , Aufnahmen : 1994, 1989, 1967

Basisdaten

Profilgliederung

| Lage | Repras. | SEA | Horizont | KA3 | Spanne [cm] | | Entn.spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Körn.Feinh. SEA | Farbe Munsell | Perstr. zone |
|---|---------|-------|----------|-----|-------------|-------|------------------|-------|------------------|-----------|-----------------|---------------|--------------|
| | | | | | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | | | |
| - Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | | 9,0 | 0,0 | 9,0 | 0,0 | | | | | |
| 2 | 100 | IABv | IABv | | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 5,0 | st3ki3gr0 | x2,g2,gr0 | almS | 7.5YR 4/3 | beta |
| 3 | 100 | ABv | ABv | | 0,0 | 10,0 | 5,0 | 10,0 | st3ki3gr0 | x2,g2,gr0 | almS | 7.5YR 4/4 | beta |
| 4 | 100 | Bv | Bv | | 10,0 | 50,0 | 11,0 | 50,0 | st3ki3gr0 | x2,g2,gr0 | almgS | 7.5YR 5/6 | delta |
| 5 | 100 | (Bv) | CvBv | | 50,0 | 90,0 | 51,0 | 90,0 | st2ki3gr0 | x2,g2,gr0 | mS | 10YR 7/6 | epsilon |
| 6 | 70 | C1 | IC | | 90,0 | 160,0 | 91,0 | 160,0 | st3ki3gr0 | x2,g2,gr0 | mS | 10YR 8/6 | eta |
| 7 | 30 | II C2 | II C | | 90,0 | 160,0 | 91,0 | 160,0 | st3ki3gr0 | x2,g2,gr0 | gmS | 10YR 7/6 | eta |
| -abweichend im Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | | 6,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | | | | | |
| -abweichend im Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | | 6,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | | | | | |

Körnungsanalyse

| Lage | SEA | Horizont | KA3 | Kiesanteil (%) | | | | | Kornfraktionen Feinböden (%) | | | | | |
|------|-------|----------|-----|----------------|-------|---------|--------|--------|------------------------------|--------|--------|-------|-----|---|
| | | | | KIES1 | KIES2 | GRSAND1 | GRSAND | MISAND | FSAND1 | FSAND2 | GRSCHL | FSCHL | TON | |
| 1 | F+H | Of+Oh | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | IABv | IABv | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 3 | ABv | ABv | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 4 | Bv | Bv | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 5 | (Bv) | CvBv | | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 6 | C1 | IC | 1 | 1 | 2 | 2 | 70 | 21 | 4 | 0 | 0 | 1 | | |
| 7 | II C2 | II C | 3 | 9 | 9 | 16 | 57 | 14 | 2 | 1 | 0 | 1 | | |

Gesamtgehalte

| Lage | SEA | Horizont | KA3 | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | | | |
|------|-------|----------|-----|------------------------------|-------|------|------|-------|-------|---|
| | | | | Kt | Mgt | Ca | Nat | Pt | CaCO3 | |
| 1 | F+H | Of+Oh | | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | IABv | IABv | | - | 0,064 | 0,06 | - | 0,019 | 0,0 | |
| 3 | ABv | ABv | | - | 0,057 | 0,03 | - | 0,022 | 0,0 | |
| 4 | Bv | Bv | | - | 0,050 | 0,03 | 1,00 | 0,016 | 0,0 | |
| 5 | (Bv) | CvBv | | - | - | - | - | - | - | |
| 6 | C1 | IC | | - | - | - | - | - | - | |
| 7 | II C2 | II C | | - | - | - | - | - | - | |

Zustandsdaten :

Humusgehalte, C/N- Verhältnis , pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert mval/100g | H-Wert | V-Wert (%) | P_al mg/100g |
|------------------------------|--------|--------------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|------------|--------------|
| - Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,16 | 51,74 | 17,77 | 5,63 | 4,98 | 4,38 | 30,6 | 83,5 | 26,82 | 3,000 |
| 2 | IABv | 1,32 | 2,21 | 21,33 | 4,69 | 5,34 | 4,60 | 3,6 | 10,2 | 26,09 | 0,700 |
| 3 | ABv | 1,26 | 1,38 | 22,22 | 4,60 | 5,18 | 4,63 | 2,6 | 9,5 | 21,49 | 0,900 |
| 4 | Bv | 1,49 | 0,82 | 20,00 | 5,00 | 5,25 | 4,63 | 1,8 | 7,6 | 19,35 | 1,400 |
| 5 | (Bv) | 1,61 | 0,09 | - | - | 4,79 | 4,38 | 1,4 | 2,2 | 38,89 | 1,000 |
| 6 | C1 | 1,48 | 0,05 | - | - | 5,04 | 4,42 | 1,0 | 2,0 | 33,33 | 0,900 |
| 7 | II C2 | 1,45 | 0,06 | - | - | 4,92 | 4,48 | 1,3 | 1,6 | 46,43 | 0,800 |
| - Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,32 | 30,22 | 20,46 | 4,89 | 5,00 | 4,88 | 26,1 | 61,0 | 29,97 | 5,050 |
| 2 | ABv | 1,33 | 2,06 | 19,36 | 5,17 | 4,78 | 4,23 | 3,4 | 11,5 | 22,82 | 1,600 |
| 3 | ABv | 1,61 | 0,76 | 16,30 | 6,14 | 4,74 | 4,34 | 1,6 | 8,0 | 16,67 | 0,800 |
| - Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,24 | 54,32 | 36,56 | 2,74 | 5,81 | 5,86 | 76,4 | 62,8 | 68,81 | 7,700 |
| 2 | ABv | 1,54 | 1,96 | 20,00 | 5,90 | 5,16 | 4,58 | 2,4 | 8,6 | 22,02 | 1,300 |
| 3 | ABv | 1,41 | 1,21 | 14,58 | 6,96 | 4,80 | 4,29 | 1,8 | 8,5 | 17,68 | 0,800 |
| 4 | Bv | 1,58 | 0,82 | 7,32 | 13,67 | 4,90 | 4,41 | 1,2 | 6,1 | 16,44 | 0,910 |

AKe (mval /100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | VbKat (%) | Ca/Al |
|------------------------------|--------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|------|------|-----------|-------|
| - Aufnahmejahr 1984 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 19,13 | 2,32 | 67,84 | 3,77 | 0,91 | 1,41 | 23,72 | 0,04 | 0,00 | 74,84 | 2,86 |
| 2 | IABv | 2,56 | 4,10 | 73,98 | 3,39 | 2,04 | 0,00 | 12,69 | 0,00 | 0,00 | 83,58 | 4,49 |
| 3 | ABv | 2,17 | 4,15 | 66,77 | 2,91 | 2,21 | 1,38 | 22,88 | 0,00 | 0,00 | 76,01 | 2,96 |
| 4 | Bv | 0,84 | 5,82 | 23,76 | 0,95 | 4,13 | 5,94 | 59,43 | 0,00 | 0,00 | 34,68 | 0,40 |
| 5 | (Bv) | 0,35 | 12,68 | 14,41 | 2,31 | 10,03 | 2,88 | 67,70 | 0,00 | 0,00 | 39,48 | 0,26 |
| 6 | C1 | 0,46 | 9,50 | 32,40 | 1,73 | 9,40 | 8,64 | 38,42 | 0,00 | 0,00 | 62,79 | 0,84 |
| 7 | II C2 | 0,65 | 8,33 | 30,86 | 1,24 | 6,05 | 12,35 | 41,19 | 0,00 | 0,00 | 48,24 | 0,76 |
| - Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 17,82 | 1,33 | 67,78 | 3,25 | 1,42 | 6,74 | 19,04 | 0,35 | 0,10 | 73,78 | 3,18 |
| 2 | ABv | 2,45 | 3,23 | 42,83 | 4,29 | 1,96 | 6,54 | 40,90 | 0,24 | 0,00 | 62,24 | 1,46 |
| 3 | ABv | 1,37 | 3,00 | 14,61 | 7,09 | 2,54 | 20,45 | 51,99 | 0,29 | 0,00 | 27,17 | 0,21 |
| - Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 26,61 | 2,28 | 80,93 | 9,00 | 1,05 | 2,63 | 3,14 | 0,30 | 0,77 | 93,25 | 97,73 |
| 2 | ABv | 2,42 | 1,82 | 67,76 | 5,17 | 1,44 | 6,51 | 25,83 | 0,56 | 0,82 | 66,13 | 1,59 |
| 3 | ABv | 1,41 | 2,55 | 28,26 | 3,12 | 1,23 | 6,67 | 82,30 | 2,82 | 4,26 | 35,03 | 0,45 |
| 4 | Bv | 0,92 | 3,37 | 27,17 | 4,02 | 1,88 | 4,36 | 56,09 | 0,96 | 2,17 | 36,61 | 0,41 |

- ♦ DBG : Braunerde auf Sandersand
- ♦ Standortkartierung : Nedlitzer Sand- Braunerde

Grund- und Stauwasserstufe : 7 (grundwasserfern)

Humusform (morphologisch) : feinhumusreicher Moder

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysetabelle) : Steinanreicherung an Bv- Untergrenze ; C1 schräg geschichtet (Schichtung sich zum (Bv)- Horizont hin verlierend, C2 horizontal geschichtet mit wechselnden Körnungen (Mittelsand / Grobsand) , rostgelbe Substratfarbe vorherrschend .

forstliche Stamm- Standortgruppe : M2 = mäßig frisch, mäßig nährstoffhaltig

Baumbestand : Kiefern- Baumholzbestand

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) : mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumus (b4,n3) oder ärmer .
- ♦ 1967 : mäßig frischer ,basenreicher Rohhumus (b7,n3)

Bodenvegetation : Drahtschmielen- Blaubeerform mit sehr vielen Basen- und "Rauch-"zeigerarten : Wald- Erdbeere, Huflattich, Wasserdost, Braunelle, Breit- und Spitz- Wegerich, Klettenkerbel, Gem. Baldrian (insges. > 70 Arten in Kr- u. Str.- Schicht)

- ♦ 1989 : mäßig frischer , ziemlich hoch basengesättigter Moder (b6,n5) ;

Bodenvegetation : Himbeer- Waldzwenken- Form unter Ausfall fast aller Stark- Basen- Zeiger ; 29 Arten in der Krautschicht ; Drahtschmielen und Blaubeere noch stark beteiligt, Sandrohr mäßig (10%) geblieben

- ♦ 1994 (nur Analyse): mäßig frischer, mäßig basengesättigter Mullartiger Moder (b5,n6)

(Vegetationsaufnahme noch ausstehend)

Düngung : insgesamt 330kg N/ha als Harnstoff bis ca 1986 (in 1 Zyklus verteilt über 3 Jahre)

Interpretation :

In der Entwicklung der immissionsbeeinflussten Humusform sind ein stetiger (Rück-) Versauerungsfortschritt sowie eine deutliche Stickstoffeutrophierung zu erkennen .Der immissionsbegleitende Versauerungsdruck scheint so stark zu sein, daß im oberen Mineralboden keine ausgesprochene Abwärtsbewegung der ehemaligen Aufbasungsfront mehr beobachtbar ist . In Anlehnung an den Befund aus Profil 3.1 sind die ziemlich hohen (potentiellen) Basensättigungen im C1 und C2- Horizont wohl als nach unten gewanderte Aufbasungsfront anzusehen .

Der rasche Anstieg der Stickstoffstufe nach 1989 ist sehr wahrscheinlich durch die luvseitig gelegene Geflügelfarm verursacht . An der bis 1989 festzustellenden Anhebung des Stickstoffstatus' dürfte die Düngung eher einen untergeordneten Anteil gehabt haben (zu geringe Menge; bei günstiger Basenversorgung vermutlich auch hohe Verluste) .

6. Flächenkomplex 4 : mäßig immissionsbeeinflusste , relativ hoch gelegene Standorte des Westrandes des Mark Schmelzer Stauchmränenkomplexes

Wuchsbezirk : Dübener Heidehochfläche (Makroklimaform 'phi' ; mäßig feucht)

Belastungssituation :

- ♦ Rauchschatzone von 1965 : Zone 3-4 (mäßig bis gering geschädigt)
- ♦ Aufbasungszone von 1967 : B3 = Aufbasung um i.d.R. 2 Stufen
- ♦ Versauerungszone von 1989 : VZ2 = Rückgang um 1-2(-3) V- Wertstufen
- ♦ N- Eutrophierungszone von 1989: N1 = meist ohne Anstieg der N- Stufe d. Humusform

Fläche 4.1 : entfällt

Fläche 4.2: (=268) Aufnahmen 1968, 1989, 1994

Lage: FA Tornau, Rev. Söllichau, Abt. 527 a3

Geologie: Stauchmoräne mit kohleführenden Letten (Miocän)

Relief: ssw geneigter Flachhang ; Grube in Mittlehanglage ; 160 m üNN; glatt bis leicht flachwellig

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : leptic podzol über dystric cambisol
- ♦ DBG : staunässebeeinflusste Podsol- Braunerde auf Geschiebesand über Kohleletten
- ♦ Standortskartierung : tief stauvergleyte, podsolierte Kossaer Sand- Rügerde , lettunterlagert

Grund- und Stauwasserstufe : 57 kurzzeitigzeitig stauwassernah , (früher : 5 = staufrisch)

Humusform (morphologisch) : feinhumusreicher Rohhumusartiger Moder

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysentabelle) : starker Wasserstau auf der Lettenschicht ; Wasserstand 9/94 : 115 cm u.Fl. ; Oberboden deutlich podsoliert ; etwas hellerer (Bv)Bv- Horizont über dem Bv- Horizont liegend ; wellige Untergrenze des 2.(Bv)- Horizontes ; Profilaufbau aus Quartärmaterial (Mischsubstrat) über aufgestauchtem - teilweise umgelagertem - Tertiärmaterial

forstliche Stamm- Standortgruppe : M2w : wechselfrisch , mäßig nährstoffhaltig

Baumbestand : Kiefern- Baumholzbestand mit Buchenunterstand in 2. Baum - und Strauchschicht

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) : frischer , ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b4,n4) oder ärmer .
- ♦ 1967 : frischer , ziemlich basenreicher Rohhumusartiger Moder (b6,n4): Bodenvegetation : Löwenzahn- Drahtschmielen- Blaubeer- Form; Gemeiner Löwenzahn als Störungs- und Aufbasungszeiger; an aufgelichteten Stellen in der Nachbarschaft : Spitz- Wegerich, Herbstlöwenzahn, Ferkelkraut
- ♦ 1989 : frischer , ziemlich niedrig basengesättigter (b4) bis mäßig basenhaltiger (b5) Rohhumusartiger Moder (n4) ; bei leichtem Anstieg der N- Versorgung Bodenvegetation 1989 (- 94) : wie 1967 , aber ausgedunkelt und Aufkommen von Sauerklee, Himbeere , Sandrohr, Harzlabkraut , Salbei- Gamander und Ausfall der kleineren, konkurrenzschwachen Basenzeigerarten .
- ♦ 1994 : frischer , mäßig basenhaltiger Moder (= b5,n5; unterer Bereich der N- stufe)

Düngung : ohne

Interpretation :

Insgesamt zeigt sich bei mäßigem Immissionseinfluß im Altzustand von 1967 eine bis 1989 anhaltende schwächere (Rück-)Versauerungstendenz als im Flächenkomplex 3 , die von einem langsamen Anstieg der Stickstoffstufe der Oberbodenzustandsform begleitet wird und bis 1994 auf etwa gleichem Niveau verblieben ist .

Die geringere Veränderung gegenüber den weiter westlich gelegenen Exkursionspunkten beruht vermutlich teilweise auf dem niedrigeren Ausgangsniveau der Aufbasung . Die geringere Schädigung im Jahre 1967 weist aber auch auf einen schwächeren SO₂- Eintrag hin .

Der Anstieg der Stickstoffstufe könnte auch durch die seit 1967 stark aufgekommene Buchenverjüngung erklärt werden .

Das Maximum der Basensättigung (V- Wert und VbKat) lag 1967 in der Humusaufgabe . Bis in die damals erfaßten 55 cm war ein kontinuierlicher Abfall der Basensättigungen zu verzeichnen . der die pedogenen Ausgangsbedingungen offensichtlich überprägte .

Heute zeigen sich im Profil wieder mehrfache Sprünge des Säure- Basenstatus' , die - zumindest im podsoliierten Profiltitel - an die pedogenen Merkmale gekoppelt sind .

Profil 4.2, (Fläche 268) , Aufnahmen : 1994, 1989, 1967

Basisdaten

Profilgliederung

Lage Repräs.

| | Horizont | Spanne [cm] | | Entn.spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Körn.Feinb. SEA | Farbe Munsell | Perstr - zone |
|--|------------|-------------|-------|------------------|-------|------------------|---------|--------------------|------------------|-----------------------|
| | | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | | | |
| - Aufnahmejahr 1994 | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 F+H | OF+Oh | 8,0 | 0,0 | 8,0 | 0,0 | | | | |
| 2 | 100 I AEs | I Ahe | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 | s4k4gr0 | x3,g3,gr0 | almS | 2,5YR 7/2 ata/gamma? |
| 3 | 100 Bs | Bs | 6,0 | 10,0 | 5,0 | 10,0 | s4k4gr0 | x3,g3,gr0 | almS | 2,5YR 6/4 gamma ? |
| 4 | 100 (Bv)Bv | Bv1 | 10,0 | 30,0 | 11,0 | 30,0 | s4k4gr0 | x3,g3,gr0 | lms | 10YR 7/3 gamma ? |
| 5 | 100 Bv | Bv2 | 30,0 | 55,0 | 30,0 | 55,0 | s4k4gr0 | x3,g3,gr0 | lms | 10YR 7/4 delta |
| 6 | 100 (Bv) | CvBv | 55,0 | 75,0 | 56,0 | 76,0 | s4k4gr0 | x3,g3,gr0 | lmgS | 10YR 8/3 epsilon |
| 7 | 100 II Xg | II Sw | 75,0 | 95,0 | 76,0 | 96,0 | s2k4gr0 | x2,g3,gr0 | mgS | 10YR 7/3 :psilon/zeta |
| 8 | 100 III Yg | III Sd | 95,0 | 115,0 | 96,0 | 115,0 | s3k3gr0 | x2,g2,gr0 | zL | 10YR 7/8 zeta |
| 9 | 100 IV Cg | IV C3g | 115,0 | 130,0 | 115,0 | 130,0 | s3k3gr0 | x2,g2,gr0 | Z | 10YR 2/1 eta |
| - abweichend im Aufnahmejahr 1989 | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 F+H | OF+Oh | 8,0 | 0,0 | 8,0 | 0,0 | | | | |
| - abweichend im Aufnahmejahr 1967 | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 F+H | OF+Oh | 6,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | | | | |
| 2 | 100 AhEs | Ahe | 0,0 | 7,0 | 0,0 | 5,0 | s3,k3k3 | x2,g4,gr0 | almfS | |

Gesamtgehalte

| Lage | Horizont | | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | | |
|------|----------|--------|------------------------------|-------|------|-----|-------|-------|
| | SEA | KA3 | Kt | Mgt | Cat | Nat | Pt | CaCO3 |
| 1 | F+H | OF+Oh | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I AEs | I Ahe | - | 0,030 | 0,04 | - | 0,011 | 0,0 |
| 3 | Bs | Bs | - | 0,032 | 0,03 | - | 0,013 | 0,0 |
| 4 | (Bv)Bv | Bv1 | - | - | - | - | - | - |
| 5 | Bv | Bv2 | - | - | - | - | - | - |
| 6 | (Bv) | CvBv | - | - | - | - | - | - |
| 7 | II Xg | II Sw | - | - | - | - | - | - |
| 8 | III Yg | III Sd | - | - | - | - | - | - |
| 9 | IV Cg | IV C3g | - | - | - | - | - | - |

Zustandsdaten

Humusgehalte, CN- Verhältnis , pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert mval/100g | H-Wert | V-Wert (%) | P_al mg/100g |
|------------------------------|--------|-------------|-----------|-------|--------|--------|--------|------------------|--------|------------|--------------|
| - Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,12 | 57,78 | 22,48 | 4,45 | 4,14 | 3,64 | 18,7 | 70,4 | 20,99 | 3,400 |
| 2 | I AEs | 1,05 | 8,01 | 24,76 | 4,04 | 4,04 | 3,36 | 2,7 | 22,0 | 10,93 | 0,800 |
| 3 | Bs | 1,30 | 1,47 | 19,32 | 5,18 | 4,14 | 3,44 | 1,9 | 13,0 | 12,75 | 0,900 |
| 4 | (Bv)Bv | | | | | | | | | | |
| 5 | Bv | 1,53 | 1,09 | 19,09 | 5,24 | 4,50 | 4,03 | - | - | - | 0,600 |
| 6 | (Bv) | 1,55 | 0,24 | - | - | 4,32 | 4,09 | 1,2 | 5,5 | 17,91 | 1,100 |
| 7 | II Xg | 1,66 | 0,12 | - | - | 4,37 | 4,04 | 0,2 | 1,0 | 16,86 | 0,700 |
| 8 | III Yg | 1,46 | 0,19 | - | - | 4,08 | 3,82 | 1,5 | 6,8 | 16,07 | 0,500 |
| 9 | IV Cg | 0,73 | 4,63 | - | - | 3,98 | 3,68 | 5,5 | 42,5 | 11,46 | 0,400 |
| - Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,15 | 53,03 | 24,74 | 4,04 | 3,79 | 3,40 | 12,9 | 60,5 | 17,65 | 4,080 |
| 2 | AEs | 1,25 | 3,91 | 25,39 | 3,94 | 3,83 | 3,25 | 1,0 | 15,8 | 5,95 | 0,400 |
| 3 | BiBv | 1,39 | 1,47 | 4,05 | 24,71 | 3,97 | 3,48 | 1,8 | 11,0 | 14,06 | 0,100 |
| - Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,15 | 40,66 | 27,71 | 3,81 | 4,72 | 4,33 | 33,5 | 59,4 | 36,06 | 6,360 |
| 2 | AhEs | 1,32 | 2,25 | 29,55 | 3,39 | 4,58 | 3,77 | 1,8 | 7,5 | 19,35 | 1,710 |
| 3 | BiBv | 1,41 | 0,87 | 17,86 | 5,60 | 4,88 | 4,25 | 1,4 | 6,5 | 17,72 | 1,100 |
| 4+5 | Bv | 1,46 | 0,52 | 11,54 | 8,67 | 4,85 | 4,25 | 1,2 | 6,0 | 16,67 | 1,810 |

AKe (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | Vskat (%) | Ca/Al |
|------------------------------|--------|-------|-------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-----------|-------|
| - Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 15,34 | 4,23 | 28,63 | 3,83 | 0,99 | 7,63 | 54,09 | 0,26 | 0,33 | 37,68 | 0,53 |
| 2 | I AEs | 3,27 | 4,31 | 15,26 | 2,26 | 1,48 | 3,97 | 72,41 | 0,02 | 0,31 | 23,29 | 0,21 |
| 3 | Bs | 3,87 | 2,79 | 6,46 | 0,86 | 1,24 | 6,79 | 79,51 | 0,00 | 0,26 | 11,35 | 0,08 |
| 4 | (Bv)Bv | | | | | | | | | | | |
| 5 | Bv | 0,83 | 12,85 | 6,02 | 2,53 | 5,24 | 13,26 | 60,29 | 0,00 | 0,00 | 25,51 | 0,10 |
| 6 | (Bv) | 1,56 | 6,73 | 3,20 | 0,51 | 3,07 | 5,13 | 81,21 | 0,16 | 0,00 | 13,52 | 0,04 |
| 7 | II Xg | 0,87 | 11,13 | 7,52 | 1,20 | 5,90 | 9,02 | 85,22 | 0,00 | 0,00 | 25,87 | 0,12 |
| 8 | III Yg | 2,93 | 4,84 | 6,82 | 4,94 | 1,78 | 2,05 | 79,62 | 0,06 | 0,00 | 18,17 | 0,06 |
| 9 | IV Cg | 25,07 | 1,10 | 5,77 | 1,60 | 0,31 | 34,14 | 57,04 | 0,13 | 0,00 | 8,78 | 0,10 |
| - Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 24,51 | 1,23 | 17,91 | 1,75 | 0,54 | 42,43 | 36,02 | 0,00 | 0,03 | 21,53 | 1,00 |
| 2 | AEs | 3,41 | 2,28 | 16,10 | 1,70 | 1,02 | 19,85 | 68,72 | 0,00 | 0,24 | 21,09 | 0,22 |
| 3 | BiBv | 2,70 | 2,98 | 9,28 | 1,37 | 0,81 | 16,33 | 70,15 | 0,00 | 0,00 | 13,54 | 0,11 |
| - Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 15,83 | 2,52 | 59,88 | 7,79 | 0,82 | 5,37 | 22,04 | 0,70 | 0,89 | 71,01 | 2,48 |
| 2 | AhEs | 2,27 | 1,59 | 33,05 | 5,21 | 1,54 | 10,59 | 46,82 | 0,02 | 1,19 | 41,36 | 0,56 |
| 3 | BiBv | 1,22 | 3,37 | 28,65 | 5,17 | 2,14 | 6,67 | 51,22 | 1,80 | 1,06 | 39,29 | 0,44 |
| 4+5 | Bv | 1,17 | 3,93 | 21,35 | 5,38 | 2,23 | 10,25 | 53,37 | 1,72 | 1,75 | 32,77 | 0,35 |

Fläche 4.3: (= 182) Aufnahmejahre 1967, 1989, 1994

Lage : FA Tornau , Revier Söllichau , Abt. 503 a3

Geologie : dem Hauptendmoränenzug vorgelagerte saalezeitliche Stauchmoräne mit tertiärem Material

Relief : flachwellig ; Grube in Flachmulde ; glatt ; 140 üNN

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : (podzolic) orthic gleysol
- ♦ DBG : (stellenweise podsoliger) Braunerde- Pseudogley in Geschiebesand über Geschiebelehm
- ♦ Standortskartierung : Ponikauer Tieflehm- Braunstaugley

Grund- und Stauwasserstufe : 47 (kurzzeitig stauwassernah) , (früher : 5 = tief staufrisch)

Humusform (morphologisch) : feinhumusarmer Moder

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysentabelle) : Sanddecke aus quartär- tertiärem Mi-schmaterial, 2. Schicht aus Tertiärmaterial ; stellenweise flach und mäßig podsolig , Rostflecken bis in den Bv- Horizont hinein , G- Horizont stark rostig und weißlich grob marmoriert ; G2 mehr breit roststreifig ; im G2- Horizont stellenweise Sandnester

forstliche Stamm- Standortsguppe : M2 w; wechselfrisch , mäßig nährstoffhaltig

Baumbestand : Kiefern- Trauben-Eichen- Baumholzbestand mit Trauben-Eichen und Hainbuchen-Unterstand

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) : mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b4,n4) oder ärmer .
- ♦ 1967 : frischer , ziemlich basenreicher Rohhumusartiger Moder (b6,n4)
Bodenvegetation : Aufnahme fehlt
- ♦ 1989 : frischer , mäßig basenhaltiger Moder (b5,n5)
Bodenvegetation : flattergrasreichere Kräuter- Blaubeer- Form mit Wald- Erdbeere ; stärkere Basenzeiger fehlen
- ♦ 1994 : frischer , ziemlich basenhaltiger Moder (b6,n5)

Düngung : insgesamt 600kg N/ha als Harnstoff bis ca 1984 (in 2 Zyklen zu je 300 kg , verteilt über 3 Jahre pro Zyklus mit mindestens 3- jähriger Unterbrechung zwischen den Zyklen)

Interpretation :

Von 1967 bis 1989 kam es zu einer Rückversauerung der Humusaufgabe nachdem der Standort durch die Flugstaubeinträge künstlich aufgebast wurde . Diese Dynamik war in der Aufnahme von 1994 nicht mehr feststellbar . Die letzte Aufnahme zeigt im gesamten Profil die höchsten Basensättigungen und V-Werte . Für die Humusaufgabe ist dies derzeit nicht erklärbar .

In den unteren Profiltteilen der Aufnahme von 1994 ist die K- Ca- Relation deutlich zugunsten des Kaliums verschoben worden , was auf Wechsel im Substratchemismus schließen läßt und auf einen insgesamt verringerten Immissionseinfluß zurückzuführen sein dürfte .

Der Anstieg der Stickstoffstufe der Humusform erfolgte bis 1989 moderat und stagniert seitdem . Als Ursache dafür kann neben Stickstoffeinträgen bzw. der Stickstoffdüngung auch der systeminterne Stoffumsatz (umsatzfördernde Wirkung des Laubholzes) angesehen werden .

Profil 4.3 (Fläche 182), Aufnahmen : 1994, 1989, 1967

Basisdaten

Profilgliederung

| Lage | Repras. | Horizont | | Spanne [cm] | | Entrn.spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Körn.Feinb. | Farbe Munsell | Perstr - zone |
|------------------------------------|---------|----------|--------|-------------|-------|-------------------|-------|------------------|-----------|-------------|---------------|---------------|
| | | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | | | |
| - Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 3,0 | 0,0 | 3,0 | 0,0 | | | | | |
| 2 | 100 | I Ah | I Ah | 0,0 | 10,0 | 0,0 | 5,0 | st2ki3gr0 | x2,g2,gr0 | lmfS | 10YR 3/2 | beta |
| 3 | 100 | ABvg | ABvg | 0,0 | 10,0 | 5,0 | 10,0 | st2ki3gr0 | x2,g2,gr0 | lmfS | 10YR 5/3 | betadelta |
| 4 | 100 | Bvg | Bvg | 10,0 | 45,0 | 11,0 | 45,0 | st2ki3gr0 | x2,g2,gr0 | lmfS | 10YR 6/6 | delta |
| 5 | 100 | G1 | BvgAlg | 45,0 | 61,0 | 46,0 | 61,0 | st0ki2gr0 | x2,g2,gr0 | almfS | 7.5YR6.6/1 | epsilon ? |
| 6 | 100 | II G2 | II Sd | 61,0 | 110,0 | 52,0 | 110,0 | st2ki2gr0 | x2,g2,gr0 | tl.7=sl3 | 7.5YR6/6 | zeta |
| -abweichend im Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 7,0 | 0,0 | 7,0 | 0,0 | st1,ki2 | | | | |
| 3 | 100 | ABvg | ABvg | 5,0 | 45,0 | 10,0 | 20,0 | st1,ki2 | x1,g2,gr0 | almfS | | |
| -abweichend im Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 5,0 | 0,0 | 5,0 | 0,0 | st1,ki2 | | | | |

Körnungsanalyse

| Lage | Horizont | | | Kiesanteil (%) | | Kornfraktionen Feinböden (%) | | | | | | | |
|------|----------|-----|--|----------------|-------|------------------------------|---------|--------|--------|--------|--------|-------|-----|
| | SEA | KA3 | | KIES1 | KIES2 | GRSAND1 | GRSAND2 | MISAND | FSAND1 | FSAND2 | GRSCHL | FSCHL | TON |
| 4 | Bvg | Bvg | | 4 | 4 | 1 | 4 | 45 | 11 | 6 | 15 | 9 | 2 |

Gesamtgehalte : fehlen

Zustandsdaten :

Humusgehalte, C/N- Verhältnis , pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert mval/100g | H-Wert | V-Wert (%) | P_al mg/100g |
|----------------------|--------|--------------------------|-----------|--------|--------|--------|--------|------------------|--------|------------|--------------|
| -Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,08 | 31,05 | 20,89 | 4,79 | 5,44 | 4,88 | 36,3 | 58,1 | 38,46 | 4,800 |
| 2 | I Ah | 0,67 | 11,09 | 21,88 | 4,57 | 5,01 | 4,41 | 13,8 | 34,6 | 28,51 | 1,500 |
| 3 | ABvg | 1,09 | 2,86 | 22,93 | 4,36 | 4,44 | 3,76 | 2,6 | 12,8 | 16,34 | 0,700 |
| 4 | Bvg | 1,47 | 0,74 | 14,33 | 6,98 | 4,50 | 4,02 | 2,8 | 7,8 | 26,42 | 0,700 |
| 5 | G1 | 1,67 | 0,17 | 9,09 | 11,00 | 4,28 | 4,00 | 1,2 | 5,5 | 17,91 | 0,800 |
| 6 | II G2 | 1,36 | 0,33 | #WERT! | | 4,20 | 3,74 | 3,5 | 13,5 | 20,59 | 0,600 |
| -Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,20 | 41,76 | 20,20 | 4,95 | 4,12 | 3,65 | 16,5 | 65,7 | 20,07 | 5,100 |
| 2 | Ah | 1,31 | 1,21 | 17,60 | 5,71 | 4,31 | 3,89 | 0,6 | 8,8 | 6,38 | 0,200 |
| 3 | ABvg | 1,18 | 2,04 | 35,88 | 2,71 | 3,93 | 3,32 | 1,2 | 10,5 | 10,26 | 0,100 |
| -Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,17 | 63,85 | 27,58 | 3,63 | 4,63 | 4,34 | 28,4 | 54,3 | 34,34 | 3,000 |
| 2 | Ah | 1,29 | 4,67 | 36,67 | 2,73 | 4,75 | 4,12 | 2,4 | 12,5 | 16,11 | 1,000 |
| 4 | Bvg | 1,42 | 0,93 | 20,00 | 5,00 | 4,74 | 4,12 | 2,6 | 9,5 | 21,49 | 1,000 |

Ake (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Ake | K | Ca | Mg | Na | H | Al | Mn | Fe | VbKat [%] | Ca/Al |
|----------------------|--------|-------|------|-------|------|------|-------|-------|------|------|-----------|-------|
| -Aufnahmejahr 1994 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 25,56 | 2,88 | 89,98 | 6,99 | 0,94 | 3,01 | 2,00 | 0,20 | 0,00 | 94,79 | 41,95 |
| 2 | I Ah | 9,31 | 4,76 | 67,02 | 7,07 | 1,87 | 3,01 | 16,01 | 0,27 | 0,00 | 80,67 | 4,19 |
| 3 | ABvg | 2,29 | 4,94 | 19,62 | 3,23 | 2,28 | 10,49 | 69,27 | 0,19 | 0,00 | 30,07 | 0,33 |
| 4 | Bvg | 1,66 | 8,51 | 12,08 | 1,27 | 2,89 | 5,04 | 69,17 | 0,04 | 0,00 | 24,70 | 0,18 |
| 5 | G1 | 1,30 | 7,68 | 3,84 | 0,51 | 3,34 | 7,68 | 78,87 | 0,00 | 0,00 | 15,51 | 0,05 |
| 6 | II G2 | 5,43 | 4,44 | 11,04 | 6,82 | 0,96 | 3,13 | 73,38 | 0,07 | 0,19 | 23,23 | 0,16 |
| -Aufnahmejahr 1989 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 18,88 | 3,90 | 33,83 | 3,80 | 1,18 | 12,39 | 44,02 | 0,60 | 0,28 | 42,70 | 0,72 |
| 2 | Ah | 3,83 | 2,66 | 59,92 | 0,10 | 1,25 | 5,22 | 29,99 | 0,32 | 0,52 | 63,96 | 1,69 |
| 3 | ABvg | 2,86 | 1,79 | 20,97 | 1,30 | 1,83 | 22,40 | 50,87 | 0,35 | 0,49 | 25,85 | 0,34 |
| -Aufnahmejahr 1967 - | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 32,22 | 1,69 | 70,94 | 4,22 | 1,31 | 4,69 | 15,57 | 1,33 | 0,25 | 79,15 | 3,79 |
| 2 | Ah | 2,77 | 2,67 | 39,58 | 4,98 | 1,67 | 17,30 | 32,07 | 1,66 | 0,20 | 48,81 | 1,06 |
| 4 | Bvg | 1,19 | 3,69 | 16,77 | 3,69 | 2,19 | 10,06 | 59,66 | 3,87 | 0,04 | 26,30 | 0,19 |

7. Flächenkomplex 5 : Weiterentwicklung der Oberbodenzustände bei starkem N- Eintrag im SO₂- und staubimmissionsarmen Gebiet des sächsischen Teils der Dübener Heide

Wuchsbezirk : Wildenhainer Niederung

Belastungssituation :

- ♦ Rauchschatzone von 1965 : 3 = mäßige Rauchsäden an Kiefer
- ♦ Aufbasungszone von 1967 : B3 = Aufbasung um 2 Stufen
- ♦ Versauerungszone von 1989 : VZ1= Rückgang um 1 V- Wertstufe
- ♦ N- Eutrophierungszone von 1989: N3 = Anstieg um (1-) 2 Stufen

Fläche 5.1 : (=13206) Aufnahmejahre 1986, 1992, 1994

Lage : Sächs. FA Falkenberg, Rev. Pressel , Abt. 646 a1

Geologie : weichselzeitliche Talsandbildung

Relief : schw. nach NW geneigt glatte Ebene ; 95 m üNN

Bodenklassifikation :

- ♦ FAO : campic arenosol
- ♦ DBG : Braunerde auf Talsand
- ♦ Standortskartierung : Bräunigker Grobsand- Braunerde

Grund- und Stauwasserstufe : 6 (schwach grundwasserbeeinflußt : im Frühjahr zwischen 1,6 und 3 m)

Humusform (morphologisch) : feinhumusarmer Rohhumusartiger Moder

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysentabelle) : Bv- Untergrenze mit Steinanreicherung ; in der rechten Profilhälfte Untergrenzen des Bv bis C2 mit bis zu 50 cm Ausbauchung nach unten ; C2 in der Mitte nochmals mit Kiesband ; seine Untergrenzen mit alten Grobwurzelresten

forstliche Stamm- Standortgruppe : M2 (= mäßig frisch, mäßig nährstoffhaltig)

Baumbestand : Kiefern- Baumholzbestand ; 1994 mit Buchenunterbau

Oberbodenzustandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation :

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900) : mäßig frischer , ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b4,n4) oder ärmer .
- ♦ 1988 : mäßig frischer , ziemlich gering basengesättigter Moder ; (b4n5)
Bodenvegetation : Himbeer- reicher Sandrohr- Dominanzbestand mit noch einigen schwächeren Basenzeigern : Fuchs- Kreuzkraut , Salbei- Gamander, Gamander- Ehrenpreis
- ♦ 1992 : mäßig frischer , ziemlich gering bis mäßig basengesättigter Moder (b5n5)
- ♦ 1994 : mäßig frischer , mäßig basengesättigter Moder (b5n5)

Bodenvegetation 1992/94 : Sandrohr- Dominanzbestand, nur noch mit wenigen schwächeren Basenzeigern : Salbei- Gamander, Gamander- Ehrenpreis ; Fuchs- Kreuzkraut und Salbei- Gamander schwach im Rückgang begriffen

Düngung : insgesamt 330kg N/ha als Harnstoff bis 1984 (in 1 Zyklus verteilt über 3 Jahre)

Interpretation :

Nach der Altkartierung von 1977 war die Fläche mit der Oberbodenzustandsform mäßig basengesättigter (b5) Rohhumus verzeichnet . Demgegenüber hat sich in erster Linie die Stickstoffstufe verändert . Deren Anstieg ist wahrscheinlich teilweise durch die Stickstoffdüngung verursacht . Die weiter östlich gelegenen Flächen des sächsischen Teiles der Dübener Heide weisen aber auch ohne eine gezielte Stickstoffdüngung diesen Anstiegsbetrag auf .

Die Basensättigung der Humusaufgabe wird sehr wahrscheinlich vor allem durch den luvseitig vorgelagerten Emittenten Laubig (Baustoffindustrie) auf dem mäßig gesättigten Niveau gehalten .

Profil 5.1. (Fläche 13206), Aufnahmen: 1994, 1992, 1988

Basiskdaten

Profilgliederung

| Lage | Repr. | Horizont | | Spanne [cm] | | Entn.spanne [cm] | | Grobbodenanteile | | Korn.Feinb. | Farbe Munsell | Perstr - zone |
|---|-------|----------|---------|-------------|-------|------------------|-------|------------------|-----------|-------------|---------------|---------------|
| | | SEA | KA3 | von | bis | von | bis | SEA | KA3 | | | |
| -Aufnahmehjahr 1994- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of + Oh | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| 2 | 100 | I Ahe | I Aeh | 0,0 | 5,0 | 0,0 | 5,0 | st2k2gr0 | x2,g2,gr0 | almgS | 7.5YR 5/4 | beta |
| 3 | 100 | hBv | Bhv | 5,0 | 22,0 | 5,0 | 20,0 | st2k2gr0 | x2,g2,gr0 | almgS | 7.5YR 5/4 | alpha+delta |
| 4 | 100 | Bv | Bv | 22,0 | 33,0 | 23,0 | 32,0 | st4k4gr0 | x3,g3,gr0 | almgS | 7.5YR 5/8 | delta |
| 5 | 100 | (Bv) | CvBv | 33,0 | 45,0 | 34,0 | 44,0 | st3k4gr0 | x2,g3,gr0 | mgS | 10YR 5/6 | epasion |
| 6 | 100 | C1 | C1 | 45,0 | 85,0 | 50,0 | 80,0 | st3k4gr0 | x2,g3,gr0 | mgS | 10YR 7/3 | eta |
| 7 | 100 | II C2 | II C2 | 85,0 | 120,0 | 90,0 | 115,0 | st2k4gr0 | x2,g3,gr0 | G | 10YR8/2=8/8 | eta |
| 8 | 100 | III C3 | III C3 | 120,0 | 140,0 | 120,0 | 135,0 | st2k4gr0 | x2,g2,gr0 | mgS | 10YR 8/1 | eta |
| 9 | 100 | IV C4 | IV C4 | 140,0 | 180,0 | 140,0 | 160,0 | st2k5gr0 | x2,g4,gr0 | G | 10YR 8/1 | eta |
| -abwdehnd im Aufnahmehjahr 1992- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of + Oh | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | | | | | |
| -abwdehnd im Aufnahmehjahr 1988- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 100 | F+H | Of+Oh | 8,0 | 0,0 | 6,0 | 0,0 | | | | | |
| 7+8+9 | 100 | C2-4 | C2-4 | 78,0 | 180,0 | 80,0 | 180,0 | | | | | |

Körnungsanalyse

| Lage | Horizont | Kiesanteil (%) | | | | | | Kornfraktionen Feinböden (%) | | | | | |
|------|----------|----------------|-----|-------|-------|---------|---------|------------------------------|--------|--------|--------|-------|-----|
| | | SEA | KA3 | KIES1 | KIES2 | GRSAND1 | GRSAND2 | MISAND | FSAND1 | FSAND2 | GRSCHL | FSCHL | TON |
| 1 | F+H | Of + Oh | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I Ahe | I Aeh | 0 | 5 | 2 | 10 | 56 | 3 | 2 | 12 | 3 | 13 | |
| 3 | hBv | Bhv | 1 | 7 | 3 | 10 | 57 | 8 | 3 | 8 | 8 | 10 | |
| 4 | Bv | Bv | 5 | 15 | 5 | 10 | 56 | 8 | 3 | 5 | 4 | 8 | |
| 5 | (Bv) | CvBv | 11 | 20 | 5 | 9 | 61 | 7 | 3 | 8 | 2 | 5 | |
| 6 | C1 | C1 | 4 | 12 | 3 | 15 | 79 | 2 | 1 | 0 | 0 | 0 | |
| 7 | II C2 | II C2 | 15 | 32 | 30 | 23 | 45 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 8 | III C3 | III C3 | 14 | 15 | 9 | 16 | 70 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | |
| 9 | IV C4 | IV C4 | 12 | 18 | 10 | 15 | 70 | 3 | 1 | 0 | 0 | 1 | |

Gesamtgehalte

| Lage | Horizont | Gesamtgehalte (g/100g) in HF | | | | | | | |
|------|----------|------------------------------|------|-------|------|------|-------|-----|-------|
| | | SEA | KA3 | Kt | Mgt | Cat | Nat | Pt | CaCO3 |
| 1 | F+H | Of + Oh | - | - | - | - | - | - | - |
| 2 | I Ahe | I Aeh | 1,20 | 0,105 | 0,05 | 0,36 | 0,035 | 0,0 | |
| 3 | hBv | Bhv | 1,20 | 0,075 | 0,08 | 0,38 | 0,078 | 0,0 | |
| 4 | Bv | Bv | 1,29 | 0,075 | 0,07 | 0,47 | 0,034 | 0,0 | |
| 5 | (Bv) | CvBv | 1,31 | 0,090 | 0,05 | 0,45 | 0,021 | 0,0 | |
| 6 | C1 | C1 | 1,08 | 0,053 | 0,03 | 0,40 | 0,011 | 0,0 | |
| 7 | II C2 | II C2 | - | - | - | - | - | - | |
| 8 | III C3 | III C3 | 1,17 | 0,075 | 0,08 | 0,44 | 0,006 | 0,0 | |
| 9 | IV C4 | IV C4 | - | - | - | - | - | - | |

Zustandsdaten:

Humusgehalte, C/N- Verhältnis, pH, potentiell austauschbare Kationen, PI

| Lage | Horiz. | TRD (g/cm ³) | Humus (%) | C/N | Nc (%) | PH_H2O | PH_KCL | S-Wert | | V-Wert (%) | P_al mg/100g |
|-----------------------------|--------|--------------------------|-----------|-------|--------|--------|--------|----------|--------|------------|--------------|
| | | | | | | | | mva/100g | H-Wert | | |
| -Aufnahmehjahr 1994- | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,16 | 48,70 | 19,59 | 5,11 | 4,55 | 3,97 | 22,0 | 78,5 | 21,86 | 3,304 |
| 2 | I Ahe | 1,17 | 3,27 | 21,48 | 4,66 | 4,40 | 3,73 | 1,2 | 12,0 | 8,76 | 0,800 |
| 3 | hBv | 1,40 | 1,58 | 21,95 | 4,56 | 4,49 | 4,11 | 0,4 | 8,0 | 4,78 | 1,000 |
| 4 | Bv | 1,48 | 1,06 | 16,49 | 6,07 | 4,43 | 4,24 | 1,0 | 7,0 | 12,50 | 1,000 |
| 5 | (Bv) | 1,43 | 0,42 | 12,83 | 7,92 | 4,45 | 4,24 | 0,8 | 5,5 | 9,84 | 0,900 |
| 6 | C1 | 1,49 | 0,05 | - | - | 4,89 | 4,39 | 0,8 | 4,5 | 11,78 | 0,700 |
| 7 | II C2 | 1,68 | 0,14 | - | - | 4,93 | 4,37 | 0,4 | 2,5 | 13,79 | 0,600 |
| 8 | III C3 | 1,57 | 0,04 | - | - | 4,49 | 4,39 | 0,4 | 2,5 | 13,79 | 0,600 |
| 9 | IV C4 | 1,66 | 0,05 | - | - | 4,80 | 4,44 | 0,4 | 1,5 | 21,05 | 0,600 |
| -Aufnahmehjahr 1992- | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,17 | 62,83 | 21,32 | 4,89 | 4,09 | 3,82 | 17,9 | 82,2 | 17,58 | 9,802 |
| 2 | Ahe | 1,01 | 5,45 | 87,02 | 1,49 | 4,13 | 3,61 | 1,9 | 19,8 | 8,78 | 1,193 |
| 3 | hBv | 1,16 | 2,48 | 41,77 | 2,39 | 4,21 | 3,74 | 0,6 | 18,2 | 3,03 | 0,864 |
| 4 | Bv | 1,30 | 1,00 | 15,11 | 6,21 | 4,28 | 4,16 | 1,3 | 10,0 | 11,50 | 0,968 |
| -Aufnahmehjahr 1988- | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 0,12 | 59,05 | 21,57 | 4,84 | 4,06 | 3,83 | 18,8 | 75,7 | 17,98 | - |
| 2 | Ahe | 1,22 | 3,29 | 25,00 | 4,00 | 4,05 | 3,45 | 1,5 | 15,8 | 9,20 | - |
| 3 | hBv | 1,27 | 2,04 | 21,85 | 4,58 | 4,25 | 3,81 | 1,8 | 13,8 | 10,80 | - |
| 4 | Bv | 1,32 | 1,33 | 27,50 | 3,64 | 4,27 | 4,19 | 1,8 | 10,6 | 13,22 | - |
| 5 | (Bv) | 1,47 | 0,36 | 13,13 | 7,82 | 4,36 | 4,17 | 0,4 | 3,8 | 9,52 | - |
| 6 | C1 | 1,47 | 0,12 | 10,00 | 10,00 | 4,84 | 4,39 | 0,4 | 1,3 | 23,63 | - |
| 7+8+9 | C2-4 | 1,47 | 0,04 | 3,33 | 30,00 | 4,88 | 4,39 | 0,2 | 1,0 | 16,67 | - |

Alge (mval/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

| Lage | Horiz. | Alge | Kationen | | | | | Mn | Fe | VbKat [%] | Ca/Al | |
|-----------------------------|--------|-------|----------|-------|------|-------|-------|-------|------|-----------|-------|------|
| | | | K | Ca | Mg | Na | H | | | | | |
| -Aufnahmehjahr 1994- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 20,43 | 3,19 | 60,01 | 4,67 | 1,11 | 5,15 | 25,71 | 0,10 | 0,06 | 68,99 | 2,33 |
| 2 | I Ahe | 3,23 | 3,50 | 16,52 | 2,29 | 1,75 | 6,49 | 67,39 | 0,00 | 0,00 | 26,12 | 0,28 |
| 3 | hBv | 2,43 | 4,32 | 8,17 | 1,38 | 2,15 | 5,78 | 80,06 | 0,17 | 0,00 | 13,99 | 0,08 |
| 4 | Bv | 0,94 | 7,91 | 5,35 | 0,88 | 4,85 | 7,49 | 73,73 | 0,90 | 0,00 | 19,80 | 0,07 |
| 5 | (Bv) | 0,68 | 8,68 | 7,35 | 1,18 | 7,04 | 10,29 | 65,41 | 0,00 | 0,00 | 24,44 | 0,11 |
| 6 | C1 | 0,48 | 14,32 | 10,37 | 1,68 | 9,03 | 20,75 | 43,84 | 0,00 | 0,00 | 35,55 | 0,24 |
| 7 | II C2 | 0,49 | 18,06 | 10,18 | 1,83 | 8,84 | 20,33 | 42,95 | 0,00 | 0,00 | 36,96 | 0,24 |
| 8 | III C3 | 0,49 | 14,11 | 10,53 | 1,84 | 8,02 | 20,45 | 45,49 | 0,00 | 0,00 | 34,16 | 0,23 |
| 9 | IV C4 | 0,43 | 17,17 | 11,80 | 1,88 | 10,06 | 23,20 | 36,13 | 0,00 | 0,00 | 40,37 | 0,32 |
| -Aufnahmehjahr 1992- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 21,49 | 4,06 | 36,56 | 4,15 | 1,13 | 5,89 | 47,42 | 0,33 | 0,48 | 45,89 | 0,77 |
| 2 | Ahe | 5,02 | 1,14 | 12,40 | 1,97 | 0,80 | 21,13 | 81,96 | 0,23 | 0,56 | 16,10 | 0,20 |
| 3 | hBv | 2,73 | 0,40 | 4,80 | 1,78 | 0,80 | 32,88 | 58,84 | 0,46 | 0,35 | 7,52 | 0,08 |
| 4 | Bv | 1,53 | 0,65 | 9,85 | 1,70 | 1,74 | 35,32 | 57,89 | 0,53 | 0,58 | 4,92 | 0,01 |
| -Aufnahmehjahr 1988- | | | | | | | | | | | | |
| 1 | F+H | 20,12 | 0,82 | 44,63 | 2,00 | 4,21 | 11,83 | 38,88 | 0,06 | 0,48 | 48,67 | 0,82 |
| 2 | Ahe | 3,24 | 0,31 | 25,38 | 1,16 | 0,66 | 19,16 | 49,13 | 0,00 | 0,00 | 30,00 | 0,30 |
| 3 | hBv | 2,25 | 1,18 | 17,72 | 1,38 | 2,70 | 14,21 | 62,22 | 0,00 | 0,62 | 22,91 | 0,19 |
| 4 | Bv | 1,10 | 1,83 | 13,89 | 0,36 | 1,16 | 7,25 | 73,19 | 0,00 | 0,78 | 18,70 | 0,14 |
| 5 | (Bv) | 0,71 | 3,85 | 14,53 | 0,56 | 8,54 | 5,81 | 65,67 | 0,90 | 1,28 | 28,88 | 0,17 |
| 6 | C1 | 0,60 | 4,52 | 37,89 | 1,01 | 13,12 | 20,10 | 22,36 | 0,00 | 1,08 | 56,85 | 0,63 |
| 7+8+9 | C2-4 | 0,46 | 3,96 | 21,98 | 0,88 | 11,47 | 26,37 | 34,22 | 0,00 | 1,06 | 38,33 | 0,83 |

Im Unterboden weist das 1986 noch sehr zugunsten des Kalziums verschobene Ca/K- Verhältnis auf einen die Sickerwasserzusammensetzung dominierenden kalziumreichen Staubeintrag hin, dessen Wirkung sich bis 1994 verliert .

Außerhalb des Nahbereichs von Staubemitteten ergibt sich vor allem im sächsischen Teil der Dübener Heide eine Entwicklung zu disharmonisch basenverarmten, stickstoffübersorgten Kiefern- Ökosystemen . Diese weisen in aller Regel eine starke Vergrasung mit Sandrohr auf und sind in der weiteren waldbaulichen Behandlung schwierig zu handhaben .

Fläche 5.2: (= 375) Aufnahmejahre 1977, 1989, 1994

Lage: Sächs. FA Doberschütz (Battaune), Rev. Wartha, Abt. 640 b2

Geologie: weichselzeitliche Talsandbildung

Relief: schw. nach W geneigte Ebene; stellenweise wellig; 95 m üNN

Bodenklassifikation:

- ♦ FAO: campic arenosol
- ♦ DBG: Braunerde auf Talsand
- ♦ Standortskartierung: Nedlitzer Sand- Braunerde

Grund- und Stauwasserstufe: 6 (schwach grundwasserbeeinflusst; im Frühjahr zwischen 1,6 und 3 m)

Humusform (morphologisch): feinhumusreicher Rohhumusartiger Moder

Profilbesonderheiten (Ergänzung zur Analysentabelle): Mineralbodenobergrenze schwach podsolig; Bv - Horizont kräftig rotbraun gefärbt; Untergrenze des (Bv)- Horizontes als Kiesband; große, rostrote Insel gleichen Substrates im C2; alter Kiefernwurzelstock teilweise in Profilwand hineinragend (nicht beprobt).

forstliche Stamm- Standortgruppe: M2 (= mäßig frisch, mäßig nährstoffhaltig)

Baumbestand: Kiefern- Baumholzbestand

Oberbestandsform (Humusform der Standortserk.) und Bodenvegetation:

- ♦ rekonstruierter Ausgangszustand vor Beginn der Aufbasung (ca 1870...1900): mäßig frischer, ziemlich basenarmer Rohhumusartiger Moder (b4,n4) oder ärmer .
- ♦ 1977: mäßig frischer, mäßig basenhaltiger Rohhumusartiger Moder
Bodenvegetation: Kräuter-Drahtschmielen- Blaubeer- Form mit einigen Basenzeigern: Gamander- Ehrenpreis, Frühlings-Labkraut, Gemeiner Baldrian, Berg- Weidenröschen, Sumpf- Kratzdistel, Wald- Erdbeere ...
- ♦ 1989: mäßig frischer, mäßig basenhaltiger Moder
Bodenvegetation (1989-94): Himbeer- Sandrohr- Form mti Resten des Blaubeer- und Drahtschmielenbestandes; Ausfall sämtlicher oben genannter Basenzeiger;
- ♦ 1994: mäßig frischer, mäßig basenhaltiger Moder

Düngung: insgesamt 440kg N/ha als Harnstoff bis 1984 (in 2 Zyklen zu je 220 kg, verteilt über 2 Jahre pro Zyklus mit mindestens 3- jähriger Unterbrechung zwischen den Zyklen)

Interpretation:

Aus den Analysenwerten geht zunächst ein Anstieg der Stickstoffstufe der Humusform hervor, der durch den Vegetationswandel nachgezeichnet wird. Der Anstieg ist auf der Untersuchungsfläche wahrscheinlich wiederum mit durch die Düngung bedingt. Andererseits ist die Anhebung der Nc- Stufe der Humusform wohl noch nicht ganz abgeschlossen und auch auf den weiter östlich gelegenen Flächen des sächsischen Teils der Dübener Heide zu beobachten .

Der Säure- Basenstatus der Humusaufgabe erfuhr von 1977 zu 89 eine Anhebung, um anschließend unter das Ausgangsniveau von 1977 abzusinken. Vermutlich ist dies auf den unweit gelegenen Ermittlen zurückzuführen, der auch die Fläche 5.1 beeinflusst .

Profil 5.2, (Fläche 375), Aufnahmen : 1994, 1989, 1967

Basisdaten

Table with columns: Lage Repräs., SEa, Horizont, KA3, Spanne von [cm] bis, Entn.spinne [cm] bis, Grobbodenanteile SEa, KA3, Körn.Feinh. SEa, Farbe Munsell, Perstr-zone. Includes data for Aufnahmejahr 1994, abweichend im Aufnahmejahr 1989, and abweichend im Aufnahmejahr 1977.

Körnungsanalyse

Table with columns: Lage, Horizont, Kieselteil (%), Korrfaktionen Feinboden (%), KIES1, KIES2, GR SAND1, GR SAND, MISAND, FSAND1, FSAND2, GR SCHL, F SCHL, TON.

Gesamtgehalte

Table with columns: Lage, Horizont, Gesamtgehalte (g/100g) in HF, Kt, Mg, Ca, Na, Pt, CaCO3. Includes data for layers 1 to 10.

Zustandsdaten :

Table with columns: Humusgehalte, C/N-Verhältnis, pH, potentiell austauschbare Kationen, P, Lage, Horiz., TRD (g/cm³), Humus (%), C/N, Nc (%), PH_H2O, PH_KCL, S-Wert, H-Wert, V-Wert, P_al mg/100g. Includes data for Aufnahmejahr 1994, 1989, and 1977.

Ake (mvv/100gFB) und austauschbare Kationenanteile (%)

Table with columns: Lage, Horiz., Ake, K, Ca, Mg, Na, H, Mn, Fe, VbKt (%), Ca/Al. Includes data for Aufnahmejahr 1994, 1989, and 1977.

Im Unterboden traten bereits sehr niedrige Basensättigungen auf. Der Anstieg des Kalium- Anteils an der Basenbelegung dürfte jedoch insgesamt eine geschwundene Bedeutung des kalziumreichen Stauintrages anzeigen.

Der Ausfall des Großteils der Basenzeigerpflanzen auf der Probefläche dürfte vor allem auch auf die gestiegene Konkurrenz mit hochwüchsigen, nitrophilen Arten - vor allem dem Sandrohr - zurückzuführen sein. Es könnten aber auch schon die ungünstiger werdenden Bedingungen im oberen Mineralboden einen Anteil an diesem Effekt haben.

8. abweichende Labormethoden:

- ◆ S- Wert nach KAPPEN- ADRIAN : Extraktion mit 0,1n HCl
- ◆ H- Wert nach KAPPEN- ADRIAN : mit Boratpuffer bei pH 8,5.
- ◆ Gesamtgehalte: als HF- Aufschluß

Literatur :

- *EISMANN, L.* (1987) : Lagerungsstörungen im Lockergebirge. Exogene und endogene Lagerungsstörungen im Lockergebirge des Nördlichen Mitteleuropa. Geophys. u. Geologie, Geophys. Veröff. d. KMU Leipzig, Akad. Verl. Berlin, 3: 7-77.
- *EISMANN, L.* (1989) : Die stratigraphischen und paläogeographischen Hauptbefunde im Saale- Elbe- Raum und ihre Bedeutung für die mitteleuropäische Quartärgeologie. Ethnographisch- Archäologische Zeitschrift 30 : 596- 635.
- *HERPEL, J.* (1991): Veränderungen der Bodenqualität und Vegetationszusammensetzung von Kiefernbeständen der Dübener Heide im Zeitraum 1967 bis 1990.
- Dipl.- Arb. Sektion Forstwirtschaft Tharandt der TU Dresden, 86 S.u. Anlagen
- *HEYMANN u. Mitarbeiter* (1969) : Erläuterungsband zur Standortkarte des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Dübener Heide. VEB Forstprojektion Potsdam - Betriebsteil Dresden, 121 S., unveröff.
- *HEYMANN u. Mitarbeiter* (1967- 69) : Standortskarten des Staatlichen Forstwirtschaftsbetriebes Dübener Heide. VEB Forstprojektion Potsdam - Betriebsteil Dresden, unveröff. - *KÖHLER, S./LIEBER, H.* (1968): Zur Kartierung von Schadzonen im Rauchschaadensgebiet Dübener Heide mit Hilfe der Bodenvegetation. Ing.- Arbeit Fachschule für Forstwirtschaft Schwarzburg.
- *KONOPATZKY, A.* (1995): Untersuchungen zum langjährigen Bodenzustandswandel in Waldökosystemen der Dübener Heide. Reihe "Umweltwissenschaften" der TUB Cottbus, E. Blottner- Verlag, Taunusstein; 22 S. (im Druck).
- *KOPP, D.* und Forstliche Standortsekundung der Länder Sachsen und Sachsen- Anhalt (1992- 94) : Wuchsgebiets- und Wuchsbezirkgliederung der Tieflandteile der Länder Sachsen und Sachsen- Anhalt ; Ausschnitt der im Auftrag der Sächsischen Landesanstalt für Forsten sowie des Forstplanungsamtes Sachsen- Anhalt erstellten Kartenmanuskripte.
- *KOPP, D. /SCHWANECKE, W.* (1994) : Standortlich- Naturräumliche Grundlagen ökologiegerechter Landnutzung. Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, ca 300 S.
- *LUX, H.* (1965):Rauchschaadens-Großraumdiagnose - ein Verfahren zur großflächigen Erfassung und Abgrenzung von Rauchschaadens in Kieferngebieten (Dargestellt am Beispiel der Dübener Heide im mitteldeutschen Industriegebiet). Dissert. A 1965, TU Dresden, Fak. f. Forstwirtschaft. Tharandt.

topografische Karten :

topografische Karten (AV100) der DDR : Bl. 1006,1007,1106,1107

Adressen der Exkursionsführer :

- C.Freyer : Potsdam- Institut f. Klimafolgenforschung, Telegrafenberg, 14473 Potsdam
- G. Heymann / S. Köhler : Sächs. Landesanst. für Forsten, Bonnewitzer Str.34, 01827 Graupa
- A. Konopatzky : AG Standortserkundung der Landesanstalt f. Forstplanung Potsdam, Schwappachweg 1, 16225 Eberswalde
- D. Kopp : Sandberg- Str. 1, 16225 Eberswalde
- G. Kümmler : Forstplanungsamt Sachsen- Anhalt ; 06507 Gernrode- Haferfeld

Danksagung:

Die Weiterführung der Laboranalysen und eines Teils der Außenarbeiten wurde seit 1992 finanziell in dankenswerter Weise durch das Bundesministerium für Forschung und Technologie im Rahmen des Forschungsverbundprojektes "SANA" in Projektträgerschaft der GSF gefördert (Projekt SANA E1.2).

Exkursion

B

Thüringen

von

D. Werner¹⁾, H. Schramm²⁾, M. Hanužek-Biermann²⁾, S. Knoblauch¹⁾, I. Pfleger¹⁾, D. Roth¹⁾,
R. Paul¹⁾, V. König¹⁾, L. Herold¹⁾, O. Krause¹⁾

Thema:

Boden- und Wassermonitoring sowie Bodenschutz im Agrarraum Thüringen

| <i>Gliederung:</i> | <i>Seite</i> |
|--|--------------|
| 1. Exkursionsroute (mit Skizze) | 126 |
| 2. Beschreibung der Exkursionsgebiete | 129 |
| 2.1 Thüringisch-Vogtländisches Schiefergebirge | 129 |
| 2.2 Ostthüringer Buntsandsteinhügelland | 131 |
| 2.3 Muschelkalkplatten und Randbereich des Thüringer Keuperbeckens | 131 |
| 2.4 Klima | 133 |
| 3. Das Bodenkontrollsystem Landwirtschaft in Thüringen | 135 |
| 4. Boden- und Wassermonitoring im östlichen Thüringer Schiefergebirge | 139 |
| 4.1 Profilbeschreibung und -analyse | 139 |
| 4.2 Bodengesellschaft | 141 |
| 4.3 Nutzungsbedingte Stoffeinträge/-austräge | 141 |
| 5. Boden- und Wassermonitoring im Ostthüringer Buntsandsteinhügelland | 144 |
| 5.1 Profilbeschreibung und -analyse | 144 |
| 5.2 Bodengesellschaft | 146 |
| 5.3 Langzeitmeßprogramm Nitratverlagerung | 146 |
| 6. Boden- und Wassermonitoring im Übergangsbereich Keuperbecken/ Muschelkalkrandplatten | 149 |
| 6.1 Profilbeschreibung und -analyse | 149 |
| 6.2 Bodengesellschaft | 151 |
| 6.3 N-Bodengehalte und N-Fracht im Sickerwasser | 152 |

¹⁾ Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLA)

²⁾ Thüringer Landesanstalt für Geologie (TLG)

1. Exkursionsroute

Die Exkursion, auf der Autobahn A9 von Halle kommend, passiert südlich Osterfeld die Landesgrenze des Freistaates Thüringen und durchfährt zunächst Ausläufer der Weißenfeller Lößplatte, einem intensiv ackerbaulich genutzten Platten- und Hügelland in Höhenlagen um 200 m NN. In den Lößdecken über Muschelkalk sind z.T. stauvernaßte Lößböden, im Ausstrich pleistozäner Kiese (Abbau) Braunerden und Ranker entwickelt. Wald- und Grünlandanteil sind mit je etwa 5 % äußerst gering.

Vorbei an den östlichen Ausläufern der Ilm-Saale-Muschelkalkplatte erreicht die Exkursion den Naturraum Saale-Sandsteinplatte, den sie in N-S-Richtung vollständig durchquert. Es ist eine stark bewaldete Sandstein-Hochfläche, die vom Westen her durch das Talsystem der Saale, vom Osten her durch das der Weißen Elster zerschnitten ist. Die A9 folgt dem Bereich der Wasserscheide zwischen beiden Flußgebieten. Hier sind auf weitgespannten Verebnungen mit Resten tertiärer Verwitterung (Kaolinisierung der Feldspäte) Stagno- und Anmoorgleye ausgebildet, während in den Zertalungszonen anhydromorphe Bodenformen vorherrschen. Der Waldanteil (zum großen Teil Wirtschaftswald) beträgt 70 %, der Grünlandanteil etwa 15 %. Die Niederschläge liegen zwischen 550 und 650 mm.

Die Orlasenke querend verläßt die Exkursion an der Abfahrt Triptis die Autobahn und erreicht über den Anstieg zur Hochfläche des Ostthüringischen Schiefergebirges (Braunsdorf-Auma) den 1. *Exkursionspunkt* bei Auma. Er liegt im Landschafts-(Trinkwasser-)schutzgebiet Weidatalsperre und bildet einen charakteristischen Ausschnitt der welligen und kuppigen Hochfläche des Schiefergebirges mit Höhenlagen um 400 m NN und mäßig tiefen Taleinschnitten. Der inselartig verteilte Wald hat etwa 40 % Flächenanteil; Grünland 30 %. Die Bodengesellschaft ist durch steinig-lehmige Braunerden (frostschuttbetont) und schluffig-tonige Pseudogleye (zersatzbetont) in Mulden- und Unterhangposition charakterisiert.

Die Exkursion hat ihren südlichsten Punkt erreicht und kehrt in das Buntsandsteinhügelland zurück. Bei Großebersdorf wird der *Exkursionspunkt 2* erreicht. Dränmeßfeld und Bodendauerbeobachtungsfläche in unmittelbarer Nachbarschaft des Naturschutzgebietes Großebersdorf-Struth repräsentieren einen typischen Ausschnitt des Standortmosaiks dieser Region. Die Exkursion folgt anschließend der A9 bis zum Hermsdorfer Kreuz und dann der A4 in westlicher Richtung bis zur Autobahnabfahrt Jena-Lobeda. Von 400 m NN um Hermsdorf auf etwa 150 m NN absteigend wird bei Jena das Mittlere Saaletal, im Westen von der markanten Schichtstufe des Muschelkalkes eindrucksvoll begrenzt, durchquert. Durch das Mühlthal, einem typischen Seitental der Saale im Muschelkalk mit Eichen-, Hainbuchen- und Buchenwäldern, führt die Exkursion zum *Exkursionspunkt 3*, der Gedenkstätte 1806 in Cospeda. Auf den Hochflächen um Cospeda fand am 14. Oktober 1806 ein Teil der Schlacht von Jena und Auerstedt statt, in deren Verlauf die Franzosen unter Napoleon die preußische Armee vernichtend schlugen. Wichtige Abschnitte der Schlacht sind in der 1956 gegründeten und 1979 neu gestalteten Gedenkstätte mit Zinnfiguren nachgestellt worden.

Die Exkursion "durchfährt" im Mühlthal (B7) die gesamte Schichtenfolge des Unteren Muschelkalkes und erreicht bei Isserstedt die Hochfläche. Sie ist Bestandteil des Naturraumes der Ilm-Saale-Muschelkalkplatte, die von lößüberdecktem Oberem Muschelkalk und Keuperresten gebildet wird. Auf Parabraunerden, z.T. Griserden, Rendzinen und Kalksteinbraunlehmen ("alte Verwitterung") erfolgt eine intensive landwirtschaftliche Bodennutzung, aber auch eine ungezügelte Bodenvernichtung durch Gewerbebauten. Der Wald ist auf Taleinschnitte und wenige Restflächen zurückgedrängt.

Weimar liegt in einer Mulde zwischen dem Ettersberg im Norden und Höhenzügen im Süden, die als Ausläufer der Ilm-Saale-Kalkplatte bis nahe an die Stadt vorstoßen. Von NW nach SE wird diese geologische Mulde von einer herzynisch streichenden Störung tertiären Alters, dem Graben von Magdala, durchzogen, der streckenweise von der Ilm durchflossen wird und auf dessen Sohle die

EXKURSIONSROUTE:

- Halle - Weissenfels - Autobahn
bis Abfahrt Triptis - Auma -

- 1 Wöhlsdorf
- 2 Großenbersdorf

- Autobahn über "Hermsdorfer Kreuz"
bis Abfahrt Jena-Lobeda -

- 3 Cospeda "Gedenkstätte 1806"

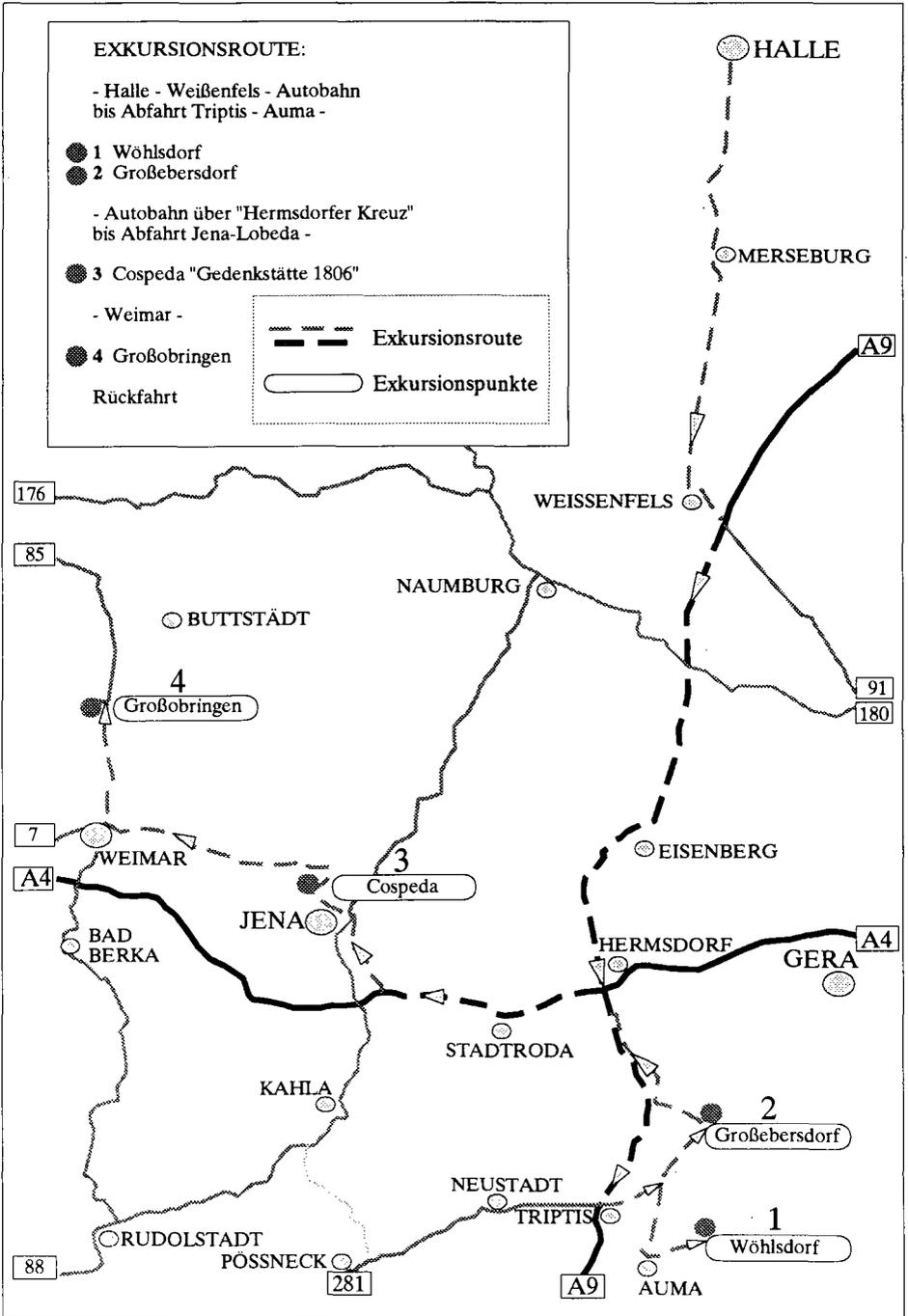
- Weimar -

- 4 Großobringen

Rückfahrt

--- Exkursionsroute

○ Exkursionspunkte



Stadt liegt.

Die Exkursion führt schließlich aus Weimar heraus, der B85 in nördliche Richtung folgend, über die bewaldete Muschelkalkaufwölbung (478 m NN) des Ettersberges hinweg in den östlichen Teil des Thüringer Keuperbeckens, einer intensiv landwirtschaftlich genutzten flachwelligen Keuper/Löß-Landschaft, gegliedert durch flache Erosionsformen und bewaldete Höhenzüge (Störungszonen). Auf Tonmergeln des Unteren und Mittleren Keupers sowie umgelagerten Resten der elsterkaltzeitlichen End-/Grundmoräne und vor allem auf Löß sind Schwarzerden und Braunerde-Schwarzerden sowie Pararendzinen und Rendzinen ausgebildet.

Bei Großobringen liegt die Lysimeterstation der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft und die Bodendauerbeobachtungsfläche Großobringen.

Nach Besichtigung des *Exkursionspunktes 4* erfolgt die Rückfahrt nach Halle.

2. Beschreibung der Exkursionsgebiete

(Geologischer Bau, Schichtenfolge, Petrographie, Bodenlandschaften, Pedogenese)

2.1 Thüringisch-Vogtländisches Schiefergebirge

Das Thüringisch-Vogtländische oder Ostthüringer Schiefergebirge ist als breite Pultscholle entwickelt, deren höherer und stärker zentraler SW-Abfall als Frankenwald bekannt ist. Nach N und NE dacht sich das Gebirge allmählich von maximalen Höhen > 800 m bis auf Höhen um 550 m, z.T. < 500 m über NN ab. Die weitflächige Nordabdachung wird durch die Saale (zentraler Teil) und Weiße Elster (östlicher Teil) mit ihren Nebenflüssen entwässert. Die Täler der Südabdachung sind dem Main bzw. der Werra tributär.

Der geologische Unterbau des Schiefergebirges wird von \pm metamorphen Tonschiefern, Grauwacken, Quarziten, Kieselschiefern, untergeordnet Kalkschiefern und Kalksteinen gebildet. Sie sind paläozoischen bis kambrischen Alters; die ältesten Schichtglieder im Schwarzburger Sattel datieren in das Unterproterozoikum.

Die Tektogenese und intensive Faltung des Schiefergebirges fällt in die sudetische Phase der variskischen Gebirgsbildung, die schon im Oberdevon mit Diabasergüssen und Diabastuffen eingeleitet wird. Auf die Gebirgsbildung ist die strukturelle Gliederung des Schiefergebirges in erzgebirgisch streichende Antiklinorien und Synklinorien zurückzuführen. Von NW nach SE aufeinander folgen der Schwarzburger Sattel, die breit angelegte Ziegenrücken Mulde, der schmalere Bergaer Sattel und im Osten die Vogtländische Hauptmulde.

Das heutige Relief über dem stark gefalteten Untergrund wird charakterisiert durch weitgespannte Hochflächen mit flachen Talanfangsmulden (Quellmulden) und enge mäandrierende und tief in die alte Rumpffläche eingesenkte Haupttäler. Die Reliefenergie nimmt vor allem in den westlichen und südwestlichen Hochlagen des Schwarzburger Sattels und des Frankenwälder Quersattels deutlich zu. Quarzithärtlinge, im Ostteil auch zunehmend Diabaskuppen, sind dem \pm flachwelligen Hochflächenrelief aufgesetzt.

Die Exkursion berührt den östlichen Teil der Ziegenrücken Mulde mit einem breiten Ausstrich des Unterkarbon. Die über 1500 m mächtige Schichtfolge besteht aus einer relativ einförmigen Serie von (Kulm-) Tonschiefern und Grauwacken. Diabas und -tuffe sind neben Schiefern vor allem im Ostteil der Ziegenrücken und in der Vogtländischen Hauptmulde verbreitet.

Im ausgehenden Paläozoikum erstreckte sich das nach S ausdehnende Zechsteinmeer auch über die nördlichen Bereiche des heutigen Schiefergebirges. Neben den sedimentären Ablagerungen dieser Zeit (Basalkonglomerat, Schiefertone, Dolomit) markieren auffällige Kalksteinriffe am Schiefergebirgsnordrand vor allem zwischen Könitz und Neustadt in der Orlasenke den ehemaligen Küstenbereich.

Im Tertiär waren die Gebirge des thüringisch-sächsischen Raumes weitgehend Abtragungsgebiete. Die ältesten Schotterablagerungen im Schiefergebirge - Sedimente eines ältestpleistozänen Talsystems - enthalten vielfach Beimengungen bzw. Lagen eines gelbweißen, bräunlichen oder rötlich gefärbten lehmig-tonigen Substrates. Die Lehme bis Tone werden als Abtragungsprodukte einer ehemals sehr tiefgründigen Verwitterungs-/Zersatzzone angesehen, die sich unter feuchtheiß-tropischen Bedingungen gebildet haben muß und deren Entstehung dem jüngsten Abschnitt des Tertiärs (Pliozän) zugeordnet wird (WIEFEL 1965). Funde roter oder buntverwitterter Reliktböden sind selten, dahingegen sind gehäufte Vorkommen oft mehrere 10er Meter mächtigen schluffigen bis schluffig-tonigen Zersatzes auf nahezu allen Gesteinen des Schiefergebirges sowohl in Plateauposition als auch in den oberen Talmulden durch Bohrungen und Schürfe bekannt. Die fossilen Verwitterungsbildungen werden aufgrund ihrer Substratbeschaffenheit und ihres tonmineralogischen Bestandes (Kaolinit, Halloysit, glimmerartige Tonminerale und Kieselsäuregel) von WIEFEL (1965) in die Klasse der Plastosole gestellt. Man kann davon ausgehen, daß in den

Phasen der quartären Reliefformung des Gebirges der weitaus größte Teil der fossilen Verwitterungsbildungen der Hochflächen durch periglaziale Umlagerungsprozesse flächenhaft abgetragen und vor allem in den weitgespannten flachen Quellmulden in Form mehr oder weniger mächtiger Fließerden akkumuliert worden ist. In Teilarealen, die der Denudation weitgehend entzogen waren, sind die fossilen Zersatzbildungen auch in intakter Lagerung anzutreffen.

Innerhalb der Region der Mittelgebirgsböden gliedern sich Thüringisches Schiefergebirge und Frankenwald in mehrere Bodenlandschaften, die sich hinsichtlich der Höhenlage, klimatischen Gegebenheiten, Bodennutzung, vor allem aber auch durch Substrat- und Reliefunterschiede im Hinblick auf die Heterogenität der Bodendecke und dominierende Leitbodentypen voneinander unterscheiden.

Zusammenhängende Höhenlagen > 750 bis 800 m, im Thüringer Wald durchgehend als montane Waldstufe mit Kammlagen ausgebildet, werden im Schiefergebirge nur noch in den höheren Lagen um Neustadt und Lehesten und vor allem im Frankenwald erreicht. Im zentralen Teil des Schiefergebirges ist somit die Bodenlandschaft der submontanen Waldstufe und der mittleren bis unteren Plateau- und Berglagen dominant. Als Leitbodengesellschaft treten Braunerden und Braunerde-Pseudogleye, auf ärmeren Standorten auch Braunerde-Podsole der Hochlagen auf.

Nach NE dacht sich das Schiefergebirge bis auf randliche Höhen unter 500 m ab. Ein zunehmender Anteil von "Gebirgslößen" und lößbeeinflußten Substraten rechtfertigt die Ausgliederung einer weiteren Bodenlandschaft des "Lößbeeinflußten nordöstlichen Schiefergebirges" mit einer Leitbodengesellschaft, die durch stärker ausgeprägte Hydromorphiemerkmale charakterisiert wird (Braunerde- und Parabraunerde-Pseudogleye, Pseudogleye, Braunerde).

Die morphologischen und klimatischen Gegebenheiten bieten vor allem in den mittleren und unteren Gebirgslagen günstigere Bedingungen für eine landwirtschaftliche Nutzung der Böden mit einem hohen Anteil natürlichen Grünlandes. Zusammenhängende Waldgebiete, die in den höheren und westlichen Gebirgsteilen den Landschaftscharakter mit prägen, sind hier mehr und mehr auf die steilen Hanglagen der Taleinschnitte beschränkt.

Der vergleichsweise hohe Grünlandanteil ist zu einem nicht unwesentlichen Anteil mit den gehäuften Vorkommen staunasser Böden vor allem in feuchtebegünstigten Quellmuldenlagen verknüpft. Schluffig-toniger Schieferzersatz bzw. dessen quartäre Umlagerungsprodukte ("Zersatzfließerden") bilden so auch das Bodenausgangssubstrat des Pseudogleystandortes von Exkursionspunkt 1.

Die im Schiefergebirge auftretenden paläozoischen und vorpaläozoischen Gesteine mit Tonschiefern, Grauwacken, Quarziten, Kalkschiefern und Kalksteinen bilden im ± unverwitterten Zustand die Liefergebiete für periglaziale Deckschichten (Schutte und Fließerden) und beeinflussen maßgeblich die bodenartige Beschaffenheit der Gebirgsböden als auch deren Deckschichtenaufbau.

Selten treten die anstehenden Gesteine mit einer dünnen Decke skelettreichen Verwitterungsschuttes zutage. Sie bilden vor allem an erosionsexponierten Steilhängen und Härtlingsauftragungen flachgründige Ranker und Ranker-Braunerden, in höheren Gebirgslagen auch Podsol-Ranker.

In "normalen" Hanglagen und in Plateauposition - soweit tiefreichende Zersatzlehme fehlen - wird das anstehende Gestein viel häufiger von sandig-lehmigen bis lehmigen, grus- und steinführenden Deckschichten in Meterstärke und mehr verhüllt. Braunerden und Pseudogleye-Braunerden der feinerdereichen, i.d. Regel lößbeeinflußten Hauptlage besitzen eine große flächenhafte Verbreitung. Skeletärmere reine Gebirgslöße haben die Ausbildung von Braunerde- und/bzw. Parabraunerde-Pseudogleyen, höhere Anteile schluffig-tonigen Zersatzmaterials die Ausbildung reiner Pseudogleye, in Zuflußpositionen auch Anmoor- und Humusgleye gefördert.

2.2 Ostthüringer Buntsandsteinhügelland

Der Übergang in das Buntsandsteinhügelland der sog. Saale-Sandstein-Platte erfolgt nach Verlassen des Schiefergebirges fast unmerklich; die Zechsteinausraumsenke des Orlatales tritt morphologisch erst weiter westlich (Raum Triptis-Pöbneck) in Erscheinung.

Das lebhaft zertalte Gebiet zwischen Saale (i.W.) und Weißer Elster (i.E.) ist gekennzeichnet durch verhältnismäßig sanfte Reliefformen eines eher flachen Berg- und Hügellandes mit weitgespannten Verebnungsflächen im Bereich der Wasserscheide. Die Höhen bewegen sich zwischen 400 m und mehr und fallen beckenwärts bis auf fast 200 m ü. NN (Mittleres Saaletal) ab.

Der Untergrund wird ausnahmslos von einer Sandsteinserie eingenommen, die namentlich im stratigraphisch älteren Abschnitt des Unteren Buntsandsteins (Exkursionspunkt 2) durch geringmächtige Lagen von Schluff- und Tonsteinen bzw. lagenweise stärker tonig-sandiger Matrix charakterisiert ist. Die Schichtenfolge ist weitgehend ungestört und fällt leicht beckenwärts, d.h. nach WNW ein. In gleicher Richtung folgt der Mittlere Buntsandstein mit zunehmend reinen Sandsteinfolgen. Bekannt sind im Gebiet um Hermsdorf-Eisenberg Relikte einer fossilen Verwitterung mit tiefgründig kaolinisierten Sandsteinen, die deutlich an Verebnungsreste der ehemals prätertiären Landoberfläche gebunden sind.

In der Bodenregion der mesozoischen Berg- und Hügelländer gehört das ostthüringische Teilareal zur Bodenlandschaft des lößbeeinflussten Ostthüringer Buntsandstein-Hügellandes. Dies entspricht einer Kategorie innerhalb der gen. Bodenregion, die sich durch stärkere Heterogenität der Bodendecke von Landschaften mit eher einheitlicher Struktur der Bodendecke abgrenzt.

Auch in den Buntsandsteinhügelländern sind sandige bis sandig-lehmige Schutte und Fließerden mit wechselndem Steingehalt viel häufiger verbreitet als die unmittelbar anstehenden Sandsteine. Mit der Struktur der Bodendecken in Abhängigkeit vom Deckschichtenaufbau im Buntsandsteingebiet haben sich vor allem D. WERNER (1967) und J. ROTSCHE (1971) befaßt. Unabhängig von der Deckschichtenproblematik wirken sich die Liefergesteine auf die Gesamtbeschaffenheit der Buntsandsteinböden aus; so haben die überwiegend sandigen Schichtglieder des Mittleren Buntsandsteins deutlich leichtere, sandige bis lehmig-sandige Bodenarten hervorgebracht als die mit Ton- und Schluffsteinen wechsellagernden Sandsteinfolgen des Unteren Buntsandsteins mit dominierend lehmig-sandigen bis sandig-lehmigen Böden. Basenarme Braunerden, bei stärker sandig-toniger Matrix der Ausgangssubstrate häufig auch Braunerde-Pseudogleye sind hier weithin verbreitet und i.d.Regel unter ackerbaulicher Nutzung; ± sandig-lehmige Kolluvien resultieren aus dieser Entwicklung.

Kaolinisierte tonig-sandige Verwitterungsprodukte (s. oben) haben die Ausbildung oft extremer Stagnogleye, z.T. auch von Humusgleyen mit torfig anmooriger Auflage in flachen Plateaumulden gefördert. Im Mosaik der Bodenlandschaft haben Löß- und Sandlößdecken zur Ausprägung von Parabraunerde-Pseudogleyen geführt. Reine Sandböden bzw. skelettreiche sandige Deckschichten mit flachgründigen Podsol-Rankern und typischen Podsolen sind in der Umgebung des Exkursionspunktes Großebbersdorf selten; sie beschränken sich zumeist auf erosionsexponierte Hanglagen und auf rein forstlich genutzte Areale.

2.3 Muschelkalkplatten und Randbereich des Thüringer Keuperbeckens

Die im krassen Gegensatz zum Buntsandsteingebiet stehende Landschaft der *Ilm-Saale-Platte des Muschelkalkes* tritt mit Erreichen des Saaletales deutlich ins Blickfeld. Auffällig ist die markant ausgeprägte Schichtstufe des Unteren Muschelkalkes über dem Rötsockel des Oberen Buntsandsteins. Wenige km westwärts geht die Stufe mit scharfer Kante in die sanftwelligen Plateaulagen des Mittleren und Oberen Muschelkalkes über.

Der Gesteinsaufbau ist sehr einförmig mit Kalksteinen, Mergelkalken, Dolomit und den Tonstein-/Kalksteinplatten des Oberen Muschelkalkes. In der Regel haben sich auf den Ausgangsgesteinen und Schuttdecken flachgründige bis mittelgründige Rendzinen und Verbraunte Rendzinen mit lehmigen bis lehmig-tonigen und skelettreichen Bodenarten entwickelt. Lößdeckschichten über tonig-karbonatischen Fließerden des Untergrundes sind Ursache verstreuter Vorkommen von Parabraunerden, z.T. Griserden und von mehr oder weniger stauvernäßten Teilarealen.

Das *Thüringer Keuperbecken* wird durch die Haupttäler der Gera und Unstrut nach N zur Sachsenburger Pforte entwässert. Es erreicht seinen tiefsten Bereich nördlich Erfurt und bei Sömmerda sowie im Zufließbereich der Helbe mit Höhen um 200 bis < 150 m ü. NN.

Der Unterbau des inneren Thüringer Beckens setzt sich aus der stark heterogenen Schichtfolge des Unteren und Mittleren Keupers zusammen. Diese umfaßt Ton- und Schluffsteine, Tonmergel, dolomitische Kalksteine, Sandsteine und dolomitische Sandsteine sowie Dolomite des Unteren Keupers, Tonsteine ("Letten"), Mergel, Gipse und Gipsmergel mit Einlagerungen von Sandsteinen und Steinmergelbänken des Mittleren Keupers. So wie die gesamte Triassschichtfolge lagern die einzelnen Gesteinsfolgen, abgesehen von Störungszonen und Lagerungsstörungen durch Auslaugungsvorgänge, relativ gleichförmig und mehr oder weniger sählig mit leichtem Einfallen zum zentralen Beckenteil hin bzw. zu Spezialmulden innerhalb der Beckenstruktur.

Das durch flache Höhenrücken und z.T. schichtkammartige Hügel (Gipse und andere widerständige Gesteine) sowie durch breite Senken (Riedgebiete) und Talniederungen geprägte Relief wird stark beeinflusst durch Subrosion und atektonische Absenkungen infolge der Auslaugung von Gips- und Steinsalzlagerstätten des Mittleren Keupers, in noch stärkerem Maße des Mittleren Muschelkalkes.

Die Vielfalt an Gesteinen, die unmittelbar oder häufiger in Form periglazialer sowie holozäner (kolluvialer) Umlagerungsprodukte bodenbildend in Erscheinung treten, wird erweitert durch quartäre Ablagerungen, die die Keupersedimente oft mehrere Meter mächtig verhüllen. In erster Linie sind dies Löße und Schwemmlöße, die in Thüringen in \pm geschlossener Verbreitung vorkommen und Mächtigkeiten von 3 m und mehr erreichen können. Hinzu kommen Schotterablagerungen von Flußterrassen sowie Moränenreste der Elstervereisung. Durch periglaziale Umlagerungsvorgänge befinden sich große Teile der quartären Bildungen auf sekundärer Lagerstätte, wo sie in Form "gemischter" Fließerden (Keupermaterial mit Kies, Grus und Steinen) auf tieferen Hangteilen abgelagert worden sind.

Als größter zusammenhängender Agrarraum und als nahezu waldfreies Gebiet ist die Bodenlandschaft des Zentralen Thüringer Keuperbeckens mehr oder weniger identisch mit dem Hauptverbreitungsgebiet der thüringer Schwarzerden. Neben den dominierenden Löß-Schwarzerden und -Braunerde-Schwarzerden treten gleichermaßen Schwarzerden oder Tschermoseme auf tonig-mergeligen und dolomitischen Gesteinen des Keupers auf. Ihr Verbreitungsgebiet fällt zusammen mit dem thüringischen Teil des "Subherzynen Trockengebietes" mit Jahresniederschlägen < 500 mm und einer mittleren Jahrestemperatur von > 8,5 °C (D. RAU 1975). Unmittelbar südlich des Exkursionspunktes Großobringen (Nordabdachung des Ettersberges) erleben wir einen Wechsel hinsichtlich der Leitbodengesellschaft, ohne signifikante Unterschiede im landschaftlichen Gepräge oder der Bodennutzungsform erkennen zu können. An die Stelle der im Inneren des Keuperbeckens dominierenden Schwarzerden und Braunschwarzerden auf Löß treten nunmehr stärker degradierte Formen der Schwarzerde (Parabraunerde-Tschermosem oder Griserden); im bewaldeten Bereich des Ettersberges bereits reine Löß-Parabraunerden.

Das Gesamtbodenmosaik des Thüringer Keuperbeckens ist jedoch weitaus mannigfaltiger als die Leitbodentypen erkennen lassen. Der Grund dafür ist primär das enge Nebeneinander der verschiedensten Bodenausgangssubstrate (s. oben) und zum anderen die Geländemorphologie. Durch bodenerosiven Abtrag und Akkumulation humosen Bodenmaterials sind junge "schwarze" Kolluvien in Senken und Unterhanglagen entstanden, mehr oder wenig "gekappte" Bodenprofile in hangoberen

Bereichen und in Kuppenlage. Vor allem hier finden sich daher weniger gründige, teilweise auch skelettführende Rendzinen auf Dolomit und tonig-karbonatischen Substraten, Braunerden und Ranker-Braunerden auf Sandsteinen, daneben Pelosole, auf Lockersedimenten auch Pararendzinen.

In den Randbereichen des Keuperbeckens gewinnen diese Bodenformen auf Keuper zunehmend an Fläche und lösen Schwarzerden und schwarzerdeartige Böden auf Keupersubstraten ab. Die typischen Löß-Schwarzerden und Braunerde-Schwarzerden werden von Parabraunerde-Schwarzerden (Griserden) verdrängt. In feuchteren Randgebieten des Thüringer Beckens dominieren Parabraunerden, Fahlerden und Fahlerde-Pseudogleye auf Lößsubstraten. Zu einer eigenständigen Bodenlandschaft innerhalb des Thüringer Beckens gehören die breitangelegten Talauen, Senken und (Nieder-) Terrassenebenen. "Lößartige" Braune Auenböden, häufiger noch tschernitzaartige Auenböden und Vega-Gleye zeigen eine engere Bindung an die eigentlichen Hochflutbereiche der Täler, randliche Teile werden von "schwarzen" Kolluvien und Gley-Kolluvien gesäumt. In den Niederungsbereichen mit ganzjährig höherem Grundwasserstand finden sich Humusgleye und Ammoorgleye, selten Niederungsmoore.

2.4 Klima

Die Standorte *Wöhlsdorf* und *Großebersdorf* liegen im Übergangsbereich zwischen Mitteldeutschem Binnenklima im Nordwesten und Norden und Mittelgebirgsklima im Süden. Sie liegen bereits außerhalb des Abschirmungsbereiches der hessisch-thüringischen Mittelgebirge. Von den "Beckenbereichen" im NW bzw. N zu den Kammlagen des thüringisch-fränkischen Schiefergebirges im S ist eine Zunahme der Niederschläge von ≤ 500 mm zu ≥ 900 mm in den Hochlagen des Gebirges zu beobachten. Die Jahresdurchschnittstemperaturen sinken in gleicher Richtung von 8,5 °C auf Werte unter 6 °C. Beide Standorte gehören zum Klimabezirk des *Thüringisch-Sächsischen Mittelgebirgsvorlandes*, das bei einer Höhenlage von 150 bis 500 m über NN zwischen 540 und 850 mm Niederschlag erhält, wobei das Maximum des Niederschlages im Juli und das Minimum in den Monaten Februar und November zu verzeichnen sind.

Der Exkursionspunkt Großbringen liegt im Klimabezirk des *Mitteldeutschen Binnenklimas*, zu dem das Thüringer Becken und seine Randhöhen gehören. Infolge uneinheitlicher Höhen (zwischen 100 und 400 m ü. NN) und möglicher Leelagen zu den angrenzenden Mittelgebirgen läßt sich das Klima weiter differenzieren. Thermisch begünstigt sind die zentralen, niedrig gelegenen Beckenpartien nördlich von Erfurt. Die Jahremitteltemperatur liegt bei 8,5 °C. Neben hohen Temperaturen weist dieses Gebiet gleichzeitig mit 470 mm /Jahr sehr niedrige Niederschlagswerte auf. Das Maximum des Niederschlages fällt im Sommer und Frühjahr. Im klimatischen Trockengebiet des zentralen Keuperbeckens entspricht die Verdunstungshöhe etwa der des Jahresniederschlages. Die Jahremitteltemperaturen sinken im Randbereich des Beckens auf ≤ 8 °C und die Niederschläge steigen auf bis zu 700 mm /Jahr an.

Es ergeben sich folgende Klimagrunddaten für die Exkursionsstandorte (Wetteramt Weimar):

- ▶ Wöhlsdorf (399 m ü. NN)
 - Jahresdurchschnittsniederschlag **648 mm** (Meßreihe von 1961-1990)
 - Jahresdurchschnittstemperatur **7,3 °C**
- ▶ Großebersdorf (333 m ü. NN)
 - Jahresdurchschnittsniederschlag **611 mm** (Meßreihe von 1961-1990)
 - Jahresdurchschnittstemperatur **7,5 °C**
- ▶ Großbringen (216 m ü. NN)
 - Jahresdurchschnittsniederschlag **550 mm** (Meßreihe von 1961-1990)
 - Jahresdurchschnittstemperatur **8,2 °C**

Literatur:

- Autorenkollektiv (1991): *Physische Geographie (Neue Bundesländer)*. - Hermann-Haack-Velag
Gotha
- KLIMAATLAS (1953): *Klimaatlas für das Gebiet der DDR*. - Hrsg. v. Meteorolog. und
hydrologischen Dienst der DDR, Berlin
- RAU, D.; H. SCHRAMM (1961): *Die Bodentypen im Mittl. Buntsandstein und Muschelkalk im
Gebiet des Mtbl. Bürgel*. - Albrecht-Thaer-Archiv, H. 2, S. 90-105, Berlin
- RAU, D. (1965): *Untersuchungen zur Morphologie und Genese der Lößböden im Thüringer Becken*.
- Abh. d. Zentralen Geologischen Inst., H. 4, Berlin
- ROTSCHKE, J. (1971): *Mineralogische und geochemische Untersuchungen an ausgewählten
Bodenprofilen auf Thüringer Buntsandstein unter besonderer Berücksichtigung der quartären
Verhältnisse*. - Diss. TU Dresden/Tharandt
- SCHILLING, W.; H. WIEFEL (1962): *Jungpleistozäne Periglazialbildungen und ihre regionale
Differenzierung in einigen Teilen Thüringens und des Harzes*. - Geologie, Jhrg. 11, H. 4, S.
428-460, Berlin
- SCHRAMM, H. (1995): "Böden" in: *Geologie von Thüringen*, Hrsg. G. SEIDEL, Stuttgart (im
Druck)
- WERNER, D. (1967): *Periglaziale Deckschichten im Mittl. Buntsandstein SE-Thüringens und ihre
Bedeutung für die Abgrenzung der anthropogenen Formungskomponente*. - Arch. Natursch.
Landsch. Forsch., 7, S. 247-280
- WIEFEL, H. (1965): *Jungtertiäre Bodenrelikte und Zersatzbildungen im ostthüringisch-vogtländi-
schen Schiefergebirge*. - Berichte d. Geol. Ges. (DDR), 10, H. 5, S. 611-628, Berlin

3. Das Bodenkontrollsystem Landwirtschaft in Thüringen

In Thüringen werden 787.000 ha landwirtschaftlich genutzt, das sind etwa 49 % des Territoriums. Ca. 80 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche stehen unter Ackernutzung.

Die landwirtschaftliche Produktion ist zwangsläufig mit Stoffein- und -austrägen verbunden. Auf dem Gebiet der Pflanzenernährung und Düngung sind das vor allem die Nährstoffe Stickstoff, Phosphor und Kalium. Der Hauptgrundsatz ordnungsgemäßer Landbewirtschaftung besteht darin, den Düngeraufwand nach dem Pflanzenbedarf unter Berücksichtigung verfügbarer Nährstoffe im Boden zu bemessen und durch ausgewogene mineralische und organische Düngung zu realisieren. Bei Wahrung dieses Grundsatzes sind keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt zu befürchten. Probleme treten dort auf, wo versucht wird, agrotechnische Bewirtschaftungsfehler (z. B. verspätete Aussaat, Bodenstrukturschäden) durch erhöhten Stickstoffaufwand auszugleichen.

Andererseits wird die Landwirtschaft zunehmend mit Reststoffen konfrontiert, die außerhalb der landwirtschaftlichen Produktion entstanden sind. In erster Linie sind hierbei kommunale Klärschlämme und Komposte zu nennen. Ihre landwirtschaftliche Verwertung ist die ökologisch vernünftigste Art des Recyclings. Allerdings ist dabei zu beachten, daß bei langjährig massivem Einsatz auch bei Einhaltung der Aufwandmengenbeschränkungen sowie der Grenz- und Richtwerte Schadstoffe (z. B. Schwermetalle) akkumuliert werden können.

Zielstellung des landwirtschaftlichen Bodenmonitorings in Thüringen ist es, anhand von Dauertestflächen

- Überblicksinformationen zur Entwicklung umweltrelevanter agrochemischer Kenngrößen in Böden der verschiedenen Agrarregionen zu gewinnen
- den Einfluß unterschiedlicher Bewirtschaftungssysteme auf chemische, physikalische und biologische Bodeneigenschaften langfristig zu untersuchen und
- Nutzflächen mit Verdacht auf erhöhte Schadstoffgehalte zu überwachen.

Bodennährstoffmonitoring

Die Bodenuntersuchung zur Ermittlung der Pflanzennährstoffe wird traditionsgemäß in der TLL bzw. ihren Vorgängereinrichtungen für die Landwirte als Dienstleistung durchgeführt. Für repräsentative landesweite Hochrechnungen zur Entwicklung der Nährstoffversorgung ist von Nachteil, daß es keine turnusmäßig flächendeckenden Überblicksuntersuchungen gibt. Der jährliche Untersuchungsumfang ist Schwankungen unterworfen (Tabelle 1). Die jährlichen Aussagen können durch geringe Untersuchungsflächen auf dem Grünland und unterschiedliche Flächenanteile der Agrarregionen beeinflusst sein. Deshalb ist vorgesehen, daß Nährstoffdynamik-Dauertestflächen in Thüringen angelegt und jährlich untersucht werden. Die Flächenfestlegung erfolgt nach statistischem Auswahlverfahren. Dabei werden solche wesentlichen Kenngrößen wie Nutzungsartenverhältnisse oder Nutzungsintensitäten in den Agrarregionen berücksichtigt. Anhand der jährlichen Untersuchungsergebnisse können langjährige Zeitreihen zur Entwicklung der Bodennährstoffgehalte erarbeitet und entsprechende Trendaussagen getroffen werden.

Dieses Monitoring der Nährstoffgehalte ist besonders wichtig, um die Auswirkungen der Bewirtschaftungssysteme diesbezüglich zu ermitteln.

Tab. 1: Bodenuntersuchungsleistung der TLL für thüringer Landwirtschaftsbetriebe

| Untersuchungsjahr | Ackerland | Grünland |
|-------------------|---------------------------|----------|
| | Untersuchungsfläche (Tha) | |
| 1989 | 577 | 139 |
| 1990 | 133 | 35 |
| 1991 | 71 | 6 |
| 1992 | 108 | 8 |
| 1993 | 72 | 9 |
| 1994 | 112 | 30 |

Klärschlamm-Kataster

Das Bodenmonitoring findet weiterhin bei der Überwachung von Klärschlamm-Aufbringungsflächen Anwendung. Entsprechend der Thüringer Verwaltungsvorschrift zur Klärschlammverordnung (AbfKlärV, 1992) obliegt der TLL die gesetzlich vorgeschriebene Bodenuntersuchung auf potentiellen Einsatzflächen. Des weiteren führt sie das Klärschlamm-Kataster und den Aufbringungsplan für Thüringen. Dadurch werden in der TLL alle Informationen zu diesen Flächen gebündelt. In Tabelle 2 sind die Schwermetall-Untersuchungsergebnisse des Jahres 1994 zusammengefaßt.

Tab. 2: Häufigkeitsverteilung der potentiellen KS-Einsatzflächen auf SM-Gehaltsklassen

| Schwermetall (SM) | Flächenanteile(%) in den SM-Gehaltsklassen | | | | SM _{max} mg/kg | Grenzwert mg/kg |
|-------------------|--|------------|-------------|---------|-------------------------|------------------------|
| | < 50 % | 50...100 % | 101...200 % | > 200 % | | |
| Cd | 97,4 | 2,3 | 0,2 | < 0,1 | 4,9 | 1,5(1)1) |
| Cu | 86,8 | 12,3 | 0,8 | < 0,1 | 232 | 60 |
| Cr | 98,2 | 1,4 | 0,4 | 0 | 156 | 100 |
| Pb | 95,3 | 3,9 | 0,8 | 0 | 177 | 100 |
| Ni | 58,6 | 34,7 | 6,5 | 0,2 | 126 | 50 |
| Zn | 92,2 | 7,6 | 0,2 | 0 | 275 | 200(150) ¹⁾ |
| Hg | 99,6 | 0,4 | 0 | 0 | 1,0 | 1,0 |

¹⁾ leichte Böden

Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, daß die Flächenanteile mit Grenzwertüberschreitungen außer bei Ni sehr gering und bei Hg nicht vorhanden sind. Die maximalen SM-Gehalte betragen bei Cu und Ni etwas mehr als 20 % des Grenzwertes und liegen bei Cr, Pb, Zn sowie Hg darunter. Bei Cd wurde auf einer Fläche ein deutlich grenzwertüberschreitender Gehalt (4,9 mg/kg Boden = 327 % zum Grenzwert) ermittelt. Diese und andere Flächen mit grenzwertüberschreitenden SM-Gehalten werden in das SM-Monitoring-Programm der TLL aufgenommen.

Zur langfristigen Überwachung werden die landwirtschaftlichen Nutzflächen mit Klärschlammaufbringung in Zeitabständen wiederholt beprobt und untersucht. Das ist besonders für die zunehmende Zahl an Flächen von Bedeutung, die nach Einhaltung der vorgeschriebenen Wartezeit von 3 Jahren wiederholt beschlammte werden. Unter Anrechnung der Klärschlammnhaltsstoffe und Berücksichti-

gung der Bewirtschaftung sind einfache Bilanzierungen zu Stofffrachten möglich.

Nmin-Monitoring

Eine weiteres Meßprogramm betrifft die Trendentwicklung leichtlöslicher Bodenstickstoff-Gehalte (Nmin) in landwirtschaftlichen Nutzflächen. Hierzu werden seit 1990 jährlich rd. 370 Nmin-Dauertestflächen auf Praxisschlägen zu 3 Terminen (nach der Ernte, Spätherbst, Frühjahr) untersucht. Weiterhin sind ca. 470 Fixflächen innerhalb und außerhalb von Wasserschutzgebieten festgelegt, die jährlich im Spätherbst beprobt werden. Die Zielstellung besteht darin, Trendaussagen zur N-Dynamik in Abhängigkeit von der Bewirtschaftung zu erarbeiten. Das heißt:

- Kontrolle der Nmin-Restgehalte nach der Ernte
- Entwicklung der Nmin-Gehalte zwischen Ernte und Spätherbst
- Entwicklung der Nmin-Gehalte zwischen Spätherbst und Vegetationsbeginn
- Erfassung der jährlich aktuellen Nmin-Situation vor Beginn der N-Düngung (1. N-Gabe).

Diese Ergebnisse werden im Zusammenhang mit den jährlichen Nmin-Untersuchungen für Praxisbetriebe im Rahmen der Stickstoff-Bedarfs-Analyse zu Vegetationsbeginn ausgewertet.

Schwermetall-Monitoring

Eine weitere Aufgabe des Bodenmonitorings ist die Überwachung des Schwermetall(SM)-Status von landwirtschaftlichen Nutzflächen. Seit 1991 wird in der TLL auf ca. 200 Fixflächen, auf Praxisschlägen jährlich ein SM-Monitoring durchgeführt. Hiermit werden die SM-Gehalte in Böden und pflanzlichen Ernteprodukten von Nutzflächen mit deutlicher Überschreitung der SM-Grenzwerte (Belastungsverdachtsflächen) der Klärschlamm-Verordnung (AbfKlärV) und Nutzflächen mit normalen SM-Gehalten (Referenzflächen) über mehrere Jahre (Berücksichtigung Fruchtartenwechsel) erfasst.

Zielstellung ist die

- Lokalisierung schwermetallbelasteter landwirtschaftlicher Nutzflächen
- Abschätzung des Gefährdungspotentials belasteter Nutzflächen für die Nahrungskette
- Empfehlung für die weitere Flächennutzung mit Bewirtschaftungshinweisen.

Durch die Untersuchung von Referenzflächen wurde seit 1991 ein Datenfonds für normale SM-Gehalte in Ernteprodukten erarbeitet, auf dessen Grundlage sich die SM-Untersuchungsergebnisse von SM-Verdachtsflächen besser beurteilen lassen. 1993 wurden z. B. von insgesamt 236 Schlägen Ernteprodukt-Proben entnommen.

Es handelt sich um 79 Referenzschläge und 157 Belastungsverdachtsflächen mit folgender Fruchtartenverteilung: 48 % Getreide, 6 % Raps, 22 % Futter, 16 % Grünland und 8 % Gemüse.

Der Schwerpunkt des Monitorings lag 1994 deshalb bei der Beprobung der Belastungsverdachtsflächen. Dieser Flächenumfang wird erweitert, wenn z.B. im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Bodenuntersuchung gemäß AbfKlärV weitere Belastungsverdachtsflächen lokalisiert werden.

Die Ermittlung der SM-Gehalte landwirtschaftlicher Ernteprodukte erfolgt über eine Laufzeit von mehreren Jahren. Anhand der Zeitreihe von Untersuchungsergebnissen in der Fruchtfolge wird die Beurteilung des SM-Status der Flächen vorgenommen.

Boden-Dauerbeobachtungsflächen (BDF)

Im Auftrag des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft und Forsten wurde 1992 durch die

damalige LUFA Thüringen (der heutigen TLL) in Zusammenarbeit mit der damaligen Thüringer Landesanstalt für Bodenforschung (der heutigen TLG) mit der Einrichtung von Bodendauerbeobachtungsflächen und Meßstellen zur Kontrolle des Stoffein- und -austrages aus landwirtschaftlichen Nutzflächen über Sickerwasser und Oberflächenabfluß begonnen. Derzeit sind 12 Monitoringflächen eingerichtet und im Meßbetrieb (Tab. 3).

Tab. 3: BDF Landwirtschaft in Thüringen - Stand 12/94

| Nr. | Standort | Klima | | Naturraum | Geologie | Leitbodenform | Bodenwasserhaushalt | Nutzungsform | |
|-----|----------------|-------|------|------------------------|--------------------------------|----------------------|----------------------|--------------|-----------------|
| | | mm | t °C | | | | | | |
| 1 | WÖHLSDORF 1 | 623 | 8,0 | Thür. Schiefergebirge | Kulm-Tonschiefer | Pseudogley | stauwasserbestimmt | Acker | integr. Landbau |
| 2 | WÖHLSDORF 2 | 623 | 8,0 | Thür. Schiefergebirge | Kulm-Tonschiefer | Braunerde | sickerwasserbestimmt | Acker | integr. Landbau |
| 3 | GROBOBRINGEN 1 | 591 | 8,2 | Randlagen Thür. Becken | Keuper-Tonmergel | Schwarzerde | stauwasserbeeinflußt | Acker | integr. Landbau |
| 4 | GROBOBRINGEN 2 | 591 | 8,2 | Randlagen Thür. Becken | Löß | Schwarzerde | sickerwasserbestimmt | Acker | integr. Landbau |
| 5 | OBERWEIßBACH 1 | 842 | 5,9 | Thür. Wald | kambr. Tonschiefer | Braunerde | sickerwasserbestimmt | Grünland | extensiv |
| 6 | OBERWEIßBACH 2 | 842 | 5,9 | Thür. Wald | kambr. Tonschiefer | Pseudogley | stauwasserbestimmt | Grünland | extensiv |
| 7 | DAASDORF | 554 | 8,2 | Randlagen Thür. Becken | Keuper-Tonmergel | Pelosol | haftwasserbeeinflußt | Acker | integr. Landbau |
| 8 | GROEBERSDORF 1 | 640 | 8,0 | Saale-Sandsteinplatte | Ton-Sandstein-Wechselfolge su2 | Braunerde-Pseudogley | sickerwasserbestimmt | Acker | integr. Landbau |
| 9 | GROEBERSDORF 2 | 640 | 8,0 | Saale-Sandsteinplatte | Ton-Sandstein-Wechselfolge su2 | koll. Pseudogley | hangwasserbestimmt | Acker | integr. Landbau |
| 10 | MELLINGEN | 593 | 7,8 | Ilm-Saale-Platte | Ton-Kalkstein-Wechselfolge mo2 | Rendzina | haftwasserbestimmt | Acker | integr. Landbau |
| 11 | KALTENWESTHEIM | 767 | 6,6 | Rhön | Kalkmergel mm | Rendzina | sickerwasserbestimmt | Grünland | extensiv |
| 12 | FRANKENHEIM | 870 | 5,3 | Rhön | Basalt | Ranker | sickerwasserbestimmt | Grünland | extensiv |

Im Rahmen der Exkursion werden drei Meßflächen - Wöhlendorf 1, Grobbersdorf 1, Grobbringen 2 - detailliert vorgestellt.

Literatur:

KRAUSE, O. (1993): Zum Aufbau eines Bodenkontrollsystems in Thüringen. - Mitteilungen der Deutsch. Bodenkdl. Gesellsch., 72, H. II, 1479 - 1482

KRAUSE, O., KÖNIG, V., ZORN, W. (1993): Untersuchungs- und Erhebungserkenntnisse zum Klärschlammseinsatz in Thüringen. - LUFA-Schriftenreihe 1, Jena - S. 46-58

HEROLD L., KRAUSE, O., GEYER, H. (1993): Erkenntnisse über N-Dynamik im Boden durch Nmin-Dauerestflächen. - LUFA-Schriftenreihe 4, Jena- S. 49-50

KRAUSE, O., KÖNIG, V. (1992): Schwermetallmonitoring landwirtschaftlicher Nutzflächen in Thüringen. - 104. VDLUFA-Kongress - Kurzfassung der Vorträge, Göttingen, S. 239

WERNER, D.; O. KRAUSE, G. FRANKE, C. WINTEROT (1994): Bodendauerbeobachtungsflächen (BDF) der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft. - VDLUFA-Kongreß Jena, Kongreßband, S. 951-954

4. Boden- und Wassermonitoring im östlichen Thüringer Schiefergebirge

4.1 Profilbeschreibung und -analyse

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|------------------------|
| <u>Lokalität:</u> | Bodendauerbeobachtungsfläche Wöhlsdorf 1 | | |
| <u>TK 25:</u> | 5237 Triptis | r ⁴⁴ 93 310 | h ⁵⁶ 18 280 |
| <u>Höhenlage:</u> | 398,5 m ü. NN | <u>Lage im Relief:</u> | gestreckter Unterhang |
| <u>Klima:</u> | N 648 mm/Jahr T 7,3 °C | <u>Exposition, Neigung:</u> | ESE, ca. 4 % |
| <u>Nutzungsart:</u> | Ackerland | | |
| <u>Ausgangsgestein:</u> | pleistozäne Fließerde über Schieferzersatz (Basisfließerde) | | |
| <u>Bodentyp:</u> nach FAO: | Pseudogley Stagno-Dystric Planosol | | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | | |
| 0 - 30 cm | Ap | braungrauer (10 YR 6/3), schwach steiniger, schluffiger Lehm, schwach humos, geringe Fe-Mn-Fleckung, lockeres bröckeliges Subpolyedergefüge, deutlich abgegrenzt zum | |
| 30 - 65 cm | Sew | bräunlichgrauer (10 YR 7/1), schwach steiniger, mittel toniger Schluff, gelbbraunes Fleckenbild (10 YR 5/8), starke Fe-Fleckung mit harten und weichen Konkretionen, plattiges Subpolyedergefüge, sehr schwach durchwurzelt, welliger Übergang zum | |
| 65 - 90 cm | II Sd4 | grünlichgrauer (5 BG 6/1) schluffig-lehmiger Sand, stark rostfleckig (2,5 YR 5/6) mit weichen Fe-Mn-Konkretionen, undeutlich abgegrenzt zum | |
| 90 - 145 cm | II Cv-Sd4 | grünlichgrauer-bräunlichgrauer (5 GY 7/1), mittel grusiger stark lehmiger Sand, braungelb gefleckt (Nester, Streifen), weiche ockerfarbene Fe-Mn-Konkretionen, Mittel- bis Grobpolyedergefüge mit reliktschen Wurzelröhren, undeutlicher Übergang zum | |
| 145 - 180 cm+ | II Cv-Sd5 | grünlichgrauer (10 BG 6/1), braungrau marmorierter, schwach grusiger (Schluffstein), stark schluffiger Sand, sehr dichtes Grobpolyedergefüge mit reliktschen Wurzelröhren | |
| <u>Substratsystematische Einheit:</u> | p-(n)u/p-(z)s(Δtsf) | | |
| <u>Bodenart(engruppen):</u> | tu-lu/sl-us | | |
| <u>Geogenese:</u> | pfl | | |

Tab. 4: Profilanalyse Wöhlisdorf 1

| Tiefe (cm) | Hor. | Korngrößenverteilung (% Feinboden) | | | | | | | | | Bodenart n. KA4 |
|------------|-----------|--|--------|--------------|-----------------------------|-------------------------|---------------------|-------|------|------|-----------------|
| | | T | U | | S | | Grobboden | | | | |
| | | | f | m | g | f | m | g | | | |
| - 30 | Ap | 21,9 | 9,7 | 30,3 | 19,6 | 12,4 | 3,2 | 2,9 | x2 | Lu | |
| - 65 | Sew | 16,1 | 15,6 | 30,2 | 22,2 | 10,5 | 2,0 | 3,4 | x2 | Ut3 | |
| - 90 | II Sd4 | 15,3 | 15,8 | 21,1 | 12,9 | 22,5 | 7,3 | 5,1 | | Slu | |
| - 145 | II Cv-Sd4 | 10,0 | 15,7 | 21,1 | 10,2 | 21,0 | 14,4 | 7,6 | gr3 | Slu | |
| - 180+ | II Cv-Sd5 | 6,9 | 14,7 | 19,5 | 11,4 | 21,0 | 16,3 | 10,2 | gr3 | Su4 | |
| Tiefe (cm) | Hor. | Entnahmetiefe (cm) | | GPV (Vol.-%) | Makroporen > 10 µm (Vol.-%) | | kf-Wert (cm/d) | | | | |
| - 30 | Ap | 0...10 | | 52,9 | 19,2 | | 31 | | | | |
| | | 10...20 | | 55,5 | 23,8 | | 180 | | | | |
| | | 20...30 | | 57,2 | 26,2 | | 328 | | | | |
| - 65 | Sew | 35...45 | | 44,1 | 10,2 | | 7 | | | | |
| - 90+ | II Sd 4 | 65...75 | | 33,8 | 1,7 | | 33 | | | | |
| - 145 | II Cv-Sd5 | 100...110 | | 33,7 | 3,2 | | 19 | | | | |
| Tiefe (cm) | Hor. | % org. S. | % C | % N | C/N | pH (CaCl ₂) | % CaCO ₃ | | | | |
| - 30 | Ap | 3,78 | 2,2 | 0,21 | 10,5 | 6,6 | 0,6 | | | | |
| - 65 | Sew | 2,92 | 1,7 | 0,05 | | 5,8 | 0,3 | | | | |
| - 90 | II Sd4 | 0,34 | 0,2 | 0,04 | | 5,6 | 0,2 | | | | |
| - 145 | II Cv-Sd4 | 0,69 | 0,4 | 0,04 | | 5,6 | 0,3 | | | | |
| - 180+ | II Cv-Sd5 | 0,65 | 0,4 | 0,04 | | 5,6 | 0,4 | | | | |
| Tiefe (cm) | Hor. | Kationenaustauschkapazität potentiell (mval/100 g Boden) | | | | | | | | | |
| | | T-Wert | H-Wert | S-Wert | Ca | Mg | K | Na | ges. | | |
| - 30 | Ap | 14,6 | 4,0 | 10,6 | 9,3 | 3,1 | 0,1 | < 0,1 | 12,5 | | |
| - 65 | Sew | 6,4 | 3,2 | 3,2 | 3,1 | 1,5 | < 0,1 | < 0,1 | 4,6 | | |
| - 90 | II Sd4 | 10,2 | 4,4 | 5,8 | 4,8 | 2,2 | 0,1 | 0,1 | 7,2 | | |
| - 145 | II Cv-Sd4 | 6,2 | 3,6 | 2,6 | 3,2 | 1,3 | < 0,1 | < 0,1 | 4,5 | | |
| - 180+ | II Cv-Sd5 | 5,2 | 2,8 | 2,4 | 3,4 | 1,2 | 0,1 | < 0,1 | 4,8 | | |
| Tiefe (cm) | Hor. | Schwermetallgehalte (mg/kg lufttrockener Boden)* | | | | | | | | | |
| | | Cu | Cd | Cr | Pb | Ni | Zn | Hg | As | Tl | Sb |
| - 30 | Ap | 16 | 0,06 | 25 | 38 | 18 | 69 | 0,11 | 20,1 | 0,26 | 1,14 |
| - 65 | Sew | 50 | 0,03 | 16 | 16 | 10 | 37 | 0,06 | 9,4 | 0,26 | 0,46 |
| - 90 | II Sd4 | 27 | 0,05 | 29 | 10 | 37 | 75 | 0,03 | 27,5 | 0,15 | 0,39 |
| - 145 | II Cv-Sd4 | 36 | 0,04 | 29 | 10 | 40 | 73 | 0,03 | 24,4 | 0,12 | 1,19 |
| - 180+ | II Cv-Sd5 | 28 | 0,01 | 34 | 12 | 44 | 77 | 0,01 | 15,2 | 0,14 | 1,06 |

* Königswasseraufschluß

Ausgangsmaterial der Bodenbildung sind periglaziäre Fließerden, in die tertiäre Verwitterungsreste eingearbeitet wurden. Die bis 65 cm reichende Hauptlage weist deutlichen Lößeinfluß (Schluffgehalte) auf. Die Basislage bis 180 cm ist dagegen durch höheren Sand- und Grusgehalt gekennzeichnet. Niedrige potentielle Austauschkapazität und Färbung des Substrates weisen auf die Beteiligung tertiären Verwitterungsmaterials mit ungünstiger Tonmineralzusammensetzung hin. Die Zweischichtigkeit des Profilaufbaues ist auch an den Gefügekennwerten abzulesen. Der lockeren

makroporenenreichen Deckschicht folgt nach unten die dichte Basislage mit sehr geringem Gehalt an groben Poren. Die vergleichsweise hohe Wasserdurchlässigkeit ist wahrscheinlich durch wenige hochkontinuierliche Leitbahnen verursacht. Das kf-Minimum in 35..45 cm Tiefe könnte neben natürlicher Sackung durch technologischen Verdichtungseinfluß mit entstanden sein.

4.2 Bodengesellschaft

Das Profil der Bodendauerbeobachtungsfläche liegt im zentralen Teil einer weitgespannten, flachen Quellmulde, in der mächtige pleistozäne solifluidale Bildungen die zersetzten Tonschiefer des Unterkarbon (Kulm) überlagern. Die Mächtigkeit dieser Solifluktuationsdecken nimmt von den umrahmenden flachen Rücken zu den Zentren der Quellmulden hin zu. Sowohl auf dem schluffig-tonigen Schieferzersatz als auch auf der dicht gelagerten schluffigen Basisfließerde findet ein lateraler Sickerwasserfluß von den Quellmuldenrändern zum -zentrum hin statt, der sich in einer gleichgerichteten Zunahme der hydromorphen Merkmale in den Böden widerspiegelt.

Auf den schwach geneigten Rücken der näheren Umgebung und am Quellmuldenrand sind in einer rund 50 cm mächtigen Hauptlage über Schieferzersatz Braunerden entwickelt. Die "Stauäussemerkmale" in Form einer Marmorierung sind auf den Schieferzersatz beschränkt. In Richtung auf das Muldenzentrum setzt der Basisschutt ein, und der in der Hauptlage ausgebildete Oberboden weist stärker werdende hydromorphe Merkmale auf. Die Entwicklungsreihe geht über die pseudovergleyte Braunerde, den Braunerde-Pseudogley bis hin zum Pseudogley.

Außerhalb der Quellmulden und bei fehlenden Zersatzbildungen dominieren Braunerden, seltener Pseudogley-Braunerden aus "normal" entwickelten Deckschichten mit skelettreicherem Schieferschutt (Basislage) und feinerdereicherer Hauptlage. Ein vergleichbarer Standort wurde östlich des Profils Wöhlisdorf 1 als weitere Bodendauerbeobachtungsfläche eingerichtet.

4.3 Nutzungsbedingte Stoffeinträge/ -austräge

Das 1992 eingerichtete Dränmeßfeld dient dem Ziel, Wege aufzuzeigen, wie in einem stark landwirtschaftlich genutzten Gebiet mit einem hohen Flächenanteil an Trinkwasserschutz zonen speziell im Einzugsgebiet des Weidatalsperrensystems eine Verminderung der Nitratbelastung durch standortangepaßte umweltverträgliche Bewirtschaftungsmaßnahmen erreicht werden kann.

Die zweijährigen Untersuchungsergebnisse beziehen sich auf ein schlagübergreifendes abgrenzbares Einzugsgebiet von 42,5 ha mit den Fruchtarten Winterraps / Winterweizen 1993 und Winterweizen / Sommergerste 1994. Stauschichten mit hoher Lagerungsdichte befinden sich in der Tiefe der Sauger und Sammler des Dränagesystems von 80..90 cm, so daß das Wasser unterhalb der durchwurzelbaren Zone entnommen wird. Die Dränmeßeinrichtung besteht aus dem Meßbecken mit Thompson-Wehr (Dreiecksüberfall) und dem Trommelschreiber, der über die Pegelstange mit dem Schwimmer verbunden ist.

Erste Dränabflußmessungen (Abb. 1) im trockenen hydrologischen Versuchsjahr 11/92-10/93 führten zu einer Dränwasserspense von 70 mm und im gleichen niederschlagsreichen Bezugszeitraum 1993/94 zu 197 mm. Die hohen Abflußraten wurden im März 1993 durch die Schneeschmelze, im Dezember 1993 durch viele Niederschläge und im April 1994 durch Starkniederschläge mit Hochwasserereignissen hervorgerufen.

Die Nitratkonzentrationen im Dränwasser (Tab. 5) lagen meist über dem kritischen Grenzwert für Trinkwasser von 50 mg je l. Sie betragen im Mittel des ersten Untersuchungsjahres 106 und des

zweiten 119 mg NO₃/l mit Minimalwerten von 27 und 36 mg/l. Die Maximalwerte, die vorwiegend in den niederschlagsreichen Zeiträumen ermittelt wurden, erreichten Spitzenwerte bis zu 250 bzw. 288 mg/l.

Tab. 5: Wasser- und N-Bilanzgrößen

| Meßgrößen | 11/92...10/93 | 11/93...10/94 |
|---|---------------|---------------|
| Niederschlag (mm/a) | 514 | 730 |
| Dränwasser (mm/a) | 70 | 197 |
| NO ₃ -Gehalt des Dränwassers (mg/l) | | |
| · Mittel | 106 | 119 |
| · Maximum | 250 | 288 |
| N-Bilanzgrößen (kg/ha) | | |
| · N-Düngung (min.) | 110 | 143 |
| · N-Deposition (NO ₃ - + NH ₄ -N) | 27 | 39 |
| · pflanzlicher N-Entzug | 165 | 172 |
| · N-Fracht des Dränwassers | 26 | 72 |

Die Untersuchungsflächen wurden in den zurückliegenden Jahren relativ gut mit mineralischen und organischen (Stallmist) Düngern versorgt. Dadurch lag zu Untersuchungsbeginn ein gewisses Rest-N-Potential im Boden vor. Diese Ausgangssituation ist Ursache für die hohen N_{min}-Werte im Boden und die o.g. beträchtlichen Nitratkonzentrationen im Dränwasser.

Einen großen Einfluß auf den Stickstoffaustrag übt die Dränwassermenge aus, die sehr stark von der Menge und Verteilung der Niederschläge abhängt. Die N-Fracht im Dränwasser als Resultat des Produktes aus Dränwassermenge und Nitratkonzentration betrug im trockenen Versuchsjahr 1993 26 kg/ha und im niederschlagsreichen Jahr 1994 fast die dreifache Menge von 72 kg/ha.

Die zweijährigen Ergebnisse weisen darauf hin, daß sich der Einfluß von Veränderungen der Landbewirtschaftung auf den sicherwassergebundenen Stoffaustrag und auf den Zusammenhang zu dem N_{min}-Gehalt im Boden und den Witterungsfaktoren nicht in den ersten Jahresbilanzen widerspiegelt, sondern nur über langjährige Untersuchungen nachvollziehbar ist.

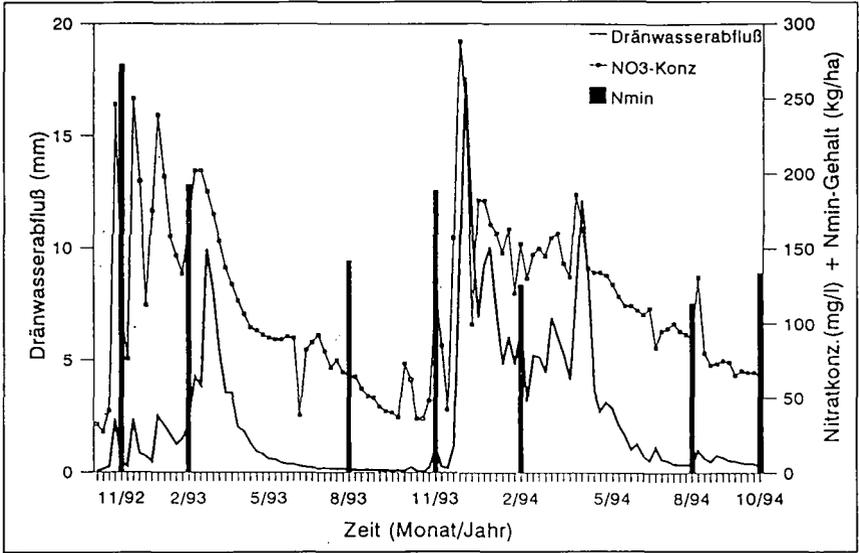


Abb. 1: Dränwassermenge, Nitratkonzentration und Nmin-Gehalt

5. Boden- und Wassermonitoring im Ostthüringer Buntsandsteinhügelland

5.1 Profilbeschreibung und Analyse

| | | | |
|---------------------------------------|---|---|------------------------|
| <u>Lokalität:</u> | Bodendauerbeobachtungsfläche Grobebersdorf 1 | | |
| <u>TK 25:</u> | 5237 Triptis | r ⁴⁴ 95 935 | h ⁵⁶ 27 980 |
| <u>Höhenlage:</u> | 333,7 m ü. NN | <u>Lage im Relief:</u> | Oberhang |
| <u>Klima:</u> | N 611 mm/Jahr T 7,5 °C | <u>Exposition, Neigung:</u> | N, ca. 3 % |
| <u>Nutzungsart:</u> | Ackerland | | |
| <u>Ausgangsgestein:</u> | pleistozäne Fließerde über Unterem Buntsandstein (su2'ts) | | |
| <u>Bodentyp:</u> nach FAO: | Kolluvium-Pseudogley Cumulic Planosol | | |
| <u>Profilbeschreibung:</u> | | | |
| 0 - 30 cm | Ap | hellgraubrauner (5 YR 3/3), sehr schwach steinig-grusiger, mittel lehmiger Sand, schwach humos, geringe Fe-Mn-Fleckung, karbonatfrei, starke Durchwurzelung, Ziegelsteinreste, bröckeliges Subpolyedergefüge, welliger Übergang zum | |
| 30 - 40 cm | M-Sw | fahlbrauner (7,5 YR 4/6), schwach steiniger, stark lehmiger, feinsandiger Mittelsand, schwach humos, schwache Fe-Mn-Fleckung, schwach durchwurzelt, Holzkohlereste, sehr dichtes Einzelkorn- bis Kittgefüge, deutlich zungen- bis keilförmige Abgrenzung zum | |
| 40 - 85 cm | II Bv-Sd | orangebrauner (2,5 YR 4/6), schwach steiniger, stark lehmiger Feinsand, partienweise (50 - 85 cm) sandig-toniger Lehm, fast humusfrei, schwache Durchwurzelung entlang von Klüften, sehr dichtes Prismengefüge mit Regenwurmängen, deutlich abgegrenzter Übergang zum | |
| 85 - 95 cm+ | III Cv | rotbrauner (10 R 4/6) schwach toniger Grobsand im Wechsel mit verwittertem Sandstein | |
| <u>Substratsystematische Einheit:</u> | u-l/p-(n)s ^(s) | | |
| <u>Bodenart(engruppen):</u> | sl/tt | | |
| <u>Geogenese:</u> | uk/pfl | | |

Tab. 6: Profilanalyse Großbebersdorf 1

| Tiefe (cm) | Hor. | Korngrößenverteilung (% Feinboden) | | | | | | | Grobboden | Bodenart n. KA 4 |
|------------|----------|------------------------------------|------|------|------|-----|------|------|-----------|------------------|
| | | T | U | | | S | | | | |
| | | | f | m | g | f | m | g | | |
| - 30 | Ap | 10,4 | 7,7 | 11,9 | 15,3 | 7,4 | 31,9 | 15,6 | x1, gr1 | SI3 |
| - 40 | M-Sw | 16,0 | 9,3 | 13,8 | 11,9 | 4,2 | 32,0 | 12,7 | x2 | SI4 |
| - 50 | II Bv-Sd | 13,1 | 9,5 | 14,9 | 13,0 | 6,4 | 22,6 | 20,6 | x2 | SI4 |
| - 85 | | 42,2 | 10,1 | 6,1 | 3,7 | 4,0 | 19,1 | 14,7 | x2 | Lts |
| - 95+ | III Cv | 6,7 | 1,6 | 2,2 | 1,4 | 2,0 | 83,5 | 2,6 | X | St2 |

| Tiefe (cm) | Hor. | Entnahmetiefe (cm) | GPV (Vol.-%) | Makroporen > 10 µm (Vol.-%) | kf-Wert (cm/d) |
|------------|----------|--------------------|--------------|-----------------------------|----------------|
| - 30 | Ap | 0...10 | 43,0 | 15,7 | 67 |
| | | 10...20 | 47,5 | 23,2 | 187 |
| | | 20...30 | 35,9 | 9,2 | 21 |
| - 40 | M-Sw | 30...40 | 31,9 | 6,5 | 3 |
| - 85 | II Bv-Sd | 50...60 | 33,3 | 7,4 | 12 |
| | | 70...80 | 35,3 | 9,0 | 7 |
| - 95+ | III Cv | 85...95 | n.b. | n.b. | n.b. |

| Tiefe (cm) | Hor. | % org. S. | % C | % N | C/N | pH (CaCl ₂) | % CaCO ₃ |
|------------|----------|-----------|------|--------|------|-------------------------|---------------------|
| - 30 | Ap | 2,22 | 1,29 | 0,12 | 10,8 | 6,5 | 0,19 |
| - 40 | M-Sw | 0,40 | 0,23 | 0,03 | 7,7 | 6,5 | 0,01 |
| - 50 | II Bv-Sd | 0,36 | 0,21 | 0,02 | 10,5 | 6,2 | 0,25 |
| - 85 | | 0,19 | 0,11 | < 0,01 | - | 4,1 | 0,02 |
| - 95+ | III Cv | 0,15 | 0,69 | < 0,01 | - | 4,1 | 0,27 |

| Tiefe (cm) | Hor. | Kationenaustauschkapazität potentiell | | | | | | | |
|--------------------|----------|---------------------------------------|--------|--------|------|------|------|------|------|
| | | T-Wert | H-Wert | S-Wert | Ca | Mg | K | Na | ges. |
| (mval/100 g Boden) | | | | | | | | | |
| - 30 | Ap | 10,4 | 2,8 | 7,4 | 5,7 | 1,4 | 0,7 | 0,1 | 7,9 |
| - 40 | M-Sw | 6,6 | 1,6 | 5,0 | 2,9 | 1,0 | 0,5 | 0,1 | 4,5 |
| - 50 | II Bv-Sd | 5,8 | 0,8 | 5,0 | 3,2 | 1,1 | 0,4 | 0,1 | 4,8 |
| - 85 | | 13,0 | 5,2 | 7,8 | 3,6 | 1,9 | 0,5 | 0,1 | 6,1 |
| - 95+ | III Cv | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

| Tiefe (cm) | Hor. | Schwermetallgehalte (mg/kg lufttrockener Boden) | | | | | | | | | |
|------------|----------|---|------|------|------|------|----|------|------|------|------|
| | | Cu | Cd | Cr | Pb | Ni | Zn | Hg | As | Tl | Sb |
| - 30 | Ap | 5,2 | 0,14 | 13,4 | 16,8 | 8,4 | 31 | 0,09 | 8,9 | 0,14 | 0,69 |
| - 40 | M-Sw | 3,4 | 0,01 | 10,2 | 3,6 | 6,4 | 19 | 0,02 | 9,4 | 0,13 | 0,41 |
| - 50 | II Bv-Sd | 8,4 | 0,01 | 12,2 | 4,2 | 8,4 | 20 | 0,03 | 7,5 | 0,14 | 0,51 |
| - 85 | | | | | | | | | | | |
| - 95+ | III Cv | 12,0 | 0,01 | 24,4 | 6,4 | 20,4 | 28 | 0,02 | 12,1 | 0,26 | 1,46 |

* Königswasseraufschluß

Die Korngrößenverteilung zeigt in der Tiefe von 5 dm einen starken Bodenmaterialwechsel des Feinbodens von SI3-SI4 nach Lts. Dieser Bodenartenwechsel dokumentiert die Schichtgrenze zwischen Kolluvium und Basislage.

Die deutlichen Porositätsunterschiede zwischen Ober- und Unterboden sind weniger Schichtmerkmal als vielmehr eine Folge der Bewirtschaftung. Unter dem lockeren Bearbeitungshorizont folgt die

dichtlagernde untere Ackerkrume (nicht bearbeitet) und die (trotz Resthumusgehalt) verdichtete Krumenbasis mit dem Durchlässigkeitsminimum. Darunter steigen Porosität und Leitfähigkeit sogar geringfügig wieder an.

5.2 Bodengesellschaft

Die Bodencatena Großebersdorf (Abb. 2) ist in der Bodenregion der (vorwiegend) mesozoischen Berg- und Hügelländer angelegt. Geologisch ist sie der unteren Folge des Unteren Buntsandsteins (su2'ts) zuzuordnen.

Die lithofazielle Ausbildung des su2'ts ist eine vorwiegend sandige Tonsteinfole aus einem massigen, rotbraunen sandigen Tonstein, der mit einzelnen Sandsteinhorizonten durchsetzt ist. Bodengeologisch läßt sich das Areal der Catena der Einheit "s1-sandiger Lehm" zuordnen. Die Bodenartenvarianz der s1-Standorte reicht von lehmigem Sand bis sandigem Lehm, vielfach steinig.

Die Catena zeigt einen vorwiegend zweischichtigen Aufbau der quartären Decksedimente über dem Festgestein auf. Die quartären Deckschichten sind in erster Linie aus Basis- und Hauptlage aufgebaut. In den unteren Hangbereichen tritt stellenweise eine Zweischichtung mit der Abfolge Basislage und kolluviale Lage und am Unterhang im Übergang zur Aue eine kolluviale Lage über der Hauptlage auf.

Die Basis läßt sich als periglaziäre Fließerde aus vorwiegend grus- bis schuttführendem Sand und vereinzelt als schuttführender Lehm und Ton substratsystematisch klassifizieren.

Die Hauptlage besteht aus überwiegend schluffig-sandigen periglaziären Sedimenten mit nur sehr geringen Grobbodenanteilen. Die holozänen Kolluvien gehören überwiegend der Bodenartenhauptgruppe der Sande an.

Die Sedimente der Aue des Birkenbaches werden aus fluvialen Schluffen über fluvialen Tonen (Bodenartenhauptgruppe) gebildet.

Pedogenetisch läßt sich die Catena folgendermaßen erläutern: Im Wasserscheidenbereich des Oberhanges ist in dem grusführenden Sand der Basislage eine Podsol-Braunerde ausgebildet.

Hangabwärts tritt eine Vergesellschaftung von Pseudogleyen und Pseudogley-Braunerden und Pseudogley-Kolluvien auf. Charakteristisch für diese Profile ist die Ausprägung der wasserführenden Sw-Horizonte in den schluffig-sandigen Sedimenten der Hauptlage. Dagegen sind die wasserstauenden Sd-Horizonte in den grus- bis schuttführenden sandig, lehmig, tonigen Sedimenten der Basislage ausgeprägt.

Das Kolluvium des Unterhanges zeigt aufgrund der guten Entwässerungsmöglichkeit keine hydromorphen Merkmale. Erst die Hauptlage mit dem Sw-Bv-Horizont weist wieder schwache Hydromorphiemerkmale auf. Den Abschluß der Catena bildet ein Auengley mit starkem Grundwassereinfluß bis in den humosen Oberboden.

5.3 Langzeitmeßprogramm Nitratverlagerung

Grundlage der Untersuchungen bildet das 1984 eingerichtete 9 ha große Dränmeßfeld, welches mit einer kontinuierlich arbeitenden Abflußmeßeinrichtung ausgestattet ist. Die vorliegenden 10-jährigen Untersuchungen gestatten Aussagen zum N-Ein- und -austrag auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Abhängigkeit von ihrer Bodennutzung (Tab. 7). Hervorzuheben ist die z.T. erhebliche Schwankungsbreite aller aufgeführten Parameter (Wasser, Boden, N-Bilanz). Im Mittel der Jahre errechnet sich eine N-Differenz (N-Zufuhr minus N-Entzug) von 28 kg N/ha. Geradezu beispielhaft kann auf diesem Standort die Beziehung zwischen den Nmin-Gehalten im Herbst und der NO₃-

Catena Großebersdorf

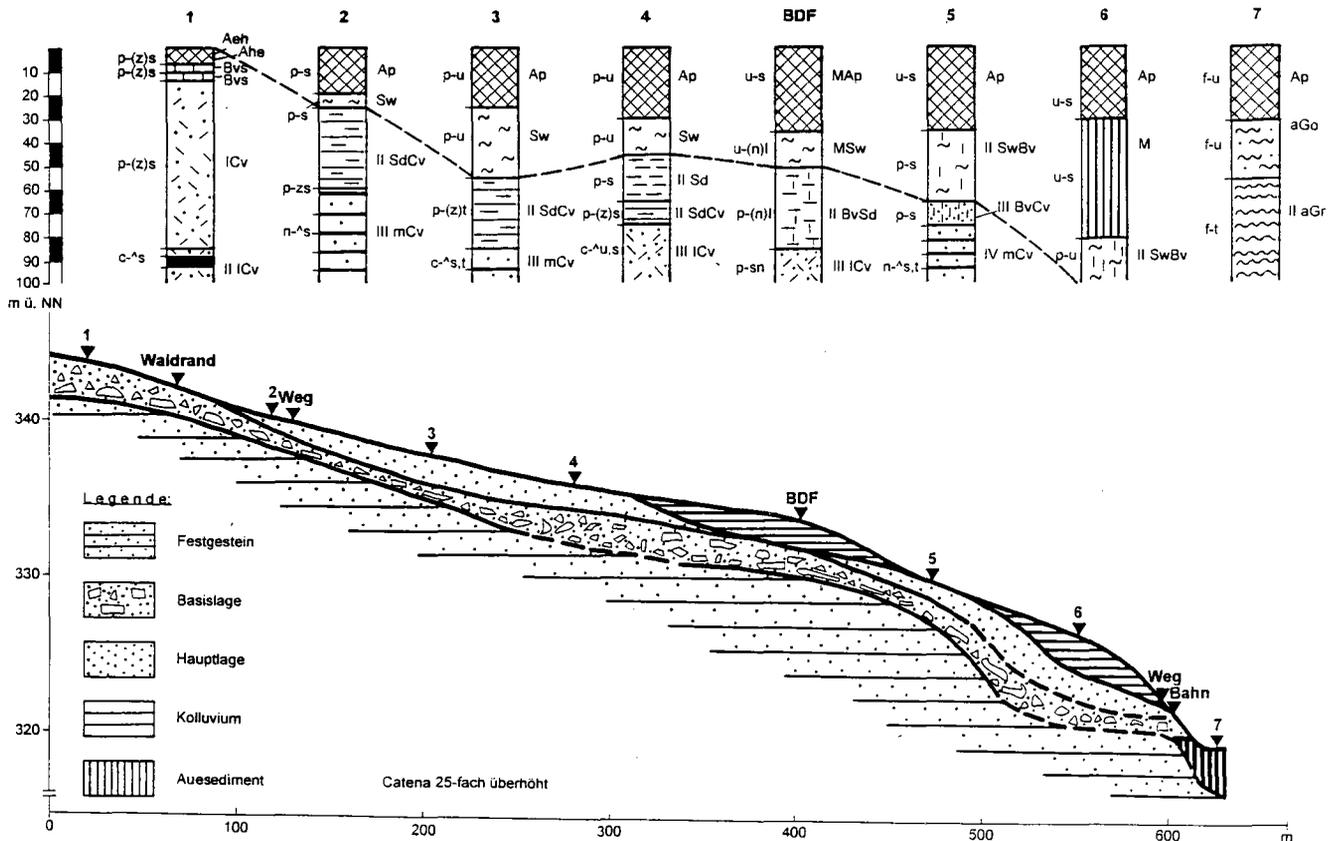


Abb. 2: Catena Großebersdorf

Konzentration im Sickerwasser (Dränwasser) in der darauffolgenden Abflußperiode (Winterhalbjahr) dargestellt werden. Eine nicht ordnungsgemäße Landbewirtschaftung findet ihren Ausdruck in hohen positiven N-Bilanzen, hohen Nmin-Herbstgehalten und hoher NO₃-Sickerwasserkonzentration (Tab. 8).

Tab. 7: Untersuchungsergebnisse Dränmeßfeld 1984...1994

| | |
|--|---|
| Bewirtschaftung: | Integrierter Ackerbau |
| Fruchtarten: | Getreide (5), Winterraps, Kartoffeln, Silomais, Zuckerrüben, Brache, Sommerzwischenfrucht |
| Niederschlag (mm/a): | 610 (Spanne 429...784) |
| Sickerwasser/Dränwasser (mm/a): | 81 (Spanne 22...148) |
| Nmin-Gehalt Boden (kg N/ha) 0...90 cm Tiefe | |
| · vor Wintereintritt: | 92 (Spanne 48...168) |
| · Vegetationsbeginn: | 59 (Spanne 39...81) |
| NO ₃ -Gehalt Sickerwasser (mg/l): | 97 (Spanne 13...235) |
| N-Bilanzgrößen (kg/ha/a) | |
| · N-Düngung (min.+org.): | 149 (Spanne 0...321) |
| · N-Deposition (NO ₃ -N; NH ₄ -N): | 26,5 (Spanne 21,8...35,1) |
| · Pflanzenentzug: | 121 (Spanne 0...179) |
| · N-Fracht (Sickerwasser): | 18,2 (Spanne 2,2...39,3) |

Tab. 8: Beziehungen zwischen N-Düngungs-/Entzugsbilanz, Boden-Nmin-Gehalt im Herbst und NO₃-Konzentration im Sickerwasser in der folgenden Abflußperiode

| Jährliche N-Bilanz (Bilanzzeitraum 1984...1993) | Anzahl | Nmin-Gehalt in 0...90 cm Tiefe (Herbst) | NO ₃ -Konzentration im Sickerwasser (wöchentliche Messung) | | |
|---|--------|---|--|---------|---------|
| | | | Mittel | Minimum | Maximum |
| kg/ha | Jahre | kg NO ₃ -N/ha | mg/l | | |
| < -50 | 2 | 56 | 65 | 34 | 108 |
| -50... 0 | 2 | 57 | 47 | 16 | 95 |
| 0...+ 50 | 2 | 66 | 98 | 44 | 135 |
| +50...+100 | 2 | 147 | 140 | 54 | 227 |
| > +100 | 2 | 132 | 134 | 60 | 157 |

6. Boden- und Wassermonitoring im Übergangsbereich Keuperbecken-/Muschelkalkrandplatten

6.1 Profilbeschreibung und -analyse

Lokalität: Bodendauerbeobachtungsfläche **Großbringen 2**

TK 25: 4933 Weimar NW r⁴⁴ 52620 h⁵⁶ 58220

Höhenlage: 237,5 m NN Lage im Relief: Hügelplateau

Klima: N 550 mmm/Jahr Exposition, Neigung: SSE; 3,5 %
T 8,2 °C

Nutzungsart: Ackerland Bodenschätzung: L2L6, L3L6

Ausgangsgestein: Fließlöß

Bodentyp: **Braunerde-Tschernosem**
nach FAO: Haplic Chernozem

Profilbeschreibung:

| | | |
|------------------|--------------|--|
| Ap | 0 - 25 cm | dunkel rötlichbrauner (5 YR 3/2), mittel schluffiger Lehm, humos, karbonatfrei, schwach durchwurzelt, Krümel- bis Mittelpolyedergefüge, ebener undeutlicher Übergang zum |
| Ah | 25 - 45 cm | dunkel rötlichbrauner (5 YR 2/2), mittel schluffiger Lehm, stark humos, karbonatfrei, schwach durchwurzelt, Mittelpolyedergefüge, zunehmend verfestigt, welliger undeutlicher Übergang. |
| Ah-Bv | 50 - 65 cm | dunkel rötlichgrauer (5 YR 4/2), schwach grusiger, mittel-schluffiger Lehm, schwach humos, karbonatfrei, mäßig durchwurzelt, Ausbildung von Ton-Humus-Tapeten, feines Subpolyedergefüge, deutlich welliger Übergang zum |
| Ckc ₁ | 65 - 110 cm | hellrauner (7,5 YR 5/6), schwach grusiger (Grus aus Keuperpartikeln, Ø bis ca. 0,5 cm), mittel schluffiger Lehm, karbonatreich (Pseudomycele), 5 - 10 Vol.-% Lößkindlanteil (durchschnittl. Ø ca. 10 cm), stark verfestigtes Kohärentgefüge infolge langandauernder Trockenheit zum Zeitpunkt der Aufnahme, Krotowinen, deutlich schwach welliger Übergang zum |
| Ckc ₂ | 110 - 160 cm | gräulichbrauner (10 YR 5/2), schwach grusig-steiniger, mittel schluffiger Lehm, karbonatreich (Pseudomycele), ca. 2-5 Vol.-% Lößkindlanteil, mäßig verfestigtes Kohärentgefüge, vereinzelt Grabgänge, undeutlicher Übergang zum |
| Ckc ₃ | 160 - 195 cm | gelblichbrauner (10 YR 5/4), sehr schwach grusig-steiniger, schluffiger (stark toniger) Lehm, karbonatreich (Pseudomycele), ca. 1-2 % Lößkindlanteil, Kohärentgefüge. |

Substratsystematische Einheit: a - ö / p - ö

Bodenartengruppe: tu

Geogenese: a(pfl)

Tab. 9: Profilanalyse Großbringen 2

| Tiefe (cm) | Hor. | Korngrößenverteilung (% Feinboden) | | | | | | | % Grobboden (> 2 mm) | Bodenart n. KA 4 |
|------------|------------------|------------------------------------|-----|------|------|------|-----|-----|----------------------|------------------|
| | | T | U | | | S | | | | |
| | | f | m | g | f | m | g | | | |
| - 25 | Ap | 26,6 | 5,8 | 22,0 | 28,7 | 16,0 | 0,7 | 0,1 | - | Lu |
| - 45 | Ah | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| - 65 | Ah-Bv | 29,4 | 6,4 | 21,0 | 26,0 | 16,0 | 0,9 | 0,2 | - | Lu |
| - 110 | Ckc ₁ | 19,2 | 7,8 | 18,0 | 28,8 | 21,4 | 3,4 | 1,4 | gr2 | Lu |
| - 160 | Ckc ₂ | 20,0 | 7,7 | 23,2 | 27,0 | 19,0 | 2,5 | 0,8 | gr2 | Lu |
| - 195 | Ckc ₃ | 25,0 | 7,4 | 26,6 | 19,4 | 20,0 | 1,3 | 0,4 | gr1 | Lu |

| Tiefe (cm) | Hor. | Tiefenbereich (cm) | GPV (Vol-%) | Makroporen > 10 µm (Vol-%) | kf-Wert (cm/d) |
|------------|------------------|--------------------|-------------|----------------------------|----------------|
| - 25 | Ap | 0...10 | 52,0 | 23,4 | 62 |
| | | 15...25 | 47,4 | 17,6 | 72 |
| - 45 | Ah | 30...40 | 45,0 | 13,1 | 32 |
| - 65 | Ah-Bv | 45...55 | 44,0 | 9,8 | 18 |
| - 110 | Ckc ₁ | 90...100 | 42,2 | 12,8 | 35 |
| - >110+ | Ckc ₂ | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. |

| Tiefe (cm) | Hor. | % org. S. | % C | % N | C/N | pH (CaCl ₂) | % CaCO ₃ |
|------------|------------------|-----------|-----|------|-----|-------------------------|---------------------|
| - 25 | Ap | 2,9 | 1,7 | 0,14 | 12 | 6,6 | 0,3 |
| - 45 | Ah | 2,1 | 1,2 | 0,10 | 12 | 6,5 | 0,3 |
| - 65 | Ah-Bv | 1,4 | 0,8 | 0,06 | 13 | 6,7 | 0,2 |
| - 110 | Ckc ₁ | 0,3 | 0,2 | 0,02 | 10 | 7,6 | 15,3 |
| - 160 | Ckc ₂ | 0,5 | 0,3 | 0,01 | 30 | 7,6 | 12,8 |
| - 195+ | Ckc ₃ | 0,7 | 0,4 | 0,02 | 20 | 7,7 | 12,7 |

| Tiefe (cm) | Hor. | Kationenaustauschkapazität | | | potentiell austauschb. Kationen | | | | |
|------------|-------|----------------------------|--------|--------|---------------------------------|-----|-----|-------|---------|
| | | T-Wert | H-Wert | S-Wert | Ca | Mg | K | Na | insges. |
| | | (mval / 100 g Bd.) | | | | | | | |
| - 25 | Ap | 20,2 | 2,0 | 18,2 | 13,9 | 1,9 | 0,4 | 0,1 | 16,3 |
| - 45 | Ah | 20,6 | 2,0 | 18,6 | 14,8 | 1,9 | 0,3 | 0,2 | 17,2 |
| - 65 | Ah-Bv | 20,0 | 1,6 | 18,4 | 14,5 | 1,9 | 0,3 | 0,2 | 16,9 |
| - 110 | Ckc1 | 13,0 | < 0,1 | 13,0 | 15,1 | 2,0 | 0,2 | < 0,1 | 17,3 |
| - 160 | Ckc2 | 12,8 | < 0,1 | 12,8 | 14,5 | 2,2 | 0,2 | < 0,1 | 16,9 |
| - 195+ | Ckc3 | 15,6 | < 0,1 | 15,6 | 16,6 | 2,5 | 0,3 | 0,1 | 9,5 |

| Tiefe (cm) | Hor. | Schwermetallgehalte (mg/kg lufttrockener Boden)* | | | | | | | | | |
|------------|------------------|--|------|----|----|----|----|------|-----|------|------|
| | | Cu | Cd | Cr | Pb | Ni | Zn | Hg | As | Tl | Sb |
| - 25 | Ap | 17 | 0,09 | 24 | 19 | 22 | 50 | 0,08 | 6,6 | 0,28 | 0,48 |
| - 45 | Ah | 15 | 0,06 | 24 | 17 | 16 | 47 | 0,04 | 6,2 | 0,27 | 0,42 |
| - 65 | Ah-Bv | 14 | 0,04 | 27 | 12 | 26 | 47 | 0,03 | 6,4 | 0,28 | 0,39 |
| - 110 | Ckc ₁ | 14 | 0,09 | 24 | 10 | 26 | 36 | 0,03 | 9,6 | 0,27 | 0,66 |
| - 160 | Ckc ₂ | 15 | 0,09 | 27 | 8 | 28 | 39 | 0,03 | 6,0 | 0,19 | 0,43 |
| - 195+ | Ckc ₃ | 15 | 0,08 | 17 | 10 | 27 | 44 | 0,02 | 5,3 | 0,22 | 0,37 |

* Königswasseraufschluß

Das Profil zeigt die für randnahe Bereiche des Thüringer Keuperbeckens typische Ausbildungsform einer degradierten Schwarzerde auf Löß mit einem ca. 20 cm mächtigen und saumförmig unter dem humosen Oberboden angeordneten karbonatfreien Ah-Bv-Horizont (Braunerde-Tschernosem). In den trockensten Teilen des Beckenzentrums dominieren typische Schwarzerden ohne bzw. mit einem deutlich schmäler entwickelten Bv-Horizont.

Die schwache Ausprägung von Ton-/Humustapeten im Ah-Bv-Horizont deutet am Standort Daasdorf bereits den Übergang zu den weiter im S und E des Keuperbeckens auftretenden Parabraunerde-Tschernosem (Griserden) an

Die Entkalkungstiefe - hier bei 0,65 m deutlich ausgeprägt - kann andernorts ca. 70 bis 80 cm Tiefe erreichen.

Bei ca. 0,70 m deutet sich ein Fazieswechsel der Lößablagerungen an. Er wird erkennbar an der Einlagerung kleiner mürber Gesteinsbruchstücke des Keupers, die neben den auffälligen Lößkindln den gesamten C-Horizontbereich durchsetzen (Fließ- bzw. Schwemmlöß unterlagert Löß in "Normalfazies"). Bodenartlich macht sich der Fazieswechsel nicht oder kaum bemerkbar; erst unterhalb 1,8 m Tiefe ist ein leicht erhöhter Tongehalt, gekoppelt mit einer Zunahme der Mittelschluffkomponente erkennbar.

Porosität und Leitfähigkeit zeigen keine besondere Auffälligkeit. Die schwache Makroporendepression in 45...55 cm Tiefe kann auf Sackung infolge Kalkauswaschung zurückgeführt werden.

6.2 Bodengesellschaft

Die Umgebung der BDF Großbringen 2 gehört zum östlichen Teil der Bodenlandschaft des Zentralen Thüringer Keuperbeckens und grenzt wenige km weiter südlich an deren Randbereiche. Der Untergrund wird durch die lithologisch sehr heterogenen Schichtfolgen des Unteren und Mittleren Keuper mit Tonsteinen, Tonmergeln, Gipsmergeln, Dolomiten und eingelagerten Sandstein- und Steinmergelbänken gebildet. Das in flache Senken, sanfte Hügel und weitgespannte Verebnungen gegliederte Gebiet entwässert über zumeist flachmüldige Tälerchen - bei Heichelheim und anderenorts mehrfach für Bewässerungszwecke angestaut - zur Scherkonde, die bei Butteltstedt in nordwestlicher Richtung zum Beckeninneren fließt und gemeinsam mit der Lossa nördlich von Sömmerda in die Unstrut mündet.

Höhere Geländeteile und Verebnungen werden häufig von glazialen Ablagerungen des elsterzeitlichen Eisvorstoßes eingenommen und treten an den steiler geböschten, nach W und NW exponierten Oberhängen in Form von Geschiebemergel bzw. auch als grobskelettreiche Blockpakungen (Lokalmoränen) bodenbildend zu Tage (Pararendzinen, Regosol-Braunerden). Im Laufe der Folgekaltzeiten (Periglazialgebiet) sind Teile der ehemals flächenhaft verbreiteten Ablagerungen wieder abgetragen und in Form ± "gemischter" Fließerden und Schutte (Keupersubstrate mit Beimengungen der glaziären Sedimente) über die Hänge verteilt. Weitere quartäre Bindungen (mittelquartäre Terrassen- und Schwemmlächensedimente) ordnen sich einer jüngeren, tiefergelegenen Reliefseinheit zu.

Der weitaus größte Teil der genannten Lockerablagerungen sowie größere Areale des Keuperuntergrundes werden von jungquartären Lößen verhüllt, die Mächtigkeiten bis über 3 m und mehr erreichen und weithin die verhältnismäßig einförmige und flachwellig-ebene Oberflächengestalt des Thüringer Beckens mit geprägt haben. Auch in geringerer Mächtigkeit über wechselndem Untergrund beeinflussten die schluffreichen Deckschichten letztlich die bodenartige Beschaffenheit und die bodengenetische Ausbildung (Schwarzerden, Pararendzinen auf Löß und Lößderivaten).

Keuperausbisse an lößfreien Hängen bilden - abhängig vom Ausgangssubstrat - Rendzinen auf Dolomiten, Kalksteinen und Tonmergeln, Braunerden auf Sandsteinen und dolomitischen Sandsteinen, Pelosole und kalkhaltige Pelosole bis zu Ranker-Pelosolen auf Tonsteinen und

Tonmergel. Bei ausreichend mächtiger Lockerdeckschicht und in ebener Lage haben sich insbesondere auf Mergeln und Gipsmergeln sowie stark verwitterten Dolomiten charakteristische "Keuper"-Schwarzerden entwickelt.

Unterhanglagen, Hangdellen und randliche Bereiche der flachen Tälchenmulden werden von zumeist stärker humosen Kolluvien ("Schwarzerde-Kolluvium"), vorwiegend schluffig-lehmiger Beschaffenheit eingenommen. Mit Näherung an die Talböden treten gehäuft Gley-Kolluvien auf, grundfrische Standorte, die auch für den Ackerbau hervorragende Eignung besitzen.

Die Vielfalt der für große Teile des Thüringer Beckens charakteristischen Bodenausbildungsformen und deren ± gesetzmäßiges Verteilungsmuster kommt auch im beiliegenden Ausschnitt der Bodenkarte Erfurt N zum Ausdruck, die z.Z durch die Thüringer Landesanstalt für Geologie im Rahmen der BK 50 erarbeitet wird.

Neben den schwarzerdeartigen Gley-Kolluvien werden die Talböden vielfach von Auenböden des Typs Tschernitza eingenommen; erst in den größeren Tälern des Keuperbeckens treten ausgeprägte Humusgleye, Kalkgleye, z.T. Anmoorgleye auf älteren Holozänsedimenten in den Vordergrund.

6.3 N-Bodengehalte und N-Fracht im Sickerwasser

Für die Erfassung des N-Austrages dienen wägbare, monolithisch befüllte Lysimeter (ROTH, GÜNTHER u.a. 1994). Sie weisen eine Bodentiefe von 2,5 m und eine Oberfläche von 2 m² auf und befinden sich inmitten eines großen Feldschlages.. Das Sickerwasser wird mittels keramischer Saugkerzen aus 2,3 m Tiefe gewonnen. Die Lysimeter werden ebenso wie der sie umgebende Feldschlag intensiv ackerbaulich bewirtschaftet.

Die intensive Ackerbaubewirtschaftung hat in den vergangenen zehn Jahren einen jährlichen N-Düngungs-Entzugssaldo von + 28 kg/ha hervorgebracht³⁾. Daraus folgt nach zehn Jahren eine N-Akkumulation von 280 kg/ha im Boden (Tab. 10).

Tatsächlich ergab eine Nmin-Untersuchung im Herbst 1994 einen Nmin-Gehalt von 314 kg/ha in der Bodenschicht 0...2 m (Abb. 3). Hervorzuheben ist die überdurchschnittlich hohe N-Anreicherung in der Bodenschicht 100...150 cm.

Eine N-Tiefenbohrung im Mai 1994 zeigte allerdings, daß unterhalb 2 m nur noch 4 bis 6 kg/ha und unterhalb 4 m weniger als 3 kg/ha in der 10 cm-Bodenschicht enthalten sind.

Die jährliche Sickerwasserrate betrug im elfjährigen Mittel mit 2,2 % des Niederschlages nur 11,2 mm (Tab. 10) In vier von elf Jahren blieb eine Sickerwasserbildung aus, in sechs Jahren lag die Sickerwasserspende zwischen 3 und 8 mm und in einem Jahr (1994) erreichte sie 97 mm.

Tab. 10: Sickerwassermenge, NO₃-Gehalt des Sickerwassers und N-Bilanzgrößen

| Jahr | | 1984-88 | 1989-92 | 1993 | 1994 | 1984-94 |
|---|--------|---------|---------|------|------|---------|
| Niederschlag ¹⁾ | (mm/a) | 540 | 434 | 556 | 692 | 516 |
| Sickerwasser | (mm/a) | 5 | 0 | 4,4 | 97 | 11,2 |
| NO ₃ -Gehalt des Sickerwassers | (mg/l) | | | | | |
| · Mittel | | 32 | - | 39 | 79 | 67 |
| · Maximum | | 80 | - | 40 | 157 | 157 |

³⁾ N-Zufuhr aus Depositionen und gasförmige N-Verluste bei der Dungabringung und durch Denitrifikation blieben hierbei unberücksichtigt.

| Jahr | 1984-88 | 1989-92 | 1993 | 1994 | 1984-94 |
|------------------------------|---------|---------|------|------|-------------------|
| N-Bilanzgrößen (kg/ha a) | | | | | |
| · N-Düngung | 221 | 227 | 221 | 0 | 223 ²⁾ |
| · N-Deposition | | | 17 | 29 | |
| · pflanzl. N-Entzug | 198 | 178 | 251 | 0 | 195 |
| · N-Fracht des Sickerwassers | 0,5 | 0 | 0,8 | 17,4 | 1,8 |

¹⁾ Hellmann 1 m; ²⁾ 1984-93

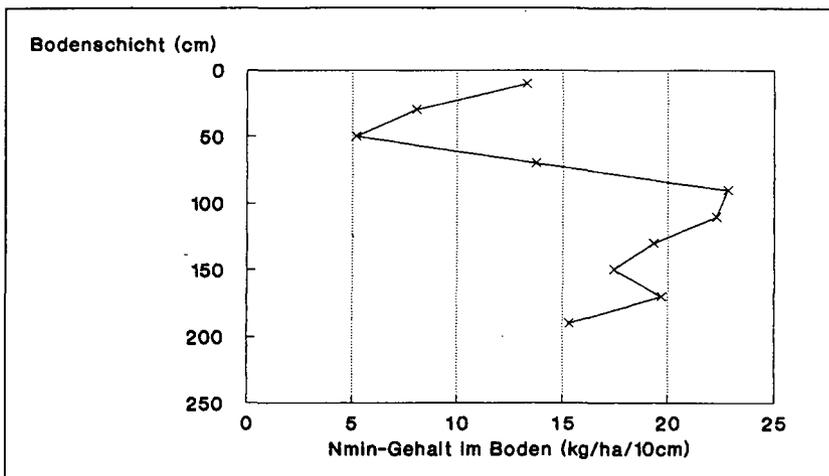


Abb. 3: Nmin-Gehalt Boden Herbst 1994

Der NO₃-Gehalt des Sickerwassers lag in den versickerungsarmen Jahren 1984...88 und 1993 im Jahresmittel zwischen 18 und 70 mg/l. Erst mit der hohen Sickerwasserspense 1994 traten nach anfänglich niedrigen N-Gehalten NO₃-Peaks bis zu 157 mg/l auf. Der jährliche N-Austrag blieb in den versickerungsarmen Jahren 1984...93 unter 1 kg/ha, erreichte aber 1994 17,4 kg/ha (Tab. 10).

Die in den 10 aufeinanderfolgenden Jahren vernachlässigbare Sickerwasserrate läßt auf eine sehr langsame Sickerwasserbewegung bis in tiefere Schichten schließen. Das im Bodenwasser gelöste Nitrat wird damit auch nur langsam in tiefere Bodenschichten verlagert. Mit der Ausschöpfung des Unterbodenwassers nehmen die Tiefwurzler auch die darin gelösten N-Verbindungen auf. Der im trockenen Oberboden enthaltene Dünger-N bleibt dagegen zurück und unterliegt nach der Abernung einer Verlagerung in tiefere Bodenschichten. Begünstigt durch die niedrige Verlagerungsgeschwindigkeit des Sickerwassers und die uneingeschränkte Durchwurzelbarkeit ist auf diesem Standort davon auszugehen, daß der mineralische Stickstoff von Jahr zu Jahr im durchwurzelbaren Bodenraum unverlagert wird.

Der unterhalb des durchwurzelbaren Bodenraumes deutlich zurückgehende Nmin-Gehalt des Bodens und die trotz mehrjähriger N-Überschußsalden niedrigen NO₃-Gehalte im Sickerwasser von 1983...93 finden damit eine Erklärung.

Der deutliche Anstieg des NO_3 -Gehaltes im Sickerwasser von 1994 zeigt aber, daß bei langjährigen N-Bilanzüberschüssen der im durchwurzelbaren Bodenraum akkumulierte mineralische N die Durchwurzelungszone zu verlassen beginnt.

Literatur:

- KNOBLAUCH, S.; D. ROTH (1995): N-Austrag aus einer Braunschwarzerde (Löß) im Thüringer Becken - Ergebnisse aus dem Bodenwassermonitoring. - Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges., Jahrestagung am 2.-10.9.1995 in Halle, im Druck
- KNOBLAUCH, S.; D. ROTH (1995): Bodenfeuchteausschöpfung aus einer tiefgründigen Braunschwarzerde aus Löß durch ausgewählte Fruchtarten im mitteldeutschen Trockengebiet. - Ber. d. 5. Lysimetertagung der BAL Gumpenstein am 24.-26.4.1995, im Druck
- ROTH, D.; R. GÜNTHER; S. KNOBLAUCH (1994): Technische Anforderungen an Lysimeteranlagen als Voraussetzung für die Übertragbarkeit von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftliche Nutzflächen. - Ber. d. 4. Lysimetertagung der BAL Gumpenstein, S. 9-21

Exkursion**C****Harz**

von
Manfred Altermann¹⁾ und Michael Steininger²⁾

mit Beiträgen von

H. Abdank²⁾, E. Beuschold³⁾, B. Beyme⁴⁾, S. Dultz⁴⁾, H. Einecke⁵⁾, H. Fiebig⁶⁾, H. Fischer⁴⁾,
B. Kühne⁷⁾, G. Machulla⁸⁾, R. v.d.Ploeg⁴⁾, F. Specht⁷⁾, Timmler⁹⁾, J. Utermann¹⁰⁾, H. Wand¹¹⁾,
U. Wegener¹²⁾, H. Wiechmann¹³⁾

Thema:**Böden, Landnutzung, Natur- und Gewässerschutz im östlichen Harz****Inhalt:**

| | Seite |
|---|-------|
| 1. Exkursionsroute..... | 156 |
| 2. Thematik der Exkursion..... | 158 |
| 3. Allgemeine Einführung in das Exkursionsgebiet..... | 158 |
| 4. Exkursionspunkt 1: Meßfeld Siptenfelde..... | 166 |
| 5. Exkursionspunkt 2: Hasselfelde - Catena..... | 173 |
| 6. Exkursionspunkt 3: Rappbode Talsperre..... | 190 |
| 7. Exkursionspunkt 4: Elbingerode..... | 191 |
| 8. Exkursionspunkt 5: Ilsenburg..... | 195 |
| 9. Exkursionspunkt 6: Kloster Michaelstein..... | 201 |
| 10. Zusammenfassende Bemerkungen zu den Analyseergebnissen..... | 201 |
| 11. Methodik..... | 202 |
| 12. Literaturauswahl..... | 204 |

¹⁾Büro für Bodenökologie, Bodenkartierung, Bodenschutz, Halle; ²⁾ Institut für Agrartechnik und Landeskultur, Halle; ³⁾ Trinkwasseraufbereitung Almsfeld; ⁴⁾ Institut für Bodenkunde, Hannover; ⁵⁾ Museum Burg Querfurt; ⁶⁾ Landwirtschaftsbetrieb Fiebig-Schwarzer, GbR, Hasselfelde; ⁷⁾ Staatliches Forstamt Ilsenburg; ⁸⁾ Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Halle; ⁹⁾ Agrargenossenschaft Straßberg-Siptenfelde e.G.; ¹⁰⁾ Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover; ¹¹⁾ Harz-Kalk GmbH, Hornberg, Elbingerode; ¹²⁾ Nationalparkverwaltung Hochharz, Wernigerode; ¹³⁾ Institut für Bodenkunde, Hamburg

1. Exkursionsroute (Abb. 1) (M. Altermann)

Halle: Abfahrt Bahnhof Ausgang Ernst-Kamieth-Str. - Riebeckplatz - Marktkirche
(Marktplatzverwerfung) - Saline - Saaleaue -
Halle-Neustadt - Dölauer Heide -
Salzmünde (Gut Teutschenthal - Salzmünde) -
Polleben (Kupferschieferhalden) -
Klostermansfeld (roman. Basilika-Straße der Romanik; Mansfeld-Schloß Mansfeld) -
Harzgerode -

Siptenfelde: **Exkursionspunkt 1: Meßfeld Siptenfelde** -

Güntersberge -

Hasselfelde: (Brockenblick) - **Exkursionspunkt 2: Catena Hasselfelde - Mittagessen** -

Rappbode Talsperre: **Exkursionspunkt 3**

Elbingerode: **Exkursionspunkt 4: Kalksteintagebau** -

Wernigerode (Schloß, Fachwerkhäuser, Harzquerbahn) -
Darlingerode -
Drübeck (roman. Basilika - Straße der Romanik) -

Ilseburg: (Klosterkirche; Hüttenindustrie) - **Exkursionspunkt 5: Forst Ilseburg** -

Wernigerode -
Heimburg -

Michaelstein: **Exkursionspunkt 6: Kloster Michaelstein: Besichtigung und Abendessen** -

Blankenburg (Schloß, Regenstein) -
Quedlinburg (Schloß und Stiftskirche, Fachwerkbauten, Kreidefelsen) -
Aschersleben -
Alsleben (Saaletal, Schloß) -
Könnern (Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke) -
Petersberg -

Halle

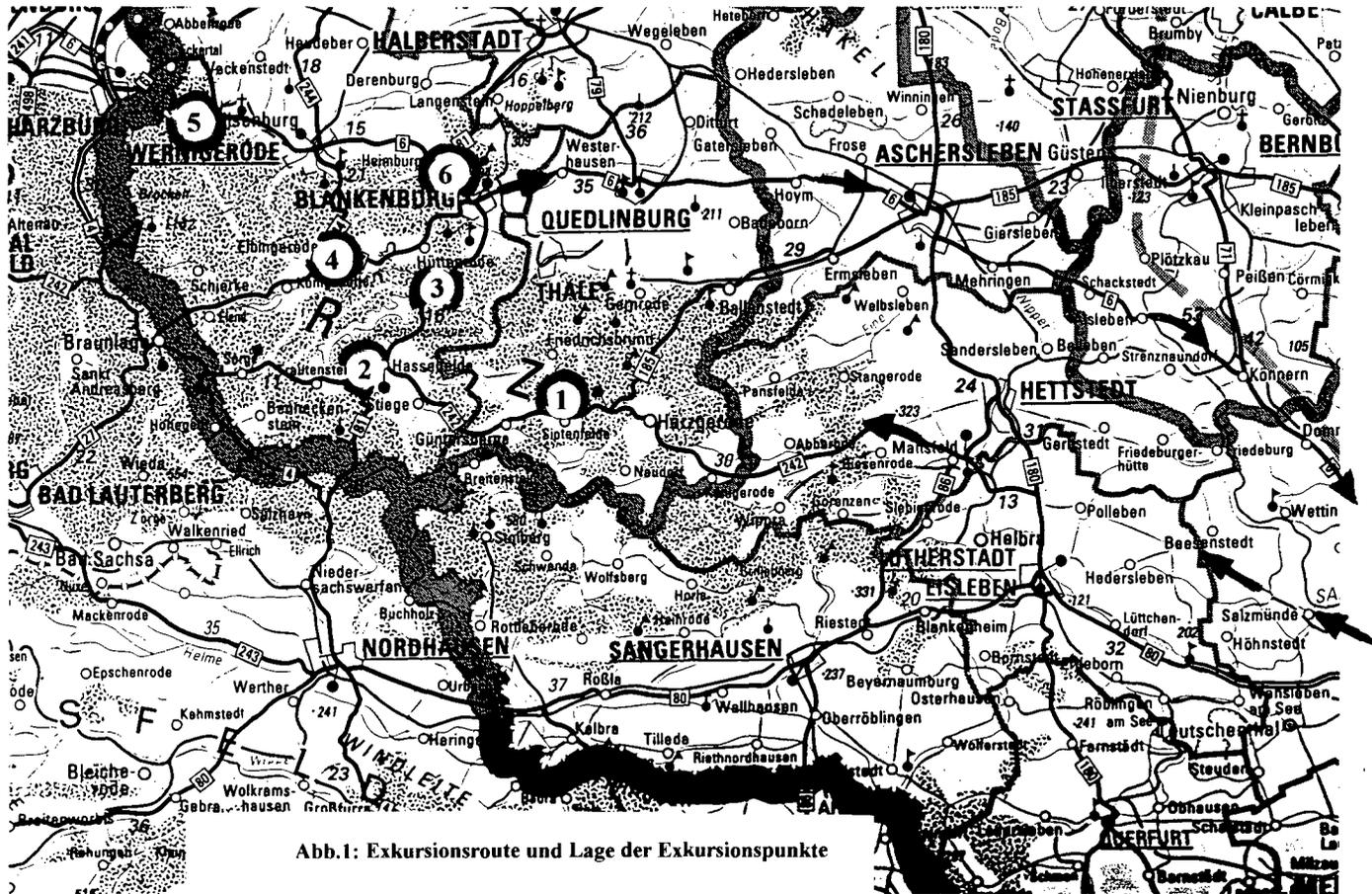


Abb.1: Exkursionsroute und Lage der Exkursionspunkte

2. Thematik der Exkursion (M. Altermann)

Die Exkursion C führt in den östlichen Harz, einer polyfunktional genutzten Landschaft mit nicht unerheblichen Interessenkonflikten. Seit den 70er Jahren laufen hier umfangreiche quartärgeologische, bodenkundliche und landeskulturelle Untersuchungen im landwirtschaftlich genutzten Teil, deren Ergebnisse auf der Exkursion skizzenhaft vorgestellt werden. Schwerpunkte sind dabei die Themen Ausbildung und Zusammensetzung der die Festgesteine verhüllenden Deckschichten (Lagenabfolgen in Abhängigkeit vom Gestein, Relief), die darin entwickelten Böden (Fahlerde, Braunerde, hydromorphe Böden, Podsol) sowie deren Genese, Eigenschaften und Potentiale, die Stoffflüsse in landwirtschaftlich genutzten Böden in Abhängigkeit von der Nutzungsintensität, Bodenschutz (Erosionsschutz) und Gewässerschutz (Exkursionspunkte 1, 2, 4, 5). Den Fragen der Trinkwassergewinnung im Ostharz ist ein eigener Exkursionspunkt gewidmet (Exkursionspunkt 3), aber auch der Rohstoffabbau wird beispielhaft vorgeführt (Exkursionspunkt 4). Im letzten Exkursionsteil (Exkursionspunkt 5) steht der Naturschutz, Waldschutz sowie die Forstnutzung im Oberharz im Vordergrund. Als Abschluß wird das Kloster Michaelstein bei Blankenburg besichtigt.

3. Allgemeine Einführung in das Exkursionsgebiet (M. Altermann)

3.1 Landschaftsgliederung

Das Exkursionsgebiet befindet sich nach der Landschaftsgliederung Sachsen-Anhalts (REUTER 1993) in mehreren Landschaftseinheiten. Die Exkursionsroute durchquert von Halle kommend das Östliche Harzvorland und führt bei Klostermansfeld in den Mittel- und Unterharz (Exkursionspunkte 1, 2, 3, 4). Der Raum Ilsenburg zählt dann bereits zum Hochharz (Exkursionspunkt 5). Die Rückfahrt verläuft am Harzrand entlang in das Nordliche Harzvorland, um zwischen Quedlinburg und Hoym in das Nordöstliche Harzvorland überzugehen. Bei Alsleben wird dann das Untere Saaletal durchquert, und die Fahrt endet schließlich in der Landschaftseinheit Hallesches Ackerland.

3.2 Geologie im Überblick

Auf der Exkursion wird eine Vielzahl von geologischen Einheiten berührt. Geologisch beginnt die Exkursionsroute im **Halleschen Porphyrykomplex**, der die Triasmulden des Harzvorlandes begrenzt. Diese geologische Grenze verläuft quer über den Marktplatz von Halle - deshalb auch als Hallesche Marktplatzverwerfung bezeichnet. Der Hallesche Porphyrykomplex weist eine Größe von $>500 \text{ km}^2$ auf und setzt sich aus mehrere hundert Meter mächtigen vulkanischen Gesteinen - im wesentlichen Quarzporphyr - zusammen. Der Hallesche Porphyrykomplex läßt sich in und um Halle an markanten Erhebungen erkennen. An der Marktplatzverwerfung sind die Schichten 800 - 1300 m abgesunken, und auf der Verwerfungsspalte zirkulierende Wässer lösten Salze aus dem etwa 600 m tiefem Zechsteinuntergrund, die als Sole bis 1964 gefördert wurden (WAGENBRETH & STEINER 1982).

Die Triasmulden zwischen dem Halleschen Porphyrykomplex und dem Harz werden durch Sättel und Schichtstufen gegliedert. In der sich westlich an den Halleschen Porphyrykomplex anschließenden Nietleben-Bennstedter Mulde, die sich weiter westlich in die **Mansfelder Mulde** fortsetzt, sind die oberkarbonischen und rotliegenden Schichten über 1 000 m tief eingemuldet, so daß sich die Hochlage dieser Schichten nur auf einen schmalen, nordwestlich - südöstlich verlaufenden Streifen, der **Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke**, beschränkt, wodurch das Grundgebirge eine Verbindung vom Harz bis in den Raum Halle hat. Die Mansfelder Mulde wird im Süden durch den Hornburger Sattel von der Sangerhäuser Mulde abgegrenzt.

Beide Mulden wurden durch den **Kupferschieferbergbau** berühmt. Halden unterschiedlichen Alters und unterschiedlichster Formen kennzeichnen dieses Gebiet. Hier wurde das nur etwa 0,5 m mächtige Kupferschieferflöz der Zechsteinbasis abgebaut, das durch starke organisch-kohlige Beimengungen schwarz gefärbt ist. Das Flöz enthält 1-3 % Kupfer, daneben auch Blei, Zink, Nickel, Gold, Pla-

tin, Silber. Der Kupferschieferbergbau begann um 1200 und endete in der Mansfelder Mulde 1969. Der Bergbau nahm am Rand der Mansfelder Mulde, wo das Flöz oberflächennah ausstreicht, seinen Anfang. Die Halden im Randbereich der Mulde sind deshalb klein und häufig an der Zahl. Im 18./19. Jahrhundert wurde Kupferschiefer in größeren Tiefen abgebaut, so daß größere, flache Halden aufgeschüttet wurden. Danach erreichten die Schächte 1 000 m Tiefe, und es entstanden die Spitzhalden bis etwa 100 m Höhe.

Bei Klostermansfeld wird die Mansfelder Mulde von der Unterharzhochfläche abgelöst. Der **Harz** ist ein Horstgebirge mit Südost-Nordwest-Erstreckung. Er hat einen markanten Nordrand, dagegen ist der Südrand weniger auffällig. Der Harz ist gegenüber seinem nördlichen Vorland bis 2 000 m emporgehoben. Alle jüngeren Schichten sind abgetragen und das Grundgebirge freigelegt (abgesehen von der pleistozänen Bedeckung!).

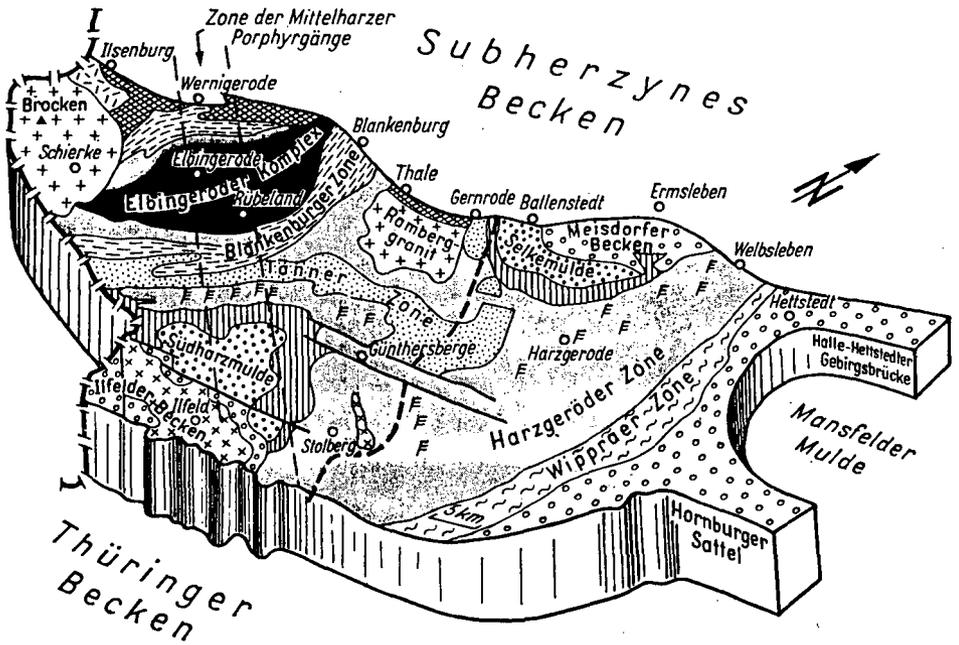
Im Ordovizium, Silur, Devon und Unterkarbon lagerten sich mehrere tausend Meter mächtige tonig-schluffige, sandige und kalkige Sedimente ab. Diese wurden gefaltet (Devon/Karbon) und stiegen zum Varistischen Gebirge auf. Der Brocken - 1142 m über NN, bei gutem Wetter weithin sichtbar, aus Granit aufgebaut - entstand gegen Ende der Varistischen Gebirgsbildung einige Kilometer tief in der Erdkruste. Zur Zeit des Rotliegenden wurde das Varistische Harzgebirge abgetragen, so daß sich in den damaligen Niederungen immensen Ausmaßes Gesteinsschutt sammelte (z.B. Ilfelder Becken, Meisdorfer Becken). Nach völliger Einebnung lagerten sich Meeressedimente des Zechsteins und der Trias ab. In der Jura- und Kreidezeit wurde der Harz um mehrere Hundert Meter herausgehoben und dem nördlichen Vorland aufgeschoben, aber auch wieder völlig abgetragen. Der „Urharz“ wurde so zu einer Fastebene eingeebnet, lediglich der Brocken, das Rambergmassiv und der Auerberg überragten das Grundgebirgstiefland. Im Tertiär lag somit das Grundgebirge frei. Eine erneute Heraushebung um mehrere hundert Meter erfolgte im Tertiär, wodurch das heutige Mittelgebirge geschaffen wurde. Im Pleistozän wurde der Harz um einige Dekameter herausgehoben. Auf Grund der Hebungen seit dem Tertiär mußte sich die Bode in ihrem bereits im Tertiär angelegten Flußbett tief einschneiden. Reste tertiärer Verwitterung sind im Harz vorhanden (z.B. Graulehmreste, Braunlehme). Geschiebefunde belegen, daß der Unterharz vom Elstereis überfahren wurde. Glazigene Sedimente treten dagegen flächenhaft nicht auf. Weichselzeitlicher Löß (Orts- und Fernlöß) wurde im Harz - auch auf dem Brocken - sedimentiert. Die an der Oberfläche lagernden Sedimente wurden periglaziär überprägt. In den Tälern und Tälchen sammelten sich holozäne Umlagerungsprodukte.

Das Harzvariszikum zeigt von SE nach NW folgende Gliederung (LUTZENS 1979):

| Bereiche | Geologische Einheiten |
|----------------|--|
| I. Unterharz | 1. Wippraer (Metamorphe) Zone 2. Harzgeröder Zone 3. Südharz- und Selkemulde |
| II. Mittelharz | 4. Tanner (Grauwacken) Zone 5. Blankenburger Zone 6. Elbingeröder Komplex 7. Siebiger Mulde |
| III. Oberharz | 8. Acker-(Bruchberg-) Zug |

Der geologische Bau des Osthazes wird in der Abb. 2 eindrucksvoll veranschaulicht (aus WAGENBRETH & STEINER 1982).

Die **Exkursionspunkte** beschränken sich im wesentlichen auf folgende geologische Einheiten: Tanner Zone (Exkursionspunkt 1), Harzgeröder Zone (Exkursionspunkt 2), Elbingeröder Komplex (Exkursionspunkt 4) und Acker-Bruchberg-Zug (Exkursionspunkt 5).



Heute am Ablagerungsort liegende Gesteine

-  sedimentäre und vulkanische Gesteine des Elbingeröder Komplexes
Tuffe (Schalsteine), Eisenerze und Rifffalke des oberen Mitteldevons bis Oberdevons
-  Tonschiefer mit Diabasen sog. „Wissenbacher Schiefer“; Mitteldevon
-  Tanner Grauwacke und Plattenschiefer Unterkarbon
-  Kieselschiefer, Tonschiefer u. Grauwacken des Kulm; Unterkarbon
-  Quarzite und Tonschiefer des Ackerbruchbergzuges; Unterkarbon

Heute nicht am Ablagerungsort liegende Gesteine

-  durch submarine (untermeerische) Gleitungen entstandene Rutschmassen (Olisthostrome) des Unter- und Mittelharzes Unterkarbon, z.T. mit Oberdevon verschuppt
-  Silurschollen in den zuvor genannten Rutschmassen

Oberkarbon und Rotliegendes des Harzes

-  rote Konglomerate, Sand- und Schluffsteine (Molassesedimente) Ilfelder- und Meisdorfer Becken, Ostharzrand
-  spätvariskische Granite Brocken- und Ramberggranit
-  spätvariskische Porphyre, Porphyrite und Melaphyre
-  zur Elster-Inlandvereisung östlich vom Eise überfahren, westlich eisfrei
-  Rutschmassen mit Gleitschollen aus Kieselschiefern, Tonschiefern und Diabasen sog. „Stieger Schichten“ Oberdevon
-  Gleitdecken aus Südharz- und Selkgrauwacke Oberdevon

Abb. 2: Die regionalen Baueinheiten des Varistischen Gebirges im Harz (aus WAGENBRETH & STEINER, 1982)

Die Grauwacken, Grauwackenschiefer und Plattenschiefer der **Tanner Zone** wurden zu Beginn des Oberdevons sedimentiert. Die Grauwacken sind kaum geschiefert, dickbankig und kaum geklüftet. Die mächtigen, steilgestellten Grauwackenbänke nehmen in der Regel eine Kuppenposition im Gegensatz zu den weicheren Geländeformen der Grauwackentonschiefer und Plattenschiefer ein. Die Tanner Zone ist eine intrageosynklinale Schwellenzone, von der Gleitschollen in die mit Olisthostromen ausgefüllten Muldenbereiche der Blankenburger Zone rutschten. Diese an den Schwellen heruntergerutschten Gesteinsserien stellen einen umfassenden Teil des Grundgebirges im Harz dar. Die **Harzgeröder Zone** enthält als eine große Mulde 1000m mächtige Olisthostromablagerungen. Es dominieren Tonschiefer, die mit Grauwacken, Diabasen oder Quarziten durchsetzt sind. Die Tonschiefer zerfallen bei der Verwitterung kleinstückig, und sie neigen zur Vergrusung. Auf Grund der geringen Widerstandsfähigkeit der Tonschiefer dominieren weiche Geländeformen (Plateaus, Flachhänge, Talmulden). Im Mitteldevon erfolgte durch untermeerische Vulkantätigkeit die Ablagerung von Lavamassen (Keratophyre und Schalsteine) im Bereich des **Elbingeröder Komplexes**, worauf sich Korallenriffe aufbauten (Kalke). Der Massenkalk des Elbingeröder Komplexes unterlag einer intensiven Lösungsverwitterung und damit einhergehender Verkarstung. Die im Untergrund der Böden vorkommenden Kalksteinblöcke zeigen deutliche Verwitterungsspuren (raue Oberfläche). Im **Acker-Bruchberg-Zug** sind unterkarbonische Quarzite als die nährstoffärmsten Sedimente oberflächenbildend. Neben kompakten Bänken kommen insbesondere im Kontaktbereich zum Brockenpluton stärker vergrusste Quarzite vor.

Die Aufrichtungszone am Nordrand des Harzes (bei der Rückfahrt von der Exkursionsroute tangiert) entstand durch die Emporhebung des Harzes. Hebungen in der Kreidezeit richteten die Triasschichten und Kreidesedimente steil auf. Spätere Abtragungen modellierten die widerstandsfähigen Gesteine (Muschelkalkhöhenrücken, Heidelbergsandstein bei Thale und Blankenburg; Teufelsmauer) parallel zum Harzrand heraus.

Dem Harz nördlich vorgelagert ist die Blankenburger Mulde, die sich im Untergrund aus Sedimenten der Kreide aufbaut. Auch im Nördlichen Harzvorland sind die Schichten mehrfach gefaltet und bilden Sättel. Der Quedlinburger Sattel trennt die Halberstädter (im Norden) von der Blankenburger Mulde (im Süden). Der Quedlinburger Sattel bildet markante Sandsteinzüge. Die Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke trennt die Triasmulde des Nordöstlichen Harzvorlandes von der sich südlich anschließenden Mansfelder Mulde.

3.3 Ausgangsgesteine der Böden: Lockergesteinsdecken/Deckschichten/Lagen

Die für die verschiedenen geologischen Einheiten charakteristischen Gesteine kommen als unverwitterte Festgesteine nur kleinflächig (Steilgänge, Gesteinsklippen, Gesteinshärtlinge) an die Oberfläche. Die „Festgesteine“ sind fast überall mit mehrgliedrigen Lockergesteinsdecken (Lagen) verhüllt. Diese Decken setzen sich aus einem Fremd- und Lokalanteil zusammen. Dabei richtet sich der Lokalanteil nach dem jeweiligen Gesteinsangebot. Löß als Fremdbestandteil ist in mehreren Lagengliedern nachweisbar: es kommen fast reine Lößdecken und andererseits nur schwermineralanalytisch nachweisbare äolische Anteile vor. In den Decken sind in unterschiedlichem Maße verwitterte Anteile der Festgesteine enthalten. Die Lockergesteinsdecken sind also ebenso wie das Relief von den anstehenden Festgesteinen mehr oder weniger geprägt, so daß deren Bedeutung für die Bodenbildung und Bodeneigenschaften nicht unerheblich ist.

Die Böden des Exkursionsgebietes entwickelten sich in verschiedenen Deckschichten, die nach einem Vorschlag des Arbeitskreises Bodensystematik der DBG (ALTERMANN 1993) in Oberlage, Hauptlage, Mittellage und Basislage differenziert werden. Alle Glieder der Deckschichtenabfolge sind im Exkursionsgebiet verbreitet, und sie werden in den Profilen vorgeführt. Die Oberlage ist als feinerdearmer Schutt entwickelt, der in Hangpositionen bei austreichenden Festgesteinsbänken oder bei Gesteinsklippen auch in Plateaulagen im Hangenden der Hauptlage ausgebildet ist. Auf Kuppen und stärker geneigten Hängen ist die Hauptlage als Schutt (Lößschutt) von durchschnittlich 44 cm

Mächtigkeit entwickelt. Das Äquivalent dieses Lößschutts tritt auf Plateaus, an Flachhängen sowie in Talwannen als durchschnittlich 45 cm mächtiger Gebirgslöß (Lößlehm mit < 10 Vol. % kantigem Grobskelett von > 20 mm Korndurchmesser) auf. Im Liegenden der Hauptlage kommt in Plateaupositionen, an Flachhängen und in Reliefdepressionen die Mittellage - meistens als Löß-Fließerde, seltener als Lößschutt oder Schuttloß entwickelt - vor. Im Durchschnitt ist diese Lage 45 cm mächtig, jedoch unterliegt sie erheblichen Schwankungen. Diese Deckschicht ist z.T. nur in Keilen oder Taschen innerhalb der Basislage erhalten bzw. innig mit dieser vermischt. Andererseits kann die Mittellage von Schuttfahnen der Basislage durchsetzt sein. Großflächig sind die Bildungen der Basislage im Exkursionsgebiet verbreitet, und sie kommen in allen Reliefpositionen vor. Es dominieren Schutte (feinerdearme Schutte, Feinerde-Schutte, in geringerem Maße auch Schutt-Feinerden). Dabei unterliegen Skelettanteil und Mächtigkeit gesteinsabhängig erheblichen Schwankungen. Einen Überblick zur Deckenausbildung im Exkursionsraum vermittelt die nachfolgende Tabelle 1:

Tab. 1: Abfolge und Zusammensetzung der Lagen (Deckschichten) im Exkursionsgebiet

| Reliefposition | Hänge mit Gesteinsbänken, Vererbungen mit Klippen | Kuppen Hänge | | Flachhänge Plateaus Reliefdepressionen | |
|---------------------|---|--|------------------|--|--------------------------------------|
| | | A 1880 | A 3029 | A 1878 A 3028 A 1881 | A 2837 |
| Profile | A 3045 | A 1880 | A 3029 | A 1878 A 3028 A 1881 | A 2837 |
| Lagenabfolge | | | | | |
| Oberlage | Quarzitschutt | | | | |
| Hauptlage | Löß-Quarzitschutt | Löß-Grauwackenschutt | Gebirgslöß | Gebirgslöß | Löß |
| Mittellage | | Reste d. Löß-Fließerde/ Rest von Löß-Grauwackenschutt | | Löß-Fließerde | Löß |
| Basislage | Quarzitschutt | Grauwackenschutt | Grauwackenschutt | Tonschiefer-/Grauwackenschutt/-fließerde | Braunlehm + Kalksteinbraunlehmschutt |
| Anstehendes | Quarzit | Grauwacken | | Tonschiefer/ Grauwacken | Kalkstein |

3.4 Die Böden des Exkursionsgebietes

Die Horizontabfolge der Böden ist in erster Linie vom Aufbau des Lockerdeckenprofils abhängig. Die meisten Bodenhorizonte sind an bestimmte Glieder des Deckschichtenprofils gebunden. Die Ausbildung hydromorpher Horizonte ist außerdem durch die Reliefposition bedingt. Regosole sind erodierte, flachgründige Kuppen- und Hangstandorte. Braunerden (Sauerbraunerden) sind am meisten verbreitet und an die Lagenabfolge Hauptlage - Basislage gebunden. Fahlerden/Parabraunerden kommen nur in Plateaulagen und an Flachhängen vor, wenn sich das Lockerdeckenprofil aus der Abfolge Hauptlage - Mittellage - Basislage aufbaut. Der Verbraunungshorizont ist auf die Hauptlage beschränkt (Gebirgslöß), Ael- bzw. Al- und Bt-Horizonte sind auf die Mittellage begrenzt. Pseudovergleyete Böden sind im wesentlichen als Braunerde-Pseudogleye, Pseudogley-Braunerden und Norm-Pseudogleye bei gleichem Schichtaufbau wie bei den Fahlerden verbreitet. Im Unterschied zu

den Fahlerden werden die Substrate der Mittellage und der verdichteten Basislage auf Grund der Reliefposition der Pseudogleystandorte (ebene bis eingesenkte Plateaulagen, Unterhänge, Hangmulden, Talränder) als Staukörper voll wirksam. Hanggleye (eigentlich Hanggley-Pseudogleye) kommen als Naßstellen auf Plateaus und in Hanglagen (Hangrinnen, Handellen, schmale Talanfänge, Unterhangbereiche) vor. Die Hanggleye sind geologisch bedingt und im Exkursionsraum an Relikte älterer Verwitterungsprodukte gebunden (Hangdruckwasser: die Graulehm-Verwitterungsrelikte hemmen den unterirdischen Wasserabzug im aufgelockerten Anstehenden). Hydromorphe Böden sind auch in den Tal-anfangsmulden und größeren wannenartigen Senken sowie in den schmalen Abflusstälern anzutreffen.

3.5 Geomorphologischer Überblick (unter Mitwirkung von D. Kühn)

Der Harz ist eine nach Osten bis Nordosten abfallende, einseitig nach Norden herausgehobene Pultscholle. Deshalb bildet der Gebirgsrand im Norden eine Steilstufe, während der Süden meistens allmählich in die Vorlandgebiete übergeht. Im Osten taucht das Grundgebirgsstockwerk des Harzes unter das Tafelstockwerk der Mansfelder Mulde. Charakteristisch für die Morphologie des östlichen Harzes sind die großräumigen Rumpfflächen, die als Reste der pliozänen Landoberfläche angesehen werden (MÜCKE 1966). Über das allgemeine Niveau der Harzhochfläche ragen wenige Einzelberge und Höhenzüge, die als Härtlinge dem Abtrag widerstanden (z.B. Großer Auerberg, Großer Hornberg). Die Hochfläche des Harzes steigt von etwa 200 bis 250 m im Osten auf etwa 600 bis 650 m im Westen an. Mit einer Höhe von 1142 m überragt der Brocken die Harzhochfläche. In die Hochfläche sind eine Vielzahl Täler eingeschnitten.

Nach MÜCKE (1966) hat die geomorphologische Großformung des Harzes sowohl tektonische als auch petrographische Ursachen, wobei letztere für die Detailformung überwiegen. Tektonisch bestimmt sind die West-Ost-Abdachung der Hochfläche, die auf die Schollenkipfung zurückgehende Nord-Ost-Richtung der Haupttäler des Unterharzes sowie die Ausprägung des Nordharzrandes. Dagegen sind weitgehend petrographisch bestimmt die Ausprägung der Vollformen sowie die Neigungsverhältnisse der Talformen. Diese Reliefunterschiede sind überwiegend auf die Widerstandsfähigkeit der Gesteine im Verhältnis zu ihrer Umgebung zurückzuführen.

Die landwirtschaftlichen Nutzflächen im Harz konzentrieren sich auf die schwach geneigten, mehr oder weniger welligen Hochflächen. In den niedrigen Höhenlagen des Unterharzes werden auch etwas stärker geneigte Hochflächen bzw. Talhänge landwirtschaftlich genutzt. Die Flächenanteile auf Talsohlen besitzen eine untergeordnete Bedeutung. Die meisten Flächen um Siptenfelde sind im Höhenbereich von 400 bis 500 m ü. NN. Diese Höhenstufe wird auf einigen Flächen um Hasselfelde und Elbingerode überschritten. Die Hänge im Quarzitgebiet übersteigen meistens 500 m Höhenlage, jedoch reichen sie auch tiefer.

Die Fließgewässer nehmen meistens in Quellmulden bzw. Talwannen auf der Hochfläche ihren Anfang. Talrichtung und Talgefälle werden wesentlich beeinflusst von der Lage zum Hauptvorfluter sowie von der Gesteinsart. Bei unmittelbarer Nachbarschaft zu einem tief eingeschnittenen Hauptvorfluter (z.B. Bode, Rappbode) geht der muldenartige Talanfang schnell in ein sich auf das Niveau des Hauptvorfluters einschneidendes Kerbtal über. Nicht selten vereinen sich mehrere kleinere Fließgewässer in Mulden oder Wannn auf der Hochfläche. Aus diesen Mulden führt dann oftmals ein anfangs flaches und später breiteres Kerb- oder Sohlenkerbtal, das sich zu einem Haupttal entwickeln kann. Die Hauptvorfluter besitzen nach längerem Lauf eine entsprechend niedrige Erosionsbasis, um mit ihrer Seitenerosion breitere landwirtschaftlich nutzbare Talsohlen, die erheblich unter dem Niveau der Hochfläche liegen, zu bilden.

3.6 Klimatische Verhältnisse des Exkursionsgebietes (n. Schumann, aus Altermann 1985)

Die dem Harz eigenen Klimaverhältnisse resultieren aus seiner großräumigen Einordnung in den Mitteleuropäischen Übergangsbereich zwischen Meeres- und Festlandsklima, seiner relativ weit in das norddeutsche Tiefland vorgeschobenen Lage und seiner orographischen Gestaltung. Hieraus ergibt sich ein mit der Höhenlage zunehmend maritimer Klimacharakter, für den u. a. die auf alle Jahreszeiten gleichmäßig verteilten, hohen Summen der Niederschlagshöhen typisch sind. Von erheblichem Einfluß sind zugleich die mit den wetterwirksamen Anströmrichtungen aus Südwesten bis Nordwesten verbundenen Luv- und Leewirkungen. Durch diese Effekte wird vorrangig im östlichen Leebereich des Harzes der maritime Klimacharakter abgeschwächt, so auch auf wesentlichen Teilen der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Unterharzes sowie noch stärker in den östlich anschließenden Randgebieten.

Für den Harz ergibt sich eine gegenüber dem angrenzenden Vorland um 30 bis 40 Tage verringerte Zeitdauer der Vegetationsperiode. Zum Wärmeangebot selbst ergeben sich die grundlegenden Informationen aus einer Aufstellung der vieljährigen Monatsmittel der Lufttemperatur (Tab. 2):

Tabelle 2: Mittleres Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C für Stationen des Harzes sowie zum Vergleich für Magdeburg

| Station | NN (m) | Jan | Feb | M | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez | J |
|-----------------------|--------|------|------|------|-----|------|------|------|------|------|-----|------|------|-----|
| Brocken | 1142 | -4,5 | -6,5 | -2,4 | 1,0 | 5,4 | 9,0 | 10,2 | 10,3 | 7,7 | 4,4 | -0,4 | -3,0 | 2,6 |
| Schierke | 613 | -2,6 | -2,4 | 0,0 | 3,7 | 8,6 | 12,6 | 13,8 | 13,2 | 10,1 | 6,3 | 1,8 | -1,1 | 5,3 |
| Benneckenstein | 544 | -2,2 | -1,8 | 0,8 | 4,9 | 9,7 | 13,5 | 14,7 | 14,4 | 11,0 | 7,1 | 2,3 | -0,7 | 6,1 |
| Stiege | 495 | -2,2 | -1,4 | 0,9 | 5,0 | 9,9 | 13,7 | 14,8 | 14,3 | 11,1 | 7,1 | 2,4 | -1,2 | 6,3 |
| Harzgerode | 399 | -1,8 | -1,3 | 1,6 | 5,8 | 10,6 | 14,2 | 15,5 | 14,8 | 11,7 | 7,4 | 2,8 | -0,3 | 6,8 |
| Wernigerode | 234 | -0,1 | 0,2 | 2,9 | 7,2 | 11,8 | 15,4 | 16,9 | 16,6 | 13,6 | 9,2 | 4,6 | 1,5 | 8,3 |
| Magdeburg | 79 | -0,5 | 0,1 | 3,4 | 7,8 | 12,7 | 16,4 | 17,5 | 17,1 | 13,7 | 9,1 | 4,4 | 1,3 | 8,6 |

Die mittleren Monats- und Jahressummen der Niederschlagshöhe sind in der Tab.3 zusammengestellt:

Tabelle 3: Mittlere Monats- und Jahressummen der Niederschlagshöhe (mm) für Stationen des Harzes sowie zum Vergleich für Quedlinburg und Magdeburg aus dem Vorland

| Station | NN (m) | Jan | Feb | M | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sep | Okt | Nov | Dez | J |
|-----------------------|--------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|
| Brocken | 1142 | 156 | 122 | 133 | 116 | 114 | 136 | 142 | 120 | 112 | 120 | 153 | 185 | 1609 |
| Schierke | 613 | 121 | 96 | 96 | 91 | 89 | 106 | 108 | 93 | 83 | 98 | 116 | 143 | 1240 |
| Benneckenstein | 544 | 89 | 76 | 76 | 86 | 74 | 91 | 92 | 83 | 65 | 67 | 91 | 111 | 983 |
| Stiege | 495 | 68 | 56 | 57 | 56 | 66 | 79 | 72 | 70 | 50 | 51 | 65 | 78 | 768 |
| Harzgerode | 399 | 48 | 44 | 48 | 49 | 59 | 71 | 64 | 63 | 43 | 46 | 47 | 54 | 636 |
| Ilseburg | 250 | 48 | 46 | 59 | 62 | 73 | 87 | 73 | 70 | 46 | 51 | 59 | 66 | 750 |
| Wernigerode | 234 | 43 | 34 | 46 | 49 | 61 | 78 | 61 | 62 | 38 | 39 | 46 | 47 | 604 |
| Quedlinburg | 124 | 24 | 20 | 29 | 37 | 55 | 63 | 59 | 54 | 37 | 33 | 30 | 25 | 466 |
| Magdeburg | 79 | 34 | 29 | 35 | 40 | 50 | 64 | 61 | 57 | 37 | 34 | 39 | 42 | 522 |

Das Agrarklima der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Harzes wird insgesamt charakterisiert durch weitgehend von der Höhenlage bestimmte Temperaturbedingungen, höhen- und reliefbeeinflusste Unterschiede in der Sonnenstrahlung und eine durch Leewirkung des westlich vorgelagerten Ober- und Mittelharzes verursachte Verringerung der Niederschlagshöhe auf der Hochfläche des Unterharzes und besonders der östlichen Harzabdachung

3.7 Siedlungsgeschichtliche Betrachtung über die Unterharzhochfläche (H. Einecke)

Im Gegensatz zu den zeitig besiedelten Schwarzerde-, Löß- und Auegebiete des Harzvorlandes läßt sich für die Unterharzhochfläche keine hohe Siedlungskontinuität feststellen. Zwar sorgten zahlreiche aufgelesene neolithische Felssteingeräte bereits in der Vergangenheit für Diskussionen über den Beginn der Besiedlung in den unteren Lagen des Gebirges, nur fehlt bisher für die Gegend zwischen Wipper und Selke der geschlossene Befund. Auffällige Häufungen von Steingeräten in oder unweit mittelalterlicher Siedlungen unterstützten die Interpretation, daß diese neolithischen Geräte erst in geschichtlichen Zeiten verschleppt bzw. in das Gebirge transportiert wurden. Hingegen verweist eine Fundstelle unweit Schwenda, auf der sowohl Fels- als auch Flintgeräte geborgen wurden, auf Begehung, vielleicht auch Besiedlungsabschnitte während des Neolithikums hin. Zahlreiche Felsgeräte, die zur Holzverarbeitung dienten, stammen auch aus der Umgebung von Dankerode und Königeroode. Bronzezeitliche Funde und auch solche aus der Eisenzeit sind an den Gebirgsabdachungen keine Seltenheit. So gibt es einen Ponor, die Diebeshöhle bei Ufrungen, in welchem Bestattungen im Zusammenhang mit Kulthandlungen bei Grabungen 1981 und zuvor im ersten Drittel des Jh. aus dieser Periode erschlossen wurden. Ebenso sollen die Wallanlagen im unteren Selketal und bei Questenberg erwähnt werden.

Von einer ständigen Besiedlung der Unterharzhochfläche kann man nach dem gegenwärtigen Forschungsstand frühestens ab dem 8./9. Jh. ausgehen. Im sogenannten Hersfelder Zehntverzeichnis finden sich erste Orte, darunter die später zur Wüstung gewordene Siedlung Hohenrode, und gleich mehrfach der Ort Wippra. Namenkundlich lassen sich aus karolingischer Zeit die Ortschaften Breitenbach, Breitung und die Wüstung Hammerbach erschließen. Sichere archäologische Belege fehlen allerdings.

Die Hauptrodungszeit kann durch urkundliche Nachrichten mit dem 10./11. Jh. angegeben werden. Einige Bodenfunde unterstreichen diesen Zeitraum. Neben der Feld- und Viehwirtschaft verarbeiteten die Bewohner das in den Tallagen vorhandene Raseneisenerz. Bergbau und Holzkohleproduktion dürften auch im Mittelalter eine gewisse Rolle gespielt haben. Dennoch zeigte sich sehr schnell, daß die Siedlungsdichte viel zu hoch war, und viele Orte gingen vorwiegend im 14./15. Jh. wieder ein. Es waren nicht immer nur kleine Weiler, die vom Wüstungsprozeß betroffen waren, sondern auch Kirchorte und größere Siedlungen. Rechts und links der alten Harzhochstraße, auch Klaus-Straße bezeichnet (B 242), sind vor allem in der Umgebung von Königeroode fast in jeder Quellmulde derartige Wüstungen aufgrund von Überlieferungen und Lesefunden nachweisbar. Zu nennen sind hier Iskerode, Gehrenschwende und Vitzenhagen. Letzterer Ort hatte einen eigenen Adelshof mit einem Herrengeschlecht gleichen Namens. Königeroode - ein Ort der 992 erstmalig genannt wird - hat in seiner Umgebung 9 abgegangene Siedlungen aufzuweisen, von denen ein kleinerer Teil wieder bewaldet ist und deren meisten Fluren bis heute offen geblieben sind. Ein Fakt, der sich im südlichen und oberen Wippergebiet genau umgedreht verhält.

4. Exkursionspunkt 1: Meßfeld Siptenfelde Profil - Nr. A 3028 und A 3029

4.1 Untersuchungen zur Landnutzung und zum Gewässerschutz im Unterharz

(Abdank, H.; Steinger, M.; Altermann, M.)

Mittelgebirgsstandorte werden in aller Regel polyfunktional genutzt. Trinkwassergewinnung, Naturschutz sowie Tourismus sind die Vorrangfunktionen dieser Regionen. Die Landwirtschaft muß neben der traditionellen Erzeugung von Nahrungsgütern verstärkt Aufgaben im Rahmen der Landeskultur und Landespflege sowie bei der Bereitstellung von Trinkwasser in entsprechender Qualität und Quantität übernehmen.

Das Meßfeld „Schäfergrund“ des Instituts für Agrartechnik und Landeskultur - Landeskultur und Kulturtechnik - der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg dient als Repräsentanzgebiet der Untersuchung von Auswirkungen unterschiedlicher Flächennutzung auf die Wasserqualität in landwirtschaftlich genutzten Kleineinzugsgebieten des Unterharzes.

Kurzcharakteristik des Untersuchungsgebietes:

1. Einzugsgebiet: Schäferbach (Teileinzugsgebiet vom Uhlenbach und Selke)
2. Größe des Einzugsgebietes:

| | |
|-----------------|----------|
| Pegel Meßgarten | 144 ha |
| Intensivmeßfeld | 98,43 ha |
3. Höhe ü. NN:

| | |
|--|---------------|
| Pegel Meßgarten | 393,20 m ü NN |
| höchster Punkt - landwirtschaftliche Nutzfläche | 445,77 m ü NN |
| Einzugsgebiete (gesamt) | 474,87 m ü NN |
4. Länge des Vorfluters: 1755 m
5. mittleres Sohlgefälle: 2,3 %
6. mittlere Hangneigung: 6,1 %
7. Flächennutzung:

| | |
|-----------|--------|
| Ackerland | 80,8 % |
| Grünland | 15,9 % |
| Wald | 3,2 % |
| Wege | 0,1 % |

Das Klima ist durch die Leewirkung des westlich vorgelagerten Ober- und Mittelharzes geprägt. Während die mittlere Jahressumme der Niederschläge (Periode 1951/80) im westlich des Untersuchungsgebietes gelegenen Benneckenstein 983 mm beträgt, wurden in der Meßstation Siptenfelde im 25jährigen Mittel 634 mm gemessen. Gegenüber dem Harzvorland ist die Vegetationsperiode in der Höhenlage 400 - 500 m ü NN um 30-40 Tage verkürzt; die Vegetationsdauer beträgt ca. 200 Tage. Für die Monate April bis September ergibt sich für die nächstgelegene Klimameßstation Harzgerode eine negative klimatische Wasserbilanz von 64 mm. Im langjährigen Mittel beträgt die jährliche klimatische Wasserbilanz + 126 mm. Das 30jährige Temperaturmittel beträgt in Harzgerode 6,8 °C. Im Vergleich zum Thüringer Wald und Erzgebirge weist der Harz für gleiche Höhenlagen ein niedrigeres Temperaturniveau auf.

Geologisch liegt das Untersuchungsgebiet in der Tanner Zone. Als Grundgesteine der Tanner Zone dominieren die stratigraphisch zum Devon gehörenden Grauwacken, Grauwackenschiefer und Plattenschiefer. Die prozentuale Verteilung der Bodengesellschaften ist Tab. 4 zu entnehmen.

Tab. 4: Prozentuale Verteilung der Bodengesellschaften im Meßfeld Siptenfelde

| Bodengesellschaft | Anteil [%] 98,43 ha = 100 % |
|--|--------------------------------|
| Braunerde-Bodengesellschaft | 28,4 |
| Parabraunerde/Fahlerde-Bodengesellschaft | 56,6 |
| Regosol-Bodengesellschaft | 1,5 |
| Pseudogley-Bodengesellschaft | 5,2 |
| Kolluvisol-Bodengesellschaft | 3,3 |
| Pseudogley-Braunerde-Bodengesellschaft | 2,3 |
| Gley-Bodengesellschaft | 1,6 |
| Pseudogley-Gley-Bodengesellschaft | 1,1 |

Zwei typische Böden des Meßfeldes Siptenfelde werden als Beispiele vorgeführt (Tabellen 5-8):

Tab. 5: Kurzbeschreibung des Profils

| Profil A 3028: Siptenfelde - Meßfeld | | |
|---|---|-----------------------|
| TK-Nr.: 4332 | R: 44 33605 | H: 57 24500 |
| Höhe ü. NN: 426 m | Reliefformtyp: KS | Neigung: N 0.2 |
| Bodenschätzung: L4V | Profilaufnahme: M. Altermann/M. Steininger | |
| Geologie: I | Hauptlage: Gebirgslöß | |
| II | Mittellage: Löß-Fließerde | |
| III | Basislage: Schutt (Grauwackenschutt) | |
| IV | Anstehendes: Grauwacke (Devon), verwittert | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------|-------------|---------------------|-----|------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 25 | Ap | 10YR4/2 | h 3 | c 0 | Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Ut4,gGr2 (stark toniger Schluff, schwach grobgrusig) |
| 2 | 40 | II ICv+Bt | 2,5Y5/3 | h 1 | c 0 | kleine Eisen-Mangankonkretionen; Tonbeläge, Humusbeläge; Polyedergefüge; mittel durchwurzelt; Lu,gGr3 (schluffiger Lehm, mittel grobgrusig); Kryoturbationen |
| 3 | 75 | ICv+Swd-Bt | 2,5Y5/4+ 10YR4/4 | h 0 | c 0 | Roströhren, Bleichröhren; Tonbeläge, SiO ₂ -Beläge; helle Keile (Al); Polyedergefüge; Wurm- und Wurzelröhren; sehr schwach durchwurzelt; Slu,gGr3 (schluffig-lehmiger Sand, mittel grobgrusig); Kryoturbationen; Schuttbänder |
| 4 | 110 | III Bt+ICv | 2,5Y5/3 | h 0 | c 0 | Tonbeläge; Polyedergefüge; Slu,gGr4,fX4 (schluffig-lehmiger Sand, stark grobgrusig, stark steinig); Kryoturbationen |
| 5 | 155 | IVimCv+ilCv | 2,5Y5/3 | h 0 | c 0 | Eisen-Manganbeläge; Anstehendes: verwitterte Grauwacke |

tsetzung der Tabelle 5:

densystematische Angaben:

KA 4: Bodenvarietät: erodierte, schwach pseudovergleyte Norm-Parabraunerde (pLLn);
Substrattyp: grusführender Löß über Lehmschutt (aus Grauwacke): p-(z)ö/p-ln(^g)
Bodenform: Norm-Parabraunerde aus grusführendem Löß über Lehmschutt (aus Grauwacke); Symbol: LL.n.p-(z)ö/p-ln(^g)
TGL 24 300: Bodenform: Berglöß-Parabraunerde: vö/gP
Standortregionaltyp der MMK: V4c4
FAO: Orthic Luvisol
Soil Taxonomy: Loamy Typic Hapludalf

Tab. 6: Analysenergebnisse

Profil A3028

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | d _B | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|-------------|-------|------|-------------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|-----|------|------|------|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Ap | 0-25 | 2807 | 1,38 | 46,3 | 40,0 | 36,1 | 33,1 | 15,9 | 5,5 | 3,2 | 3,8 | 33,0 | 23,2 | 12,6 | 18,7 |
| 2 | II ICv +Bt | -40 | 577 | 1,57 | 40,8 | 38,6 | 34,6 | 31,3 | 15,6 | 8,0 | 4,7 | 4,0 | 28,5 | 20,8 | 11,7 | 22,4 |
| 3 | ICv+ Swd-Bt | -75 | 94 | 1,59 | 40,7 | 36,0 | 31,9 | 29,1 | 19,6 | 19,0 | 10,4 | 9,8 | 20,4 | 16,2 | 10,5 | 13,6 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o' | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-austb. Kationen | | | | | KAK | | BS _{eff} | |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|-----|-------|------|------|------|------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------------|-----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | 6,5 | 7,1 | 0,0 | 1,9 | 0,2 | 9,3 | 3,2 | 6,0 | 0,5 | 0,7 | 9,8 | 1,7 | 0,8 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 16,5 | 12,5 | 100 |
| 2 | 5,3 | 6,0 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | | 1,9 | 7,8 | 0,2 | 0,1 | 6,4 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,3 | 13,2 | 7,7 | 96 |
| 3 | 4,0 | 4,5 | 0,0 | | | | 1,5 | 8,9 | 0,2 | 0,1 | 4,1 | 1,5 | 0,3 | 0,1 | 1,1 | 2,8 | 16,3 | 9,9 | 60 |

Tab. 7: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|---|--|-----------------------|
| Profil A 3029: Siptenfelde - Meßfeld | | |
| TK-Nr.: 4332 | R: 44 33500 | H: 57 24585 |
| Höhe ü. NN: 427 m | Reliefformtyp: H | Neigung: N 2.2 |
| Bodenschätzung: L5V | Profilaufnahme: M. Altermann/M.Steinger | |
| Geologie: I | Hauptlage: Gebirgslöß | |
| | II Basislage: Schutt (Grauwackenschutt) | |
| | III Anstehendes: Grauwacke (Devon) | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|----------|---------|-----|------|---|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 25 | Ap | 10YR3/2 | h 3 | c 0 | Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Ut3,gGr2 (mittel toniger Schluff, schwach grobgrusig) |
| 2 | 35 | Bv | 10YR4/3 | h 1 | c 0 | Subpolyedergefüge; Wurm- und Wurzelröhren; mittel durchwurzelt; Ut3,gGr2 (mittel toniger Schluff, schwach grobgrusig); Kryoturbationen |
| 3 | 95 | II ICv | 2,5Y5/3 | h 0 | c 0 | Tonbeläge; Polyeder-, Plattengefüge; Wurm- und Wurzelröhren; sehr schwach durchwurzelt; Slu,gGr4,fX4 (schluffig lehmiger Sand, stark grobgrusig, stark steinig); Kryoturbationen; Schuttlagen |
| 4 | 130 | III imCv | | h 0 | c 0 | Grauwacke, Anstehendes |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Norm-Braunerde (BBn)
 Substrattyp: grusführender Löß über Schutt (aus Grauwacke):
 p-(z)ö/p-n(^g)
Bodenform: Norm-Braunerde aus grusführendem Löß über Schutt (aus Grauwacke); Symbol: BBn.p-(z)ö/p-n(^g)
TGL 24 300: Bodenform: Berglöß über Gestein-Braunerde: vö/gB
Standortregionaltyp der MMK: V4c5
FAO: Dystric Cambisol
Soil Taxonomy: Skeletal loamy Typic Hapludalf

Tab. 8: Analysergebnisse Profil A 3029

| Nr. | Hor. | Tiefe cm | kf cm/d | d _g g/cm ³ | GPV % | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|--------|----------|---------|----------------------------------|-------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|-----|------|------|------|------|
| | | | | | | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Ap | 0-25 | 1822 | 1.40 | 45.7 | 36.2 | 33.1 | 30.6 | 20.4 | 7.9 | 3.8 | 6.0 | 31.1 | 23.2 | 11.1 | 16.8 |
| 2 | Bv | -35 | 46 | 1.47 | 44.5 | 38.4 | 34.6 | 30.5 | 15.0 | 10.3 | 4.2 | 5.7 | 30.7 | 24.5 | 11.5 | 13.1 |
| 3 | II ICv | -95 | | | | | | | | 22.1 | 10.1 | 8.5 | 18.5 | 17.8 | 11.2 | 11.9 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-ausb. Kationen | | | | | KAK | | BS _{eff} | | |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|-----|------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|-------------------|-----|--|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | |
| 1 | 6.5 | 7.0 | 0.0 | 1.8 | 0.2 | 9.6 | 2.8 | 6.6 | 0.4 | 0.7 | 8.8 | 1.8 | 0.8 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 16.4 | 11.4 | 100 | |
| 2 | 6.3 | 7.0 | 0.0 | 0.4 | 0.1 | 6.9 | 1.9 | 5.4 | 0.3 | 0.5 | 5.7 | 0.6 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.4 | 6.7 | 100 | |
| 3 | 6.2 | 6.9 | 0.0 | | | | 1.4 | 7.3 | 0.2 | 0.3 | 8.4 | 0.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 13.2 | 9.3 | 100 | |

Ausstattung des Meßfeldes

Klimameßstation: Lufttemperatur (2 m Höhe), Bodentemperatur (0, 2, 5, 10, 20, 50 cm), Luftfeuchte, Niederschlag (10-min-Auflösung), Deposition (gesamt).

Abfluß (Qualität und Quantität): getrennte Erfassung des Abflusses aus der Quellmulde, Messung über 2 Dränrekorder und ein Thomson-Meßwehr mit Ultraschallpegel; 16 Dränausmündungen, Thomson-Meßwehr mit Vertikalschreibpegel am Gebietsausgang.

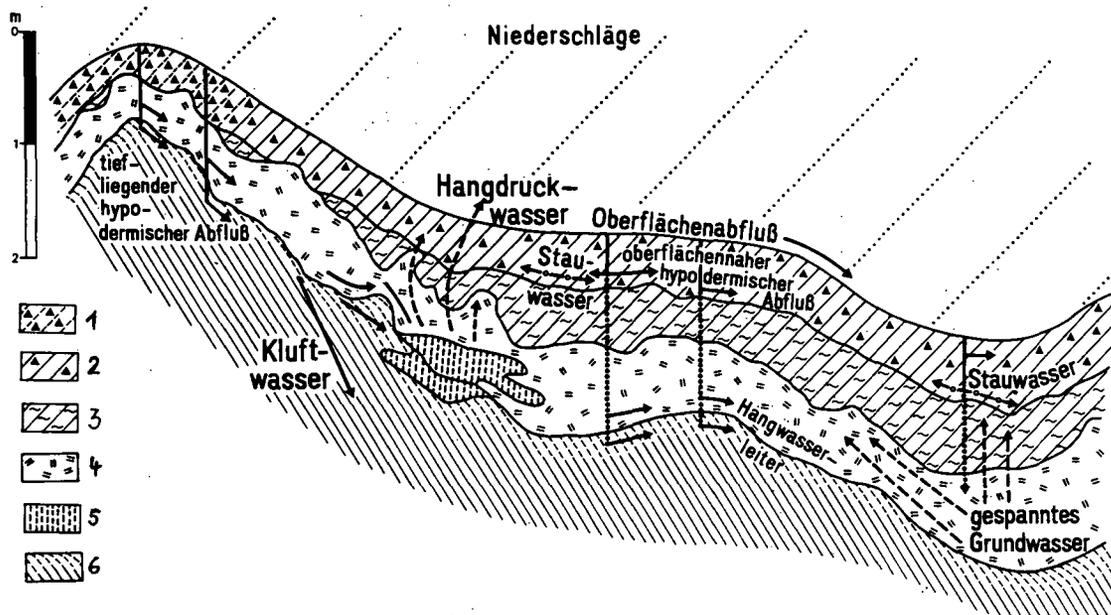
Die Untersuchungen laufen seit Januar 1993. Sie umfassen 3 Meßprogramme: 1. Wasser, 2. Boden und Pflanze, 3. Klima. Es wird das Ziel verfolgt, im Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Flächennutzung alle Input- und Outputgrößen sowie die Stickstoffverlagerungspfade zu erfassen, um die Stofffrachten den einzelnen Abflußkomponenten zuordnen zu können.

Mit Beginn der Sickerperiode, der erste Dränabfluß wurde am 29.10.1993 beobachtet, lag die Nitratkonzentration unabhängig von der Herkunftsfläche im Bereich $<60 \text{ mg NO}_3/\text{l}$. Mit Zunahme der Sickerwassermenge nahm die NO_3 -Konzentration des Dränabflusses gegen Mitte Dezember (10.12.93) auf $>100 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ zu (Maximum $186 \text{ mg NO}_3/\text{l}$). In den Sommermonaten sinkt die NO_3 -Konzentration der Dränabflüsse nicht unter 40 mg/l , während im Vorfluter fast über die gesamte Vegetationsperiode hinweg die Werte bei $<10 \text{ mg NO}_3/\text{l}$ liegen. Ursache hierfür dürfte die Verschiebung des Mengenverhältnisses von Zwischenabfluß und Basisabfluß in Richtung Basisabfluß sein. Seit Beginn der Sickerperiode (20.11.94) ist sowohl im Dränabfluß als auch in der Vorflut wiederum ein Anstieg der NO_3 -Konzentration zu beobachten. Die fruchtartenabhängige unterschiedliche Düngung der einzelnen Geländeschläge spiegelt sich nicht in den NO_3 -Konzentrationen der Dränabflüsse wider. In den Tracerversuchen, die von November '93 bis Mai '94 liefen, waren bei der Braunerde sehr hohe Verlagerungsgeschwindigkeiten festzustellen. Die bisherigen Ergebnisse lassen folgende vorläufige Aussagen zu:

- Zu Beginn der Sickerperiode ist die NO_3 -Konzentration im Abfluß hoch, danach setzt ein allmählicher Rückgang im Verlauf länger andauernder Sickerperioden ein.
- Nach längeren Trockenperioden ohne Sickerwasserbewegung treten bei Wiedereinsetzen des Sickervorganges sehr hohe NO_3 -Konzentrationen auf.
- Zwischen Sickergeschwindigkeit (Auswaschungsgefährdung) und Bodenform besteht offenbar eine enge Abhängigkeit.
- Zur Bestätigung oder Korrektur der Interpretation der Ergebnisse sind weitere Untersuchungen erforderlich.

Mit den Untersuchungen im Meßfeld Siptenfelde konnte das Wasserhaushaltsmodell von BORCHARDT (1982) sowie von ALTERMANN (1989) für landwirtschaftlich genutzte Gebiete des Unterharzes bestätigt und quantifiziert werden (Abb. 3).

| | | |
|----------------------|----------------------|---------------------|
| Kuppen Hänge > 5° | Flachhänge, Plateaus | breite Talmulden |
|----------------------|----------------------|---------------------|



| | | | | | |
|----------------------|---------------------------------|----------|------------|--------------------|--------------------------------|
| Braunerde Regosol | Braunerde Braunerde-Fahlerde | Hanggley | Pseudogley | Braunerde-Fahlerde | Hanggley Pseudogley Gley |
|----------------------|---------------------------------|----------|------------|--------------------|--------------------------------|

1 **Hauptlage:** Lößschutt; 2 **Hauptlage:** Gebirgslöß; 3 **Mittellage:** Löß-Fließerde; 4 **Basislage:** Schutt/Fließerde; 5 **ält. Verwitterungsreste** (Graulehm); 6 **Anstehendes** (oberer Bereich aufgelockert und verzogen)

Abb. 3: Dynamik des Bodenwasserhaushalts im Unterharz (nach ALTERMANN, 1989)

4.2 Bodennutzung im Unterharz (Timmler)

Nutzer der Flächen des Meßfeldes Siptenfelde ist die Agargenossenschaft Straßberg-Siptenfelde e. G. Dieser Betrieb wird kurz vorgestellt (Tabelle 9):

Tab. 9: Betriebsübersicht Agargenossenschaft Straßberg-Siptenfelde e. G.

| | | | | | |
|--------------------------------------|-----------|-----------------------|------------|----------------|------------------|
| Gründung | | 01.07.1991 | | | |
| Arbeitskräftebesatz | | 25 | | | |
| Gesamtfläche | | 1350 ha | | | |
| Acker | AZ | 770 ha = 57 % | | 42 (37-56) | |
| Grünland | | 580 ha = 43 % | | | |
| Ackernutzung | | Anbaufläche | | Ertrag | N-Düngung |
| | | [ha] | [%] | [dt/ha] | [kg/ha] |
| Winterweizen | | 25 | 3,2 | 50 | 130 |
| Wintergerste | | 120 | 15,6 | 50 | 130 |
| Sommergerste (Braugerste) | | 75 | 9,7 | 45 | 70 |
| Winterroggen | | 70 | 9,1 | 45 | 70 |
| Winterraps | | 40 | 5,2 | 28 | 170 |
| Nachwachsende Rohstoffe (Winterraps) | | 160 | 20,8 | 28 | 170 |
| Klee gras | | 150 | 19,5 | 50 (TM) | 70 |
| Markstammkohl | | 12 | 1,6 | 40 | 130 |
| Flächenstilllegung | | 118 | 15,3 | | |
| insg. | | 770 | 100 | | |
| Tierhaltung | | | | | |
| Mutterkühe | | 100 | | | |
| Färsen | | 500 | | | |
| Schafe | | 200 (Ziel 500) | | | |
| GV/ha | | < 1,4 | | | |
| Maschinenbesatz | | Stück | | | |
| Zugmaschinen >150 PS | | 2 | | | |
| Zugmaschinen 50-100 PS | | 8 | | | |
| Zugmaschinen < 50 PS | | 5 | | | |
| Stalltraktor | | 5 | | | |
| LKW | | 2 | | | |
| Mähdrescher | | 3 | | | |
| Bodenbearbeitung | | Pflugfurche im Herbst | | | |

5. Exkursionspunkt 2: Catena Hasselfelde: Profile - Nr. A 1880 A1881 A1878

Der Exkursionspunkt 2 repräsentiert geologisch die Harzgeröder Zone, in der das Grundgestein von Tonschiefern und zwischengelagerten Grauwacken/Plattenschiefern gebildet wird. Schwerpunkte für diesen Exkursionsteil sind: Deckenausbildung, Deckengenese, Bodenausbildung, Bodengenese, Bodengesellschaften, Bodennutzung, Bodenschäden (Bodenerosion). In der Catena werden drei repräsentative Böden dieser Harzregion vorgestellt. Eine Übersicht zur Decken- und Bodenausbildung vermittelt die Abb. 4. Die Anteile der verschiedenen Bodengesellschaften sowie der Hangneigungsklassen im landwirtschaftlich genutzten Teil des Harzes werden in der Abb. 5 wiedergegeben.

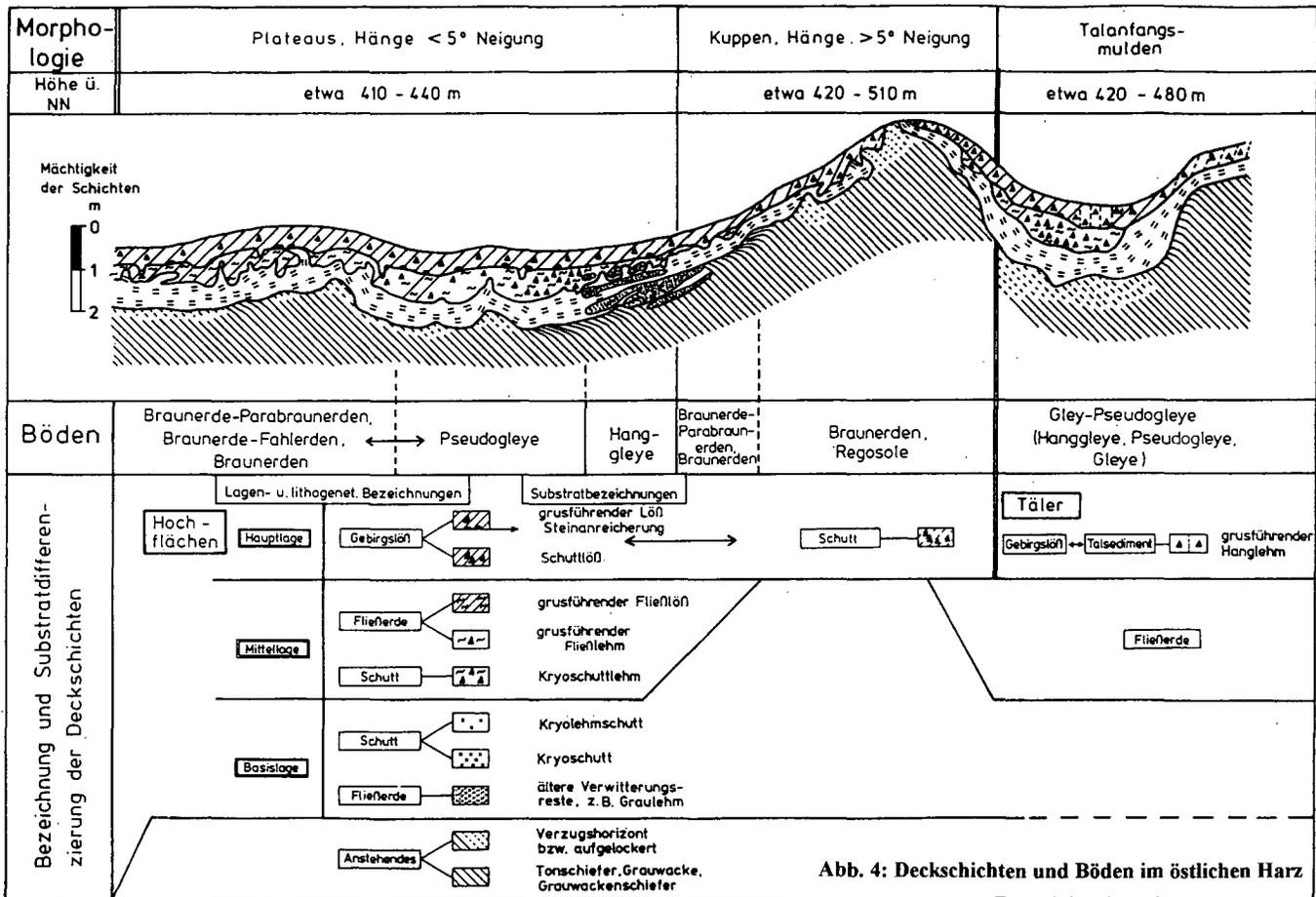
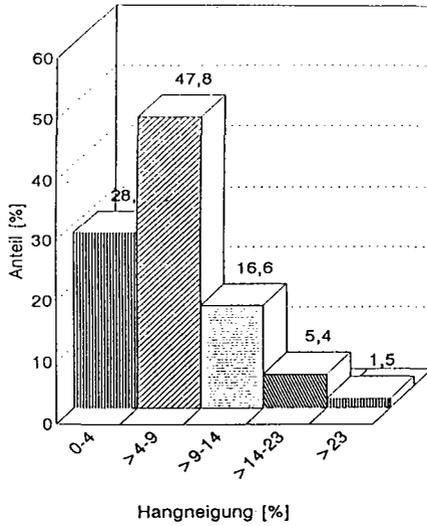
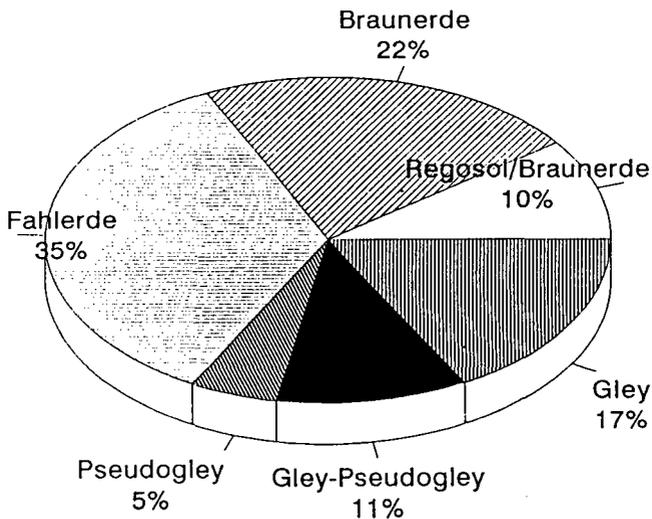


Abb. 4: Deckschichten und Böden im östlichen Harz

Abb. 5: Prozentuale Verteilung der Hangneigungsverhältnisse der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Unterharzes



Anteil anhydromorpher und hydromorpher Böden an der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Unterharzes



5.1 Profile A 1880, A 1881, A 1878

Die Kurzbeschreibungen und Analysenergebnisse der Exkursionsprofile der Catena Hasselfelde sind in den Tabellen 10 -15 zusammengestellt.

Tab. 10: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|---|-------------|
| Profil A 1880: Hasselfelde; Trautensteiner Straße | | |
| TK-Nr.: 4330 | R: 44 18580 | H: 57 28800 |
| Höhe ü. NN: 501 m | Reliefformtyp: KS,F | Neigung: N1 |
| Bodenschätzung: sL5V | Profilaufnahme: M. Altermann | |
| Geologie: I | Hauptlage: Lößschutt | |
| II | Rest der Mittellage: Schutt mit Löß-Fließerderesten | |
| III | Basislage: Schutt (Grauwackenschutt, Tonschieferschutt) | |
| IV | Anstehendes: Grauwacke, Tonschiefer (Devon) | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------|-------------------|--------------------------------|-----|------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 25 | Ap | 10YR3/3 | h 5 | c 0 | Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Lu,gGr3,fX3 (schluffiger Lehm, mittel grobgrusig, mittel steinig) |
| 2 | 45 | Bv | 10YR4/6 | h 3 | c 0 | Subpolyedergefüge; stark durchwurzelt; Ut3,gGr3,fX3 (mittel toniger Schluff, mittel grobgrusig, mittel steinig); Kryoturbationen |
| 3 | 70 | II Swd-Bt+ilCv | 7,5YR5/4 - 4/4 + 10YR6/4 | h 1 | c 0 | Horizont nur in Resten vorhanden; schwach rostfleckig, Eisen-Manganbeläge; Tonbeläge, helle gebleichte Flecke (Ael); Polyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Lt2,gGr3,fX4 (schwach toniger Lehm, mittel grobgrusig, sehr stark steinig); Kryoturbationen; Schluffbänder |
| 4 | 120 | III ilCv | 2,5Y4/2 | h 0 | c 0 | Eisen-Manganbeläge; Schichtgefüge; sehr schwach durchwurzelt; Sl3,gGr5,fX4 (mittel lehmiger Sand, sehr stark grobgrusig, stark steinig); Kryoturbationen |
| 5 | 200 | IV imCv | | h 0 | c 0 | Sl4 (stark lehmiger Sand) als Feinerde im Anstehenden |

| | |
|------------------------------------|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Norm-Braunerde (BBn) Substrattyp: Schuttlöß über Lehmschutt (aus Grauwacken/Tonschiefer) p-nö/p-ln(^g,^tsf) Bodenform: Norm-Braunerde aus Schuttlöß über Lehmschutt (aus Grauwacken/Tonschiefer); Symbol: BBn.p-nö/p-ln(^g,^tsf) |
| TGL 24 300: | Bodenform: Schuttlehm über Gestein-Braunerde: nl/gB |
| Standortregionaltyp der MMK: | V4c5 |
| FAO: | Dystric Cambisol |
| Soil Taxonomy: | Skeletal loamy Typic Hapludalf |

Tab. 11: Analyseergebnisse

Profil A1880

| Nr. | Hor. | Tiefe cm | kf cm/d | d _n g/cm ³ | GPV % | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|--------------------|-------------|------------|-------------------------------------|----------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Ap | 0-25 | - | 1.15 | 54.7 | 50.7 | 42.5 | 39.9 | 21.0 | 10.8 | 7.0 | 5.4 | 21.0 | 21.3 | 13.8 | 20.8 |
| 2 | Bv | -45 | | | | | | | | 10.3 | 5.4 | 4.3 | 23.4 | 28.0 | 14.4 | 14.4 |
| 3 | II Swd- Bt+ilCv | -70 | | | | | | | | 12.1 | 8.4 | 7.8 | 14.3 | 15.4 | 10.9 | 31.1 |
| 4 | III ilCv | -120 | | | | | | | | 29.0 | 18.1 | 13.3 | 13.3 | 8.3 | 6.4 | 11.5 |
| 5 | IV imCv | >120 | | | | | | | | 20.9 | 18.8 | 15.4 | 12.8 | 9.1 | 7.2 | 15.8 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-ausb. Kationen | | | | | | KAK | | BS _{eff} |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------------|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % |
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | cmol/kg Boden | | | | | | | | |
| 1 | 6.4 | 6.8 | 0.0 | 5.1 | 0.4 | 11.7 | 6.0 | 10.4 | 0.6 | 4.6 | 16.6 | 3.5 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 0.0 | 25.7 | 20.6 | 100 |
| 2 | 4.9 | 5.5 | 0.0 | 1.5 | 0.1 | 10.1 | 5.0 | 9.1 | 0.5 | 6.1 | 3.1 | 0.5 | 0.4 | 0.0 | 0.0 | 1.4 | 17.6 | 5.4 | 72 |
| 3 | 4.8 | 5.6 | 0.0 | 0.2 | 0.0 | | 3.9 | 13.7 | 0.3 | 1.6 | 8.6 | 5.4 | 0.4 | 0.1 | 0.2 | 0.9 | 18.5 | 15.5 | 93 |
| 4 | 4.7 | 5.6 | 0.0 | | | | 1.9 | 8.4 | 0.2 | 0.9 | 5.2 | 3.1 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.7 | 14.7 | 9.5 | 90 |
| 5 | 4.7 | 5.5 | 0.0 | | | | 2.2 | 7.2 | 0.3 | 0.9 | 5.7 | 3.3 | 0.3 | 0.0 | 0.3 | 0.8 | 16.1 | 10.4 | 90 |

| Nr. | Illit | Verm. | Smectit | Kaolinit ₁₎ | prim. Chl. | sek. Chl. | Quarz ₁₎ | Feldspat ₁₎ | Röntgenreflexintensitätsstufen: | |
|-----|-------|-------|---------|------------------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------------|------------|
| 1 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | | |
| 1 | ++ | +++ | - | 8 | ++ | +++ | 7 | 4 | + | schwach |
| 2 | ++ | +++ | - | 8 | ++ | ++++ | 9 | 4 | ++ | mittel |
| 3 | +++ | +++ | - | 7 | ++ | ++ | 6 | 2 | +++ | stark |
| 4 | +++ | ++ | - | 4 | ++ | + | 4 | 4 | ++++ | sehr stark |
| 5 | +++ | ++ | - | 4 | ++ | - | 3 | 4 | | |

¹⁾Zahlenangaben in g/100g Fraktion

Tab. 12: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|---|-------------|
| Profil A 1881: Hasselfelde; Trautensteiner Straße | | |
| TK-Nr.: 4330 | R: 44 18550 | H: 57 28580 |
| Höhe ü. NN: 498 m | Reliefformtyp: TH | Neigung: N1 |
| Bodenschätzung: LIIIc4 | Profilaufnahme: M. Altermann | |
| Geologie: I | Hauptlage: Bergslöß | |
| II | Mittellage: Löß-Fließerde | |
| III | Basislage: Schutt/Fließerde (Tonschieferschutt/Fließerde) | |
| IV | Anstehendes: Tonschieferzersatz (Devon) | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------|-----------|-----------------------|-----|------|---|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 20 | Sw-Ah | 10YR4/3 | h 4 | c 0 | Rostflecken, Rostadern; Krümelgefüge; sehr stark durchwurzelt; Lu (schluffiger Lehm) |
| 2 | 35 | Sw | 10YR6/3 - 2,5Y6/3 | h 2 | c 0 | Eisen-Mangan-Konkretionen; Subpolyedergefüge; mittel durchwurzelt; Ut4,gGr2,fX1 (stark toniger Schluff, schwach grobgrusig, sehr schwach steinig); Steinlage an der Basis |
| 3 | 50 | II Swd | 10YR5/6 + 2,5Y7/2 | h 1 | c 0 | Rostflecken, Bleichflecken; Polyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Ut4,gGr2,fX1 (stark toniger Schluff, schwach grobgrusig, sehr schwach steinig); Kryoturbationen |
| 4 | 90 | Sd | 7,5YR4/6+ 2,5Y6/2 | h 0 | c 0 | Rostflecken, Eisen-Mangan-Konkretionen, Bleichflecken; Polyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Ut4,gGr2,fX3 (stark toniger Schluff, schwach grobgrusig, mittel steinig); Kryoturbationen |
| 5 | 125 | III Sd-Go | 2,5Y4/2 + 10YR5/1 | h 0 | c 0 | Rostflecken, Bleichflecken; Plattengefüge; Lt2,gGr3,fX4 (schwach toniger Lehm, mittel grobgrusig, stark steinig); Lehmlagen |
| 6 | 190 | IV Gor | 2,5Y4-5/0+ 2,4Y4/4 | h 0 | c 0 | Rostflecken, Bleichflecken; Schichtgefüge; Lehmlagen; Tonschieferzersatz; Wasseraustritt bei ca. 1 m unter Flur |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Gley-Pseudogley (GG-SS); |
| | Substrattyp: Grusführender Löß ü. tiefem Lehmschutt (aus Tonschiefer): p-(z)ö//p-ln(^tsf) |
| | Bodenform: Gley-Pseudogley aus grusführendem Löß über tiefem Lehmschutt (aus Tonschiefer); Symbol: GG-SS.p-(z)ö//p-ln(^tsf) |
| TGL 24 300: | Bodenform: Berglöß-Amphigley: vöX |
| Standortregionaltyp der MMK: | V4c4 |
| FAO: | Stagnic Gleysol |
| Soil Taxonomy: | Aeric Endoaquept |

Tab. 14: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|--|--------------------|
| Profil A 1878: Hasselfelde; Trautensteiner Straße | | |
| TK-Nr.: 4330 | R: 44 18369 | H: 57 28470 |
| Höhe ü. NN: 495 m | Reliefformtyp: KS | Neigung: N1 |
| Bodenschätzung: L5V | Profilaufnahme: M. Altermann | |
| Geologie: I Hauptlage: | Gebirgslöß | |
| II Mittellage: | Löß-Fließerde | |
| III Basislage: | Schutt (Tonschieferschutt) | |
| IV Anstehendes: | Tonschiefer (Devon), verwittert, z.T. verzogen | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|-----------|------------------------|-----|------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 25 | Ap | 10YR3/3 | h 4 | c 0 | Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Ut4.gGr2,fX1 (stark toniger Schluff, schwach grobgrusig, sehr schwach steinig) |
| 2 | 40 | Bv | 10YR5/6 | h 2 | c 0 | Subpolyedergefüge; mittel durchwurzelt; Ut3.gGr2,fX1 (mittel toniger Schluff, schwach grobgrusig, schwach steinig); Kryoturbationen; Steinbänder |
| 3 | 100 | II Swd-Bt | 7,5YR5/4 - 7,5YR4/6 | h 1 | c 0 | Rostflecken, Bleichröhren; Tonbeläge; Polyedergefüge; Wurm- und Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Lu.gGr2,fX1 (schluffiger Lehm, schwach grobgrusig, sehr schwach steinig); Kryoturbationen; Steinbänder |
| 4 | 130 | III ilCv | 2,5Y5/3 | h 0 | c 0 | Schichtgefüge; sehr schwach durchwurzelt; Sl4.gGr5,fX4 (stark lehmiger Sand, sehr stark grobgrusig, stark steinig); Kryoturbationen |
| 5 | 180 | IV imCv | | h 0 | c 0 | Tonbeläge; Su2 (schwach schluffiger Sand) als Feinerde im anstehenden Tonschiefer |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodenvarietät: pseudovergleyte Braunerde-Parabraunerde (pBB-LL);
Substrattyp: grusführender Löß über tiefem Lehmschutt (aus Tonschiefer):
 p-(z)δ//p-ln(^tsf))
Bodenform: Braunerde-Parabraunerde aus grusführendem Löß über tiefem Lehmschutt (aus Tonschiefer)

TGL 24 300: Bodenform: Berglöß-Fahlerde: vöF

Standortregionaltyp der MMK: V4c4

FAO: Orthic Luvisol

Soil Taxonomy: Loamy Aquic Hapludalf

Tab. 13: Analysenergebnisse

Profil A1881

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | dB | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|-----------|-------|------|-------------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Sw-Ah | 0-20 | >100 | 1.02 | 59.7 | 56.1 | 48.5 | 41.9 | 23.5 | 7.7 | 3.3 | 2.7 | 22.5 | 24.7 | 12.9 | 26.2 |
| 2 | Sw | -35 | 90 | 1.26 | 52.1 | 45.9 | 41 | 34.5 | 24.1 | 5.4 | 3.6 | 4.5 | 32.8 | 25.2 | 10.6 | 17.9 |
| 3 | II Swd | -50 | 0.3 | 1.75 | 35.4 | 33.3 | 31.5 | 30.4 | 26.7 | 4.8 | 3.7 | 4.8 | 33.2 | 24.5 | 10.3 | 18.7 |
| 4 | Sd | -90 | | | | | | | | 7.2 | 2.7 | 2.3 | 32.6 | 24.1 | 10.2 | 21.1 |
| 5 | III Sd-Go | -125 | | | | | | | | 14.4 | 9.8 | 9.0 | 14.6 | 15.1 | 10.0 | 27.0 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-ausb. Kationen | | | | | | KAK | | BS _{eff} |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------------|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | 4.8 | 5.3 | 0.0 | 3.8 | 0.3 | 12.6 | 6.5 | 8.2 | 0.8 | 4.2 | 2.5 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 1.9 | 20.4 | 5.9 | 65 |
| 2 | 4.3 | 5.0 | 0.0 | 0.6 | 0.0 | 9.8 | 2.5 | 4.6 | 0.5 | 1.8 | 1.0 | 0.5 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 2.3 | 9.8 | 4.2 | 39 |
| 3 | 4.3 | 5.1 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 7.2 | 3.5 | 5.2 | 0.7 | 1.8 | 1.6 | 1.2 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 2.2 | 10.9 | 5.5 | 55 |
| 4 | 4.4 | 5.4 | 0.0 | | | | 3.3 | 5.3 | 0.6 | 1.1 | 3.4 | 3.7 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 1.4 | 15.4 | 9.1 | 80 |
| 5 | 4.4 | 5.5 | 0.0 | | | | 4.2 | 11.4 | 0.4 | 1.0 | 4.3 | 4.2 | 0.2 | 0.1 | 0.4 | 0.9 | 16.5 | 10.0 | 87 |

Tab. 15: Analysenergebnisse

Profil A1878

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | dB | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|-----------|-------|------|-------------------|-----|----------------------|----|-----|-----|-----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Ap | 0-25 | >100 | 1.71 | 55 | 50 | 43 | 38 | 22 | 6 | 3.6 | 3.2 | 26.5 | 26.0 | 13.0 | 21.7 |
| 2 | Bv | -40 | >100 | 1.44 | 46 | 41 | 37 | 33 | 14 | 6.1 | 3.3 | 2.7 | 33.9 | 28.9 | 12.4 | 12.7 |
| 3 | II Swd-Bt | -100 | 0.9 | 1.68 | 39 | 35 | 32 | 30 | 25 | 3.6 | 3.2 | 3.3 | 27.7 | 23.1 | 10.7 | 28.4 |
| 4 | III iCv | -130 | | | | | | | | 22 | 22.2 | 15.7 | 8.8 | 9.3 | 5.0 | 16.9 |
| 5 | IV imCv | -180 | | | | | | | | 39 | 27.0 | 13.6 | 8.2 | 5.8 | 2.6 | 4.0 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-ausb. Kationen | | | | | | KAK | | BS _{eff} |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------------|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | 5.8 | 6.2 | 0.0 | 3.4 | 0.2 | 11.8 | 5.5 | 9.4 | 0.6 | 4.4 | 10.4 | 2.3 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 21.5 | 13.1 | 99 |
| 2 | 4.9 | 5.6 | 0.0 | 0.8 | 0.0 | 9.9 | 4.1 | 6.2 | 0.7 | 2.9 | 2.7 | 0.7 | 0.2 | 0.0 | 0.0 | 0.7 | 11.9 | 4.4 | 83 |
| 3 | 4.0 | 4.7 | 0.0 | 0.1 | 0.0 | | 3.3 | 10.7 | 0.3 | 1.5 | 2.4 | 0.5 | 0.3 | 0.0 | 0.4 | 4.2 | 13.1 | 7.9 | 40 |
| 4 | 3.8 | 4.5 | 0.0 | | | | 2.1 | 10.3 | 0.2 | 1.5 | 1.9 | 1.2 | 0.2 | 0.0 | 1.1 | 4.8 | 14.8 | 9.3 | 36 |
| 5 | 4.0 | 4.7 | 0.0 | | | | 1.3 | 7.9 | 0.2 | 1.0 | 2.1 | 0.7 | 0.2 | 0.0 | 0.8 | 3.3 | 10.8 | 7.0 | 42 |

5.2 Interpretation der Profile A 1880, A 1881, A 1878 und weiterer Profile im Harz

Zusammensetzung der Deckschichten/Lagen (nach ALTERMANN 1985)

In der **Körnig**, der chemischen und mineralogischen Zusammensetzung bestehen zwischen den Lagengliedern markante Unterschiede. Im **Skelettgehalt** treten die Schutte mit deutlichem Maximum hervor. Der Schutt der Hauptlage ist skeletträrmer als der Schutt der Basislage. Skelettanteil und -größe in den Schutten der Basislage wird von der Gesteinsart und vom Relief bestimmt. Dichte Gesteine liefern skellettreiche Schutte, da bei diesen der Zerfall des Skeletts zu Feinerdefraktionen geringer ist als bei weicheren Gesteinen. An stärker geneigten Hängen sind die Basislagen skelettreicher, da hier durch intensive Solifluktuationsvorgänge mehr Festgestein zur Skelettnachlieferung freigelegt war als bei Flachhängen und Plateaus. Lößschutt in der Position der Hauptlage hat Skelett aus der Basislage aufgenommen. Im Untersuchungsgebiet gelangte das Skelett durch Frostwechsellvorgänge in den Lößschutt, und Solifluktuationsprozesse spielten dabei offenbar nur eine untergeordnete Rolle. Erst bei stärkerer Neigung scheint bei der Bildung des Schutts der Hauptlage auch die Solifluktion größere Bedeutung gehabt zu haben. Die unterschiedlichen Skelettanteile in den Hauptlagen in Abhängigkeit von deren Mächtigkeiten (Abnahme des Skelettanteils mit steigender Mächtigkeit bei sonst gleichartigen Bedingungen) lassen sich nur durch Skelettaufarbeitung aus dem liegenden Material im Zuge kryogener Prozesse erklären. Die Hauptlage ist auch skelettreicher, wenn - wie z.B. bei fehlender Mittellage - skelettreiche Schichten im Liegenden folgen.

Hinsichtlich des **Sandgehalts** sind zwischen den verschiedenen Lagen ähnliche Differenzierungen wie beim Skelettanteil festzustellen, die jedoch mit der Abnahme der Sandkorngrößen (Feinsandgehalt) weniger deutlich hervortreten. Offenbar sind die größeren Anteile (Skelett, Grobsand, z.T. auch Mittelsand) der Hauptlage aus ortsständigem Material hervorgegangen. Die **Grob- und Mittelschluffanteile** sind in den verschiedenen Lagen deutlich differenziert. Dabei sind die Streuungen des Grobschluffgehalts größer als die der anderen Schlufffraktionen. Der Schluff in den verschiedenen Bildungen der Hauptlage und Mittellage erreicht ähnlich hohe Werte wie in den Lössen des Harzvorlandes. Die lößhaltigen Lagen im Harz haben gegenüber den Vorlandlössen geringere Grobschluff-, etwas höhere Mittelschluff- und deutlich höhere Feinschluffgehalte. Die Fremdkomponenten in den lößhaltigen Lagen beschränken sich im wesentlichen auf Feinsand, Grobschluff und Mittelschluff. Die Schluffzusammensetzung der Basislagen ist oft anders als die der Feinerdefüllung in den Klüften des Anstehenden. So sind viele Basislagen des Untersuchungsgebietes durch das Grobschluffmaximum, die Kluffüllung jedoch durch das Mittelschluffmaximum gekennzeichnet. Diese Verschiebung der Schlufffraktionen wird auf Fremdanteile (Löß) in den Basislagen zurückgeführt. Andererseits kommen auch Basislagen vor, die keinen Fremdanteil erkennen lassen. Die Feinerdezusammensetzung der verschiedenen Lagen ist in der Abb. 6.1 und 6.2 in einer Zusammenschau dargestellt. In der Tab. 16 sind die Kornquotienten für eine größere Zahl von untersuchten Proben aus den verschiedenen Lagen zusammengestellt (Anzahl siehe Abb. 6.1 und 6.2).

Tab. 16: Schwankungsbereich der Mittelwerte von Kornquotienten für verschiedene Lagen aus dem Harz (Untersuchungsgebiet: landwirtschaftlich genutzte Flächen)

| Lagen | Kornquotienten | | | |
|----------------------------------|----------------|-----------|------------|-----------|
| | fS/gS | mS/fS | gU/mS | gU/mU |
| Hauptlage: Lößschutt | 0,3 - 2,6 | 1,0 - 1,6 | 3,0 - 6,0 | 1,2 - 2,3 |
| Hauptlage: Gebirgslöß | 0,3 - 2,6 | 0,5 - 2,7 | 2,5 - 30,0 | 1,0 - 2,3 |
| Mittellage: Löß-Fließerde | 0,4 - 3,5 | 0,4 - 1,5 | 6,5 - 32,0 | 1,5 - 2,5 |
| Basislage: Schutt | 0,4 - 7,0 | 0,8 - 2,1 | 0,6 - 8,0 | 1,1 - 2,2 |

Die **Schwerminaluntersuchungen** bestätigen die Differenzierung des Lockerdeckenprofils in verschiedene Lagen. Es kommt dabei zum Ausdruck, daß der ortsständige Anteil in der Vertikalabfolge

Abb. 6.1: Sand/Schluff/Ton-Verhältnis (Mittelwert u. Standardabweichung) von Lockergesteinsdecken/Lagen landwirtschaftlich genutzter Harzböden

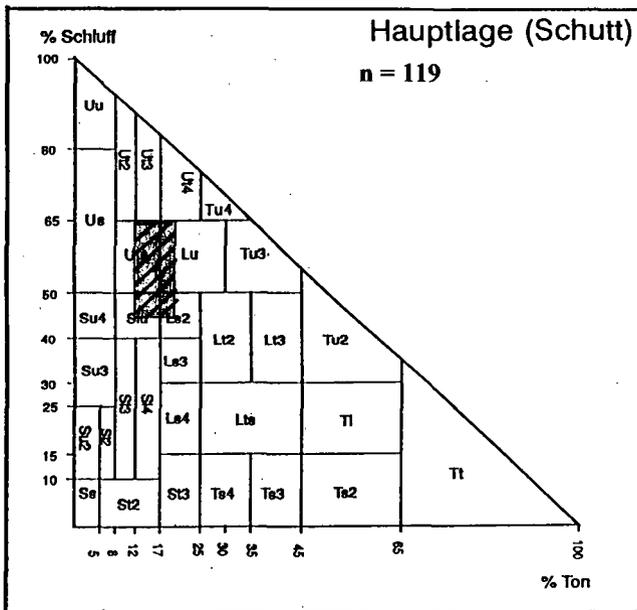
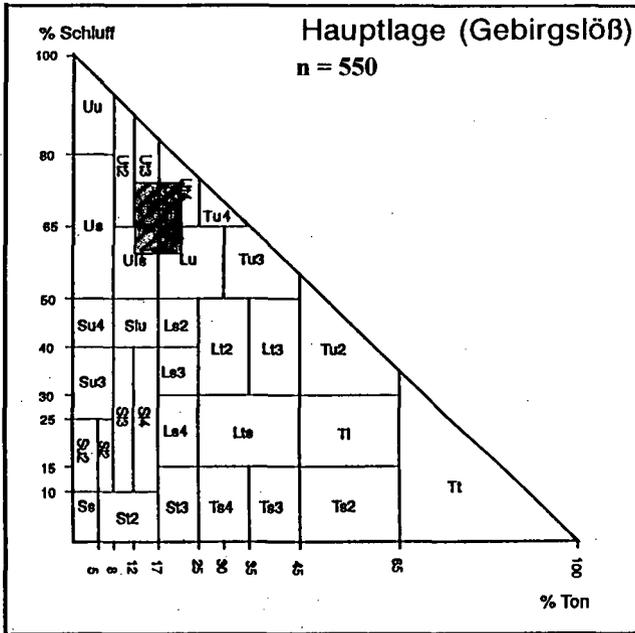
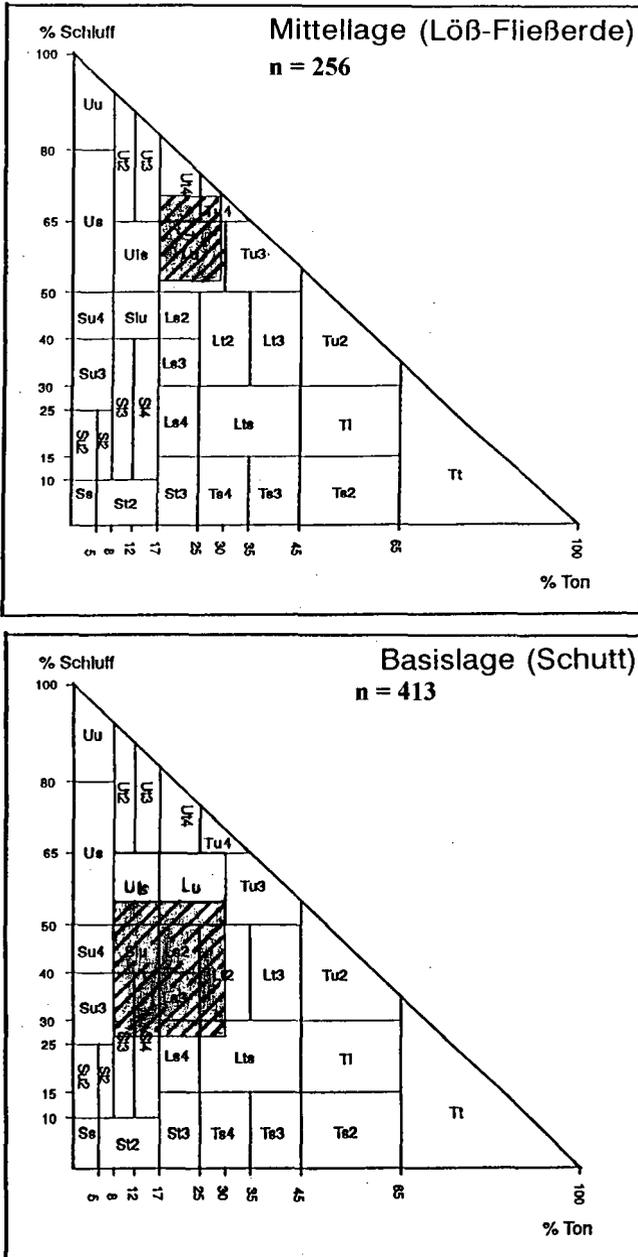


Abb. 6.2: Sand/Schluff/Ton-Verhältnis (Mittelwert u. Standardabweichung) von Lockergesteinsdecken/Lagen landwirtschaftlich genutzter Harzböden



der Lagen von unten nach oben abnimmt, und der Fremdanteil dagegen zunimmt. Folgende Ergebnisse können postuliert werden:

1. Die Schwermineralführung der Basislagen ist nicht einheitlich: neben Basislagen mit einem Schwermineralspektrum der anstehenden Gesteine kommen andere mit Fremdmaterialien vor. So sind Augit und Hornblende in den Basislagen entweder aus der näheren Umgebung eingeweht (Augit aus Diabasgebiet, Porphyritgängen, Hornblende aus dem Granitgebiet) oder durch Ferntransport akkumuliert. Ähnliche Feststellungen gelten für die Braunlehm-, Graulehm- und Rotlehmrelikte.
2. In der Mittellage sind neben ortsständigen Materialien auch Hornblende und Augit (in höheren Anteilen als in den Basislagen, aber in geringeren als im hangenden Gebirgslöß der Hauptlage) enthalten. Die Mittellage nimmt hinsichtlich des Schwermineralspektrums eine Zwischenstellung von der Hauptlage zur Basislage ein.
3. In der Hauptlage sind die Hornblende- und Augitanteile am höchsten, daneben sind ortsständige Mineralien enthalten. Außerdem wurden einzelne (maximal 3 % der relativen Kornprozentage der Schwermineralien) rotbraune Hornblenden ermittelt, die auf allerödzeitliche Tuffeinwehung zurückgeführt werden. Die hohen Augitgehalte in der Hauptlage können von dem im Harz häufig verbreiteten Diabaskuppen stammen, und sie sind kein Beweis für eine flächendeckende, allerödzeitliche Laacher Tuffsedimentation. Hohe Hornblendegehalte in der Hauptlage weisen auf Fernlöß hin, da hornblendeführende Gesteine im Harz (z.B. Brockengranit) nicht die Schluffmengen für die Hauptlagen geliefert haben können.

Zur Genese der Lagen im östlichen Harz (nach ALTERMANN 1985)

1. Die Lagen sind Sedimente unterschiedlicher Genese und Altersstellung. Der Aufbau der einzelnen Glieder der Lagen und deren Abfolgen sind das Ergebnis von komplizierten Deckenbildungsprozessen unter der Beteiligung der Vorgänge Verwitterung (Frostverwitterung, chemische Verwitterung), Umlagerung (Denudation, Solifluktion, Abspülung, Kryoturbation), Akkumulation (äolisch, deluvial, fluvial) und Bodenbildung. Der Anteil der genannten Prozesse an der Hausbildung der verschiedenen Lagen war im zeitlichen Ablauf unterschiedlich und wurde durch das anstehende Gestein und Relief sowie die paläoklimatischen Verhältnisse modifiziert. Die Lockergesteinsdecken setzen sich aus ortsständigem Material (Lokalanteil) und aus Fremdmaterial zusammen. Dieses wurde äolisch als Fernlöß akkumuliert. In den Deckenbildungsprozeß wurden die jeweils liegenden Materialien (bereits vorhandene Decken bzw. das anstehende Gestein) einbezogen, so daß die Lagenausbildung von der Unterlage abhängig war.
2. Die Basislagen gehören verschiedenen Sedimentationsabschnitten an. Die Bildung der älteren Basislage begann im jüngsten Tertiär und hielt bis in das Altpleistozän an. Diese älteren Basislagen sind ausschließlich durch ortsständiges Material geprägt. Die jüngeren Sedimentationsabfolgen der Basislagen reichten bis ins Frühweichsel, und diese Bildungen sind durch ortsständige Sedimentation mit Lößbeeinflussung gekennzeichnet. Die Basislagen entstanden durch Verlagerung der Verwitterungsprodukte, wobei Denudation und Akkumulation vielfach wechselten.
3. Das wichtigste Ausgangsmaterial für die Mittellage war im Harz äolisch akkumuliertes Substrat, hauptsächlich Fernlöß. Diese Lößdecke wurde kryogen und solifluidal überprägt, und Material aus den liegenden Basislagen ist eingearbeitet. Durch Denudation und Umlagerung sind heute nur noch Reste dieser Mittellage auf Plateaus, an Flachhängen und in Reliefdepressionen erhalten. Mit der Denudation der Mittellage kam es an deren Oberfläche zu einer Steinanreicherung. Zum Teil sind auch Steinsohlen bzw. geringmächtige Schutthorizonte (jüngste Basislage) ausgebildet.
4. Nach Abschluß des Bildungsprozesses der Mittellage kam es zu einer weiteren weichselzeitlichen Akkumulation von Fernlöß, aber auch ortsständige Anteile wurden äolisch verlagert. In Abhängig-

keit von der Mächtigkeit dieses äolisch akkumulierten Materials, vom Relief und von der Zusammensetzung der liegenden Substrate wurde in unterschiedlichem Maße durch kryogene Prozesse in diese Decke ortsständiges Material eingearbeitet, so daß - nach dem Skelettanteil differenziert - Gebirgslöß oder Lößschutt entstanden. Solifluktion spielte bei der Genese der Hauptlage auf den Plateaulagen des Harzes eine untergeordnete Rolle, und sie ist nur an stärker geneigten Hängen bei der Herausbildung des Lößschutts (Hauptlage) beteiligt gewesen. In der Jüngeren Tundrenzeit wurde die bereits vorhandene Hauptlage lediglich lokal äolisch umgelagert und durch geringe Einwehung von Laacher Bimstuff überprägt.

Die Auswertung der Forstlichen Standortserkundung im Harz hinsichtlich Deckenzusammensetzung und Deckengenese sowie Bodenausbildung wurde von SCHRÖDEER & FIEDLER (1977, 1979) vorgenommen, jüngere Untersuchungen liegen von FRÜHAUF (1991) vor.

Bemerkungen zur Ausbildung der Böden

Die **Braunerden** des Untersuchungsgebietes sind an die Lockerdeckenabfolge Hauptlage über Basislage gebunden, wobei letztere auch ausfallen kann. Der Bv-Horizont ist mit der Hauptlage koinzident. Die **Fahlerden** bzw. **Braunerde-Fahlerden** sind bei vorhandener Mittellage (in Plateaulagen) verbreitet. Auch hier sind Schichtgrenzen und Horizontgrenzen koinzident (Bv-Horizont in der Hauptlage, Bt-Horizont in der Mittellage). Die Horizontabfolge Ael- über Bt-Horizont liegt bei den Fahlerden im Untersuchungsgebiet kaum vor, denn beide Horizonte sind im Zuge der Umbildung der Mittellage zur Fließerde mehr oder weniger miteinander vermischt. Es sind somit meistens nur Reste der Ael-Horizonte in Linsen oder Keilen innerhalb des Bt-Horizonts nachweisbar. Nicht selten lagert Ael-Material auch unter dem Bt-Horizont innerhalb der Mittellage. Die Fahlerde unterlag nach ihrer Ausprägung der Erosion (weitgehender Abtrag des Ael-Horizonts) sowie der solifluidalen und kryogenen Überprägung, so daß es auch zur Verzahnung mit liegenden Schichten (Basislage) kam. Die Fahlerden (Bt-Horizonte) sind Reliktfahlerden, die vor der Gebirgslößakkumulation entstanden. Die Bildung der Fahlerde in einem Weichsel-Interstadial erscheint wahrscheinlich. Die Braunerde entstand im Gebirgslöß (Hauptlage) später als die Fahlerde (sekundäre Braunerde). Die **Gley-Pseudogleye** und **Pseudogley-Gleye** sind meistens durch gespanntes Grundwasser gekennzeichnet, da die dichte Mittellage - substrat- und reliefbedingt - einerseits als Staukörper fungiert und andererseits den Grundwasseranstieg aus der Basislage in die hangenden Schichten einschränkt bzw. verhindert. Druckwasser ist die Ursache für langanhaltende und intensive Vernässung auch nach längeren Trockenperioden. Bodenphysikalische Kenndaten für die verschiedenen Bodengruppen und Lagen sind in der Abb. 7 zusammengestellt.

5.3 Bodennutzung im Raum Hasselfelde Betriebsübersicht GbR Fiebig/Schwarzer - Hasselfelde (Fiebig)

Die Gemarkung Hasselfelde hat eine mittlere Höhe von 460 m ü NN. 90 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche entwässern in die zum Rappbodetalsperrensystem gehörige Hassel, die restliche Fläche in die zum gleichen System gehörende Rappbode. Die gesamte Feldflur ist in die Trinkwasserschutzzone III eingeordnet. Das 30-jährige Mittel der Jahresdurchschnittstemperatur liegt bei 6,3°C. Der mittlere Gebietsniederschlag (12 jähriges Mittel) für das Einzugsgebiet der Hassel beträgt 760 mm. Die landwirtschaftliche Standortseignung muß als mittel bis gering eingestuft werden.

Bis Anfang der 50er Jahre wurde die Landwirtschaft in diesen Harzregionen überwiegend im Nebenerwerb betrieben. 1958-60 wurde in Hasselfelde ein Volksgut (VEG) gegründet, welches die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen übernahm. 1990 bewirtschaftete das Gut 4200 ha, davon ca. 1400 ha Ackerfläche sowie 2800 ha Grünland. Das Gut war der größte Arbeitgeber im Harz und beschäftigte 320 Arbeitskräfte aus der Region. Die Produktion war auf die Aufzucht von tragenden Färsen für die Milchviehbetriebe des Vorharzes ausgerichtet. Durchschnittlich wurden ganzjährig 4500 Jungrinder sowie in den Sommermonaten 3500 Pensionsrinder gehalten.

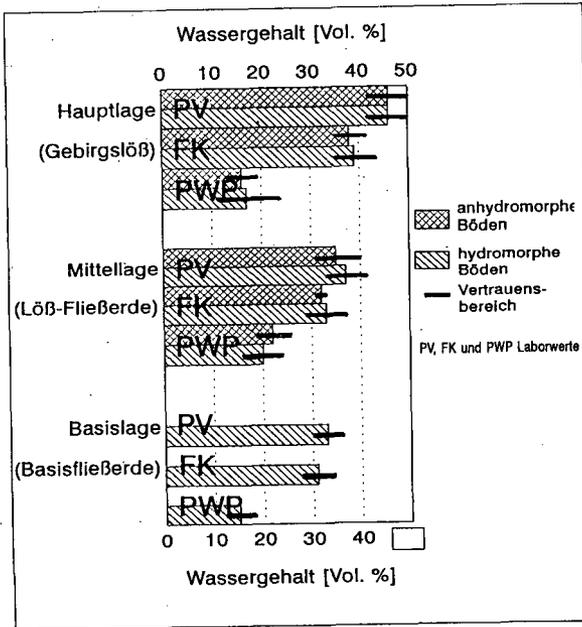


Abb. 7: Zusammenstellung von bodenphysikalischen Daten (PV Porenvolumen; FK Feldkapazität; PWP permanenter Welkepunkt) von Bodengruppen und Lagen landwirtschaftlich genutzter Harzböden (nach ALTERMANN 1985)

Nach der Wiedervereinigung wurde das Gut aufgelöst und teilweise privatisiert. Aus dieser Privatisierung ging die GbR Fiebig/Schwarzer hervor, die aus 2 Betrieben, einem Grünlandbetrieb mit 250 ha sowie einem Ackerbaubetrieb mit 400 ha, besteht.

Tab. 17: Betriebsübersicht GbR Fiebig/Schwarzer - Hasselfelde

| | | | |
|--------------------------------------|---|------|---------|
| Gründung | 1990 | | |
| Arbeitskräftebesatz | 2,5 (i. Spitzenzeiten. zusätzl. Familienmitgl.) | | |
| Fläche Ackerbetrieb | 400 ha | | |
| Fläche Grünlandbetrieb | 250 ha | | |
| Ackernutzung (Ackerbetrieb) | Anbaufläche | | Ertrag |
| | [ha] | [%] | [dt/ha] |
| Winterweizen | 20 | 5,0 | 50 |
| Wintergerste | 20 | 5,0 | 50 |
| Sommergerste (Braugerste) | 100 | 25,0 | 35 |
| Hybridroggen | 80 | 20,0 | 55-60 |
| Winterraps | 80 | 20,0 | 25-30 |
| Öllein | 20 | 5,0 | - |
| Flächenstilllegung | 80 | 20,0 | |
| insg. | 400 | 100 | |
| Tierhaltung (Grünlandbetrieb) | | | |
| Pensionstiere | ca. 300 | | |

5.4 Bodennutzung und Erosionsgefährdung im Unterharz (M. Steininger)

Bei der Planung von Maßnahmen zur Strukturveränderung landwirtschaftlich genutzter Mittelgebirgsstandorte der östlichen Bundesländer sind landeskulturelle und landschaftspflegerische Gesichtspunkte zu berücksichtigen. Diese Standorte werden polyfunktional genutzt, wobei die Vorrangfunktion in der Regel nicht die landwirtschaftliche Nutzung inne hat. Die Problematik soll beispielhaft an den Feldfluren der Gemarkungen Hasselfelde und Stiege dargestellt werden.

Kennzeichnung des Untersuchungsgebietes Hasselfelde-Stiege zur Bodennutzung/Bodenerosion

| | | |
|--|--------------------|--------------------------------------|
| 1. Einzugsgebiet | : | Hassel |
| 2. Größe | [km ²] | : 41,55 |
| 3. Höhenlage | [m ü.NN] | : 432,8 bis 578,0 |
| 4. Länge Hauptvorfluter | [m] | : 11400 |
| 5. Gesamtflußlänge | [m] | : 77370 |
| 6. Anteil Wald/LN an der Gesamtflußlänge | | Wald LN |
| | [m] | : 8770 68600 |
| 7. Flußdichte | [m/ha] | : 18,6 |
| 8. Niederschlagsmeßstellen | | : Stiege, Hasselfelde |
| 9. Gebietsniederschlag (1967-1978) | [mm] | : 771 |
| 10. Jahresdurchschnittstemperatur | [°C] | : 6,3 |
| 11. Landnutzung (Stand 1992) | | (Anteil an der Gesamtfläche 4155 ha) |
| landwirtschaftliche | [ha] | : 2460,5 = 59,2 % |
| Acker | [ha] | : 1076,1 = 25,9 % |
| Grünland | [ha] | : 1384,4 = 33,3 % |
| sonstige | [ha] | : 1694,5 = 40,8 % |
| forstliche | [ha] | : 1394,3 = 33,6 % |

Die Flächenanteile der im Untersuchungsgebiet verbreiteten Bodenformengesellschaften sind in Tabelle 18 zusammengestellt.

Tab. 18: Anteil der Bodenformengesellschaften an der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Untersuchungsgebietes

| Bodenformengesellschaft (nach TGL 24 300) | Flächenanteil | |
|--|---------------|-------------|
| | [ha] | [%] |
| Schutt-Braunerde mit Berglöß-Braunerde | 265,9 | 10,8) |
| Berglöß-Braunerde mit Schutt-Braunerde | 741,4 | 30,2) 64,4 |
| Berglöß-Parabraunerde | 577,2 | 23,4) |
| Berglöß-Humusstaugley/Staugley/Braunstaugley | 36,8 | 1,6) |
| Berglöß-Amphigley | 643,1 | 26,1) |
| Berglehm-Amphigley | 12,4 | 0,5) 35,6 |
| Berglehm-Humusgley mit Berglöß-Humusgley | 115,6 | 4,6) |
| Humusgley der Auen | 68,1 | 2,8) |

In beiden Gemarkungen werden die hydromorphen Standorte 100%ig als Grünland genutzt. Von den anhydromorphen Standorten werden in der Gemarkung Stiege 52 %, in der Gemarkung Hasselfelde lediglich 29 % als Grünland bewirtschaftet. Die unterschiedliche Nutzung spiegelt sich in der Landschaftsausstattung, insbesondere in der Anzahl der Elemente der Vegetationsstruktur und der nutzungsbestimmten Elemente wider (Tabelle 19).

Tab. 19: Verteilung der Ausstattungselemente in den Gemarkungen Hasselfelde und Stiege sowie im Untersuchungsgebiet

| | EdG | hE | EdV | nE | SAE | Fläche [ha] | AE/ha |
|------------------|-----|-----|------|-----|------|----------------|-------|
| Hassel- felde | 8 | 96 | 732 | 449 | 1285 | 1471 | 0,87 |
| Stiege | 8 | 48 | 609 | 381 | 1046 | 989 | 1,05 |
| UG | 16 | 144 | 1341 | 830 | 2331 | 2460 | 0,95 |

Erläuterung: EdG - Elemente der Geländestruktur, hE - hydrographische Elemente, EdV - Elemente der Vegetationsstruktur, nE - nutzungsbestimmte Elemente, AE - Ausstattungselemente, UG - Untersuchungsgebiet

Der Grad der Landschaftsausstattung, ausgedrückt in Anzahl der Ausstattungselemente je Flächeneinheit [AE/ha], beträgt in den Feldfluren der Gemarkung Stiege 1,05 AE/ha, in der Gemarkung Hasselfelde 0,87 AE/ha. Geprägt werden die Strukturen in der Gemarkung Stiege durch kleine Nutzungseinheiten, häufigen Wechsel der Nutzungsart, ältere, in der Regel gut erhaltene Feldgehölze und eine nur geringe Veränderung, d.h. Verkürzung des Wegenetzes um 5,4 km zum Stand vor der Flurgestaltung. Dahingegen ist die landwirtschaftliche Nutzfläche der Gemarkung Hasselfelde durch große zusammenhängende Bewirtschaftungseinheiten, eine Konzentration der Nutzungsart und eine in Bezug zur Flächengröße nur geringe Anzahl von Flurgehölzen gekennzeichnet.

Günstige Relief- und Bodenverhältnisse waren die Voraussetzung für die Großflächenproduktion in den vergangenen 25 Jahren. Dagegen war das Gebiet früher durch kleinflächige agrarische Nutzungsstrukturen geprägt. So wurde die landwirtschaftliche Nutzfläche der Gemarkung Stiege (Ldkr. Wernigerode) durch 116 Landwirtschaftsbetriebe, davon 105 Nebenerwerbsbetriebe, bewirtschaftet. Aufgrund der Bevorzugung der landwirtschaftlichen Produktion im Unterharz, die bis in die Gegenwart reicht, erfolgten, wie Tabelle 20 am Beispiel der Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzungsstruktur in den Gemarkungen Breitenbach, Horla und Rotha belegt, erhebliche Eingriffe in diesen polyfunktional genutzten Raum.

Tab. 20: Veränderung der landwirtschaftlichen Nutzungsstruktur in den Gemarkungen Breitenbach, Horla und Rotha (Unterharz)

| Schlaggrößen- gruppen der Ackerschläge | Anzahl der Geländeschläge Stand 1972 | Anteil an der Ackerfläche ha [%] | Anzahl der Geländeschläge Stand 1993 | Anteil an der Ackerfläche ha [%] |
|--|--|--|--|--|
| < 5 ha | 142 | 233,58 (22,68) | - | - |
| 5- 10 ha | 51 | 288,40 (28,00) | 3 | 16,93 (1,28) |
| > 10- 30 ha | 38 | 507,78 (49,32) | 21 | 363,26 (27,52) |
| > 30- 50 ha | - | - | 11 | 463,51 (35,11) |
| > 50- 80 ha | - | - | 6 | 378,88 (28,71) |
| >80-120 ha | - | - | 1 | 97,42 (7,38) |
| Summe | 231 | 1029,76 (100) | 42 | 1320,00 (100) |

Die in Tabelle 21 aufgeführten mittleren jährlichen Bodenabtragswerte sind als wichtiges Kriterium zur Bewertung der Bodenerosionsdisposition und zur Festlegung von landeskulturellen Maßnahmen zu verstehen. Der Bewertung wurde die Einstufung von SCHMIDT (1988) zugrundegelegt.

Einem Anteil der Ackerfläche (AF) von 37,3 % (397,6 ha) in den Klassen mit keiner bzw. sehr geringer potentieller Erosionsgefährdung und somit sehr guter bis guter ackerbaulicher Nutzungseignung stehen 62,7 % der AF gegenüber, deren ackerbauliche Nutzungseignung in Bezug auf Boden-

erosionsanfälligkeit bei der derzeitigen Gestaltung der Geländeschläge als mittel bis schlecht einzu-
stufen ist.

In der Gemarkung Hasselfelde müssen 19,5 % der Ackerfläche in die Klasse mit großer Erosionsge-
fährdung eingestuft werden. Demgegenüber steht ein Anteil von 33,8 % mit keiner bis sehr geringer
Anfälligkeit. In der Gemarkung Stiege betragen die Anteile in diesen Klassen 2,1 bzw. 45,8 %.

**Tab. 21: Prozentualer Anteil der Bodenabtragsklassen an der Ackerfläche und Charakterisie-
rung der den Klassen zugehörigen Flächen nach Hangneigung, -länge und Bodenform**

| | Klasse der pot. Erosionsgefährdung | | | | |
|--|------------------------------------|----------------------------|------------------------|-------------------------|-----------------------|
| | 1 keine <1 | 2 sehr gering >1 - 5 | 3 gering >5 - 10 | 4 mittel >10 - 15 | 5 groß >15 - 30 |
| Bodenabtrag [t/ha·a] | | | | | |
| Anteil der Ackerfläche [ha] | 75,4 | 303,8 | 301,1 | 194,7 | 142,5 |
| [%] | 7,5 | 29,8 | 29,6 | 19,1 | 14,0 |
| Hanglänge | | | | | |
| l | [m] 52,0 | 251,5 | 316,4 | 303,8 | 332,4 |
| l _{min} | [m] 40 | 80,0 | 100,0 | 130,0 | 100,0 |
| l _{max} | [m] 250 | 750,0 | 600,0 | 630,0 | 640,0 |
| Hangneigung (gewichteter Durchschnitt) | | | | | |
| HN | [%] 1,0 | 3,9 | 5,7 | 7,0 | 8,2 |
| HN _{MIN} | [%] 0,6 | 1,0 | 2,1 | 4,4 | 6,0 |
| HN _{MAX} | [%] 2,0 | 8,7 | 10,0 | 14,1 | 12,1 |
| Bodenformen | [%] | | | | |
| Berglob-Para- braunerde | 43,5 | 44,8 | 46,4 | 57,4 | 52,3 |
| Berglob-Braunerde | 56,5 | 55,2 | 33,6 | 42,6 | 47,7 |

Die Höhe des Bodenabtrages wird im Untersuchungsgebiet maßgeblich von den Reliefmerkmalen
Hangneigung und Hanglänge beeinflusst. 93,1 % der landwirtschaftlichen Fläche, hier ordnet sich die
gesamte ackerbaulich genutzte Fläche ein, weisen 0 bis 14 % Hangneigung auf. Ein für Mittelgebirgs-
standorte untypischer, sehr hoher Flächenanteil, der jedoch den Charakter der Unterharzhoch-
fläche kennzeichnet (Tab. 22). Ähnliche Hangneigungsverhältnisse konnten für die südlich vom Un-
tersuchungsgebiet gelegene Rodungsinsel um Rotha, Hayn und Schwenda ermittelt werden.

**Tab. 22: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Hangneigung der landwirtschaftlich genutzten
Flächen im Untersuchungsgebiet**

| Hangneigungs- klasse | 0 | 1 | 2/3 | 4/5 | 6 | 7 |
|-------------------------|---|------------------|------------------|--------|--------|---------------|
| Hangneigung [%] | 0-4 | >4-9 | >9-14 | >14-23 | >23-29 | >29 |
| Hangneigung [°] | 0-2 | >2-5 | >5- 8 | > 8-13 | >13-20 | >20 |
| | eben (0%) bis sehr flach ge- neigt | flach geneigt | mäßig geneigt | stark | steil | sehr steil |
| Anteil [%] | 28,7 | 47,8 | 16,6 | 5,4 | 1,3 | 0,2 |

Für die im Untersuchungsgebiet verbreiteten schluffreichen Böden sind diese Flächen unter der Vor-
aussetzung einer entsprechend dimensionierten Hanglänge, Fruchtartenwahl und Bodenbearbeitung
ohne Einschränkungen ackerbaulich nutzbar.

Eine eindeutige Beziehung ist erwartungsgemäß zwischen der Bodenabtragsklasse und der Zunahme
der wirksamen Hanglänge zu beobachten. Die in Tabelle 23 dokumentierten Hanglängen sind typisch
für die Unterharzhochfläche und spiegeln sich auch in den Flächengrößen der Geländeschläge wider.

Die Verteilung der Hanglängen (Tab. 23) zeigt, daß 63,5 % der Hänge im Untersuchungsgebiet länger als 200 m sind.

Tab. 23: Prozentuale Häufigkeitsverteilung der Hanglängen im Untersuchungsgebiet (Hanglängenklassifizierung - SAUPE 1990)

| | Hanglängengruppe [m] | | | |
|------------|----------------------|-------------------------|--------------------|-------------------|
| | < 200 kurz | 200 - 400 mäßig lang | >400 - 600 lang | >600 sehr lang |
| Anteil [%] | 36,5 | 41,5 | 14,5 | 7,5 |

Durch die flurgestaltenden Maßnahmen wurden unter Beseitigung von flurgliedernden Elementen Geländeschläge geschaffen, deren Dimension in Falllinie des Hanges mit der topographischen Hanglänge häufig übereinstimmt und somit die kritischen Werte überschreitet. Aus der Sicht des Bodenschutzes und der Landschaftsausstattung muß im Unterharz unter Voraussetzung der Beibehaltung der gegenwärtigen Fruchtfolge eine Veränderung der Schlagstruktur angestrebt werden. Das Bestreben bei flurgestaltenden Maßnahmen sollte darauf gerichtet sein, die kritischen Hanglängen zu unterschreiten.

6. Exkursionspunkt 3: Rappbode Talsperre

Trinkwassergewinnung aus der Rappbode-Talsperre im Ostharz (E. Beuschold)

Die Trinkwasseraufbereitungsanlage Wienrode, mit einer maximalen Lieferkapazität von 250 000 m³/d eines der größten Talsperrenwasserwerke Deutschlands, gewinnt ihr Rohwasser aus der Rappbode-Talsperre. Die Anlage gehört mit 7 weiteren Wasserwerken zu einem großen Rohrleitungs-Verbundsystem von 620 km Länge, der Fernwasserversorgung Elbaue-Ostharz, aus welchem zahlreiche Städte und Dörfer zwischen Harz und Elbe mit Versorgungsschwerpunkten in den Regionen Halle, Leipzig und Merseburg mit Trinkwasser beliefert werden.

Die Rappbode-Talsperre hat einen Stauraum von 109 Mio m³, eine maximale Seeoberfläche von 390 ha und 86 m Maximaltiefe. Sie wird, bis in die 80er Jahre mit leicht steigender Tendenz, vor allem durch meist biologisch geklärte Abwässer aus 10 Ortschaften sowie durch Flächenabtrag von Forst- und Landwirtschaftsflächen im rund 270 km² umfassenden Wassereinzugsgebiet über die Zuflüsse Kalte- und Warme Bode, Rappbode und Hassel im Mittel mit einem seeflächenbezogenen jährlichen Orthophosphat-Eintrag von 1,57 g P/m²*a belastet.

Bei diesem Nährstoffangebot ist diese Talsperre als ein eutrophes Gewässer mit starker, phosphat-limitierter Phytoplankton-Produktion und zeitweise sehr hohen Biomassemengen, überwiegend Kieselalgen, bis zu 20 g/m³ in der oberen Wasserschicht und 10 g/m³ im Tiefenwasserbereich einzustufen.

Durch die Zersetzung absinkender und abgestorbener Planktonalgen wird der im Wasser gelöste Sauerstoff über dem Seegrund bis zur gerade noch gewässerträglichen Restkonzentration verbraucht. Sowohl die Talsperre hinsichtlich ihrer Wasserbeschaffenheit als auch die im Wasserwerk vorhandene Trinkwasseraufbereitungs-Technologie vertragen keinen weiteren Anstieg der Phytoplanktonentwicklung. Die Folge eines solchen Anstieges wäre unter anderem die Entstehung anaerober Verhältnisse in der obersten Sedimentschicht im Tiefenwasserbereich der Talsperre, wodurch verstärkt Eisen- und Manganverbindungen in Lösung gehen. Im Wasserwerk werden die Aufbereitungsprozesse durch einen erhöhten Gehalt an planktogenen organischen Stoffen empfindlich gestört.

Im Interesse einer gleichbleibend guten Trinkwasserqualität ist anzustreben, die Bioproduktion und auch die Biomasse während der Planktonmaxima durch Verringerung des Phosphateintrages und damit auch der Frühjahrs-Phosphatkonzentration in der Talsperre als dem "Startphosphor-Angebot" für die Algenentwicklung auf die Zielgröße von maximal 0,02 mg/l PO₄-P, zu senken (BEUSCHOLD 1993).

Aus Untersuchungen über den Nährstoffabtrag besonders von landwirtschaftlich genutzten Flächen im Einzugsgebiet der Rappbode-Talsperre (WEGENER 1972, NITZSCHE 1973) und umfangreichen Gewässeruntersuchungen an den Zuflüssen sowie der Talsperre und ihren Vorsperren läßt sich einschätzen, daß in den 80er Jahren im Mittel jährlich etwa 6000 kg P/a an Orthophosphat-Phosphor in die Talsperre eingetragen wurden, woran die Ortschaften 73%, die Forstflächen 12% und die Landwirtschaftsflächen (ca. 16% des Einzugsgebietes) 15% Anteil haben.

Erreichbar ist die oben genannte Zielgröße für die Phosphatkonzentration in der Talsperre nur, wenn durch eine Verrohrung und Ableitung des größten Teils der Ortsabwässer aus dem Einzugsgebiet heraus und eine zusätzliche Senkung des Phosphatanteils aus der Landwirtschaft der bisherige Phosphateintrag in dieses Gewässer um mindestens 70% vermindert wird.

Die von den Landwirtschaftsflächen ins Talsperrensystem eingetragene Phosphatmenge würde drastisch ansteigen, wenn sich der Ackeranteil gegenüber Grünland erhöht, oder auch nur Ackerflächen näher an die Vorfluter heranrücken. Grünland gebührt nach der forstwirtschaftlichen Nutzung unbedingt der Vorrang im Talsperreneinzugsgebiet und alles, was eine Bodenerosion fördert, ist als zusätzlicher Phosphorlieferant eine Gefahrenquelle für die Wasserbeschaffenheit in der Talsperre und für die Trinkwasserqualität.

Seit dem Jahr 1990 deutet sich bei der Phosphorbelastung der Talsperre eine abnehmende Tendenz an, sicher als Folge der Regression verschiedener Nutzungsarten und des geringeren Waschmittel-Phosphatanfalls. Die oben umrissene Zielstellung für eine phosphorsenkende Sanierung wird dadurch mit größeren Chancen erreichbar.

7. Exkursionspunkt 4: Elbingerode - Profil - Nr. A 2837

7.1 Kalksteinabbau im Raum Elbingerode (H. Wand)

Im Elbingeröder Kalksteinkomplex lagern devonische Massenkalksteine in einer Mächtigkeit zwischen 200 m - 400 m. Die Entstehung der Kalksteinlager reicht 360 Mio Jahre zurück. Die Harz-Kalk GmbH baut den Kalkstein in Tagebauen ab. Die Weiterverarbeitung erfolgt in den Kalkwerken Rübeland, Hornberg und Kaltes Tal.

Der devonische Kalkstein hat einen CaCO₃-Gehalt von 97-99 %. Unter einer ca. 2 m mächtigen Abraumdecke ist der Kalkstein verkarstet. Die Verkarstung kann örtlich mehr als 15 m tief reichen. Abraum, verkarstete Bereiche und verunreinigter Kalkstein werden gesondert gewonnen, gelagert und anderweitig verwendet oder verhaldet. Die Kalksteingewinnung in beiden Tagebauen erfolgt zweistöckig mit Wandhöhen von 30 m bei einer Wandneigung von 60-70°. Der Kalkstein wird durch Sprengungen gelöst. Mittels Gesteinsbohrmaschinen werden Bohrlöcher zum Absprengen des Kalksteins hergestellt. Bei einem Lochabstand von 3,0 - 3,5 m und einer Vorgabe von 5,5 m können pro Bohrloch ca. 1500 t Haufwerk hereingewonnen werden. Fahrbare Brechanlagen zerkleinern das Haufwerk bis Korngrößen < 300 mm. Der Transport des gebrochenen Kalksteins erfolgt im Tagebau Elbingerode mittels Gurtförderer bis zu den Verarbeitungsanlagen. Zum Kalkwerk Hornberg und im Tagebau Mühlental-Nord übernehmen Schwerlast-Kraftwagen den Transport.

7.2 Profil A 2837 (M. Altermann)

Im Rahmen der Kalksteinerkundung wurde das Gebiet im Raum Elbingerode intensiv lagerstätten-geologisch, quartärgeologisch und bodenkundlich untersucht. Die quartärgeologischen und bodenkundlichen Ergebnisse sind von ALTERMANN & RABITZSCH (1976) dokumentiert. Ein repräsentatives Profil für diesen Exkursionsraum wird vorgeführt. Der Aufbau der Lagen in diesem Teil des Harzes ist in der Abb. 8 schematisch dargestellt. Die Kurzbeschreibung des Profils A 2837 ist in der Tabelle 24 und die Analyseergebnisse sind in der Tabelle 25 wiedergegeben.

Tab. 24: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|-----------------------------------|--|-------------|
| Profil A 2837: Elbingerode | | |
| TK-Nr.: 4230 | R: 44 17230 | H: 57 36280 |
| Höhe ü. NN: 510 m | Reliefformtyp: KH | Neigung: N1 |
| Bodenschätzung: LIIc3 | Profilaufnahme: M. Altermann | |
| Geologie: I | Hauptlage: Löß | |
| | II Mittellage?: Löß | |
| | III Basislage: Fließerde (Braunlehm) | |
| | IV Basislage: Kalkstein-Braunlehm-Schutt | |

| Nr | Horizont Tiefe (cm) Symbol | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|----------------------------------|-------------------------|-----|------|---|
| 1 | 30 Ap | 10YR4/3 | h 3 | c 0 | Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 2 | 50 Al-Bv | 10YR5/6 - 10YR4/4 | h 1 | c 0 | helle, gebleichte Keile (Ael); Subpolyedergefüge; Wurm- und Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Ut3, fGr1 (mittel toniger Schluff, sehr schwach feingrusig) |
| 3 | 65 II Bt | 10YR6/4 + 7,5YR4/2-4 | h 1 | c 0 | kleine Eisen-Mangankonkretionen; Tonbeläge; Polyedergefüge; Wurm- und Wurzelröhren; sehr schwach durchwurzelt; Ut4, fGr1 (stark toniger Schluff, sehr schwach feingrusig) |
| 4 | 90 III Bt | 7,5YR4/4 | h 0 | c 0 | Eisen-Manganbeläge, kleine Eisen-Mangankonkretionen; Tonbeläge; Polyedergefüge; Tu3, fGr2, fX1 (mittel schluffiger Ton, schwach feingrusig, sehr schwach steinig) |
| 5 | 150 IVBtv+mcC | 7,5YR4/4 | h 0 | c 0 | Eisen-Manganbeläge; Tonbeläge; Polyedergefüge; Tu4, Gr4, X4 (stark schluffiger Ton, stark grusig, stark steinig); Kalksteine stark angewittert (aufgeraut) |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Braunerde-Parabraunerde (BB-LL);
 Substrattyp: Löß über Schutton (aus Kalkstein): p-ö/p-nt(^k)
 Bodenform: Braunerde-Parabraunerde aus Löß über Schutton (aus Kalkstein); Symbol: BB-LL.p-ö/p-nt(^k)
TGL 24 300: Bodenform: Berglöß über Schutton-Fahlerde: vö/ntF
Standortregionaltyp der MMK: V4c3
FAO: Orthic Luvisol
Soil Taxonomy: Loamy Typic Hapludalf

Tab. 25: Analyseergebnisse

Profil A2837

| Nr. | Hor. | Tiefe | | d _B | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|---------------|-------|------|----------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|------|------|
| | | cm | cm/d | | | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Ap | 0-30 | 35 | 1.27 | 51.5 | 50.3 | 44.5 | 37.1 | 12 | 1.9 | 1.5 | 1.9 | 39.6 | 29.8 | 9.3 | 15.9 |
| 2 | Al-Bv | -50 | >100 | 1.38 | 48.3 | 44.4 | 39.1 | 33.7 | 15.4 | 2 | 1.2 | 1.7 | 41.3 | 31.6 | 8.3 | 13.9 |
| 3 | II Bt | -65 | >100 | 1.52 | 43.5 | 40 | 35.8 | 32.1 | 20.5 | 1.1 | 1.1 | 1.4 | 40.1 | 30.9 | 8.2 | 17.2 |
| 4 | III Bt | -90 | >100 | 1.55 | 43 | 38.5 | 35.6 | 33.7 | 27.4 | 1.6 | 1.4 | 1.5 | 25.1 | 24.3 | 8.6 | 37.5 |
| 5 | IV Btv +mC | -150 | | | | | | | | 2.5 | 1.8 | 2.1 | 29.3 | 26.0 | 12.0 | 26.3 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-ausb. Kationen | | | | | | KAK | | BS _{eff} |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------------|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % | |
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | 4.7 | 5.3 | 0.0 | 2.3 | 0.1 | 12.0 | 4.2 | 8.2 | 0.5 | 2.3 | 3.9 | 0.2 | 0.2 | 0.0 | 0.2 | 0.9 | 16.3 | 5.5 | 77 |
| 2 | 4.8 | 5.6 | 0.0 | 0.4 | 0.0 | 9.1 | 3.3 | 5.0 | 0.6 | 1.9 | 2.4 | 0.3 | 0.1 | 0.0 | 0.2 | 0.6 | 9.4 | 3.6 | 78 |
| 3 | 4.9 | 5.7 | 0.0 | 0.3 | 0.0 | 8.7 | 2.6 | 5.8 | 0.4 | 1.7 | 3.8 | 0.5 | 0.2 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 11.3 | 5.1 | 89 |
| 4 | 5.2 | 5.8 | 0.0 | | | | 3.0 | 9.8 | 0.3 | 2.5 | 13.1 | 0.9 | 0.4 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 22.7 | 14.9 | 98 |
| 5 | 7.0 | 7.6 | 0.0 | | | | 2.9 | 11.7 | 0.2 | 1.9 | 23.4 | 0.4 | 0.4 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 23.1 | 24.2 | 100 |

| Nr. | Illit | Verm. | Smectit | Kaolinit ₁₎ | prim. Chl. | sek. Chl. | Quarz ₁₎ | Feldspat ₁₎ | Röntgenreflexintensitätsstufen: |
|-----|-------|-------|---------|------------------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | |
| 1 | ++ | +++ | - | 7 | + | ++ | 9 | 4 | + schwach |
| 2 | ++ | +++ | - | 9 | + | ++++ | 12 | 4 | ++ mittel |
| 3 | +++ | ++ | - | 7 | ++ | +++ | 7 | 4 | +++ stark |
| 4 | ++ | +++ | - | 7 | + | + | 5 | 2 | ++++ sehr stark |
| 5 | ++ | +++ | ++ | 9 | - | - | 6 | 4 | |

¹⁾Zahlenangaben in g/100g Fraktion

Interpretation:

Die tropischen und subtropischen Klimaverhältnisse im Tertiär bedingten eine intensive chemische Verwitterung. Dies führte im Kalkstein zu Karsterscheinungen (Höhlen, Dolinen, flache und tieferreichende Karstspalten). Es bildete sich Kalksteinbraunlehm, der umgelagert als Braunlehm vorliegt. In diesem dürfte der aus der Lösungsverwitterung des Kalksteins stammende Kalksteinbraunlehm-Anteil nur geringfügig erhalten sein, der aber auf das Sediment stark prägend gewirkt hat (Färbung). Die tertiären Verwitterungsdecken wurden von der Hochfläche bis auf geringfügige Teile abgetragen, und sie sind heute in Karstspalten und Dolinen erhalten. Durch Frostwechselprozesse und Solifluktion wurde aufgelockerter Kalkstein und Braunlehm vermischt und mehr oder weniger verlagert. Die Kalksteinbrocken zeigen intensive Lösungserscheinungen. Diese Kalkstein-Braunlehm-Schutte zeigen nach dem Schwermineralspektrum Fremdanteile an (Granat, Epidot, Hornblende). Die hohen Braunlehmanteile können nicht allein als Verwitterungsrückstand des Kalksteins erklärt werden. Der Fremdanteil in der Feinerde des Kalkstein-Braunlehm-Schutts wird auf eine Lößakkumulation zurückgeführt. Aber auch der Einfluß älteren Braunlehms in der Kalkstein-Braunlehm-Schuttedecke ist

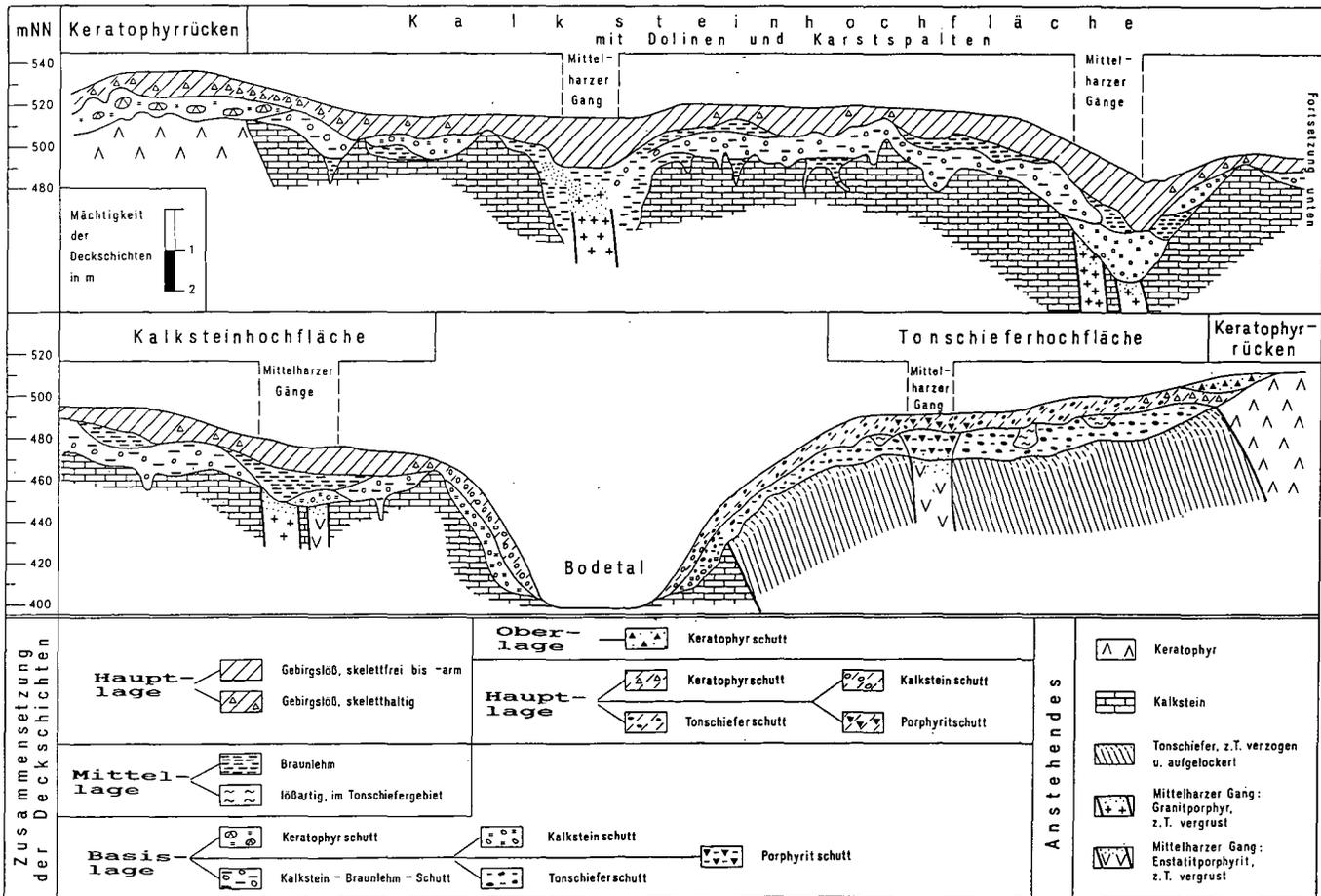


Abb. 8: Ausbildung und Verbreitung der Lockergesteinsdecken/Lagen im Gebiet des Elbingeröder Komplexes

am Schwermineralspektrum und durch den hohen Tonanteil nachweisbar. Der Kalkstein-Braunlehm-Schutt wurde nach einer Erosionsphase von einer Braunlehmdecke überlagert. Dieser Braunlehm besteht wahrscheinlich im wesentlichen aus sortierten Umlagerungsprodukten des Kalkstein-Braunlehm-Schutts. Außerdem sind erneut eingewehte Lößsedimente nicht auszuschließen, die durch Bodenbildung überprägt sein können und mit Braunlehm durchmischt wurden. Auf der Kalksteinhochfläche wurde mit der (wahrscheinlich mehrphasigen) Lößsedimentation das durch Abtragungsvorgänge geschaffene Relief nivelliert und mit einer zusammenhängenden Decke aus Löß überzogen. In die mächtigen Lößdecken wurde kein Skelett eingearbeitet, da Braunlehm und Kalkstein-Braunlehm-Schutt auf Grund ihrer Zusammensetzung und Konsistenz als Skelettliefersubstrate weitgehend ausfielen. Das ist offenbar die Ursache für die großflächige Verbreitung überwiegend reiner Lössen in diesem Teil des Harzes.

8. Exkursionspunkt 5: Ilsenburg Profil - Nr. A 3045

8.1 Naturschutz, Nationalpark, Naturpark Harz (U. Wegener)

Die reiche Naturlausstattung des Harzes, die in einem ursächlichen Zusammenhang zum Reichtum an Standorts- und Bodenformen steht, führte dazu, bereits sehr frühzeitig Singularitäten in der Landschaft als Naturdenkmale bzw. Naturschutzgebiete auszuweisen. Dazu gehören u.a. die NSG Questenberg (1927), Teufelsmauer (1935), Bodetal (1937) und Oberharz (1937). Ein Netz von Naturschutzgebieten insbesondere Waldschutzgebieten wurde in den Jahren 1959-1961 aufgebaut. In dieser Zeit entstanden im Ostharz 25 Schutzgebiete mit den ersten 4 Totalreservaten.

In den folgenden Jahren stand stärker der Schutz von Bergwiesen, Heideflächen und Mooren im Vordergrund. Einen wesentlichen qualitativen und quantitativen Sprung in der Sicherung von Schutzgebieten gab es in den Jahren 1990/91. Der Nationalpark Hochharz entstand im Rahmen des Nationalparkprogramms, neue Naturschutzgebiete wurden im ehemaligen Grenzgebiet gesichert, das NSG Bodetal wesentlich erweitert und die Unterschutzstellung des Selketals vorbereitet.

Mit dem Nationalpark Hochharz werden die Hoch- und Kammlagen im Granitgebiet des Harzes perspektivisch der natürlichen Dynamik überlassen (Kernzone zur Zeit 1300 ha). Grenzübergreifend umfaßt der Nationalpark eine Fläche von knapp 22 000 ha.

Der Naturpark Harz befindet sich in Sachsen-Anhalt und Thüringen noch in der Vorbereitung. Mit seiner Begründung sollen sowohl Ziele des Naturschutzes, der Landschaftspflege sowie touristische und wirtschaftliche Ziele verwirklicht werden. Durch die Förderung naturnaher Wirtschaftsmethoden und der Darstellung des kulturellen Erbes soll ein umwelt- und sozialverträglicher Fremdenverkehr gefördert werden. Der Naturpark weist eine Zonierung entsprechend der Vorzugsnutzungen Naturschutz, umweltfreundliche Landnutzung, Gewerbe und Sanierungsgebiete aus. Eine Koordinierungsstelle wird die unterschiedlichen Interessen der Naturnutzer, Verkehr, Gewerbe und Tourismus aufeinander abstimmen.

Bedingt durch die Änderungen in der Bodennutzung änderte sich auch die Strategie des Naturschutzes im Harz:

- der Anteil naturschutzrelevanter Flächen wird auf 20 % der Harzfläche ansteigen, davon sind etwa 3 % der natürlichen Dynamik zu überlassen,
- ein Netz von Naturwaldreservaten könnte im Harz eine Fläche von etwa 1500 ha einnehmen,
- die Forstwirtschaft bekennt sich zu einem Naturschutz auf der gesamten Fläche,
- im landwirtschaftlichen Bereich werden vor allem die Bergwiesen und Hutungen durch private Nutzer und den Landschaftspflegeverband Harz geschützt, auch wenn es an einem bodenschonenden Nutzungskonzept mit weitgehend geschlossenen Kreisläufen noch fehlt.

Die durch Kalkstein-, Gips- und Schwefelkiesabbau devastierten Landschaften im Harz bedürfen einer nachhaltigen Rekultivierung und Renaturierung. Ziel des Arten- und Biotopschutzes ist es, durch die Verbindung von nachhaltigen Bewirtschaftungsstrategien, natürlicher Dynamik und Artenschutzprogrammen eine Trendwende beim Verlust an Arten und schützenswerten Lebensräumen zu erreichen. Dieses bodenschonende Nutzungskonzept müßte u.a. vorsehen:

- die langfristige Umwandlung der monotonen Fichtenbestockungen in den unteren und mittleren Lagen des Harzes in artenreichere Laubwälder,
- die Aufforstung bisher ackerbaulich genutzter Steilhänge,
- die Erhöhung des Viehbestandes zur Verwertung des wirtschaftseigenen Futters der Bergwiesen; Schaffung privilegierter landwirtschaftlicher Versorgungssysteme zur Sicherung einer hochwertigen regionalen Nahrungsgüterversorgung und Schließung der Stoffkreisläufe,
- staatliche Förderung der extensiven landwirtschaftlichen Grünlandnutzung,
- aufwandarme Pflege nicht mehr bewirtschafteter Flächen nach Grundsätzen des Artenschutzes.

8.2 Forstnutzung, Waldentwicklung, Waldschäden im Oberharz - am Beispiel des Forstamtes Ilsenburg (F. Specht)

Standortkundliche Grundlagen:

Der Betriebsbereich des Staatl. Forstamtes Ilsenburg liegt im Landkreis Wernigerode im Land Sachsen-Anhalt und umfaßt eine Fläche von ca. 4900 ha. Das Forstamt liegt in seiner gesamten Ausdehnung auf der Rumpfscholle des Harzes. Es ist ein typisches Mittelgebirgsforstamt und erstreckt sich in Höhenlagen zwischen 220 und 800 m über NN. Es ist gekennzeichnet durch die steile Nordrandhanglage, die durch tiefe Einschnitte wie Eckertal, Ilsetal und Gehrental unterbrochen werden. In Höhenlagen zwischen 500 und 600 m findet man größere Plateauflächen. Vom Molkenhausstern in Richtung Brocken zieht sich der Granitsockel des Harzes. Die Entwässerung des Bereiches erfolgt durch die Ilse, Ecker und Holtemme. Die an einem Betriebsbereich angrenzende Eckertalsperre dient als Schutzsperre und zur Trinkwasserversorgung.

Die Bodenart, der Nährstoffhaushalt und auch das Basensättigungsverhältnis eines Bodens sind weitestgehend vom Charakter des Grundsteins abhängig. Im Forstamt Ilsenburg sind folgende Grundsteine vorhanden: Gabbro im Bereich der Ecker; Eckergneis im Bereich des Revieres Eckerkrug; Diorite, Granit, Quarzit und Zechstein unterhalb des Meineckenberges; weiterhin Kalkschiefer, Tonschiefer und Kulmgrauwacke.

50 % der Böden im Bereich des Forstamtes Ilsenburg sind beeinflusst vom Grundgestein Granit. Bei den vernässungsfreien Böden dominieren vor allem Rohböden, Ranker, Braunerden und Podsole. Die Rohböden sind auf den stark mit Blöcken überrollten Standorten der Hoch- und Kammlagen verbreitet. Charakteristisch sind feinerdefreie, zum Teil mehrere Meter hohe Blockpackungen, die nur von einer lockeren Humusdecke überzogen werden. Die Ranker kommen als Braunerde-Ranker und als Podsol-Ranker auf exponiert gelegenen Quarzit- und Kulm-Grauwackenstandorten vor. Flächenmäßig haben sie nur geringe Bedeutung.

Am weitesten verbreitet sind die Braunerden, die als unreife, typische, podsolige und Pseudogley-Braunerden auftreten. Die natürlich und künstlich durch den Anbau von Fichtenreinbeständen, unter denen sich Rohhumus bildet, forcierte Oberbodenversauerung bedingt, daß Podsolierungserscheinungen weit verbreitet sind. Die Bodenart der Braunerden entspricht meist einem schwach bis stärker skeletthaltigen Staublehm (Lehmschluff). Auf Granit sind die Braunerden vielfach mit Blocküberrollungen vorzufinden. Die Podsole sind als Braunerde-Podsole und als Primär-Podsole verbreitet. Die Primär-Podsole sind hauptsächlich in den Kammlagen auf Granit vorzufinden, aber auch auf Acker-Bruchberg-Quarzit und auf Kieselschiefer kommen sie vor. Gegenüber den Braunerden-Podsolen haben sie flächenmäßig und wirtschaftlich geringe Bedeutung. Die Braunerde-Podsole nehmen

Flächen in den Hochlagen auf Granit ein. Auf Kieselschiefer sind sie auch in tieferen Lagen des nördlichen Harzes anzutreffen.

Die typischen Pseudogleye nehmen die Randalagen der stark vernäßten Plateaumulden sowie Übergänge und Ränder in den Naßflächen der Hochlagen ein. Typische Pseudogleye treten auch auf Hängen als sogenannte Hangpseudogleye auf. Stagogleye sind innerhalb der vernäßten Böden des Inspektionsbereiches Oberharz am weitesten verbreitet. Die Stagogleye unseres Gebietes sind größtenteils ganzjährig naß bis feucht. Hochmoore kommen großflächig in den Kammlagen vor, vereinzelt auch in den Hochlagen.

Waldentwicklung, Forstnutzung:

Die pollenanalytischen Auswertungen von Hochmoorproben gestatten einen Rückblick in die Waldentwicklung. Besonders hervorzuheben ist, daß zwischen dem Mesolithikum und dem Neolithikum die Fichte zunehmenden Anteil gewinnt und die Hasel- wie auch die Eichenmischwälder in dieser Wärmezeit noch 300-500 m über ihrer heutigen klimatischen Höhengrenze standen. In der späteren Buchenzeit, also zu Beginn unseres Jahrtausends beherrschte die Buche noch bis ca. 1000 m Höhe die Harzwälder mit durchschnittlich 75 %. Die in der Folgezeit starke Ausbreitung der Fichte in Verbindung mit ausgedehnten Bergbauunternehmungen des früheren Mittelalters, wie auch die künstliche Fichtenverjüngung seit dem 17. Jahrh. drängten die Laubhölzer im allgemeinen und die Buchen im besonderen weit zurück.

Dem Klima ist innerhalb der letzten 400 Jahre keine Wirkung mehr auf Wechsel von Holzarten bzw. Waldgesellschaften nachzuweisen. So dürften seither die natürlichen Waldgesellschaften noch der heutigen Ökologie entsprechen und die Wechsel im Waldgefüge seit dem 16. Jahrh. nur noch menschlichen Einwirkungen zuzuschreiben sein. War es im 17. Jahrh. die Fichte, so erhielt Mitte des 18. Jahrh. die Birkenkultur bzw. Birken-Fichten-Mischkultur den Vorrang. Die von ZANTHIER angestrebte Umwandlung der Fichtenbestände in Laubholz (Hartkohlen zur Verhüttung) hatte nicht den gewünschten Erfolg. Erste Kulturen von Lärche, Weißtanne und Weymouthskiefer wurden im 18. Jahrh. versucht, und 1878 erfolgte ein erster Anbau mit Douglasie.

Im 19. und 20. Jahrh. gewann die Begründung reiner Fichtenbestände den Vorrang, die unter verschiedenen Kalamitäten litten. Die Fichte, auch als Brotbaum des Harzes bezeichnet, wurde bis etwa 1880/90 im 80jährigen Umtrieb und danach im 100jährigen Umtrieb bewirtschaftet, lediglich in den Hochlagen betrug das Umtriebsalter 110 Jahre und mehr.

Bei der Erhebung wurden für das gesamte Gebiet des FoA Ilsenburg durchschnittlich Vorräte von 251 Vfm/ha ermittelt. Auch schon zu fürstlichen Zeiten wurden ca. 5-6 fm/ha im Jahr genutzt. In der Oberförsterei Ilsenburg wurden bis zur Wende, im Jahr 1989 auf einer Fläche von 7900 ha, jährlich ca. 20-22 000 fm Holz eingeschlagen. Der sehr hohe Anteil junger und mittelalter Bestände und dessen Pflege wird in den nächsten Jahren die Hauptaufgabe der forstlichen Produktion darstellen.

Holzartenstruktur im Staatlichen Forstamt Ilsenburg

| Holzart | Flächenanteile in % |
|------------|---------------------|
| Ki/Lä | 4,9 |
| Fi | 71,9 |
| Sonst. Ndh | 0,5 |
| Ei | 3,3 |
| Bu | 16,5 |
| Sonst. Lbh | 2,9 |
| Summe | 4730,48 ha 100 |

Bis 1989 war die Bewirtschaftung durch eine sehr hohe Nutzungsaufgabe geprägt. Danach soll nun eine Waldpflege betrieben werden, die auf naturnahe Weise den vielfältigen Aufgaben des Waldes gerecht wird. Hierbei kann sich die Forstwirtschaft auf eine vollständig erkundete und in Standortskarten dokumentierte Naturraumerfassung der Waldflächen stützen. Das Ziel der Bewirtschaftung im FoA Ilsenburg sind widerstandsfähige, standortsangepaßte, vorrats- und artenreiche Wälder mit hohem ökologischen und wirtschaftlichen Wert. Deshalb versuchen wir, den momentanen Anteil von fast 72 % der Fläche mit der Baumart Fichte auf ca. 55 % zu senken und den Anteil der Buche von 16,5 % auf 31 % zu erhöhen. Dies soll vor allem nicht durch Kahlschläge, sondern durch Naturverjüngung und Erhöhung des Mischwaldanteils erreicht werden.

Unser Produktionsziel muß es sein, wertvolles Starkholz zu erzeugen. Die gesamte Nutzung des Waldes und deren Pflege muß die Interessen des Naturschutzes, der Landschaftspflege und der erholungssuchenden Bevölkerung angemessen berücksichtigen. Diese vorgegebenen Ziele sind mit möglichst geringstem Aufwand zu erfüllen. Dabei sind alle Bemühungen um eine funktionsgerechte Waldbewirtschaftung auf eine wirtschaftliche Weise zu verwirklichen.

Waldschäden

An Waldschäden traten im Mittelalter die häufigen Brände als verheerendste Ursache auf, während fast seit 200 Jahren die Schäden durch Wind und Borkenkäfer in den Vordergrund traten. Beständige Schäden erlitten die jungen Bestände von seiten des Wildes (Rotwild), das hauptsächlich durch Schälen an Fichten ganze Bestände für die einsetzende Rotfäule und Bruchgefahr "reif" machte. Bemerkenswert ist dabei, daß diese Wildschäden obere und höchste Lagen kaum oder gar nicht betreffen, da das Wild dort nur in der schneefreien Zeit hinkommt. So sind im Revier Schierke nur mäßiger Wildbestand, der sich im Spätherbst in die Vorberge verzieht und erst im späten Frühjahr wiederkehrt. Dafür treten - klimatisch bedingt - dort die Schneebruchschäden als zu berücksichtigender Faktor in stärkerem Maße auf. Die Fichtenkulturen erforderten oft dem Rüsselkäfer entsprechende Vorbeugungs- und Bekämpfungsmaßnahmen, so daß in den letzten Jahrzehnten 3-4-jährige Schlagruhe nicht immer zu umgehen war. Über die wesentlichen Kalamitäten gibt die folgende, kurz gefaßte Übersicht Aufschluß:

- 1473 Großer Harzwaldbrand "über viele Meilen", der Brocken wurde vermutlich nicht berührt
- 16. Jahrh. Häufig Waldbrände durch Unvorsichtigkeit bei der Köhlerei
- 1590 Großer Harzwaldbrand, der diesmal auch das Brockengebiet mit erfaßte:
- 1592 Waldbrand südöstlich und östlich vom Brocken bis Brockenstieg
- 1785 Nach örtlich begrenzter "Wurmtröcknis" der Vorjahre erreicht die Borkenkäferkalamität ihren Höhepunkt
- 1800 Großer Windbruch (solcher in Schierke meist durch SW-Winde, in Hasserode von OW)
- 1837 Starker Schneebruch
- 1868 u. später Verheerungen durch Windbruch
- 1904 Große Windbrüche bei Schierke und Wirbelsturm im Ahrensklint
- 1945 Starker Windbruch durch eine Windhose aus SO (im ehemaligen Stadtforst ca. 20 000 fm)
- 1947-51 Borkenkäferkalamität in Wietfeld, Barenberg und Elend
- 1952 Windwurf von ca. 50 000 fm (aus SW)
- 1955 Windwurf von ca. 86 000 fm

Als vom Menschen leicht beeinflussbare Zustandseigenschaften sind die Veränderungen des Bodenzustandes anzusehen, die durch die Humusform und den Einfluß von immissionsbedingten Fremdstoffen zum Ausdruck kommen. Die Humusform ist ein Weiser für den Oberbodenzustand. Bei abgewandelter Vegetation, besonders in Fichtenreinbeständen verändert sich der Humus. Meist kommt es zu Rohhumusaufgaben. Damit sind Unterbrechungen des Nährstoffkreislaufes, Oberbodenversauerungen und Nährstoffauswaschungen verbunden. Im Harz konnten im allgemeinen keine größeren Degenerationen flächig festgestellt werden, so daß auch keine Zustandskartierung über die Humus-

form erfolgte. Der immissionsbedingte Fremdstoffeintrag hat sich im Harz in der letzten Zeit stärker bemerkbar gemacht und muß zunehmend als besonderer Standortfaktor als Immissionsform bzw. Immissionstyp berücksichtigt werden.

Nach vorläufiger vorsichtiger Einschätzung, muß im Harz mit den drei Immissionstypen Stickstoffzontyp und Schwefeldioxydtyp gerechnet werden. Insgesamt ist der Harz, abgesehen vom Hochharz, im standorts- und gesundheitszuständigem Vergleich zu den anderen neuen Bundesländern als relativ gut einzuschätzen. So kann man sagen, daß bei der Fichte um die 45 % der Bestände keine sichtbaren Schäden aufweisen. Bei der Buche sind es immerhin 42 % der Bestände. Leichte Schäden treten erhöht bei der Buche auf, bei der Fichte 1/5 der Fläche, wobei das vorige Jahr vor allem mit seinen Trockenperioden im Sommer eine Erhöhung der neuartigen Waldschäden, vor allem bei den Fichten hervorgerufen hat. Die Verteilung der Schädigungsgradstufen wurden auch schon in den Jahren 1985/86/87 festgestellt. In Auswertung der ÖWK (Ökologische Waldzustandskontrolle) wurde entsprechend den Rasterflächen in den Jahren 1987/88/89 das gesamte FA Ilsenburg mit Magnesiumligninsulfat als Flüssigblattdünger gedüngt. Nur durch waldbauliche Maßnahmen ist einer Schädigung des Waldes nicht beizukommen. So wurden im Jahr 1994 im FA Ilsenburg ca. 30 ha Voranbau betrieben, vor allem mit der Baumart Buche, des weiteren ca. 13 ha Kulturpflege, 37 ha Jungwuchspflege und 25 ha Dickungspflege. Hierbei muß gesagt werden, daß die Jungwuchspflege und Dickungspflege erhöht werden muß, da es im Bereich des FA Ilsenburg eine erhöhte Anzahl von ungepflegten Beständen gibt.

Durch den hohen Wildbesatz, der in den letzten Jahren reduziert werden konnte, benötigen wir trotzdem für die Neubegründung von Laubholzkulturen im gesamten FA Bereich ca. 10 km/lfm Zaun. Durch eine konsequente Jagddurchführung ist es möglich, Waldbau ohne Zaun zu betreiben.

Unser Ziel muß es sein, mit den geringsten Haushaltsmitteln ökologischen Waldbau zu betreiben, die Fichtenreinbestände umzuwandeln in Mischbestände, eine standortgerechte Baumartenauswahl zu treffen und den Erholungsschutz, Nutz- und vor allem den Naturschutzwert dieses einmaligen Stückes Erde im Land Sachsen-Anhalt zu erhalten und auch den kommenden Generationen in einem stabilen Zustand zu übergeben.

8.3 Profil A 3045

Das Profil liegt im Quarzit-Verbreitungsgebiet des Acker-Bruchberg-Zuges. Das Quarzitgebiet des Halberstädter Berges bei Drübeck wurde vor Jahrzehnten geologisch, quartärgeologisch und bodenkundlich intensiv untersucht (ALTERMANN & RUSKE 1970). Da dieses Gebiet für eine Bus-Exkursion nicht zugänglich ist, wurde im Gebiet des Forstamtes Ilsenburg ein Quarzitstandort ausgewählt, der den genauer untersuchten Standorten im wesentlichen gleichartig ist.

Die Kurzbeschreibung des Profils ist in der Tabelle 26, die Analysenparameter sind in der Tabelle 27 dokumentiert.

Interpretation:

Im Profil ist an der Oberfläche die Oberlage aufgeschlossen, die als grober oder feiner Schutt in unterschiedlich mächtig entwickelt sein kann. Die Oberlage ist in großer Mächtigkeit unterhalb von Klippen auf Steil- und Flachhängen verbreitet. Die Feinerde der Hauptlage hat lößartige Zusammensetzung, und sie ist im Mittel einer Vielzahl von Analysen deutlich sandärmer, sowie ton- und grobschluffreicher als die Feinerde der anderen Lagen. Die Feinerde der Hauptlage enthält einen beträchtlichen, mit der Mächtigkeit zunehmenden Anteil an Epidot, der im Quarzit nur untergeordnet vorkommt. In der Hauptlage sinkt mit zunehmender Mächtigkeit der Skelettanteil. In Hangpositionen kann sie ausfallen. Reste der Mittellage wurden lokal in Taschen innerhalb der Basislage gefunden. Die Basislage läßt enge Beziehungen zum anstehenden Quarzit erkennen.

Im Quarzitgebiet sind Podsole verbreitet. Dabei handelt es sich meistens um Eisenpodsole und Eisenhumuspodsole. Der Bhs- bzw. Bs-Horizont beginnt dabei immer an der Obergrenze der Hauptlage, die Oberlage wird völlig durch des Ahe-Horizont eingenommen.

Der Fichtenbestand am Exkursionsprofil hat ein Alter von 111 Jahren und eine Bonität von 4,3!

Tab. 26: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|------------------|--|
| Profil A 3045: Ilsenburg | | |
| TK-Nr.: 4129 | R: 44 07500 | H: 57 47890 |
| Höhe ü. NN: 500 m | Reliefformtyp: H | Neigung: N 5-6.1 |
| Forstliche Standortskartierung: Kl.Q6h: Klappenberg-Quarzit-Podsol | | |
| Profilaufnahme: M. Altermann | | |
| Geologie: I | Oberlage: | Schutt (Quarzitschutt) |
| | II Hauptlage: | Lößschutt |
| | III Basislage: | Schutt (Quarzitschutt) |
| | IV Anstehendes: | Quarzit (Unterkarbon), vergrust (Kontaktbereich) |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------|----------|----------|-----|------|---|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | +8 | L | 7,5YR2/3 | h 7 | c 0 | |
| 2 | +5 | Of+Oh | 5YR1.7/1 | h 7 | c 0 | Wurzelreste; stark durchwurzelt |
| 3 | 25 | Ahe | 5YR4/2 | h 4 | c 0 | Einzelkorngefüge; mittel durchwurzelt; Uls,gGr5,fX3 (sandig-lehmiger Schluff, sehr stark grobgrusig, mittel steinig) |
| 4 | 35 | II Bhs | 5YR3/4 | h 4 | c 0 | Kittgefüge; Wurzelröhren; mittel durchwurzelt; Lu,gGr4,fX3 (schluffiger Lehm, stark grobgrusig, mittel steinig) |
| 5 | 55 | Bsv | 7,5YR5/6 | h 3 | c 0 | Subpolyedergefüge; Wurzelröhren; mittel durchwurzelt; Uls,gGr4,fX3 (sandig-lehmiger Schluff, stark grobgrusig, mittel steinig); Kryoturbationen |
| 6 | 125 | III ilCv | 10YR5/6 | h 0 | c 0 | Kohärentgefüge; sehr schwach durchwurzelt; Sl3,gGr5,fX4 (mittel lehmiger Sand, sehr stark grobgrusig, stark steinig); Kryoturbationen |
| 7 | 160 | IV imCv | | h 0 | c 0 | Quarzit, vergrust; Anstehendes |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Eisenpodsol (PPe)
Substrattyp: Schluffschutt über Schutt (aus Quarzit): p-un/p-n(*Q)
Bodenform: Eisenpodsol aus Schluffschutt über Schutt (aus Quarzit)
 Symbol: PPe.p-un/p-n(*Q)
TGL 24 300: Bodenform: Schutt-Podsol: nD
FAO: Ferric Podzol
Soil Taxonomy: Typic Haplorthod

Tab. 27: Analysenergebnisse

Profil A3045

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | d ₈ | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | | |
|-----|----------|-------|------|-------------------|-----|----------------------|-----|-----|-----|-----------------------------------|------|------|-----|------|------|-----|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 1 | Of+Oh | 5-0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ahe | 0-25 | | | | | | | | | 19,0 | 8,7 | 9,1 | 26,9 | 21,0 | 5,5 | 9,7 |
| 3 | II Bhs | -35 | | | | | | | | | 15,8 | 6,9 | 6,6 | 25,6 | 18,9 | 6,4 | 19,7 |
| 4 | Bsv | -55 | | | | | | | | | 16,3 | 8,7 | 6,9 | 27,8 | 19,0 | 6,0 | 15,4 |
| 5 | III ilCv | -125 | | | | | | | | | 41,5 | 12,7 | 5,9 | 13,8 | 12,0 | 4,1 | 10,0 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | C py | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe py | Fe | Al o | Mn o | C py | NH ₄ Cl-austb. Kationen | | | | | KAK | BS _{eff} | | |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|------|-----|------|------|------|-------|-----|------|------|-------|------------------------------------|-----|-----|------|-------|---------------|-------------------|---|--|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | % | | g/kg | | | o/d | g/kg | | Fe py | Ca | Mg | K | Na | H+Al | cmol/kg Boden | eff | % | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | | |
| 1 | 3,1 | | | 47,2 | 2,6 | 1,7 | 28,1 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 2,8 | | 0,0 | 4,3 | 0,8 | 0,0 | 35,8 | 0,8 | 7,2 | 1,0 | 0,1 | 0,9 | | 7,8 | 8,4 | 3,6 | 1,7 | <1,7 | 73,3 | 87,1 | 16 | | |
| 3 | 3,3 | | 0,0 | 2,8 | 1,1 | 0,1 | 31,1 | 8,1 | 16,4 | 5,7 | 0,5 | 2,7 | | 1,9 | 2,6 | 1,7 | 1,3 | <1,7 | 138,5 | 145,8 | 5 | | |
| 4 | 4,0 | | 0,0 | 2,3 | 0,8 | 0,1 | 46,0 | 3,0 | 10,1 | 1,4 | 0,3 | 3,9 | | 5,8 | 1,6 | 0,7 | 1,1 | <1,7 | 57,4 | 62,5 | 8 | | |
| 5 | 4,0 | | 0,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 10,0 | 1,2 | 8,5 | 0,4 | 0,1 | 1,5 | | 2,5 | 1,5 | 0,8 | 2,7 | <1,7 | 43,9 | 50,6 | 13 | | |

9. Exkursionspunkt 6: Besichtigung des Klosters Michaelstein (bei Blankenburg/Harz) - mit Abendessen

10. Zusammenfassende Bemerkungen zu den Analysenergebnissen

10.1 Ergebnisse tonmineralogischer Untersuchungen in den Böden des Harzes (Dultz, S.)

Die im östlichen Harz untersuchten Profile weisen als Ausgangsgesteine Tonschiefer und Kalkstein mit einer Beimengung von Löß in unterschiedlicher Höhe auf. Die mineralogische Zusammensetzung der Tonfraktionen dieser Profile ist durch den geologischen Schichtwechsel deutlich geprägt. Gemeinsames pedogenes Merkmal der Profile ist sekundärer Chlorit, der in hohen Anteilen in den oberen Horizonten vertreten ist. Bei den Standorten Hasselfelde und Elbingerode, die derzeit als Wiese genutzt werden, weist sekundärer Chlorit darauf hin, daß diese Horizonte früher, z.B. durch den Einfluß von Waldvegetation, stark versauert waren.

Beim Profil Hasselfelde (A 1880) sind Illit und Vermiculit die vorherrschenden Bestandteile in der Tonfraktion. Ähnlich wie Quarz tritt Kaolinit mit zunehmender Profiltiefe im Bereich des Tonschiefers zurück. Primärer Chlorit ist deutlich in allen Horizonten vorhanden und auf den anstehenden Tonschiefer zurückzuführen. Zunehmend mit steigender Profiltiefe tritt eine geregelte 1:1 Wechsellagerung von primärem Chlorit mit Vermiculit auf, was an Beugungsinterferenzen bei 12 Å in den mit K/550°C behandelten Proben zu erkennen ist.

Im Profil Elbingerode (A 2837) ist primärer Chlorit im Gegensatz zu den Lößböden der Querfurter Platte (Exk. E) in allen durch Löß geprägten Horizonten vorhanden. Dies ist vermutlich auf den Ein-

fluß der regional anstehenden Tonschiefer und Diabase zurückzuführen. Quarzmaxima in den oberen Bodenhorizonten lassen eine hohe Intensität der Verwitterung vermuten. Hingegen weisen Kaolinit und Feldspat keine einheitlichen Gradienten im Profil auf. Im untersten Horizont, dem Bereich der Kalksteinverwitterung, sind Smectite nachweisbar.

10.2 Ergebnisse bodenmikrobiologischer Untersuchungen der Profile bei Siptenfelde (Machulla, G.)

Für alle untersuchten Standorte aus dem Exkursionsgebiet Siptenfelde sind niedrige (schwach saure, saure) pH-Werte und eine starke Abnahme der Corg-Gehalte vom Ap-Horizont zu den darunter liegenden charakteristisch. Diese Situation spiegelt sich in der bodenmikrobiellen Aktivität wider. Verglichen mit den Schwarzerden im Halleschen Raum (Exkursion E) zeichnen sich die Parabraunerden, Braunerden und hydromorphen Böden des Harzes durch eine wesentlich geringere mikrobielle Biomasse aus. Besonders niedrig (87 ppm) ist diese in den Parabraunerden, gefolgt von den hydromorphen Böden mit einem Mittelwert von 100 ppm. Die Braunerden weisen die höchste mikrobielle Biomasse auf, die auch in den unteren Horizonten zu finden war. Dagegen ist in den Parabraunerden und hydromorphen Böden ab einer Tiefe von 30 cm keine mikrobielle Biomasse mit der Fumigation-Extraktion-Methode mehr erfassbar.

Die Bodenatmung ist sehr gering und läßt kaum Unterschiede zwischen den Böden feststellen. In ihrer physiologischen Aktivität (DHA) unterscheiden sich die Böden jedoch beträchtlich. Dabei entwickelt sich die enzymatische Aktivität oft nicht konform zur mikrobiellen Biomasse, da sie von einer Vielfalt von Faktoren gleichzeitig beeinflusst wird.

11. Methoden

11.1 Profilbeschreibungen

Dem Exkursionsführer sind aus Platzgründen nur Kurzbeschreibungen der Profile beigegeben. Die darin erfolgten Angaben können sich gegenüber den neu aufzugrabenden Exkursionsprofilen ggf. ändern (z.B. Mächtigkeitenangaben). Den Interessenten werden zur Exkursion die aktuellen Profilbeschreibungen der Exkursionsprofile nach den Formularen der KA 4 übergeben. Die Beschreibung der Bodenprofile erfolgte in Anlehnung an die Kartieranleitung der Geologischen Landesämter (KA4, AG Bodenkunde, 1995). Die Farben wurden im feuchten Zustand nach der Japanischen Farbtafel (Revised Standard Soil Color Charts, 1991) ermittelt. Die Gehaltsstufen für den Humus- und Carbonatanteil entsprechen den KA 4 - Festlegungen: h0 humusfrei, h1: sehr schwach humos, h2: schwach humos, h3: mittel humos, h4: stark humos, h5: sehr stark humos, h6: extrem humos; c0: carbonatfrei; c1 sehr carbonatarm; c2: carbonatarm; c3: carbonathaltig; c3.2: schwach carbonathaltig; c3.3 mittel carbonathaltig; c3.4: stark carbonathaltig; c4: carbonatreich; c5: sehr carbonatreich; c6: extrem carbonatreich.

Die bodensystematischen Angaben erfolgten nach verschiedenen Nomenklaturen: KA 4 (s.o.); TGL 24 300 (Bodenform und Standortregionaltyp der MMK), FAO-Systematik nach den Angaben in den DBG-Mitteilungen (Band 44) vorgenommen; die Einstufung nach Soil Taxonomy übernahm Herr Prof. Wiechmann, Hamburg, überwiegend an Hand der Profilbeschreibungen.

Die Koordinatengaben wurden nach Schrittmaßenmessung der TK 25 entnommen, ebenso die Höhenangaben.

11.2 Labormethoden

Die Angaben beziehen sich auf die Spalten in den Analysentabellen (fett gedruckte horizontale Linien symbolisieren Schichtgrenzen).

- kf** gesättigte Wasserleitfähigkeit [cm/d] mit Haubenpermeameter (350 cm³ Stechzylinder, 3 Parallelen für die vertikale Entnahme)
- d_B** Lagerungsdichte [g/cm³] (100 cm³ Stechzylinder, 5 Parallelen für die vertikale Entnahme)
- GPV** Gesamtporenvolumen [%]
- pF** Wassergehalte [Vol%] bei pF 1, 1.8, 2.5 und 4.2 von 100 cm³ Stechzylinderproben (vertikal entnommen) mittels Unterdruck- und Hochdruckapparat
- Körnung** [%] des kalk- und humusfreien Feinbodens: kombinierte Sieb- und Pipettanalyse; alle Fraktionen gewogen = 100%
 gS 2-0.63mm, mS 0.63-0.2mm, fS 0.2-0.063mm, gU 0.063-0.02mm, mU 0.02-0.0063mm, fU 0.0062-0.002mm, T < 0.002mm. Die Skelettanteile sind in den Profilbeschreibungen angegeben.

Die folgenden Analysen erfolgten an Feinerdeproben:

- pH** -H₂O- potentiometrisch (VDLUFA-Methodenbuch, 1991)
- pH** -0.01 M CaCl₂ - potentiometrisch (DIN 19684, Teil 1)
- Kalk** [%] Carbonat-Gehalt nach Scheibler (DIN 19684, Teil 5)
- Corg** [%] Gesamt-C durch Erhitzen auf 1350 °C (CNS-Element-Analysator), Carbonat-C substriert
- Gips** [%] Auflösung des Bodengipses in Wasser (1:5), Filtration, Fällung mit Aceton und Abtrennung nach Jackson (1958)
- Nt** [%] Gesamt-N durch Erhitzen auf 1350 °C (CNS-Element-Analysator)
- Fe_o, Al_o, Mn_o** [g/kg] NH₄-Oxalatextraktion bei pH 3.8 im Dunkeln (DIN 19684, Teil 6)
- Fe_d** [g/kg] Dithionit-Citrat-Extraktion bei pH 7 (DIN 19684, Teil 7)
- Fe_{epy}, C_{py}** [g/kg] 0.1 M Pyrophosphat-Extraktion (v. ZEZSCHWITZ et al., 1973)
- LF** [ms/cm] spez. elektr. Leitfähigkeit im Sättigungsextrakt (DIN 19684, Teil 11)
- KAK_{pot}** [cmol_c/kg Boden] potentielle KAK nach DIN 19684, Teil 8
- KAK_{eff}** [cmol_c/kg Boden] effektive KAK als Ionenäquivalentsumme der mit 1 M NH₄Cl austauschbaren Kationen (MEIWES et al., 1984)
- austauschb. Kat.** [cmol_c/kg Boden] BaCl₂- oder NH₄Cl-austauschbare und H₂O-lösliche Kationen; bei NH₄Cl-Austausch H-Äquivalente in Anlehnung an MEIWES et al. (1984) berechnet; bei BaCl₂-Austausch H-Wert (H+Al) mittels Laugentitration (DIN 19684, Teil 8) bestimmt.
- BS** [%] Basensättigung bezogen auf KAK_{pot}
- BS_{eff}** [%] Basensättigung bezogen auf KAK_{eff}

Mineralogische Analyse der Tonfraktion: Aus Feinboden Carbonate mit Essigsäure-Ace-tatpuffer (pH 4.0), organische Substanz durch H₂O₂-Behandlung und die Eisenoxide mit Dithionit-Citrat-Bicarbonat entfernt. Die Tonfraktion < 2µm durch Sedimentation nach ATTERBERG gewonnen, gefriergetrocknet.

Zur Unterscheidung der Schichtsilikate mit Hilfe der Röntgenbeugung die Proben mit KCl und MgCl₂ sowie Glycerinlösung vorbehandelt. Bei Zimmertemperatur getrocknete Proben geröntgt, anschließend mit Kalium belegte Proben zwei Stunden auf 550°C erhitzt und ebenfalls geröntgt. In halbquantitativer Auswertung aus den Röntgenbeugungsdiagrammen Illit, Vermiculit, Smectit, primärer und sekundärer Chlorit nach der Intensität der abgebeugten Strahlung vier Röntgenreflexintensitätsstufen (+: schwach, ++: mittel, +++: stark, ++++: sehr stark) zugeordnet. Für einige Proben Illit und illitische Schichten von Wechsellagerungsmineralen aus dem Kaliumgehalt der Proben unter Berücksichtigung des Kaliumgehaltes von Feldspat berechnet. Quarz, Feldspat und Kaolinit wurden IR-Spektroskopie nach FLEHMIG & KURZE (1973) quantifiziert.

12. Literaturauswahl

- ALTERMANN, M. & RUSKE, R. (1970): Beitrag zur Lithologie, Gliederung und Verbreitung des Gebirgsschutts.- *Geologie*, **19**, 8, 895-908
- ALTERMANN, M. & RABITZSCH, K. (1976): Quartäre Deckschichten im Raum Elbingerode - Rübeland (Harz).- *Hercynia N.F.*, Leipzig, **13**, 295-331
- ALTERMANN, M., MAUTSCHKE, J., ERBE, Chr., PRRETZSCHEL, M. (1977): Zur Kennzeichnung der quartären Deckschichten im Unterharz.- *Petermanns Geographische Mitteilungen*, **2**, 95-110
- ALTERMANN, M., RABITZSCH, K., PANTEROTH, S. (1982): Känozoische Deckschichten im östlichen Teil des Harzes unter Berücksichtigung neuer Untersuchungen am nördlichen Harzrand.- *Z. geol. Wiss.*, **10**, 6, 783-797
- ALTERMANN, M. (1985): Standortkennzeichnung landwirtschaftlich genutzter Gebiete des östlichen Harzes.- *Diss. B.Univ. Rostock*
- ALTERMANN, M. (1989): Pedologisch-hydrologische Kennzeichnung landwirtschaftlich genutzter Standorte des Unterharzes.- *Abh. d. Sächs. Akad. d. Wiss. zu Leipzig*, **56**, 4, 93-102
- ALTERMANN, M. (1990): Zur Petrographie der Lockergesteinsdecken des östlichen Harzes.- *Mitt. d. Dt. Bodenkundl. Gesellsch.*, **62**, 101-104
- ALTERMANN, M. (1993): Gliederung von pleistozänen Lagen.- *Mitt. d. Dt. Bodenkundlichen Gesellschaft*, **72**, 819-824
- BORCHARDT, D. (1982): Geoökologische Erkundung und hydrologische Analyse von Kleinzugsgebieten des unteren Mittelgebirgsbereiches, dargestellt am Beispiel von Experimentalgebieten der oberen Selke/Harz.- *Petermanns Geogr. Mitt.*, **126**, 4, 251-262
- DIN 19684, Teil 1, 5, 6, 7, 8, 11, (1977): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau - Chemische Laboruntersuchungen. *Beuth Verlag GmbH Berlin & Köln*
- EINECKE, H. (1989): Exkursion zu einer unbekanntem Siedlungskammer am Oberlauf der Wipper.- *Jahresschrift Bodendenkmalpflege Landkreis Sangerhausen* **12**, S. 9 -12 und Karte.
- FLEHMIG, W., KURZE, R., (1973): *N. Jb. Mineral. Abh.*, **119**
- FRÜHAUF, M. (1991): Neue Befunde zur Lithologie, Gliederung und Genese der periglazialen Lockermaterialdecken im Harz: Erfassung und Bewertung postallerödzeitlicher decksedimentbildender Prozesse.- *Peterm. Geogr. Mitt.*, **135**, 49-60
- JACKSON, M.L., (1958): *Soil Chemical Analysis*
- LUTZENS, H. (1979): Zur geotektonischen Entwicklung des Harzvariszikums mit besonderer Berücksichtigung synparoxysmaler Resedimentationsprozesse im Mittelharz.- *Schriftenr. geol. Wiss.* **15**, 37-103
- MÜCKE, E. (1966): Zur Großformung der Hochfläche des östlichen Harzes.- *Hercynia N.F.* **3**, 221-244

- MÜLLER, D.W. (1985): Besiedlung und wirtschaftliche Nutzung von Mittelgebirgsregionen in neolithischer und nachneolithischer Zeit.- Produktivkräfte und Produktionsverhältnisse in ur- und frühgeschichtlicher Zeit. Berlin, S. 51 - 61.
- NEUSS, E. (1971): Wüstungskunde der Mansfelder Kreise (2 Bd.), Weimar
- NITZSCHE, G. (1973): Untersuchungen über den Phosphor- und Stickstoffabtrag von landwirtschaftlichen Nutzflächen zur Verhinderung der Eutrophierung der Rappbodeltalsperre im Harz.- Diss. Halle
- REUTER, B. (1993): Landschaftsgliederung - Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt.- Ministerium für Umwelt und Naturschutz des Landes Sachsen-Anhalt
- SAUPE, G. (1990): Bericht: Standortbezogene und nutzungsspezifische Empfehlungen zur Verminderung der Wassererosion auf LÖ- und V-Standorten. F/E- Bericht A 4 -03/1990, Halle
- SCHMIDT, R.-G. (1988): Methodische Überlegungen zu einem Verfahren zur Abschätzung des Widerstandes gegen Wassererosion. - Regio Basiliensis 29, H. 1/2, S. 111-121
- SCHRÖDER, H.; FIEDLER, H.-J. (1977): Beitrag zur Kenntnis der periglazialen Deckschichten des östlichen Harzes.- Z.geol.Wiss. , 5, 1, 51-81
- SCHRÖDER, H.; FIEDLER, H.-J. (1979): Beitrag zur Kenntnis der Böden des östlichen Harzes.- Hercynia, N.F., 16, 3, 333-347
- STEININGER, M. (1994): Komplexe Standortdiagnose landwirtschaftlich genutzter Flächen in Mittelgebirgslagen.- Kühn-Archiv, 88, 1, 9-18
- TGL 24 300: Fachbereichsstandard, Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte, Berlin
- VDLUFA (Hrsg), (1991): Methodenbuch 1. Die Untersuchung von Böden.- 4. Aufl. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WAGENBRETH, O.; STEINER, W. (1982): Geologische Streifzüge.- VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig
- WEGENER, U. (1973): Der Nährstoffabtrag von landwirtschaftlichen Nutzflächen und seine Verminderung bei der Verhinderung der Talsperreneutrophierung - gezeigt am Beispiel des Einzugsgebietes der Hassel.- Diss. Halle
- v. ZEJSCHWITZ, E. et al., (1973): Die Podsolierungsstadien von Braunerden aus Schieferschutt.- Z. Pflanzenernähr. Bodenkd. 136, 40-42

Exkursion**D****Zeitz-Weißenfelder Braunkohlenrevier**

von

C. Knauf¹⁾, P. String¹⁾, E. Vogler²⁾, F. Vogler²⁾, E. Wurm³⁾**Thema:****Kippenböden aus Löß und Geschiebemergel****im Profener Braunkohlenrevier****Inhalt**

| | Seite |
|---|-------|
| 1. Exkursionsroute..... | 208 |
| 2. Einleitung..... | 210 |
| 3. Die Landschaft des Raumes Hohenmölsen-Profen..... | 211 |
| 4. Industrie und Wirtschaft des Raumes Hohenmölsen-Profen..... | 211 |
| 5. Bergbau..... | 212 |
| 6. Geologische Verhältnisse und Rekultivierung..... | 215 |
| 7. Anthropogene Böden (Exkursionspunkte 1, 2, 3, 3a, 3b, 4, 5)..... | 218 |
| 8. Literatur..... | 225 |

¹⁾Dipl.-Geol. C. Knauf, Dr. P. String,

Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 34, 06118 Halle/Saale

²⁾Dr. E. Vogler, Dipl.-Agr.-Ing. F. Vogler, Dipl.-Agr.-Ing. M. Rudolph,

Dr. Vogler & Partner, Ingenieurgesellschaft mbH, Leipziger Str. 10, 04430 Döitzig/Leipzig

³⁾Dipl.-Ing. E. Wurm, Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH, Wiesenstraße 20, 06720 Thelßen

Exkursion D

Kippenböden aus Löß und Geschiebemergel im Profener Braunkohlenrevier

C. KNAUF¹⁾, P. STRING¹⁾, E. VOGLER²⁾ u. F. VOGLER²⁾, E. WURM³⁾,

Exkursionstag: 02.09.1995

1. Exkursionsroute (P. STRING)

Von Halle aus über die B100 nach Nordost bis zur Autobahnauffahrt Peißen (A14), auf der A14 nach Südost zum Schkeuditzer Kreuz, von dort auf der A9 nach Südwest bis Abfahrt Weißenfels und dann über die B176 ins Exkursionsgebiet.

Kurzbeschreibung des Gebietes:

Das durchfahrene Gebiet liegt im wesentlichen auf einer von Saale im Westen und Weißer Elster im Norden und Osten begrenzten pleistozänen Hochfläche, die zum Weißenfelser Lößhügelland gehört. Sie steigt von Nord nach Süd von 115 bis 120 m NN auf 150 bis 190 m NN an. Die Geländehöhe der Flußauen ist unterschiedlich: bei Pegau liegt die Elsteraue bei 130 m, bei Schkeuditz bei 95 m und im Mündungsbereich in die Saale bei 80 m NN. Die Saaleaue bei Weißenfels hat eine Geländehöhe von ca. 90 m NN.

Der gesamte Raum ist mit natürlichen Ressourcen reich ausgestattet. Neben sehr ertragreichen Löß-Schwarzerdeböden gibt es reichlich Grundwasser in Flußauen, Lehm, Kiessand und Hartgesteine als Baumaterial sowie im tieferen Untergrund Braunkohle, Steinkohle und Salz als Grundstoffe für eine industrielle Entwicklung.

Dazu kommt ein relativ warmes Klima (ca. 9°C Jahresdurchschnitt) mit Niederschlägen um 500 bis 540 mm.

Daher ist dieses Gebiet bereits seit der Jungsteinzeit dicht besiedelt. Seit altersher werden Ackerbau und Lagerstättenwirtschaft betrieben, beides sind die Grundlagen für regen Handel (Solegewinnung in Halle mit Salzexport bis nach Ungarn!).

Die Städte und Dörfer, die von der Exkursion berührt werden, sind in der Regel mehr als 1000 Jahre alt (erste schriftliche Erwähnung von Halle im Jahre 806, ein großer Teil der anderen Orte ist bereits im Hersfelder Zehntverzeichnis erwähnt).

Vom Reichtum dieses Gebietes zeugen zahlreiche Bauten mit hohem künstlerischem und kulturhistorischem Wert: Schlösser, Gutshäuser, Kirchen und Industriebauten, z.B. Halle, Dieskau, Zeitz.

Neben Zeugen von wirtschaftlichem Aufstieg und Reichtum gibt es ebenso viele Hinweise auf Krieg, Armut und Seuchen, z.B. Dreißigjähriger Krieg (Lützen 1632), Befreiungskriege (Großgörschen 1813).

Während der Exkursion soll an einigen Punkten auf diese Geschehnisse aufmerksam gemacht werden.

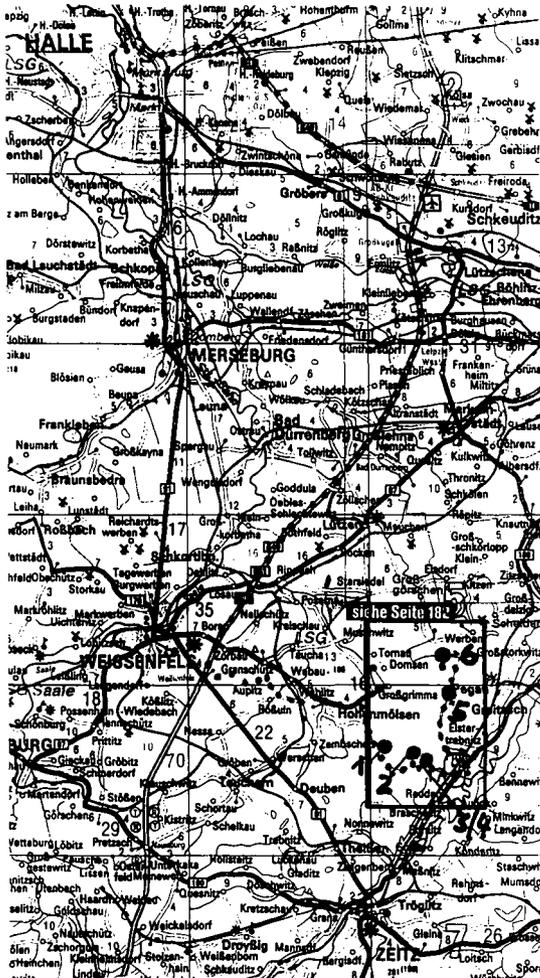


Abb. 1: Übersichtskarte Exkursionsroute (Hin- und Rückfahrt) und Exkursionsgebiet □ mit Exkursionspunkten ●¹-●⁶

1.1 Exkursionspunkte

Insgesamt werden 6 Exkursionspunkte vorgestellt.

Sie befinden sich alle im und am Tagebau Profen (Profen-Süd und Profen-Nord), etwa 5 km östlich der Kreisstadt Hohenmölsen.

Die größte Entfernung zwischen den beiden am weitesten auseinanderliegenden Exkursionspunkten 1 und 5 beträgt nicht mehr als 7 km Luftlinie.

Alle Exkursionspunkte sind direkt mit dem Bus erreichbar.

2 Exkursionspunkte geben Aufschluß über den Tagebau, die Tagebautechnologie und die Abraumsituation. Anhand von 4 Exkursionspunkten wird die Bodenentwicklung in Löß und Löß in Mischung mit braunem Geschiebemergel von Kippen gezeigt, die von 1971 bis 1983 und nach 1985 wieder urbar gemacht worden sind.

2. Einleitung (C. KNAUF)

In Sachsen-Anhalt finden wir anthropogene Böden großflächig insbesondere auf Kippen, auf Halden und in Restlöchern des Mitteldeutschen Braunkohlenrevieres.

Kippen, Halden und Restlöcher sind die Folgen von etwa 250 Jahren Braunkohlenbergbau, der diese Landschaft damit besonders tiefgreifend umgestaltet hat.

Um nur eine grobe Vorstellung von den Dimensionen der bisherigen Inanspruchnahme von Boden zu vermitteln, sei angeführt, daß im südlichen Sachsen-Anhalt bisher ca. 800 km² Fläche durch den Braunkohlenbergbau eingezogen und devastiert wurden, der größte Teil davon in den letzten 50 Jahren.

Das Bergrecht der DDR hatte sowohl für die zu entziehenden Bodenflächen (Entzugsflächen) als auch für die Rückgabeflächen (Kippenflächen und Restlöcher) geologisch-bodenkundliche Untersuchungen vorgeschrieben.

C. KNAUF hat in der Zeit von 1964 bis 1991 im o.g. Raum für die bergbauliche Wiederurbarmachung insgesamt 71565 ha Fläche in ca. 400 Gutachten geologisch-bodenkundlich bearbeitet (sog. "bodengeologische Gutachten"). Davon entfallen 51690 ha auf Bergbauvorfelder und 19875 ha auf Kippen, Halden und Restlöcher.

Auf Grundlage dieser bodengeologischen Gutachten haben E. VOGLER u. P. STRING im o.g. Zeitraum insbesondere auf die Qualität der Kippen im heutigen Sachsen-Anhalt ganz wesentlich Einfluß nehmen können.

Aus den o.g. Arbeiten ist ein umfangreicher Datenfundus entstanden.

Erst jetzt ergibt sich im Rahmen der bodenkundlichen Landesaufnahme die Möglichkeit, das dabei gewonnene Datenmaterial zusammenzustellen, zu ordnen und auszuwerten.

Als Auftakt zu diesen Arbeiten wurde

1. zur genauen Datierung des Beginns der Bodenentwicklung auf Bergbaukippen eine Erfassung aller ab 1966 angelegten und bodengeologisch begutachteten Kippenflächen durchgeführt,
 2. der Entwurf einer ersten, vorläufigen Gliederung der anthropogenen (Kippen-)Böden des Landes Sachsen-Anhalt vorgelegt (KNAUF, C. & A. MÖBES [1993]),
 3. als Muster für die bodenkundliche Landesaufnahme auf Kippen in Sachsen-Anhalt die BK25, Blatt 4340-Bitterfeld/Ost, als digitale Bodenkarte (Manuskriptkarte) fertiggestellt (KNAUF, C., SCHRÖDER, H., MÖBES, A. [1994]).
- Außerdem wird z.Zt. die Bodenentwicklung in Kippsubstraten im gesamten Land Sachsen-Anhalt untersucht.

Zur diesjährigen Tagung der DBG wird eine ebenfalls digital erarbeitete Karte der Kippenböden im Tagebaubereich Profen vorgestellt.

Auf der heutigen Exkursion sollen Böden auf Löß- und Löß-Geschiebemergelkippen des Profener Braunkohlenreviers im Zuständigkeitsbereich von MBV¹ und MIBRAG² insbesondere hinsichtlich ihrer Bodenentwicklung anhand von Schürfen präsentiert und Probleme bei Wiederurbarmachung/Rekultivierung derartiger Abraumssubstrate aufgezeigt werden. Dabei wurde jede im Schurf angetroffene Schicht/jeder Horizont beprobt, laboranalytisch untersucht; Analyseergebnisse liegen vor und sind z.T. in die Schurfbeschriebe aufgenommen.

Ausführungen über Landschaft, Ökologie, Wirtschaft und Industrie sollen dem Verständnis von Zusammenhängen dienen.

Auf die einzelnen Exkursionspunkte wird speziell eingegangen.

3. Die Landschaft des Raumes Hohenmölsen-Profen

(E. u. F. VOGLER, M. RUDOLPH)

Naturräumlich kann der Raum Hohenmölsen-Profen in den Übergangsbereich der Leipziger Tieflandsbucht zum Weißenfelder Lößhügelland eingeordnet werden. Er befindet sich am Westrand des Weiß-Elsterbeckens (NEEF, E. 1959).

Klima (BOER 1953):

| | |
|--|---------------------------------|
| Jahresniederschlag: | 500 ... 540 mm |
| davon in der 1. Vegetationsperiode | 310 ... 330 mm |
| Mittlere Jahrestemperatur | 8,5 ... 9,0 °C |
| Letzter Spätfrost | 1. Dekade Mai |
| erster Frühfrost | 2. Dekade September |
| Vorherrschende Windrichtung | West ... Nordwest, z.T. Südwest |
| Mittlere Windgeschwindigkeit [W _v] | 3,9 m/s |
| Mittlere Verdunstungshöhe[V _d] | 472 mm/Jahr |
| Mittlere Abflußhöhe | < 50 mm/Jahr |

Auf Grund der im Gebiet vorherrschenden sehr fruchtbaren Löß-Schwarzerden wurde das Gebiet seit altersher intensiv ackerbaulich genutzt.

Gehölze fanden sich lediglich an Wegen und an den Rändern der Bach- und Flußtäler.

Ein besonders auffälliges Landschaftselement war und ist der in der 2. Hälfte des 16. Jahrhunderts angelegte Floßgraben. Er diente zum Flößen von Holz in die mitteleuropäischen Salinen, z.B. Halle, Dürrenberg, Teuditz. Durch den Braunkohlenbergbau ist er z.Zt. unterbrochen. Seine Wiederherstellung ist vorgesehen und bereits in Angriff genommen.

4. Industrie und Wirtschaft des Raumes Hohenmölsen-Profen

(E. u. F. VOGLER, M. RUDOLPH)

Die Industrie im Raum Hohenmölsen-Profen ist eng mit dem Braunkohlenbergbau verknüpft. Die erste industrielle Blütezeit lag in der zweiten Hälfte des 19. Jahrhunderts. Der hohe Anteil (50 bis 70%) von fossilen Fetten und Harzen in der Kohle (Pyropissit) sowie der steigende

MBV¹ : Mitteldeutsche Braunkohlenverwaltungsgesellschaft mbH

MIBRAG²: Mitteldeutsche Braunkohlengesellschaft mbH

Bedarf an Teer führte zur Entwicklung von zahlreichen Schwelereien. Zusammen mit der Entwicklung der Industrie zur Herstellung von Kerzen entwickelte sich auch die baumwollverarbeitende Industrie.

Ab Mitte des 19. Jahrhunderts nahmen ebenfalls der Anbau von Zuckerrüben und die Zuckergewinnung einen enormen Aufschwung. Auf Grund der hohen Fruchtbarkeit der Schwarzerdeböden und der guten Rahmenbedingungen (Energieträger) entstanden im Gebiet Hohenmölsen-Profen eine ganze Reihe von Zuckerfabriken. Heute produziert nur noch die Zuckerfabrik Zeitz. Wegen der reichlich vorhandenen, hochwertigen Braunkohle siedelte sich eine große Anzahl von Betrieben im oder am Profener Raum an. In den letzten Jahrzehnten entwickelte sich neben der chemischen Industrie (Hydrierwerk Zeitz, BUNA, Leuna) eine Schwer- und Leichtindustrie (Maschinenbau Hohenmölsen; Kinderwagen Zeitz).

5. Bergbau (P. STRING, E. u. F. VOGLER, E. WURM)

Braunkohlenbergbau wird im Profener Raum seit ca. 250 Jahren betrieben, zunächst im Stufenabbau und im Tiefbau, jetzt im Tagebau. Er entwickelte sich in vorwiegend agrarisch genutzten Gebieten mit fruchtbaren Lößböden. Deshalb wurde bereits in der Entstehungsphase des Braunkohlenbergbaues auf die landwirtschaftliche Rekultivierung der nicht mehr benötigten Flächen besonderer Wert gelegt. Das kurfürstlich-sächsische Mandat vom 17. August 1793 verpflichtete z.B. die Bergbaubetreibenden, die Flächen in einem für ackerbauliche Zwecke gut geeignetem Zustand zurückzugeben, sofern sie die Gruben nicht auf eigenen Grundstücken betrieben (H. BARTHEL 1962). Auf Grund der geringen Größe der damaligen Tagebaue (sog. Gräbereien), entstanden durch die Rekultivierung nur wenige große Flächen. Sie sind heute fast ausnahmslos in größeren Schlägen integriert und im Gelände nur schwer auffindbar.

Seit Mitte des 19. Jahrhunderts stieg die Nachfrage nach mitteldeutscher Braunkohle. Der leistungsfähigere Tiefbau löste die Gräbereien ab. Als Folge entstanden Senkungsgebiete und Bruchfelder mit stark verändertem Relief der Geländeoberfläche. Seit Beginn des 20. Jahrhunderts lösten in Mitteldeutschland Tagebaue mit hohen Förderleistungen den Tiefbau ab. Durch die leistungsfähigere Gerätetechnik der Tagebaue stieg die Flächeninanspruchnahme beträchtlich. Tiefgreifende, irreversible Eingriffe in den Landschaftshaushalt und nachhaltige Veränderungen der Landschafts- und Siedlungsstrukturen waren die Folge. Das öffentliche Interesse an Problemen des Bergbaues nahm zu (vergl. z.B. ALTGELT 1921, BECKER 1932, EHRENBERG 1933, MAMPEL 1929, SCHARF 1928 u.a.).

Im Jahre 1943 wurde mit dem Aufschluß des Tagebaues Profen im Bereich der mittelpleistozänen Elsterterrasse vom Braunkohlenbergbau die östlichste Grenzlinie des Zeitz-Weißenfelder Revieres erreicht (BARTHEL 1962). Gleichzeitig begann damit der Vorstoß in den stark grundwasserführenden Schotterkörper der o.g. Elsterterrasse und in den von Kessel- und Lochbildungen beherrschten Abbaubereich östlich der Döbriser Rinne. Der Tagebau Profen baute erstmalig in diesem Revier das Flöz I ab und erreichte in den Kesseln damit Fördertiefen von weit mehr als 100 m unter Gelände (s. Abb. 2).

Das Baufeld Profen war 1991 ausgekohlt. Als Nachfolgetagebaue wurden die Felder Profen-Nord (von 1971 - 1990) und später Profen-Süd aufgeschlossen. Der Tagebau Profen wird voraussichtlich bis zum Jahre 2007 fördern. Als weitere Tagebaue sind die Felder Schwerzau (2005 - 2017) und Domsen (2015 - 2025) vorgesehen.

Abnehmer der geförderten Kohle sind gegenwärtig unternehmenseigene Fabriken und Kraftwerke der MIBRAG, VEAG-Kraftwerke, VKR-Kraftwerk BUNA/Schkopau, MEAG-Heiz-

kraftwerke sowie die Südzucker AG Zeitz. Bis Ende 1995 wird der Tagebau Profen auf die Erfordernisse der Kohleversorgung des künftigen Hauptabnehmers Kraftwerk BUNA-Schkopau angepaßt.

5.1 Tagebaubeschreibung Profen-Süd

Der Tagebau Profen-Süd ist ein kombinierter Band-Zug-Tagebau, in dem zwei Kohleflöze (Flöz I und Flöz II) abgebaut werden. Zur Freilegung des Bornaer Hauptflözes muß neben dem Abraum auch eine 5 bis 10 m starke Quarziteinlagerung beseitigt werden. Der Abraum wird in einem 3-Schnitt-Bandbetrieb gewonnen. Der Quarzit muß durch Sprengungen aufgelockert und durch Löffelbagger auf LKW verladen und abgefahren werden.

Flächengrößen:

| | |
|---|---------|
| laufender Tagebau: | 1610 ha |
| landwirtschaftlich genutzte Kippenflächen: | 744 ha |
| forstwirtschaftlich genutzte Kippenflächen: | 42 ha |

Kennwerte des Tagebaues Profen:

Kohle:

| | |
|-----------------|-----------|
| Vorrat: | 330 Mio t |
| Heizwert: | 11,5 W/kg |
| Schwefel (roh): | 1,7 % |
| A : K: | 2,9 : 1 |

Produktions- und Leistungsspektrum:

| | |
|-----------------|------------------------------------|
| Kohleförderung: | 7 bis 10 Mio t/Jahr |
| Abraumleistung: | 14 bis 17 Mio m ³ /Jahr |
| Wasserhebung: | 30 bis 40 Mio m ³ /Jahr |

Hauptausrüstungen Gewinnung und Verkipfung:

| | |
|--------------------|---------|
| Schaufelradbagger: | 4 Stück |
| Eimerkettenbagger: | 5 Stück |
| Löffelbagger: | 4 Stück |
| Absetzer: | 1 Stück |
| Bandwagen: | 6 Stück |

Transport

| | |
|----------------------------------|--------|
| Bandanlagen (1,2 bis 2 m breit): | 30 km |
| bewegliche Gleisanlagen: | 16 km |
| stationäre Gleisanlagen: | 132 km |

5.2 Bergbaufolgen

Braunkohlenbergbau im Tagebaubetrieb bedeutet neben der Überbaggerung der im Vorfeld gelegenen Flächen auch die Zerstörung der dort befindlichen Infrastruktur.

Dem Braunkohlenbergbau sind im Profener Raum bisher die Ortslagen Stöntzsch, Pirkau, Köttichau, Döbris, Queisau, Dobergast und Steingrimma durch Überbaggern zum Opfer gefallen.

Die Vorfeldentwässerung führte zu einer beträchtlichen Grundwasserabsenkung. Schon zu Ende des 19. Jahrhunderts war der Bergbau gezwungen, Ersatzwasserversorgungen für einzelne Gemeinden zu schaffen, z.B. für Wildschütz im Jahre 1885.

Die Verarbeitung der geförderten Braunkohle in zahlreichen kleinen Schwelereien und der sorglose Umgang mit Abprodukten und Abwasser hat zu zahlreichen kleinen und großen Altlaststandorten geführt. Bemerkenswert ist in dieser Hinsicht eine Notiz aus dem Jahr 1887 über besondere Ereignisse. Nach der Aufzählung von Wassereintrüben und Bränden heißt es: "Bemerkenswert ist noch, daß die Abwässer Schwierigkeiten zu verursachen begannen. Auf Grund von Beschwerden der Bachanlieger und unter dem Druck der Behörden wurden Verbesserungen der Kläranlagen auf den Werken nötig".

Bei Auflistung aller negativen Auswirkungen des Braunkohlenbergbaues auf seine Umgebung darf jedoch niemals übersehen werden, daß erst dieser Braunkohlenbergbau die Voraussetzungen für die industrielle Entwicklung des Profener Raumes schuf.

Braunkohlenbergbau im Tagebaubetrieb, und dann noch in Größenordnungen wie im Profener Raum, stellt immer einen schwerwiegenden Eingriff in das jeweilige Ökosystem dar. Der Bergbaubetreibende ist deshalb bemüht, Auswirkungen der Bergbautätigkeit so gering wie möglich zu halten. Die technischen Anlagen werden so errichtet, betrieben und instandgesetzt, daß die Nachbarschaft oder die Allgemeinheit vor Gefahren, erheblichen Belästigungen oder Nachteilen durch Immissionen soweit geschützt sind, wie es der jeweilige Stand der Technik oder die Natur der Anlagen gestatten und wie es für diese technischen Anlagen wirtschaftlich vertretbar ist. So werden umfangreiche Maßnahmen zur Staub- und Lärminderung durchgeführt und als präventive Überwachungsmaßnahmen Immissionsmessungen am Rand des Werksgeländes bzw. den nächstgelegenen Bebauungen nach Errichtung der Anlagen und Geräte vorgenommen.

5.2.1 Zur Verkipfung der Abraummassen

Im Profener Braunkohlenrevier wurden und werden die Abraummassen, von wenigen Ausnahmen abgesehen, in bereits ausgekohlten Tagebauen abgesetzt. So sind die ehem. Tagebaue Profen und Profen-Nord z.T. bereits wieder verkippt. Die Exkursionspunkte 3 bis 6 liegen in solchen Bereichen. Für die Qualität der entstehenden Kippenflächen ist die Abraumgewinnungs- und -verkipfungstechnologie entscheidend, so daß am Beispiel des Tagebaues Profen-Süd darauf eingegangen werden muß:

Die Gewinnung des ca. 60 m mächtigen Abraums erfolgt in 4 Abraumschnitten. Für die Wiederurbarmachung und Rekultivierung ist der 1. Abraumschnitt wichtig, da durch ihn eine 3 bis 8 m mächtige Lößdecke und saalekaltzeitlicher Geschiebemergel erfaßt werden. Die Verkipfung erfolgte zuerst in den älteren Tagebauen, die bereits ausgekohlt waren, dann im Tagebau Profen und Profen-Nord durch die Absetzer 1062 und 1095 und gegenwärtig im benachbarten Tagebaurestloch Pirkau durch die Absetzer 1095 und 1112. Das Material der Abraumschnitte 2 bis 4 wird über Förderbänder zusammen transportiert und von den o.g. jeweiligen Absetzern in Tiefschüttung verkippt. Auf diese Tiefschüttung folgt eine Hochschüttung in 2 Phasen durch die gleichen Absetzer:

1. Phase: Schüttung einer ca. 8 m mächtigen Tiefschüttung aus Mischsubstraten.
2. Phase: Schüttung der obersten Kippscheibe ausschließlich aus selektiv gewonnenem Löß und Geschiebemergel des 1. Abraumschnittes.

Während der Schüttung der obersten, abschließenden Kippscheibe werden die anderen Abraumbaugeräte nicht betrieben.

Nach dieser Verkipptechnologie sind die Absetzerkippen Pegau/Profen 1095, 1062 und Pirkau 1095, 1112 entstanden. Ab 1999 soll dann die Innenverkipfung im Tagebau Profen-Süd fortgesetzt werden.

5.2.2 Zur Entstehung der Kippenflächen

Braunkohlenbergbau ist einer der wenigen Industriezweige, der in Anspruch genommenes Land durch Wiederurbarmachung und Rekultivierung für eine Nutzung als Pflanzenstandort auch wieder herstellen kann. Dabei ist möglich, daß die vom Bergbau wieder hergestellte Landschaft (Bergbaufolgelandschaft!) mehr und andere als vorher vorhandene Landschaftselemente enthält: z.B. höherer Waldanteil; Sukzessionsflächen; Tagebaurestseen. Im Profen-Pirkauer Raum gibt es dafür Beispiele: Feucht- und Trockenbiotope im Restloch Werben; Naherholung Badegewässer "Mondsee".

5.2.3 Folgenutzung

Folgenutzer der landwirtschaftlich genutzten Kippenflächen sind die großen Agrarbetriebe wie z.B. Hohenmölsen, Rehmsdorf, Auligk und Kitzen. Diese Betriebe haben bei einem zwar reduzierten, für Lößkippen aber immer noch bedeutenden Luzerneanteil rekultivierungsgerechte Anbaustrukturen und Produktionsverfahren, die eine günstige Bodenentwicklung gewährleisten. Das derzeitige Ertragsniveau zeigt auf allen Teilflächen eine der Rekultivierungsdauer entsprechende normale Ausschöpfung des standortspezifischen Ertragspotentials. Es ist zu erwarten, daß sich mit zunehmender Rekultivierungsdauer hochwertige Ackerflächen entwickeln, die jedoch in ihrem Leistungsvermögen nicht an das der devastierten Löß-Schwarzerden heranreichen.

Die forstwirtschaftliche Rekultivierung ist hauptsächlich auf Böschungen und Windschutzstreifen im Bereich größerer Kippenkomplexe beschränkt. Als Holzarten dominieren hier Pappel, Robinie und Buntlaubböcher, vereinzelt kommen aber auch Nadelhölzer vor.

5.2.4 Ausblick

Im Profener Braunkohlenrevier bemüht sich der Bergbaubetriebende schon seit vielen Jahren um eine qualitätsgerechte Wiedernutzbarmachung von Bergbauflächen vorrangig für landwirtschaftliche Nutzung. Erfolge dieser Bemühungen sind deutlich sichtbar und meßbar. Die seit 1990 veränderten Bedingungen lassen eine noch vielfältigere Bergbaufolgelandschaft erwarten, die ihre endgültige Gestalt erst nach Flutung der letzten, verbleibenden Restlöcher finden wird.

6. Geologische Verhältnisse und Rekultivierung (P. STRING)

6.1 Geologische Übersicht

Eine erfolgreiche Rekultivierung setzt Kenntnisse über die Entstehung der Lagerstätte, ihrer Lagerungsverhältnisse und Zusammensetzung des Abraums voraus. Diese Faktoren bestimmen Abraumgewinnung, Förderung, Abraumverkipfung, Wiederurbarmachung und Rekultivierung.

Die Braunkohlenlagerstätte Profen ist ein Teil des Zeitz-Weißenfelder Braunkohlenrevieres im Weiß-Elsterbecken. Unter Weiß-Elsterbecken wird eine vom Mitteleozän bis zum Mitteloligozän bestehende Binnensenke verstanden, in der sich die wirtschaftlich so wichtigen Braunkohlenflöze bildeten.

Der halbschematische Fazieschnitt (aus EISSMANN [1994]) erläutert die geologische Situation des Exkursionsgebietes.

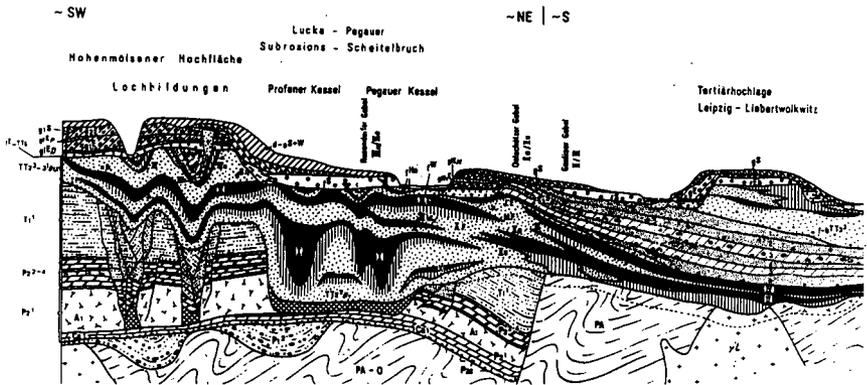


Abb.2: Halbschematischer Fazieschnitt durch das Känozoische und oberflächennahe Gebirge vom Zeitzer zum Bitterfeld-Gräfenhainicher Braunkohlenrevier (Ausschnitt); entnommen aus EISSMANN (1994), S. 20, Abb. 5

Legende:

d-e S+W = Löß und Lößderivate Saale- u. Weichselkaltzeit, gS = Grundmoräne Saalekaltzeit, fS = Hauptterrasse Saalekaltzeit, g1, g2, E = 1 + 2 Grundmoräne Elsterkaltzeit, gl ED = Leipzig-Dehlitzer Bänderton, IV = Böhleener Oberflöz, II = Bornaer Hauptflöz, I = Sächsisch-Thüringisches Unterflöz, TT 2-3 = Untere und Obere Bornaer Schichten, ÄF= Ältere Flußsandfolge, T₁¹ = Unterer Buntsandstein, P₂²⁻⁴ = Staßfurt-Leineserie, P₂¹ = Werraanhydrit, PA-O = Algonkium bis Ordoviz

Bestimmend für die geologische Situation ist die Subrosion des Werra- und Basalanhydrites, vor allem während des Mittel- und Obereozäns. In dieser Zeit bildeten sich das Flöz I (= Sächsisch-Thüringisches Unterflöz), welches in den Zonen besonders intensiver Subrosion, in sog. "Kesseln", zu erheblicher Mächtigkeit anschwillt.

Das Hangende des Flöz I sind fluviatile Sande (AF), in die das Thüringer Hauptflöz (= Bornaer Hauptflöz) eingelagert ist. Darüber folgen wieder fluviatile Sande mit z.T. marinen Einflüssen und dem in der Regel nicht bauwürdigen Böhleener Oberflöz. Mit geringmächtigen Sanden und Schluffen endet die tertiäre Schichtenfolge.

Auf eine flözpostgenetische Subrosion weisen die sog. "Lochbildungen" hin. Das sind Einmündungen des Thüringer Hauptflözes ohne Mächtigkeitssteigerungen. Für diese Lochbildungen wird miozänes Alter angenommen.

Die nächstjüngeren Ablagerungen sind frühpleistozäne Flußschotter. Darüber folgen Bänderton (= Dehlitzer Bänderton) und 2 elsterkaltzeitliche Grundmoränen, die durch den Pirkauer Bänderton getrennt sind. Nach einer Schichtlücke folgt ein saalekaltzeitlicher Geschiebemergel, z.T über Sanden und Kiesen der Hauptterrasse; warmzeitliche Ablagerungen fehlen bzw. sind nur in geringen Resten erhalten. Den Abschluß der Sedimentfolge bildet der weichselzeitliche Löß mit der rezenten Schwarzerdebodenbildung.

6.2 Die Rekultivierung bergbaulich genutzter Bodenflächen

Voraussetzungen:

Im Profener Raum eignen sich die bindigen pleistozänen Abraumschichten in unterschiedlicher Weise zur Rekultivierung:

- sehr gut geeignet: Löß und Löß-Schwarzerde sowie holozäne Abschlammungen;
- gut geeignet, aber mit Einschränkungen (Steingehalt, zu hohe Ton/Schluffgehalte): saale- und elsterkaltzeitliche Geschiebemergel.

Im Exkursionsgebiet (s. Abb. 2) stehen Löß und saalekaltzeitlicher Geschiebemergel in mehreren Metern Mächtigkeit an, so daß in ausreichender Menge sehr gut bis gut geeignetes Material für die Rekultivierung vorhanden ist.

Rekultivierung von Bergbauflächen zu DDR-Zeiten:

Die Exkursionspunkte 3, 4 und 5 befinden sich auf Absetzerkippen, die zu DDR-Zeiten gekippt worden sind. Daher sind an dieser Stelle einige Anmerkungen zum Bergrecht der DDR erforderlich:

Das Bergrecht der DDR bezeichnete alle Maßnahmen, die zur Wiederherstellung bergbaulich genutzter Bodenflächen erforderlich waren, als "Wiedernutzbarmachung".

Die "Wiedernutzbarmachung" unterteilte sich in die "Wiederurbarmachung" und in die "Rekultivierung", zwei voneinander unabhängige Arbeitsabschnitte mit verschiedenen Verantwortlichen:

1. Phase: Wiederurbarmachung; verantwortlich: Bergbaubetriebe.

Aufgaben: Herrichten von Flächen für bestimmte Nutzung auf vertraglicher Basis (Folgenutzungsvertrag).

Vertragspartner: Land-/Forstwirtschaft oder Städte und Gemeinden; nach Abschluß der Wiederurbarmachung Flächenübergabe an Folgenutzer, Beginn der

2. Phase: Rekultivierung; verantwortlich: Folgenutzer.

Aufgaben: Einleitung der Nutzung.

Diese Unterteilung war in der "Anordnung über die Wiederurbarmachung bergbaulich genutzter Bodenflächen" und in der "Anordnung über die Rekultivierung bergbaulich genutzter Bodenflächen" fixiert.

Die Wiederurbarmachung war die Grundlage zur Rekultivierung von Kippen und fand unter folgenden Voraussetzungen statt:

1. Noch vor Aufschluß einer Lagerstätte war über die Folgenutzung nach dem Ende des Bergbaus zu befinden, wobei der Wiederherstellung von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen der Vorrang eingeräumt wurde, was im Verbreitungsgebiet von Löß-Schwarzerden durchaus vertretbar ist, betrug doch für die Zeit vor 1990 der Anteil der LN-Flächen (Landwirtschaftliche Nutzung) am Flächenentzug 94,5%, der FN-Flächen (Forstwirtschaftliche Nutzung) 1,4%, der SN-Flächen (Sonstige Nutzung) 4,1%. Die Rückgabeflächen setzen sich dagegen in ihrer Nutzungsart wie folgt zusammen: 57% LN, 38% FN und 5% SN, d.h. LN-Flächen haben deutlich abgenommen. Ihr Anteil wird weiter abnehmen, während durch die Rekultivierung der Böschungen und Restlöcher der FN- und SN-Anteil wachsen wird. Die

Bergbaufolgelandschaft hat also vollkommen anders verteilte Nutzungsarten als die Landschaft vor dem Bergbau. Dabei galt die Voraussetzung, daß "die am besten zur Wiederurbarmachung geeigneten Bodenschichten" an der zukünftigen Kippenoberfläche in bestimmter Mindestmächtigkeit (LN = 1 m, FN = 2 m) vorhanden sein müssen.

2. Um Menge und Kulturwürdigkeit der verschiedenen Abraumschichten beurteilen zu können, war ein bodengeologisches Vorfeldgutachten vorgeschrieben, in dem alle Abraumschichten einer Lagerstätte hinsichtlich ihrer Eignung zur Wiederurbarmachung eingeschätzt und Hinweise für ihre Verkipfung gegeben wurden.

3. Die unterschiedliche Eignung der Abraumschichten für eine landwirtschaftliche Rekultivierung führte zu ihrer Eingruppierung in sog. "Behandlungseinheiten" (BHE). Diese wurden vom Institut für Landschaftsforschung und Naturschutz Halle, Abt. Dölzig entwickelt (VOGLER, WERNER, EINHORN, [1974]) und im Laufe der Zeit feiner unterschieden. Unter BHE wurden Abraumschichten mit annähernd gleichen Rekultivierungsansprüchen und Ertragerwartungen in zuerst 6 (später 11) Abstufungen zusammengefaßt (Abb. 3).

4. Die Wiederurbarmachung war Gegenstand der in der DDR üblichen Jahres- und Fünfjahresplanung, d.h. Umfang (in ha) und Qualität (= Vorgabe der Behandlungseinheit, später der Hauptbodenform) der Wiederurbarmachung wurden in Planabstimmungsverfahren festgelegt. In den Braunkohlenwerken gab es "Arbeitsgruppen Wiederurbarmachung", die sich aus Vertretern der Bergbaubetriebe, der Folgenutzer, der betroffenen Landkreise und einzelnen Sachverständigen zusammensetzte. Sie nahmen auf den Ablauf der Wiederurbarmachung Einfluß. Koordiniert wurden alle Arbeitsgruppen durch die "Kommission für Wiederurbarmachung", die bei der ehem. Abteilung Geologie des Rates des Bezirkes Halle installiert war, und die jährlich mindestens zweimal zusammenkam. Als abgeschlossen galt die Wiederurbarmachung, wenn die Planvorgabe quantitativ und qualitativ erfüllt war und dieses durch ein bodengeologisches Kippengutachten (s.o.) des damaligen VEB (K) GFE Halle bestätigt wurde. Danach erfolgte die Flächenübergabe an die Folgenutzer. Die Zurverfügungstellung von wiederurbar gemachten Flächen war eine Form des Ausgleichs von Wirtschafterschwernissen, die Land- und Forstwirtschaftsbetriebe bei Inanspruchnahme von Bodenflächen durch den Bergbau zu tragen hatten. Auf diese Weise entstanden aus einzelnen Jahresscheiben (Verkippungsabschnitten) die in der Exkursion vorzustellenden Kippenflächen, die Absetzerkippe 1095/Profen-Nord und die Absetzerkippe 1027/Profen-Süd.

7. Anthropogene Böden (Kippenböden) (C. KNAUF)

Im Exkursionsgebiet kommen Kippenböden sowohl in (natürlichem) Tagebauabraum, hauptsächlich in den Verkipfungsbereichen der Braunkohlentagebaue, als auch untergeordnet in (künstlichen) industriellen Produktionsrückständen der Braunkohlenverarbeitung (z.B. Kohletrübe, Kraftwersasche) vor. Diese Massen sind überwiegend in Restlöchern bereits verlassener Tagebaue eingebracht worden.

Für Kippen ist eine eigene (Kipp-)Bodenformengliederung erarbeitet worden. Sie basiert auf der Bodenformengliederung "gewachsener" Böden Sachsen-Anhalts und greift hauptsächlich auf die überwiegend stabilen, bzw. wenig wandelbaren Substrateigenschaften wie Kornzusammensetzung, Kohle- und Kalkgehalt zurück. Danach lassen sich die Kippsubstrate im Exkursionsgebiet - unabhängig von ihrer stratigraphischen Zugehörigkeit - zu Gruppen mit gleichen oder sehr ähnlichen bodenkundlichen Eigenschaften zusammenfassen.

Oft sind Kippenböden im Immissionsbereich von Industriestandorten und Kraftwerken zusätzlich noch bedeutend verändert worden, häufig im Sinne einer Eutrophierung. Besonders deutlich sind dabei Asche- und Braunkohlenstaubaufträge erkennbar. Sie bewirken z.T.

gravierende Abweichungen im pflanzensoziologischen Erscheinungsbild des betroffenen Standortes.

Als Vorgriff auf die Veröffentlichung unserer Arbeitsergebnisse zur Bodenentwicklung auf Bergbaukippen in Sachsen-Anhalt kann folgendes gesagt werden:

In 22 Braunkohletagebauen mit 87 untersuchten Verkippungsbereichen ist eine bodentypologische Einordnung der nach 1966 geschütteten Kippen aufgrund fortgeschrittener Horizontdifferenzierung bereits sehr gut durchführbar.

Die Bodenentwicklung reicht hier in der Mehrzahl der Fälle schon bis zur deutlich ausgeprägten Humusanreicherung im Oberboden (A_n), sowohl bei den karbonathaltigen/karbonatfreien als auch bei den kohlehaltigen/kohlefreien Kippsubstraten. Dabei ist unwichtig, ob eine Kippe überhaupt genutzt wird oder welcher Nutzungsart sie unterliegt. Die Bodennutzung hat lediglich Einfluß auf Art (A_n , A_p , A_w) und den Grad der Ausprägung (schwach oder stark humos) der Bodenhorizonte.

Bei kippenspezifischer landwirtschaftlicher Nutzung ist, insbesondere unter Einfluß von Fruchtartenwahl und Bodenbearbeitung, die Entwicklung eines Pflughorizontes (A_p) in der Regel schon nach etwa 5 Bewirtschaftungsjahren erkennbar.

Unter Forstnutzung fehlt im Gegensatz zur landwirtschaftlichen Nutzung die regelmäßig wiederkehrende Bodenbearbeitung; die Bodenbildung wird aber hier durch kippenspezifische Holzartenwahl und durch den Bestandesabfall gesteuert. Die Anfangsstadien der Bodenbildung - Humusakkumulation im A_n - sind in hellfarbenen Kippsubstraten (wie z.B. Löß, brauner Geschiebemergel, Schmelzwassersand) durch ihre dunklen Farben am leichtesten erkennbar.

Wenn Kippsubstrate dagegen feinverteilte Kohle enthalten (wie z.B. grauer Geschiebemergel, Kohleschluff, Kohlelehm, Kohlesand), sind sie deshalb originär dunkelfarbig und maskieren so die Bodenbildung. Daher werden Bodenhorizonte - insbesondere der humose Oberboden (A_n) - hier häufig nicht als solche erkannt und man kommt so leicht zu der Verallgemeinerung, daß eine Horizontdifferenzierung und damit Bodenbildung in Kippenböden erst nach Jahrzehnten einsetzt!

In Sonderfällen und in Einzelbeispielen an frisch planierten Kippen aus dem Bitterfelder Braunkohlenrevier sind uns sehr junge Bodenbildungen bekannt, die sich mit Beginn und Zeitraum der Bodenentwicklung sogar bis auf den Monat genau fixieren lassen (KNAUF 1977)!

Als Bodentypen treffen wir in Kippsubstraten hauptsächlich Rendzinen und Ranker an, bei bindigen Kippsubstraten und ungünstigem Bodengefüge aber auch Staugleye! Im Emissionsbereich größerer Industrieanlagen (s.o.!) kommen z. T. mächtige Staubimmirole mit den o.g. Bodentypen vor. Syroeme sind nur auf frisch geschütteten Kippen anzutreffen. Sie müssen deshalb auf unseren Kippen als kurzlebiges Übergangsstadium zu Rendzinen und Rankern aufgefaßt werden.

Im Profener Braunkohlenrevier sind bisher - auf den nach 1966 in 5 Tagebaubereichen geschütteten Kippen - 14 Hauptbodenformen angetroffen und kartiert worden (s. Abb. 4). Dabei handelt es sich hauptsächlich um Kippen aus karbonathaltigen, bindigen Abraumschichten wie Löß, Löß in Mischung mit Geschiebemergel und "reiner" Geschiebemergel. Untergeordnet kommen aber auch karbonathaltige und karbonatfreie (kies-)sandige, kohlesandige Kippen und solche aus Kohlelehm und Kohleschluff vor.

7.1 Exkursionspunkt 1: Aussichtspunkt Profen-Süd

Lage: etwa 3,5 km südöstlich der Kreisstadt Hohenmölsen und unmittelbar am Westrand im Bereich der Standböschung des Tagebaues Profen-Süd.

Zufahrt: ab Autobahnabfahrt Weißenfels auf der B 91 in Richtung Zeitz bis zur Ortslage Theißen und von dort über Nonnewitz etwa 5 km weit in Richtung Hohenmölsen bis zur Straßeneinmündung zur ehem. Ortslage Steingrimma.

Oberfläche (NN-Höhe, Relief): die Geländeoberfläche liegt bei 175 m NN und ist weitspannig-wellig.

Bemerkungen: von diesem Punkt aus ist in östlicher Blickrichtung ein großer Teil des Tagebaues Profen-Süd vom Liegenden über die Kohleförderung bis in den Deckgebirgsbereich hinein zu erfassen. Außerdem sind im Südosten Unterflur-Innenkippenbereiche und die Halde Predel zu erkennen.

7.2 Exkursionspunkt 2: Standböschung D1

Lage: Etwa 5 km östlich der Kreisstadt Hohenmölsen und rd. 3 km nordwestlich der Ortslage Profen.

Zufahrt: Ab Profen in Richtung West-Nordwest rd. 3,5 km über Werksstraßen bis zu den Tagesanlagen Profen-D1 und von dort über eine ± befestigte, schwach geneigte Tagebauzufahrt.

Aufschlußgestaltung: Generell Nord-Süd verlaufende, ca. 15 m hohe, mittels Schaufelradbagger in 3 Ebenen geschnittene, um 90° steile Böschung im "gewachsenen" Gelände (Standböschung) des Tagesanlagenpfeilers unmittelbar westlich von D1.

Bemerkungen: ehem. landwirtschaftliche Nutzung als Acker; komplettes Pleistozänprofil vom Löß (mit Bodenbildung Schwarzerde) über Lößfließerde zum Schmelzwassersand mit Geschiebemergelschollen und Geschiebemergel, z.Zt. vom Bergbau eingezogen und ohne Nutzung.

Profilaufbau:

| Tiefe in cm u.G. | Beschreibung |
|---------------------|---|
| - 60 | Löß-Braunschwarzerde, scharf begrenzt gegen |
| - 400 | mittelgelber (10 YR 7/8), stark karbonathaltiger Schluffeilm, einzelne Lößkindeln, porös, an der Grenze zum A _v /B _v feindurchwurzelt; scharf begrenzt gegen |
| - 640 | gelbbrauner (10 YR 5/8), stark karbonathaltiger Schluffeilm, nach unten mit zunehmendem Sandgehalt (sandig-lehmiger Schluff), vereinzelt Fein- und Mittelkiese; im mittleren Bereich ein etwa 80 cm mächtiges Paket mit Rostbändern, überwiegend ± porös (!); die unteren 30 cm rotbraun; durch Körnungswechsel scharf begrenzt gegen |
| - 1400 | rotbrauner, hellbrauner, gelber und gelbweißer kiesfreier und ± kiesiger Schmelzwassersand mit Geschiebemergel/-lehmschollen in Ausdehnung von mehreren Metern |

7.3 Exkursionspunkt 3: Kippe As 1027

Kippenkomplex des Absetzers 1027; Abschlußkippe als Hochschüttung mit 2 m Löß und Geschiebemergel; Wiederurbarmachungszeitraum von 1971 bis 1983; landwirtschaftliche Nutzung seitdem als Acker.

Lage, Form und Größe:

Ca. 2 km nordwestlich von Profen, nur etwa 500 m westlich der Bahnstrecke Leipzig-Zeitz. In Ost-Westrichtung auf 1000 m langgestreckte, rd. 700 m breite und damit rd. 70 ha große, in etwa rechteckige Kippenfläche mit allseitig umlaufenden Böschungen.

Verkipfungstechnologie, Abraumzusammensetzung:

Absetztief- und -hochschüttung (As 1027); in der Tiefschüttung aus tertiären und aus pleistozänen meist ± kohlehaltigen, sandigen, untergeordnet tonigen lehmigen und sandigen Massen.

In der abschließenden Hochschüttung aus Löß und Geschiebemergel in Mächtigkeit um 2 m. Tiefschüttung in befriedigender, Abschlußkippe in guter Versturzsqualität.

Oberfläche (NN-Höhe, Relief):

± horizontale Geländeoberfläche bei 144 bis 145 m NN, z.T. durch ungleichmäßige Setzungen im dm-Bereich lokal ± wellig.

Hydrologie, Vorflut:

Grundwasserferner Standort mit ± gehemmter Versickerung; ungebremster oberflächiger Abfluß (stärkere Niederschläge!) im Böschungsbereich;

Vegetation:

spärliche Ackerunkrautvegetation in der jeweiligen Fruchtfolge.

Zufahrt:

Ab Ortslage Profen in Richtung West-Nordwest rd. 2 km über Werksstraßen bis zur Nordumgehung Revierpark Profen.

Kartierungseinheiten (Anzahl, räumliche Anordnung):

Insgesamt 4 Kartierungseinheiten aus Löß, z.T. mit Löß-Schwarzerde und Geschiebemergel, immer als Wechselstandort mit unterschiedlich hohen Anteilen und deshalb als "Kipp-Kalkschuffeilm im Wechsel mit Kipp-Kalklehm" oder als "Kipp-Kalklehm im Wechsel mit Kipp-Kalkschuffeilm" bezeichnet; Abkürzung: cUL-Kp >> cL-Kp

Exkursionspunkt 3a

Schurfstandort: unmittelbar westlich eines Wirtschaftsweges im Mittelteil/Süden einer 1979 wieder urbar gemachten Fläche; landwirtschaftliche Nutzung seitdem überwiegend als Mais-Getreide- und Luzernestandort.

Vegetation: z.T. Getreide, spärliche Ackerunkrautvegetation

Bodenform: Kippschuffeilm-Rendzina über Kipp-Kohlesand

Profilaufbau:

| Tiefe in cm u.G. | Beschreibung |
|--------------------------|--|
| 0 - 30 A _p | graubrauner (10 YR 4/3), humoser, stark karbonathaltiger, schwach kiesiger Schluffeilm bis Lehm, einzelne Steine, einzelne Lößkindeln; naß/feucht bis frisch, krümelig-bröckelig; scharf begrenzt (wellig) gegen |
| - 40 (65) C ₁ | brauner (10 YR 4/4 bis 4/6), humusarmer, karbonathaltiger, schwach kiesiger Schluffeilm bis Lehm; kiesiger Sandlehm und Schluffeilm in Brocken und Klumpen beigemischt, mit einzelnen Steinen; einzelne Löß-Schwarzerde- |

(A_n)-, Kohle- und Tonbrocken; frisch, Kohärentgefüge, fest, dicht, aber mit tiefreichenden (65 cm) Spalten und Klüften (Grobpolyeder!), dort z.T. dicht mit Feinwurzeln besetzt; durch Tieflockerung stark gewellte, (farblich) deutliche Begrenzung gegen

- 140 C₂ brauner (10YR 6/6), stark karbonathaltiger, schwach kiesiger Lehm; kiesiger Sandeuhm und lehmiger Schluff als Brocken und Klumpen beigemischt, mit einzelnen Steinen; einzelne Schwarzerde-, Tonbrocken und -klumpen, einzelne Kohlebrocken; frisch, Kohärentgefüge; durch Substratwechsel scharf begrenzt (im Dezimeterbereich auf- und absteigende Grenzlinie) gegen
- >140 C₃ schwarzer (10YR 3/1), auf Bahnen karbonathaltiger, stark kohlehaltiger, lehmiger Sand bis sandiger Lehm; frisch, Einzelkorngefüge.

Exkursionspunkt 3 b

Schurfstandort: an der Böschungskante/senkrechter Abbruch zur Abraumaufahrt im Nordosten der Fläche; Ödlandbereich: aus technologischen Gründen weder land- noch forstwirtschaftlich genutzt, deshalb hier ungestörte Bodenbildung seit 1979.

Vegetation: Sandrohr 5/5, Acker-Kratzdistel +/1, Goldrute +/2

Bodenform: Kippschluffeuhm-Rendzina über Kipp-Gemengekohlesand

Profilaufbau:

| Tiefe in cm u.G. | Beschreibung |
|---------------------------------------|--|
| 0 - 5 A _w | braungrauer (10 YR 3/3), stark humoser, stark karbonathaltiger Schluffeuhm, mit einzelnen Kiesen; frisch, Krümelgefüge; sehr stark feindurchwurzelt bis Wurzelfilz, fließender Übergang zu |
| - 7(15) A _w C ₁ | mittelbraungrauer bis hellbraungrauer (10 YR 5/4 bis 5/8), partiell schwach humoser, stark karbonathaltiger Schluffeuhm mit einzelnen Kiesen; frisch, Bröckelgefüge; einzelne rotbraune Geschiebemergelbrocken, einzelne Löß-Schwarzerde(A _n)- und Kohlebrocken, durchwurzelt; undeutlich wellige Grenze gegen |
| - 65 C ₁ | hellgraubrauner (10 YR 6/3), stark karbonathaltiger lehmiger Schluff, mit einzelnen Kiesen; viele Brocken und Klumpen aus Löß-Schwarzerde(-A _n), Geschiebemergel, grauem, tonigem Sand, grauem Ton (auf Klüften rostfleckig); frisch, vertikal-feinplattiges Gefüge; durchwurzelt, auf Gefügegenzen mäßig bis stark feindurchwurzelt (nach unten abnehmend, einzelne cm-starke Grobwurzeln ziehen vertikal durch das gesamte Profil); einzelne Rostflecken; fließender Übergang zu |
| - 100 C ₂ | gelbbrauner (10 YR 5/8), stark karbonathaltiger lehmiger Schluff; einzelne Kiese; mit zahlreichen grauen Tonbrocken, einzelne Schwarzerde(-A _n)-Brocken, Geschiebemergel- und Tonbrocken; frisch, vertikales (profilwandparalleles) Feinplattengefüge (3 mm starke Gefügekörper!); schwach feindurchwurzelt; einzelne nur vertikal durchziehende Grobwurzeln; Löcher von grabenden Insekten senkrecht zur Profilwand; scharf begrenzt gegen |
| > 100 C ₃ | schwarzbrauner (10 YR 2/2), kohlehaltiger, kaum lehmiger, feinglimmerhaltiger |

(Mittel- bis Fein-)Sand, mit grauen Tonklumpen und mit Brocken aus Kohlelehmsand, Xylit, Kohle; trocken, hydrophob, ausgeprägtes Einzelkorngefüge; starke Feindurchwurzelung ab Grenze C₂/C₃ bis etwa 110 cm.

Bemerkungen:

- im Schlufflehm: zahlreiche Wurm- und Wurzelgänge; zahlreiche Poren
- obere 10 cm des C₃ partiell aufgekalkt!

7.4 Exkursionspunkt 4: Kippe As1062

Überflur-Innenkippenkomplex des As 1062/1095; Abschlußkippe als Hochschüttung mit 2 m Löß und Geschiebemergel, Wiederurbarmachungszeitraum ab 1984; landwirtschaftliche Nutzung seitdem als Acker.

Lage, Form und Größe:

Ca. 1 km westlich der Ortslage Pegau, nur 700 m westlich der Bahnstrecke Leipzig-Zeitz.

In Nord-Südrichtung auf 1100 m langgestreckte, durchschnittlich 800 m breite und damit rd. 90 ha große, in etwa rechteckige, im Osten sehr flach abgeböschte Kippenfläche.

Verkipfungstechnologie, Abraumzusammensetzung:

Absetzertief- und -hochschüttung (As 1095), z.T. über Brückenkippe; in der Tiefschüttung aus tertiären und aus pleistozänen meist ± kohlehaltigen sandigen, untergeordnet tonig-lehmigen und sandigen Massen; in der abschließenden Hochschüttung überwiegend aus Löß, untergeordnet aus braunem Geschiebemergel in Mächtigkeit um 2 m.

Brückenkippe sehr schlechte, Tiefschüttung befriedigende, Abschlußkippe gute Versturzsqualität.

Oberfläche (NN-Höhe, Relief):

weitspannig-wellige Oberfläche bei 150 m NN, leicht nach Osten und Nordosten geneigt (auf 145 m NN); Geländeabfall im Böschungsbereich bis auf Höhe der "gewachsenen" Umgebung (135 m NN).

Hydrologie, Vorflut:

Grundwasserferner Standort mit ± gehemmter Versickerung, ungebremster oberirdischer Abfluß (stärkere Niederschläge!) im Böschungsbereich.

Vegetation:

spärliche Ackerunkrautvegetation in der jeweiligen Fruchtfolge.

Zufahrt:

Ab Ortslage Pegau in westlicher Richtung über Hauptwirtschaftswege.

Kartierungseinheiten (Anzahl, räumliche Anordnung):

Insgesamt 4 Kartierungseinheiten. Löß, z.T. mit (Kipp)Löß-Schwarzerde und Geschiebemergel (meist 80 : 20%) dominieren im Plateaubereich als Wechselstandort und werden deshalb als "Kipp-Kalkschlufflehm im Wechsel mit Kipp-Kalklehm/ Kalksandlehm u. Kipp-Humusschlufflehm" bezeichnet (Abkürzung: cUL-Kp >> cL/csL-Kp u. hUL-Kp).

Außerdem kommen in Böschungsbereichen sehr kleinflächig Kalksande/Kalklehmssande, Kohlelehmsande und Kohlelehme im Wechsel mit den o.g. Kippsubstraten vor.

Schurfstandort: 50 m östlich des "Stöntzcher Wegekreuzes" (Bereich der überbagerten Ortslage Stöntzsch), unmittelbar nördlich des nach Pegau führenden Hauptwirtschaftsweges; Wiederurbarmachungsfläche von 1985, landwirtschaftliche Nutzung seitdem als Acker (Mais, Getreide, Luzerne), z.Zt. Luzerne.

Bodenform: Kippschlufflehm-Rendzina

Profilaufbau:

| Tiefe in cm u.G. | Beschreibung |
|-------------------------|--|
| 0 - 30 A _p * | graubrauner (10 YR 6/3), schwach humoser, karbonathaltiger Schluff- lehm mit vielen hellbraunen Geschiebemergelbrocken, einzelne Löß- Schwarzerde(A _s)- und Tonbrocken, einzelne, dann nur cm-große rost- braune Feinsandbrocken, vereinzelt Lößkindeln; frisch, bröckelig, locker; mäßig durchwurzelt, vereinzelt zersetzte Ernterückstände (Mais); scharf begrenzt (wellig) gegen |
| - 100 C ₁ | gelbbrauner (10 YR 5/8), karbonathaltiger, schwach kiesiger Schlufflehm mit einzelnen Geschiebemergelbrocken und -klumpen; frisch, schärfkantig-polye- drisch brechend, fest; schwach (fein)durchwurzelt, zahlreiche Rostflecken im Millimeterbereich. |

* = bei 10 cm häufig ein "Schäl-A_p" erkennbar!

7.5 Exkursionspunkt 5: Kippe As1062, Bereich Werben

Überflur-Innenkippenkomplex des Absetzers 1062; Abschlußkippe als Hochschüttung mit 2 m
Löß und Geschiebemergel, Wiederurbarmachungszeitraum ab 1986;
landwirtschaftliche Nutzung seitdem als Acker.

Lage, Form und Größe:

Ca. 4 km nordwestlich der Ortslage Pegau und rd. 3 km südwestlich von Werben,
In Ost-Westrichtung auf 2000 m langgestreckte, durchschnittlich 1000 m breite und damit
200 ha große, in etwa rechteckige Kippenfläche als nordwestlichster Teil des o.g.
Kippenkomplexes.

Verkipfungstechnologie, Abraumzusammensetzung:

Absetzertief- und -hochschüttung (As 1062) über Brückenkippe; in der Tiefschüttung aus
tertiären und aus pleistozänen meist ± kohlehaltigen sandigen, untergeordnet tonig-lehmigen
und sandigen Massen; in der abschließenden Hochschüttung überwiegend aus Löß
untergeordnet aus braunem Geschiebemergel in Mächtigkeit um 2 m. Brückenkippe in meist
sehr schlechter, Tiefschüttung in befriedigender, Abschlußkippe in guter Versturzsqualität.

Oberfläche (NN-Höhe, Relief):

weitspannig-wellige Oberfläche, generell von Nordwest nach Südost von 167 m NN auf 157
m geneigt. Im Nordwesten flurgleicher Anschluß an das "gewachsene" Gelände.

Hydrologie, Vorflut:

Grundwasserferner Standort mit ± gehemmter Versickerung.

Vegetation:

spärliche Ackerunkrautvegetation.

Zufahrt:

Ab Ortslage Werben nach Westen über eine tagebauparallel verlaufende Landstraße und
über befestigte Hauptwirtschaftswege.

Kartierungseinheiten (Anzahl, räumliche Anordnung):

Insgesamt 3 Kartierungseinheiten. Löß, z.T. mit (Kipp)Löß-Schwarzerde und Geschiebe-
mergel dominieren als Wechselstandort mit unterschiedlich hohen Anteilen (80 : 20%) und
werden deshalb als "Kipp-Kalkschlufflehm im Wechsel mit Kipp-Kalklehm/Kalksandlehm u.
Kipp-Humusschlufflehm" bezeichnet (Abkürzung: cUL-Kp >> cL/cSL-Kp u. hUL-Kp).

Schurfstandort: 50 m nördlich eines Hauptwirtschaftsweges; Wiederurbarmachungsfläche von 1986, landwirtschaftliche Nutzung seitdem als Mais-, Getreide- und Luzernestandort, z.Zt. Getreideanbau.

Bodenform: Kippschlufflehm-Rendzina

Profilaufbau:

| Tiefe in cm u.G. | Beschreibung |
|-----------------------|--|
| 0 - 30 A _p | graubrauner (10 YR 5/4), schwach humoser, stark karbonathaltiger Schlufflehm mit einzelnen Kiesen, einzelne Lößkindeln, einzelne Löß-Schwarzerde(A _h)brocken und -klumpen, mit ± zersetzten Ernterückständen; frisch, krümelig-bröckelig; diffuser Übergang zu |
| - 100 C ₁ | brauner (10 YR 5/3), stark karbonathaltiger lehmiger Schluff mit Löß-Schwarzerde(A _h)- und Geschiebemergelbrocken, einzelne Kiese; frisch bis feucht; Kohärentgefüge; einzelne millimetergroße Rostflecken, schwach feindurchwurzelt. |

8. Literatur

ist bei den Autoren zusammengestellt und aufgelistet, kann dort eingesehen werden

Abb.3: **Zuordnung landwirtschaftlich genutzter Kippsubstrate zu Behandlungseinheiten (Bhe)**
 VEB (K) GFE Halle, ILN Halle/Dölzig, IfE/ZRE Leipzig u. MLFN Berlin, Berlin 1987 (Auszug)

| Bhe | dominierende Substratart | Hauptbodenform | Ausgangsmaterial |
|------------|--|---|---|
| 1.1* | humushaltiger, karbonathaltiger bis -freier Schluff, Schlufflehm, lehmiger Schluff; >0,5% Ct als Humus, C/N <20 | Kipp-Humusschlufflehm Kipp-Humuskalkschlufflehm | Löß, Lößlehm u. Auenlehm Löß-Schwarzerde |
| 1.2 | karbonathaltiger bis -freier Schluff, Schlufflehm, lehmiger Schluff | Kipp-Kalkschlufflehm Kipp-Schlufflehm | Löß, Lößlehm, Auenlehm |
| 2.1* | humushaltiger, karbonathaltiger Lehm, sandiger Lehm bis stark lehmiger Sand; d>0,35% Ct als Humus, C/N <20 | Kipp-(Humus)Kalklehm | Sandlöß, Auenlehm |
| 2.2 | karbonathaltiger, ± kiesiger Lehm u. sandiger Lehm | Kipp-Kalklehm Kipp-Kieskalklehm | Geschiebemergel, Beckenschluff, Rupelschichten mit fluviatilen Sanden u. Kiessanden |
| 3.1* | humushaltiger Lehm, sandiger Lehm bis stark lehmiger Sand; >0,35% Ct als Humus, C/N <20 | Kipp-(Humus)Lehm | Sandlöß, Auenlehm |
| 3.2 | Lehm, sandiger Lehm bis stark lehmiger Sand, z.T. ± kiesig | Kipp-Lehm Kipp-Kieslehm | Geschiebelehm, Talschluff mit fluviatilen, ± kiesigen Sanden |
| 4** | kohlehaltiger Schluff, lehmiger Schluff, Lehm, sandiger Lehm; >0,5% Ct als Kohle | Kipp-Kohlelehmsand Kipp-Kohlelehm Kipp-Kohleschluff | lehmsandige bis schluffige ± kohlehaltige Kohle-Mittelmassen, Hangendschluffe |
| 5 | lehmiger Sand, karbonathaltiger lehmiger Sand, z.T. ± kies-, z.T. ± kohlehaltig | Kipp-Lehmsand Kipp-Kalklehmsand Kipp-Kalkkohlesand Kipp-Kieslehmsand | fluviatile Sande, Form- u. Glaukonitsand, z.T. mit sandigen, kohlehaltigen Mittelmassen der Kohle |
| 6 | lehmiger Sand mit >0,5% Ct als Kohle; anlehmiger Sand mit >0,5% Ct als Kohle; z.T. ± kiesig | Kipp-Kohlesand Kipp-Kohlelehmsand Kipp-Kieskohlelehmsand | ± sandige u. kohlehaltige Hangend- u. Mittelmassen der Kohle |

* = Gemisch aus humoser Bodenbildung und oberster Deckgebirgsschicht bis zu 1 m Abtragsmächtigkeit

** = grundmelioriert nach TGL 26 157/2

Wichtige Kippenböden im Profener Braunkohlenrevier

Bodengeologische Kennwerte (Mittelwerte)

| Lokalbodenform | Abkürzung | Kornzusammensetzung (Gesamtboden) | | | | CaCO ₃ in % | pH in KCl | Schwefel SO ₃ in % | Ct in % | Sorpton T in mval /100g Subst | Nährstoffe | | | | Lokalität/ Flächen- anteil (FA)* | |
|--|--------------|--------------------------------------|------|---------|-----|-------------------------------------|--------------|----------------------------------|------------|-------------------------------------|--------------------------|------------------|-------------------------------|------|--|---------------|
| | | Körnungsart in Gewichts-% | | | | | | | | | Bodenart TGL 24300/05 | K ₂ O | P ₂ O ₅ | CaO | | MgO |
| | | Kies | Sand | Schluff | Ton | | | | | | | | | | | |
| Kipp-Gemengekalklehmsandkies | G(T)clSK-Kp | 30 | 60 | 8 | 2 | I ^s SK | 3,2 | 7,0 | 0,30 | 0,2 | 2 | 80 | 10 | 1150 | 80 | Pro-N/FA1 |
| Kipp-Kohlesand | xS-Kp | 1 | 84 | 10 | 5 | I ^s S - I ^s S | 0,0 | 2,8 | 4,09 | 5,3 | 18 | 36 | 14 | 152 | 67 | Pro-S/FA1 |
| Kipp-Kohleschluff | xU-Kp | 0 | 16 | 59 | 25 | UL | 0,0 | 5,1 | 3,05 | 7,9 | 26 | 24 | 3 | 415 | 76 | Pro-N/FA1 |
| Kipp-Sand | S-Kp | 1 | 92 | 5 | 2 | S | 0,0 | 5,6 | 0,40 | 0,1 | 3 | 99 | 20 | 56 | 27 | Pro-S/FA1 |
| Kipp-Kohlekalklehmsand | xclS-Kp | 7 | 74 | 10 | 9 | I ^s S | 7,3 | 6,8 | 0,47 | 3,4 | 19 | 40 | 10 | 3670 | 50 | Pro-S/FA1 |
| Kipp-Kieskalklehmsand | kcIS-Kp | 13 | 78 | 6 | 3 | I ^s S | 2,9 | 7,6 | 0,28 | 0,0 | 2 | 31 | 24 | 1677 | 125 | Pro-N u.S/FA1 |
| Kipp-Gemengekalksand | G(cL,X)cS-Kp | 4 | 70 | 20 | 6 | S** | 2,7 | 7,9 | 0,16 | 0,8 | 10 | 40 | 20 | 1270 | 70 | Pro-S/FA1 |
| Kipp-Kalksandlehm | csL-Kp | 4 | 53 | 28 | 15 | sL | 4,9 | 7,3 | 0,27 | 0,4 | 9 | 68 | 39 | 2403 | 144 | Pro-N u.S/FA2 |
| Kipp-Kalklehm | cL-Kp | 4 | 45 | 31 | 20 | L | 5,9 | 7,5 | 0,18 | 0,4 | 11 | 67 | 50 | 2910 | 182 | Pro-N u.S/FA2 |
| Kipp-Kieskalklehm | kcL-Kp | 15 | 31 | 36 | 18 | L | 4,8 | 7,7 | 0,08 | 0,2 | 10 | 60 | 40 | 1850 | 450 | Pro-N u.S/FA1 |
| Kipp-Kohlekalklehm | xcL-Kp | 4 | 56 | 20 | 20 | L | 4,5 | 6,7 | 0,29 | 1,0 | 15 | 60 | 60 | 1960 | 190 | Pro-S/FA1 |
| Kipp-Kalkschlufflehm | cUL-Kp | 2 | 14 | 64 | 20 | UL | 5,8 | 7,4 | 0,06 | 0,4 | 13 | 73 | 55 | 2751 | 295 | Pro-N/FA3 |
| Kipp-Humuskalkschlufflehm | hcUL-Kp | 2 | 16 | 61 | 21 | UL | 1,1 | 7,4 | 0,05 | 0,8 | 16 | 60 | 40 | 1130 | 170 | Pro-N u.S/FA1 |
| Kipp-Kieskalkschlufflehm | kcUL-Kp | 14 | 16 | 57 | 13 | IU | 4,5 | 7,2 | 0,14 | 0,5 | 12 | 85 | 35 | 1748 | 208 | Pro-N/FA2 |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |
| * FA1 = gering, FA2 = mittel, FA3 = hoch | | | | | | Pro-S = Tagebaubereich Profen-Süd | | | | | | | | | | |
| ** = Gemenge! | | | | | | Pro-N = Tagebaubereich Profen-Nord | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | |

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions and activities. It emphasizes that this is crucial for ensuring transparency and accountability in the organization's operations.

2. The second part of the document outlines the various methods and tools used to collect and analyze data. It highlights the need for consistent and reliable data collection processes to support effective decision-making.

3. The third part of the document focuses on the role of technology in data management and analysis. It discusses how modern software solutions can streamline data collection, storage, and reporting, thereby improving efficiency and accuracy.

4. The fourth part of the document addresses the challenges associated with data security and privacy. It provides guidance on implementing robust security measures to protect sensitive information from unauthorized access and breaches.

5. The fifth part of the document discusses the importance of data governance and compliance. It outlines the key principles and best practices for ensuring that data is managed in a way that is consistent with applicable laws and regulations.

6. The final part of the document provides a summary of the key findings and recommendations. It emphasizes the need for a holistic approach to data management that integrates all aspects of the organization's operations and strategy.

Exkursion**E****Mitteldeutsches Trockengebiet**

von
Manfred Altermann¹⁾ und Dieter Kühn²⁾

mit Beiträgen von :

B. Beyme³⁾, H. Böning⁴⁾, R. Diemann⁵⁾, S. Dultz³⁾, H. Einecke⁶⁾, H. Fischer³⁾, H. Frellstedt⁷⁾,
J. Günther⁸⁾, G. Machulla⁹⁾, D. Michel¹⁰⁾, R. v. d. Ploeg³⁾, T. Roßbach¹¹⁾, H. Schröder¹²⁾,
J. Utermann¹³⁾, H. Wiechmann¹⁴⁾

Thema:**Böden, Bodennutzung und Bodenschutz im Mitteldeutschen
Trockengebiet - am Beispiel der Querfurter Platte****Inhalt:**

Seite

| | |
|---|--|
| 1. Exkursionsroute | 230 |
| 2. Thematik der Exkursion | 231 |
| 3. Allgemeine Einführung in das Exkursionsgebiet | 231 |
| 4. Exkursionspunkt 1: Salziger See | <i>Profil A 674</i> 241 |
| 5. Exkursionspunkt 2: Etzdorf (Tagebau) | <i>Profil A 3040</i> 246 |
| 6. Exkursionspunkt 3: Langeneichstädt (Eichstädter Warte) | 250 |
| 7. Exkursionspunkt 4: Querfurt Catena | <i>Profile A 3041 3042 3043 3044</i> 251 |
| 8. Exkursionspunkt 5: Gatterstädt - Landwehr | <i>Profil A 2257</i> 261 |
| 9. Exkursionspunkt 6: Forst Allstedt | <i>Profil A 566</i> 264 |
| 10. Exkursionspunkt 7: Lodersleben - Gatterstädter Wüste | <i>Profil A 2080</i> 268 |
| 11. Exkursionspunkt 8: <u>Burg Querfurt (nur am 3.9.1995)</u> | 269 |
| 12. Zusammenfassende Bemerkungen zu den Analyseergebnissen | 270 |
| 13. Methodik | 275 |
| 14. Literaturauswahl | 277 |

¹⁾ Büro für Bodenökologie, Bodenkartierung, Bodenschutz, Halle; ²⁾ Landesamt für Geowissenschaften und Rohstoffe Brandenburg, Kleinmachnow; ³⁾ Institut für Bodenkunde, Hannover; ⁴⁾ Maschinen- und Betriebs-
hilfsring Merseburger Land e.V., Bad Lauchstädt; ⁵⁾ Institut für Agrarökonomie und Agrarraumgestaltung,
Halle; ⁶⁾ Museum Burg Querfurt; ⁷⁾ Ramonta GmbH, Amsdorf; ⁸⁾ Agrargenossenschaft Querfurt eG; ⁹⁾ Institut
für Pflanzenernährung und Bodenkunde, Halle; ¹⁰⁾ Institut für Acker- und Pflanzenbau (geschäftsführender
Direktor: Prof. Dr. habil. W. Diepenbrock), Halle; ¹¹⁾ Institut für Geographie, Erlangen; ¹²⁾ Bundesanstalt für
Geowissenschaften und Rohstoffe, Hannover; ¹⁴⁾ Institut für Bodenkunde, Hamburg

1. Exkursionsroute (Abb. 1) (M. Altermann)

Halle: Abfahrt Bahnhof Ausgang Ernst-Kamieth-Str. - Riebeckplatz - Marktkirche
(Marktplatzverwerfung) - Saline - Saaleaue -
Halle-Neustadt -
Teutschenthal (Kalihalden, Gut Teutschenthal) -

Wansleben am See: Exkursionspunkt 1: Salziger See -

Etzdorf (Tagebau Amsdorf, ehemaliger Tagebau Etzdorf - Gut Etzdorf- Versuchsstation Etzdorf):

Exkursionspunkt 2: Etzdorf (Tagebau) -

Steuden -
Schafstädt -

Langeneichstädt: Exkursionspunkt 3: Langeneichstädt (Eichstädter Warte) Mittagesen -

Steigra (Unstruttal, Muschelkalkschichtstufe) -
Barnstädt -

Querfurt: Exkursionspunkt 4: Querfurt Catena -

Gatterstädt: Exkursionspunkt 5: Gatterstädt - Landwehr -

Forst Allstedt: Exkursionspunkt 6: Forst Allstedt -

Lodersleben: Exkursionspunkt 7: Lodersleben - Gatterstädter Wüste -

Querfurt: Exkursionspunkt 8: Burg Querfurt (Burgbesichtigung und Abendessen; nur am

3.9.1995) -

Döcklitz -

Röblingen (ehemaliger Salziger See) -

Aseleben (Süßer See - Obstbaugbiet) -

Seeburg - B 80 durch den ehemaligen Salzigen See -

Halle

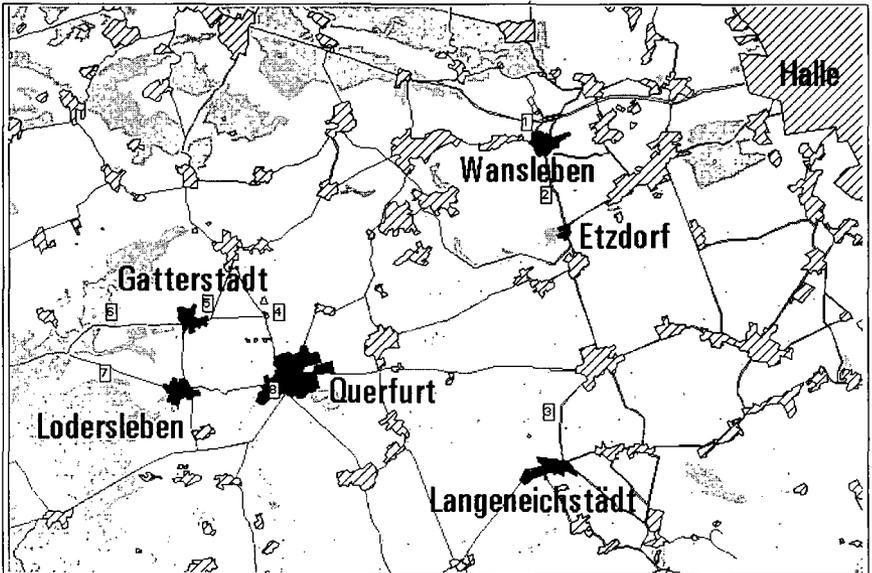


Abb.1: Exkursionsroute und Lage der Exkursionspunkte

2. Thematik der Exkursion (M. Altermann)

Die Exkursion E führt in die Schwarzerdelandschaft des Mitteldeutschen Trockengebietes. Die verschiedenen Ausprägungsformen der Schwarzerden [in Abhängigkeit von der Lößmächtigkeit und Zusammensetzung des unterlagernden Materials; verschiedene Degradationsstufen: verbrauchte Schwarzerden, Griserden, Erosions- (Pararendzina) und Akkumulationsformen (Kolluvisol)] werden an repräsentativen Standorten vorgestellt. In der Diskussion spielen dabei die Schwarzerdegenese und Schwarzerdegrenze (fossile Schwarzerde, Fahlerde in der Nachbarschaft der Schwarzerden) eine wesentliche Rolle. Die Siedlungsgeschichte des Exkursionsraumes wird dargestellt und im Zusammenhang mit der Schwarzerdeerhaltung diskutiert. Die landwirtschaftliche Nutzung des Schwarzerdegebietes in Vergangenheit und Gegenwart und deren Auswirkung auf die Böden sowie die Erfordernisse des Bodenschutzes (Erosionsschutz, Maßnahmen des Acker- und Pflanzenbaus) bilden einen weiteren Exkursionschwerpunkt. Als Abschluß wird am 3. Sept. 1995 die Burg Querfurt besichtigt.

3. Allgemeine Einführung in das Exkursionsgebiet (M. Altermann, D. Kühn)

3.1 Landschaftsgliederung

Das Exkursionsgebiet befindet sich nach der Landschaftsgliederung Sachsen-Anhalts (REUTER 1993) in drei Landschaftseinheiten. Die Exkursionsroute durchquert von Halle kommend den südlichen Teil des Östlichen Harzvorlandes (Exkursionspunkte 1 und 2) und führt dann in das Gebiet der Querfurter Platte (Exkursionspunkte 3 und 4). Der westliche Teil des Exkursionsgebietes (Profilpunkte 6 und 7) zählt bereits zum Helme-Unstrut-Schichtstufenland.

3.2 Geologische Gliederung

Nach der geologischen Gliederung wird das Exkursionsgebiet von den Triasmulden mit gefaltetem Buntsandstein und Muschelkalk eingenommen, die im Osten durch den Halleschen Porphyrykomplex begrenzt sind. Diese geologische Grenze verläuft quer über den Marktplatz von Halle - deshalb auch als Hallesche Marktplatzverwerfung bezeichnet. Der Hallesche Porphyrykomplex weist eine Größe von >500 km² auf und setzt sich aus mehrere hundert Meter mächtigen vulkanischen Gesteinen - im wesentlichen Quarzporphyr - zusammen. Der Hallesche Porphyrykomplex läßt sich in und um Halle an markanten Erhebungen erkennen. Er hat über die Halle-Hettstedter- Gebirgsbrücke Verbindung zum Harz. An der Marktplatzverwerfung sind die Schichten 800 - 1300 m abgesunken, und auf der Verwerfungsspalte zirkulierende Wässer lösten Salze aus dem etwa 600 m tiefem Zechsteinuntergrund, die als Sole bis 1964 gefördert wurden (WAGENBRETH & STEINER, 1982).

Die Triasmulden werden durch Sättel und Schichtstufen gegliedert. Die sich westlich an den Halleschen Porphyrykomplex anschließende Mulde wird als Nietleben-Bennstedter Mulde bezeichnet, die sich weiter westlich in die Mansfelder Mulde fortsetzt. Diese wiederum wird im Süden durch den Hornburger Sattel von der Sangerhäuser Mulde abgegrenzt. Beide Mulden wurden durch den Kupferschieferbergbau berühmt.

Der Hornburger Sattel bildet einen aus Rotliegendesteinen aufgebauten Höhenrücken, der das Exkursionsgebiet tangiert und einen Harzausläufer darstellt. Südlich des Hornburger Sattels und an der Südgrenze der Mansfelder Mulde treten große Auslaugungssenken auf, die wegen der Auslaugung der in ihrem Untergrund auftretenden Zechsteinsalze oberflächlich als Niederung oder Seen (Süßer See, ehemaliger Salziger See) in Erscheinung treten.

Der Teutschenthaler Sattel trennt die Nietleben-Bennstedter und Mansfelder Mulde von der Querfurter Mulde. Im Gebiet dieses Sattels bildet Buntsandstein markante Höhen um die Auslaugungsseen. Durch die Sattelstruktur kamen auch die Zechsteinsalze relativ nahe an die Oberfläche, die bei Teutschenthal gefördert wurden.

Die Querfurter Mulde wird von einer markanten Schichtstufe aus Wellenkalk des Unteren Muschelkalks zwischen Querfurt und Steigra durchzogen. Östlich der Schichtstufe treten unter den känozoischen Bildungen Muschelkalk und westlich davon Buntsandstein auf. Die Querfurter Mulde wiederum wird durch eine Schichtstufe des Mittleren Buntsandsteins (Ziegelrodaer Forst) gegenüber der sich westlich anschließenden Sangerhäuser Mulde begrenzt. Im Raum Nebra - südlich des Exkursionsgebietes - durchschneidet die Unstrut die Buntsandsteinplatte mehr als 100 m tief.

Tertiäre Bildungen sind im Exkursionsraum im wesentlichen an die Auslaugungsbereiche des Zechsteins gebunden. So wurde im Gebiet der südlichen Randsenke des Teutschenthaler Sattels Braunkohle gebildet, die gegenwärtig bei Amsdorf abgebaut wird.

Die größten Quartärmächtigkeiten treten über den Tertiärvorkommen auf. Von den pleistozänen Bildungen haben im Exkursionsgebiet die saalezeitlichen und weichselzeitlichen die größte Bedeutung.

Im Holozän kam es zu Umlagerungen und Abschläm Massen, Auensedimente sowie Seemergel wurden gebildet.

3.3 Ausgangsgesteine der Böden

Die genannten geologischen Systeme haben einen differenzierten Gesteinsaufbau, wobei aber nur wenige Gesteine als Ausgangsmaterial für die Böden in Frage kommen. Das Rotliegende des Hornburger Sattels besteht aus rotgefärbten Schichtfolgen, deren Schluff- und Tonsteine bei fehlender (erodierter) Lößbedeckung Ausgangsgesteine lehmig-toniger Böden sind. Die Zechsteinbildungen haben für die Bodenbildung keine Bedeutung. Rote Schluffsteine des Unteren Buntsandsteins sind im Bereich des Teutschenthaler Sattels Ausgangsmaterial der Böden. Der Mittlere Buntsandstein wird überwiegend von Sandsteinen aufgebaut, die durch prätertiäre Verwitterung an der Oberfläche meist gebleicht und mehr oder weniger kaolinisiert sind. Die tonig-schluffigen und karbonatischen Gesteinsglieder des Unteren Buntsandsteins haben lediglich unmittelbar westlich der Muschelkalkschichtstufe für die Bodenbildung im Liegenden der Lößdecke oder in Erosionspositionen Bedeutung. Muschelkalk tritt lößbedeckt und lößfrei als Bodenausgangsgestein in Erscheinung.

Die meisten Ausgangsgesteine der Böden des Exkursionsgebietes entstanden im Quartär. Von den saalezeitlichen Sedimenten sind unter Lößbedeckung Geschiebemergel (z.T. als Lokalmoräne entwickelt) und glazifluviatile Kiese und Sande für die Böden von Bedeutung. Auf den Hochflächen ist der weichselzeitliche Löß fast flächendeckend verbreitet, der jedoch in unterschiedlichen Mächtigkeiten auftritt. Meistens erreicht er etwa 2 m, größere (bis 4 m) und geringere Mächtigkeiten kommen aber auch nicht selten vor.

In den stärker reliefierten Gebieten (Schichtstufen der Trias) ist Löß häufig nur in Lößschleiern erhalten, bzw. lediglich im Ap-Horizont der Böden sind Lößanteile nachweisbar. Sandlöss (auch Lößsande) treten im Hangenden des Mittleren Buntsandsteins sowie als Decke über kiesigen und sandigen glazifluviatilen Bildungen auf. Während der Weichsel-Kaltzeit wurden die präweichselzeitlichen oberflächennahen Gesteine (im wesentlichen Rotliegend- und Triassedimente) durch Verwitterung und Umlagerung zu den periglazialen Deckschichten, wie Fließerden und Schutten, umgebildet und somit für die Bodenbildung entscheidend vorgeprägt. Deshalb sind die Festgesteine bis auf wenige Durchragungen bzw. steile Hangpositionen meistens durch eine Lockerdecke aus Schutt, Fließerde und außerdem noch durch Löß verhüllt.

Die Erosionsanfälligkeit des Lösses und die Oberflächengestalt sind die Ursache für holozäne Umlagerungen. Der von den geneigten Platten und Hängen erodierte Löß wird in Tälern und Senken als Kolluvium (Abschläm Massen) sedimentiert und ist das Substrat der Kolluvialböden sowie der grundwasserbeeinflussten Lößböden. Es wurden bis 4 m mächtige Kolluviallöss festgestellt. Im

ehemaligen Salzigen See setzte sich im Holozän Seemergel ab, der durch Trockenlegung vor etwa 100 Jahren gegenwärtig noch die Oberfläche bis zur vorgesehenen Wiederflutung bildet. Auenlehme kamen großflächig in der Unstrutau sowie in geringerem Ausmaß auch in den schmaleren Auen der Flußchen Weida und Salzke zur Sedimentation. Durch Rohstoffabbau (Kohle, Kiese, Bausteine, Kalksteine, Tone) erfolgten Umlagerungen und künstliche Aufschüttungen, überwiegend von natürlichen Substraten.

3.4 Die Böden des Exkursionsgebietes

Im Exkursionsgebiet dominieren die Lößböden. Die Ausbildung der verschiedenen Lößböden ist abhängig von der Mächtigkeit der Lößdecken, von der Zusammensetzung der Substrate im Liegenden der <1 m mächtigen Lössen, vom Relief, von paläoklimatischen Einflüssen sowie wahrscheinlich auch von der petrographischen Zusammensetzung der Lößdecken in den verschiedenen Lößprovinzen des Exkursionsraumes. Dardurch sind u.a. möglicherweise die markanten Vegetationsgrenzen im Verlauf des Holozäns vorgezeichnet worden, die wiederum unterschiedliche Bodenentwicklungen verursachten (Schwarzerde-Fahlerde-Grenze). Die Schwarzerden aus Löß sind die dominierenden Bodenformen auf den ebenen und welligen Platten des Exkursionsgebietes. Die Humushorizonte sind etwa 50 - 60 cm mächtig, jedoch kommen nicht selten stärker erodierte Schwarzerden mit nur 40 cm mächtigen Humushorizonten vor. Die Übergänge von erodierten Tschernosemen und Pararendzinen aus Löß sind fließend. Neben den Norm-Tschernosemen sind die Braunerde-Tschernoseme am meisten verbreitet. Durch unterschiedliche Zusammensetzung der Substrate im Liegenden der Lössen ist das Spektrum der Bodenformen stark aufgefächert.

Bei völliger Abtragung der Schwarzerde sind heute auf Löß Pararendzinen verbreitet, die ebenfalls durch differenzierte Gesteinsunterlagerung eine breite Bodenformenpalette bieten. In Senken, Tälern und auch in den breiten Auslaugungswannen wurde das meist humose Abtragungsmaterial akkumuliert, so daß Kolluvialböden und bei Grundwassereinfluß Gleye entstanden.

In einem 1..3 km breiten Gürtel um den Ziegelrodaer Forst, im Gebiet des Hornburger Sattels sowie im südlichen Randgebiet der Querfurter Platte sind auf Löß keine Schwarzerden, sondern Fahlerden, im Übergangsbereich auch Griserden (Parabraunerde-Tschernoseme) verbreitet. Staunasse Böden beschränken sich auf die Löß- und Sandlößdecken mit toniger Buntsandsteinunterlage im Ziegelrodaer Forst und seinen Randgebieten.

Pararendzinen und Rendzinen sind auf den Triasdurchragungen anzutreffen. Kleinflächiger Bodenwechsel ist für diese Gebiete typisch. Lößfreie Böden, Lößschleier, flach- und tiefgründige Lössen, unterschiedlich steinige und tonige Triassubstrate kennzeichnen das breite Substratspektrum dieser Pararendzinen. Durchragende Rotliegendebildungen sind dagegen kalkfrei, so daß dann Regosole und Braunerden dominieren. Letztere kommen auch auf Mittlerem Buntsandstein bei Sandlöß- bis Lößsandsbedeckung vor.

Grundwasserbeeinflusste Böden sind auf die Auen und Tälchen beschränkt, Kippböden auf die Rohstoffabbaugebiete.

Die Verbreitung der verschiedenen Böden und Bodengesellschaften im Exkursionsgebiet wird an Hand einer Karte der Bodengesellschaften i.M.1:50 000 (Bearbeiter: ALTERMANN & KÜHN 1994) demonstriert. Eine zusammenfassende Kennzeichnung der Schwarzerden Sachsen-Anhalts wurde von ALTERMANN & SCHRÖDER (1992) vorgenommen.

3.5 Geomorphologische Verhältnisse des Exkursionsgebietes

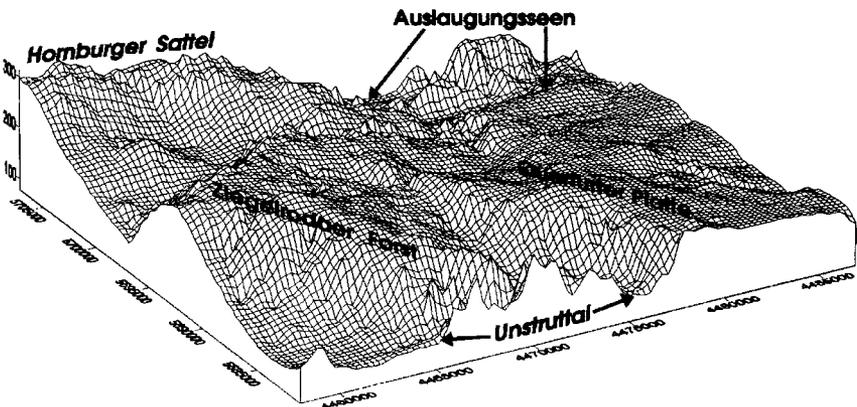
Die Geomorphologie des Gebietes wird stark durch die Geologie des Untergrundes geprägt und weist sehr unterschiedliche Verhältnisse auf. Im Osten und Südosten befinden sich im Untergrund Gesteine des Muschelkalks, die die Querfurter Platte mit meist mächtigeren Lößbedeckungen bilden. Diese sehr schwach geneigten Gesteine des Tafelstockwerkes führen zu einem wenig bewegten Relief. Täler sind auf der Platte überwiegend muldenförmig. Ein weiterer Grund für die meist sanften Reliefformen ist die Bedeckung des präpleistozänen Reliefs mit Löß. Nach Westen endet die Platte an einer Schichtstufe, die im betrachteten Gebiet bei der Stadt Querfurt durch den Fluß Querne zerschnitten wird. Auch kurze Trockentäler im Bereich der Schichtstufe sorgen für höhere Reliefenergien. Der reliefausgleichende Löß fehlt in diesen Bereichen.

Nach Westen folgt einem der Schichtstufe vorgelagerten Seitental der Unstrut das Plateau des Ziegelrodaer Forstes. Das in Nord-Süd-Richtung verlaufende Seitental befindet sich im Verbreitungsgebiet des oberen Buntsandsteins. Das Plateau des Ziegelrodaer Forstes wird durch die widerständigeren Gesteine des mittleren Buntsandsteins gebildet. Die Reliefenergien dieses Plateaus sind gegenüber der Querfurter Muschelkalkplatte höher. Lößmächtigkeiten wechseln stärker. Vom tiefergelegenen Bereich des nord-süd-verlaufenden Seitentales der Unstrut zum Plateaubereich nehmen die Lößmächtigkeiten im allgemeinen ab. Im Westen des Ziegelrodaer Forstes endet das Plateau mit einer Schichtstufe des Mittleren Buntsandsteins. In den angrenzenden Plateaubereichen fehlt der Löß teilweise. Andererseits treten durch Luv-Lee-Effekte in diesem Bereich auch Inseln größerer Lößmächtigkeiten auf. Großräumig betrachtet haben die zentralen Bereiche des Exkursionsraumes geologisch bedingt den Charakter von zwei aufeinanderfolgenden flachen Pulven.

Im Süden schneidet das Sohlental der Unstrut diese großräumigen Reliefstrukturen, die sich nach Süden fortsetzen. Insbesondere im Bereich des Durchbruches der Unstrut entstehen hohe Reliefenergien, die für das Gebiet sonst untypisch sind.

Im Nordwesten fällt die Schichtstufe des Mittleren Buntsandsteins in eine Mulde ab, die im Untergrund überwiegend durch Gesteine des Unteren Buntsandsteins gebildet wird. In nördlicher Richtung steigt diese Mulde zum Hornburger Sattel an. Der Sattel ist ein Sporn der Grundgebirgsscholle des Harzes, der auf der Höhe der Ortschaft Hornburg in den Untergrund flexurartig abtaucht.

Abb. 2: Reliefmodell des Exkursionsgebietes



Im Nordosten schließen sich an die Querfurter Platte die Auslaugungssenken des Süßen und ehemaligen Salzigen Sees an. Vorfluter, wie die Weida, haben sich durch rückschreitende Erosion in diesem Bereich gegenüber den Oberläufen und der Umgebung stärker eingeschnitten. Nördlich der Senken steigt das Gelände meist schnell wieder an. Hier befinden sich im Untergrund noch in größerem Umfang die Salzgesteine, so daß der Anstieg in nördlicher Richtung als Salzauslaugungshang bezeichnet werden kann. Das Reliefmodell für den Exkursionsraum kennzeichnet anschaulich die morphologischen Verhältnisse (Abb.2).

3.6 Klimatische Verhältnisse des Exkursionsgebietes

Zur Kennzeichnung der klimatischen Verhältnisse des Exkursionsgebietes wird auf den Beitrag von SCHUMANN & MÜLLER (1995): Klimatologische Kennzeichnung des mitteldeutschen Trockengebietes (im allgemeinen Teil dieses Exkursionsführerbandes) verwiesen. Im folgenden werden deshalb lediglich einige Klimadaten für den Exkursionsraum wiedergegeben (Tabellen 1 und 2):

Klimadaten für das Exkursionsgebiet

Angaben des Deutschen Wetterdienstes, Agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Halle

Tabelle 1: Mittleres Monats- und Jahresmittel der Lufttemperatur in °C

| Station | Jan | Febr | M | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez | J |
|----------------|------|------|-----|-----|------|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| Artern | -0,7 | -0,1 | 3,3 | 7,8 | 12,6 | 16,1 | 17,5 | 16,9 | 13,7 | 9,0 | 4,0 | 1,0 | 8,4 |
| Halle | -0,2 | 0,5 | 3,8 | 8,2 | 13,0 | 16,8 | 18,0 | 17,5 | 14,2 | 9,5 | 4,7 | 1,5 | 9,0 |
| Bad Lauchstädt | -0,3 | 0,4 | 3,7 | 8,2 | 12,8 | 16,6 | 17,8 | 17,4 | 14,0 | 9,4 | 4,6 | 1,3 | 8,8 |

Tabelle 2: Mittlere Monats- und Jahressumme der Niederschlagshöhe in mm

| Station | Jan | Febr | M | Apr | Mai | Jun | Jul | Aug | Sept | Okt | Nov | Dez | Jahr |
|-----------------------|-----|------|----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|-----|------|
| Bad Lauchstädt | 26 | 22 | 31 | 38 | 51 | 64 | 61 | 62 | 35 | 39 | 31 | 28 | 488 |
| Mücheln/ Geiseltal | 28 | 26 | 33 | 38 | 49 | 69 | 63 | 63 | 39 | 39 | 32 | 30 | 509 |
| Nemsdorf | 32 | 28 | 35 | 39 | 52 | 67 | 58 | 62 | 41 | 38 | 35 | 33 | 520 |
| Schraplau | 28 | 24 | 31 | 34 | 48 | 62 | 59 | 58 | 34 | 36 | 31 | 31 | 476 |
| Ziegelroda | 31 | 29 | 36 | 45 | 57 | 76 | 62 | 63 | 43 | 45 | 38 | 34 | 559 |
| Teuschenthal | 28 | 25 | 32 | 35 | 48 | 63 | 58 | 60 | 35 | 37 | 31 | 30 | 422 |

3.7 Bodennutzung, Landwirtschaft und Landschaftsplanung im Exkursionsgebiet

3.7.1 Agrarstruktur, Bodennutzung und Landschaftsplanung im Kreis Merseburg-Querfurt (Diemann & Böning)

Der Kreis Merseburg - Querfurt gehört zu den begünstigten Agrarstandorten Deutschlands (Ackerzahl 79). Eine intensive ackerbauliche Bodennutzung auf relativ großen Schlägeinheiten prägt deshalb das Landschaftsbild. Für einen zentralen Teil des Landkreises (Abb. 3) wurde 1994/95 eine Agrarstrukturelle Vorplanung durchgeführt (OTTO; DIEMANN 1995).

Vor 1945 waren die Eigentumsverhältnisse an Grund und Boden durch Güter, Groß- u. Mittelbauern bestimmt (Tab. 3):

Tab. 3: Betriebsstruktur Merseburg und Querfurt 1933*

| Kreis | Betriebe ≥ 2 ha | LF (ha) | LF-Anteil der Betriebe nach Größenklassen (%) | | | | | | | | | |
|-----------|--------------------|------------|---|-----|-----------------|------|------------------|------|-------------------|------|----------|------|
| | | | 2... < 5 ha | LF | 5... < 20 ha | LF | 20... < 50 ha | LF | 50... < 100 ha | LF | ≥ 100 ha | LF |
| Merseburg | 2 102 | 43 510 | 20,7 | 3,3 | 56,2 | 31,4 | 17,4 | 24,2 | 3,1 | 9,8 | 2,7 | 31,3 |
| Querfurt | 2 446 | 49 007 | 26,3 | 4,3 | 54,0 | 28,0 | 13,4 | 19,7 | 3,6 | 11,8 | 2,7 | 36,2 |

* nach Statistik des Dt. Reiches Bd. 460, Berlin 1937

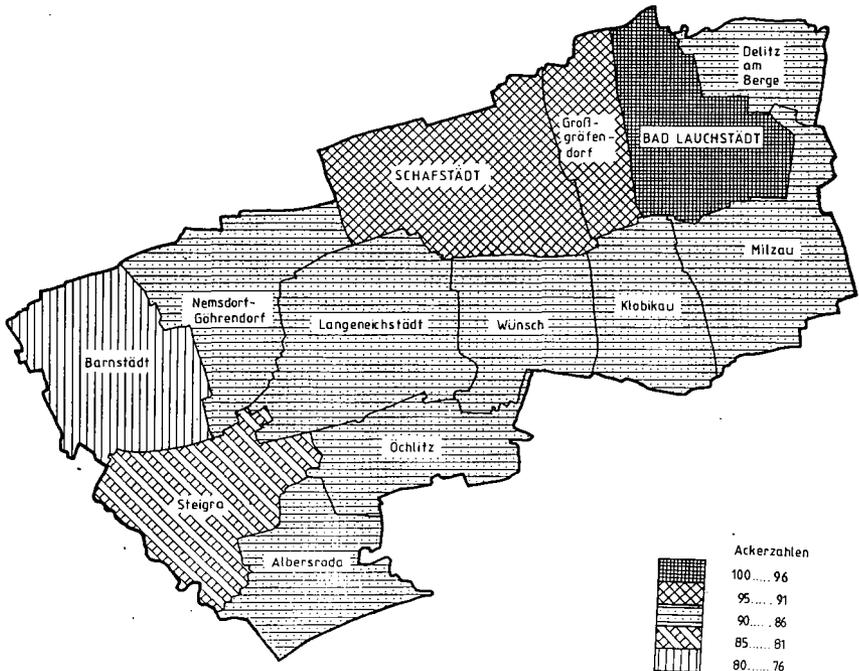


Abb. 3: Gebiet der Agrarstrukturellen Vorplanung Querfurter Platte

Die Bodenreform veränderte die Eigentumsverhältnisse grundlegend. In den 50er Jahren erfolgte bis 1960 die Kollektivierung der Landwirtschaft. Anfang der 60er Jahre waren die Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaften (LPG) meistens auf der Basis einer Dorfgemarkung mit Pflanzen- u. Tierproduktion organisiert. Mit Beginn der 70er Jahre erfolgte die Bildung relativ großer spezialisierter Pflanzen- u. Tierproduktionsbetriebe, die „den Übergang zu industriemäßigen Produktionsmethoden“ vollziehen sollten. Im Kreis Querfurt kam es 1977 zur Bildung einer Agrar-Industrie-Vereinigung (AIV), der Modellcharakter für die weitere agrarstrukturelle Entwicklung beigemessen wurde. Die AIV umfaßte alle landwirtschaftlichen Betriebe des Kreises, einschließlich des Agrochemischen Zentrums (ACZ), eines Trockenwerkes, eines Futtermittelbetriebes sowie eines Kreisbetriebes für Landtechnik.

Die politischen Veränderungen seit Herbst 1989 und in deren Folge eingetretene neue wirtschaftliche Rahmenbedingungen führten in der Landwirtschaft in einem sehr kurzen Zeitraum zu einschneidenden Veränderungen der agrarstrukturellen Verhältnisse.

Gravierend verringerte sich die Anzahl der in der Landwirtschaft beschäftigten Arbeitskräfte auf etwa ein Sechstel (Tab. 4).

Tab. 4: Entwicklung der agrarstrukturellen Verhältnisse

| Bezugsjahr | | 1989* | 1994** |
|---|------------------------|---------------|--------|
| Arbeitskräfte in den landwirtschaftlichen Betrieben | Anzahl | 7 786 | 1 250 |
| | Anzahl je 100 ha LF | 14,4 | 2,2 |
| Landwirtschaftliche Betriebe | | 32 | 184 |
| davon | | | |
| Wiedereinrichter im Haupterwerb | | | 68 |
| Wiedereinrichter im Nebenerwerb | | | 82 |
| Personengesellschaften (GbR) | | | 15 |
| Agrargenossenschaften/GmbH | | | 17 |
| Kapitalgesellschaften | | | 2 |
| <hr style="border-top: 1px dashed black;"/> | | | |
| LPG Pflanzenproduktion | (2 221... 8 653 ha LF) | 9 | |
| LPG Tierproduktion | (1 515... 4 836 fGV) | 18 | |
| VEG Tierproduktion | (733... 7 559 fGV) | 3 | |
| ZGE Legehennenhaltung | | 2 | |
| landwirtschaftliches Eigenprodukt | | 61,4 GE/ha LF | |

* nach Betriebsvergleich

** nach Angaben der ALF Halle u. Weißenfels

Derzeitige Unternehmensformen und Flächenausstattung im Kreis:

- 19 umstrukturierte Betriebe sind vorrangig als eingetragene Genossenschaften (e.G.) und als GmbH und GmbH & Co KG aus ehemals 27 LPG (P) und (T) entstanden. Sie bewirtschaften z.Zt. ca. 60 % der LF mit Flächenausstattungen zwischen 800... 5300 ha je Betrieb als Gemischt- u. Veredelungsbetriebe mit > 90 % der ausgewiesenen Tierbestände.
- 15 Personengesellschaften bestehen als GbR mit 2-3 Partnern. Sie verfügen über Flächenanteile von etwa 17 % der LF und sind z.Zt. noch fast ausschließlich als reine Marktfruchtbetriebe organisiert. Diese Unternehmensform wurde von Neugründern aus den Altbundesländern bevorzugt.

- 68 Wiedereinrichter im Haupterwerb bewirtschaften über ca. 20 % der LF. Aufgrund von Kapitalmangel sind sie zu ca. 80 % als Marktfruchtbetriebe spezialisiert. Nach und nach beginnen weitere Einzelunternehmen in Stallanlagen zu investieren. Z.Zt. existieren 6 private Schäfereien.
- 82 Nebenerwerbsbetriebe haben mit ca. 3 % der LF die geringste Flächenausstattung. Allerdings bewirtschaften sie fast ausschließlich eigene Flächen, während in allen anderen Unternehmensformen Pachtflächenanteile von 95 bis 100 % zu verzeichnen sind.

Insgesamt ergibt sich für die landwirtschaftliche Nutzfläche ein kompliziertes Gefüge aus Pacht-, Eigentums-, und Bewirtschaftungsverhältnissen. Durch den freiwilligen Landtausch (Nutzungstausch) kann es sich beim Pächter und beim Bewirtschafter einer Fläche um verschiedene Personen handeln. Motiv für diese Art des Tausches ist das Bestreben, möglichst große und geschlossene Flächen zu bewirtschaften.

Auch in der **Flächennutzung** (Tab. 5) haben sich seit 1989 bedeutende Strukturveränderungen vollzogen.

Bei nach wie vor dominierendem Getreideanbau (ca. 30 Tha) wurden durch Etablierung des Raps- u. Sonnenblumenanbaus auf > 4 Tha und die Ausweitung des Erbsenanbaus auf ca. 1 Tha der Anteil der Mähdruschfläche auf 2/3 der AF ausgedehnt.

Der Hackfruchtanbau ist von ca. 29 % auf ca. 17 % der AF stark rückläufig, da

- die Quotierung der ZR den Anbau auf ca. 10 % der AF beschränkt
- der Kartoffel- u. Gemüseanbau stark reduziert wurden
- der Bedarf an Silomais geringer ist.

Fast 6900 ha AF (13 %) unterlagen der Flächenstillegung. In zunehmenden Maße erfolgt dort der Anbau nachwachsender Rohstoffe bzw. Industriepflanzen.

Tab. 5: Entwicklung der landwirtschaftlichen Nutzfläche und der Anbauverhältnisse*

| | 1989 | | 1994 | |
|--------------------------------|--------|------|--------|------|
| | ha | % | ha | % |
| Landwirtschaftliche Nutzfläche | 57 680 | | 53 713 | |
| darunter Grünland | 2 314 | | 805 | |
| Dauerkultur | 1 970 | | - | |
| Ackerfläche | 53 397 | | 52 702 | |
| davon Getreide | 30 644 | 57,4 | 29 773 | 56,5 |
| Ölsaaten | 97 | 0,2 | 4 074 | 7,7 |
| Körnerleguminosen | 275 | 0,5 | 990 | 1,9 |
| Zuckerrüben | 6 750 | 12,6 | 5 410 | 10,3 |
| Kartoffeln | 3 602 | 6,7 | 544 | 1,0 |
| Ackerfutter | 7 598 | 14,2 | 3 777 | 7,1 |
| Obst, Gemüse, Sonderkulturen | 3 843 | 7,2 | | |
| Sonstiges | 588 | 1,2 | 1 241 | 2,4 |
| Stilllegung | - | - | 6 893 | 13,1 |

* Flächenangaben durch ALF Halle für den ehemaligen Kreis Merseburg 1989 u. 1994, durch ALF Weißenfels für den ehemaligen Kreis Querfurt 1994; für Kreis Querfurt 1989 nur genossenschaftlich genutzte Flächen nach Betriebsvergleich

Die Viehbestände (Tabelle 6) sind seit 1989 auf 0,32 GVE/ha LF drastisch reduziert. Der Rinderbestand ging um 28,5 T Tiere, der Schweinebestand um 127 T Tiere und der Schafbestand um fast 37 T Tiere zurück.

Als Ursachen dafür werden angesehen

- mangelhafter technischer und baulicher Zustand der Produktionseinrichtungen, dadurch bedingte geringe Arbeitsproduktivität und Qualitätsprobleme bei Produkten (Milch), die zu Wettbewerbsnachteilen führen
- Anpassung an Bedingungen der EG-Agrarreform und höhere Wettbewerbsfähigkeit der Marktfuchtbetriebe
- ungeklärte Eigentumsfragen und Vermögensauseinandersetzungen
- geringer Eigenkapitalanteil für Neubauten und Rationalisierungsinvestitionen.

Tab. 6: Entwicklung der Tierbestände*

| Bezugsjahr | 1989 | 1994 | 1994:1989 (%) |
|---------------------|---------|---------|---------------|
| GVE | 54 953 | 17 062 | 31,0 |
| GVE/ha LF | 1,02 | 0,32 | |
| Rinder | 46 645 | 18 100 | 38,8 |
| darunter Milchkühe | 14 367 | 5 900 | |
| darunter Mutterkühe | | 630 | |
| Schweine | 163 894 | 37 000 | 22,6 |
| darunter Sauen | 13 838 | | |
| Schafe | 47 173 | 10 400 | 22,0 |
| Legehennen | 368 332 | 196 000 | 53,0 |
| Pferde | 858 | 465 | 54,0 |

* GVE nach Betriebsvergleich
Stückzahlen nach Angaben der ALF

Die Landesregierung Sachsen-Anhalt versucht durch Förderprogramme zur Rinder- und Schweineproduktion, den bislang andauernden Rückgang der Viehbestände umzukehren.

Von den zu erwartenden **Interessenkonflikten** bezüglich der **Bodennutzung** seien nachfolgend die wichtigsten kurz skizziert:

1. Das Landesentwicklungsprogramm Sachsen-Anhalts aus dem Jahr 1992 sieht für die Querfurter Platte kein Vorranggebiet für die Landwirtschaft vor, sondern eines für die Wassergewinnung. Mit einer Nutzung des Grundwassers aus dem Muschelkalk ist jedoch in absehbarer Zeit nicht zu rechnen, da dem Ausbau der Fernwasserversorgung aus dem Harz der Vorzug gegeben wird. Die Querfurter Platte sollte deshalb den Status eines Vorranggebietes für die Landwirtschaft und eines Vorzugsgebietes für die Wassergewinnung erhalten.
2. Aus dem Neubau der Bundesautobahnen und der ICE-Strecke (Abb. 4) resultiert nicht nur ein Flächenverbrauch für die Trassen, sondern zu einem erheblichen Teil ein Bedarf für die von der landschaftspflegerischen Begleitplanung vorgesehenen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen.

Eine der zu prüfenden Varianten sieht eine Bündelung von Autobahn und ICE nördlich Schafstädt - Bad Lauchstädt vor. Im Falle einer Kreuzung beider Verkehrswege nordöstlich Bad Lauchstädt entsprechend der Trassenvariante in Abb. 4 konzentriert sich hier der Flächenverlust. Beide Planungsvorhaben erfordern Unternehmensflurbereinigungen, deren Vorbereitung die Agrarstrukturelle Vorplanung dient.

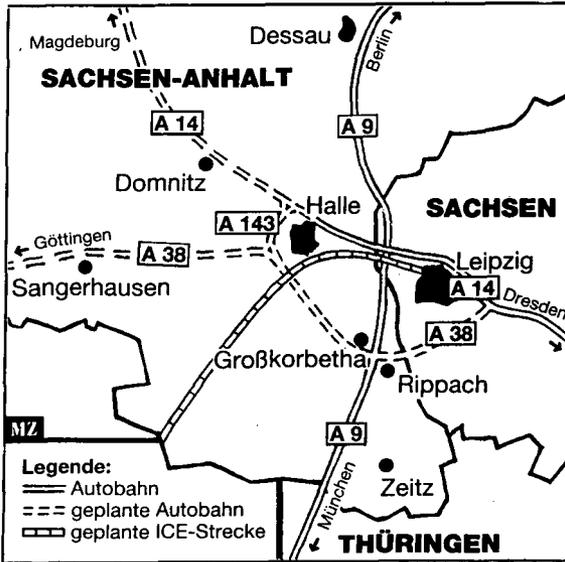


Abb. 4.: Verkehrsprojekte im Raum Halle

3. Für den Raum Schafstädt - Langeneichstädt und Nemsdorf wurden seitens des Bergamtes Halle Bewilligungen für Kiesabbau größeren Umfanges erteilt, der besonders südlich Schafstädt einen gravierenden Eingriff darstellen würde. Die erforderlichen Raumordnungsverfahren etc. stehen noch aus.

Im Hinblick auf **Naturschutz und Landschaftspflege** im Agrarraum muß zunächst festgestellt werden, daß die derzeitige Bewirtschaftung durch eine größere Anzahl von Landwirtschaftsbetrieben und die dadurch bedingte Teilung vieler LPG-Schläge weder den in den vergangenen Jahrzehnten erreichten Zustand der Agrarlandschaft noch das Nutzflächenmosaik merklich beeinflusst. Dazu trägt auch die Einengung des Fruchtartenspektrums bei. An Wirtschaftswegen und Ortsverbindungsstraßen stehen mehr oder weniger lückige oder gar rudimentäre Obstbaumreihen, die noch die Strukturierung der Agrarlandschaft bis in die fünfziger Jahre andeuten. Im Zusammenhang mit der Verdichtung des landwirtschaftlichen Wegenetzes, u. a. durch Aktivierung überackerter Feldwege, ergeben sich hier erste Ansätze für die Agrarraumgestaltung. Aus den fünfziger Jahren stammen die nicht standortgemäßen Pappelanpflanzungen, die besonders bei Schafstädt und Barnstädt auffallen. Zur Flurgestaltung in jüngerer Zeit (Flurmelioration, Windschutzpflanzungen) sei auf PRETZSCHEL u. BÖHME (1989) verwiesen. An landschaftsplanerischen Maßnahmen schlägt die Agrarstrukturelle Vorplanung eine Reihe vor, die die halbnatürlichen Wiesen und Rasen, die Bachauen und größeren Dellen im Ackerland, die Streuobstwiesen und die Gehölze in der Feldflur und die Aufforstung ausgewählter Standorte betreffen.

3.7.2 Betriebsspiegel der Agrargenossenschaft Querfurt (J. Günther)

Die Agrargenossenschaft Querfurt eG. hat sich aus der Landwirtschaftlichen Produktionsgenossenschaft Querfurt gebildet. Folgende Betriebsdaten der Agrargenossenschaft werden nachfolgend angeführt:

| | |
|--|----------|
| Landwirtschaftliche Nutzfläche: | 3 040 ha |
| Ackerfläche: | 2 915 ha |
| mittl. Jahresniederschlag: | 485 mm |
| mittl. Jahresdurchschnittstemperatur: | 8,7 °C |

Höhe über NN: 210 m

Flächenanteil der Natürlichen Standorteinheiten
(gebildet auf der Basis der Bodenschätzung):

| | |
|-------|------|
| Lö1/2 | 60 % |
| Lö3-6 | 30 % |
| V2-6 | 10 % |

Kulturarten:

| | |
|-------------------------------|------|
| Getreide | 60 % |
| Zuckerrüben | 10 % |
| Ölsaaten | 18 % |
| davon nachwachsende Rohstoffe | |
| auf Stilllegung | 12 % |
| Mais | 6 % |
| Luzerne | 1 % |
| Stilllegung | 5 % |

4. Exkursionspunkt 1: Salziger See Profil - Nr. A 674 *Ank.: 8.10 Abf. 9.40*

Der Exkursionspunkt liegt im ehemaligen Salzigem See zwischen den Ortslagen Wansleben am See und Amsdorf. Der Salzige See ist eine Auslaugungssenke. Der Salzige See war 8,8 km² groß. Nach der Trockenlegung blieben zwei Restseen bestehen, der Kernmer See und der Binder See. Die Uferländer waren im Westen, Süden und Osten relativ flach, das Nordufer besteht aus steilen Buntsandsteinhängen. Der See hatte durchschnittlich eine Tiefe von 7-8m, trichterförmige Einsenkungen überstiegen jedoch z.T. 17 m. Der relativ hohe Salzgehalt gab dem See seinen Namen. Folgende Werte sind dokumentiert (RADZINSKI u.a. 1962):

| | |
|---|--------------|
| Salzgehalte im ehemaligen Salzigem See: | 1730: 0,24 % |
| | 1840: 0,39 % |
| | 1847: 0,15 % |

Ab 1892 sank der Wasserspiegel des Salzigen Sees. 1893 war der Wasserspiegel bereits um 5 m gefallen. Ursache des Absinkens waren durch Salzauslaugung entstandene Hohlräume im Untergrund und Wassereintritte in die Grubenbaue des Mansfelder Kupferschieferbergbaus. Die Hohlräume erreichten große Ausdehnung, so daß diese zusammenbrachen und Erdfälle seit 1861 in diesem Gebiet auftreten. 1894 lag der größte Teil des Sees trocken. Um Wassereintritte in die Gruben zu vermeiden, wird seitdem das ehemalige Seegebiet durch Entwässerungsgräben sowie eine Pumpstation trocken gehalten und landwirtschaftlich genutzt. Es ist beabsichtigt, den See wieder entstehen zu lassen.

Auf dem Seeboden setzte sich im Holozän Seemergel ab, der bis 5 m Mächtigkeit erreicht, in den Randbereichen jedoch wesentlich geringmächtiger ist. Der Seemergel ist feingeschichtet, und Sandbänder durchziehen sehr häufig das Sediment. Schnecken- und Schneckenfragmente sind in erheblicher Menge enthalten. Die Pollenuntersuchungen von MÜLLER (1953) ließen eine Datierung des ältesten Seemergels in den jüngeren Teil des Atlantikums zu. Nach den Pollenuntersuchungen von KÖHLER (1968, zit. bei ALTERMANN & MANIA, 1968) aus dem Exkursionsprofil dominieren die Nichtbaumpollen gegenüber den Baumpollen. Die Pollenführung im Grenzbereich Seemergel/Tschernosem entspricht dem ausgehenden Atlantikum. Offenbar hatte der Salzige See erst im jüngeren Atlantikum seine größte Ausdehnung erreicht. Unter dem Seemergel ist eine Schwarzerde auf Löß entwickelt (mit Krotowinen). Das Liegende des Lösses wird von Geschiebemergel eingenommen. Profilbeschreibung und Analysendaten: Tabellen 7 und 8.

Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation:

- Bodenansprache
- Bodengenese (Schwarzerdegenese)
- Interpretation:

Im jüngeren Atlantikum war die Schwarzerde voll entwickelt. Nach den Untersuchungen von ALTERMANN & MANIA (1968) begann im Mitteldeutschen Trockengebiet die Humusakkumulation der Tschernoseme bereits im Alleröd. In dieser Zeit blieb jedoch die Humusakkumulation geringmächtig, und die Hauptmasse des Schwarzerdehumus wurde im Frühholozän gebildet. Durch die Seemergelablagerung wurde der Tschernosem, der zumindest in den Randgebieten des späteren Salzigen Sees voll entwickelt war, konserviert. Vorhandene Krotowinen und andere Bodenmerkmale (einschließlich die analytischen Parameter) belegen, daß es sich nicht um eine hydromorphe Humusakkumulation, sondern um Schwarzerdehumus handelt. Humusfraktionierungen ergaben, daß der Fulvosäureanteil im beachteten Tschernosem höher ist als im fossilen des Exkursionsprofils (ALTERMANN & MANIA, 1968). Der Tschernosem wurde durch den Seemergel nicht sekundär aufgekalkt, d.h. der Seegrund (Schwarzerde) war relativ abgedichtet. Der fossile Tschernosem ist nach den analytischen Befunden (auch nach den Untersuchungen aus dem Jahre 1968) versauert. Diesem Phänomen muß weiter nachgegangen werden. Ursache könnte eine Versauerung der Tschernoseme im ausgehenden Atlantikum sein oder eine anaerobe Umsetzung auf dem Grunde des ehemaligen Salzigen Sees.

Tabelle 7: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|---|---------------------------|-----------------------|
| Profil A 674: Salziger See | | |
| TK-Nr.: 4536 | R: 44 81740 | H: 57 03690 |
| Höhe ü. NN: 83 m | Reliefformtyp: GFL | Neigung: N 0.2 |
| Bodenschätzung: IS4Al Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | | |
| Geologie: I Seemergel (Holozän) | | |
| II Löß | | |
| III Geschiebemergel (Saale-Kaltzeit) | | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------|-----------------------|---------------------|-----|-------|---|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 25 | eR-Ap1 | 10YR3/2+ 10YR4/2 | h 3 | c 5 | Krümelfüge; stark durchwurzelt; Su4,fG1 (stark schluffiger Sand, sehr schwach feinkiesig); Molluskenschalen |
| 2 | 45 | eR-Ap2 | 10YR4/2 | h 4 | c 5 | Bröckelfüge; stark durchwurzelt; Su4,fG1 (stark schluffiger Sand, sehr schwach feinkiesig); Molluskenschalen |
| 3 | 65 | eM | 10YR7/2+ 10YR6/2 | h 3 | c 4 | Platten-, Kohärentgefüge; schwach durchwurzelt; Us,fG1 (sandiger Schluff, sehr schwach feinkiesig); mit Feinkies- und Sandbändern; Molluskenschalen |
| 4 | 85 | II fA _{xh} 1 | 7,5YR3/1 | h 3 | c 0 | im oberen Horizontteil schwaches Kalkmycel; Polyedergefüge; Wurzelröhren; mittel durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 5 | 105 | fA _{xh} 2 | 7,5YR2/1 | h 3 | c 0 | Platten-, Polyedergefüge; Krotowinen, Wurzelröhren; mittel durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 6 | 115 | fA _{xh} e1C | 10YR4/2+ 10YR5/2 | h 2 | c 4 | Polyedergefüge; Krotowinen; schwach durchwurzelt; Tu4 (stark schluffiger Ton) |
| 7 | 160 | elrGo | 10YR4/6 | h 0 | c 4 | Rostflecken, Bleichflecken; Kohärentgefüge; sehr schwach durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 8 | 180 | IIIelrGo | 7,5YR4/4+ 5YR3/6 | h 0 | c 3.3 | Rostflecken; Subpolyedergefüge; Sl4,mG2 (stark lehmiger Sand, schwach mittelkiesig) |

| | |
|--|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Pararendzina-Rigosol über Gley-Tschernosem (RZ-YY/GG-TT) |
| | Substrattyp: Fluvisand über Löß: f-s(Fmk)/a-ö |
| | Bodenform: Pararendzina-Rigosol über Gley-Tschernosem aus Fluvisand (Seemergel) über Löß; Symbol: RZ-YY/GG-TT.f-s(Fmk)/a-ö |
| TGL 24 300: | Bodenform: Schluff-Rigolrendzina: u-RiC |
| Standortregionaltyp der MMK: D6a3 | |
| FAO/WRB: Calcaric Regosol | |
| Soil Taxonomy: Lithic Haplustoll | |

Tabelle 8: Analyseergebnisse

Profil A674

| Nr. | Hor. | Tiefe | | | | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|-----------|-------|------|-------------------|---|-----|----------------------|-----|-----|------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|-----|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | % | | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 1 | eR-Ap1 | 0-25 | | | | | | | | 13.5 | 16.2 | 18.7 | 23.3 | 15.0 | 6.1 | 7.1 | |
| 2 | eR-Ap2 | -45 | | | | | | | | 15.0 | 17.2 | 18.0 | 22.6 | 14.1 | 6.3 | 6.8 | |
| 3 | eM | -65 | | | | | | | | 1.9 | 4.4 | 9.2 | 44.4 | 24.3 | 8.1 | 7.8 | |
| 4 | II fAxb 1 | -85 | | | | | | | | 0.8 | 1.8 | 3.7 | 39.8 | 27.2 | 11.4 | 15.3 | |
| 5 | fAxb 2 | -105 | | | | | | | | 0.3 | 1.2 | 3.1 | 36.9 | 27.0 | 10.1 | 21.4 | |
| 6 | fAxb *elC | -115 | | | | | | | | 0.1 | 0.6 | 3.3 | 36.2 | 23.0 | 9.8 | 27.0 | |
| 7 | elrGo | -160 | | | | | | | | 0.3 | 2.6 | 10.1 | 48.3 | 18.5 | 5.2 | 14.9 | |
| 8 | III elrGo | -180 | | | | | | | | 6.3 | 22.3 | 26.9 | 12.9 | 8.6 | 6.9 | 16.0 | |

| Nr. | pH | pH | Kalk | Gips | C.org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | LF | BaCl ₂ -austb.Kationen | | | | | KAK | BS | | | | | |
|-----|-------------------|------------------|------|------|-------|-----|------|------|------|------|-------|-----|-----------------------------------|-----|-----|------|------|------|-----|----|----|----|----|----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | % | | g/kg | g/kg | g/kg | mS/cm | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % | | | | | | |
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | cmol/kg Boden | | | | | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | 7.4 | 7.6 | 37.7 | 0.44 | 2.2 | 0.1 | 18.3 | 1.3 | 2.2 | 0.5 | 0.2 | 2.8 | 21.5 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 17.7 | 100 | | | | | |
| 2 | 7.5 | 7.6 | 37.1 | 0.88 | 2.4 | 0.1 | 19.9 | 1.3 | 2.3 | 0.6 | 0.2 | 3.1 | 23.6 | 1.5 | 0.2 | 0.0 | 0.8 | 16.6 | 95 | | | | | |
| 3 | 7.5 | 7.7 | 23.7 | 0.99 | 1.3 | 0.0 | 13.2 | 2.3 | 3.7 | 0.6 | 0.3 | 3.5 | 21.4 | 2.8 | 0.2 | 0.1 | 0.0 | 24.5 | 100 | | | | | |
| 4 | 4.3 | 4.7 | 0.0 | 0.97 | 1.8 | 0.1 | 14.1 | 3.2 | 6.7 | 0.4 | 0.0 | 3.9 | 8.1 | 2.3 | 0.1 | 0.4 | 14.5 | 20.0 | 27 | | | | | |
| 5 | 6.2 | 6.3 | 0.0 | 1.04 | 1.6 | 0.1 | 13.3 | 2.2 | 4.3 | 0.5 | 0.2 | 4.5 | 15.1 | 3.9 | 0.2 | 0.6 | 9.8 | 23.8 | 59 | | | | | |
| 6 | 7.8 | 8.0 | 23.1 | 0.34 | 0.6 | 0.0 | 13.3 | 0.7 | 3.0 | 0.2 | 0.1 | 4.2 | 17.4 | 3.7 | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 13.2 | 100 | | | | | |
| 7 | 8.0 | 8.4 | 13.2 | 0.11 | | | | 0.5 | 3.8 | 0.1 | 0.0 | 4.6 | 9.4 | 2.7 | 0.1 | 0.5 | 0.0 | 6.9 | 100 | | | | | |
| 8 | 8.0 | 8.8 | 7.0 | 0.00 | | | | 0.2 | 6.4 | 0.0 | 0.0 | 3.0 | 6.8 | 2.7 | 0.2 | 0.8 | 0.0 | 7.6 | 100 | | | | | |

*) einschl. H₂O-lösliche Kationen

| Nr. | Illit ₁₎ | Verm. | Smectit | Kaolinit ₁₎ | prim. Chl. | sek. Chl. | Quarz ₁₎ | Feldspat ₁₎ | Röntgenflexintensitätsstufen: |
|-----|---------------------|-------|---------|------------------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|-------------------------------|
| 1 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | |
| 1 | | | | | | | | | + |
| 2 | | | | | | | | | ++ |
| 3 | 34 | +++ | - | 9 | - | - | 12 | 7 | +++ |
| 4 | 38 | +++ | - | 9 | - | - | 10 | 4 | ++++ |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | | | | | | | | | |
| 7 | 42 | +++ | - | 13 | - | - | 14 | 9 | |

1) Zahlenangaben in g/100g Fraktion

5. Exkursionspunkt 2: Etzdorf (Tagebau) Profil - Nr. A 3040

Ank. 9.⁵⁵ Abf. 11.20

Der Exkursionspunkt 2 führt uns an die Aufschlußwand des ehemaligen Tagebaus Etzdorf und gestattet einen Einblick in den laufenden Tagebau Amsdorf.

Geologische Situation im Tagebau Amsdorf/Etzdorf (Frellstedt, H.)

Als Folge der Salzabwanderung am Südteil des Teutschenthaler Sattels führte das damit verbundene Entstehen einer sekundären Randsenke zur Bildung des Oberröblinger Braunkohlenbeckens (Röblingen-Amsdorfer Tertiärbecken) mit seiner mächtigen kohleführenden Lockersedimentfüllung. Die hier ausgebildete Braunkohlenlagerstätte wird in etwa begrenzt durch die Linie:

- Südrand des ehemaligen Salzigen Sees zwischen Röblingen und Amsdorf sowie Bahnstrecke Halle-Kassel zwischen Amsdorf und Wansleben (im Norden)
- Bahnhof Röblingen bis Wachhügel zwischen Stedten und Schraplau (im Westen)
- nördlich Asendorf und Etzdorf (im Süden) und
- östlich von Wansleben.

Weitere Braunkohlenbecken bzw. Teilbecken befinden sich im Raum Teutschenthal-Eisdorf-Köchstädt und Langenbogen. Von Süden nach Norden fällt das Tertiärbecken mit 2-3° ein und streicht an der Nordflanke mit 5-16° relativ steil aus.

Das Prätertiär wird von Unterem bis Oberem Buntsandstein gebildet, der das Oberröblinger Braunkohlenbecken diskordant unterlagert. Dieser unmittelbare prätertiäre Untergrund des Braunkohlenbeckens besteht aus Tonen, Schluffen und Feinsanden, die teilweise kaolinhaltig sind. Die Liegendschichten erreichen Mächtigkeiten von 5-15m.

Im Zeitraum vom Mitteleozän bis Mitteloligozän kam es zur Ausbildung mehrerer Kohleflöze unterschiedlicher Mächtigkeit und Qualität. Von Bedeutung sind folgende Braunkohleflöze:

- Flöz II (mitteleozänes Unterflöz) mit ehemals Mächtigkeiten von 4-6m,
- Flöz I (obereozänes Hauptflöz) mit Mächtigkeiten bis 18m

Geringmächtige tonig/schluffige Zwischenmittel (0,5-1,8m) lagern zwischen beiden Kohleflözen. Das Hangende über dem Hauptflöz besteht im wesentlichen aus

- tertiären Tonen, Sanden und Schluffen (ca. 15-30m) sowie unbedeutenden kleinen Kohleflözen.
- quartären Sanden und Kiesen, Dehlitzer Bänderton (0,5-0,9m), Elstergeschiebemergel (9-12,5m), Saalegeschiebemergel (7-11m), Löß (1-2m) mit einer ca. 0,5m mächtigen Schwarzerde.

Dieses Deckgebirge erreichte im Beckenzentrum teilweise Mächtigkeiten von 75-88m. Ein geologischer Schnitt durch das Oberröblinger Braunkohlenrevier ist in der Abb. 5 dargestellt.

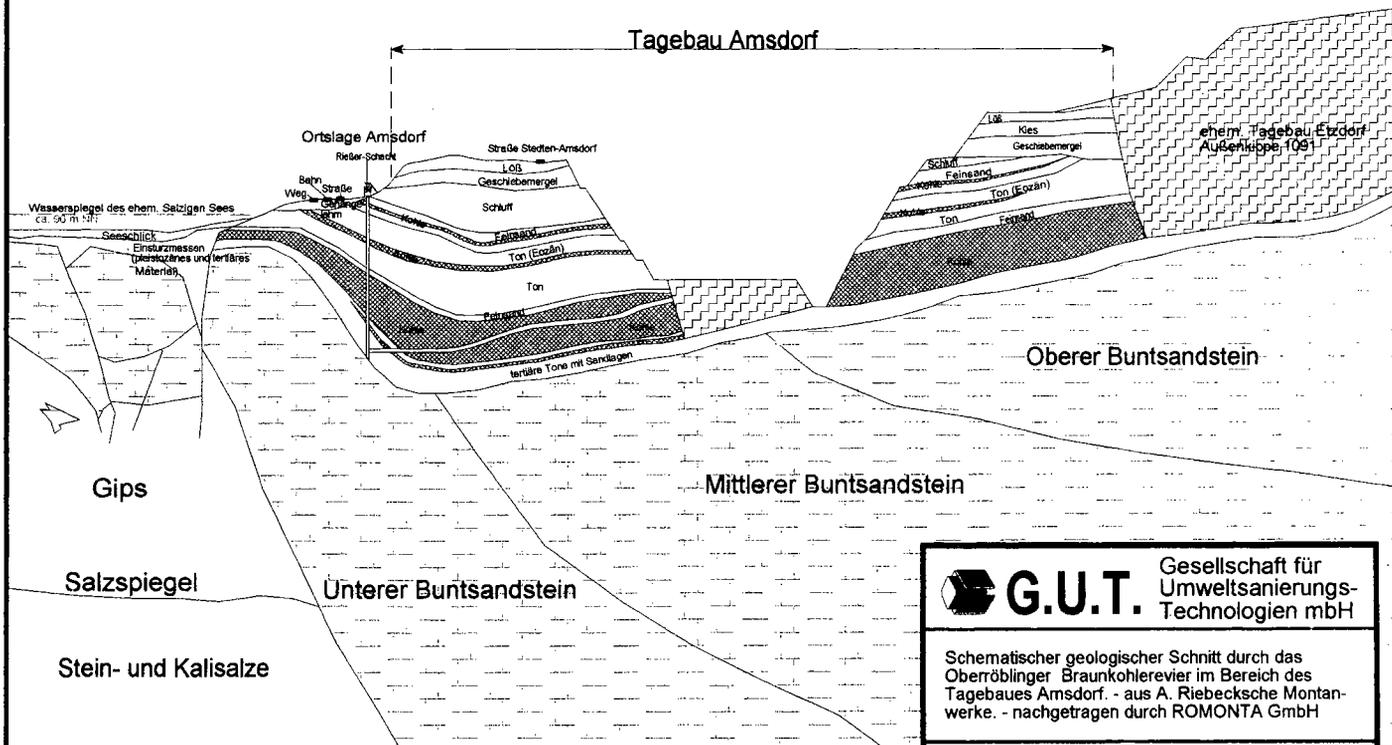
Profil A 3040

Die Aufschlußwand zeigt repräsentativ den Schicht- und Bodenaufbau für große Teile des mitteldeutschen Schwarzerdegebietes. Unter einer >1 - 2 m mächtigen weichselzeitlichen Lößdecke folgen saalezeitliche Sedimente, meistens Geschiebemergel, der durch sandige Einlagerungen gekennzeichnet ist oder auch durch Schmelzwassersande vertreten wird. Die Schichtgrenze wird - eindrucksvoll zu verfolgen - durch eine Steinsohle (Denudationsrückstand) markiert. Die Kurzbeschreibung des Bodenprofils ist in der Tabelle 9, die Analysenparameter sind in der Tabelle 10 dokumentiert.

N

Maßstab

S



G.U.T.

Gesellschaft für
Umweltsanierungs-
Technologien mbH

Schematischer geologischer Schnitt durch das
Oberröblinger Braunkohlerevier im Bereich des
Tagebaues Amsdorf. - aus A. Riebeck'sche Montan-
werke. - nachgetragen durch ROMONTA GmbH

Abb. 5

Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation:

- Bodenansprache
- Bodenausbildung
- Bodeneigenschaften
- Interpretation:

Die Schwarzerde ist als Norm-Tschernosem (Typischer Tschernosem, Typische Schwarzerde) entwickelt, d.h. es fehlt unter dem Ah-Horizont ein Bv-Horizont als Anzeichen einer bis in den LÖß hineinreichenden Verbraunung. In dem trockensten Kern des Mitteldeutschen Trockengebietes fehlt meistens der Bv-Horizont unter dem Humushorizont. Vermutlich ist dies jedoch nicht allein durch relativ geringe klimatische Unterschiede zu erklären, sondern es liegt nahe, daß auch primäre LÖßunterschiede dafür verantwortlich sein können. Im Axx-Horizont sind schwache Kalkgehalte nachweisbar. Wahrscheinlich sind dies biogen oder durch Karbonataufstieg aus dem Unterboden eingebrachte Karbonate. Das Gefüge im Oberboden ist durch Befahrung nicht ganz typisch.

Tabelle 9: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|---|--|-----------------------|
| Profil A 3040: Etzdorf (Tagebaurand) | | |
| TK-Nr.: 4536 | R: 44 82950 | H: 57 01050 |
| Höhe ü. NN: 145 m | Reliefformtyp: EPGG | Neigung: N 0.2 |
| Bodenschätzung: L1LÖ | Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | |
| Geologie: I LÖß II Geschiebemergel (Saale-Kaltzeit) | | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|-----------|----------------------|-----|-------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 30 | rAxp | 10YR3/4 | h 3 | c 0 | Platten-, Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff); verdichtet durch Fahrweg am Tagebaurand! |
| 2 | 45 | Axx | 10YR2/3 | h 3 | c 1 | Krömel- bis Subpolyederggefüge; Krotowinen; Wurzelröhren; stark durchwurzelt; Tu4 (stark schluffiger Ton); |
| 3 | 50 | eC+Bv-Axx | 10YR4/4+ 10YR4/6 | h 2 | c 3.2 | Subpolyederggefüge; Krotowinen; Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 4 | 110 | eCC1 | 10YR6/4 | h 0 | c 4 | Kalkmycel; Kohärentgefüge; Krotowinen, Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Ut2 (schwach toniger Schluff) |
| 5 | 130 | eCC2 | 10YR6/4+ 10YR6/6 | h 0 | c 4 | Kalkmycel; Subpolyeder-, Kohärentgefüge; Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff); Steinsohle an der Basis |
| 6 | 150 | lElCc | 10YR5/4+ 2,5YR5/4 | h 0 | c 3.3 | Kalkmycel; Platten-, Polyederggefüge; Wurzelröhren; S13,gG2,f01 (mittel lehmi-ger Sand, schwach grobkiesig, sehr schwach steinig) |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Norm-Tschernosem (TTn);
Substrattyp: LÖß: a-ö
Bodenform: Norm-Tschernosem aus LÖß; Symbol: TTn.a-ö
TGL 24 300: Bodenform: LÖß-Schwarzerde: öT
Standortregionaltyp der MMK: LÖ1a1
FAO/WRB: Haplic Chernozem
Soil Taxonomy: Typic Haplustoll

Tabelle 10: Analysenergebnisse

Profil A3040

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | d _b | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|----------------|-------|------|-------------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|-----|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | rAxp | 0-30 | 90 | 1,55 | 40,4 | 37,4 | 35,4 | 29,9 | 18,0 | 0,4 | 1,4 | 3,0 | 39,7 | 25,5 | 7,5 | 22,5 |
| 2 | Axh | -45 | 15 | 1,39 | 47,3 | 46,7 | 42,0 | 34,3 | 8,1 | 0,0 | 0,9 | 1,9 | 37,3 | 26,7 | 7,6 | 25,5 |
| 3 | eIC+Bv -Axh | -50 | - | - | - | - | - | - | - | 0,1 | 0,6 | 2,2 | 45,1 | 25,2 | 7,8 | 19,1 |
| 4 | eICc 1 | -110 | >100 | 1,4 | 47,8 | 46,4 | 39,8 | 32,7 | 6,9 | 0,0 | 0,4 | 3,9 | 57,1 | 20,9 | 6,2 | 11,5 |
| 5 | eICc 2 | -130 | - | - | - | - | - | - | - | 0,1 | 0,4 | 3,2 | 59,6 | 19,2 | 5,4 | 12,2 |
| 6 | II eICc | -150 | 58 | 1,73 | 35,2 | 32,0 | 24,0 | 16,8 | 7,8 | 4,3 | 24,6 | 36,3 | 10,7 | 7,3 | 5,1 | 11,7 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen * | | | | KAK | BS | | |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|--|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | | o/d | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % | |
| | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | |
| 1 | 6,4 | 7,1 | 0,0 | 2,2 | 0,2 | 11,3 | 1,5 | 5,9 | 0,2 | 0,4 | 1,0 | 17,6 | 2,1 | 0,6 | 0,2 | 3,8 | 23,7 | 84 | |
| 2 | 6,7 | 7,4 | 0,2 | 1,7 | 0,1 | 12,2 | 1,4 | 5,9 | 0,2 | 0,5 | 1,1 | 17,7 | 2,3 | 0,3 | 0,3 | 3,3 | 23,4 | 86 | |
| 3 | 7,6 | 7,8 | 3,8 | 1,0 | | | 1,0 | 5,5 | 0,1 | 0,3 | 0,9 | 17,2 | 2,0 | 0,1 | 0,2 | 3,3 | 16,9 | 81 | |
| 4 | 7,8 | 8,1 | 17,0 | | | | 0,6 | 3,5 | 0,1 | 0,1 | 0,3 | 12,7 | 1,8 | 0,1 | 0,2 | 0,0 | 8,0 | 100 | |
| 5 | 7,9 | 8,2 | 14,8 | | | | 0,6 | 3,3 | 0,1 | 0,1 | 0,2 | 12,3 | 2,2 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 8,5 | 100 | |
| 6 | 8,0 | 8,7 | 6,6 | | | | 0,3 | 5,3 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 6,7 | 2,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 6,7 | 100 | |

^{*)} einschl. H₂O-lösliche Kationen

| Nr. | Illit ₁₎ | Verm. | Smectit | Kaolinit ₁₎ | prim. Chl. | sek. Chl. | Quarz ₁₎ | Feldspat ₁₎ | Röntgenreflexintensitätsstufen: |
|-----|---------------------|-------|---------|------------------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 41 | 43 | |
| 1 | | | | | | | | | + schwach |
| 2 | 36 | +++ | - | 7 | - | - | 7 | 2 | ++ mittel |
| 3 | | | | | | | | | +++ stark |
| 4 | 30 | ++++ | - | 5 | - | - | 8 | 7 | ++++ sehr stark |
| 5 | | | | | | | | | |

¹⁾ Zahlenangaben in g/100g Fraktion

6. Exkursionspunkt 3: Langeneichstädt -Eichstädter Warte

Die in der weiten ebenen Landschaft markante Eichstädter Warte bei Langeneichstädt bietet die Gelegenheit für einen siedlungsgeschichtlichen Rückblick. Dabei soll auch der Einfluß der hier verbreiteten Schwarzerden auf die Besiedlungsintensität in vorgeschichtlicher Zeit und die Auswirkung der frühen Besiedlung auf die Schwarzerdeerhaltung betrachtet werden.

Siedlungsgeschichtliche Betrachtungen für das Exkursionsgebiet (H. Einecke)

Die Gegend um Querfurt ist seit Jahrtausenden besiedelt. Wenn auch sichere Nachweise paläolithischer Begehungsphasen von der Querfurter Platte direkt nicht vorliegen, so müssen an dieser Stelle die Fundstelle von Klein- Wangen (ca. 380 000 v.Chr.) und die Jungpaläolithische Jägerstation von Nebra (ca. 11 000 v. Chr.) erwähnt werden. Beide Fundstellen liegen im nahen Unstruttal. Aus dem Mesolithikum (8 000 - 5 000 v. Chr.) sind wenige Artefakte, meist einfache Feuersteingeräte von den Hochflächen um Alberstedt und Ziegelroda in der ersten Hälfte unseres Jh. aufgefunden worden.

Die eigentliche Besiedlung unserer Landschaft setzte mit dem Beginn des Neolithikums ein. Die Donauländische bzw. Linienbandkeramische Kultur wanderte aus dem heutigen Böhmischem Raum in Mitteldeutschland, vor allem in seine Schwarzerde- und Lößgebiete ein. Ackerbau und Viehzucht veränderten nun nachhaltig auch das Landschaftsbild auf der Querfurter Platte. Entlang von Flüssen und auch kleineren Wasserläufen entstanden größere Siedlungskomplexe. Die Ausdehnung einiger Fundstellen wird mit dem Verlagern der Siedlungen infolge von Bodenerschöpfung erklärt. Die Bandkeramiker hinterließen ihre Spuren in einer ganzen Reihe von Orten der Umgebung. Fundstellen befinden sich u.a. in Lodersleben, Rothenschirmbach und Querfurt. Ebenso nachweisbar sind Siedlungsphasen im mittleren Neolithikum, allerdings wurden die Siedlungen selbst nur an wenigen Stellen aufgefunden, und die Befunde stammen meistens aus Gräbern; ein Trend, der sich zum Ende der Steinzeit (ca. 2 000 v.Chr.) noch verstärkt. Hunderte von Grabhügeln, größtenteils aus der Schnurkeramik waren noch im vergangenen Jh. auf den Höhen und den Talrandlagen um Querfurt zu sehen. Die meisten wurden ihrer Beigaben größtenteils schon zuvor beraubt, Mitte des 19. Jh. ein Opfer der Separation. Wer sich noch heute ein Bild über die einstmalige Dichte archäologischer Denkmale in unserer Landschaft machen möchte, sollte den Waldgebieten des Harzrandes und vor allem dem Ziegelrodaer Forst einen Besuch abstatten. Dort erhielten sich Zeugnisse der Urgeschichte bedingt durch die weniger bodenverletzende Waldnutzung wesentlich besser.

Aus der frühen Bronzezeit (ca. 2 000 v. Chr.) liegen einige Fundstellen um Querfurt und Farnstädt vor. Im Areal der späteren Burg Querfurt befand sich eine eventuell bereits befestigte Höhensiedlung der Aunjetitzer Kultur. Einen regelrechten Siedlungsdruck gab es während der späten Bronzezeit und frühen Eisenzeit. Es entstanden wiederum sehr große Siedlungen in den Tallagen der Querne - Weida u.a. Flußniederungen, aber immer auf hochwasserfreien Terrassen. Kupfergewinnung deutet sich am Hornburger Sattel an und Salzherstellung wurde in Lodersleben und Obhausen, bedingt durch den Fund von zur Salzgewinnung gebrauchten Tonsäulen, nachweisbar.

Nach der Zeitenwende gehörte das Gebiet der Querfurter Platte zum Siedlungsraum der Hermunduren. Wenige Funde konnten bisher dieser Periode zugeordnet werden. Hingegen sind aus der folgenden Völkerwanderungszeit einige Bestattungen thüringischer Krieger am Rande von Altsiedlungen, wie Schmon, Barnstädt und Lodersleben entdeckt worden. Nun gibt es auch erste schriftliche Belege für die größtenteils bis heute bestehengebliebenen Siedlungen dieser Gegend. Bekannt ist das Hersfelder Zehntverzeichnis, was für das späte 9. Jh. den Bestand von Burgen und Siedlungen sauber getrennt, erschließen läßt.

Im Mittelalter kamen noch einige Rodesiedlungen zum ohnehin schon dichten Siedlungsbestand des Gebietes hinzu, hier seien nur die beiden benachbarten Orte Albersroda und Schnellroda, am Rande der Querfurter Platte genannt, die kurz vor Mitte des 12. Jh. durch den Bischof Egilbert von Bam-

berg angelegt wurden. Es ist bemerkenswert, daß es gerade diese späten Ortsgründungen waren, die größtenteils noch im späten Mittelalter, während der Agrarkrise wieder aufgegeben wurden. Sicherlich ein Hinweis auf ungünstige Siedlungsstandorte von vornherein, aber auch Verschlechterung der Umweltverhältnisse durch den Menschen selbst. Allein im ehemaligen Kreis Querfurt existieren 77 bekanntgewordene Wüstungen, eine Häufung, die nicht nur mit Konzentration in Groß- und Altsiedlungen erklärt werden kann.

In all diesen siedlungsgeschichtlichen Abläufen steht Langeneichstädt eine hervorragende Rolle zu. So fanden sich Linienbandkeramische Siedlungsspuren unterhalb des Ortes im Stöbnitztal. Aus dem mittleren Neolithikum stammen die Überreste dieses vor uns liegenden mächtigen Steinkammergrabes. Es wurde als kollektiver Bestattungsplatz für Menschen der Bernburger Kultur angelegt. Nicht nur der ersichtliche Aufbau des Grabes ist bemerkenswert, auch das bei den Notgrabungen geborgene Fundgut, darunter Kupferspiralen, Trommelscherben und der vor uns als Nachbildung errichtete Menhir mit der Abbildung einer Dolmenggöttin, sorgten bei der Freilegung 1987 für eine Sensation. Fast bei allen Erdarbeiten treten neue Bodenfunde in dieser Gegend zu Tage. So wurden beim Bau der Katholischen Kirche spätbronzezeitliche und früheisenzeitliche Siedlungsschichten angeschnitten. Bestattungen der Völkerwanderungszeit bzw. des frühen Mittelalters fanden sich dicht beider Ortsteile (Nieder- und Obereichstädt) und Siedlungsbefunde verschiedener mittelalterlicher Stufen konnten aus den Dorfkernen, von den beiden ursprünglich vorhandenen Turmhügelburgen innerhalb der Ortslage Niedereichstädt und von der nordwestlich vom Exkursionsstandort gelegenen Wüstung Wolkau geborgen werden.

Die vor uns stehende „Eichstädter Warte“ ist ebenso als ein Zeugnis alter Geschichte anzusehen, hatte sie doch die Ostgrenze des Einflußgebietes der Edlen Herren von Querfurt im Zusammenhang mit einer Landwehr abzusichern und mit dem Stammsitz, der Burg Querfurt zu verbinden. Die Edlen Herren von Querfurt waren es übrigens auch, die in geschichtlichen Zeiten, von der Ottonik bis zum Aussterben des Hauses 1496 die politischen und ebenso auch wirtschaftlichen Veränderungen der Querfurter Platte prägten.

7. Exkursionspunkt 4: Querfurt Catena

Nördlich von Querfurt wird eine Catena aus 4 Bodenprofilen vorgeführt, die eine typische, durch Bodenerosion und Akkumulation bestimmte Bodenabfolge für den Exkursionsraum repräsentiert. Schon eine geringe Reliefenergie - verbunden mit einer intensiven Bodennutzung - bewirkt einerseits erheblichen Bodenabtrag und andererseits erhebliche Akkumulationen in den schmalen, flach eingeschnittenen Tälchen. Fragen der Bodenerosion, der Bodenbelastung, der Bodenbewirtschaftung und des Bodenschutzes sollen komplex an diesem Standort diskutiert werden.

Bodenerosion auf der Querfurter Platte (Hilmar Schröder)

Die Standortbedingungen auf der Querfurter Platte sind überwiegend durch eine geringe potentielle Erosionsdisposition gekennzeichnet. Die einzelnen Faktoren der USLE von WISCHMEIER & SMITH (1978) erreichen z.T. Minimalwerte für Deutschland. Der R-Faktor liegt nach SAUERBORN (1994) um die 40 kJ/qm.mm/h. Im Nordosten der Querfurter Platte werden nur Werte zwischen 30 und 35 kJ/qm.mm/h erreicht. Der LS-Faktor weist stärkere räumliche Unterschiede auf. Überwiegend aufgrund der sanften Neigungen sind große Teile der Querfurter Platte durch LS-Faktoren zwischen 0,1 und 0,5 gekennzeichnet. Nur im Übergang zum Ziegelrodaer Plateauhügelland dominieren LS-Faktoren zwischen 1,5 und 6. Beträchtliche Unterschiede zeigen sich bezüglich der K-Faktors. Die fast lößfreien Verwitterungsprodukte des Muschelkalks liegen um die 0,3, wogegen sowohl die mächtigen Lößstandorte als auch die Verwitterungsprodukte der verschiedenen Buntsandsteine und diverse Mischsubstrate K-Faktorenwerte zwischen 0,4 und 0,7 aufweisen. Beim C-Faktor muß davon ausgegangen werden, daß auf den überwiegend hochwertigen Böden nur wenig erosionsmindernde Nutzpflanzen, wie Gräser, Klee oder Luzerne angebaut werden. In der

ausgeräumten Agrarsteppe der Querfurter Platte fehlen Erosionsschutzmaßnahmen insbesondere gegen Wassererosion fast völlig. Der P-Faktor wird deshalb nur einer geringen räumlichen Differenzierung unterliegen und überwiegend nahe 1 liegen.

Flächenhafte Erfassungen bodenerosiver Zeugen und Langzeitschäden zeigten im Vergleich zur potentiellen Erosionsdisposition (SCHRÖDER & LÖWA, 1991) und zu Flächenbilanzierungen, daß davon ausgegangen werden kann, daß etwa ein Fünftel der landwirtschaftlichen Nutzflächen starke bodenerosive Schäden aufweisen. Von den auch durch multispektrale und multitemporale Fernerkundung (SCHRÖDER 1989, 1992) nachgewiesenen 5115 ha Schadfläche auf der Querfurter Platte entfallen 2145 ha (ca. 8,2 % der Gesamtfläche) in die Gruppe der stark geschädigten Böden, 1870 ha (ca. 7,2 %) in die Gruppe der sehr stark geschädigten und 1100 ha (ca. 4,2 %) in die extrem stark geschädigten Böden (SCHRÖDER & LEWA 1991). Geht man davon aus, daß die durch Fernerkundung nicht zu interpretierenden Schäden beträchtlich höher liegen, so ist mit einer mäßigen Schädigung auf ca. 40% und mit einer schwachen Schädigung auf ca. 60% der ackerwirtschaftlichen Nutzflächen zu rechnen (BERGNER, SCHRÖDER & LEWA 1993).

Auf drei Testschlägen (Abb 6) wurden mit Hilfe der Fangkastenmethode Langzeitmessungen vorgenommen. Dabei zeigte sich, daß die umgelagerten Gesamt mengen auf den Verwitterungsprodukten des Muschelkalks etwa bei einem Zehntel der Mengen unter Lößstandortbedingungen und unter Standortbedingungen der Verwitterungsprodukte des Mittleren Buntsandsteins lagen. Während bei letzterem häufig kleine Materialmengen umgelagert werden, sind unter Lößstandortbedingungen relativ selten Materialverlagerungen zu verzeichnen, die dann allerdings meist durch größere Mengen gekennzeichnet sind. Die innere Gliederung der Hangdynamik an den untersuchten Hängen zeigt Abb. 7.

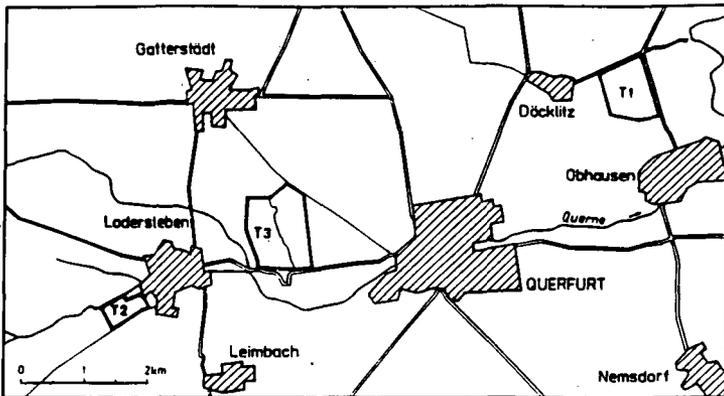


Abb.6: Lage der Testschläge
T 1: Testfläche im Löß
T 2: Testfläche im Sandstein
T 3: Testfläche im Muschelkalk

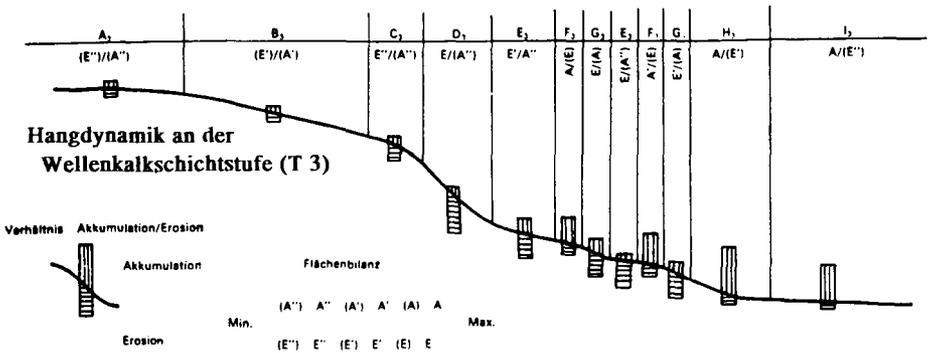
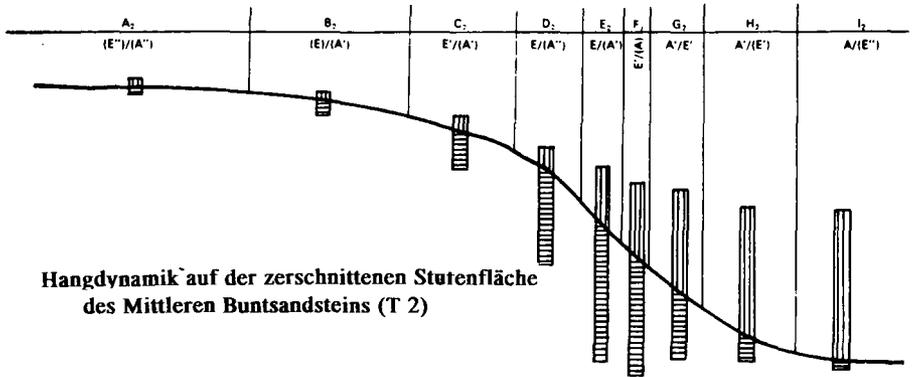
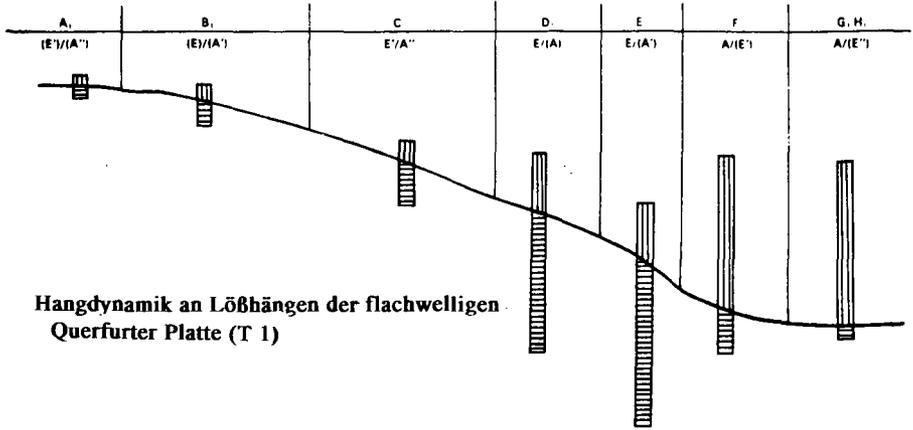


Abb. 7: Sequenzen typischer Vergesellschaftungen bodenerosiver Abspülung im Raum Querfurt

Schwermetallgehalte in landwirtschaftlich genutzten Böden IM Raum Querfurt (D. Kühn, M. Altermann, J. Utermann)

In den 80er Jahren wurden anhand des Mischprobenmaterials, das für die Düngungsberatung auf Nährstoffgehalte untersucht wurde, die Schwermetallgesamtgehalte von Cr, Pb, Cd, Ni und Cu bestimmt. Die Proben wurden zufällig ausgewählt und repräsentierten die gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche auf Schlagebene. Für den Altkreis Querfurt liegen Ergebnisse von 44 Schlägen vor. Verglichen mit den Bodenwerten (BW) nach EIKMANN & KLOKE (1991) liegt das allgemeine Gehaltsniveau für die untersuchten Schwermetalle im Bereich geogener/anthropogener Hintergrundwerte (\ll BW I).

Die den Auswertungen zugrunde liegenden Mischproben innerhalb von administrativen Grenzen liefern selbst bei mittelmaßstäbiger Betrachtung keine engen Bezüge zur Struktur der Bodendecke. Um diesen Bezug herzustellen, wurden im Rahmen weiterer Auswertungen durch die BGR (KÜHN et al., 1995) Analysen von 70 repräsentativen Bodenprofilen des Altkreises Querfurt einbezogen. Die Schwermetallgehalte der ca. 300 Horizontproben wurden nach Horizont-Substrat-Gruppen geordnet. Die Zentralwerte dieser Gruppen wurden Kartiereinheiten zugewiesen. Dabei wurden den Bodenformen tiefenstufenbezogen - entsprechend den Nomenklaturen der KA 4 - unterschiedliche Werte zugeordnet. Auf dieser Grundlage wurden für den Altkreis flächenbezogene Übersichten der Verteilung von Schwermetallgehalten in den Tiefenstufen 0 - 30 cm, 30 - 70 cm und 70 - 120 cm erstellt.

Schwermetallgehalte nehmen i. a. mit zunehmender Tiefe ab. Die höchsten Gehalte finden sich in den Ackerkrumen, was als Hinweis auf zurückliegende anthropogen bedingte Einträge interpretiert wird. Beim Element Nickel läßt sich kein einheitlicher vertikaler Trend erkennen. Deutlich spiegeln sich substratbedingte Einflüsse auf die Schwermetallgehalte wider. Die Variabilität der Gehalte ist in Gebieten mit oberflächennahen Verwitterungsprodukten der Festgesteine der Trias und des Rotliegenden oder in ausgeprägten Tälern deutlich erhöht. Dies liegt an den spezifischen Gehalten der unterschiedlichen Gesteine des Muschelkalkes, des Buntsandsteins und des Rotliegenden sowie mit der in diesen Gebieten auftretenden intensiven Verzahnung mit den Resten der Lößdecke. Die Gebiete mit mächtigeren Lössen weisen durch den ausgleichenden Effekt des Lösses eine niedrige Gehaltsschwankungen auf.

Die höchsten Schwermetallgehalte der Ackerkrumen treten i. a. in den Tälern auf. Sie liegen jedoch unterhalb des BW I nach EIKMANN & KLOKE (1991). Im Bereich des Ausstriches/Schichtstufe des Muschelkalkes sind die Gehaltsverteilungen sehr differenziert. Hier wechseln auf engem Raum Löß-, Kalkstein- und Schluff-/Tonsubstrate. Aber auch der morphologische Anstieg zum Ziegelrodaer Forst weist eine höhere Variabilität der Schwermetallgehalte auf.

Für den Altkreis Querfurt lassen sich aus den Auswertungen des zu DDR-Zeiten erstellten Datenmaterials folgende Schlußfolgerungen ziehen:

1. Löss maskieren Schwermetallgehalte der Untergrundgesteine. Die Schwermetallgehalte der Löss bewegen sich auf mittlerem, geogen/pedogen bedingtem Hintergrundniveau.
2. Laterale und vertikale Gehaltsdifferenzierungen innerhalb der Lößverbreitungsbereiche werden primär durch atmogene und/oder nutzungsbedingte Einträge verursacht.
3. Lagert der Löß flachgründig über verschiedenen Untergrundgesteinen, wird der vertikale Gehaltstrend durch die anstehenden Gesteine bestimmt.

Die mittels Röntgenfluoreszenzanalyse ermittelten und hier nicht dargestellten Schwermetallgehalte in den Bodenprofilen dieser Exkursion bestätigen das allgemeine Gehaltsniveau im Bereich geogener/pedogener Hintergrundwerte sowie die oben angesprochene Maskierung der Schwermetallgehalte des Untergrundes durch den Löß.

Möglichkeiten zur schonenden Bodenbearbeitung (Michel,D.)

Die fruchtbaren und intensiv genutzten mitteldeutschen Schwarzerden und Parabraunerden/Fahlerden aus Löß sind infolge ihres relativ hohen Schluffgehaltes erosionsgefährdet. Sie neigen mehr oder weniger stark zur Verschlämmung, Verkrustung und Verdichtung, besonders stark ausgeprägt bei den humusärmeren Parabraun- und Fahlerden.

Als wesentliche Ursache derartiger Gefahren sind die bisher übliche hohe Intensität der Bodenbearbeitung, vor allem in den Arbeitsabschnitten Grundbodenbearbeitung und Saatbettbereitung anzusehen. Ständig tiefwendende Bearbeitung, damit verbundene Überlockerung und Grobscholligkeit, Pflugsohlenverdichtung durch Fahren in der Furche und Schlupf sowie mehrere Arbeitsgänge bei der Herrichtung des Saatbettes bzw. zu feines Saatbett führen zur Senkung der Gesamtporosität und nachhaltigen Zerstörung des kontinuierlichen, Krume und Unterboden verbindenden Leitbahnsystems mit nachteiligen Folgen für die Wasserinfiltration, den diffusen Gasaustausch und die Durchwurzelung des Bodens.

Die Bearbeitung dieser Böden im Regenschattengebiet des Harzes ist generell noch stärker auf wassersparende und aufwandreduzierte Verfahren auszurichten. Das setzt die gefügeschonende Bewirtschaftung des Bodens im gesamten Arbeitsprozeß voraus. Aus der Sicht einer gefügeschonenden Bodenbearbeitung und des Bodenschutzes sind folgende Lösungsmöglichkeiten zu bevorzugen:

- Verstärkte Differenzierung der mechanischen Eingriffstiefe in der Fruchtfolge unter Berücksichtigung der physikalischen und technologischen Bodenbedingungen sowie der Pflanzenanforderungen.
- Rücknahme der Bearbeitungsintensität durch Einschränken der tiefwendenden Bearbeitung zugunsten nichtwendender Lockerungsmaßnahmen, bei denen Pflanzenreststoffe als Verschlämmungs-, Erosions- und Evaporationsschutz oberflächennah eingearbeitet und die Tragfähigkeit bzw. Befahrbarkeit des Bodens verbessert werden (konservierende Bodenbearbeitung).
- Anpassen von Frässaatverfahren und (zeitweiliger) Direktsaat an die vorliegenden Standortbedingungen unter Verwendung spezieller Sätechnik und von Verfahrenslösungen mit optimaler Verteilung bzw. Einarbeitung von Pflanzenstoffen.

Bodenprofile der Catena Querfurt

Die Catena beginnt auf der ebenen Hochfläche mit einem Braunerde-Tschernosem (Profil A 3041: Profilbeschreibung Tabelle 11, Analysenergebnisse Tabelle 12), geht über zur Braunerde aus Löß (Profilbeschreibung Tabelle 13, Analysenergebnisse Tabelle 14) und schließlich am Flachhang zur Pararendzina aus Löß (Profilbeschreibung Tabelle 15, Analysenergebnisse Tabelle 16). Am Ende der Catena ist im Akkumulationsbereich ein Kolluvisol aufgeschlossen, der über einer Schwarzerde liegt (Profilbeschreibung Tabelle 17, Analysenergebnisse Tabelle 18).

Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation:

- Bodenansprache
- Bodenausbildung
- Bodengesellschaften
- Bodeneigenschaften
- Bodenerosion, Bodenbelastung
- Bodenbewirtschaftung, Bodenschutz
- Interpretation:

Tabelle 11: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|---|-------------------------------------|--------------|
| Profil A 3041: Querfurt Catena T | | |
| TK-Nr.: 4535 | R: 44 71660 | H: 56 96690 |
| Höhe ü. NN: 200 m | Reliefformtyp: HGG | Neigung: N 1 |
| Bodenschätzung: L1Lö | Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | |
| Geologie: I Löß | | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|------------|---------------------|-----|-------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 35 | Axp | 10YR3/2+ 10YR2/3 | h 3 | c 0 | Krümel-, Bröckelgefüge; stark durchwurzelt; Krumbasisverdichtung; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 2 | 60 | elC+Axb-Bv | 10YR4/6 | h 1 | c 3.2 | Subpolyedergefüge; mittel durchwurzelt; Krotowinen, Wurzelröhren, Regenwurmröhren; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 3 | 125 | elCkc1 | 10YR6/4 | h 0 | c 4 | Lößkindl, Kalkmycel; Subpolyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 4 | 150 | elCkc2 | 7,5YR5/4 | h 0 | c 4 | Lößkindl, Kalkmycel; Platten-, Kohärentgefüge; Ut3 (mittel toniger Schluff) |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Braunerde-Tschernosem (BB-TT);
Substrattyp: Löß: a-ö
Bodenform: Braunerde-Tschernosem aus Löß; Symbol: BB-TT.a-ö
TGL 24 300: Bodenform: Löß-Braunschwarzerde: öW
Standortregionaltyp der MMK: Lößla2
FAO/WRB: Haplic Chernosem
Soil Taxonomy: Typic Haplustoll

In diesem Raum des Exkursionsgebietes sind keine Norm-Tschernoseme, sondern degradierte - meistens Braunerde-Tschernoseme, entwickelt. Das Gebiet ist geringfügig feuchter gegenüber dem Exkursionspunkt Etdorf. Als weiterer Aspekt kommt hinzu, daß die Lößprovinz der Catena nahe an dem in westlicher Richtung verbreiteten Buntsandsteingebiet liegt, so daß auch primäre petrographische Unterschiede im Löß die Ursache für diese Differenzierung sein könnten. Die Braunerde aus Löß ist keine „echte Braunerde“, sondern sie entstand durch Erosion aus einem Braunerde-Tschernosem. Die Kalkgehalte in den Bv-Horizonten sind biogenen Ursprungs (Krotowinen). Die Pararendzina ist ein im Lößgebiet weit verbreiteter Boden, die Übergänge zur erodierten Schwarzerde sind fließend, denn häufig sind die Pararendzinen durch Reste von Schwarzerdehumus im Ap-Horizont gekennzeichnet. Die kolluviale Überdeckung der Schwarzerde im letzten Profil der Catena ist in der Zusammensetzung für das Schwarzerdegebiet typisch. Es wurden im Raum Querschnitt kolluviale Überdeckungen von über 3 m beobachtet.

Tabelle 12: Analyseergebnisse

Profil A3041

| Nr. | Hor. | Tiefe | | d _B | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|------------|-------|------|----------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|-----|------|
| | | cm | cm/d | | | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU |
| 1 | Axp | 0-35 | >100 | 1.42 | 45.4 | 39.6 | 34.1 | 30.3 | 17.3 | 0.0 | 0.4 | 1.5 | 43.5 | 24.5 | 7.4 | 22.6 |
| 2 | eIC+Axb-Bv | -60 | 40 | 1.48 | 44.6 | 39.0 | 35.8 | 32.2 | 19.4 | 0.0 | 0.1 | 1.7 | 50.3 | 23.8 | 6.3 | 17.8 |
| 3 | eICk 1 | -125 | >100 | 1.37 | 48.5 | 42.0 | 37.5 | 31.2 | 17.8 | 0.1 | 0.5 | 3.5 | 52.9 | 23.5 | 6.0 | 13.6 |
| 4 | eICk 2 | -150 | 64 | 1.41 | 47.8 | 44.4 | 38.7 | 29.3 | 11.4 | 0.0 | 0.1 | 2.3 | 52.2 | 26.4 | 5.7 | 13.2 |

| Nr. | pH | | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen * | | | | KAK | BS | |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|--------------------------------------|---------------|-----|------|-----|------|-----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | | | | | | | | | | % | % | % | g/kg | | | o/d |
| | | | | | | | | | | | | | cmol/kg Boden | | | | | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 6.1 | 6.7 | 0.0 | 1.7 | 0.2 | 10.7 | 1.6 | 6.3 | 0.2 | 0.5 | 1.1 | 15.4 | 1.4 | 0.2 | 0.1 | 3.8 | 20.5 | 82 |
| 2 | 7.5 | 8.1 | 2.2 | 0.4 | 0.0 | 8.7 | 1.1 | 6.3 | 0.1 | 0.3 | 0.8 | 13.7 | 1.2 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 14.9 | 100 |
| 3 | 7.8 | 8.3 | 16.7 | | | | 0.7 | 3.8 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 13.7 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 100 |
| 4 | 7.6 | 8.2 | 13.4 | | | | 0.6 | 3.3 | 0.1 | 0.1 | 0.2 | 12.6 | 1.8 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.5 | 100 |

*) einschl. H₂O-lösliche Kationen

Tabelle 13: Kurzbeschreibung des Profils

| | |
|--|--|
| Profil A 3042: Querschnitt Catena B | |
| TK-Nr.: 4535 | R: 44 71660 |
| Höhe ü. NN: 200 m | Reliefformtyp: HGG |
| Bodenschätzung: L1L6 | Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn |
| Geologie: I L6b | H: 56 96600 |
| | Neigung: N 1 |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|--------|-----------------------|-----|------|---|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 30 | Ap | 10YR2/3 | h 3 | c 0 | Bröckelgefüge; mittel durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 2 | 45 | Bv | 7,5YR4/5+ 7,5YR4/6 | h 1 | c 2 | Humusflecken; Krümel- bis Subpolyedergefüge; Krotowinen; sehr schwach durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 3 | 125 | elCkc1 | 10YR6/6 | h 0 | c 4 | Lößkindl, Kalkmycel; Subpolyedergefüge; Krotowinen; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 4 | 150 | elCkc2 | 7,5YR5/4 | h 0 | c 4 | Lößkindl, Kalkmycel; Kohärentgefüge; Ut3 (mittel toniger Schluff) |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Norm-Braunerde (BBn);
Substrattyp: L6b: a-ö
Bodenform: Norm-Braunerde aus L6b; Symbol: BBn.a-ö
TGL 24 300: Bodenform: L6b-Braunerde: öB
Standortregionaltyp der MMK: L6la3
FAO/WRB: Calcic Cambisol
Soil Taxonomy: Eutrochrepts

Tabelle 14: Analysenergebnisse

Profil A3042

| Nr. | Hor. | Tiefe cm | kf cm/d | d _B g/cm ³ | GPV % | Vol. % Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|---------|----------|---------|----------------------------------|-------|-----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|-----|------|
| | | | | | | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Ap | 0-30 | >100 | 1.41 | 46.8 | 38.2 | 33.3 | 30.1 | 16.1 | 0.1 | 0.5 | 1.6 | 46.8 | 23.0 | 6.8 | 21.1 |
| 2 | Bv | -45 | 86 | 1.39 | 47.9 | 42.6 | 38.0 | 31.5 | 15.2 | 0.0 | 0.1 | 1.6 | 50.2 | 23.0 | 7.3 | 17.8 |
| 3 | elCkc 1 | -125 | >100 | 1.4 | 47.8 | 44.2 | 39.4 | 31.8 | 11.3 | 0.0 | 0.4 | 3.4 | 52.6 | 23.3 | 7.1 | 13.3 |
| 4 | elCkc 2 | -150 | | | | | | | | 0.1 | 0.2 | 3.1 | 55.4 | 22.8 | 6.4 | 12.0 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen * | | | | | KAK | BS |
|-----------------------------|-------------------|------------------|------|-------|-----|-----|------|------|-----|------|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | | o/d | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % |
| cmol _c /kg Boden | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 5.7 | 6.4 | 0.0 | 1.5 | 0.1 | 9.9 | 1.5 | 5.9 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 12.6 | 1.3 | 0.2 | 0.1 | 3.8 | 18.6 | 80 |
| 2 | 7.1 | 7.8 | 1.3 | 0.5 | 0.1 | 8.5 | 1.0 | 6.5 | 0.1 | 0.3 | 0.7 | 12.8 | 1.2 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 15.2 | 95 |
| 3 | 7.7 | 8.4 | 14.7 | | | | 0.6 | 3.7 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 12.8 | 1.2 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.3 | 100 |
| 4 | 7.7 | 8.2 | 14.2 | | | | 0.6 | 3.5 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 12.3 | 1.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 9.9 | 100 |

*einschl. H₂O-lösliche Kationen

Tabelle 15: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|--------------------------------------|--------------|
| Profil A 3043: Quierfurt Catena Z | | |
| TK-Nr.: 4535 | R: 44 71860 | H: 56 96300 |
| Höhe ü. NN: 188 m | Reliefformtyp: HGG | Neigung: N 2 |
| Bodenschätzung: L3Lö | Profilaufnahme: M. Altermann/D. Kühn | |
| Geologie: 1 Löß | | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|--------|----------|-----|-------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 40 | eAp | 10YR4/3 | h 2 | c 3.2 | Krümel-, Bröckelgefüge; mittel durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 2 | 70 | elCc | 10YR6/4 | h 0 | c 4 | Bv-Horizontreste z. T. vorhanden; Kalkmycel, Kalkröhren; Subpolyederggefüge; sehr schwach durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 3 | 180 | elCkc | 7,5YR5/4 | h 0 | c 4 | Rostflecken; Lößkindl, Kalkmycel, Kalkröhren; Subpolyederggefüge; sehr schwach durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |

| | |
|--|---|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Norm-Pararendzina (RZn); Substrattyp: Löß: a-ö Bodenform: Norm-Pararendzina aus Löß; Symbol: RZn.a-ö |
| TGL 24 300: | Bodenform: Löß-Rendzina: öC |
| Standortregionaltyp der MMK: Löl1a5 | |
| FAO/WRB: Calcaric Regosol | |
| Soil Taxonomy: Typic Udorthent | |

Tabelle 16: Analysenergebnisse

Profil A3043

| Nr. | Hor. | Tiefe cm | kf cm/d | d _B g/cm ³ | GPV % | Vol.% Wasser bei pH: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|-------|-------------|------------|-------------------------------------|----------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|-----|------|
| | | | | | | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | eAp | 0-40 | 21 | 1,32 | 50,0 | 44,0 | 37,4 | 30,6 | 13,8 | 0,1 | 0,4 | 2,3 | 52,0 | 22,0 | 5,5 | 17,7 |
| 2 | elCc | -70 | >100 | 1,38 | 48,3 | 45,6 | 40,0 | 30,4 | 12,3 | 0,1 | 0,1 | 1,4 | 49,7 | 27,2 | 5,7 | 15,9 |
| 3 | elCkc | -180 | >100 | 1,39 | 48,5 | 44,2 | 39,3 | 30,5 | 12,6 | 0,1 | 0,1 | 2,6 | 56,0 | 21,7 | 5,0 | 14,5 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen * | | | | | KAK | BS |
|-----------------------------|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | | o/d | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % |
| cmol _c /kg Boden | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 7.4 | 8.0 | 3.2 | 1.2 | 0.1 | 10.7 | 1.1 | 4.6 | 0.2 | 0.3 | 0.7 | 14.3 | 0.7 | 0.3 | 0.0 | 0.0 | 15.7 | 100 |
| 2 | 7.7 | 8.6 | 18.8 | | | | 0.7 | 4.0 | 0.1 | 0.1 | 0.4 | 12.8 | 0.5 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.0 | 100 |
| 3 | 7.8 | 8.4 | 15.4 | | | | 0.6 | 3.9 | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 13.4 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 9.9 | 100 |

* einsch. H₂O-lösliche Kationen

Tabelle 17: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|---------------------------|---------------------|
| Profil A 3044: Querfurt Catena K | | |
| TK-Nr.: 4535 | R: 44 71900 | H: 56 96000 |
| Höhe ü. NN: 180 m | Reliefformtyp: THS | Neigung: N 1 |
| Bodenschätzung: L1Lö | | |
| Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | | |
| Geologie: I Abschlammassen (Kolluviallöß) | | |
| II Löß | | |

| Nr | Horizont Tiefe (cm) | Symbol | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------------------|----------|-----------------------|-----|-------|--|
| 1 | 30 | eAp | 10YR3/2 | h 3 | c 2 | Krümel-, Bröckelgefüge; schwach durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 2 | 65 | eM | 10YR3/3 | h 2 | c 3.2 | Subpolyeder-, Plattengefüge; schwach durchwurzelt; Wurzelröhren; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 3 | 95 | II fAxh1 | 10YR2/3 | h 3 | c 2 | Subpolyedergefüge; mittel durchwurzelt; Wurzelröhren, Wurmröhren; Tu4 (stark schluffiger Ton) |
| 4 | 130 | fAxh2 | 10YR2/3 | h 2 | c 2 | Subpolyedergefüge; schwach durchwurzelt, Wurzelröhren, Wurmröhren; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 5 | 150 | fAxh-Bv | 10YR3/4 | h 1 | c 2 | Subpolyedergefüge; Krotowinen; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 6 | 180 | fBv1 | 10YR4/6 | h 1 | c 2 | Kohärentgefüge; Krotowinen; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 7 | 230 | fBv2 | 7,5YR4/4 | h 0 | c 2 | Kohärentgefüge; Krotowinen; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 6 | 260 | e1C | 7,5YR4/4+ 7,5YR5/4 | h 0 | c 3.3 | Rostflecken; Lößkindl, Kalkmycel; Kohärentgefüge; Ut3 (mittel toniger Schluff) |

| | |
|--|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Kolluvisol über tiefem Braunerde-Tschernosem (YK//BB-TT); |
| | Substrattyp: Hanglöß über Löß: u-ö/a-ö |
| | Bodenform: Kolluvisol über tiefem Braunerde-Tschernosem aus Hanglöß über Löß; Symbol: YK//BB-TT.u-ö/a-ö |
| TGL 24 300: | Bodenform: Kolluviallöß-Schwarzerde: eöt |
| Standortregionaltyp der MMK: Löß1 | |
| FAO/WRB: Haplic Chernosem | |
| Soil Taxonomy: Cumulic Haplustoll | |

Tabelle 18: Analysenergebnisse

Profil A3044

| Nr. | Hor. | Tiefe | | kf | d _g | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|----------|-------|------|------|----------------|------|----------------------|------|------|-----|-----------------------------------|-----|------|------|-----|------|----|
| | | cm | cm/d | | | | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 1 | eAp | 0-30 | | | | | | | | 0.3 | 0.6 | 2.1 | 49.8 | 22.7 | 6.5 | 17.9 | |
| 2 | eM | -65 | 75 | 1.44 | 45.9 | 39.9 | 33.4 | 28.6 | 16.6 | 0.4 | 0.7 | 1.9 | 48.6 | 22.3 | 6.0 | 20.2 | |
| 3 | II fAxh1 | -95 | >100 | 1.17 | 55.8 | 41.9 | 34.3 | 27.8 | 16.6 | 0.1 | 0.1 | 1.2 | 41.9 | 25.1 | 6.5 | 25.2 | |
| 4 | fAxh2 | -130 | | | | | | | | 0.0 | 0.1 | 1.4 | 44.6 | 24.4 | 6.7 | 22.8 | |
| 5 | fAxh-Bv | -150 | | | | | | | | 0.0 | 0.1 | 1.6 | 48.5 | 25.0 | 6.1 | 18.7 | |
| 6 | fBv 1 | -180 | >100 | 1.27 | 52.1 | 43.3 | 36.3 | 26.7 | 13.4 | 0.1 | 0.2 | 2.2 | 51.6 | 23.8 | 6.4 | 16.7 | |
| 7 | fBv 2 | -230 | | | | | | | | 0.1 | 0.2 | 2.6 | 56.4 | 22.2 | 3.6 | 15.0 | |
| 8 | eIC | -260 | | | | | | | | 0.2 | 1.2 | 3.3 | 55.2 | 21.7 | 4.2 | 14.3 | |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen * | | | | KAK | BS | |
|---------------|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|-----|------|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | | g/kg | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % |
| cmol/kg Boden | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 7.4 | 8.0 | 1.9 | 1.3 | 0.1 | 9.3 | 1.3 | 5.4 | 0.2 | 0.4 | 1.0 | 17.3 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 0.5 | 19.3 | 97 |
| 2 | 7.6 | 8.3 | 2.5 | 0.8 | 0.1 | 8.9 | 1.3 | 5.5 | 0.2 | 0.4 | 0.9 | 16.4 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | 0.3 | 17.5 | 99 |
| 3 | 7.5 | 8.2 | 1.2 | 1.3 | 0.1 | 10.8 | 1.6 | 6.4 | 0.3 | 0.5 | 1.4 | 20.8 | 0.9 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 22.4 | 97 |
| 4 | 7.5 | 8.2 | 0.9 | 0.8 | 0.1 | 10.9 | 1.6 | 6.3 | 0.3 | 0.4 | 1.2 | 17.5 | 1.1 | 0.1 | 0.0 | 1.3 | 19.8 | 94 |
| 5 | 7.5 | 8.2 | 0.8 | 0.3 | 0.0 | 8.2 | 1.6 | 6.0 | 0.3 | 0.3 | 0.8 | 12.6 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 14.7 | 95 |
| 6 | 7.6 | 8.2 | 0.7 | 0.1 | 0.0 | | 1.7 | 5.9 | 0.3 | 0.3 | 0.7 | 10.4 | 0.9 | 0.1 | 0.0 | 0.5 | 12.5 | 96 |
| 7 | 7.5 | 7.9 | 0.7 | 0.0 | 0.0 | | 1.3 | 4.9 | 0.3 | 0.3 | 0.6 | 9.6 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 11.6 | 94 |
| 8 | 7.7 | 8.1 | 5.1 | | | | 1.0 | 4.1 | 0.2 | 0.2 | 0.4 | 10.1 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 10.1 | 100 |

*einschl. H₂O-lösliche Kationen

8. Exkursionspunkt 5: Gatterstädt - Landwehr Profil - Nr. A 2057

Der Exkursionspunkt 5 befindet sich nördlich von Gatterstädt im Übergangsbereich von den Schwarzerden zu den Fahlerden. Die Entfernung zur Catena Querfurt beträgt 3 km, zum folgenden Profil (Fahlerde Forst Allstedt) ebenfalls 3 km. Das Profil befindet sich außerhalb des Muschelkalkverbreitungsgebietes, also bereits im Buntsandsteingebiet. Der „Griserdegürtel“ um die Schwarzerden ist hier etwa 1 km breit.

Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation:

- Bodenansprache
- Bodengenese
- Schwarzerdegrenze
- Interpretation:

Der Bodenaufbau ist typisch für einen Parabraunerde-Tschernosem im Schwarzerdegebiet: Ton-Humusbeläge, SiO₂-Beläge und -Flecken. Nach den Analysen deutet sich ein etwas geringerer primärer Kalkgehalt im Löß an, was ggf. auf petrographische Unterschiede in den durch das Untergrundgestein differenzierten Lößprovinzen hindeutet. Das Vorrücken des Waldes aus den Waldkerngebieten in die Schwarzerdegebiete scheint für die Deutung derartiger Böden recht überzeugend, jedoch wurde der Degradationsprozeß der Schwarzerden hier durch höhere Durchfeuchtung (Anstieg der Niederschläge) und feine Substratunterschiede begünstigt.

Tabelle 19: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|----------------------------|-----------------------|
| Profil A 2257: Gatterstädt Landwehr | | |
| TK-Nr.: 4635 | R: 44 68560 | H: 56 97510 |
| Höhe ü. NN: 232 m | Reliefformtyp: EPGG | Neigung: N 0.2 |
| Bodenschätzung: L2L6 Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | | |
| Geologie: I Löß | | |

| Nr | Horizont Tiefe (cm) Symbol | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|----------------------------------|-----------------------|-----|------|---|
| 1 | 30 Axp | 7,5YR3/3 | h 3 | c 0 | Plattengefüge, Bröckelgefüge; schwach durchwurzelt; Krumbasisverdichtung; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 2 | 55 Bht-Al-Axh | 7,5YR2/2 | h 2 | c 2 | Ton-Humusbeläge; Krümelgefüge, Subpolyedergefüge; Krotowinen, Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Tu4 (stark schluffiger Ton) |
| 3 | 75 Bht+Al+Bt | 7,5YR4/4+ 7,5YR6/4 | h 1 | c 2 | Ton-Humusbeläge; SiO ₂ -Bänder und Flecken; Polyedergefüge; Krotowinen, Wurzelröhren; sehr schwach durchwurzelt; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 4 | 100 Al+Bt | 7,5YR4/4+ 7,5YR6/4 | h 1 | c 2 | Ton-Humusbeläge; SiO ₂ -Bänder und Flecken; Polyedergefüge; Wurzelröhren; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 5 | 155 elCc | 7,5YR6/4+ 10YR6/4 | h 0 | c 4 | Kalkröhren, Kalkmycel; Kohärentgefüge; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 6 | 200 elCkc | 7,5YR5/4 | h 0 | c 4 | Lößkindl, Kalkmycel; Kohärentgefüge; Ut3 (mittel toniger Schluff) |

| | |
|---|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Parabraunerde-Tschernosem (LL-TT); Substrattyp: Löß: a-ö Bodenform: Parabraunerde-Tschernosem aus Löß; Symbol: LL-TT a-ö |
| TGL 24 300: | Bodenform: Löß-Griserde: ö1 |
| Standortregionaltyp der MMK: Lößa4 | |
| FAO/WRB: Luvic Phaeozem | |
| Soil Taxonomy: Argisudoll | |

Tabelle 20: Analysenergebnisse

Profil A2257

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | d _a | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|------------|-------|------|-------------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|------|------|-----|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| 1 | Axp | 0-30 | | | | | | | | 0.1 | 0.5 | 1.8 | 48.6 | 23.5 | 6.0 | 19.4 |
| 2 | Bht-Al-Axh | -55 | 49 | 1.39 | 47.9 | 40.1 | 35.0 | 29.7 | 17.7 | 0.0 | 0.1 | 1.2 | 38.5 | 26.8 | 7.4 | 26.0 |
| 3 | Bht+Al+Bt | -75 | >100 | 1.32 | 50.4 | 43.3 | 35.9 | 28.1 | 14.7 | 0.0 | 0.1 | 1.9 | 48.9 | 22.6 | 5.3 | 21.2 |
| 4 | Al+Bt | -100 | 27 | 1.47 | 45.6 | 41.1 | 36.7 | 27.9 | 15.1 | 0.0 | 0.1 | 3.1 | 54.3 | 19.1 | 5.2 | 18.1 |
| 5 | eICc | -155 | 32 | 1.43 | 46.6 | 44.4 | 39.9 | 27.3 | 11.5 | 0.0 | 0.1 | 2.6 | 53.4 | 23.3 | 5.1 | 15.4 |
| 6 | eICkc | -200 | | | | | | | | 0.0 | 0.1 | 3.2 | 56.4 | 21.5 | 5.3 | 13.6 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Ni | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen * | | | | KAK | BS | | | | | |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|-----|------|------|------|------|------|--------------------------------------|-----|-----|-----|------|------|-----|----|----|----|----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % | | | | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | cmol _c /kg Boden | | | | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 5.9 | 6.5 | 0.0 | 1.2 | 0.1 | 9.0 | 1.2 | 6.3 | 0.2 | 0.4 | 0.8 | 11.4 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 3.8 | 15.3 | 76 | | | | |
| 2 | 7.3 | 7.7 | 0.6 | 0.6 | 0.1 | 8.8 | 1.4 | 7.5 | 0.2 | 0.4 | 1.1 | 15.8 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 1.8 | 18.3 | 90 | | | | |
| 3 | 7.4 | 8.0 | 0.8 | 0.2 | 0.0 | 6.5 | 1.2 | 7.6 | 0.2 | 0.2 | 0.9 | 13.4 | 1.0 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 15.3 | 97 | | | | |
| 4 | 7.5 | 8.1 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 3.9 | 0.9 | 6.5 | 0.1 | 0.2 | 0.5 | 12.2 | 1.1 | 0.1 | 0.1 | 0.8 | 13.6 | 94 | | | | |
| 5 | 7.7 | 8.0 | 10.7 | | | | 0.6 | 4.8 | 0.1 | 0.2 | 0.4 | 14.0 | 1.3 | 0.1 | 0.1 | 0.0 | 10.5 | 100 | | | | |
| 6 | 7.8 | 8.2 | 12.4 | | | | 0.5 | 3.5 | 0.1 | 0.1 | 0.3 | 11.7 | 1.7 | 0.1 | 0.0 | 0.0 | 9.5 | 100 | | | | |

*einschl. H₂O-lösliche Kationen

| Nr. | Illit ₁₎ | Verm. | Smectit | Kaolinit ₁₎ | prim. Chl. | sek. Chl. | Quarz ₁₎ | Feldspat ₁₎ | Röntgenreflexintensitätsstufen: |
|-----|---------------------|-------|---------|------------------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | |
| 1 | | | | | | | | | + schwach |
| 2 | 32 | +++ | - | 8 | - | - | 5 | 2 | ++ mittel |
| 3 | 31 | +++ | - | 6 | - | - | 5 | 4 | +++ stark |
| 4 | | | | | | | | | ++++ sehr stark |
| 5 | 35 | +++ | - | 6 | - | - | 10 | 4 | |

¹⁾Zahlenangaben in g/100g Fraktion

9. Exkursionspunkt 6: Forst Allstedt Profil - Nr. A 566

Der Exkursionspunkt 9 liegt am östlichen Rand des Allstedter Forstes, einem Teil der Buntsandstein-Schichtstufe des Ziegelrodaer Forstes. Lößdecken unterschiedlicher Mächtigkeit und Zusammensetzung - mit Übergängen zum Sandlöß und Lößsand - bedecken hier die Sedimente des Mittleren Buntsandsteins, die z.T. kaolinisiert sind.

Das Staatliche Forstamt Allstedt - Kurzkennzeichnung (T. Roßbach)

Das Staatliche Forstamt Allstedt liegt in einem überwiegend durch die Landwirtschaft geprägtem Gebiet zwischen dem Hornburger Sattel und dem Ziegelrodaer Forst. Es wird eine Waldfläche von 4 106 ha bewirtschaftet, und es dominieren die Laubwälder mit 84 %, in denen die Eiche mit 55 % und die Buche mit 12 % vertreten sind. Grund für diesen hohen Eichenanteil sind die klimatischen und standörtlichen Bedingungen [Höhenlage 180-280 m; 450mm (Hornburg) - 550mm (Ziegelroda) Niederschlag, Jahresmitteltemperatur 8,5 Grad C; Lößdecken]. Natürliche Waldgesellschaften sind der Buchen-Traubeneichen-Wald sowie der Eichen-Hainbuche-Linden-Wald.

Der Anteil der Landeswaldfläche beträgt 88 %. Geschichtlich geprägt sind die Wälder des ehemals thüringischen Forstamtes einerseits durch den jahrhundertelangen Kupferbergbau im Mansfelder Land und andererseits durch die Nutzung als Hutewald sowie durch den Pferdeeintrieb des Großherzoglichen Gestüts. Erst im Jahre 1843 wurde eine forstliche Bewirtschaftung im Hochwaldbetrieb beim Großherzog von Sachsen-Weimar beantragt und durchgesetzt. Vorrangig mit Kiefer aufgeforstete Flächen wurden bis in die heutige Zeit hinein in stabile naturnahe Laubmischwälder umgewandelt.

Ein großer Teil des Forstamtes liegt im Landschaftsschutzgebiet Unstrut-Trias-Land. 6% der Forstfläche sind Naturschutzgebiete, wobei das NSG Borngrund besonderer Erwähnung bedarf. Die Eichenbewirtschaftung bildet den Schwerpunkt im Forstamt. In den letzten 20 Jahren waren kaum noch Erfolge bei Naturverjüngungsmaßnahmen zu verzeichnen. Es sind qualitativ gute Kulturen und Jungwüchse durch Kunstverjüngung entstanden. Gegenwärtig treten in den mittleren und älteren Eichenbeständen Absterbeerscheinungen auf, die auf eine Komplexwirkung mehrerer Schadverursacher zurückzuführen sind, wie z.B. Niederschlagsdefizit, Grundwasserabsenkung, Immissionen, mehrjähriger Eichenwickler- und Forstspannerkahlfraß und anderer Sekundärschädlinge.

Profil A 566

Das Profil zeigt eine im Löß entwickelte Fahlerde unter forstlicher Nutzung. Es befindet sich in der Abt. 89, die durch folgenden Bestand gekennzeichnet ist (Nutzung: 56 fm/a):

| Baumbestand | Alter (Jahre) | Bonität | Höhe (m) | Stammdurchmesser (cm) |
|---------------|---------------|---------|----------|-----------------------|
| Traubeneiche | 101 | 1,2 | 26 | 34 |
| gemeine Birke | 84 | 1,5 | 25 | 30 |
| Rotbuche | 116 | 1,8 | 31 | 60 |
| Linde | 84 | 2,2 | 23 | 33 |

Vegetationstyp: Drahtschmielen-Waldreitgras-Eichen-Weißbuche-Linden-Wald

Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation:

- Bodenansprache
- Bodengenese
- Interpretation:



Für die Fahlerden aus Löß im Exkursionsgebiet ist das Profil ein typischer Vertreter. Der Ael-Horizont ist stark aufgehellt, und läßt keine Verbraunung erkennen (auch analytisch nicht nachweisbar). Der keilartige Übergang zwischen Ael- und Bt-Horizont ist für die Fahlerden der Gegend kennzeichnend. Exemplarisch sind auf den Gefügekörpern des Bt-Horizonts die Tonbeläge entwickelt. Der Tonquotient Bt/Ael erreicht mit 2,4 einen beachtlich hohen Wert. Die Fahlerden dieses Raumes sind nicht aus Schwarzerden durch Degradation hervorgegangen, sondern es sind die Waldböden der Lößlandschaft. Die Vegetationsgrenze ist vermutlich zumindest durch das Substrat vorgezeichnet (Buntsandstein-Lößprovinz: u.a. höhere Sandgehalte im Löß), sowie außerdem durch die stärkere Durchfeuchtung dieses Gebietes während der gesamten Bodentwicklung zu erklären (Niederschlag Ziegelroda: 559 mm). Die ackergenutzten Fahlerden sind meistens stark erodiert, und der Ael-Horizont ist völlig vom Ap-Horizont erfaßt, der nicht selten auch bereits Teile des Bt-Horizonts aufgenommen hat.

Tabelle 21: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|--|--|--------------------|
| Profil A 566: Forst Allstedt (Abt. 89) | | |
| TK-Nr.: 4535 | R: 44 65440 | H: 56 96600 |
| Höhe ü. NN: 260 m | Reliefformtyp: THF | Neigung: N1 |
| Forstl.Standortskartierung: TuLL-5; Tauhardter Löß-Braunfahlerde; | Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | |
| Geologie: I Löß | | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|------------|----------|-----------------------|-----|------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | +5 | L+Of | 7,5YR3/3 | | | Laubstreu, Pflanzen- und Wurzelreste; sehr stark durchwurzelt |
| 2 | 7 | Ah | 7,5YR3/3+ 7,5YR4/3 | h 5 | c 0 | Subpolyedergefüge; stark durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 3 | 25 | Ael | 10YR6/4 | h 2 | c 0 | kleine Eisen-Mangankonkretionen; Humusflecken; Plattengefüge; stark durchwurzelt; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 4 | 65 | Ael+ Bt1 | 10YR7/4+ 7,5YR4/6 | h 1 | c 0 | kleine Eisen-Mangankonkretionen; Tonbeläge; helle (Ael)Flecken; Prismengefüge, Polyedergefüge; Wurzelröhren; schwach durchwurzelt; Tu4 (stark schluffiger Ton) |
| 5 | 95 | Ael+ Bt2 | 10YR6/4+ 7,5YR5/6 | h 1 | c 0 | kleine Eisen-Mangankonkretionen; Tonbeläge; helle (Ael)Bänder; Plattengefüge, Polyedergefüge; Ut4 (stark toniger Schluff) |
| 6 | 140 | elCkc 1 | 7,5YR6/4 | h 0 | c 4 | schwach rostfleckig; kleine Eisen-Mangankonkretionen; Lößkindl, Kalkmycel; Kohärentgefüge; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 7 | 200 | elCkc 2 | 7,5YR5/4 | h 0 | c 4 | schwach rostfleckig; Lößkindl, Kalkmycel; Kohärentgefüge; Ut2 (schwach toniger Schluff) |

| | |
|-------------------------------------|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Norm-Fahlerde (LFn); Substrattyp: Löß: a-ö Bodenform: Norm-Fahlerde aus Löß; Symbol: LFn.a-ö |
| TGL 24 300: | Bodenform: Löß-Fahlerde: öF |
| Standortregionaltyp der MMK: | bei Ackerstandorten: Löß3a3 |
| FAO/WRB: | Eutric Podzoluvisol |
| Soil Taxonomy: | Glossoboric Hapludalfs |

Tabelle 22: Analysenergebnisse

Profil A566

| Nr. | Hor. | Tiefe | | kf | d _B | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|----------|-------|------|------|----------------|------|----------------------|------|------|-----|-----------------------------------|-----|------|------|-----|------|----|
| | | cm | cm/d | | | | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | |
| 1 | L+Of | +5-0 | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Ah | -7 | >100 | 0,92 | 60,2 | 48,1 | 43,0 | 32,0 | 13,4 | 0,0 | 0,4 | 1,9 | 47,2 | 28,8 | 9,1 | 12,5 | |
| 3 | Ael | -25 | >100 | 1,25 | 52,5 | 43,2 | 38,0 | 27,8 | 10,6 | 0,1 | 0,4 | 2,2 | 48,9 | 28,5 | 7,4 | 12,5 | |
| 4 | Ael+Btl | -65 | >100 | 1,38 | 48,3 | 40,3 | 35,6 | 30,9 | 23,7 | 0,0 | 0,3 | 2,9 | 43,5 | 19,3 | 4,5 | 29,6 | |
| 5 | Ael+Btl2 | -95 | | | | | | | | 0,0 | 0,2 | 4,9 | 55,1 | 18,6 | 4,1 | 17,2 | |
| 6 | elCkc1 | -140 | 79 | 1,30 | 51,9 | 46,1 | 40,6 | 30,7 | 9,9 | 0,7 | 0,8 | 2,9 | 48,1 | 27,1 | 7,3 | 13,1 | |
| 7 | elCkc2 | -200 | | | | | | | | 0,2 | 0,5 | 5,7 | 54,4 | 22,4 | 6,2 | 10,5 | |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | NH ₄ Cl-ausb. Kationen * | | | | | | KAK | | BS _{eff} |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|-------------------------------------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|-------------------|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | Ca | Mg | K | Na | H | Al | pot | eff | % | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | 3,7 | 4,2 | 0,0 | 5,1 | 0,3 | 15,6 | 2,4 | 5,5 | 0,4 | 0,7 | 2,2 | 0,3 | 0,4 | 0,0 | 0,8 | 3,7 | 24,4 | 7,4 | 39 |
| 3 | 3,9 | 4,5 | 0,0 | 0,8 | 0,0 | 14,2 | 1,6 | 4,9 | 0,3 | 0,3 | 1,2 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 0,5 | 3,0 | 9,7 | 5,1 | 31 |
| 4 | 4,1 | 4,7 | 0,0 | 0,2 | 0,0 | 6,4 | 1,9 | 8,4 | 0,2 | 0,2 | 5,2 | 1,0 | 0,4 | 0,0 | 0,6 | 3,4 | 17,5 | 10,6 | 62 |
| 5 | 6,4 | 6,7 | 1,0 | 0,1 | 0,0 | 6,3 | 1,1 | 5,9 | 0,2 | 0,3 | 8,3 | 2,2 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 13,4 | 10,7 | 100 |
| 6 | 7,6 | 8,3 | 14,4 | | | | 0,5 | 3,5 | 0,1 | 0,0 | 27,4 | 2,1 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 10,0 | | 100 |
| 7 | 7,7 | 8,3 | 13,4 | | | | 0,5 | 3,5 | 0,1 | 0,0 | 24,8 | 2,0 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 9,4 | | 100 |

*Hor. 6 u. 7 BaCl₂-ausb. einschl. H₂O-lösliche Kationen

| Nr. | Illit ₁₎ | Verm. | Smectit | Kaolinit ₁₎ | prim. Chl. | sek. Chl. | Quarz ₁₎ | Feldspat ₁₎ | Röntgenreflexintensitätsstufen: |
|-----|---------------------|-------|---------|------------------------|------------|-----------|---------------------|------------------------|---------------------------------|
| 1 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | |
| 1 | | | - | | | | | | + schwach |
| 2 | 37 | +++ | - | 10 | - | - | 16 | 7 | ++ mittel |
| 3 | 37 | +++ | - | 10 | - | - | 12 | 4 | +++ stark |
| 4 | 32 | +++ | - | 8 | - | - | 11 | 4 | ++++ sehr stark |
| 5 | | | | | | | | | |
| 6 | 35 | +++ | - | 9 | - | - | 11 | 4 | |

¹⁾Zahlenangaben in g/100g Fraktion

10. Exkursionspunkt 7: Lodersleben Gatterstädter Wüste Profil - Nr. A 2080

Der Exkursionspunkt 7 führt in das Gebiet der Schichtstufe aus Mittlerem Buntsandstein im acker- genutzten Randbereich des Ziegelrodaer Forstes. Die äolischen Decken sind hier wesentlich gering-

Tabelle 23: Kurzbeschreibung des Profils

| | | |
|---|-------------------------------------|-------------|
| Profil A 2080: Gatterstädter Wüste | | |
| TK-Nr.: 4634 | R: 44 64470 | H: 56 94700 |
| Höhe ü. NN: 253 m | Reliefformtyp: HFGG | Neigung: N1 |
| Bodenschätzung: sL5L6V | Profilaufnahme: M. Altermann/D.Kühn | |
| Geologie: I Sandlöß (Hauptlage) | | |
| II Fließerde (Mittellage ?) | | |
| III Schutt (Basislage) | | |
| IV,V Anstehendes: Sandsteine, Schluffsteine (Mittlerer Buntsandstein) | | |
| verwittert, z.T. verzogen | | |

| Nr | Horizont Tiefe (cm) Symbol | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|----------------------------------|-----------------------|-----|------|---|
| 1 | 30 Sw-Ap | 10YR4/2 | h 3 | c 1 | Eisen-Mangankonkretionen; Bröckelgefü- ge, schwach durchwurzelt; Ut2,mGr1 (schwach toniger Schluff, sehr schwach mittelgrusig) |
| 2 | 45 Ael-Sw | 10YR6/3 | h 1 | c 1 | Eisen-Mangankonkretionen; Plattengefüge, Polyedergefüge; sehr schwach durchwur- zelt; Ut2,mGr1 (schwach toniger Schluff, sehr schwach mittelgrusig); Steinhäufung a.d.Basis |
| 3 | 55 II Ael-Sw | 10YR7/3+ 10YR6/2 | h 1 | c 1 | Eisen-Mangankonkretionen; Plattengefüge, Polyedergefüge; Steinbänder; Slu,fx3 (schluffig-lehmiger Sand, mittel steinig) |
| 4 | 80 III Bt+Sd | 7,5YR4/4+ 7,5YR5/8 | h 1 | c 2 | Rostflecken; Tonbeläge; Prismengefüge, Polyedergefüge; Ls4,gGr3 (stark sandiger Lehm,mittel grobgrusig), Kryoturbationen |
| 5 | 95 IV Bt+lCv+Sd | 10YR6/2+ 7,5YR4/4 | h 0 | c 0 | Rostbänder; Tonbeläge; Plattengefüge; Sl3,gGr3,fx3 (mittel lehmiger Sand, mittel grobgrusig,mittel steinig); verwittert, ver- zogen |
| 6 | 160 V Bt+mCv | 2,5Y7/2+ 7,5YR5/4 | h 0 | c 0 | Tonbeläge; Sl3,gGr5,fx5 (mittel lehmiger Sand,sehr stark grobgrusig,sehr stark stei- nig) |

| | |
|------------------------------------|--|
| Bodensystematische Angaben: | |
| KA 4: | Bodensubtyp: Fahlerde-Pseudogley (LF-SS); |
| | Substrattyp: Sandlöß über Verwitterungsschuttsand (aus Sandstein, Schluffstein): p-sö/c-ns(^s,^u) |
| | Bodenform: Fahlerde-Pseudogley aus Sandlöß über Verwitterungs- schuttsand (aus Sandstein, Schluffstein); Symbol: LF-SS.p-sö/c-ns(^s,^u) |
| | TGL 24 300: Bodenform: Berglöß über Gestein-Fahlstaugley: vö/gU |
| | Standortregionaltyp der MMK: V5b5 |
| | FAO/WRB: Gleyic Podzoluvisol |
| | Soil Taxonomy: Aquic Fragiualfs |

mächtiger und sandiger als im Gebiet der Querfurter Platte. Es kommen Sandlössе und Lössande mit Mächtigkeiten von 4-8 dm vor, die mit mächtigeren Lössen vergesellschaftet sind. Das Liegende weist eine große Heterogenität in Abhängigkeit von den austreichenden Buntsandsteinschichten auf. So können kompakte Sandsteinbänke, Schluff- und Tonsteinschichten sowie kaolinisiertes Substrat den Unterboden und Untergrund sehr wechselhaft gestalten, was auch Auswirkungen auf die Deckenzusammensetzung hat, insbesondere hinsichtlich des Skelett- und Sandanteils. Braunerden, Parabraunerden, Fahlerden sowie unterschiedlich pseudovergleyete Böden wechseln auf kleinstem Raum. Das Profil ist ein Beispiel für die Bodenausbildung bei oberflächennah anstehendem Triasmaterial.

Schwerpunkte der Diskussion und Interpretation:

- Bodenansprache
- Deckschichtenansprache
- Bodengeneese
- Bodennutzung, -bewirtschaftung
- Interpretation:

Die Sandlössdecke des Profils ist relativ geringmächtig und durch Grusanteile (Sandsteine) gekennzeichnet. Der Skelettanteil ist abhängig von der Deckenmächtigkeit, er steigt bei Deckenabnahme an. Die völlig zersetzten Schluffsteine fungieren auf Grund ihres feinplattigen Aufbaus und der fast oberflächenparallelen Lagerung als Staukörper. Im wesentlichen dadurch ist der Sickerwasserabfluß entscheidend gehemmt - verstärkt durch die Körnung der Schluffsteine und durch Tonanreicherung. Intensive Vermärsungserscheinungen kennzeichnen das Profil: starke Oberbodenaufhellung, Häufung von verhärteten Eisen-Mangankonkretionen bis 1 cm Durchmesser. Deutliche Tonbeläge im Bt+Sd-Horizont kennzeichnen die Tondurchschlämmung, deren Maximum wahrscheinlich vor der Pseudovergleyung stattfand.

Tabelle 24: Analysenergebnisse

Profil A2080

| Nr. | Hor. | Tiefe | kf | db | GPV | Vol.% Wasser bei pF: | | | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|-----------------|-------|------|-------------------|------|----------------------|------|------|------|-----------------------------------|------|------|------|------|-----|------|
| | | cm | cm/d | g/cm ³ | % | 1 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | Ton |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 |
| | Sw- Ap | 0-30 | | | | | | | | 1.6 | 7.1 | 12.1 | 35.7 | 25.2 | 6.4 | 11.9 |
| 2 | Ael-Sw | -45 | 81 | 1.57 | 40.5 | 38.2 | 33.1 | 27.1 | 10.1 | 2.6 | 7.6 | 13.9 | 36.4 | 23.1 | 6.0 | 10.4 |
| 3 | II Ael-Sw | -55 | | | | | | | | 4.8 | 11.4 | 30.1 | 25.8 | 12.9 | 3.8 | 11.3 |
| 4 | III Bt+Sd | -80 | 4 | 1.49 | 43.8 | 37.1 | 30.9 | 23.5 | 14.6 | 0.5 | 11.5 | 50.1 | 11.7 | 2.9 | 2.4 | 21.0 |
| 5 | IV Bt +I(Cv+Sd) | -95 | | | | | | | | 0.4 | 20.6 | 55.4 | 8.9 | 3.1 | 2.6 | 8.9 |

| Nr. | pH | pH | Kalk | C org | Nt | C/N | Fe o | Fe d | Fe | Al o | Mn o | BaCl ₂ -austb. Kationen* | | | | | KAK | BS |
|-----|-------------------|------------------|------|-------|-----|------|------|------|------|------|------|-------------------------------------|-----|------|-----|-----|------|----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | % | % | | g/kg | o/d | g/kg | Ca | Mg | K | Na | H+Al | pot | % | | |
| 1 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 |
| 1 | 6.5 | 7.2 | 0.3 | 1.2 | 0.1 | 10.5 | 1.5 | 2.6 | 0.6 | 0.1 | 0.4 | 7.3 | 0.9 | 0.4 | 0.0 | 1.8 | 10.5 | 82 |
| 2 | 6.7 | 7.4 | 0.3 | 0.2 | 0.0 | 8.2 | 1.6 | 3.1 | 0.5 | 0.1 | 0.4 | 4.4 | 0.8 | 0.1 | 0.0 | 1.3 | 6.4 | 84 |
| 3 | 6.6 | 7.3 | 0.5 | 0.2 | 0.0 | | 1.2 | 2.3 | 0.5 | 0.0 | 0.3 | 5.9 | 1.0 | 0.1 | 0.0 | 1.3 | 8.5 | 83 |
| 4 | 6.3 | 6.9 | 0.6 | 0.1 | 0.0 | | 1.2 | 2.3 | 0.5 | 0.0 | 0.7 | 11.0 | 2.4 | 0.2 | 0.1 | 2.3 | 16.1 | 85 |
| 5 | 5.4 | 5.9 | 0.0 | | | | 0.5 | 1.2 | 0.4 | 0.0 | 0.3 | 6.8 | 2.1 | 0.1 | 0.0 | 0.8 | 10.7 | 84 |

*einschl. H₂O-lösliche Kationen

11. Exkursionspunkt 8: Besichtigung der Burg Querfurt (mit Abendessen); nur am 3.9.1995

12. Zusammenfassende Bemerkungen zu den Analyseergebnissen

12.1 Bodenphysikalische Daten (v.d.Ploeg, R.; Michel, D.)

Die Körnungsanalysen zeigen, daß sich die Korngrößenverteilungen der untersuchten Horizonte und Profile sehr ähnlich sind, und daß die vorherrschende Körnung Schluff (Lehmschluffe und Tonschluffe) ist. Die gemessenen Werte für die Trockenraumdichte zeigen ebenfalls nur eine geringe Variabilität: sie liegen meistens unter $1,40 \text{ g/cm}^3$. Entsprechend der geringen Variabilität in Bodenart und Lagerungsdichte unterscheiden sich auch die Kenngrößen des Bodenluft- und Wasserhaushalts (Luftkapazität, Feldkapazität, nutzbare Feldkapazität und Welkepunkt) nur geringfügig voneinander. Sie liegen außerdem in dem für die Bodenart und Lagerungsdichte üblichen Bereich.

Die Schwarzerden zeichnen sich dabei durch hohe nutzbare Feldkapazität und gute Durchlüftung aus. Es besteht eine deutliche Dominanz der Mittel- und Feinporen bei einem Gesamtporenvolumen von etwa 43-52 Vol.-%. Der Grobporenanteil liegt stets über dem kritischen Wert für das Pflanzenwachstum von mindestens 12 Vol.-%. Unterhalb der Ah-Horizonte nehmen die Porenvolumina tendenziell ab, und die nutzbare Feldkapazität sinkt. In Abhängigkeit von der effektiven Durchwurzelungstiefe liegt das maximale Speicherungsvermögen des Bodens für pflanzenverfügbares Wasser im Bereich von 160-240 mm. In den Abbildungen 8 und 9 sind die bodenphysikalischen Daten nach unterschiedlichen Entnahmemethoden zusammengestellt. Der recht gut übereinstimmende Verlauf der pF-Kurven bei **unterschiedlicher Art der Probengewinnung** weist darauf hin, daß die Entnahmerichtung der Stechzylinder (horizontal oder vertikal) bei diesen Böden von untergeordneter Bedeutung ist.

Die gemessenen kf-Werte liegen im Erwartungsbereich. Mit Ausnahme des Bt+Sd-Horizonts im Profil A 2080 (Exkursionspunkt 7: Lodersleben - Gatterstädter Wüste) wurden keine Stauschichten festgestellt. Bezüglich der Entnahmerichtung der Probenahme erbringt der methodische Vergleich gegenüber den pF-Kurven (s.o.) ein wesentlich anderes Bild (Abb. 10). Das biogene Leitbahnsystem des Bodens wird bei vertikaler Beprobung ungestört berücksichtigt. Demzufolge liegen hier in der Regel höhere Wasserleitfähigkeitswerte bis weit in den Unterboden vor als bei der Beprobung in horizontaler Richtung.

12.2 Gips in Böden im Raum Querfurt (Dultz, S.)

Beim Pararendzina-Rigosol (Wansleben - Salziger See, Profil A 674) ist Gips in den obersten sieben Horizonten nach der Acetonmethode nachweisbar. Der Gehalt an Gips liegt bei ca. 14 kg Gips pro m^2 und 150 cm Bodentiefe. Mikroskopisch lassen sich zwei verschiedene Varietäten unterscheiden, die nebeneinander vorkommen: fasergipsartige weiße Kristallite und kugelige, weiße, häufig auch gelbbraunliche feinkristalline Strukturen. Das Entstehen von Fasergips wird in der Literatur für calciumsulfathaltige Tongesteine beschrieben. Die Teilchengrößen von Gips erreichen bis zu mehrere mm Durchmesser, was den Nachweis vereinfacht. In Proben aus der seit Jahrzehnten offenen Profilwand der Schwarzerde am Tagebaurand Etzdorf (Profil A 3040) ist ebenfalls mit der Acetonmethode Gips festzustellen. Die kugelige gelbbraunliche Gipsvarietät dominiert hier. Die Messung der Ionenkonzentrationen in den Sättigungsextrakten ergibt auch stark erhöhte Chloridgehalte. Hier ist die Salzanreicherung vermutlich auf lateralen Transport zurückzuführen.

In einigen weiteren Böden aus dem Gebiet der Querfurter Platte gelingt der mikroskopische Nachweis von Gips, ohne daß im Sättigungsextrakt die kritischen Konzentrationen erreicht werden.

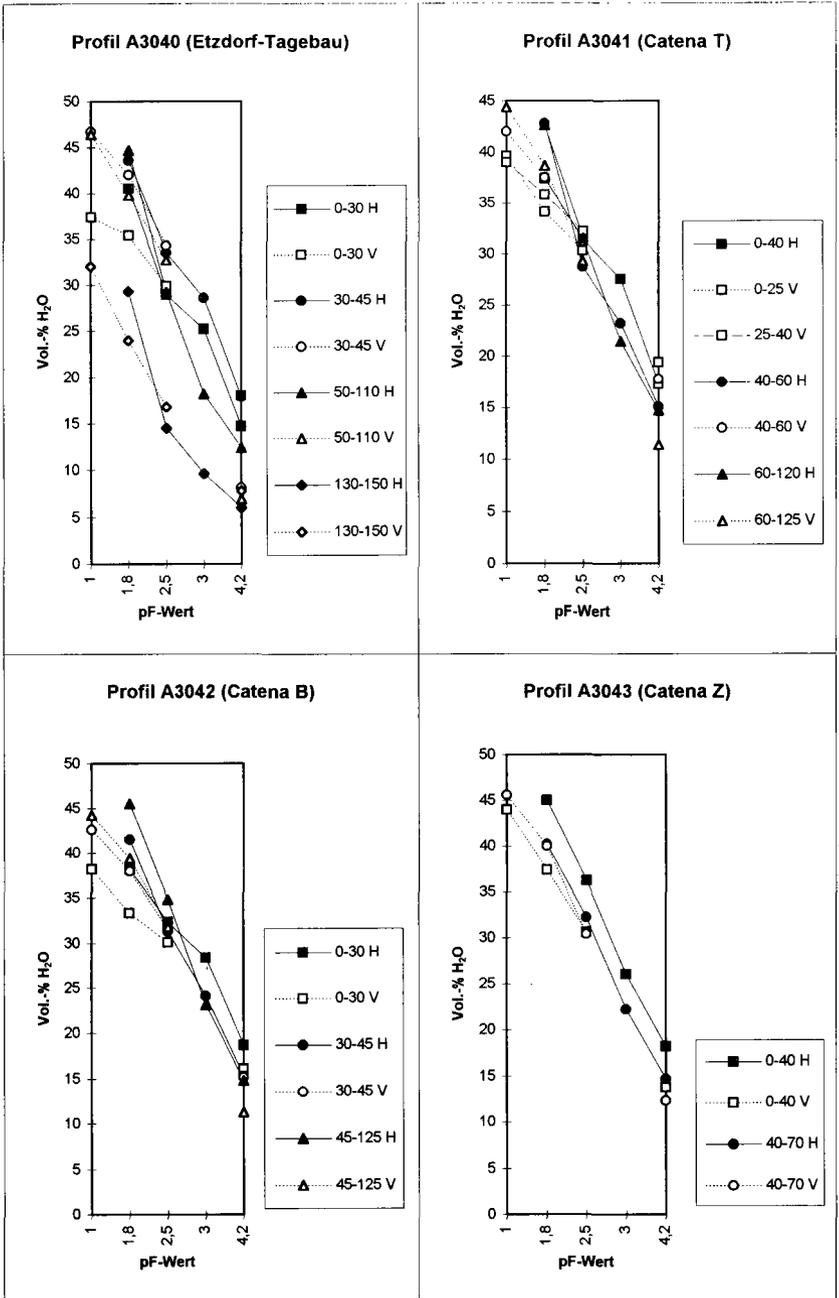


Abb. 8: Wasserspannungskurven (pF-Werte) für ausgewählte Exkursionsprofile bei unterschiedlicher Stechzylinderentnahme: H = horizontal; V = vertikal; z.B.: 30 - 65 H = Entnahmetiefenbereich in cm unter Flur, horizontal

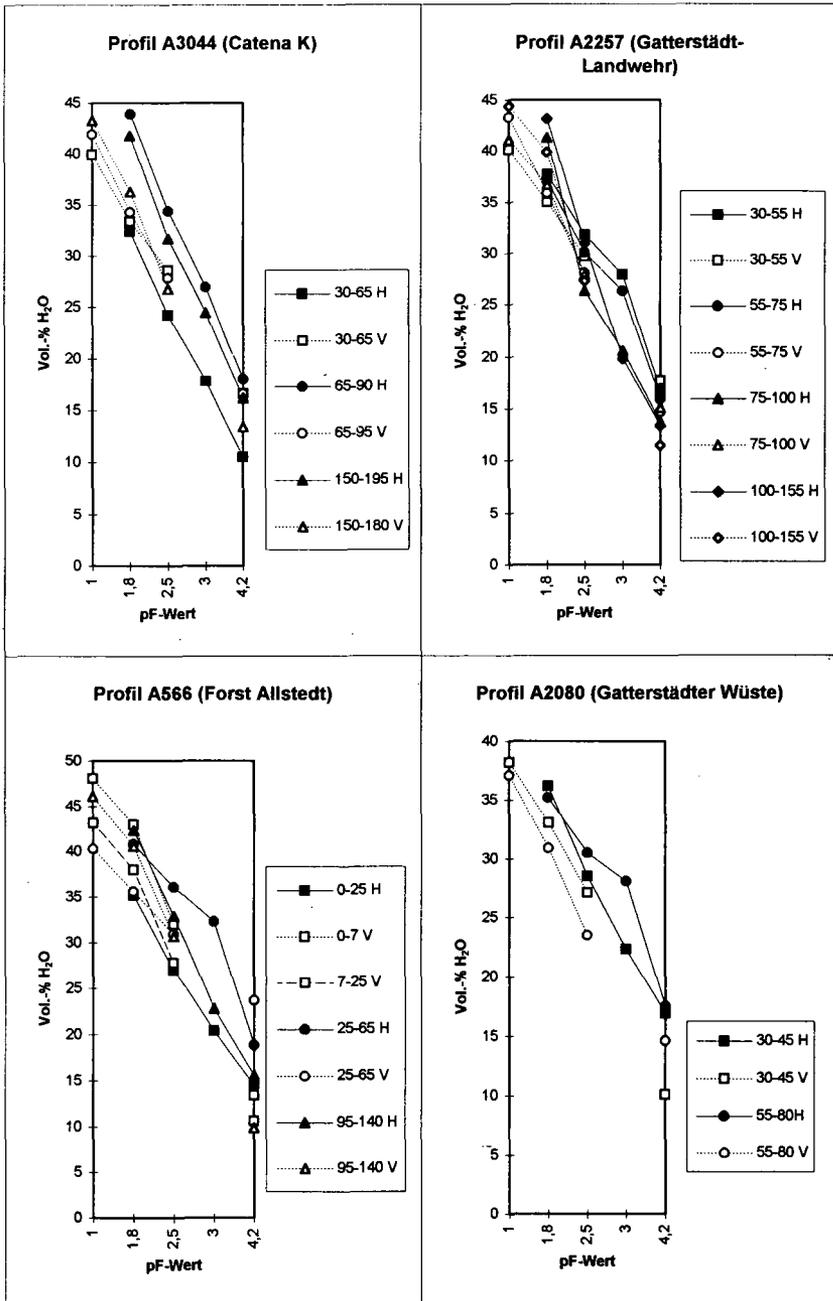


Abb. 9: Wasserspannungskurven (pF-Werte) für ausgewählte Exkursionsprofile bei unterschiedlicher Stechzylinderentnahme: H = horizontal; V = vertikal; z.B.: 30 - 65 H = Entnahmetiefenbereich in cm unter Flur, horizontal

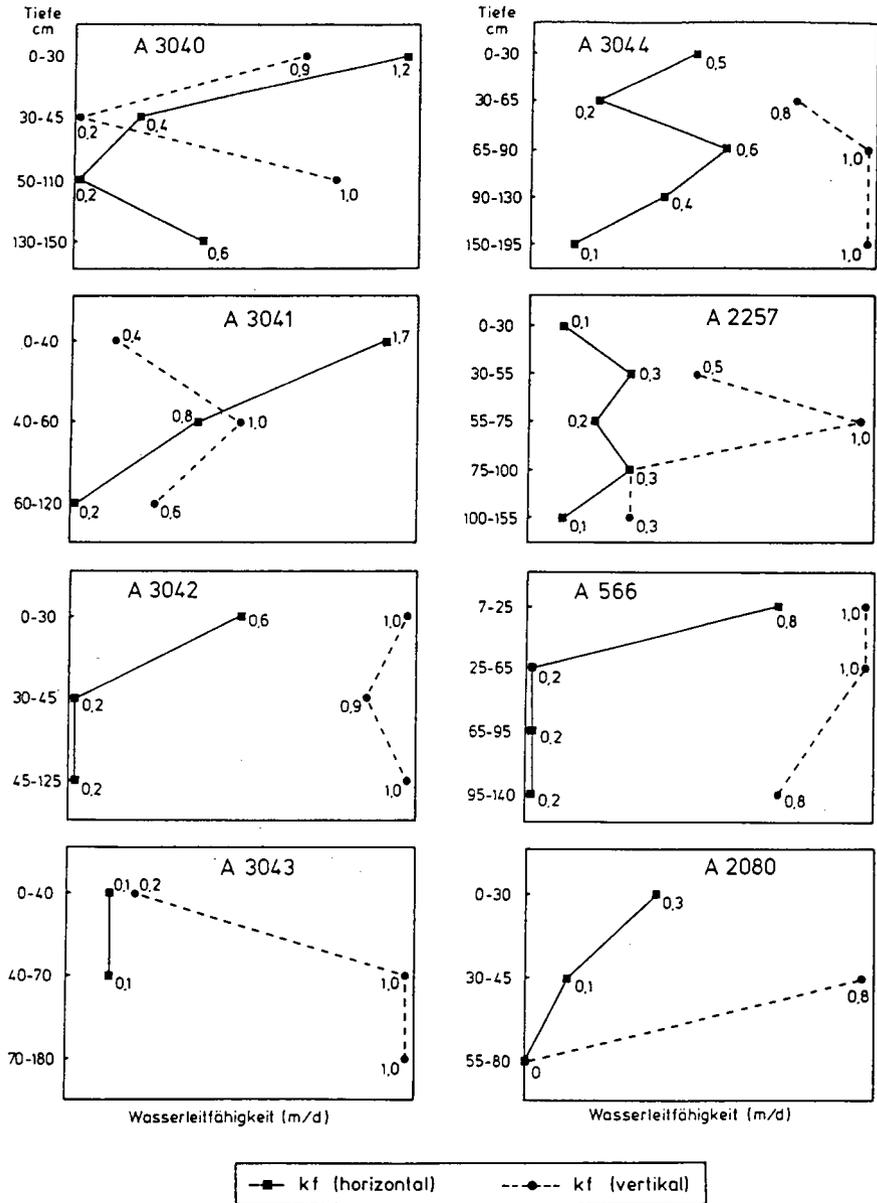


Abb. 10 Gesättigte Wasserleitfähigkeit (kf-Werte in m/d) bei vertikaler und horizontaler Entnahme

12.3 Ergebnisse tonmineralogischer Untersuchungen in den Böden des Raumes Querfurt (Dultz, S.)

Die Tonfraktionen der im Bereich der Querfurter Platte gezeigten Profile weisen eine weitgehend ähnliche mineralogische Zusammensetzung auf. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Horizonten sind gering und lassen sich unter Einbeziehung einer möglichen sedimentären Schichtung nicht eindeutig auf bestimmte Veränderungen durch Pedogenese zurückführen. Dieser Befund entspricht insofern der Erwartung, daß in Gegenwart von Kalk die Verwitterung von Silikaten gering ist.

Die Zusammensetzung der Tonfraktion wird durch den lithogenen Bestand an Illit, Vermiculit und deren Wechsellagerung charakterisiert. Der Illitgehalt ist höher als der nach dem gleichen Verfahren ermittelten Illitgehalt von Lößböden des Leineberglandes. Dies kann auf eine geringere Verwitterungsintensität in diesen Profilen aber auch auf lithogene Unterschiede zurückgeführt werden. Der Gehalt an Wechsellagerungsmineralen ist hoch. Röntgendiagramme von Proben mit Mg-Belegung weisen zwischen den Interferenzen von 10 und 14 Å keinen Rückgang in der Intensität der abgelenkten Strahlung auf. Kaolinit, Quarz und Feldspat weisen geringe Anteile an der Tonfraktion auf. Smectite sind nicht nachweisbar. Eine Kontraktion auf 10 Å bei K-Belegung, die auf aufweitbare Dreischichtsilikate hoher Schichtladung hinweisen würde, wird jedoch nur teilweise erreicht. Primäre und sekundäre Chlorite sind im Gegensatz zu Lößvorkommen im östlichen Harz (Exk. C dieser DBG-Tagung) röntgenographisch nicht nachweisbar. Das Fehlen von primärem Chlorit weist auf unterschiedliche Ursprungsgebiete des sedimentierten Materials hin.

Zur Interpretation der Unterschiede zwischen den verschiedenen Horizonten sind grundsätzlich mehrere Möglichkeiten vorhanden. Sowohl eine Schichtung des Ausgangsmaterials der Bodenbildung durch Sedimentation von Material aus petrographisch unterschiedlichen Gebieten, als auch eine relative Anreicherung von Mineralen durch Abreicherung leichter verwitterbarer Minerale sowie eine Überführung von Mineralen aus gröberen Fraktionen in die Tonfraktion sind in Erwägung zu ziehen. Die Erfassung dieser Möglichkeiten ist Untersuchungen zur sedimentären Homogenität sowie der mineralogischen Bilanzierung aller Korngrößenfraktionen vorbehalten, die noch nicht durchgeführt wurden.

12.4 Ergebnisse bodenmikrobiologischer Untersuchungen (Machulla, G.)

Die mikrobielle Aktivität eines Bodens wird in erster Linie von solchen bodenökologischen Eigenschaften wie dem pH-Wert, dem Gehalt an organischer Substanz sowie dem Ton- und Schluffanteil bestimmt. So weisen alle Schwarzerden besonders im Ap/Ah-Horizont sowohl die höchsten Corg-Gehalte als auch einen sehr hohen Gehalt an mikrobieller Biomasse auf. Während diese in den unteren Horizonten, d. h. ab 30 cm Tiefe, etwa um die Hälfte geringer als im Ah-Horizont ist, beträgt der Wert ihrer physiologischen Aktivität (DHA) nur einen Bruchteil der DHA im oberen Horizont. Die Bodenatmung dagegen nimmt mit der Tiefe allmählich ab.

Die Braunerde (Profil A3042) und der Braunerde-Tschernosem (Profil A3041) zeichnen sich durch mittlere Corg-Gehalte und im Oberboden durch im schwach sauren Bereich liegende pH-Werte aus, so daß die mikrobielle Biomasse und besonders die mikrobielle Aktivität niedriger als in den Norm-Tschernosemen sind. Auch hier nimmt zwar die Biomasse ab der Tiefe von 30 cm stark ab, während aber der ganze Bodenkörper im Profil A2257 in seiner Gesamtmächtigkeit fast gleichmäßig mikrobiell besiedelt ist.

Eine ebenfalls tiefgründige aber auch sehr hohe mikrobielle Besiedlung des Ap-Horizonts weisen die Pararendzinen (A674, A3043) und der Kolluvisol (A3044) auf. Die Mikroflora der tieferen Horizonte der Böden A 674 und A 3044 entstammt der ursprünglichen mikrobiellen Gemeinschaft der fossilen Ah-Horizonte. Obwohl die mikrobielle Biomasse noch recht hoch ist (60 bis 100 ppm), ist sie

physiologisch inaktiv. Die potentielle Aktivität ist, wie die Bodenatmung zeigt, der aktuellen Aktivität des Ap-Horizontes gleich bzw. höher als diese.

Obwohl die Fahlerden (z.B. A566) die niedrigsten Corg-Werte aufweisen, haben sie jedoch einen sehr hohen Anteil an Schluff und Ton, wodurch eine hohe mikrobielle Besiedlung begünstigt wird. Ebenfalls positiv wirkt sich in dieser Hinsicht die beträchtliche Humusakkumulation im Ah-Horizont infolge forstlicher Nutzung dieses Standorts (Profil A566) aus. Dadurch kann die negative Wirkung niedriger pH-Werte aufgehoben werden. Tiefenbezogen gesehen fallen im Gegensatz zur Biomasse die mikrobielle Aktivität und auch die Corg-Gehalte rapid ab.

13. Methoden

13.1 Profilbeschreibungen

Dem Exkursionsführer sind aus Platzgründen nur Kurzbeschreibungen der Profile beigegeben. Die darin erfolgten Angaben können sich gegenüber den neu aufzugrabenden Exkursionsprofilen ggf. ändern (z.B. Mächtigkeitenangaben). Den Interessenten werden zur Exkursion die aktuellen Profilbeschreibungen der Exkursionsprofile nach den Formularen der KA 4 übergeben. Die Beschreibung der Bodenprofile erfolgte in Anlehnung an die Kartieranleitung der Geologischen Landesämter (KA4, AG Bodenkunde, 1995). Die Farben wurden im feuchten Zustand nach der Japanischen Farbtabelle (Revised Standard Soil Color Charts, 1991) ermittelt. Die Gehaltsstufen für den Humus- und Carbonatanteil entsprechen den KA 4 - Festlegungen: h0 humusfrei, h1: sehr schwach humos, h2: schwach humos, h3: mittel humos, h4: stark humos, h5: sehr stark humos, h6: extrem humos; c0: carbonatfrei; c1 sehr carbonatarm; c2: carbonatarm; c3: carbonathaltig; c3.2: schwach carbonathaltig; c3.3 mittel carbonathaltig; c3.4: stark carbonathaltig; c4: carbonatreich; c5: sehr carbonatreich; c6: extrem carbonatreich.

Die bodensystematischen Angaben erfolgten nach verschiedenen Nomenklaturen: KA 4 (s.o.); TGL 24 300 (Bodenform und Standortregionaltyp der MMK), FAO-Systematik zunächst nach den Angaben in den DBG-Mitteilungen (Band 44) vorgenommen - danach erfolgte eine Umstufung nach World Reference Base for Soil Resources, Wageningen/Roma (1994) durch Herrn Prof. Dr. Bronger, Kiel, an Hand der ihm übermittelten Profilbeschreibungen (keine Einstufung am Profil!); die Einstufung nach Soil Taxonomy übernahm Herr Prof. Wiechmann, Hamburg, ebenfalls überwiegend an Hand der Profilbeschreibungen.

Die Koordinatenangaben wurden nach Schrittmäßigmessung der TK 25 entnommen, ebenso die Höhenangaben.

13.2 Labormethoden

Die Angaben beziehen sich auf die Spalten in den Analysentabellen (fett gedruckte horizontale Linien symbolisieren Schichtgrenzen).

- kf** gesättigte Wasserleitfähigkeit [cm/d] mit Haubenpermeameter (350 cm³ Stechzylinder, 3 Parallelen für die vertikale Entnahme; 250 cm³ für die horizontale Entnahme)
- db** Lagerungsdichte [g/cm³] (100 cm³ Stechzylinder, 5 Parallelen für die vertikale Entnahme, 250 cm³ für die horizontale Entnahme)
- GPV** Gesamtporenvolumen [%]
- pF** Wassergehalte [Vol%] bei pF 1, 1.8, 2.5 und 4.2 von 100 cm³ Stechzylinderproben (vertikal entnommen) mittels Unterdruck- und Hochdruckapparatur

Körnung [%] des kalk- und humusfreien Feinbodens: kombinierte Sieb- und Pipettanalyse; alle Fraktionen gewogen = 100%
gS 2-0.63mm, mS 0.63-0.2mm, fS 0.2-0.063mm, gU 0.063-0.02mm, mU 0.02-0.0063mm, fU 0.0062-0.002mm, T < 0.002mm. Die Skelettanteile sind in den Profilbeschreibungen angegeben.

Die folgenden Analysen erfolgten an Feinerdeproben:

pH -H₂O- potentiometrisch (VDLUFA-Methodenbuch, 1991)
pH -0.01 M CaCl₂ - potentiometrisch (DIN 19684, Teil 1)
Kalk [%] Carbonat-Gehalt nach Scheibler (DIN 19684, Teil 5)
Org [%] Gesamt-C durch Erhitzen auf 1350 °C (CNS-Element-Analysator), Carbonat-C substrahiert
Gips [%] Auflösung des Bodengipses in Wasser (1:5), Filtration, Fällung mit Aceton und Abtrennung nach Jackson (1958)
Nt [%] Gesamt-N durch Erhitzen auf 1350 °C (CNS-Element-Analysator)
Fe_o, Al_o, Mn_o [g/kg] NH₄-Oxalatextraktion bei pH 3.8 im Dunkeln (DIN 19684, Teil 6)
Fe_d [g/kg] Dithionit-Citrat-Extraktion bei pH 7 (DIN 19684, Teil 7)
Fe_{py}, C_{py} [g/kg] 0.1 M Pyrophosphat-Extraktion (v. ZEZZSCHWITZ et al., 1973)
LF [ms/cm] spez. elektr. Leitfähigkeit im Sättigungsextrakt (DIN 19684, Teil 11)
KAK_{pot} [cmol_e/kg Boden] potentielle KAK nach DIN 19684, Teil 8
KAK_{eff} [cmol_e/kg Boden] effektive KAK als Ionenäquivalentsumme der mit 1 M NH₄Cl austauschbaren Kationen (MEIWES et al., 1984)

austauschb. Kat. [cmol_e/kg Boden] BaCl₂- oder NH₄Cl-austauschbare und H₂O-lösliche Kationen; bei NH₄Cl-Austausch H-Äquivalente in Anlehnung an MEIWES et al. (1984) berechnet; bei BaCl₂-Austausch H-Wert (H+Al) mittels Laugentitration (DIN 19684, Teil 8) bestimmt.

BS [%] Basensättigung bezogen auf KAK_{pot}

BS_{eff} [%] Basensättigung bezogen auf KAK_{eff}

Mineralogische Analyse der Tonfraktion: Aus Feinboden Carbonate mit Essigsäure-Acetatpuffer (pH 4.0), organische Substanz durch H₂O₂-Behandlung und die Eisenoxide mit Dithionit-Citrat-Bicarbonat entfernt. Die Tonfraktion < 2µm durch Sedimentation nach ATTERBERG gewonnen, gefriergetrocknet.

Zur Unterscheidung der Schichtsilikate mit Hilfe der Röntgenbeugung die Proben mit KCl und MgCl₂ sowie Glycerinlösung vorbehandelt. Bei Zimmertemperatur getrocknete Proben geröntgt, anschließend mit Kalium belegte Proben zwei Stunden auf 550°C erhitzt und ebenfalls geröntgt. In halbquantitativer Auswertung aus den Röntgenbeugungsdiagrammen Illit, Vermiculit, Smectit, primärer und sekundärer Chlorit nach der Intensität der abgebeugten Strahlung vier Röntgenreflexintensitätsstufen (+: schwach, ++: mittel, +++: stark, ++++: sehr stark) zugeordnet. Für einige Proben Illit und illitische Schichten von Wechsellagerungsmineralen aus dem Kaliumgehalt der Proben unter Berücksichtigung des Kaliumgehaltes von Feldspat berechnet. Quarz, Feldspat und Kaolinit wurden IR-Spektroskopie nach FLEHMIG & KURZE (1973) quantifiziert.

14. Literaturauswahl

- ALTERMANN, M., KÜHN, D. FUCHS, M., JÄHNERT, R. (1994): Bodenformengesellschaften der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Kreises Querfurt, Karte im Maßstab 1:50 000, BGR, Außenstelle Berlin
- ALTERMANN, M., MANIA, D. (1968): Zur Datierung von Böden im mitteldeutschen Trocken- gebiet mit Hilfe quartärgeologischer und urgeschichtlicher Befunde. - *Thaer-Archiv*, **12**, 7, 539-557
- ALTERMANN, M., MAUTSCHKE, J. (1972): Zur Kenntnis und Verbreitung der Böden der Um- gebung von Halle. - *Arch. Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde*, **16**, 12, 871-886
- ALTERMANN, M., PRETZSCHEL, M., BÖHME, G. (1983): Standortkennzeichnung Kreis Quer- furt, AIV-Querfurt, mit Bodenformenkarte i.M. 1:25 000, VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, unveröffentlicht
- ALTERMANN, M., SCHRÖDER, H. (1992): Zur Kennzeichnung der Schwarzerden aus Löß in Sachsen-Anhalt. - *Kühn-Archiv*, **86**, 1, 9-20
- BERKNER, U., SCHRÖDER, H., LÖWA, K. (1993): Erste Ergebnisse zur Erfassung des Ausmaßes geoökologischer Prozesse bodenerosiver Abspülung in Lößlandschaften. Halle. DIN 19684, Teil 1, 5, 6, 7, 8, 11, (1977): Bodenuntersuchungsverfahren im Landwirtschaftlichen Wasserbau - Chemische Laboruntersuchungen. Beuth Verlag GmbH Berlin & Köln
- EIKMANN, Th., KLOKE, A. (1991): Nutzungs- und schutzbezogene Orientierungsdaten für (Schad-)Stoffe in Böden. - *Mitt. VDLUFA*, Sonderdruck
- EINECKE, H. (1988): Exkursion nach Langeneichstädt. - *Jahresschrift der Bodendenkmalpflege Kreis Sangerhausen* 11, S. 15 - 17.
- EINECKE, H. (1991): Ausflug durch Jahrtausende. - *Querfurter Heimatblätter* 1, S. 6 - 8.
- EINECKE, H. (1992): Neue Bodenfunde im Kreis Querfurt (1985 -1991). - *Querfurter archäologi- sche Mitteilungen*, H. 2, S. 35 - 44.
- EINECKE, H. (1994): Auf den Spuren vergessener Siedlungen. - *Querfurter Heimatblätter* 4, S. 8-9.
- FLEHMIG, W., KURZE, R., (1973): *N. Jb. Mineral. Abh.*, **119**
- JACKSON, M.L., (1958): *Soil Chemical Analysis*
- KÜHN, D., u.a. (1994): Auswertung von Schwermetallanalysen aus der Ackerkrume landwirtschaft- licher Nutzflächen. - *Ergebnisbericht im Auftrag der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe*, Berlin
- MEIWES, K.J., KÖNIG, N., KHANNA, P.K., PRENZEL, J., ULRICH, B., (1984): *Ber. For- schungszentrum Waldökosysteme/Waldsterben* 7.
- MÜLLER, D.W. (1989/90): Jungsteinzeitliches Steinkammergrab an der „Eichstädter Warte“ bei Langeneichstädt, Kreis Querfurt. - *Querfurter Heimatkalender* 1989/90, S. 66 - 74.

- MÜLLER, H. (1953): Zur spät- und nacheiszeitlichen Vegetationsgeschichte des mitteldeutschen Trockengebietes. - Nova Acta Leopoldina, N.F., **16**, 110, 4-67
- OTTO, R.; DIEMANN, R. (1995): Agrarstrukturelle Vorplanung „Querfurter Platte“. - Landgesellschaft Sachsen-Anhalt. - Bernburg
- PRETZSCHEL, M., BÖHME, G. (1989): Aufgaben der Flurgestaltung in den LPG der AIV Querfurt. - VI. Konferenz für Wissenschaft und Technik - Pflanzenproduktion - Tagungsband, S. 68 - 79, Querfurt
- RADZINSKI, K.-H., u.a. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Spezialkarte der Deutschen Demokratischen Republik 1: 25 000, Blatt Schraplau (4536), Zentrales Geologisches Institut Berlin/Halle, Nachträge 1964
- REUTER, B. (1993): Landschaftsgliederung - Landschaftsprogramm des Landes Sachsen-Anhalt. - Ministerium für Umwelt und Naturschutz des Landes Sachsen-Anhalt
- SAUERBORN, P. (1994): Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland - Ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion durch Wasser in Mitteleuropa. - Bonner Bodenkdl. Abhandl., Bd. 13, Bonn
- SCHRÖDER, H. (1989): Fernerkundung von Löß- und Verwitterungsstandorten und deren bodenerosiver Schädigung unter Anwendung von Verfahren der Multispektralanalyse. - Petermanns Geogr. Mitt. 133, 2, S. 129-139.
- SCHRÖDER, H. (1992): Bodenerosive Landschaftsschäden in Fernerkundungsaufzeichnungen. - Bonner Geograph. Abhandl., H. 85, Bonn, S. 55-67.
- SCHRÖDER, H. & LÖWA, K. (1991): Zum Ausmaß bodenerosiver Abspülschäden in den Lößlandschaften des südöstlichen Harzvorlandes. - Erdkunde, Bd. 45, Bonn, S. 255-263.
- TGL 24 300: Fachbereichsstandard, Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte, Berlin
- VDLUFA (Hrsg), (1991): Methodenbuch 1. Die Untersuchung von Böden. - 4. Aufl. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.
- WAGENBRETH, O.; STEINER, W. (1982): Geologische Streifzüge. - VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig
- WISCHMEIER, W., Smith, D. (1978): Predicting soil erosion losses - a guide to conservation planning. USDA, Agraria Handbook Nr. 537, 1978.
- v. ZEJSCHWITZ, E. et al., (1973): Die Podsolierungsstadien von Braunerden aus Schieferschutt. - Z. Pflanzenernähr. Bodenkde. **136**, 40-42

Exkursion**F****Bergbaufolgelandschaft südlich Leipzig**

von

H. Heilmann¹⁾, H. Joisten¹⁾, M. Wünsche¹⁾, A. Weise¹⁾, M. Abo-Rady¹⁾, A. Brauning²⁾**Thema:****Natürliche und anthropogene Böden der Bergbaufolgelandschaft
im Raum Leipzig**

| <u>Inhalt</u> | Seite |
|--|--------------|
| 1. Exkursionsroute mit Zeitplan | 280 |
| 2. Beschreibung des Exkursionsgebietes | 282 |
| 2.1 Landschaft, Geomorphologie | 282 |
| 2.2 Geologie | 283 |
| 2.3 Klima | 285 |
| 2.4 Nutzung | 285 |
| 2.5 Regionalbodenkundliche Verhältnisse | 286 |
| 2.6 Die bergbauliche Entwicklung im Gebiet des Großtagebaues Espenhain | 289 |
| 2.7 Rekultivierung, Renaturierung sowie Folgenutzung von Kippsubstraten/-böden | 290 |
| 3. Beschreibung der Exkursionspunkte | 292 |
| 3.1 Natürliche Böden (Profile F1 bis F3) | 292 |
| 3.2 Anthropogene Böden (Profile F4 bis F7) | 299 |
| 3.2.1 Tagebauaussichtspunkt Espenhain | 299 |
| 3.2.2 Untersuchungen auf der Boden-Intensivmeßfläche Kippe Espenhain | 304 |
| 4. Literatur | 309 |

¹⁾ Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Halsbrücker Str. 31 a, 09599 Freiberg²⁾ Gellertstr. 3, 09599 Freiberg

Exkursion F

Natürliche und anthropogene Böden der Bergbaufolgelandschaft im Raum Leipzig

1. Exkursionsroute mit Zeitplan

Die Fahrtstrecke führt zunächst von Halle aus in südöstlicher Richtung über die Autobahn A 14 an Leipzig vorbei. Der Name der Stadt ist auf das altsorbische Wort "Lipa" für Linde zurückzuführen. Die Linde gilt noch heute als häufigster Straßenbaum im Stadtbild. Die erste urkundliche Erwähnung Leipzigs geht auf das Jahr 1015 zurück. Am Kreuzungspunkt bedeutender mittelalterlicher Handelswege gelegen, entwickelte sich Leipzig rasch zu einem wirtschaftlichen und kulturellen Zentrum, das es bis heute geblieben ist. Das Stadtgebiet umfaßt gegenwärtig eine Fläche von 146,5 km², auf der knapp 500 000 Einwohner leben. Noch vor 60 Jahren betrug die Einwohnerzahl über 700 000.

östlich an der Stadt vorbei führt die Fahrt hinein in das Exkursionsgebiet, der Umgebung des 1994 stillgelegten Braunkohlentagebaues Espenhain. Sämtliche Exkursionspunkte liegen dort in einem Umkreis von 15 km.

Zeitplan:

Uhrzeit Programmpunkt

| | |
|-------|---|
| 07:30 | Exkursionsbeginn am vereinbarten Treffpunkt |
| 09:15 | Profil F1 |
| 10:15 | Profil F2 |
| 11:15 | Profil F3 |
| 12:15 | Mittagspause am Aussichtspunkt des Tagebaues Espenhain |
| 13:00 | Vorstellung Tagebau Espenhain |
| 13:45 | Profil F4 |
| 14:30 | Profil F5 |
| 15:15 | Intensivmeßfläche Espenhain |
| 15:45 | Profil F6 |
| 16:30 | Profil F7 |
| 17:30 | Rötha: Besuch der historischen Parkanlage in der Pleiße-Aue sowie der Georgenkirche (Kurzvorführung der Silbermann-Orgel) |
| 19:30 | Ankunft in Halle |

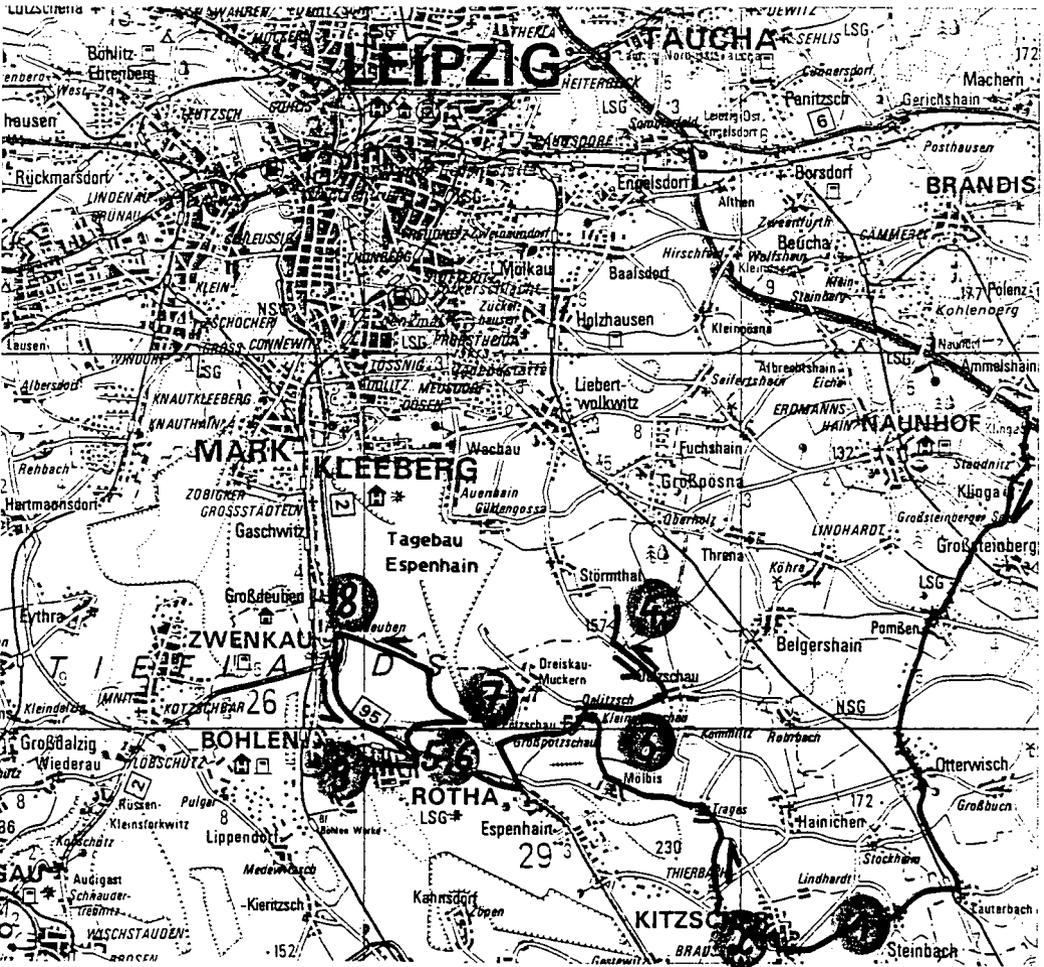


Abb.1: Exkursionsroute mit Exkursionspunkten

2. Beschreibung des Exkursionsgebietes

2.1. Landschaft, Geomorphologie

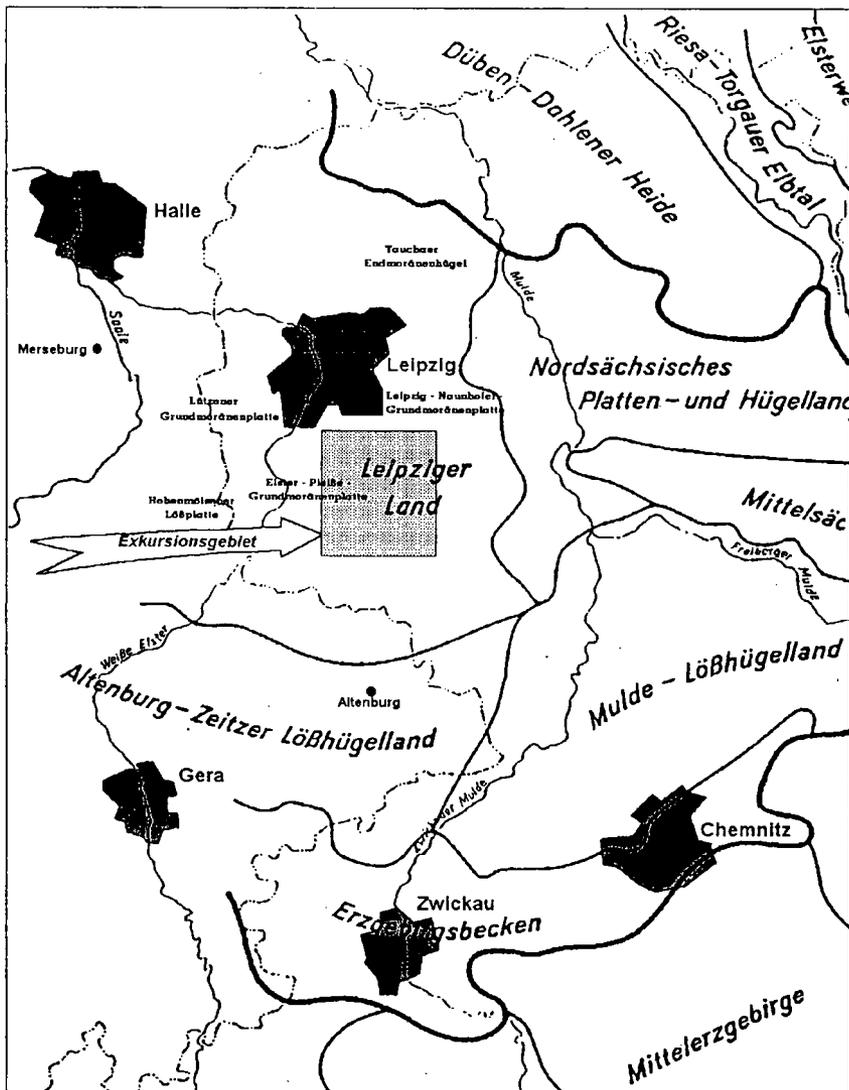


Abb.2: Naturräumliche Gliederung mit Lage des Exkursionsgebietes (überarbeitet nach Beilage zu BERNHARDT, HAASE, MANNSFELD, RICHTER, SCHMIDT 1986)

Das Exkursionsgebiet liegt an der Grenze zwischen mitteleuropäischem Tieflands- und Lößgürtel. Die grundlegende Prägung der heutigen Landschaftsformen erfolgte bereits im Verlauf des Pleistozäns. Wesentlich daran beteiligt waren fluviatile Erosion und Akkumulation, Vorstöße des skandinavischen Inlandeises und Lößaufwehungen, die vor allem im Verlauf der Weichseleiszeit zu einem Reliefausgleich führten.

Aus regional-naturräumlicher Sicht liegt das Exkursionsgebiet vollständig im Bereich des Leipziger Landes, einem Ausläufer des norddeutschen Tieflandes, der ca. 50 km weit nach Süden in den Bereich der Lößhügelländer vorspringt. Morphologisch dominieren weite Talauen und ebene Grundmoränenplatten, aus denen flache Endmoränenkuppen herausragen. Das Höhengniveau steigt von 90 m im Norden (bei Delitzsch) auf circa 200 m im Süden (nördlich Altenburg) an.

Die aktuellen Talverläufe der größeren Vorfluter resultieren aus der saalezeitlichen Eisrandlage der Region, die ein Umschwenken der ursprünglich nördlichen Fließrichtungen nach Westen verursachte. Besonders deutlich zeichnet dies der Verlauf der Weißen Elster nach. In den ehemaligen und heutigen Tagebaugebieten wurden die Vorfluter allerdings auf größeren Strecken kanalisiert, eine zusätzliche Erschwernis für die intensiven Bemühungen um eine regionaltypische Rekultivierung und Renaturierung der Bergbaufolgelandschaft.

Jahrhundertelange intensive landwirtschaftliche Nutzung hat die ursprünglich flächendeckend vorhandenen Wälder fast vollständig verdrängt. Die natürliche Waldbestockung ist der Eichen-, Hainbuchen-, Winterlinden-Mischwald, untergliedert durch breite Streifen artenreicher Auenwälder.

Intensive Veränderungen des Landschaftsbildes vollziehen sich derzeit rund um Leipzig, wo das semiurbane Umland durch expandierenden Wohnungs- und Gewerbebau ständig an Fläche gewinnt.

2.2 Geologie

Die Oberfläche des Leipziger Landes wird nahezu lückenlos von känozoischen Sedimenten aufgebaut. Darunter liegen Festgesteine präkambrischen bis triassischen Alters. Sie weisen ein weites genetisch-petrographisches Spektrum auf: proterozoische Grauwacken und Gneise mit Intrusionen magmatischer Tiefengesteine, paläozoische Sedimentite, mächtige Porphydecken aus dem Rotliegenden, Dolomite und Anhydrite des Zechsteins, Ton- und Sandsteine der unteren Trias.

Im älteren Tertiär wurde die Leipziger Bucht angelegt. Aus südlicher Richtung brachten große Wasserläufe, deren Einzugsgebiete zeitweilig weit über die rezenten Wasserscheiden hinausreichten (EISSMANN, WIMMER 1988), festländisches Abtragungsmaterial mit und überdeckten damit das norddeutsche Tiefland. Zwei Hauptsedimentationsphasen lassen sich unterscheiden, jeweils durch Einschaltungen mächtiger Braunkohlenflöze (Eozän bis unteres Oligozän sowie unteres Miozän) gekennzeichnet. Die Gesamtabfolge der tertiären Schichten wird allerdings durch Meeressedimente beherrscht.

Im ausgehenden Tertiär setzte ein grundlegender Klimaumschwung ein, der im Verlauf des Quartärs in mehreren Eiszeiten gipfelte. Das skandinavische Inlandeis drang dabei elster- und saalezeitlich mehrmals weit nach Sachsen vor und überfuhr dabei auch das Exkursionsgebiet. Der Leipziger Raum gilt als die Typusregion dieser Zeiten. Die Eisvorstöße hinterließen Grundmoränen, unterschiedliche glazifluviatile Sedimente sowie Endmoränenzüge, die allerdings in der Folgezeit unter den wechsellzeitlichen Periglazialbedingungen weitgehend eingeebnet wurden. Allen Eis- bzw. Kaltzeiten lassen sich mächtige Schotterterrassen zuordnen. Das zu ihrem Aufbau benötigte Material wurde in den südlich angrenzenden Mittelgebirgen vorwiegend durch Frostverwitterung bereitgestellt, erodiert und durch die Flüsse unter häufiger Verlagerung ihrer Läufe flächenhaft in das eingeebnete Vorland sedimentiert. Die Schotterkör-

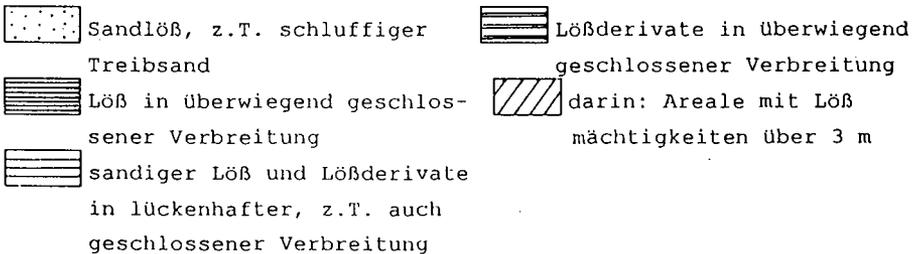
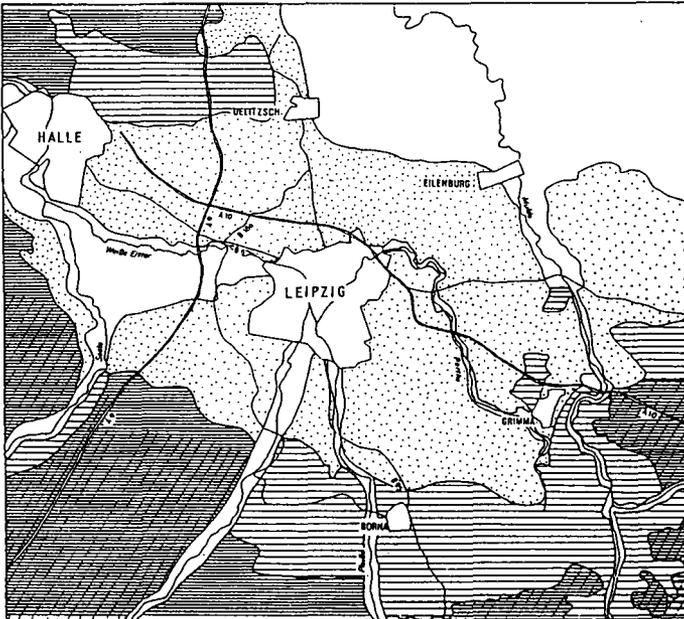


Abb.3: Lößverbreitung in Raum Leipzig (nach H.RICHTER, G.HAASE, I.LIEBEROTH & R.RUSKE 1970)

Die Schotterkörper, vor allem der saalezeitliche, bilden das Trinkwasserreservoir der Stadt Leipzig. Zwischengeschaltete Lössen stammen aus Eistrückzugsphasen. Die ursprüngliche Gesamtmächtigkeit der Lösssedimente in Mittel- und Westsachsen betrug ca. 60 m (FUHRMANN 1976).

Die für das heutige Landschaftsbild prägnante Lössakkumulation fand jedoch erst in der abschließenden Weichseleiszeit statt, als Sachsen im Gletschervorland lag. Feinkörnige Bestandteile der Schotterfluren wurden vom Wind erodiert und bei der anschließenden Sedimentation windgeschwindigkeitsabhängig selektiert. Diesen Prozess spiegelt die Verteilung der äolischen Sedimente im Leipziger Land heute noch wider (s. Abb. 3): Der Sandlöß des Nordostens geht in südwestlicher Richtung in sandigen Löß und schließlich in "Schlufflöß" über. Das Exkursionsgebiet liegt im Bereich des Sandlösses bis sandigen Lösses, der in der Regel unter einem Meter mächtig ist, den Untergrund jedoch nahezu lückenlos überzieht (BERNHARDT, HAASE, MANNSFELD, RICHTER, SCHMIDT 1986). Im angrenzenden Hauptlößverbreitungsgebiet werden dagegen wesentlich größere Mächtigkeiten erreicht, die in Leelagen stellenweise über 10 m ansteigen. Unter dieser mächtigen Bedeckung liegt ein eemzeitlicher Paläobodenkomplex mit intensiven pedogenetischen Merkmalen (RUSKE, WUNSCH 1961).

Die Gesamtmächtigkeit der quartären Ablagerungen kann im norddeutschen Flachland 100 bis über 200 m betragen (EISSMANN, LITZ 1994).

2.3. Klima

Klimageographisch liegt das Exkursionsgebiet in der Leipziger Bucht, einem Teil des Klimabezirkes "Ostdeutsches Binnenland" (Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der DDR 1953). Die Leipziger Bucht gehört zu den klimatisch begünstigten Regionen Sachsens. Die forstlichen Standorte des Gebietes gelten als trocken, warm und stärker kontinental beeinflusst.

Diese Kontinentalität wird aus der Klimastatistik ersichtlich, die für die Lufttemperatur folgende Mittelwerte ergibt (Periode 1901-1950):

Jahr: 8.5 bis 10°C Januar: +1 bis -1°C Juli: 17 bis 19°C

Der mittlere jährliche Niederschlag beträgt 480-640 mm (Periode 1891-1930). Die geringsten Werte werden im Nordwesten erreicht, wo die Leewirkung des Harzes noch deutlich spürbar ist. In südöstlicher Richtung steigen sie kontinuierlich an.

2.4. Nutzung

Erste Zeugnisse menschlicher Tätigkeit in der Umgebung Leipzigs stammen aus dem Zeitraum zwischen dem ersten Elstereisvorstoß und der frühen Saaleeiszeit. Mit den Feuersteinartefakten von Wangen und Wallendorf (SIMON 1964; WEBER, THUM 1991) treten die ältesten Funde in Schottern von Unstrut und Saale auf.

Nacheiszeitlich breitete sich zunächst flächendeckend Wald aus. Doch bereits mit der slawischen und fränkischen Besiedlung begann die Verdrängung der natürlichen Vegetation. Die Geschiebe- und Lößlehmböden wurden frühzeitig als hochwertige Ackerstandorte er-

kannt. Vom Mittelalter bis in die heutige Zeit wurde die aufgelockerte Waldfläche immer weiter reduziert und liegt derzeit bei 13%, stadtnah sogar bei lediglich 6%. Die ursprünglichen Laubmischwälder sind bis auf geringfügige Restvorkommen verschwunden. Intensive landwirtschaftliche Nutzung (70% Flächenanteil in den achtziger Jahren) führte zu einer weiteren Verringerung der biologischen Artenvielfalt, vor allem verursacht durch intensiven Ackerbau auf den zu DDR-Zeiten gebildeten landwirtschaftlichen Großschlägen. Diese Entwicklung hat ihren Höhepunkt zwischenzeitlich überschritten. Wirtschafts- und Wohnungsbau drängen auch auf außersstädtische Bereiche vor. Der Anteil an Siedlungsflächen nähert sich der 20%-Marke.

Von allen Faktoren zeigen jedoch die bergbaulich bedingten Substratverlagerungen den größten Effekt bei der anthropogenen Umgestaltung der Erdoberfläche (THUM, WÜNSCHE, FIEDLER 1992).

2.5. Regionalbodenkundliche Verhältnisse

Pleistozäne Sedimente stellen im Leipziger Raum großflächig das bodenbildende Substrat. Charakteristisch ist eine durchschnittlich 0,4 - 0,8 m mächtige Löß- bis Sandlößdecke, die in der Spätweichselkaltzeit (ca. 25 - 11,5 Tsd. Jahre vor heute) bis zum Ausgang des Boreals (ca. 8 Tsd. Jahre vor heute) auf die elsterzeitlichen Grundmoränenplatten und Endmoränenkuppen aufgeweht wurde. In Abhängigkeit von Lößmächtigkeit, Konsistenz und Mächtigkeit des unterliegenden Geschiebelehms bzw. Schmelzwassersandes, Reliefposition, Vegetation, Nutzung und anthropogenen Einflüssen haben sich unterschiedliche Bodenformen und Bodengesellschaften entwickelt (Siehe Abb.5).

Die günstige Konstellation verschiedener Faktoren hat die Bildung von Schwarzerden (Tschernoseme) ermöglicht. Dazu zählen:

- CaCO_3 -haltiges lockeres Rohlößsubstrat,
- kontinentales, semiarides bis semihumides Klima (Praeboreal und Boreal),
- die Auswirkungen einer grasreichen Steppenvegetation,
- gehemmte Mineralisation organischer Substanz,
- die wühlende, Humus vermischende Tätigkeit von Steppentieren.

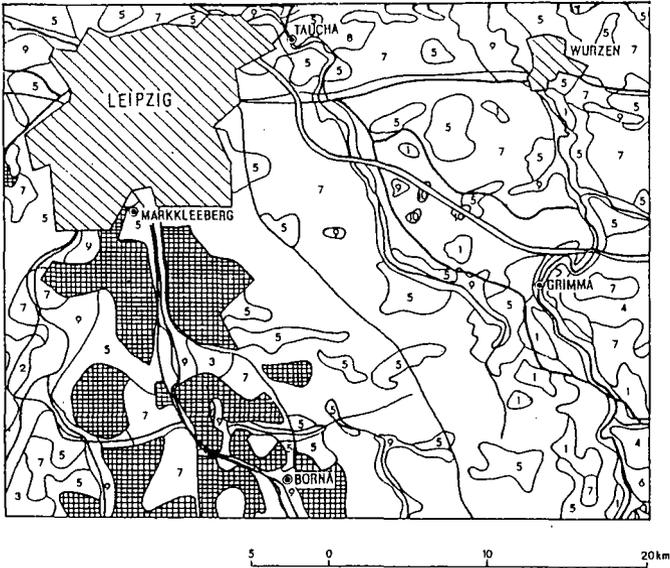
Schwarzerden und ihre Degradationsstufen - Parabraunerde-Tschernoseme und Tschernosem-Parabraunerden (Griserden) - sind im Exkursionsgebiet heute im wesentlichen nur noch lokal und kleinflächig westlich von Borna und bei Rötha anzutreffen (vgl. Abb.4).

Unter den niederschlagsreicheren und wärmeren Klimabedingungen des Atlantikums (ca. 5 - 8 Tsd. Jahre vor heute) wurde der Prozeß der Tonmineralverlagerung (Lessivierung) und Verwitterung (Verbraunung) beschleunigt. Daraus resultierten Parabraunerden, deren Tschernosem-Vergangenheit sich z.T. nur noch aufgrund höherer Humosität vermuten läßt.

Reine Parabraunerden kommen im Leipziger Lößgebiet nur selten vor. Meist handelt es sich, je nach Mächtigkeit der äolischen Decke und Verfestigungsgrad der unterlagernden glazialen Sedimente um Übergangsbodentypen, wie Pseudogley-Parabraunerden (Löß-, Sandlößdecke durchschnittlich 0,5 - 0,8 m) und Parabraunerde-Pseudogleye (Löß-, Sandlößdecke durchschnittlich <0,5m).

Erosionsbestimmte Reliefpositionen, die einem größeren Abtrag der Decksedimente unterworfen waren, oder Flächen mit primär geringeren Löß-, Sandlößmächtigkeiten (< 0,3 m) haben reine Pseudogleye und Braunerden entstehen lassen.

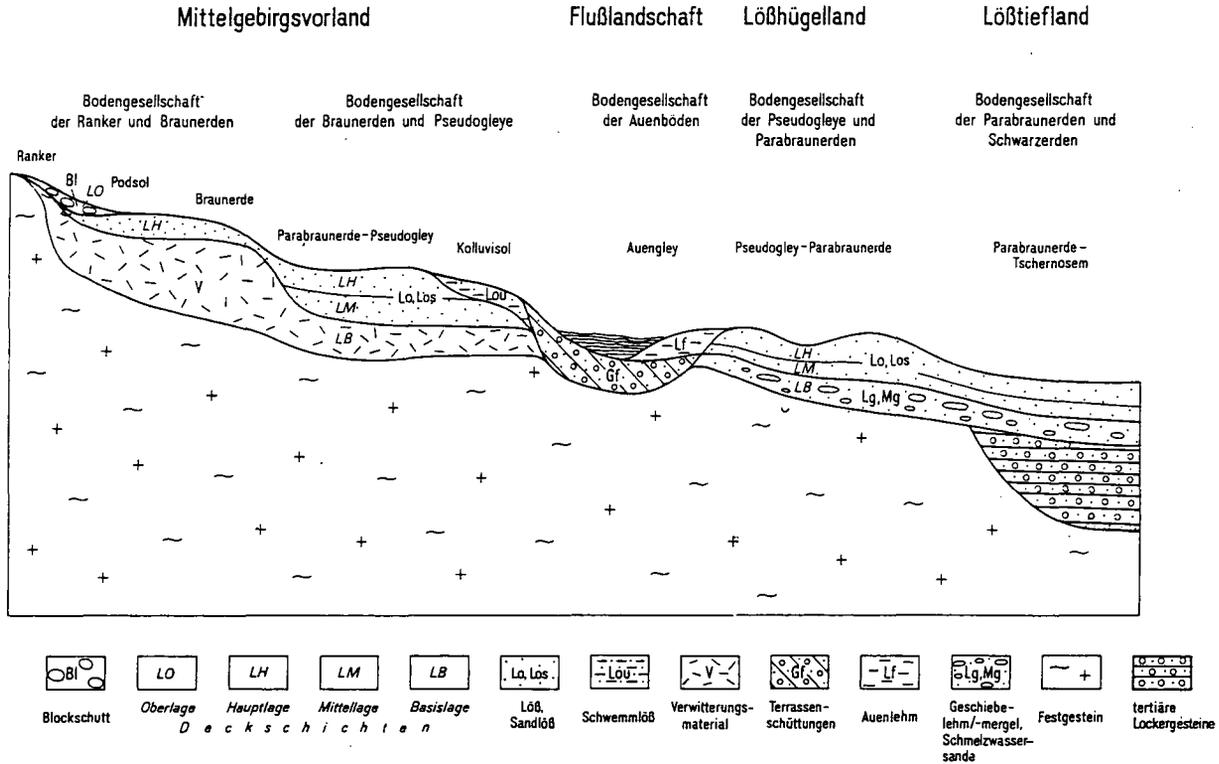
In den Talauen von 'Weiße Elster', 'Eula', 'Pleiße' und 'Parthe' sowie kleineren Nebenflußgebieten trifft man Auenböden (vorwiegend Vega-Braunauenböden) und ihre Übergangsbodentypen, im wesentlichen Auengleye und Vegagleye an. Hier treten außerdem kleinflächig Restflächen von Niedermooren, teils von Kolluvisolen oder Auenböden überdeckt, in Erscheinung.



- | | |
|---|---|
| <p>1 Hangsandlehm-Braunerde-Podsol; Fließerde, z.T. lößbeeinflusst, über Hangschutt auf Quarzporphyr</p> <p>2 Löß-Schwarzerde-/Griserde; Löß über Geschiebelehm-/mergel, Schmelzwassersand oder Flußschotter</p> <p>3 Sandlöß-Schwarzerde-/Griserde; Sandlöß über Geschiebelehm-/mergel, Schmelzwassersand oder Flußschotter</p> <p>4 Löß-Parabraunerde; Löß über Geschiebelehm-/mergel, Schmelzwassersand, Flußschotter oder Festgestein</p> <p>5 Sandlöß-Parabraunerde; Sandlöß über Geschiebelehm-/mergel, Schmelzwassersand, Flußschotter oder Festgest.</p> <p>6 Löß-Staugleye; Löß über Geschiebelehm, Schmelzwassersand, Flußschotter oder Festgestein</p> | <p>7 Sandlöß-Staugleye; Sandlöß über Geschiebelehm, Schmelzwassersand, Flußschotter, tertiärem Ton oder Festgestein</p> <p>8 Lehmsand-Braunerde; Geschiebedecksand oder schluffiger Treibsand über Geschiebelehm, Schmelzwassersand, Talsand oder Flußschotter</p> <p>9 Vega/Auengleye; Auenlehm, -sand, -schluff oder -ton über Flußschotter</p> <p>10 Moor; Hoch-, Übergangs- oder Niedermoortorf</p> <p>Anthropogene Böden und Standorte der Kippen, Halden, Tagebaue, Restlöcher</p> <p>Bebaute Flächen</p> |
|---|---|

Abb. 4: Bodengesellschaften im Leipziger Lößgebiet (Quelle: Übersichtskarte der Böden des Freistaates Sachsen 1:40000 [Hrsg. Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie])

Abb. 5: Schematischer Schnitt durch das Sächsische Lößgebiet und das angrenzende Mittelgebirgsvorland



Flächenhafte Erosionsprozesse (Abspülung, Deflation) infolge von Rodungs- und Bewirtschaftungsmaßnahmen führten an Unterhängen, in Talrandgebieten, in Mulden und Dellen vielerorts zur Bildung von Kolluvisoln aus umgelagertem Bodenmaterial.

Die jüngste Geschichte der Bodenentwicklung im Leipziger Raum wird durch den Braunkohletagebau und die damit verbundenen Bergbaufolgelandschaften (Rekultivierung, Renaturierung sowie Folgenutzung von Kippsubstraten/-böden) geprägt. Die vorherrschenden Bodentypen kennzeichnen, bedingt durch ihre junge Entwicklung, Initialstadien der Bodenbildung (siehe Kap. 2.7).

2.6 Die bergbauliche Entwicklung im Gebiet des Großtagebaues Espenhain

Der Großtagebau Espenhain wurde in den Jahren 1937 bis 1944 als Förderbrückentagebau nordwestlich der Werksanlagen der ehemaligen Braunkohlenveredlung Espenhain aufgeschlossen. Die Aufschlußmassen, insgesamt 85 Mio m³, sind auf die Hochhalde Trages südöstlich der Ortslage Mölbis abgelagert worden. Bis 1982 wurde die große Lagerstätte zwischen der Reichsbahnstrecke Leipzig-Altenburg im Westen, der Fernverkehrsstraße Nr. 95 im Osten und der Kohleverbindungsbahn Böhlen-Espenhain im Süden ausgebeutet.

Mit dem Überschreiten der F 95 unmittelbar südlich von Markkleeberg-Ost schwenkte der Tagebau in das sog. Ostfeld ein. Aus energiepolitischen und lagerstättenwirtschaftlichen Gründen kam es 1994 zur Stilllegung der Braunkohlenförderung.

In den Tagebaufeldern Espenhain-West und -Ost wurden zwei Flöze abgebaut, die Flöze II (Bornaer Hauptflöz) und IV (Böhlener Oberflöz) des Weißelsterbeckens.

Von der Erschließung (1940) bis zur Stilllegung (1994) sind aus dem ca. 4.000 ha großen Tagebau Espenhain 582,8 Mio t Rohbraunkohle gefördert worden.

- Abraumtechnologie

Der Schwenkabbau erfolgte um den Drehpunkt Gruna. 1985 wurde der Abraum-Zugbetrieb auf Abraum-Bandbetrieb umgestellt. Den Hauptanteil an Abraum bewegte der Förderbrückenverband AFB 17. Dieser verstürzte hauptsächlich tertiäre Massen als Brückenkippe. Der Vorschnittsleistungsbetrieb gewann vorwiegend quartäre bindige Massen mittels Schaufelradbagger 1498 SRs 1200 und 1547 SRs 1000. Diese gelangten vom Gurtbandförderer auf den Bandabsetzer 1115, der in Tief- und Hochschüttung die Brückenkippe mit Abraum überdeckte. In Hochschüttung wurden ausschließlich kulturfähige Substrate verkippt. Nach der Stilllegung ist noch eine ca. 2200 ha große Tagebaubetriebsfläche zu sanieren. Es entstehen daraus zwei 830 ha große Restlochseen und eine zu rekultivierende Landkippenfläche von 1370 ha.

- Flurkippe Espenhain (Lage, Größe, Nutzung, Kippengestaltung)

Die zwischen Markkleeberg-Ost im Norden und Rötha im Süden und damit nur 9 bis 16 km südlich vom Stadtzentrum Leipzigs gelegene Kippe Espenhain ist überwiegend als Flurkippe (Stöhnabecken als Unterflurkippe) ausgebildet, d. h. die Geländehöhen liegen mit ca. 120 bis 130 m über NN nur unwesentlich unter der ehemaligen Gelän-

deoberfläche. Die Kippe umfaßt ca. 1800 ha (Stand: 12/93); 62% davon werden landwirtschaftlich genutzt (LN), 28% dienen der forstlichen (FN), 2% der wasserwirtschaftlichen (WN) und 8% der sonstigen Nutzung (SN).

Seit 1948 erfolgt die Innenverkipfung tertiärer Abraummassen der "Böhlener" und der "Bornaer Folge", teils vermischt mit pleistozänen Massen. Ab 1959 wurde der "Kulturboden" (Auenlehm, Sandlöß, Geschmiebergel und -lehm, Schmelzwassersand) als Pflugkippe (0,6 bis 1,2 m), seit 1970 mittels Absetzer (über 2,0 m) aufgetragen (WUNSCH, THUM 1990).

Im Rahmen der technischen Rekultivierung (Wiederurbarmachung) wurde für die zu bewirtschaftenden Flächen gewährleistet:

- Mindestmächtigkeit kulturfähiger Substrate
- Feinplanum
- Vorflutgestaltung
- Standsicherheit der Böschungen
- Bau von Wirtschaftswegen

- Kippsubstrate

Vorherrschend: Kipp-Lehm, Kipp-Kalklehm, Kipp-Lehmsand

Untergeordnet: Kipp-Humusschluff, Kipp-Gemengelehm, Kipp-Kohlesand

Für die noch zu rekultivierenden Flächen stehen keine in ausreichendem Maße kulturfähigen quartären Substrate zur Verfügung, so daß künftig eine kostspielige Grundmelioration unabdingbar wird.

- Rückhaltebecken Stöha

Im Südwestteil der Innenkippe des Tagebaues Espenhain wurde eine Fläche von ca. 200 ha Größe als Unterflurkippe gestaltet. Diese war zunächst ausschließlich als Rückhaltebecken für Hochwässer der Pleiße und Gösel vorgesehen. Zukünftig wird sie vornehmlich ökologische Funktionen erfüllen.

In diesem Kippenbereich sind über die Förderbrückenkippe des Tagebaues Espenhain im Absetzbetrieb tertiäre und quartäre Substrate aus dem Abraum des Tagebaues Peres verstürzt worden. Infolge des engräumigen Nebeneinanders lithologisch wechselhafter und unterschiedlich mächtiger Kippsubstrate kam es zu diskontinuierlichen Absenkungen (so am Auslauf des Beckens um mindestens 1 Meter), örtlich zur Vernässung und zur Ausbildung von Feuchtbiotopen. Gegenwärtig ist der nördliche Teil überflutet. Am Südsaum entstand eine ca. 50 - 100 m breite Flachwasserzone mit beginnender Röhrichtbildung. Das Grasland wird zur Schafhaltung genutzt.

2.7 Rekultivierung, Renaturierung sowie Folgenutzung von Kippsubstraten/-böden

In der Vergangenheit wurde jede Fläche nach Beendigung der technischen Rekultivierung unter Berücksichtigung der Bodentypologie bodengeologisch begutachtet (Kippengutachten). Auf der Kippe Espenhain existieren in Abhängigkeit von Rekultivierungszeit und Kippsubstrat folgende Bodentypen: Lockersyrosem (Rohboden), Regosol oder Pararendzina. Auf Basis der Gutachten wurden Empfehlungen für die Folgenutzung gegeben.

- Landwirtschaftliche Rekultivierung

Die Kippflächen wurden vorwiegend ackerbaulich genutzt. Es erfolgten Grobentsteinung, aufwendige Bodenbearbeitung und Düngung. Die Fruchtfolgen richteten sich nach bodenbezogenen Behandlungseinheiten. Die Erträge haben in den ersten 15 Rekultivierungsjahren steigende Tendenz. Sie stagnieren danach unter dem Ertragsniveau gewachsener Böden des Vorfeldes. Als Hauptursache für die verminderten Erträge ist die Unterbodenverdichtung anzusehen. Die landwirtschaftliche Nutzung erfordert langfristige kombinierte technisch-biologische Meliorationsmaßnahmen.

Nach 30jähriger landwirtschaftlicher Nutzung hat sich ein 30 bis 40 cm mächtiger humoser Ap-Horizont ausgebildet. Dieser unterscheidet sich wesentlich vom Unterboden hinsichtlich:

- C_t - und N_t -Gehalt,
- Bodengefüge und Lagerungsdichte, Wasser- und Luftführung,
- pflanzenverfügbare Nährstoffe und Sorptionsvermögen.

- Forstliche Rekultivierung

Im Bereich der Innenkippe des Tagebaues Espenhain wurden bisher insgesamt 240 ha für die forstwirtschaftliche Rekultivierung und Nutzung zurückgegeben. Aufforstungen erfolgten auf Böschungsflächen und entlang der B 95 in N-S-Erstreckung. Diese Flächen sind in einer Mächtigkeit von 0,5 bis >3 m überwiegend mit Geschiebelehm und -mergel überzogen worden. Tertiäre und quartär-tertiäre Gemengesubstrate treten flächenmäßig untergeordnet auf.

Die ältesten Baumbestände sind 30 Jahre alt. Als Hauptbaumarten kommen vor:

- | | |
|---|-----|
| - Schwarzpappel, Balsampappel und Zitterpappel (Aspe) | 60% |
| - Eiche und Buntlaubholz | 25% |
| - Schwarzkiefer | 10% |
| - Rest | 5% |

Außerdem wurden Blaufichten, Roteichen, Eschen, Ahorn, Roterlen, Linden, Kiefern, Weymouthskiefern, Wildobstarten und Straucharten angepflanzt.

Die Verwendung der nicht standortgerechten Pappel ist in der leichten Beschaffbarkeit des Pflanzgutes und dem Wunsch der schnellen Holzproduktion zu begründen. Nach heutiger Sicht ist die Umgestaltung der Waldbestände mit standortgerechten, zur natürlichen Vegetation gehörenden Baum- und Straucharten anzustreben. Dementsprechend sieht der Sanierungsrahmenplan für den Tagebau Espenhain folgende Bestandstypen vor:

- Stieleichen-Traubeneichen-Typ mit Winterlinde und Hainbuche.
- Stieleichen-Roterlen-Typ mit Esche und Ulme.
- Edellaubholztyp aus Esche, Ahorn, Ulme, Hainbuche, Stieleiche, Winterlinde und Vogelkirsche.

Damit werden neben den Kippenboden-Merkmalen auch die zukünftigen Wasserverhältnisse der Kippe berücksichtigt.

Die natürliche Sukzession kann in untergeordnetem Maße auf weniger kulturfähigen Kippenböden mit Vorwaldstadien aus Birke, Aspe und Weiden einbezogen werden.

- Umgestaltung der Folgelandschaft

Grundlegende Veränderungen der Nutzungskonzeptionen werden angestrebt. Bisher standen ertragsorientierte Zielstellungen mit Schwerpunkt auf landwirtschaftlicher Nutzung im Vordergrund. Im Interesse von Bodenschutz, Naturschutz und landeskulturellen Anforderungen ist eine Erhöhung der Waldanteile unter Einbeziehung bindiger Grenzertragsböden notwendig. Der Landesentwicklungsplan des Freistaates Sachsen (1994) schreibt eine Erhöhung der Forstflächen im Raum Leipzig vor, die vorrangig im Bereich von Kippenarealen erfolgen soll.

Die Bergbaufolgelandschaft soll Mehrfachfunktionen gerecht werden. Oligotrophe Kippenböden können durchaus eine Bereicherung in der sonst monostrukturierten Folgelandschaft sein. Sie entwickeln sich häufig zu Trocken- oder Feuchtbiotopen, die von seltenen Arten und Lebensgemeinschaften als Lebensraum akzeptiert werden. Derartige Biotopflächen bilden mit den land- und forstwirtschaftlichen Nutzökosystemen einen Planungsverbund, der zukünftig durch ein Bündel von Maßnahmen zu einem homogenen, in sich geschlossenen Landschaftsteil umgestaltet werden soll:

- Vermehrung des Flurgehölzbestandes (Feldgehölze, Hecken, Solitär-bäume mit dem Ziel der Biotopvernetzung und -abschirmung).
- Renaturierung mit Uferbepflanzung von kanalisierten Wasserläufen im Tagebaubereich (Gösel und Pleiße).
- Ausgestaltung mit Wanderwegen, Schutzhütten, Aussichtspunkten usw.

Eine wichtige Grundlage für künftige Flächennutzungspläne sind die Kippsubstratkarten sowie Kippenbodenkarten (VOGLER, WUNSCH 1993). Diese liegen für sämtliche Tagebaubereiche des Landes beim Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie vor.

3. Beschreibung der Exkursionspunkte

3.1. Natürliche Böden (Profile F1 - F3)

Profil F1:

| | | | |
|--------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|
| <u>Lage:</u> | ca. 750 m westlich der Ortslage Steinbach, 200 m nördlich des Jordanbaches | TK 25: Rechtswert: Hochwert: | 4841 Borna-O. 45 40 85 56 70 08 |
|--------------|--|------------------------------------|---------------------------------------|

| | | | |
|---------------|--|--|------------|
| <u>Klima:</u> | Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Bucht | Niederschlag (mm/Jahr): Lufttemperatur (°C/Jahr): | 600 8,4 |
|---------------|--|--|------------|

Gestein: Lößfließerde über Fließerde aus Geschiebelehm über glazifluvialen Sedimenten über Grundmoräne (Pleistozän)

| | | | |
|----------------|------------|---|-------------------|
| <u>Relief:</u> | Mittelhang | Neigung (%): Exposition: Höhenlage (+ mNN): | 1-2 SSE 155 |
|----------------|------------|---|-------------------|

Nutzung: Ackerland

Klassifikation:

Bodenform (KA 4): **Parabraunerde-Pseudogley aus Kryo-Löß über moränenkiesführendem Sandlehm**

Bodenform (TGL): Decklöß über kryoturbatem glazigenem Sandlehm, Parabraunstaugley

Bodentyp (FAO): Luvic Stagnic Gleysol

Beschreibung des Profils:

| Horizont | Tiefe (cm) | |
|-----------|------------|--|
| Sw-Ap | 0 - 28 | gräulich-gelb-brauner (10YR4/2), mittel toniger Schluff, schwach kiesig, Bröckelgefüge, schwach feucht, schwach durchwurzelt, schwach humos, sehr schwach eisenkonkretionär, wellige deutliche Untergrenze |
| Al-Sw | - 45 | brauner (7.5YR4/4), hellgrau (10YR8/1) gefleckter, mittel toniger Schluff, sehr schwach kiesig, Bröckelgefüge, schwach feucht, sehr schwach durchwurzelt, schwach eisen- und eisenmanganfleckig und -konkretionär, wellige deutliche Untergrenze |
| II Bt-Sd | - 108 | gelblich-brauner (10YR5/6) bis brauner (10YR4/6), stark sandiger Lehm, schwach kiesig, Kohärentgefüge, schwach feucht, sehr schwach durchwurzelt, schwach eisen- und eisenmanganfleckig, Tontapeten, unregelmäßige undeutliche Untergrenze |
| III Bt-Sw | - 150 | gelblich-brauner (10YR5/8), rötlich-braun (5YR4/8) gefleckter, stark lehmiger Sand, schwach kiesig, Polyeder-, stellenweise Subpolyedergefüge, feucht, mittel eisenfleckig, Tontapeten, wellige deutliche Untergrenze |
| IV Sd | - 190 | gelblich-brauner (2.5Y5/4), gräulich-gelb (2.5Y7/2) gefleckter, stark sandiger Lehm, schwach kiesig, Kohärentgefüge, stark feucht, mittel eisen-, stark bleichfleckig |

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | gS | mS | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | Grobboden % | | | | |
|-----|-----------|----------|-----|------|-----------------------------------|------|------|------|-----|------|-------------|-------|--------|---------|-----------|
| | | | | | fS | s | gU | mU | fU | U | T | 63-20 | 20-6,3 | 6,3-2,0 | 6,3-2,0mm |
| 1.1 | Sw-Ap | 0-28 | 2,8 | 9,5 | 8,2 | 20,5 | 40,8 | 18,0 | 5,2 | 64,0 | 15,6 | 0,0 | 2,1 | 1,0 | 3,1 |
| 1.2 | Al-Sw | - 45 | 1,3 | 4,6 | 5,3 | 11,2 | 42,6 | 23,0 | 6,6 | 72,2 | 16,6 | 0,0 | 0,8 | 0,3 | 1,1 |
| 1.3 | II Bt-Sd | - 108 | 9,2 | 23,5 | 22,5 | 55,2 | 11,1 | 7,2 | 4,9 | 23,2 | 21,6 | 0,0 | 3,7 | 4,3 | 8,0 |
| 1.4 | III Bt-Sw | - 150 | 9,1 | 30,9 | 29,1 | 69,1 | 8,7 | 5,0 | 3,2 | 16,9 | 14,0 | 0,8 | 6,0 | 5,3 | 12,1 |
| 1.5 | IV Sd | - 190 | 7,6 | 23,0 | 24,9 | 55,5 | 9,4 | 8,7 | 4,8 | 22,9 | 21,8 | 0,0 | 3,1 | 3,8 | 6,9 |

| Nr. | kf | dB | dF | Vol.% Wasser bei pF | | | auslauschb. Kation. | | | | | H-Wert | S-Wert | KAK eff | KAK pot | Bs | |
|-----|-----|-----|-----|---------------------|------|------|---------------------|------|------|-----|-----|--------|--------|---------|---------|-------|------|
| | | | | GPV | 1.8 | 2.5 | 4.2 | Ca | Mg | K | Na | | | | | | Al |
| 1.1 | 19 | 1,5 | 2,6 | 40,4 | 34,3 | 29,0 | 11,8 | 76,6 | 6,8 | 2,0 | 1,1 | 0,0 | 31,5 | 86,5 | 86,9 | 118,0 | 73,3 |
| 1.2 | 0,0 | 1,6 | 2,6 | 36,2 | 36,0 | 33,3 | 14,5 | 61,8 | 8,2 | 1,7 | 1,1 | 0,0 | 12,0 | 72,8 | 72,9 | 84,8 | 85,9 |
| 1.3 | <1 | 2,0 | 2,6 | 25,0 | 24,9 | 24,7 | 20,0 | 59,5 | 20,4 | 1,8 | 1,8 | 6,4 | 33,9 | 83,5 | 100,0 | 123,8 | 67,4 |
| 1.4 | 14 | 1,8 | 2,6 | 32,4 | 23,7 | 20,7 | 7,9 | 43,8 | 9,7 | 1,3 | 1,1 | 0,0 | 28,5 | 55,9 | 58,7 | 84,4 | 66,2 |
| 1.5 | <1 | 1,8 | 2,6 | 28,9 | 30,5 | 29,5 | 21,3 | 75,1 | 16,9 | 2,0 | 1,6 | 0,0 | 19,0 | 96,3 | 97,0 | 115,2 | 83,6 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | C _{org.} % | N _t | C/N | Fe _o | Fe _d | Mn _o | Al _o | Fe _o /Fe _d |
|-----|----------------------|-------------------|---------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 1.1 | 5,6 | 0,0 | 1,1 | 0,08 | 13 | 3,0 | 6,9 | 0,4 | 1,0 | 0,4 |
| 1.2 | 6,4 | 0,1 | 0,2 | 0,03 | 7 | 2,7 | 7,6 | 0,2 | 0,8 | 0,4 |
| 1.3 | 4,5 | 0,0 | 0,1 | 0,02 | 4 | 1,0 | 6,6 | 0,1 | 0,5 | 0,1 |
| 1.4 | 4,9 | 0,0 | 0,1 | 0,01 | 7 | 0,7 | 6,4 | 0,3 | 0,3 | 0,1 |
| 1.5 | 5,7 | 0,0 | 0,1 | 0,02 | 5 | 1,3 | 6,4 | 0,3 | 0,4 | 0,2 |

Zeichenerklärung:
 kf = Wasserleitfähigkeit
 dB = Lagerungsdichte
 dF = Dichte der Festsubstanz
 pF = Saugspannung

| Nr. | Königswasseraufschluß | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte | | | | | |
|-----|-----------------------|------|-----|------|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn |
| 1.1 | 12,0 | 42,5 | 0,5 | 34,5 | 534,0 | 0,2 | 0,8 | 0,1 | 0,2 | 8,5 |
| 1.2 | 8,5 | 36,5 | 0,5 | 6,5 | 390,0 | 0,1 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 1,0 |
| 1.3 | 12,8 | 41,8 | 0,8 | 5,3 | 158,5 | 0,3 | 0,4 | 0,0 | 0,3 | 2,8 |
| 1.4 | 10,5 | 36,0 | 1,3 | 0,0 | 320,8 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 2,1 |
| 1.5 | 9,8 | 42,3 | 1,8 | 4,5 | 265,3 | 0,2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 1,1 |

Interpretation:

Substratschichtung sowie pedogenetische Entwicklung des Bodenprofils spiegeln sich in den Analysenwerten wider. Die tiefenabhängige Korngrößenverteilung belegt eine lessivierungsbedingte Tonverlagerung sowie eine Zwischschichtung in eine Lößfließerde über einer Fließerde aus Geschiebelehm. Die in verschiedenen Tiefenlagen auftretenden Stausohlen werden durch die niedrigen kf- und hohen dB-Werte der II Bt-Sd- und IV Sd-Horizonte sowie durch die hohen Feinporenanteile bestätigt.

Die pH-Werte liegen im oberen lößbeeinflussten Profilteil im schwach bis mäßig sauren Bereich, während sie im pleistozänen Sediment vorwiegend stark saure Verhältnisse anzeigen. Dementsprechend ist das Bodenprofil CaCO₃-frei. Das enge C/N-Verhältnis im Oberboden weist trotz der niedrigen pH-Werte auf einen relativ guten mikrobiellen Abbau der organischen Substanz hin. In Abhängigkeit vom Substrat, der schwachen Humosität des Oberbodens, den geringen Tongehalten und dem allgemein sauren Bodenmilieu sind die Kationenaustauschkapazitäten und Basensättigungsgrade sehr niedrig. Die deutliche Schichtung zwischen der geringmächtigen Lößdecke und den unterlagernden pleistozänen Sedimenten wird durch das niedrige Fe_o/Fe_d-Verhältnis im unteren Profilteil zusätzlich unterstrichen.

Profil F2:

| | | | |
|-----------------|---|--|---------------------------------------|
| Lage: | 400 m östlich der Ortslage Brausswig, 80 m nordwestlich der Eula | TK 25: Rechtswert: Hochwert: | 4841 Borna-O. 45 38 00 56 69 29 |
| Klima: | Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Bucht | Niederschlag (mm/Jahr): Lufttemperatur (°C/Jahr): | 600 8,4 |
| Gestein: | Kolluviale Umlagerungsbildung über fossilem Auenlehm (Holozän) über fluviatilen Sedimenten (Holozän/Pleistozän) | | |
| Relief: | Auenebene | Neigung (%): Exposition: Höhenlage (+ mNN): | 0 142 |

Nutzung: Ackerland, Grünland

Klassifikation:

- Bodenform (KA 4):** Gley-Kolluvisol über fossilem Auengley aus Kolluviallöß über tiefem kiesführendem Auenlehmsand
- Bodenform (TGL)** Kolluviallöß über Auenlehmsand, Kolluvial-Halbgley über fossilem Vega-Gley
- Bodentyp (FAO):** Gleyic Kolluvisol overlying fossil gleyic Fluvisol

Beschreibung des Profils

| Horizont | Tiefe (cm) | |
|-----------|------------|--|
| Ap | 0 - 28 | bräunlich-schwarzer (10YR3/2), schluffiger Lehm, schwach kiesig, Bröckelgefüge, schwach feucht, mittel durchwurzelt, stark humos, sehr schwach eisenkonkretionär, ebene deutliche Untergrenze |
| rGo-M | - 42 | matt-gelber (2.5Y6/4), grünlich-gelb (2.5Y7/2) und leuchtend-braun (7.5YR5/6) gefleckter, sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, Polyedergefüge, schwach feucht, schwach durchwurzelt, sehr schwach humos, sehr schwach eisen- und eisenmangankonkretionär, sehr schwach bleichfleckig, wellige deutliche Untergrenze |
| II fAh-Go | - 62 | bräunlich-schwarzer (10YR3/1), bräunlich-grau (10YR4/1) gefleckter, schluffiger Lehm, schwach kiesig, Klumpen-, z.T. Kohärentgefüge, feucht, sehr schwach durchwurzelt, schwach humos, mittel eisenfleckig, schwach bleichfleckig, ebene deutliche Untergrenze |
| II faM-Go | - 92 | grünlich-gelber (2.5Y7/2), leuchtend gelblich-braun (10YR6/6) und leuchtend braun (7.5YR5/8) gefleckter, sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach kiesig, Polyedergefüge, feucht, sehr schwach durchwurzelt, mittel eisen- und bleichfleckig, ebene deutliche Untergrenze |
| III fGo | - 108 | bräunlich-grauer (7.5YR6/1), mittel lehmiger Sand, sehr stark kiesig, Einzelkorngefüge, schwach feucht, schwach eisen- und bleichfleckig, ebene deutliche Untergrenze |
| III Go | - 140 | bräunlich-grauer (7.5YR4/1, 7.5YR5/1), schwach toniger Sand, sehr stark kiesig, Einzelkorngefüge, feucht, schwach eisen- und bleichfleckig, ebene deutliche Untergrenze |
| III Gro | - 160 | leuchtend gelblich-brauner (10YR6/6), hell-grau (10YR7/1) gefleckter, grobsandiger Mittelsand, stark kiesig, Einzelkorngefüge, stark feucht, stark bleich- und schwach eisenfleckig |

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | gS | | mS | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | Grobboden % | | | | |
|-----|-----------|----------|------|------|-----|------|-----------------------------------|------|-----|------|-------------|-------|--------|---------|----------|
| | | | gS | mS | fS | S | gU | mU | fU | U | T | 63-20 | 20-6,3 | 6,3-2,0 | 63-2,0mm |
| 2.1 | Ap | 0-28 | 4,6 | 10,4 | 5,6 | 20,6 | 34,7 | 19,6 | 5,8 | 60,1 | 19,5 | 4,2 | 0,7 | 0,9 | 5,8 |
| 2.2 | rGo-M | -42 | 6,1 | 15,0 | 7,9 | 29,0 | 34,7 | 15,2 | 5,9 | 55,8 | 15,2 | 0,0 | 0,4 | 0,8 | 1,2 |
| 2.3 | II fAh-Go | -62 | 4,2 | 11,2 | 4,3 | 19,7 | 31,9 | 19,0 | 7,1 | 58,0 | 22,3 | 0,0 | 1,1 | 0,9 | 2,0 |
| 2.4 | II faM-Go | -92 | 7,8 | 9,5 | 6,6 | 23,9 | 41,5 | 15,4 | 4,1 | 61,0 | 15,1 | 0,0 | 0,1 | 1,2 | 1,3 |
| 2.5 | III fGo | -108 | 33,8 | 36,5 | 5,2 | 75,9 | 10,1 | 4,6 | 1,4 | 16,3 | 8,5 | 11,5 | 25,6 | 18,6 | 65,7 |
| 2.6 | III Go | -140 | 34,7 | 49,0 | 5,7 | 88,4 | 3,1 | 1,0 | 0,0 | 4,1 | 6,5 | 10,8 | 27,4 | 19,7 | 57,9 |
| 2.7 | III Gro | -160 | 34,6 | 55,6 | 4,0 | 94,2 | 1,7 | 0,1 | 0,9 | 2,7 | 3,1 | 5,2 | 24,7 | 18,2 | 48,1 |

| Nr. | kf | dB | dF | Vol. % Wasser bei pF | | | | austauschb. Kation. mmol/kg | | | | | H-Wert | S-Wert | KAK eff mmol/kg | KAK pot | Bs % |
|-----|-----|-----|-----|----------------------|------|------|------|-----------------------------|------|-----|-----|-----|--------|--------|-----------------|---------|------|
| | | | | GPV | 1,8 | 2,5 | 4,2 | Ca | Mg | K | Na | Al | | | | | |
| 2.1 | 563 | 1,1 | 2,4 | 53,1 | 39,3 | 35,7 | 14,5 | 134,0 | 11,8 | 2,4 | 1,2 | 0,0 | 45,4 | 149,4 | 149,5 | 194,8 | 76,8 |
| 2.2 | 8 | 1,2 | 2,6 | 54,1 | 34,5 | 28,7 | 9,8 | 70,8 | 10,1 | 1,1 | 1,1 | 0,0 | 13,7 | 83,1 | 86,0 | 96,8 | 85,9 |
| 2.3 | 51 | 1,6 | 2,6 | 37,1 | 32,1 | 26,3 | 16,9 | 161,0 | 17,6 | 1,5 | 1,4 | 0,0 | 9,0 | 181,5 | 181,3 | 190,5 | 95,4 |
| 2.4 | 32 | 1,6 | 2,6 | 39,1 | 35,0 | 32,1 | 23,0 | 78,4 | 11,3 | 1,2 | 1,3 | 0,0 | 4,6 | 92,2 | 92,1 | 96,8 | 95,3 |
| 2.5 | 44 | 1,6 | 2,6 | 38,8 | 31,6 | 26,4 | 11,2 | 56,9 | 5,4 | 0,7 | 1,0 | 0,0 | 3,8 | 64,0 | 64,0 | 67,8 | 94,5 |
| 2.6 | | | | | | | | 38,0 | 4,3 | 0,6 | 0,7 | 0,0 | 4,3 | 43,6 | 43,6 | 47,9 | 91,1 |
| 2.7 | | | | | | | | 11,7 | 1,5 | 0,3 | 0,6 | 0,0 | 2,3 | 14,1 | 14,1 | 16,4 | 85,7 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | Corg. % | N _t | C/N | Fe _o | Fe _d | Mn _o | Al _o | Fe _o /Fe _d |
|-----|----------------------|-------------------|---------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 2.1 | 5,7 | 0,0 | 3,4 | 0,26 | 13 | 4,3 | 8,8 | 0,4 | 2,4 | 0,5 |
| 2.2 | 6,2 | 0,1 | 0,5 | 0,05 | 11 | 2,3 | 5,1 | 0,2 | 0,8 | 0,5 |
| 2.3 | 6,7 | 0,0 | 0,7 | 0,05 | 14 | 5,1 | 11,6 | 0,1 | 0,7 | 0,4 |
| 2.4 | 6,8 | 0,0 | 0,2 | 0,02 | 9 | 1,3 | 2,7 | 0,0 | 0,4 | 0,5 |
| 2.5 | 6,8 | 0,0 | 0,2 | 0,02 | 11 | 0,8 | 0,9 | 0,0 | 0,3 | 0,9 |
| 2.6 | 6,8 | 0,0 | 0,4 | 0,03 | 14 | 0,4 | 0,7 | 0,0 | 0,2 | 0,5 |
| 2.7 | 6,8 | 0,1 | 0,1 | 0,01 | 13 | 0,2 | 2,4 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |

| Nr. | Königswasseraufschluß mg/kg | | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte mg/kg | | | | |
|-----|-----------------------------|------|-----|------|-------|---|-----|-----|-----|-----|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn |
| 2.1 | 10,3 | 83,5 | 2,3 | 23,8 | 476,3 | 0,2 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 4,1 |
| 2.2 | 3,8 | 30,5 | 2,0 | 4,8 | 261,0 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 1,8 |
| 2.3 | 7,5 | 36,8 | 2,3 | 6,8 | 138,8 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| 2.4 | 2,8 | 28,5 | 2,3 | 0,0 | 67,5 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| 2.5 | 6,0 | 21,5 | 2,3 | 0,0 | 88,8 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,5 |
| 2.6 | 5,8 | 19,8 | 2,3 | 0,0 | 49,5 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |
| 2.7 | 8,5 | 16,3 | 2,5 | 0,0 | 72,3 | 0,2 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,4 |

Interpretation:

Der Standort ist von einer Grundwasserabsenkung >1 Meter betroffen. Das Bodenprofil zeigt eine deutliche fein- und grobbodenartige Schichtung zwischen den lößgeprägten Kolluvial- und Auensedimenten des Holozäns sowie den unterlagernden fluviatilen Sedimenten des Holozäns/Pleistozäns. Die Lagerungsdichte ist durchschnittlich als gering zu bewerten. Die Porengrößenverhältnisse sprechen für gute Durchlüftung und Wasserdurchlässigkeit (mittlerer bis hoher Bereich).

Die pH-Werte sind im oberen Profilteil im mäßig bis schwach sauren, nach unten zu im sehr schwach sauren Milieu einzustufen. Das gesamte Profil ist CaCO₃-frei. Die Corg.-Gehalte belegen eine starke Humosität des Oberbodens, während das Kolluvialesediment (rGo-M) und die fossile Landoberfläche (II fAh-Go) nur sehr schwache bis schwache Humosität aufweisen. Die hohen Gehalte an organischer Substanz und Gesamtstickstoff im Ap-Horizont sind vermutlich durch organische Stickstoffdüngung entstanden. Die C/N-Verhältnisse erweisen sich als eng und deuten auf einen relativ guten mikrobiellen Abbau der organischen Stoffe hin, gefördert durch die tagebaubedingte Grundwasserabsenkung mit den daraus resultierenden

trockeneren Standortsverhältnissen. Die Kationenaustauschkapazität ist im Ap- und II fAh-Go-Horizont hoch. Sie korreliert dort mit dem erhöhten C_{org} - bzw. leicht erhöhten Tongehalt, während im restlichen Profilteil die Sorptionsfähigkeit als gering zu bewerten ist. Die Fe_0/Fe_d -Verhältnisse sind insgesamt ausgewogen, bestätigen allerdings im II fAh-Go-Horizont den fossilen Charakter der alten Landoberfläche durch den erhöhten Anteil von kristallinen Eisenoxiden.

Profil F3:

Lage: ca. 200 m nordöstlich der Ortslage TK 25: 4841 Borna-O.
Mölbis Rechtswert: 45 35 18
Hochwert: 56 73 78

Klima: Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Niederschlag (mm/Jahr): 600
Bucht Lufttemperatur (°C/Jahr): 8,4

Gestein: Sandlöß (Pleistozän) über glazifluvialen Sedimenten (Pleistozän)

Relief: Ebene Neigung (%): 0
Exposition:
Höhenlage (+ mNN): 148

Nutzung: Ackerland

Klassifikation:

Bodenform (KA 4): **Pseudogley-Parabraunerde aus Sandlöß über tiefem glazifluvialen kiesigem Lehmsand**

Bodenform (TGL) Sandlöß über tiefem Schmelzwassersand, Staugley-Parabraunerde

Bodentyp (FAO): Stagno Gleyic Luvisol

Beschreibung des Profils

| Horizont | Tiefe (cm) | |
|-----------|------------|--|
| Ap | 0 - 28 | dunkelbrauner (10YR3/3), sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach grusig, Bröckelgefüge, schwach feucht, mittel durchwurzelt, stark humos, ebene deutliche Untergrenze |
| Ahl | - 42 | brauner (10YR4/6), schwach toniger Schluff, Polyedergefüge, schwach feucht, mittel durchwurzelt, sehr schwach humos, ebene undeutliche Untergrenze |
| Sw-Al | - 52 | matt gelblich-brauner (10YR5/4), sandig-lehmiger Schluff, Subpolyedergefüge, schwach feucht, schwach durchwurzelt, sehr schwach eisen- und eisenmangankonkretionär, wellige undeutliche Untergrenze |
| Sdw-Bt | - 110 | brauner (7.5YR4/6), leuchtend braun (7.5YR5/6) gefleckter, schluffiger Lehm, Polyedergefüge, schwach feucht, schwach durchwurzelt, sehr schwach eisen- und eisenmangankonkretionär, Tontapeten, wellig undeutliche Untergrenze |
| II Sw-Bvt | - 125 | brauner (10YR4/6), gelblich-braun (10YR5/6) gefleckter, stark lehmiger Sand, mittel kiesig, Einzelkorngefüge, feucht, sehr schwach durchwurzelt, sehr schwach eisenflechtig, Tontapeten, wellige undeutliche Untergrenze |
| II Sw-Btv | -185 | gelblich-brauner (10YR5/8), braun (10YR4/6) gefleckter, sandig-lehmiger Schluff, schwach kiesig, Einzelkorngefüge, feucht, sehr schwach eisen- und bleichflechtig, örtlich Tontapeten, wellige undeutliche Untergrenze |

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | | | | Grobboden % | | | |
|-----|-----------|----------|-----------------------------------|------|------|------|------|------|-----|------|------|-------------|--------|---------|----------|
| | | | gS | mS | fS | S | gU | mU | fU | U | T | 63-20 | 20-6,3 | 6,3-2,0 | 63-2,0mm |
| 3.1 | Ap | 0-28 | 3,0 | 10,1 | 14,0 | 27,1 | 41,8 | 14,5 | 3,3 | 59,6 | 13,4 | 0,0 | 0,5 | 0,7 | 1,2 |
| 3.2 | Ahl | - 42 | 0,7 | 8,9 | 14,0 | 23,6 | 37,0 | 21,3 | 7,1 | 65,4 | 11,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3.3 | Sw-Al | - 52 | 0,9 | 9,9 | 16,6 | 27,4 | 38,5 | 14,8 | 4,4 | 57,7 | 14,8 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3.4 | Sdw-Bt | - 110 | 0,3 | 9,3 | 16,5 | 26,1 | 41,4 | 9,8 | 1,4 | 52,8 | 21,3 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |
| 3.5 | II Sw-Bvt | - 125 | 9,4 | 27,2 | 29,4 | 66,0 | 11,7 | 5,6 | 2,6 | 19,9 | 14,1 | 3,7 | 8,3 | 3,5 | 19,8 |
| 3.6 | II Sw-Btv | - 185 | 3,8 | 16,6 | 5,8 | 26,2 | 58,4 | 2,5 | 3,1 | 64,0 | 9,8 | 0,0 | 1,3 | 1,8 | 3,1 |

| Nr. | kf | dB | dF | Vol. % Wasser bei pF | | | austauschb. Kation. mmol/kg | | | | | H-Wert | S-Wert | KAK eff mmol/kg | KAK pot | Bs % | |
|-----|-----|-----|-----|----------------------|------|------|-----------------------------|-------|------|-----|-----|--------|--------|-----------------|---------|-------|------|
| | | | | GPV | 1,8 | 2,5 | 4,2 | Ca | Mg | K | Na | | | | | | Al |
| 3.1 | 96 | 1,3 | 2,5 | 47,2 | 38,0 | 29,9 | 9,5 | 106,0 | 6,5 | 2,5 | 0,9 | 0,0 | 35,3 | 115,9 | 116,4 | 151,2 | 76,6 |
| 3.2 | 23 | 1,0 | 2,6 | 61,0 | 34,5 | 26,7 | 4,8 | 48,9 | 4,6 | 2,0 | 0,9 | 0,0 | 10,4 | 56,4 | 56,3 | 66,8 | 84,4 |
| 3.3 | 44 | 1,4 | 2,6 | 44,8 | 31,9 | 24,8 | 7,5 | 58,1 | 5,5 | 1,2 | 1,0 | 0,0 | 9,0 | 65,8 | 65,7 | 74,8 | 88,0 |
| 3.4 | 11 | 1,5 | 2,5 | 40,6 | 36,6 | 31,9 | 15,6 | 99,8 | 14,0 | 1,5 | 1,8 | 0,0 | 8,6 | 117,1 | 117,1 | 125,7 | 93,2 |
| 3.5 | 71 | 1,7 | 2,6 | 33,0 | 20,0 | 16,9 | 8,6 | 48,8 | 10,3 | 1,2 | 1,0 | 0,0 | 15,5 | 61,3 | 62,4 | 76,8 | 79,9 |
| 3.6 | 275 | 1,8 | 2,6 | 31,7 | 23,9 | 16,7 | 4,3 | 30,6 | 8,9 | 1,0 | 0,9 | 0,0 | 15,5 | 41,4 | 43,5 | 56,9 | 72,8 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | C _{org.} % | N _t | C/N | Fe ₀ | Fe _d | Mn ₀ | Al ₀ | Fe ₀ /Fe _d |
|-----|----------------------|-------------------|---------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------------------------|
| | | | | | | | | | | |
| 3.1 | 5,8 | 0,0 | 3,5 | 0,17 | 20 | 3,4 | 6,4 | 0,5 | 1,7 | 0,5 |
| 3.2 | 6,3 | 0,0 | 0,5 | 0,05 | 9 | 2,3 | 4,7 | 0,4 | 0,6 | 0,5 |
| 3.3 | 6,5 | 0,0 | 0,3 | 0,03 | 8 | 2,3 | 5,3 | 0,3 | 0,7 | 0,4 |
| 3.4 | 6,6 | 0,0 | 0,2 | 0,02 | 7 | 2,2 | 8,9 | 0,1 | 1,0 | 0,3 |
| 3.5 | 5,3 | 0,0 | 0,1 | 0,02 | 5 | 0,9 | 6,5 | 0,1 | 0,6 | 0,1 |
| 3.6 | 4,8 | 0,0 | 0,1 | 0,01 | 7 | 0,5 | 4,2 | 0,1 | 0,4 | 0,1 |

| Nr. | Königswasseraufschluß | | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte | | | | |
|-----|-----------------------|------|-----|------|-------|---|-----|-----|-----|-----|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn |
| 3.1 | 12,5 | 51,3 | 2,5 | 17,8 | 548,3 | 0,2 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 2,2 |
| 3.2 | 6,5 | 29,8 | 2,5 | 3,8 | 466,8 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 2,0 |
| 3.3 | 6,5 | 29,0 | 2,5 | 0,0 | 303,8 | 0,2 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,9 |
| 3.4 | 11,0 | 38,0 | 2,5 | 0,0 | 223,8 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,7 |
| 3.5 | 10,5 | 30,0 | 2,5 | 0,0 | 174,8 | 0,3 | 0,4 | 0,0 | 0,0 | 1,3 |
| 3.6 | 8,5 | 24,0 | 2,5 | 0,0 | 170,8 | 0,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 1,7 |

Interpretation:

Die Zweischichtung zwischen Sandlößdecke und unterlagerndem pleistozänem Schmelzwassersand zeigt sich offensichtlich in der starken Zunahme des Sandanteils und der Abnahme des Schluffgehaltes im II Sw-Bvt-Horizont. Dagegen nimmt der darunter liegende II Sw-Btv-Horizont erneut Lößtextur an, obwohl er ebenfalls aus glazifluvialtem Substrat gebildet wurde. Die geringeren Tongehalte der Ahl-, Sw-Al-Horizonte gegenüber dem Sdw-Bt-Horizont belegen einen abgelaufenen Lessivierungsprozess. Die Lagerungsdichte schwankt zwischen sehr gering (Ahl-Horizont) und mittel (II Sw-Btv-Horizont). Die leichte Verdichtung des Sdw-Bt-Horizontes ist anhand des geringeren Wasserdurchlässigkeitswertes sowie am erhöhten Feinporenanteil erkennbar. Ansonsten sprechen die Porengrößenverhältnisse für einen gut durchlüfteten Boden.

Die pH-Werte liegen durchschnittlich im mäßig bis schwach sauren Bereich und bewegen sich nur im untersten Profilteil (II Sw-Btv-Horizont) im stark sauren Milieu. Das gesamte Profil ist daher CaCO₃-frei. Die C_{org.}-Gehalte zeigen im Oberboden starke, im Ahl-Horizont nur noch sehr schwache Humosität an, die zur Tiefe hin weiter abnimmt. Eine eventuelle anthropogene Beeinflussung des

oberen Profiltails durch Braunkohleflugasche ist nicht auszuschließen. Auch eine Tschernosem-Vergangenheit der Pseudogley-Parabraunerde ist denkbar. Die hohen Corg.- und Nt-Werte im Ap-Horizont gehen vermutlich auf organische Stickstoffdüngung zurück. Die C/N-Verhältnisse können als 'eng' bezeichnet werden und deuten auf einen relativ guten mikrobiellen Abbau der organischen Substanz hin. Die Kationenaustauschkapazität ist nur als 'gering' bis 'sehr gering' einzustufen. Sie liegt im Oberboden unter den Durchschnittswerten vergleichbarer LÖß-Parabraunerden. Auch die Sorptionssättigung der austauschbaren Basen ist entsprechend der pH-Werte mit Ausnahme der Ca-Sättigung eher im niedrigen Bereich anzusiedeln. Die Fe₀/Fe_d-Verhältnisse sind im oberen Profiltail ausgewogen, zeigen allerdings im unterlagernden glazifluviatilen Sediment eine deutliche Absenkung des Gehaltes an Ferrihydrit (oxalatlösliches Eisen). Dies ist möglicherweise nicht nur durch den Substratwechsel zu erklären (siehe Fe_d-Werte), sondern könnte ein Hinweis auf eine ältere (eemzeitliche?) Bodenbildung sein.

3.2. Anthropogene Böden

3.2.1. Tagebauaussichtspunkt Espenhain

Das folgende Normalprofil gibt die für den Raum Güldengossa typische kanozoische Sedimentfolge wieder:

| Mächt. | Gesteinsbezeichnung | Alter |
|---------|--|-------------|
| 0,5 m | Sandlöß | Weichsel |
| 2 - 5 m | Geschiebelehm und -mergel, braungrau [gQS1] | Saale |
| 0 - 2 m | Schmelzwassersand | Saale |
| 0 - 2 m | Schluff, Feinsand (Ob.Wachauer Horizont) [g1QE2] | Elster |
| 0 - 5 m | Geschiebelehm und -mergel, dunkelgraubraun [gQE2] | Elster |
| 1 - 8 m | Schluff, Feinsand (Unt.Wachauer Horiz.) [g1QE1/2] | Elster |
| - 10 m | Geschiebemergel, grau [gQE1] | Elster |
| 0,2 m | Bänderton und -schluff (Leipziger Bänder-ton) [g1QE1v] | Elster |
| 1 - 5 m | vor- und frühelsterglaziale Flußschotter [fQE1] | Elster |
| 0 - 3 m | kaolinischer Formsand (Feinsand, schluffig) | o.Oligozän |
| 25 m | Böh- Oberer Meeressand oder Formsand (Feinsand) lener Muschelschluff m. Phosporitknollenhorizont Fol- Grauer Sand (Feinsand) ge Brauner Sand (Feinsand)/Glaukonitschluff Basissand und Weißer Sand (Feinsande) | mi.Oligozän |
| 10 m | Braunkohle: Böhlener Oberflöz [Flöz IV] | mi.Oligozän |
| 2 - 4 m | Sande des Hauptmittels [GWL 3] | o.Eozän |
| 1 - 7 m | Braunkohle: Bornauer Hauptflöz [Flöz II] | o.Eozän |
| 20 m | Kaolin der Leipziger Grauwacke (Grundgebirge) | Riphäikum |

Von der östlichen Standböschung des Tagebaus aus gewinnt man einen Einblick in die geologischen und bergbaulichen Verhältnisse einschließlich der Abraumtechnologie. Hier werden bereits die Vorbedingungen für die Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft sichtbar (WUNSCH, MÜLLER 1993).

Profil F4:

| | | | |
|-----------------|---|--|--|
| <u>Laage:</u> | Braunkohlentagebau Espenhain, Innenkippe | TK 25: Rechtswert: Hochwert: | 4740 Leipzig-S 45 29 84 56 75 00 |
| <u>Klima:</u> | Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Bucht | Niederschlag (mm/Jahr): Lufttemperatur (°C/Jahr): | 550 9,0 |
| <u>Gestein:</u> | Kippsubstrate aus pleistozänem Lehmsand über tertiärem Glaukonitsand und braunem Meeressand | | |
| <u>Relief:</u> | Rand einer flachwelligen Platte, Grundwasser sehr tief abgesenkt | Neigung (%): Exposition: Höhenlage (+ mNN): | 4 W 136 |
| <u>Nutzung:</u> | Laubmischwald, 23 und 33jährig | Humusform: | Moderr |

Klassifikation:

| | |
|------------------|--|
| Bodenform (KA4): | Regosol aus Kipp-Lehmsand über Kipp-Feinsand und Lehmsand, schwach bis sehr stark kohlehaltig |
| Bodenform (TGL): | Kipp-Sandlehm über Kipp-Feinsand und Sandlehm, schwach bis sehr stark kohlehaltig, Ranker |
| Bodentyp (FAO): | Regosol |

Beschreibung des Profils

| Horizont | Tiefe | |
|----------|-----------|---|
| Ohf | +1 - 0 cm | wenig zersetzte Streu und Grasfilz |
| Ah | - 8 cm | fahl graubrauner (10 YR 4/5), mittel lehmiger Sand, schwach kiesig, schwach humos, einzelne Kohlebröckchen, locker, Bröckel- bis Einzelkorngefüge, schwach feucht, hoch durchwurzelt, wellige deutliche Untergrenze |
| j1C | - 20 cm | Gemenge aus gelbbraunem (7,5 YR 6/6), geflecktem, gestreiftem, mittel lehmigem Sand, Mittelsand und mittel sandigem Lehm, sehr schwach kiesig, einzelne Kohlebröckchen, locker, Einzelkorn- bis Bröckelgefüge, schwach feucht, hoch durchwurzelt, wellige undeutliche Untergrenze |
| II j1C | - 35 cm | dunkelgraubrauner (10 YR 5/4), gefleckter und gestreifter, mittel lehmiger Sand, schwach kiesig-steinig, einzelne Kohlebröckchen, locker, Einzelkorn- bis Bröckelgefüge, schwach feucht, hoch durchwurzelt, wellige deutliche Untergrenze |
| III j1C | - 125 cm | hellgrauer bis grauer (10 YR 7/1 bis 25 YR 6/1) Feinsand, sehr schwach kiesig-steinig, glimmerhaltig, einzelne Kohlebröckchen, locker, Einzelkorngefüge, schwach feucht, 0 - 6 Fw/dm ² , ebene deutliche Untergrenze |
| IV j1C | - 165 cm | schwarzer (10 GY 2/1), stark lehmiger Sand, schwach steinig-kiesig, einzelne Brocken aus schluffigem Feinsand, sehr stark kohlehaltig, schwach verfestigt, Einzelkorngefüge, schwach feucht, nach rechts oben auskeilende deutliche Untergrenze |
| V j1C | - 185 cm | grauvioletter bis dunkelgraubrauner (2,5 YR 5/4 bis 4/2), mittel bis stark lehmiger Sand, Brocken aus Schluff und Kohle, Nester und Streifen mit feinverteilter Kohle, schwach steinig-kiesig, schwach verfestigt |

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | gS | | mS | | kalk- und humusfreier fs | | Feinboden % | | | | Grobboden % | | | | |
|-----|----------|-------------|------|------|------|------|--------------------------|------|-------------|------|------|-------|-------------|---------|--------------|--|-----|
| | | | gS | mS | fs | S | gU | mU | fU | U | T | 63-20 | 20-6,3 | 6,3-2,0 | 63-2,0 mm | | |
| 4.1 | Ah | 0 - 8 | 5,0 | 25,9 | 28,8 | 69,7 | 13,3 | 10,4 | 6,6 | 30,3 | 10,0 | | | | | | 2,7 |
| 4.2 | IIc | - 20 | 1,5 | 48,0 | 26,1 | 75,6 | 7,6 | 4,8 | 3,2 | 15,6 | 8,8 | 1,1 | 1,6 | 0,7 | | | 3,4 |
| 4.3 | IIIc | - 35 | 5,2 | 19,2 | 38,9 | 63,3 | 11,2 | 8,2 | 6,9 | 26,3 | 10,4 | | | | | | 3,5 |
| 4.4 | IIIc | - 125 | 1,6 | 2,6 | 83,1 | 87,3 | 4,1 | 3,5 | 2,0 | 9,6 | 3,1 | 0,0 | 0,1 | 0,2 | | | 0,3 |
| 4.5 | IVc | - 165 | 27,3 | 22,9 | 14,7 | 64,9 | 8,7 | 6,6 | 5,2 | 20,5 | 14,6 | 0,0 | 3,4 | 5,1 | | | 8,5 |
| 4.6 | Vc | - 185 | 3,6 | 6,2 | 52,5 | 62,3 | 14,1 | 6,3 | 4,6 | 25,0 | 12,7 | 0,0 | 1,6 | 2,8 | | | 4,4 |

| Nr. | kf cm/d | dB g/cm ² | dF | Vol.% Wasser bei pF | | | austauschb. Kation. mmol _c /kg | | | | | H- Wert | S-Wert | KAK eff mmol _c /kg | KAK pot | Bs % | |
|-----|------------|-------------------------|-----|---------------------|------|------|--|-------|-----|-----|-----|------------|--------|-------------------------------------|------------|---------|------|
| | | | | GPV | 1,8 | 2,5 | 4,2 | Ca | Mg | K | Na | | | | | | Al |
| 4.1 | | | | | | | | | | | | 33,0 | 110,0 | | | 143,0 | 76,9 |
| 4.2 | 410 | 1,5 | 2,5 | 42,3 | 33,2 | 21,9 | 11,0 | 57,0 | 3,0 | 3,0 | 1,0 | 15,0 | 63,0 | 79,0 | 78,0 | 148,0 | 80,8 |
| 4.3 | | | | | | | | | | | | 70,0 | 78,0 | | | 148,0 | 52,7 |
| 4.4 | 38 | 1,8 | 2,6 | 32,0 | 25,6 | 16,7 | 9,9 | 58,5 | 2,5 | 0,6 | 0,8 | 13,1 | 59,9 | 62,4 | 94,3 | 122,3 | 51,0 |
| 4.5 | 170 | 1,1 | 2,3 | 58,8 | 30,8 | 24,3 | 12,4 | 219,3 | 1,0 | 0,1 | 1,1 | 24,1 | 906,0 | 221,5 | 299,1 | 1127,5 | 19,6 |
| 4.6 | 273 | 1,3 | 2,6 | 48,1 | 20,3 | 12,0 | 5,3 | 35,4 | 0,5 | 0,3 | 0,7 | 4,6 | 119,0 | 36,9 | 51,1 | 155,9 | 23,7 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | C _{org.} | N _t | C/N | Fe _o Fe _d Mn _o Al _o Fe _p / Fe _d | | | | | Hydrolyt.- Azidität ml 0,1 n NaOH/50 g | Austausch- Substanz |
|-----|-------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----|--|-----|-----|-----|-----|--|------------------------|
| | | | | | | mg/g | | | | | | |
| 4.1 | 7,0 | 0,8 | 1,3 | 0,10 | 13 | 1,3 | 4,3 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 1,5 | 0,4 |
| 4.2 | 7,0 | 0,2 | 0,5 | 0,03 | 14 | 1,5 | 4,5 | 0,2 | 0,5 | 0,3 | 2,5 | 0,1 |
| 4.3 | | 0,0 | 1,1 | 0,02 | 55 | | | | | | 10,8 | 0,4 |
| 4.4 | 3,4 | 0,0 | 0,2 | 0,01 | 19 | 0,8 | 1,6 | 0,0 | 0,3 | 0,5 | 15,8 | 6,8 |
| 4.5 | 2,9 | 0,0 | 21,0 | 0,19 | 108 | 1,1 | 1,3 | 0,0 | 0,9 | 0,8 | 195,5 | 26,8 |
| 4.6 | 3,1 | 0,0 | 1,8 | 0,02 | 72 | 1,1 | 1,1 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 46,7 | 12,9 |

| Nr. | Königswasseraufschluß mg/kg | | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte mg/kg | | | | | St | SSO ₄ als %-SO ₃ | Rest-S |
|-----|--------------------------------|------|-----|-----|-------|--|-----|-----|-----|-----|------|---|--------|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | | | |
| 4.1 | 9,0 | 33,5 | 2,8 | 3,7 | 263,0 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 1,1 | 0,10 | 0,03 | 0,07 |
| 4.2 | 10,8 | 26,8 | 2,8 | 0,0 | 242,8 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 0,03 | 0,01 | 0,02 |
| 4.3 | | | | | | | | | | | 0,38 | 0,25 | 0,13 |
| 4.4 | 5,0 | 14,0 | 2,5 | 0,0 | 89,8 | 0,7 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,04 | 0,03 | 0,01 |
| 4.5 | 36,8 | 10,8 | 2,5 | 0,0 | 52,8 | 1,3 | 0,5 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | 2,08 | 0,94 | 1,14 |
| 4.6 | 6,8 | 5,3 | 2,8 | 0,0 | 46,5 | 0,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,6 | 0,31 | 0,17 | 0,14 |

Interpretation:

Der im Profil erschlossene Kippenboden gliedert sich in eine durchmischte geringmächtige Deckschicht aus quartärem Geschiebelehm, Sandlöß und Schmelzwassersand über tertiärem marinbrackischem, fast kohlefreiem grauem Glaukonitsand und fluviatilimnischen braunen kohlehaltigen Sanden. Das Substrat der flachen Deckschicht weist neutrale Bodenreaktion, hohe Basensättigung und mittlere Sorptionskapazität auf. Die organische Substanz entstammt rezenter Neubildung (0 - 8 cm) und verkipptem humosem Boden (20 - 35 cm).

Die kohle- und schwefelhaltigen tertiären Substrate sind mit pH-Werten bis 2,9 stark bis extrem sauer. Mit der Bestimmung von hydrolytischer und Austausch-Azidität wurden indirekt hohe bis sehr hohe Mengen an freien sowie austauschbaren H-, Fe- und Al-Ionen nachgewiesen. Der sorptionschwache graue Feinsand zeigte sich weniger sauer und basenarm als der sorptionsstärkere braune kohlehaltige Sand.

Der Laubmischwaldbestand wurzelt hauptsächlich in der geringmächtigen quartären Deckschicht. Als Humusform entwickelte sich feinhumusarmer Moder.

Profil F5:

| | | | |
|-----------------|---|--|--|
| <u>Lage:</u> | Braunkohlentagebau Espenhain, Innenkippe | TK 25: Rechtswert: Hochwert: | 4740 Leipzig-S 45 29 96 56 75 96 |
| <u>Klima:</u> | Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Bucht | Niederschlag (mm/Jahr): Lufttemperatur (°C/Jahr): | 550 9,0 |
| <u>Gestein:</u> | Kippsubstrate aus pleistozänem Geschiebelehm, Geschiebemergel und Schmelzwassersand (Vermengung) über tertiärem kohlehaltigem Schluffsand bis Fein- und Mittelsand der Böhleener und Bornauer Schichten | | |
| <u>Relief:</u> | Flachwellige Platte, Grundwasser sehr tief abgesenkt | Neigung (%): Exposition: Höhenlage (+ mNN): | 1 - 2 W 139 |
| <u>Nutzung:</u> | Ackerland seit 1965, z. Z. Grünbrache | | |

Klassifikation:

- Bodenform (KA4): **Pararendzina aus Kipp-Sandlehm, schwach karbonathaltig, über tiefem Fein- und Mittelsand, schwach bis mittel schluffig, schwach bis stark kohlehaltig**
- Bodenform (TGL): Kipp-Sandlehm über tiefem stark lehmigem bis reinem Kipp-Fein- und Mittelsand, schwach bis stark kohlehaltig, Rendzina
- Bodentyp (FAO): Pararendzina

Beschreibung des Profils

| Horizont | Tiefe | |
|----------|-----------|--|
| Ap | 0 - 24 cm | dunkelgraubrauner (5 YR 5/2), mittel bis stark lehmiger Sand, schwach kiesig-steinig, mittel humos, schwach karbonathaltig, mittel verfestigt, Bröckelgefüge, schwach feucht, hoch bis sehr hoch durchwurzelt, ebene deutliche Untergrenze |
| jIC | - 80 cm | fahl gelbbrauner (10 YR 6/5), mittel bis stark lehmiger Sand, einzelne Sand- und Lehmnesten, schwach kiesig-steinig, einzelne Geschiebe bis 20 cm Ø, karbonatarm bis karbonathaltig, stark verfestigt, Kohärenzgefüge, einzelne Schwundrisse, schwach feucht, sehr gering bis mittel durchwurzelt, Wurzeln besonders in Schwundrissen, wellige deutliche Untergrenze |
| II jIC | - 90 cm | dunkelgraubrauner (10 YR 4/1), mittel bis stark lehmiger Sand, stark kohlehaltig (feinverteilt und bröcklig), mittel verfestigt, Einzelkorn- und Bröckelgefüge, schwach feucht, wellige undeutliche Untergrenze |
| III jIC | - 140 cm | grauer (10 YR 7/1), braunstreifiger, z. T. schwach schluffiger Feinsand, schwach kohlehaltig (feinverteilt und bröckelig), mittel verfestigt, Einzelkorngefüge, schwach feucht |

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | gS | mS | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | | Grobboden % | | | |
|-----|----------|-------------|-----|------|-----------------------------------|------|------|-----|-----|------|------|-------------|------------|-------------|---------------|
| | | | | | fS | S | gU | mU | IU | U | T | 63- 20 | 20- 6,3 | 6,3- 2,0 | 6,3- 2,0mm |
| 5.1 | Ap | 0 - 24 | 7,1 | 27,8 | 27,3 | 62,2 | 11,0 | 6,3 | 4,6 | 21,9 | 15,9 | 0,0 | 1,1 | 2,2 | 3,3 |
| 5.2 | IIc | - 80 | 5,7 | 28,8 | 31,4 | 65,9 | 7,5 | 6,2 | 4,5 | 18,2 | 15,9 | 0,0 | 3,0 | 2,8 | 5,8 |
| 5.3 | IIc | - 90 | 2,4 | 24,0 | 43,8 | 70,2 | 7,1 | 5,9 | 4,8 | 17,8 | 12,0 | 0,0 | 0,4 | 0,2 | 0,6 |
| 5.4 | IIIc | - 140 | 3,1 | 38,7 | 47,4 | 89,2 | 4,8 | 1,6 | 0,7 | 7,1 | 3,7 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Nr. | kf | dB | dF | Vol.% Wasser bei pF | | | | austauschb.Kation. | | | | | H- Wert | S-Wert | KAK eff | KAK pot | Bs |
|-----|-----|-----|-----|---------------------|------|------|------|--------------------|-----|-----|-----|-----|------------|--------|------------|------------|------|
| | | | | GVV | 1,8 | 2,5 | 4,2 | Ca | Mg | K | Na | Al | | | | | |
| 5.1 | 556 | 1,3 | 2,5 | 49,8 | 41,1 | 31,8 | 13,9 | 116,0 | 8,0 | 4,7 | 0,9 | 0,0 | 26,0 | 129,6 | 129,9 | 155,6 | 83,3 |
| 5.2 | 109 | 1,8 | 2,5 | 30,3 | 29,0 | 25,1 | 17,2 | 63,4 | 4,3 | 1,9 | 0,8 | 0,0 | 11,1 | 70,4 | 70,6 | 81,5 | 86,4 |
| 5.3 | | | | | | | | 29,3 | 6,0 | 1,0 | 1,0 | 0,0 | 42,5 | 37,3 | 57,1 | 72,6 | 51,4 |
| 5.4 | 168 | 1,5 | 2,5 | 42,5 | 27,7 | 20,4 | 15,9 | 19,2 | 1,1 | 0,1 | 1,2 | 0,0 | 102,0 | 21,6 | 28,5 | 123,6 | 17,5 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | C _{org.} | N _t | C/N | Fe ₀ | Fe _d | Mn ₀ | Al ₀ | Fe _d / Fe _d | Hydrolyt.- Azidität | | Austausch- kapazität |
|-----|-------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|------------------------|------|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | mg/g | mg/g | |
| 5.1 | 7,5 | 4,0 | 2,2 | 0,14 | 15 | 1,6 | 4,4 | 0,2 | 1,2 | 0,4 | | 1,4 | 0,1 |
| 5.2 | 7,6 | 2,9 | 0,4 | 0,02 | 20 | 0,6 | 4,2 | 0,1 | 0,4 | 0,2 | | 0,9 | 0,1 |
| 5.3 | 3,7 | 0 | 6,5 | 0,06 | 108 | 3,1 | 3,5 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | | 83,4 | 1,0 |
| 5.4 | 3,2 | 0 | 2,3 | 0,03 | 78 | 0,9 | 1,0 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | | 17,4 | 0,3 |

| Nr. | Königswasseraufschluß | | | | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte | | | | | St | SSO ₄ als % SO ₃ | Rest-S | |
|-----|-----------------------|-------|-----|------|-------|------|------|---|-----|-----|-----|-----|----|---|--------|-------|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Hg | As | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | | | | mg/kg |
| 5.1 | 21,0 | 107,5 | 2,8 | 11,5 | 274,3 | 0,09 | 13,4 | 0,6 | 3,4 | 0,1 | 0,1 | 1,0 | | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| 5.2 | 11,3 | 33,8 | 2,5 | 0,0 | 279,8 | 0,04 | 7,1 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | | 0,01 | 0,01 | 0,00 |
| 5.3 | 13,0 | 6,0 | 2,5 | 0,0 | 101,3 | 0,02 | 2,2 | 0,4 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,9 | | 1,19 | 0,34 | 0,85 |
| 5.4 | 4,3 | 3,5 | 2,8 | 0,0 | 45,0 | 0,02 | 3,0 | 0,3 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | | 0,12 | 0,03 | 0,09 |

Interpretation:

Das Substrat der quartären Deckschicht besitzt folgende Merkmale:

- hoher Karbonatgehalt, schwach basische Reaktion, mittlere Sorptionskapazität, hohe Basensättigung, niedrige Schwefelgehalte,
- Dichtlagerungstendenzen, hohe Lagerungsdichte, geringe bis mittlere nutzbare Feldkapazität, geringes Grobporenvolumen.

Das liegende Tertiär-Substrat ist gekennzeichnet durch:

- mittleren bis hohen Kohlegehalt, hohen Schwefelgehalt, mittlere, vom C_t-Gehalt abhängige Sorptionskapazität, hohes Säurepotential, stark saure Reaktion,
- geringe Lagerungsdichte, ausreichende bis starke Durchlüftung (hohes Grobporenvolumen).

Die Kipplehmflächen wurden intensiv landwirtschaftlich genutzt. Fruchtfolgen im siebenjährigen Turnus mit 3 bis 4-jährigem Luzerneanbau, Futterroggen, Silomais, Getreide (Winterroggen - Gerste).

Organische Düngergaben: Stalldung 10 t/ha im Fruchtfolgeturnus
 Güllefugat und Stroh 40 - 60 m³/a
 Klärschlamm/Kompost 90 - 350 t/ha

Anorganischer Dünger: P = 50 kg/ha & a K = 137 kg/ha & a

Auffallend sind die durch Düngung verursachten Schwermetallgehalte.

Nach 30 Jahren ist ein Ap-Horizont ausgebildet, dessen C_t - und N_t -Gehalte denen der Ackerkrumen natürlicher Böden entsprechen. Die angestrebten P- und K-Mengen wurden bereits nach 7 - 10 Jahren erreicht.

Mit der Bewirtschaftungsdauer entwickeln sich in der Krume Lagerungsdichte, Luft- und Wasserführung sowie nutzbare Feldkapazität positiv. Demgegenüber sind im Unterboden, insbesondere im Pflugsohlenbereich, starke Verdichtung, Gefügeverschlechterung, unzureichende Durchlüftung sowie Haft- und Staunässe mit zunehmendem Alter des Kippenbodens nachweisbar. Bisherige Tieflockerung und Anbau wurzelintensiver Pflanzen waren nur kurzzeitig wirksam und nicht ausreichend effektiv (VOGLER 1990). Tiefgrabende Lumbriziden fehlen (THUM, WUNSCHÉ, FIEDLER 1992).

Das Pflanzenwachstum wird auf diesen Standorten entscheidend durch die bodenphysikalischen Eigenschaften und die Mächtigkeit der kulturfähigen Deckschicht beeinflusst. Phytotoxische tertiäre Substrate schränken den durchwurzelbaren Bodenraum ein. Die Erträge haben ein mittleres Niveau. Sie liegen bei 70 - 80 % gegenüber denen von vergleichbaren alten Ackerböden des Gebietes (WUNSCHÉ, THUM 1990).

3.2.4. Untersuchungen auf der Boden-Intensivmeßfläche Kippe Espenhain (siehe auch Profil F5)

Kippenbodenstandorte sind landwirtschaftliche Grenzertragsböden und daher besonders von der Flächenstilllegung betroffen. Schwer-

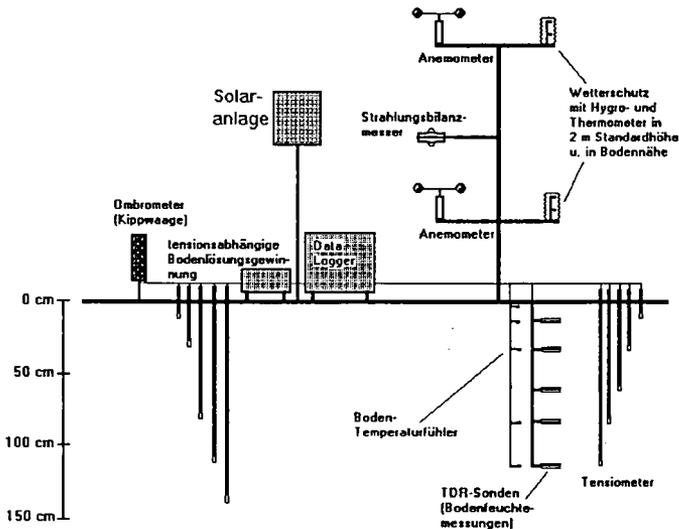


Abb.6: Installationsschema der Intensivmeßfläche Kippe Espenhain

punktmäßig werden aus bodenkundlicher Sicht die Auswirkungen dieser "Bewirtschaftungsänderungen" untersucht, insbesondere die Problembereiche der Nährstoff- und Schadstoffverlagerung sowie der Bodenverdichtung (Porengrößenverteilung).

Die Meßstation wurde im August 1993 zu Beginn der Flächenstilllegung des seit 1965 intensiv landwirtschaftlich genutzten Kipp-Sandlehm-Standortes installiert. In der ersten Hälfte der 80er Jahre erfolgten Stoffeinträge in Form von Gülle. 1990/91 wurden größere Mengen an Klärschlamm (>100 t TS/ha) ausgebracht. Permanent wurde der Standort durch Emissionen der braunkohleverarbeitenden Industrie beeinflusst.

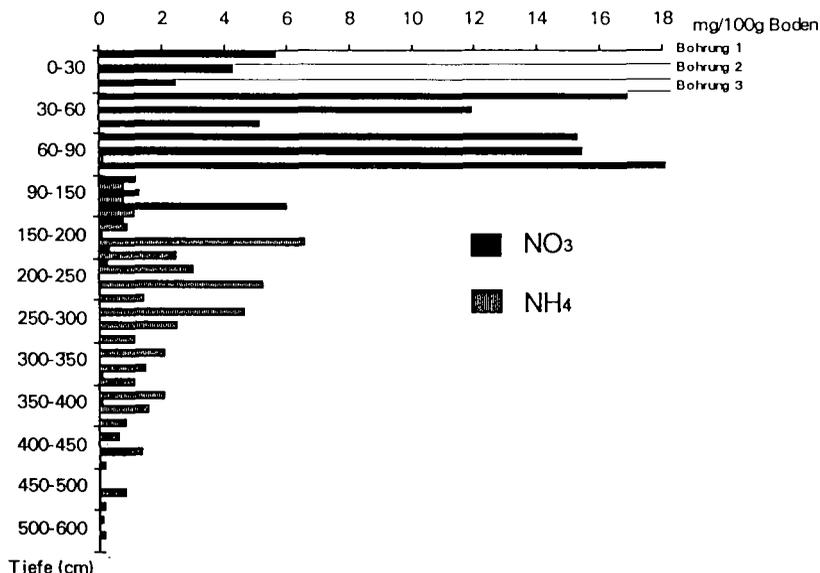


Abb.7: NO₃-N- und NH₄-N-Gehalte zu 3 Bohrungen auf dem Standort der Intensivmeßfläche

Auffallend ist die Anreicherung von Schwermetallen (Cu, Zn, Hg) und As in der Ackerkrume (Klärschlamm, Gülle, Immissionen), wobei alle Gehalte unter den Grenzwerten der Berliner Liste (Senatsverwaltung für Gesundheit und Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz 1994) liegen, was auf die geringe geogene Belastung des verkippten Substrates zurückzuführen ist. Demgegenüber führt die hohe Klärschlammgabe zu enormen N_{min}-Überschüssen (800-1000 kg N_{min}/ha im Wurzelraum). Innerhalb der pH-neutralen Deckschicht kann eine Nitrifikation stattfinden. Die Abbildung 7 zeigt, daß Nitrat aus dem Ap-Horizont in tiefere Schichten verlagert wird. Unterschiede zu den meisten natürlich gewachsenen Böden weist das NO₃/NH₄-Verhältnis in der ungesättigten Zone der verkippten, durch Pyrit- und Markasitoxidation sauren (pH-Wert 3-4,5), kohlehaltigen tertiären Sande auf. Dieses Problem bedarf noch der abschließenden Klärung. Das geochemische Milieu verhindert die Nitrifikation bzw. reduziert sie auf ein Minimum. Die ho-

hen Ammoniumgehalte können durch Ammonifikationsprozesse erklärt werden und/oder durch Perkolatation von Ammonium (keine Nitrifikation!) durch die hangende Lehmschicht. In der Literatur schildern LAVES, THUM und WÜNSCHE (1995) einen Ab- und Einbau von Ammonium und Nitrat in die organische Substanz der kohlehaltigen Kippsubstrate. Nitratdurchbrüche in tiefere Grundwasserleiter konnten nur infolge von extremen N_{min} -Belastungen (Gülleverregnung) beobachtet werden.

Profil F6:

| | | | |
|------------------------|---|--|---|
| <u>Lage:</u> | Braunkohlentagebau Espenhain, innenkippe | TK 25: Rechtswert Hochwert | 4740 Leipzig-S. 45 30 90 56 75 14 |
| <u>Klima:</u> | Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Bucht | Niederschlag (mm/Jahr): Lufttemperatur (°C/Jahr): | 550 9,0 |
| <u>Gestein:</u> | Kippsubstrate aus tertiärem kohlehaltigem Sand der Böhlener Schichten | | |
| <u>Relief:</u> | Ebene bis flachwellige Platte, Grundwasser sehr tief abgesenkt | Neigung (%): Exposition: Höhenlage (+ mNN): | 0 136 |
| <u>Nutzung:</u> | Pappel-Birken-Mischwald, 29jährig, 1960 aufgekalkt | Humusform: | rohhumusartiger Moder |

Klassifikation:

- Bodenform (KA4): **Regosol aus Kipp-Feinsand, mittelsandig, kohlehaltig, über Kipp-Lehmsand kohlehaltig**
- Bodenform (TGL): **Kipp-Fein- und Mittelsand, kohlehaltig über Kipp-Sand, stark lehmig, kohlehaltig, Ranker**
- Bodentyp (FAO): **Regosol**

Beschreibung des Profils

| Horizont | Tiefe | |
|----------|-----------|--|
| Of | +3 - 0 cm | graubraune Waldstreu, grob bis fein zersetzt, feinhumusarm |
| Ah | - 20 cm | fahlgraubrauner (5YR5/2), mittelsandiger Feinsand, mittel-schwach kohlehaltig, sehr schwach humos, locker, Einzelkorngefüge, schwach feucht, hoch durchwurzelt, wellige deutliche Untergrenze |
| j1C | - 50 cm | graubrauner (7,5YR5/3), mittelsandiger Feinsand, kohlehaltig (feinverteilt und Brocken), locker, Einzelkorngefüge, schwach feucht, sehr gering durchwurzelt, wellige deutliche Untergrenze |
| II j1C | - 140 cm | dunkelgraubrauner (2,5YR4/2), schwach toniger bis schwach lehmiger Feinsand, kohlehaltig (fein verteilt und Brocken), locker, Einzelkorn- bis Bröckelgefüge, schwach feucht bis feucht, nicht bis sehr gering durchwurzelt |

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | gS | | mS | | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | Grobboden % | | | | |
|-----|----------|-------------|-----|------|------|------|-----------------------------------|-----|-----|-------|-------------|---------|----------|-----|-----|
| | | | IS | S | gU | mU | lU | U | T | 63-20 | 20-6,3 | 6,3-2,0 | 63-2,0mm | | |
| 6.1 | Ah | 0 - 20 | 3,2 | 38,9 | 53,6 | 85,7 | 0,9 | 0,2 | 0,0 | 1,1 | 3,2 | 0,0 | 0,0 | 0,1 | 0,1 |
| 6.2 | llC | - 50 | 5,0 | 34,5 | 46,4 | 85,9 | 5,4 | 0,9 | 1,4 | 7,7 | 8,4 | 0,0 | 0,0 | 0,7 | 0,7 |
| 6.3 | lllIC | - 140 | 0,7 | 4,2 | 71,1 | 76,0 | 10,4 | 3,4 | 1,6 | 15,4 | 8,6 | 0,0 | 0,0 | 0,0 | 0,0 |

| Nr. | kf cm/d | dB g/cm³ | dF | Vol. % Wasser bei pF | | | austauschb. Kation. | | | | H- Wert | S-Wert | KAK eff | KAK pot | Bs % | | |
|-----|------------|-------------|-----|----------------------|------|------|---------------------|-------|------|-----|------------|--------|------------|------------|---------|-------|------|
| | | | | GPV | 1,8 | 2,5 | 4,2 | Ca | Mg | K | | | | | | Na | Al |
| 6.1 | 617 | 1,2 | 2,6 | 54,3 | 25,8 | 14,5 | 7,2 | 40,7 | 6,3 | 0,3 | 1,0 | 0,0 | 17,5 | 48,3 | 48,7 | 65,8 | 73,4 |
| 6.2 | 354 | 1,4 | 2,5 | 43,4 | 16,8 | 9,8 | 3,2 | 139,2 | 21,1 | 0,7 | 0,8 | 0,0 | 5,6 | 161,8 | 161,7 | 167,4 | 96,7 |
| 6.3 | 19 | 1,1 | 2,4 | 55,3 | 40,4 | 34,1 | 19,1 | 32,1 | 7,2 | 0,9 | 1,2 | 12,0 | 460,0 | 41,4 | 83,8 | 501,4 | 8,3 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | C _{org.} | N _t | C/N | Fe ₀ | Fe _d | Mn ₀ | Al ₀ | Fe ₀ / Fe _d | Hydrolyt.- Azidität ml 0,1 n NaOH/50 g Substanz | Austausch- kapazität |
|-----|-------------------------|-------------------|-------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|---|-------------------------|
| | | | | | | | | | | | | |
| 6.1 | 5,9 | 0,0 | 1,2 | 0,02 | 59 | 0,6 | 0,7 | 0,0 | 0,0 | 0,8 | 2,0 | 0,2 |
| 6.2 | 7,2 | 4,9 | 3,2 | 0,09 | 36 | 1,9 | 3,4 | 0,2 | 1,1 | 0,6 | 4,8 | 0,2 |
| 6.3 | 2,9 | 0,0 | 3,9 | 0,05 | 79 | 1,6 | 1,6 | 0,0 | 0,3 | 1,0 | 80,1 | 10,0 |

| Nr. | Königswasseraufschluß | | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte | | | | S _t | SSO ₄ | Rest-S | |
|-----|-----------------------|------|-----|------|-------|---|-----|-----|-----|----------------|------------------|--------|------|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Cu | Zn | Cd | Pb | | | | Mn |
| 6.1 | 5,8 | 4,0 | 2,8 | 0,0 | 54,4 | 0,3 | 0,3 | 0,0 | 0,0 | 0,4 | 0,14 | 0,02 | 0,12 |
| 6.2 | 11,5 | 36,8 | 2,8 | 53,8 | 258,8 | 0,4 | 0,3 | 0,0 | 0,1 | 1,2 | 0,09 | 0,01 | 0,08 |
| 6.3 | 4,5 | 8,3 | 2,8 | 0,0 | 32,0 | 0,4 | 0,6 | 0,0 | 0,0 | 1,0 | 0,34 | 0,05 | 0,29 |

Interpretation:

Das Kippsubstrat ist ursprünglich marin-brackischer Herkunft und weist im ungedüngten Unterboden (50 - 140 cm) folgende Merkmale auf: Mittlerer Kohlegehalt, geringer, stark fixierter Stickstoffgehalt, mittlere Schwefel- und Säuremengen, stark saure Reaktion, hohe Sorptionskapazität bei niedriger Basensättigung, Gehalte an austauschbarem Aluminium.

Die Aufkalkung läßt sich bis in 0,5 m Tiefe durch schwach saure bis schwach basische Reaktion, erhöhte Basensättigung und sehr niedrige Austauschsäure nachweisen.

Die Grundkalkung ermöglichte nur ein kümmerliches Waldwachstum. Die Pappelanpflanzung leidet vermutlich auf dem grundwasserfernen Standort zusätzlich unter Trockenheit. Einzelne Wurzeln reichen bis in den stark sauren feuchten Untergrund.

Profil F7:

| | | | |
|-----------------|--|--|--|
| <u>Lage:</u> | Braunkohlentagebau Espenhain, Innenkippe | TK 25: Rechtswert: Hochwert: | 4740 Leipzig-S 45 27 46 56 77 94 |
| <u>Klima:</u> | Ostdeutsches Binnenland, Leipziger Bucht | Niederschlag (mm/Jahr): Lufttemperatur (°C/Jahr): | 550 9,0 |
| <u>Gestein:</u> | Kippsubstrate aus pleistozänem, sandigem und lehmigem Geschiebemergel, tief unterlagert von tertiärem kohlehaltigem Sand | | |
| <u>Relief:</u> | Ebene bis flachwellige Platte (Flurkippe), Grundwasser z. Zt. sehr tief abgesenkt | Neigung (%): Exposition: Höhenlage (+ mNN): | 0 123 |
| <u>Nutzung:</u> | Aspenbestand, 17jährig | Humusform: | Mull |

Klassifikation:

- Bodenform (KA4): **Pararendzina aus Kipp-Sandlehm bis Normallehm schwach bis mittel kiesig**
- Bodenform (TGL): Kipp-Sandlehm bis Lehm, mäßig bis stark kieshaltig, Rendzina
- Bodentyp (FAO): Pararendzina

Beschreibung des Profils

| Horizont | Tiefe | |
|----------|-----------|---|
| Ohf | +3 - 0 cm | Waldstreu, krümelig bis wenig zersetzt |
| Ah | - 12 cm | graubrauner (10YR5/2), stark lehmiger Sand, sehr schwach steinig, schwach kiesig, mittel humos, mittel verfestigt, Bröckel- bis Polyedergefüge, schwach feucht, mittel bis hoch durchwurzelt, wellige deutliche Untergrenze |
| j1C | - 80 cm | hellbrauner (7,5YR6/4), stark lehmiger Sand bis schwach sandiger Lehm, schwach steinig-kiesig, mittel verfestigt, Bröckel- bis Polyedergefüge, schwach feucht, gering durchwurzelt, einzelne graue Mergelbrocken, halbrund nach rechts oben verlaufende deutliche Untergrenze |
| II j1C | - 130 cm | rötlich graubrauner (2,5YR4/2), schwach toniger Lehm bis stark lehmiger Sand, schwach steinig-kiesig, stark verfestigt, Polyedergefüge, schwach feucht, gering durchwurzelt, einzelne dunkelgraue Mergelbrocken |

Bohrung im Schurf

- 190 cm Geschiebemergel wie bis 130 cm
- 220 cm schwarzbrauner (25YR2/2), mittelsandiger Feinsand, stark kohlehaltig, mittel verdichtet, Einzelkorngefüge, schwach feucht

Bemerkung Beim Aufgraben wurden 20 Regenwürmer und Wurmgänge bis in 100 cm Tiefe gefunden.

LABORDATEN

| Nr. | Horizont | Tiefe cm | gS | mS | kalk- und humusfreier Feinboden % | | | | | | | Grobboden % | | | |
|-----|----------|-------------|------|------|-----------------------------------|------|------|-----|-----|------|------|-------------|------------|-------------|--------------|
| | | | | | fS | S | gU | mU | fU | U | T | 63- 20 | 20- 6,3 | 6,3- 2,0 | 63- 2,0mm |
| 7.1 | Ah | 0 - 12 | 7,1 | 26,2 | 26,9 | 60,2 | 13,6 | 6,1 | 2,8 | 22,6 | 17,3 | 0,0 | 3,0 | 4,1 | 7,1 |
| 7.2 | IIc | - 80 | 14,9 | 36,1 | 23,1 | 74,1 | 7,4 | 4,4 | 2,0 | 13,8 | 12,2 | 1,7 | 9,8 | 8,4 | 19,9 |
| 7.3 | IIc | - 130 | 7,2 | 2,8 | 22,7 | 32,7 | 36,4 | 6,3 | 4,6 | 47,3 | 20,0 | 0,0 | 1,1 | 3,4 | 4,5 |

| Nr. | Kf cm/d | dB g/cm ³ | dF | Vol. % Wasser bei pF | | | | austauschb. Kation. mmolc/kg | | | | H- Wert | S-Wert mmolc/kg | KAK eff | KAK pot | Bs % |
|-----|------------|-------------------------|-----|----------------------|------|------|------|---------------------------------|-----|-----|-----|------------|--------------------|------------|------------|---------|
| | | | | GPV | 1,8 | 2,5 | 4,2 | Ca | Mg | K | Na | | | | | |
| 7.1 | 1503 | 1,5 | 2,5 | 39,7 | 29,2 | 21,4 | 12,3 | 118,0 | 7,4 | 4,4 | 0,8 | 3,5 | 130,6 | 130,4 | 134,1 | 97,4 |
| 7.2 | 116 | 1,7 | 2,6 | 33,1 | 20,0 | 15,0 | 8,2 | 59,4 | 3,2 | 1,3 | 0,8 | 1,4 | 64,7 | 64,7 | 66,1 | 97,9 |
| 7.3 | 7 | 1,9 | 2,6 | 27,4 | 25,3 | 22,3 | 15,4 | 88,9 | 6,2 | 1,7 | 1,1 | 1,5 | 97,9 | 97,9 | 99,4 | 98,5 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | CaCO ₃ | C _{org} % | N _t | C/N | Fe _o | Fe _d | Mn _o | Al _o | Fe _o / Fe _d | Hydrolyt- Azidität ml 0,1 n NaOH/50 g Substanz | Austausch- Substanz |
|-----|-------------------------|-------------------|-----------------------|----------------|-----|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------------------------|---|------------------------|
| | | | | | | | | | | | | |
| 7.1 | 7,3 | 1,9 | 1,5 | 0,09 | 16 | 0,9 | 4,3 | 0,1 | 0,5 | 0,2 | 1,9 | 0,2 |
| 7.2 | 7,6 | 4,1 | 0,1 | 0,01 | 12 | 0,4 | 3,4 | 0,1 | 0,2 | 0,1 | 0,6 | 0,1 |
| 7.3 | 7,7 | 4,4 | 0,1 | 0,02 | 7 | 0,8 | 4,3 | 0,1 | 0,3 | 0,2 | 0,9 | 0,1 |

| Nr. | Königswasseraufschluß mg/kg | | | | | NH ₄ NO ₃ -Extrakte mg/kg | | | | | St | SSO ₄ als %-SO ₃ | Rest-S |
|-----|--------------------------------|------|-----|-----|-------|--|-----|-----|-----|-----|------|---|--------|
| | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | Cu | Zn | Cd | Pb | Mn | | | |
| 7.1 | 12,0 | 37,8 | 2,8 | 0,0 | 250,0 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 1,4 | 0,01 | 0,01 | 0,0 |
| 7.2 | 8,3 | 25,8 | 2,8 | 0,0 | 209,0 | 0,3 | 0,1 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 0,0 |
| 7.3 | 10,0 | 33,3 | 2,8 | 0,0 | 232,0 | 0,4 | 0,2 | 0,0 | 0,0 | 0,5 | 0,01 | 0,01 | 0,0 |

Interpretation:

Das quartäre Kippsubstrat "Geschiebemergel" ist geogen und technologisch bedingt in seiner Korngrößenzusammensetzung inhomogen.

Die Lagerungsdichte nimmt zum Unterboden/Untergrund hin deutlich zu.

Für den umgelagerten Geschiebemergel sind typisch: Schwach basische Reaktion, hohe Basensättigung, mittlere Sorptionskapazität und mittlerer Karbonatgehalt. Unter der 17-jährigen Aspenbestockung hat sich als Humusform Mull gebildet (enges C/N-Verhältnis, Lumbricidenpopulation, tiefreichende Durchwurzelung).

4. Literatur:

- BERNHARDT, A., G. HAASE, K. MANNSFELD, H. RICHTER, R. SCHMIDT (1986): Naturräume der sächsischen Bezirke.- Sächsische Heimatblätter 4 (1986): 145-192; Dresden.
- FUHRMANN, R. (1976): Die stratigraphische Stellung der Löße in Mittel- und Westsachsen.- Z. geol. Wiss. 4: 1241-1270; Berlin.
- EISSMANN, L., R. WIMMER (1988): Das Quartär des Saale-Elbe-Raumes und seine Bedeutung für die mitteleuropäische Quartärforschung.- Exkursionsführer Ges. geol. Wiss. DDR: 1-40; Berlin.
- EISSMANN, L., T. LITT [Hrsg.] (1994): Das Quartär Mitteldeutschlands - Ein Leitfaden und Exkursionsführer mit einer Übersicht über das Präquartär des Saale-Elbe-Gebietes.- Altenbg. nat. wiss. Forsch. 7 (1994): 1-458; Altenburg.

- LAVES, D., J. THUM, M. WÜNSCHE (1995): Wirkung organischer Substanzen auf wesentliche Bodenfruchtbarkeitsmerkmale in Kippsubstraten (in Vorbereitung).
- Meteorologischer und Hydrologischer Dienst der DDR [Hrsg.] (1953): Klimaatlas der DDR; Berlin (Akademie).
- RICHTER, H., G. HAASE, I. LIEBEROTH, R. RUSKE [Hrsg.] (1970): Periglazial-LÖß-Paläolithikum im Jungpleistozän der Deutschen Demokratischen Republik.- Peterm. geogr. Mitt., Erg.-h. 274: 1-422; Gotha/Leipzig.
- RUSKE, R., M. WÜNSCHE, (1961): Löß und fossile Böden im mittleren Saale- und unteren Unstruttal.- Geologie 10: 9-29; Berlin.
- Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie [Hrsg.] (1993): Übersichtskarte der Böden des Freistaates Sachsen 1:400000.- Bearbeiter: M. WÜNSCHE, A. WEISE, W. SCHÜTZENMEISTER, M. DIETEL unter Mitarbeit von W. PALCHEN UND W. HUNGER; Freiberg.
- Senatsverwaltung für Gesundheit und Senatsverwaltung für Stadtentwicklung und Umweltschutz [Hrsg.] (1994): Berliner Liste - Bewertungskriterien für die Beurteilung stofflicher Belastungen von Böden und Grundwasser (Entwurf vom 18.08.94); Berlin.
- SIMON, K. (1964): Neue altpaläolithische Funde von Wallendorf, Kreis Merseburg.- Ausgrabungen und Funde, 9: 13-16; Berlin.
- THUM, J., M. WÜNSCHE, H. J. FIEDLER (1992): Rekultivierung im Braunkohlenbergbau der östlichen Bundesländer.- Handbuch Bodenschutz: 1-38; Berlin (Erich-Schmidt).
- WEBER, T., J. THUM (1991): Prospektion in Tagebaugebieten und Rekonstruktion der Siedlungsgeschichte im Paläolithikum.- Veröff. Mus. Ur- u. Frühgesch. Potsdam 25: 21-25; Potsdam.
- VOGLER, E. (1990): Probleme und Möglichkeiten zur Verbesserung des Gefüges im Krümenbasisbereich landwirtschaftlich genutzter Kippenflächen.- FZB Report, Sonderheft.
- VOGLER, E., WÜNSCHE, M. (1993): Bergbau und Wiedernutzbarmachung im Mitteldeutschen Braunkohlenrevier.- Bericht Wintertag. d. Bodenspezialisten d. Bundesländer am 26./27.2.93; Rahmenthema: "Bodenschutz, Bodenbelastung, Sanierung und Rekultivierung": 3-6; Leipzig-Möckern (LfL).
- WÜNSCHE, M., J. THUM (1990): Bodensubstrate und Bodenentwicklung der landwirtschaftlich genutzten Flurkippe Espenhain.- Arch. f. Natursch. u. Landschaftsforsch. 4: 217-229; Berlin.
- WÜNSCHE, M., A. MÜLLER (1993): Die Gestaltung der Bergbaufolgelandschaft südlich von Leipzig (Exkursionsführer). - Bericht Wintertag. d. Bodenspezialisten d. Bundesländer am 26./27.2.93; Rahmenthema: "Bodenschutz, Bodenbelastung, Sanierung und Rekultivierung": 10-18; Leipzig-Möckern (LfL).

Exkursion

G

Sanierung Uranerzabbaugebiet Ostthüringen

von

D. Rau ¹⁾ und R Daenecke ²⁾

unter Mitwirkung von

G. Gahler ²⁾, M. Grün ³⁾, M. Heinze ⁴⁾ und A. Rössler ¹⁾

Thema:

Rekultivierung und Sanierung im ehemaligen Uranerzabbaugebiet der Wismut im Raum Ronneburg/Ostthüringen

| <u>Inhalt</u> | Seite |
|--|-------|
| 1. Landschaft, Geologie, Böden im Exkursionsgebiet | 312 |
| 2. Bergbau, Sanierung, Rekultivierung | 318 |
| 2.1 Sachlage Bergbauentwicklung | 318 |
| 2.2 Zur Geologie der Lagerstätte | 319 |
| 2.3 Kontamination von Böden und Wässern | 321 |
| 2.4 Wiederurbarmachung/Rekultivierung | 323 |
| 3. Exkursionsroute | 327 |
| 4. Exkursionspunkte 1 bis 6 | 329 |
| 5. Literatur | 337 |

1) JENA-GEOS-Ingenieurbüro GmbH, Saalbahnhofstraße 25 c, 07743 Jena

2) WISMUT GmbH, Jagdschänkenstraße 29, 09117 Chemnitz

3) AUA (Agrar- und Umweltanalytik)-GmbH, Saalbahnhofstraße 25 c, 07743 Jena

4) Fachhochschule für Forstwirtschaft, 07427 Schwarzburg

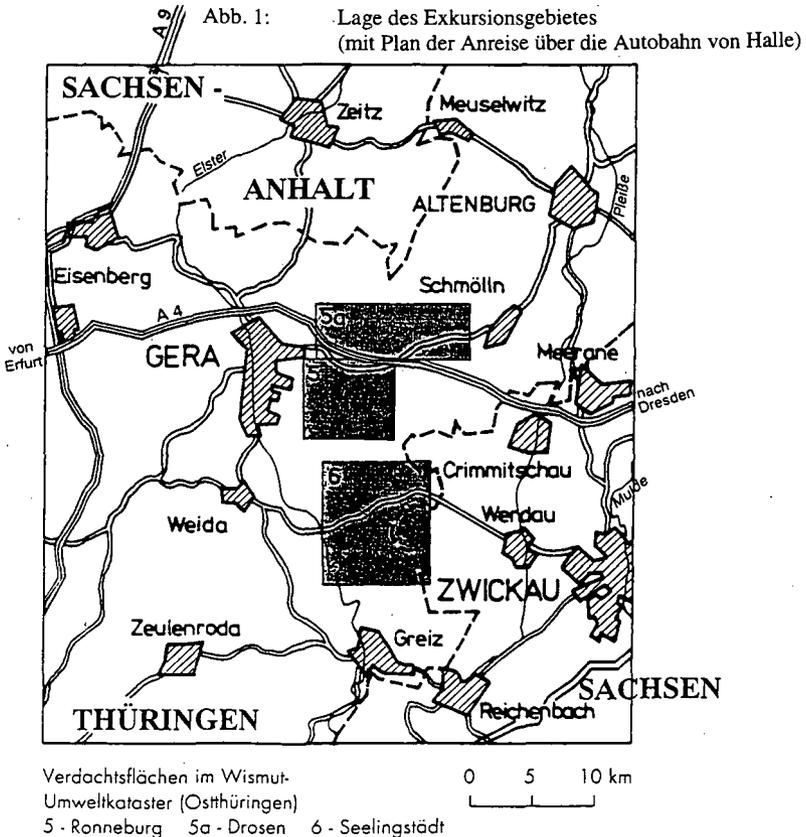
Rekultivierung und Sanierung im ehemaligen Uranerzabbaugebiet der Wismut im Raum Ronneburg/Ostthüringen

1. Landschaft, Geologie, Böden im Exkursionsgebiet

Das Exkursionsgebiet liegt in Ostthüringen, in dem Ländereck, wo Thüringen, Sachsen-Anhalt und Sachsen zusammenstoßen. Es wird von Halle zunächst über die A 9, dann ab dem Hermsdorfer Kreuz über die A 4 erreicht.

Nach dem von der WISMUT GmbH aufgestellten Umweltkataster handelt es sich um die „Verdachtsflächen“ 5 - Ronneburg, 5a - Drosen und 6 - Seelingstädt. (Weitere „Verdachtsflächen“, z.B. die „Verdachtsflächen“ 1 - 4, befinden sich in anderen Regionen der ehemaligen DDR.)

Alle drei auf Abb. 1 ausgewiesenen „Verdachtsflächen“ werden von der Exkursion, jeweils mit einzelnen Exkursionspunkten (vgl. unter 4), berührt.



Die **Naturräumliche Gliederung** geht aus den von SCHRAMM (1993) definierten „Bodenlandschaften“ hervor. Zum meisten handelt es sich um die Bodenlandschaft „Ronneburger Lößhügelland“ (5.6), zu kleineren Teilen (südlich anschließend) um die Bodenlandschaft „Lößbeeinflusstes nordöstliches Thüringer Schiefergebirge“ (1.7) sowie (nördlich anschließend) um die Bodenlandschaft „Ostthüringisch-sächsisches Lößhügelland“ (5.5).

Die Namen der Einheiten lassen bereits erkennen, daß der Löß als Substrat der Bodenbildung im gesamten Gebiet, besonders aber in seinem Mittel- und Nordteil, eine überragende Rolle spielt.

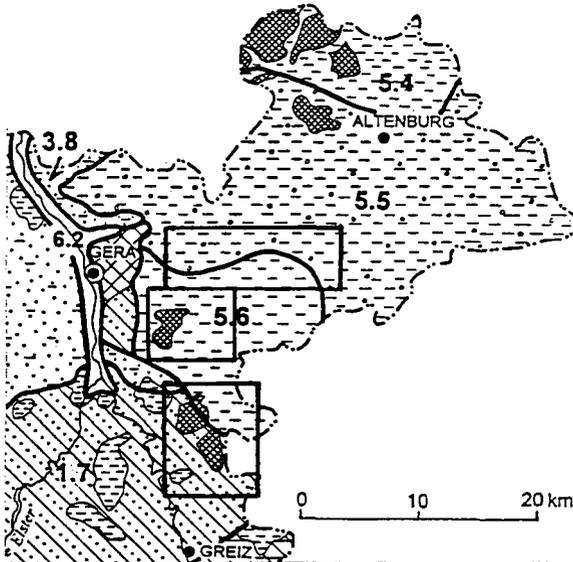


Abb. 2: Ausschnitt aus „Bodenlandschaften Thüringens“ (SCHRAMM 1993)

In dem „Ronneburger Lößhügelland“ bestimmen von Norden her weitgespannte Ebenheiten das Bild der Landschaft. Nach Süden zu wird das Relief bewegter, und die weitgehend geschlossene Lößdecke beginnt sich in fleckenhafte Verbreitung aufzulösen. Die anstehenden Untergrundgesteine - zunächst der Buntsandstein, auch der Zechstein, im Bereich des „Geraer Vorsprungs“ schließlich paläozoische Schiefergesteine - bilden, vorwiegend mit ihren Solifluktionsschutten, die Ausgangssubstrate der Böden.

Die **Geologie** des Gebietes ist durch seine östliche Randlage zum Thüringer Trias-Becken einerseits, zur Leipziger Tieflandsbucht mit ihren Braunkohlenfeldern (nach Norden) andererseits, gekennzeichnet. Teile der welligen bis ebenen Hochflächen um

Ronneburg können als tertiäre Reliktflächen angesehen werden, denn die Produkte tiefreichender, intensiver Verwitterung mit autochthon erhaltenen Saproliten von über 25 m Mächtigkeit sind hier erbohrt worden. Während das Thüringische Schiefergebirge Hebungsbereich war, das Altenburg-Leipziger Land aber sich absenkte, bildete der genannte Raum die Verschnidungszone, in der Hebung und Senkung sich quasi die Waage hielten, so daß die Tertiärverwitterung in Reliktbereichen intakt erhalten bleiben konnte. Die noch im Tertiär abgetragenen kaolinischen Verwitterungsprodukte der Schiefer (aus dem Thüringischen Schiefergebirge) finden sich heute als Tone im Deckgebirge der Braunkohle wieder.

Während des Pleistozäns wurde lediglich in der Elstereiszeit das Gebiet von der Moräne überfahren. Die südliche Randlege der Elstervereisung ist etwa 12 km südlich von Gera bei Weida kartiert und verläuft von dort in Richtung NE. Glazigene Bildungen dieser Zeit sind kaum nachgewiesen. Nördlich von Ronneburg wurde unter Löß Geschiebemergel angetroffen. Während der Saale- und der Weichselkaltzeit war der zu betrachtende Raum vollständig Periglazialgebiet.

Von den in diesen Kaltzeiten abgelagerten Sedimenten sind im Exkursionsgebiet lediglich solche aus der letzten (der Würm- oder Weichsel-)Kaltzeit nachgewiesen. Einmal handelt es sich um den Löß - auf seine Bedeutung wurde bereits hingewiesen - zum anderen um periglaziale Schutte, die insbesondere in den Schieferausstrichgebieten, wenn vorhanden, in deutlicher Gliederung vorliegen. Nach der von ALTERMANN und anderen erarbeiteten Aufstellung, die auch in die KA 4 aufgenommen wurde, liegen i.d.R. Solifluktionsschutte als „Basislage“ und darüber als „Hauptlage“ gemäß der dort gegebenen Definition vor. Die Schutte der „Hauptlage“ werden im Schiefergebiet häufig faziell von Löß mit Schiefergesteinskomponente (Einheit Iglö, vgl. Abb. 3) vertreten. Bei diesem handelt es sich um ein sehr wahrscheinlich primär kalkfreies, nur lößartiges Sediment, das neben Schiefersteinen und -grus oft auch „Zersatzmaterial“ (d.h. aufgearbeitetes „altes“ Verwitterungsprodukt) führt.

Die Lössе im Norden - desgleichen als Faziesvertreter der „Hauptlage“ zu betrachten - liegen ebenfalls entkalkt, also als Lößlehm, vor. Nach den bisherigen Untersuchungsergebnissen sind die Lössе dieses Gebietes ausschließlich als Schwemmlössе (früher als „Gleylöß“ bezeichnet) bzw. als Löß-Fließerden (vorwiegend an der Basis) entwickelt (vgl. HORNIG 1990).

Schutte als „Mittellage“ sowie als „Oberlage“ sind im Untersuchungsgebiet nicht bekannt.

Die durchschnittlichen Niederschlags- und Temperaturverhältnisse des Gebietes sind folgende:

| | im N | im S |
|-------------------------------|------|-----------|
| Höhe (m über NN) | 300 | 320 - 340 |
| Temperatur (Jahresmittel °C) | 8,0 | 7,5 |
| Niederschlag (Jahressumme mm) | 540 | 600 |
| Regenfaktor nach LANG | 67 | 80 |

Die Windrichtung ist vorherrschend SW.

Die **Böden** in ihrer Verbreitung und Verteilung sind auf der „Bodengeologischen Karte, Bezirk Gera“ ausgewiesen.

Abb. 3 stellt einen Ausschnitt dieser Bodenübersichtskarte dar.

Die das Exkursionsgebiet tangierenden *Einheiten* sind folgende:

- lö 5** Pseudogley, Parabraunerde-Pseudogley und (untergeordnet) Parabraunerde aus Löß - Löß stets als Lößlehm, also kalkfrei, in teils über, teils unter 1,0 m Mächtigkeit. Unter Lößlehm folgt Zersatz oder verlehmtter Schutt als Verwitterungsprodukte des unterlagernden Schiefers; selten Geschiebelehm bzw. -mergel. Ackernutzung herrscht vor, Grasland ist auf muldige (staunasse) Lagen beschränkt. Im Mittel leistungsstarke Standorte (Bodenschätzung i.D. L 5 - 6 LÖ, 46 - 64)
- lglö** Pseudogley, Pseudogley-Braunerde und (untergeordnet) Braunerde aus löbartigem Schuttsubstrat (Lößlehm mit wechselndem Anteil feinsteinig-grusigen Schiefermaterials) in meist etwa 0,8 m Mächtigkeit. Darunter folgen Gesteinsschutt (z.T. mit Zersatzmaterial) und aufgelockertes bis kompaktes Anstehendes. Ackernutzung herrscht vor, Grasland ist untergeordnet. Im Mittel mäßig leistungsfähige Standorte (B.Sch.: i.D. sL - L 5V, 44 - 55)

Diese beiden Einheiten sind im Exkursionsgebiet hauptsächlich verbreitet. Untergeordnet bzw. in der Umgebung kommen die folgenden Einheiten vor:

Im Schiefergebiet

- lg 1** Braunerde aus Schieferschutt mit meist reichlichem (vielfach löbartigem) Zwischenmaterial - „Hauptlage“ - in meist etwa 0,8 m Mächtigkeit über grobstückigem Schutt - „Basislage“ - oder über aufgelockertem Anstehendem. Ackernutzung, teils Wald (B.Sch.: i.D. sL 5 - 6V, 36 - 50)
- lg 4** Ranker, Ranker-Braunerde, Braunerde aus grobstückigem Schieferschutt - „Basislage“ - oder aus aufgelockertem Anstehendem. Waldnutzung herrscht vor.

Im Zechsteingebiet

- t 3** Pelosol aus vorwiegend Tongestein und dessen Verwitterungs- und Umlagerungsprodukten (Einheit: Ton, lehmiger Ton - Zechstein)
- k 3** Rendzina, Rendzina-Braunerde aus Lehm bis tonigem Lehm als den Verwitterungs- und Umlagerungsprodukten von Mergelsteinen, Dolomiten und Kalkgesteinen; teils mit Lößbeimengung (Einheit: Lehm, steinig - Zechstein)
- k 4** Rendzina, Syrosem-Rendzina aus steinigem Lehm oder aus anstehendem Kalk- oder Dolomitgestein (Einheit: Lehm, stark steinig - Zechstein)
- llö** Pararendzina, Braunerde aus Hanglehm, meist löbartig, als holozänem Sediment (Einheit: Hanglehm, löbartig)

Im Buntsandsteingebiet

- s 1 Braunerde, Podsol-Braunerde aus sandig-lehmigen Verwitterungs- und Umlagerungsprodukten von Sandsteinen, teils mit tonigen Zwischenlagen, vorwiegend des Unteren Buntsandsteins (Einheit: sandiger Lehm - Buntsandstein)
- s 2 Braunerde, Podsol-Braunerde aus sandigen bis lehmig-sandigen Verwitterungs- und Umlagerungsprodukten von Sandsteinen, vorwiegend des Mittleren Buntsandsteins (Einheit: lehmiger Sand - Buntsandstein)
- l6 6 Braunerde, Parabraunerde aus sandigem Lößlehm bzw. lößartig-sandigem Hanglehm (Einheit: Löß, sandig)

Auf Terrassen und in Tälern

- ds 3 Braunerde vorwiegend aus der kiesig-lehmigen Deckschicht pleistozäner Schotterterrassen (Einheit: sandiger Lehm - Braunerde über Kies)
- h 31 Vega, Gleyvega aus holozänem Auelehm über Kies (Einheit: sandiger Lehm - Vega)
- h 32 Vega aus holozänem Auelehm (Einheit: sandiger Lehm - Vega in Nebentälern)

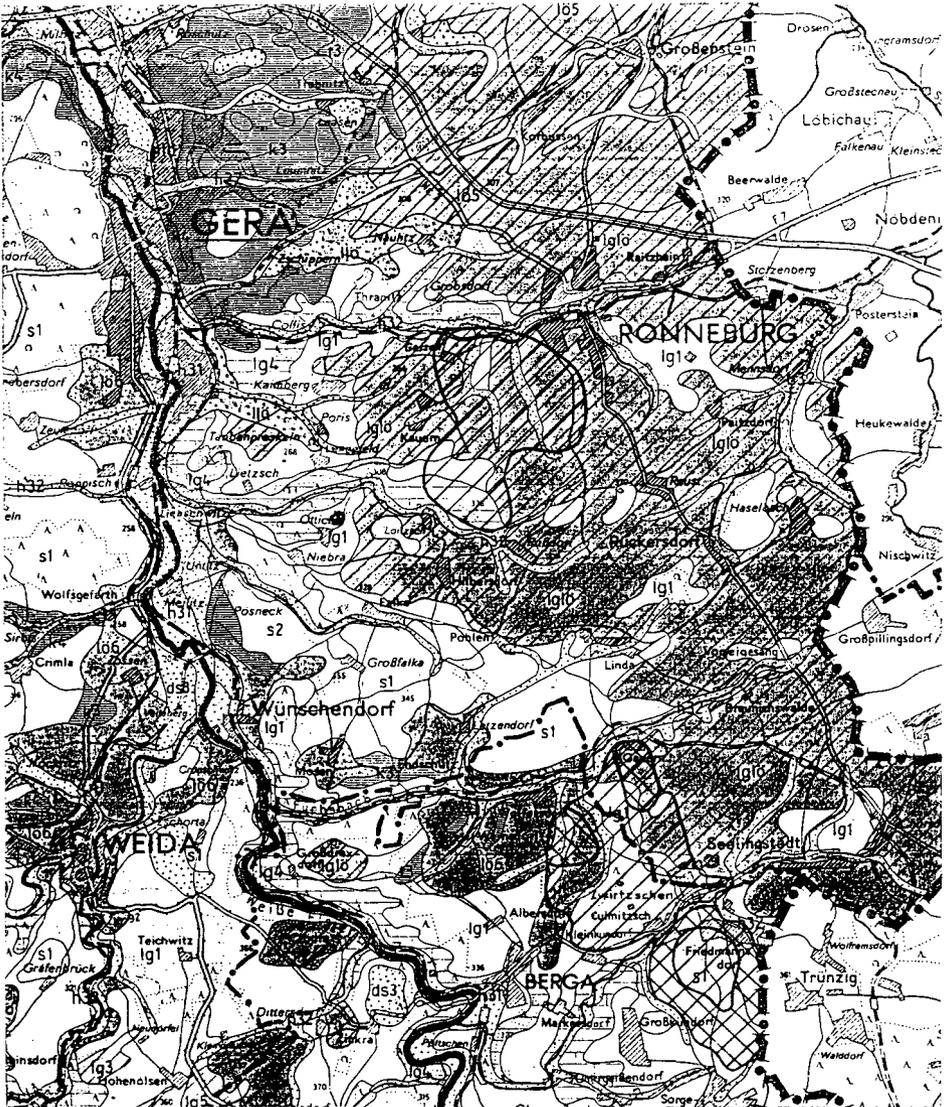


Abb. 3: Ausschnitt aus „Bodengeologische Karte, Bezirk Gera“
i. M. 1 : 100 000 (RAU et al. 1969)

2. Bergbau, Sanierung, Rekultivierung

2.1 Sachlage, Bergbauentwicklung¹⁾

In der sächsisch-thüringischen Uranprovinz wurden in ununterbrochener Bergbautätigkeit von 1947 bis 1990 insgesamt 220.000 Tonnen Uran produziert. Mit 13 % der weltweiten Nachkriegsproduktion stellte dieses Uranbergbauebiet das größte im Weltmaßstab dar. Einziger Abnehmer des Urans war die Sowjetunion. Die staatliche Bergbaugesellschaft Wismut, zunächst ab 1946 als rein sowjetisches Unternehmen, später, ab 1954, als sowjetisch-deutsche Aktiengesellschaft (SDAG Wismut) geführt, stellte Ende 1990 die Uranproduktion ein. Im Jahre 1991 ging das Unternehmen im Zuge der Deutschen Einheit vollständig in den Besitz der Bundesrepublik Deutschland über.

Im Ergebnis der intensiven Bergbautätigkeit entstanden zahlreiche Umweltbelastungen mit unterschiedlichen Gefährdungspotentialen. Der Bergbau selbst und die Erzaufbereitung verursachten mit ihren zurückgelassenen Rückständen (Halden, Absetzbecken) bedeutende Eingriffe in das Ökosystem des Gebietes. Die heute hier lagernden Massen sind radioaktiv und chemisch-toxisch belastet. Sie zählen im europäischen Maßstab zu den größten Bergbauallasten.

Beim plötzlichen und unvorbereiteten Wechsel von einem Produktions- in einen Sanierungsbetrieb fehlten zunächst tragfähige Konzepte. Fertige Problemlösungen für die Beseitigung vergleichbarer Altlasten in dicht besiedeltem Gebiet lagen, auch international, nicht vor. Die Bundesregierung, vertreten durch das Bundeswirtschaftsministerium, ordnete daher die Ausarbeitung tragfähiger Konzepte für die Stilllegung und Sanierung an.

Als Entscheidungsgrundlage für Art und Umfang der notwendigen Sanierungsarbeiten galt es, die konkrete Umweltsituation aller Einzelobjekte zu erkunden und zu bewerten. Die Ergebnisse sind im sog. Umweltkataster (mit entsprechenden „Verdachtsflächen“, vgl. auf Abb. 1) niedergelegt.

Für die Ostthüringer Bergbauregion um Ronneburg sind die wichtigsten Sanierungsziele:

- Die Restauration des hydrogeochemischen Milieus
- die sichere Verwahrung der Abraumhalden und des Tagebaurestloches Lichtenberg (vgl. Pkt. 4.1)
- die Dekontamination der Betriebsflächen
- die sichere Verwahrung der Absetzanlagen aus der Erzaufbereitung (der „Schlammteiche“, vgl. Pkt. 4.3)

Das Gesamtziel ist, die Umweltbeeinträchtigungen insgesamt zu beseitigen bzw. auf ein tolerierbares Maß zu verringern.

¹⁾ Auszug, z.T. wörtliche Übernahme aus W. RUNGE und J. BÖTTCHER 1993 bzw. H. SCHMIDT und C. REICHARDT 1993

Gegenstand der Sanierung um Ronneburg sind: 17 Halden mit einer Grundfläche von ca. 600 ha (Volumen 185 Mio m³), 160 ha Tagebaurestloch, ausgedehnte untertägige Grubenbaue sowie Schächte von 9 ehemaligen Tiefbaubetrieben, ca. 400 ha Schlammabsetzbecken sowie eine große Zahl kontaminierter Betriebsflächen (Gebäude, Anlagen).

Nach heutigem Kenntnisstand belaufen sich die Kosten aller nach 1962 betriebenen Bergbaustandorte in Sachsen und Thüringen auf 13 Milliarden DM, bereitzustellen in einem Zeitraum von 10 bis 15 Jahren.

Der Exkursion liegt die Absicht zugrunde, die genannten Ziele am Beispiel konkreter Objekte den Teilnehmern als Mitglieder der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft vor Augen zu führen.

Es sollen dabei hier die mit dem Boden in Verbindung stehenden Probleme und Aufgaben in den Vordergrund der Betrachtung gerückt werden.

Was den Boden anbetrifft, so besteht ein enger Zusammenhang zwischen den Aufgaben der Sanierung („sicheren Verwahrung“) und der Wiederurbarmachung/Rekultivierung (Maßnahmen zur Ermöglichung von Pflanzenwachstum, z.T. auch Bodennutzung im Sinne von Land- und Forstwirtschaft).

Ein Hauptanliegen der Exkursion ist es, diesen Zusammenhang deutlich zu machen.

Bergbauentwicklung (vgl. dazu Abb. 5)

Breit angelegte Such- und Erkundungsarbeiten führten Anfang der 50er Jahre zur Entdeckung der Ronneburger Uranerzlagerstätte. Die bekannten schwach radioaktiven Ronneburger Quellen waren mit Anlaß für die Prospektion. Mit einem Schurf von 30 m Teufe im Dorf Schmirchau - es fiel später dem Bergbau zum Opfer - beginnt der Aufschluß der Lagerstätte.

1951 beginnen die Arbeiten im Tiefbau (Bergwerke Lichtenberg, Schmirchau, Reust, Paitzdorf).

1952 bis 1958 werden die Tagebaue Ronneburg, Stolzenberg (vgl. Pkt. 4.6) und Lichtenberg (vgl. Pkt. 4.1) aufgeschlossen. 1960 wird die Uranerzaufbereitungsanlage Seelingstädt in Betrieb genommen. Ab 1969 wird der untertägige Abbau auf das Gebiet nördlich der A 4 (Bergwerk Beerwalde, vgl. Pkt. 4.5) ausgedehnt. Hier wird als letzter der Schacht Drosen 1982 in Betrieb genommen. Nach Beendigung der Erzgewinnung werden 1991 die „Sanierungsbetriebe“ Ronneburg und Drosen gebildet, die 1993 zum Sanierungsbetrieb Ronneburg vereinigt werden.

2.2 Zur Geologie der Lagerstätte¹⁾

Die Lagerstätte Ronneburg befindet sich im Altpaläozoikum des „Ronneburger Horstes“. Sie setzt sich nordöstlich im Grundgebirge unter den Sedimentgesteinen von Unterem Buntsandstein und Zechstein fort (Abb. 4).

Der Bereich des „Ronneburger Horstes“ (auch als „Geraer Vorsprung“ bezeichnet), der nordöstlichen Fortsetzung des Bergaer Sattels, ist durch eine komplizierte Tektonik und

¹⁾ aus SCHMIDT u. REICHARDT 1993 sowie LANGE et al. 1994 sowie MEINEL 1993

durch zahlreiche Störungszonen mit Mulden- und Sattelstrukturen gekennzeichnet. Die Gesteine des Lagerstättenkomplexes - Abfolgen vom Ordovizium bis zum Devon - waren unterschiedlichen epigenetischen Prozessen ausgesetzt. Die nachhaltigsten Veränderungen sind einer Verwitterung unterpermischen Alters zuzusprechen. Sie führte zur Ausbildung einer Oxidations- und Zementationszone, deren Teufenlage in Abhängigkeit von der Tektonik verschieden sein kann. Uran wird unter bestimmten geochemischen Bedingungen aus sapropelitischen Gesteinen gelöst, abgeführt und in Zonen angereichert.

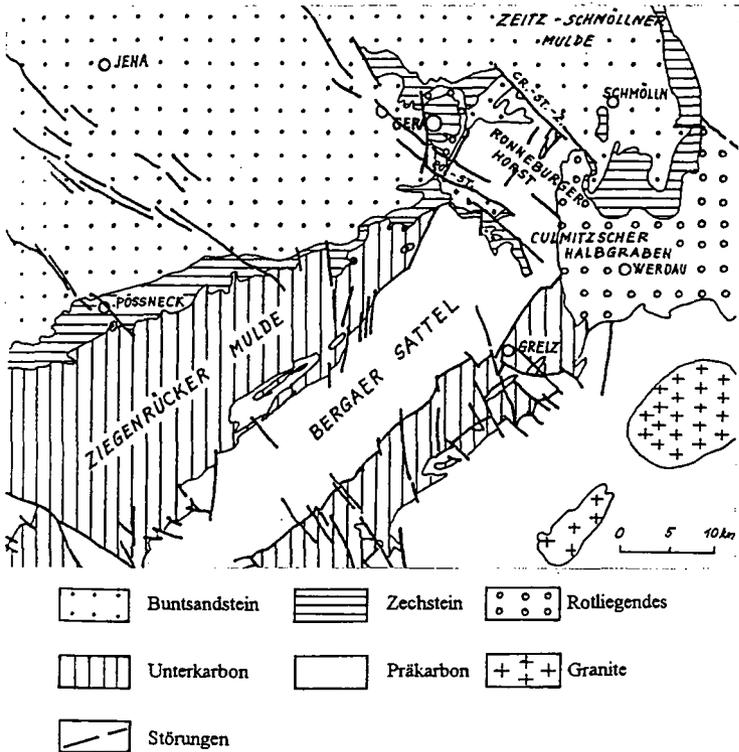


Abb. 4: Geologische Übersichtskarte von Ostthüringen (aus H. SCHMIDT und Ch. REICHARDT 1993)

Diese erreichen Erstreckungen von mehreren 100 m und Mächtigkeiten von einigen 10 m bei durchschnittlichen Urangelhalten von 0,1 %. In diesen Zonen liegen die eigentlichen bauwürdigen Erzkörper.

Die Uranverteilung in den Erzkörpern wird durch Klüfte und Störungen bestimmt. Die uranführende Folge („produktive Folge“) beginnt mit dem ordovizischen Lederschiefer, einem eher hellen, oft sandigen Tonschiefer, im Hangenden mit pyritreichen Lagen.

Das darüber folgende Silur (Kiesel- und Alaunschiefer-Wechselagerung) bringt mit den Unteren Graptolithenschiefern hohe Gehalte an organischem Kohlenstoff (5 bis 9 %), an Sulfidschwefel (2 bis 3,5 %) sowie auch an Uran außerhalb der eigentlichen bauwürdigen Uranvererzung (40 bis 60 ppm). Etwa 85 % der Uranvorräte der Lagerstätte befinden sich in diesen dunkel gefärbten bis schwarzen silurischen Schieferen oder unmittelbar in den oberen Teilen des Lederschiefers. Die weiteren silurischen Schichtglieder, Ockerkalkgruppe und Obere Graptolithenschiefer, ebenfalls mit teils dunklen kohlenstoff- und sulfidschwefelreichen Gesteinen, sind im allgemeinen nur wenig mit Uran angereichert. Gleiches gilt für die Abfolgen im Mittleren und Oberen Devont, während im Unterdevon Vererzung wieder häufiger vorkommt.

2.3 Kontamination von Boden und Wässern¹⁾

Die Umweltgefährdung geht im Untersuchungsgebiet immer von den aus Tagebauen oder aus Schächten an die Oberfläche gebrachten paläozoischen Gesteinsmassen (bergmännisch „Haufwerk“) aus.

Bei den im Haufwerk enthaltenen schädigenden Stoffen handelt es sich einmal um die Radionuklide Uran, Radium und seine zerfallsbedingten Folgeprodukte, zum anderen um sulfidisch gebundenen Schwefel, demjenigen Inhaltsstoff, der durch sein überragendes Säurepotential toxische Wirkungen hervorbringt. Überhöhte Schwermetall-gehalte kommen hinzu.

Die Hauptbedeutung kommt der Strahlung zu. Das Säurepotential wirkt sich insbesondere auf die Substrateigenschaften mit Blick auf die Rekultivierungsfähigkeit von Oberflächen aus; indirekt aber auch auf die Löslichkeitsverhältnisse der Substrate, denn hohe Säuregrade der zirkulierenden Wässer verursachen die Lösung und Wegführung von Radionukliden, Schwermetallen und weiteren toxischer Inhaltsstoffen. Sie nehmen damit entscheidend Einfluß auf Zustand und Güte der Oberflächenwässer und besonders der Grundwässer.

Wie im Kapitel „Geologie der Lagerstätte“ gezeigt wurde, besteht innerhalb der uranhöflichen Areale ein beträchtlicher Wechsel zwischen abbauwürdigem und nicht abbauwürdigem Gestein. „Nebengestein“ mit niedrigem Urangehalt wurde daher beim Abbau ausgesondert und auf Halde gefahren. Daraus wird deutlich, daß die aus Haufwerk geschütteten Halden, je nach der Herkunft der jeweiligen Massen, unterschiedlich mit uranhaltigem Gestein durchsetzt sind.

¹⁾ aus SCHMIDT u. REICHARDT 1993

Auf Halde befindet sich außerdem nicht nur „Nebengestein“ der Lagerstätte, sondern es sind auch Massen ohne oder mit nur geringem Strahlungspotential dort verstürzt. So sind das Deckgebirge der produktiven Gesteinsserie aus dem Tagebau oder die sog. Teufmassen der Schächte - bei der vorhandenen Schachttiefe von bis zu 800 m bedeutende Mengen - hinsichtlich des Urangehaltes nicht oder nur wenig belastet.

Infolge der bei Haufwerk-Substraten mehr oder weniger stark vorhandenen Mischung von Gesteinen unterschiedlicher Herkunft und Belastung wird mit Recht davon ausgegangen, daß alle Massen dunkler bis schwarzer Färbung („Schwarze Masse“), also Kieselschiefer, Alaun- und Lederschiefer, wie überhaupt dunkle Schiefer, ein Strahlungspotential aufweisen.

Zur Messung der Strahlung wird die Energiedosisleistung der Gammastrahlung (ODL) mit der Einheit nGy/h (Nano-Gray pro Stunde) angewendet.

Die Beurteilung der Kontamination innerhalb der „Verdachtsflächen“ beruht auf einem umfassenden Meßnetz mit Meßpunkten im Raster von 20 m x 20 m bzw. bei Detailmessungen für Rekultivierungs- und Sanierungsarbeiten von 10 m x 10 m.

Als Maßstab für „belastet“ oder „unbelastet“ gilt der ODL-Wert. Liegt er unter 200 nGy/h, so ist Unbedenklichkeit gegeben (Bebauung einschließlich Wohnungsbau ist möglich). Für Flächen mit 200 bis 500 nGy/h gelten Einschränkungen, jedoch sind gewerbliche Bauten (z.B. Industrieansiedlung) möglich. Flächen mit > 500 nGy/h zeigen starke, solche > 1.000 nGy/h sehr starke Belastung an (> 500 nGy/h = 5,8 % der gemessenen Verdachtsfläche Ronneburg). Hier sind Maßnahmen der Sanierung erforderlich.

Als sehr stark kontaminiert erwiesen sich Bereiche und Anlagen, die direkt mit Erz in Berührung standen (z.B. ehem. Erzhaldeplätze, Erzverladestellen). Der Tagebau Lichtenberg ist stark belastet. Die Halden zeigen alle Kontaminationsgrade, je nach unterschiedlicher Art (Kegelhalden/Tafelhalden) und Bedeckung mit oder ohne Kulturboden. Betriebliche Anlagen sowie Verkehrswege, die mit „schwarzer Masse“ aufgeschottert wurden (auch die Zufahrten zu „Versatzstellen“ und die „Versatzstellen“ selbst, vgl. Pkt. 4.4), weisen unterschiedliche, z.T. starke Kontamination auf.

Alle Flächen mit landwirtschaftlicher, forstwirtschaftlicher oder urbaner Nutzung in der Umgebung von Halden oder Betriebsflächen sind i. d. R. unbelastet.

Die Wasserbeschaffenheit der Oberflächengewässer ist im Exkursionsgebiet durch Grubenwässer (aus dem Tiefbau), Sickerwässer (vorw. aus den Halden) und betriebliche Abwässer negativ beeinflusst. Als am kritischsten ist dabei die Salzbelastung (stark überhöhte Mg- und SO₄-Gehalte, Gesamthärte abschnittsweise > 1000 °dH) zu bewerten, während die Belastung durch Radionuklide und Schwermetalle weit geringer ist.

Die tiefen Grundwässer des Ronneburger Horstes (s. Abb. 4) sind praktisch vom untertägigen Bergbau nicht beeinflusst. Die Salzbelastung ist gering. Dagegen ist die Beschaffenheit in bezug auf Eisen, Mangan und z.T. weitere Schwermetalle sowie auf Ammonium-, Nitrit- und Nitratgehalte schlecht bis sehr schlecht. Die Uran- und Radiumgehalte sind sehr gering.

Demgegenüber belegen Proben aus dem oberflächennahen Grundwasser (aus Flachbohrungen auf Flächen mit kontaminierter Oberfläche) sehr schlechte

Wasserqualität, vor allem aufgrund hoher Gehalte an Härtebildnern und Sulfat. Die Uran- und Radiumgehalte sind auch hier im allgemeinen gering.

Das Grundwasser in der Zeitz-Schmöllner Mulde (s. Abb. 4) ist durch Wismut-Bergbau in dem Stockwerk des Unteren Buntsandsteins, und zwar durch Sickerwässer der Halde Drosen (s. Abb. 5), beeinträchtigt (Salzbelastung, besonders durch Sulfat und Kalzium). Bemerkenswert sind sehr hohe Nitratgehalte. Die Urangelhalte sind nur in haldennahen Bereichen leicht erhöht. Die Zusammensetzung der tieferen Wässer in den Grundwasserleitern des Zechsteins sowie in dem paläozoischen Grundwasserleiterkomplex ist gegen bedingt.

2.4 Wiederurbarmachung/Rekultivierung

Vor der Wende wurde die Sachlage so getrennt, daß „Wiederurbarmachung“ diejenigen Maßnahmen des Bergbaues beinhaltet, die erforderlich sind, um eine spätere Rekultivierung („Wiederinkulturnahme“) zu ermöglichen. Beide Aufgabenkomplexe, Wiederurbarmachung und Rekultivierung, wurden unter dem Begriff „Wiedernutzbarmachung“ zusammengefaßt. Die Rekultivierung oblag dabei dem sog. Folgenutzer, dem jeweils regional zuständigen Landwirtschafts- oder Forstwirtschaftsbetrieb, die Wiederurbarmachung dagegen dem Bergbaubetrieb. Gesetzliche Grundlage bildete die „Wiederurbarmachungsanordnung“ bzw. die „Rekultivierungsanordnung“.

Obwohl der Wismut-Bergbau als einziger Bergbauzweig der o.g. gesetzlichen Regelung ausdrücklich nicht unterworfen war, so sind doch ab etwa dem Beginn der 70er Jahre bedeutende Anstrengungen seitens der Wismut-Leitung in bezug auf die Wiederurbarmachung (WU) zu verzeichnen, die auch zu beachtenswerten Erfolgen geführt haben. (Auf der Exkursion werden Beispiele dafür vorgestellt.)

Der Vorgang lief so ab, daß bodengeologische Gutachter die Vorgehensweise durch sog. Vorfeldgutachten vorschlugen, daß diese auch bei der Durchführung der WU (der Bauausführung) eine Kontrollfunktion hatten und die schließlich, jeweils nach Abschluß einzelner Objekte, „Abnahmegutachten“ erstellten. Bei „Abnahmen“ vor Ort waren der Wismut-Bergbaubetrieb, der Bauausführende (eine wismuteigene sog. „Wiederurbarmachungsbrigade“), der Folgenutzer (die LPG bzw. der zuständige staatliche Forstwirtschaftsbetrieb) und der Gutachter (ein unabhängiger Bodenkundler) zugegen. Die abgeschlossene WU-Leistung wurde dabei geprüft und bewertet.

Die Zielstellung der Wiederurbarmachung war immer vorrangig darauf gerichtet, Nutzflächen wieder herzustellen. Der Strahlungsaspekt stand dabei nicht zur Diskussion. Welche Objekte in welcher Reihenfolge wann wiederurbar zu machen waren, entschied die staatliche Instanz (der „Rat des Bezirkes“) in Verbindung mit der Wismutleitung. Die Möglichkeiten der Einflußnahme durch den Gutachter waren in dieser Hinsicht sehr begrenzt. In sachlicher Hinsicht gelang es jedoch in vielen Fällen, auch heute noch zu akzeptierende Lösungen der Wiederurbarmachung/ Rekultivierung vorzuschlagen und auch durchzusetzen.

In den ersten Jahren, ab etwa 1950, vollzog sich im Gebiet um Culmitzsch-Trüznig-Sorge/Settendorf (s. Abb. 6) der Abbau über Tage i. w. ohne Wiederurbarmachungskonzept. Erst nach etwa 10 Jahren wurde damit begonnen, das devastierte Gelände mit Halden und Restlöchern wieder „in Ordnung“ zu bringen. Da es sich bei den zu rekultivierenden Massen i. w. um solche aus Verwitterungs- und Zersatzmaterial des Zechsteins und des Unteren Buntsandsteins handelte, waren die vorliegenden gemischten Massen kulturfreundlich.

Heute sind die in dieser Zeit geschütteten Halden (Gauerhalde, Waldhalde, Südhalde) vollständig bewachsen und i. w. als Vorwald entwickelt.

Zwei der damaligen Tagebaue sind später als Absetzanlagen für die Rückstände aus dem Aufbereitungswerk Seelingstädt ausgebaut und genutzt worden (vgl. dazu Pkt. 4.3).

1959 wurde der Tagebau Lichtenberg in Betrieb genommen. Das hier aufzuhaltende Haufwerk aus devonischen, silurischen und ordovizischen Gesteinen war vollständig anders beschaffen, als das oben genannte. In bezug auf die Wiederurbarmachung/Rekultivierung tat sich ein überragendes Problem auf, nämlich der Schwefelgehalt der primär sapropelitisch - also aus Faulschlamm - entstandenen Gesteine.

Der z.T. sehr hohe Gehalt an Schwefel in reduzierter Form - der Zerfall der Steinbrocken vollzieht sich infolge hoher Affinität zu Sauerstoff relativ rasch - führt bei der Verwitterung in Verbindung mit Wasser zu Schwefelsäure. Die Bodenreaktion sinkt in Verwitterungsprodukten rapide ab und erreicht Werte unter pH 3. Die hohe Bodensäure läßt die Kippsubstrate, soweit sie aus dunkel gefärbten Schieferen („schwarzer Masse“) bestehen, für die meisten Pflanzen als toxisch erscheinen. Dieser Sachverhalt wurde 1964 in einem Gutachten dokumentiert (RAU u. PANTEL 1964). Die Aussagen, die sich u. a. auch auf Gefäßversuche stützten, blieben richtungweisend für die Wismut-Haldenmassen auch in der Folgezeit. Denn auch die aus dem Tiefbau stammenden Halden - die Terrakonikhalden in Reust und Paitzdorf (vgl. 5 und 6 auf Abb. 5) sowie auch die Halden der jüngeren Schächte Beerwalde, Korbußen und Drosen (vgl. 7 bis 9 auf Anl. 5) - werden von Mischgesteinen aufgebaut, in denen schwarze Schiefer im allgemeinen dominieren.

Vor allem die Alaunschiefer bringen z.T. sehr hohe Schwefelpotentiale mit.

Tabelle 1: Schwefelgehalte einer Auswahl von Gesteinsproben
(Werte als SO₃ in % der Gesamtprobe) aus RAU/PANTEL 1964

| Nr. | Probe aus | Sulfat-Bindung | Sulfid-Bindung | S _{ges} |
|-----|--|----------------|----------------|------------------|
| 1 | Tonschiefer (Unterdevon, D1) | 0,03 | 0,06 | 0,09 |
| 2 | Tonschiefer (Unterdevon, D1) | 0,07 | 0,10 | 0,17 |
| 3 | Tonschiefer (Unterdevon, D1) | 0,04 | 0,20 | 0,24 |
| 4 | Alaunschiefer (Ob. Graptolithensch. Silur, S3) | 0,23 | 10,65 | 10,88 |
| 5 | Alaunschiefer (Ob. Graptolithenschiefer, S3) | 0,26 | 7,34 | 7,60 |
| 6 | Schluffstein (Ockerkalkgruppe, S2) | 0,13 | 14,97 | 15,10 |
| 7 | Schluffstein (Ockerkalkgruppe, S2) | 0,07 | 7,60 | 7,67 |
| 8 | Alaunschiefer (Unt. Graptolithenschiefer, S1) | 0,41 | 24,85 | 25,26 |
| 9 | Kieselschiefer (Unt. Graptolithenschiefer, S1) | 0,36 | 4,22 | 4,58 |
| 10 | Kieselschiefer (Unt. Graptolithenschiefer, S1) | 0,07 | 1,84 | 1,91 |

Folgende grob-zusammenfassende Einteilung kann getroffen werden:

Schwefelgehalte der Haldensubstrate (S als SO₃):

| | | | |
|----------------------------|---|-------------|---------------------------------------|
| Devonschiefer (D1) | - | < 0,2 % | - nahezu schwefelfrei |
| Lederschiefer (Og3) | - | < 0,5 % | - gering schwefelhaltig |
| Kieselschiefer (S1 und S3) | - | 2 - 4 % | - mäßig bis stark schwefelhaltig |
| Alaunschiefer (S1 und S3) | - | z.T. > 10 % | - stark bis sehr stark schwefelhaltig |

Schon bald zeigte sich, daß auf allen Halden im Ronneburger Gewinnungsfeld kein normales Pflanzenwachstum möglich ist. Überall, wo „schwarze Masse“ lagert, stellt sich so starke Bodensäure ein, daß nur „Ausnahmepflanzen“ wachsen können.

Es sind dies das Gras *Calamagrostis epigejos* (das Reitgras) und die Baumart *Betula pendula* (die Hänge-Birke).

Von SÄNGER (1993) liegt eine Monographie über die Flora und Vegetation im Uranbergbaurevier Ronneburg vor, in der alle Aspekte der Pflanzenbesiedlung, insbesondere auf den Extremstandorten, umfassend dargestellt sind.

So war klar, daß nur dann, wenn eine - wie auch immer geartete - kulturfremde Deckschicht aufgebracht wird, eine Rekultivierung möglich sein würde.

Heute scheint die Annahme berechtigt, daß die Wismut Anfang der 60er Jahre keine Anstrengungen unternommen hätte, die aus „Schwarzmasse“ geschütteten Halden zum Zwecke der Rekultivierung mit kulturfähigem Material („Kulturboden“) zu überziehen. Dennoch erhielten die beiden großen Halden - diejenigen, die den Abraum aus dem Tagebau Lichtenberg aufnahmen - die Absetzerhalde mit ca. 200 ha und die Nordhalde mit ca. 100 ha eine Abdeckung mit Kulturboden. Sie erhielten diese gewissermaßen „der Not gehorchend“, denn die Abdeckung erfolgte zur Brandbekämpfung. Wie ist dies zu erklären? Der z.T. extrem hohe Gehalt an organischem Kohlenstoff (10 - 12 %) in Verbindung mit teils extremen Gehalten an Pyrit und Markasit (FeS₂) führte in Verbindung mit Sauerstoff zu Oxidationsprozessen in den Schüttmassen. Diese sog. endogenen Brände - sie wuchsen sich zu einem gravierenden Problem aus - konnten nur bekämpft werden, indem man die Sauerstoffzufuhr unterband, die Brandherde also erstickte. Man erreichte dies durch das Aufbringen von Deckmaterial (vorwiegend sandig-lehmig-kiesige Pleistozänsubstrate, teils auch Lößlehm), das in der Umgebung anfiel oder in sog. Sondertagebauen gewonnen wurde. Bald stellte sich heraus, daß die eingesetzten Mischsubstrate (mit durchaus unterschiedlichen Bodeneigenschaften), in 1 bis 2 m Mächtigkeit aufgebracht, allesamt das Prädikat „Kulturboden“ verdienten. Sie haben es ermöglicht, daß beide Halden heute eine zu weiten Teilen (Zentralhalde ca. 75 %, Nordhalde ca. 90 %) geschlossene Vegetationsdecke aufweisen.

In den 70er, verstärkt in den 80er Jahren gewann die Wiederurbarmachung innerhalb der Wismut mehr und mehr an Gewicht; ihre Bedeutung wurde seitens der Wismut-Leitung akzeptiert. In dieser Zeit wurden zahlreiche Objekte so, wie es die Vorgaben der Gutachter vorschrieben, ausgeführt und zu einem positiven Ende gebracht.

Erst nach der Wende, nach entsprechender Aufklärung, ist vielen bewußt geworden, wie gerade die Gefährdung durch exhalierendes Radon in ihrer Bedeutung zu DDR-Zeiten heruntergespielt wurde.

Heute stehen die den Strahlenschutz betreffenden Maßgaben bei allen Arbeiten zur Wiederurbarmachung gleichberechtigt neben den Forderungen nach Verminderung der Laugungsprozesse in den Halden. Sanierung beinhaltet heute sichere Verwahrung (hinsichtlich der Abgabe von Schadstoffen einschließlich Strahlung) und Rekultivierung (die Schaffung von Voraussetzungen für Pflanzenwuchs). Die Halden betreffend sind beide vor allem deswegen von der Sachlage her eng verknüpft, weil Abdeckung und Pflanzenwuchs (über den Wasserverbrauch) die Abgabe belasteter Wässer und des Radon-Gases an die Umwelt stark einschränken oder sogar verhindern kann.

Folgende Aufgaben der Wiederurbarmachung/Rekultivierung sind zu nennen:

- die Abdeckung von Halden, soweit diese nicht in den Tagebau Lichtenberg verbracht werden;
- die Rekultivierung des Tagebaues Lichtenberg, der allerdings erst in fernerer Zukunft aufgefüllt sein wird
- Die Wiederherstellung von Devastierungsflächen, die in landwirtschaftliche Nutzflächen eingestreut sind („Versatzstellen“-Rekultivierung, vgl. dazu Pkt. 4.4);
- die Wiederherstellung von ehemaligen Betriebsflächen, Verkehrswegen, Erzlagerflächen u.a. kontaminierten Arealen für unterschiedliche Nachnutzung;
- Auch die Flächen der „Schlammteiche“ (IAA Trünzig und IAA Culmitzsch, vgl. Pkt. 4.3) müssen nach der Sanierung rekultiviert werden.

Gemäß dem Wismut-Sanierungskonzept werden die Halden teils in den Tagebau Lichtenberg (Lage vgl. 1 auf Abb. 5) verbracht, teils werden sie an ihrem Standort verbleiben:

Verbringung in den Tagebau Lichtenberg (nach Konzept 1994)

| | | |
|--|----------------------------|------------|
| Absetzeralde (vgl. 1 auf Abb. 5) | ca. 65 Mio m ³ | ca. 200 ha |
| Kegelhalden Reust und Paitzdorf (vgl. 5 und 6 auf Abb. 5) | ca. 15 Mio m ³ | ca. 60 ha |
| Laugungshalde Gessen* (vgl. 3 auf Abb. 5) | ca. 7 Mio m ³ | ca. 35 ha |
| (kleiner) Teil der Nordhalde (vgl. 2 auf Abb. 5) | ca. 1,2 Mio m ³ | |

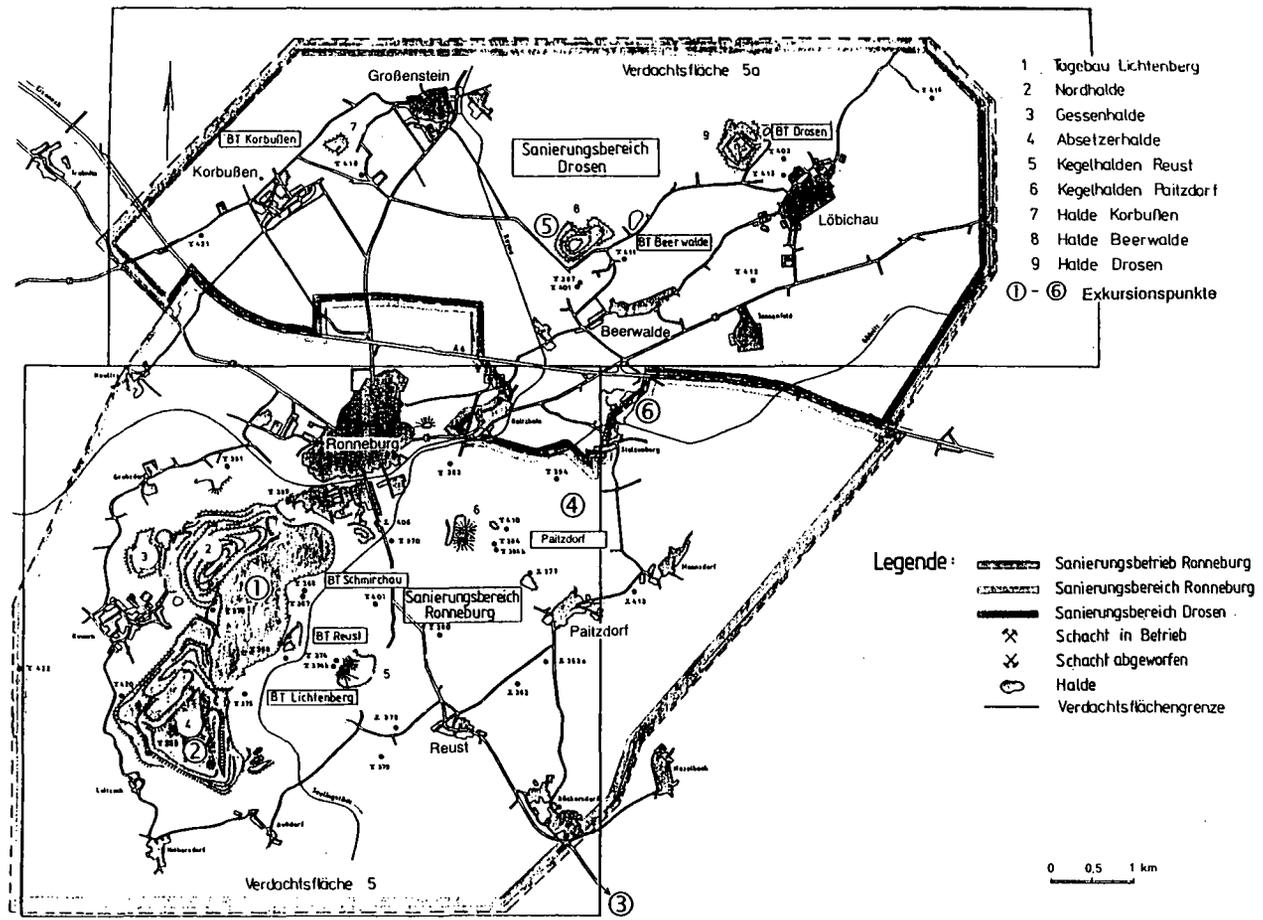
*Massen sind bereits in den Tagebau Lichtenberg eingelagert

| Verbleiben am Ort | <u>Größe (ca. ha)</u> | <u>Höhe (ca. m)</u> | <u>Zustand</u> |
|--|-----------------------|---------------------|---------------------|
| Nordhalde (vgl. 2 auf Abb. 5) | 100 | 65 - 125 | i. w. begrünt |
| Halde Beerwalde (3 auf Abb. 5) (mit Halde Drosen) | 25 | 40 | ¾ eingedeckt, |
| Halde Korbußen (7 auf Abb. 5) | 4 | 12 | ¼ aufgeforstet, |
| Gauernhalde (vgl. auf Abb. 6) | 40 | 30 | z.T. eingedeckt |
| Waldhalde | " | 65 | vollständig begrünt |
| Lokhalde | " | 40 | " |
| Südhalde | " | 40 | " |
| | <hr/> | | |
| | ca. 260 ha | | |

3. Exkursionsroute

Die Lage im Exkursionsgebiet geht aus Abb. 5 für die Exkursionspunkte 1, 2, 4, 5 und 6 und aus Abb. 6 für den Exkursionpunkt 3 hervor.

Abb. 5 Übersichtskarte des Ronneburger Uranerzbergbaubereiches, Sanierungsbereiche Ronneburg/Drosen (Verdachtsflächen 5/5a)



4. Exkursionspunkte 1 bis 6

Pkt. 1: Ehemaliger Tagebau Lichtenberg (Lit. LANGE u.a. 1994)

Führung: Dr. Daenecke, Dr. Lange, Dipl.-Geol. Schuster

Abbaubeginn: 1958

Abbauende: 1977

Devastierte Fläche ges. ca. 350 ha, ursprüngliches Volumen 160 Mio m³, Tiefe maximal 240 m

Gefördertes Uranerz: 18,1 Mio t

Der Tagebauaufschluß erfaßte zum überwiegenden Teil Schichten des Ordoviziums, des Silur und des Devon.

In den Tagebaueinschnitt von jetzt noch 1,6 x 0,9 km Ausdehnung (ca. 160 ha) waren 64 Mio m³ bereits vor 1990 als Innenkippe rückverkippt. Die Masse der Gessenhalde (ca. 7 Mio m³) wurde 1993/94 eingelagert. Die Verfüllung mit Haldenmassen wird derzeit mit dem Abfahren der Absetzerhalde weiter fortgesetzt.

Vor Beginn der Verkipfung der Gessenhalde wies der Tagebau ein noch vorhandenes Volumen von 80,5 Mio m³ bei einer Tiefe von noch 160 m auf.

Die nicht überkippten Tagebauböschungen sind mit einer Generalneigung von 48° als nur bedingt standsicher zu bewerten. Bereits vor mehreren Jahren ereignete sich eine tektonisch bedingte Rutschung beachtlichen Ausmaßes.

Der Tagebau wird von mehreren Halden und von Betriebsflächen umgeben.

Für die Sanierung des Systems Tagebau - Halden - Flutung der Gruben wurde als Vorzugsvariante die vollständige, aber differenzierte Verfüllung des Tagebaues ausgewählt und festgelegt. Sie beinhaltet:

- Die Verfüllung mit Haldenmaterial (vgl. S. 16); dabei solches mit dem höchsten Säurepotential unter die spätere Grundwasserlinie
- Nach Abschluß der Verfüllung die Reliefgestaltung des Areals bei Einbeziehung der Nordhalde unter Beachtung landschaftsgestalterischer Gesichtspunkte.
- Die Abdeckung der Endoberfläche mit Kulturboden. Ein Mehrschicht-System mit Dichtschicht-Speicherschicht-Kulturbodenschicht ist vorgesehen.
- Die Erzielung einer möglichst üppigen Begrünung mit hohem Wasserverbrauch
- Die Fassung der aus dem Grubengebäude austretender Wässer und deren (zeitlich begrenzte) Reinigung vor der Abgabe in die Vorflut

Aus Gründen des Strahlenschutzes ist es verboten, in den Tagebau mit dem Exkursions-Bus hineinzufahren. Es wird deshalb in Wismut-Busse umgestiegen.

Während eines Fußmarsches durch den Tagebau werden die Geologie der Lagerstätte und die typischen Gesteine vorgestellt und erläutert.

Wahrscheinlich wird es auch möglich sein, die quartäre Auflage und den Boden am unverritzten Tagebaurand zu zeigen.

Pkt. 2: Absetzer-Halde

Führung: Dr. Daenecke, Dipl.-Melior.-Ing. Gahler, Prof. Heinze,

Beschickung: zwischen 1959 und 1969

Transport durch Gurtbandabsetzer bzw. durch Lkw-Betrieb aus dem Tgb. Lichtenberg

Aufstandsfläche: 210 ha (größte Halde des Gebietes)

Volumen: ca. 65 Mio m³, Höhe: 85 m

Eine Tafelhalde mit einer Vielzahl von Bermen und einer Plateaufläche (in 2 Ebenen) von 30 plus 60, also gesamt ca. 90 ha.

Die eingelagerten Massen bestehen zu ca. 40 % aus Unterdevonschichten, zu 50 % aus silurischen Gesteinen, zu 5 % aus Lederschiefer des Ordoviziums und zu 5 % aus Diabas.

Das Substratgemisch („schwarze Masse“) ist insgesamt als pflanzenfeindlich einzustufen. Der partiell sehr hohe Pyrit- und Markasitgehalt (5 bis 7 %) in Verbindung mit hohen Gehalten an organischem Kohlenstoff (10 bis 12 %) verursachte schon während des Auffahrens der Halde endogene Brände.

Die Abdeckung mit Pleistozänmaterial (vorw. kiesig-sandig-lehmiges Material, teils Lößlehm) beträgt i. D. auf den Plateaus und den Bermen 1 m, auf den Böschungen 2 m. Etwa 75 % der Gesamtfläche sind abgedeckt.

Von SÄNGER und WÖLLNER (1992) wurde eine detaillierte Biotopkartierung der Absetzerhalde durchgeführt. Die Aufnahme ergab, daß vor allem im südlichen Bereich landeskulturell wertvolle Pflanzengesellschaften (z.B. mit Besenginster) vorhanden sind, für deren Erhaltung die kartierenden Biologen plädieren.

Vom Plateau der Absetzerhalde aus können (bei guter Sicht) große Teile des Wismutgebietes der Umgebung, aber auch nach N und nach S überschaut und erläutert werden.

Es ist beabsichtigt, durch einen Schurf die Deckschicht aus Pleistozänmaterial über „schwarzer Masse“ zu demonstrieren.

Vielleicht besteht auch die Möglichkeit, Spalten zu beobachten, aus denen noch jetzt Abgase aus tiefsitzenden Brandherden nach oben dringen.

Pkt. 3: Industrielle Absetzanlage (IAA) Trünzig (Lit. G. SCHULZE 1993)

Führung: Dr. Daenecke, Dipl.-Ing. Stracke

Die Absetzanlage Trünzig (auch „Schlammteich“ Friedmannsdorf genannt), wurde von 1960 bis 1967 betrieben. Nach Erschöpfung ihrer Aufnahmekapazität ging die Anlage Culmitzsch (1967 bis 1990) in Betrieb (Lage beider Anlagen vgl. Abb. 6).

Beide Absetzbecken waren ursprünglich Tagebaue zur Uranerzgewinnung und nahmen nach ihrer Auserzung die Rückstände aus der Uranerz-Aufbereitung - sie erfolgte im Betrieb Seelingstädt¹⁾ - auf. Als Suspension (Feststoff-Wasser-Gemisch) wurden die Aufbereitungsrückstände über Rohrleitungen in die Becken eingespült. Jeweils sind 2 Becken (A und B), durch einen Damm getrennt, vorhanden. Die Becken A nahmen die Rückständeder sauren Uranerzlaugung, die Becken B diejenigen aus der Soda-alkalischen Uranerzlaugung auf.

Die in den Becken eingelagerten Feststoffe (Tailings) sowie das Frei- und Porenwasser sind wegen der selektiven Extraktion fast des gesamten Uranpotentials, aber des Belassens aller anderen Radionuklide und Schadstoffe (ca. 10 Bq/g Ra 226) als stark belastet zu betrachten. Sie sind Quelle für negative Umweltbeeinflussung.

Gegenstand der Exkursion ist der Gesamtkomplex der Sanierung im Bereich der IAA Trünzig.

Es werden besichtigt und erörtert:

- Die Schadstoffgehalte von Beckenwässern, die Schwermetallgehalte der eingelagerten Tailings
- Die bereits in den 70er Jahren mit Kulturboden wiederurbar gemachten Außenbezirke des Beckens A, die als Grasland genutzt wurden.
- Die zur Verhinderung von Staubabtrag mit Kulturboden abgedeckten trockengefallenen Spülstrandflächen
- Die hydrogeologische Situation mit Blick auf die von belasteten Wässern ausgehende Umweltgefährdung
- Das Konzept der Sanierung
- Der Einsatz neuartiger Technik zur Entwässerung trockengefallener Bereiche des Beckens A von Porenwässern. (Die Bereiche weisen unter der scheinbar trockenen Oberfläche bis in viele Meter Tiefe breiige Konsistenz auf.)
- Die Ergebnisse der bis zum Zeitpunkt der Exkursion durchgeführten Sanierungsarbeiten

¹⁾ Im Aufbereitungsbetrieb Seelingstädt wurden 108 Mio Tonnen Uranerz zu Urankonzentrat („Yellow Cake“) verarbeitet

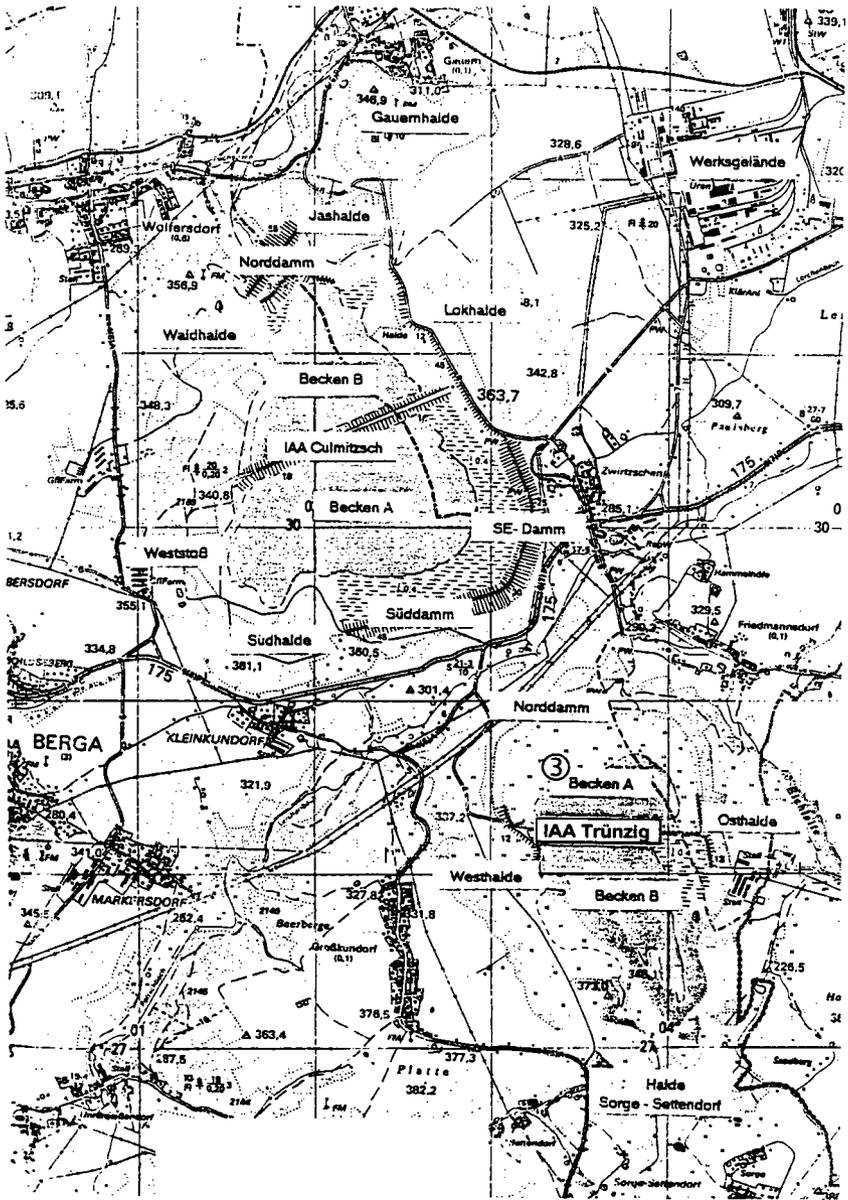


Abb. 6 Lageplan der wichtigsten Standorte des Sanierungsbetriebes Seelingstädt.

③ Exkursionspunkt

Falls es die Zeit erlaubt, wird zwischen den Exkursions-Punkten 3 und 4 bei einem kurzen Halt die **Kegelhalde Paitzdorf** an ihrem südöstlichen Fußbereich aus der Nähe betrachtet (Lit. H. SÄNGER 1993).

Die Halden aus dem untertägigen Uranerz-Abbau der Betriebe Reust und Paitzdorf liegen als die (z.B. von der A 4) weithin sichtbaren Spitzkegel-Halden (auch Terrakonikhalden genannt) vor.

Die mit speziellen Fördereinrichtungen (Skips) geschütteten „Berge“ (im natürlichen Schüttwinkel von etwa 36 - 38° lagernd) bestehen aus vorwiegend ordovizischem und silurischem Mischmaterial („schwarzer Masse“). Der Haldenbetrieb wurde in Paitzdorf 1991 eingestellt.

Die Höhe beträgt etwa 80 m, die Aufstandsfläche etwa 30 ha

Die Kegelhalden zeigen sich auch nach inzwischen verstrichenen 5 Jahren als weitgehend vegetationslos. Die Erstbesiedlung beginnt immer im Haldenfußbereich, und zwar mit *Betula pendula* und *Calamagrostis epigejos*.

Nach dem nunmehr der Haldenbetrieb ruht, also kein Schüttgut mehr abgesetzt wird, können die Kräfte der Verwitterung - Frost, Hitze (durch die schwarze Färbung besonders starke Absorption der Sonneneinstrahlung), besonders aber der Säureangriff (durch Oxidation sulfidischer Gesteine) - ungehindert wirken.

Das sich bildende staubfeine Verwitterungsprodukt, dem Windabtrag ausgesetzt, aber auch die Radonexalation bilden ein spezifisches Gefährdungspotential.

Die Kegelhalden sollen im Zuge der Sanierung in den Tagebau Lichtenberg verbracht werden.

Pkt. 4: „Versatzstelle“

Führung: Dipl.-Ing. Rößler, Dipl.-Berging. Kegel, Dipl.-Mel.-Ing. Gahler

Die durch den Bergbau unter Tage geschaffenen Abbauhohlräume (untertägige „Strecken“ in verschiedenen Etagen) wurden zum Zwecke einer sicheren und effektiven Abbautechnologie mit einem Magerbeton („Versatz“) ausgefüllt (bermännisch: „versetzt“). Nach nunmehrigem Ende des Abbaues müssen im Zuge der sicheren Verwahrung auch weiterhin ausgewählte untertägige Hohlräume „versetzt“ werden.

Mittels schwerer Beton-Misch-Transportfahrzeuge wird über Zufahrten, die, möglichst auf kurzen Wegen, über Feldfluren verlaufen, der Magerbeton angefahren und in Bohrlöcher, die von über Tage aus bis in die zu verfüllenden Hohlräume reichen, eingebracht.

Die Fahrwege, Fahrzeugwendeplätze und die Areale der Bohrlöcher (= „Versatzstellen“) wurden, um sie befahrbar zu machen, mit Schottermaterial befestigt. Als solches „Beschotterungsmaterial“ wurde generell „schwarze Masse“ eingesetzt. Die Pflanzenfeindlichkeit der Substrate und ihre erhöhte Radioaktivität waren bekannt. Sie veranlaßte die Wismut, schon ab etwa Mitte der 70er Jahre abgelegte „Versatzstellen“ wiederurbar zu machen, denn diese behinderten nachhaltig die landwirtschaftliche

Bodennutzung. Am Beispiel einer „Versatzstelle“ wird gezeigt, in welchen Arbeitsschritten die Wiederurbarmachung durchgeführt wird:

- Projekterarbeitung für die definierte Wiederurbarmachungsleistung auf der Grundlage des „Bodengeologischen Vorfeldgutachtens“
- restloses Ausbaggern und Abtransportieren des „Schwarzmasse“-Materials
- danach „Freimessen“ zum Nachweis der nicht mehr vorhandenen Strahlung
- Einbringen von „Kulturboden“ angemessener Qualität in 2-schichtigem Aufbau (humose Schicht an die Oberfläche)
- Erstellen des „Abnahmegutachtens“ durch den Bodengutachter als Zertifikat für die Übergabe zur Folgenutzung.

Gleichzeitig wird Gelegenheit sein, den Rekultivierungszustand einer früher wiederurbarmachten Versatzstelle zu besichtigen.

Pkt. 5: Tafelhalde Beerwalde

Führung: Dipl.-Melior.-Ing. Gahler, Prof. Heinze,

Beschickung: zwischen 1977 und 1990

Transport durch Lkw-Betrieb aus dem Untertageabbau im Schacht Beerwalde (maximale Tiefe 600 m).

Eine Tafelhalde aus i. w. phytotoxischen Massen mit abgeflachten Böschungen (ca. 1 : 2,5), nach N mit einer z. Z. noch in Betrieb befindlichen Abwurfkippe, auf dem oberen Plateau mit einem Zwischenlager für „Kulturboden“.

Alle Böschungen, soweit sie endgültig verbleiben (ca. 70 % der späteren Oberfläche) sind mit „Kulturboden“ eingedeckt. Die Mächtigkeit der Deckschicht auf den eingeböschten Steilhangflächen beträgt $\pm 1,5$ m. Der zum Überzug eingesetzte „Kulturboden“ stammt aus dem Haldenvorfeld. Gemäß dem dort vorhandenen Schichtenaufbau aus Lößlehm (an der Oberfläche) und zersetzführendem Schieferschutt (darunter) besteht das Mischsubstrat aus tonig-schluffigem Lehm mit einem wechselnden Anteil an Schiefersteinen. Es ist gut wasserspeicherfähig und nährstoffkräftig, aber humusfrei.

Ab etwa 1980 wurde im Zuge der Wiederurbarmachung eine Technologie angewandt, die zielgerichtet zur strahlensicheren Verwahrung beitrug: Noch vor dem Auftrag der „Kulturboden“-Schicht erfolgte eine Abdeckung mit sog. Null-Masse, einem Haufwerk mit geringer Eigenstrahlung.

Große Teile der wiederurbarmachten Böschungflächen sind heute begrünt, ca. 30 % davon wurden zwischen 1986 und 1989 aufgeforstet.

Aus dem Vegetationsbild ist sicher abzuleiten, daß das primär humusfreie Material der Deckschicht ein für Pflanzen gut geeignetes Substrat darstellt. Wenn die Bodenvegetation aus Gräsern und Kräutern geschlossen vorhanden ist, besteht Schutz vor bodenerosivem Abtrag. Deshalb ist Grasansaat als erster Schritt der Rekultivierung wichtig und muß noch vor der Baumpflanzung erfolgen.

Route am Pkt. 5:

- Die Route beginnt mit der Besichtigung des Bodenprofils im westlichen Haldenvorfeld (Schurf mit Freilegung der Schichtenfolge Löß/Basisfließerde/Tonschieferzersatz - Profilaufnahme und Bodenanalysen liegen zum Zeitpunkt der Exkursion vor).
- An der aufgeförmtesten westlichen Böschung ist die Deckschicht über „schwarzer Masse“ aufgeschlossen (Analysen der Substrate werden dargelegt und erörtert).
- Auf dem Haldenplateau wird probeweise eine Strahlungs-Messung unterschiedlicher „Schwarzmasse“-Substrate durchgeführt.
- Bestände aus Aufforstungen verschiedenen Alters und verschiedener Baumarten werden ebenso wie Grasansaat (ohne Bäume) besichtigt.
- Das Sanierungskonzept der Halde Beerwalde als einer der am Ort verbleibenden Wismut-Halden wird vorgestellt und diskutiert.

Vom Plateau der Tafelhalde Beerwalde aus bietet sich ein Rundblick, der es gestattet, zum einen die Wismut-Objekte im nördlichen Teil des Gebietes („Verdachtsfläche 5a“, vgl. Anl. 1), zum anderen die typische Landschaft des „Ronneburger Lößhügellandes“ in Augenschein zu nehmen (vgl. dazu die Ausführungen zu Pkt. 1: Landschaft, Geologie, Böden).

Pkt. 6: Halde und ehemaliger Tagebau Stolzenberg

Führung: Dipl.-Melior.-Ing. Gahler, Prof. Heinze, Herr Huhn,

Bei dem Objekt Stolzenberg handelt es sich um einen Tagebau vergleichsweise geringer Größe aus der Zeit vor 1960. Die Halden wurden damals, in der Frühzeit der Wismut-Tätigkeit, planlos direkt neben dem Tagebau (hier westlich davon) angelegt. Der Boden, es handelte sich um Ackerland, wurde einfach von den Abraummassen überschüttet. Restloch und Halden blieben nach Beendigung der Gewinnungsarbeiten mehr als 10 Jahre lang so liegen, wie sie verlassen wurden. Erst 1972 wurde ein erstes Bodengeologisches Gutachten zur Wiederurbarmachung angefordert.

Während dieser Zeit lief die Planung und Projektierung des Schachtes Beerwalde, in nur etwa 1 km Entfernung von dem Objekt Stolzenberg. Dort war ab 1974 mit dem Anfallen großer Massen (der Schacht-Teufmassen) zu rechnen. Die Agitation des Gutachters, diese Teufmassen nicht in Beerwalde aufzuhalden, sondern sie in das Restloch Stolzenberg zu verbringen, hatte schließlich Erfolg: Das Restloch wurde mit diesen Massen flurgleich aufgefüllt.

Gleichzeitig konnte durchgesetzt werden, daß von der Aufstandsfläche der späteren Halde Beerwalde der „Kulturboden“ in seiner ganzen Mächtigkeit (i. allg. > 2 m) abgetragen wurde. Aus seiner Masse wurde als erstes Objekt die Wiederurbarmachung 1978/79 in Stolzenberg bestritten: Der Lößlehm, als agronomisch wertvollerer oberer Teil für den aufgefüllten Tagebau, das Schiefer-Verwitterungssubstrat für das vorher durch Raupen-Schiebearbeit profilierte Haldenareal.

Das „Bodengeologische Abnahmegutachten“ vom 22.05.1979 konnte ordnungsgemäße Durchführung gemäß dem „Vorfeldgutachten“ feststellen.

Die deutsche Projektleitung der Wismut und der Gutachter konnten damals mit Recht darauf stolz sein, dieses Vorhaben gegenüber der sowjetischen Leitung durchgebracht zu haben. Diese hatte die höheren Kosten als Argument gegen den Transport der Massen nach Stolzenberg ins Feld geführt.

Heute ist die mit 1 m Lößlehm überzogene etwa 8 ha große Fläche des aufgefüllten ehemaligen Tagebaues voll in die ackerbauliche Bodennutzung integriert; die ursprüngliche Bergbaunutzung ist nicht mehr erkennbar.

In dem 1 m mächtig aufgebrachtten Schieferverwitterungssubstrat (\pm toniger Lehm mit wechselndem Skelettanteil, i. D. um 50 Vol.-%) ist die Aufforstung (vorwiegend mit Lärchen) als gut gelungen zu bewerten.

Folgende Themen werden erörtert:

- . Die Eingliederung des ehemaligen Bergbauobjektes in die Landschaft
- . Die initiale Bodenbildung auf den Decksubstraten einmal unter Acker, zum anderen unter Wald anhand von Bodenschürfen mit Analyseergebnissen, auch im Vergleich zu „gewachsenem“ Boden in der unmittelbaren Umgebung.
- . Fragen der Wasserbilanz (Verdunstungs- und Versickerungsraten) bei unterschiedlich üppigem Bewuchs.
- . Die Wurzelentwicklung von Waldbäumen unter der Bedingung: 1 m kulturfreundliches Substrat über phytotoxischem Substrat („schwarzer Masse“).

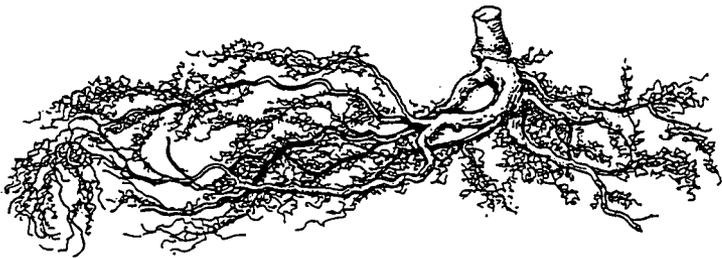


Abb. 7: Wurzelprofil von *Betula pendula*, ein 3-jähriges Exemplar aus dem Silurschiefer mit verstärkter Ausbildung horizontaler Feinwurzeln (aus SÄNGER 1993)

Literatur

- [1] HEINZE, M. u. D. RAU (1979): Bodengeologisches Gutachten zur Abnahme des Tagebaues Stolzenberg.- VEB Geol. Forschung und Erkundung Freiberg, Betr.-Teil Jena (unveröff.)
- [2] HORNIG, W. (1990): Vorkommen und Vergesellschaftung der Böden in Thüringen.- GEOÖKODYNAMIK XI, 143 - 162, Bensheim
- [3] LANGE, G. et al. (1994): Urantagebau Lichtenberg (1958 - 1977).- Exk.-Führer zur Tagung des Thür. Geolog. Vereins in Gera (unveröff.)
- [4] MEINEL, G. (1993): Die Bildung der Gangmineralisation Thüringens.- Geowissenschaftliche Mitteilungen von Thüringen, Beiheft 1, Weimar
- [5] PITTELKOW, U. (1993): Untersuchungen zum Vergleich verschiedener Energiepflanzen als nachwachsende Rohstoffe auf Halden im Thüringer Bergbaugbiet in einem Feldversuch.- Jahresbericht VAFB Jena (unveröff.)
- [6] RAU, D. u. H. PANTEL (1964): Gutachten über den Kulturwert der gesamten Schichtenfolge und der pleistozänen Deckschichten im Tagebau Lichtenberg (SDAG Wismut).- VEB Geol. Erkundung Halle, BA Jena (unveröff.)
- [7] RAU, D. et al. (1969): Bodengeologische Übersichtskarte i. M. 1 : 100 000 Bezirk Gera.- VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle, Betr.-Teil Jena, Hermann Haack Gotha/Leipzig
- [8] RUNGE, W. u. J. BÖTTCHER (1993): Die Altlasten des Uranbergbaus der Wismut.- Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, H. 20, Gera
- [9] SÄNGER, H. u. S. WÖLLNER (1992): Landeskulturelle Bewertung der Zentralhalde bei Ronneburg.- Studie, Wismut GmbH, Bereich USAKO Gera (unveröff.)
- [10] SÄNGER, H. (1993): Die Flora und Vegetation im Uranbergbaurevier Ronneburg - Pflanzensoziologische Untersuchungen an Extremstandorten.- Ökologie und Umweltsicherung H. 5, Fachgeb. Ökologie und Naturschutz. Witzenhausen
- [11] SCHMIDT, H. u. Ch. REICHARDT (1993): Ergebnisse zum WISMUT-Umweltkataster im Uranerzbergbaugbiet von Ronneburg.- Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, H. 20, Gera
- [12] SCHRAMM, H. (1993): Bodenlandschaften Thüringens i. M. 1 : 500 000.- Thüringer Landesanstalt für Geologie Weimar (unveröff.)

- [13] SCHULZE, G. (1992): Bestandsaufnahme und Charakterisierung der stofflichen Auswirkungen des Uranerzbergbaues und der Uranerzaufbereitung (Standort Seelingstädt) am Beispiel des Wasserpfades.- Veröff. Museum Gera, Naturwiss. Reihe, H. 20, Gera

- [14] ZURL, R.; G. NEUBERT u. H. SÄNGER (1994): Ergebnisse von Feldversuchen zur Abdeckung von Bergehalten des Uranbergbaues in Thüringen.- Material zur Tagung des Thür. Geolog. Vereins in Gera (unveröff.)

- [15] Klimaatlas (1953) für das Gebiet der DDR, hrsg. vom Meteorol. u. hydrolog. Dienst der DDR, Akademie Verlag Berlin

Exkursion

H

Bitterfeld

von

H. Neumeister¹⁾ und R. Ruske²⁾

Thema:

Immissionsgeprägte Böden der Industrieregion Bitterfeld

Inhalt

Seite

| | | |
|----|---|-----|
| 1. | Die Region Bitterfeld..... | 341 |
| 2. | Standort Hochkippe Holzweißig/Bitterfeld..... | 345 |
| 3. | Standort Spittelwasser/Muldeauë Jëbnitz..... | 354 |

¹⁾ Institut für Geophysik u. Geologie der Universität Leipzig.

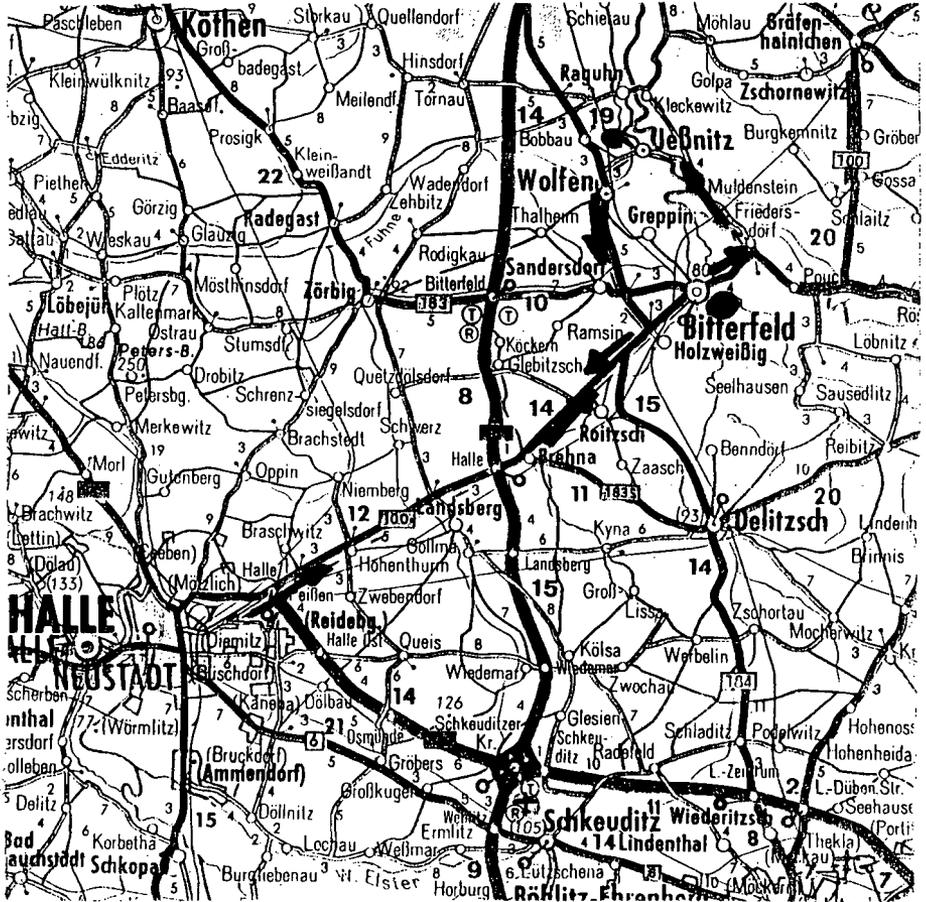
²⁾ Geologische Forschung und Erkundung GmbH Halle

Exkursion H

Immissionsgeprägte Böden der Industrieregion Bitterfeld

Fahrtroute

Halle ⇒ Bitterfeld ⇒ Jeßnitz ⇒ Halle



1. Die Region Bitterfeld

Die Region Bitterfeld/Wolfen hat in den letzten Jahren eine zumeist traurige Berühmtheit erlangt, da sie als Musterbeispiel der ökologischen Vernachlässigung seit dem Beginn des Jahrhunderts gilt und starke Renaturierungsbemühungen die weitere Entwicklung des industriell geprägten Ballungsraumes begleiten bzw. sogar zunächst ermöglichen müssen.

Die Region wies bis zum Beginn des flächenhaft ausgedehnten Bergbaus und der darauf folgenden Industrialisierung eine rein von der Agrarwirtschaft geprägte Landschafts- und Siedlungsstruktur auf. Bitterfeld war ein kleiner Zentralort mit weniger als 1500 Einwohnern, in dem das Handwerk das Wirtschaftsleben beherrschte. In den ersten Jahrzehnten des 19. Jhd. begann die Gewinnung von oberflächennah anstehender Braunkohle und Tone in kleinen Gruben, vornehmlich in einfacher Handarbeit. Die Bergarbeiter waren vor allem Bauern, es war eine halbagrarische Form der beginnenden Industrialisierung. Größere ökologische Folgen ergaben sich daraus nicht.

Erst um die Jahrhundertmitte begann der Übergang zu einem intensiveren Bergbau auf Braunkohle und Ton.

Bis zum Ende des 19. Jhd. dehnte sich der Bergbau in der Umgebung des Städtchens Bitterfeld rasch aus.

Die Kohle diente vor allem als Kesselkohle (Rohkohle, Preßsteine, später Briketts) der Energiegewinnung.

In dieser Entwicklungsphase gegen Ende des 19. Jhd. wurde der Standort Bitterfeld interessant für die chemische Industrie. Mit der Gründung der Bitterfelder Standorte der "Elektrochemischen Werke GmbH zu Berlin", einer Tochterfirma der Allgemeinen Elektrizitätsgesellschaft (AEG), und der Chemischen Fabrik Griesheim-Elektron GmbH in den Jahren 1893/94 begann die Industrialisierung des Raumes Bitterfeld/Wolfen durch flächenhaft ausgedehnte Großbetriebe, der wenig später die "Aktiengesellschaft für Anilinfabrikation zu Berlin" (AGFA) Wolfen und die Farbenfabrik Wolfen folgten.

Schließlich wurde die Energiegewinnung (Muldenstein, Zschornowitz) und Braunkohleveredlung (Brikettierung) erweitert. Als wichtigste Standortfaktoren für diese Entwicklung erwiesen sich die billige Gewinnung der Braunkohle, die günstige Energiebereitstellung und die Anbindung an das Eisenbahnnetz.

In den vier Jahrzehnten zu Beginn des 20. Jhd. wachsen die Ansiedlung der Großindustrie in der Region Bitterfeld/Wolfen und die Ausweitung der Verkehrsanlagen bis zu dem Maße, das auch heute noch deren räumliche Struktur bestimmt.

Der Bergbau weitet sich über den Nahbereich aus und erfaßt zu Beginn der dreißiger Jahre bereits den gesamten Ostteil des Kreises Bitterfeld und die daran angrenzenden Tagebaugebiete des heutigen Kreises Gräfenhainichen.

Für die ökologischen Bedingungen in der Region Bitterfeld/Wolfen erwies sich vor allem die äußerst breite Palette von großtechnisch geführten Verfahren in der chemischen Industrie und ihren spezifischen Abprodukten als wesentlich. Als Haupterzeugnisse sind hier Chlorprodukte, Ätzalkalien, Farbsyntheseprodukte, die Filmherstellung, Grundstoffe der Plastchemie, Zellwolle- und Kunstseideherstellung, Aluminiumproduktion und Metallegierungen, chemische Grundstoffe für Mineraldünger, Pflanzenschutz- und Waschmittel, aber auch Genußmittel, Arzneimittel und künstliche Edelsteine zu nennen. Diese Herstellungsverfahren trugen zu einer äußerst vielgestaltigen Palette von Abprodukten sowohl in den Emissionen über die Luft als auch im Abwasser bei.

Die ökologischen Folgewirkungen lassen sich wie folgt beschreiben:

a) Die Immissionsbelastung der Region stieg seit etwa 100 Jahren gewaltig an. Allein aus der Braunkohleverbrennung haben *Neumeister* u. a. (1991) den Betrag von ca. 12 Mio. t Flugasche errechnet, die vornehmlich im Raum Bitterfeld-Gräfenhainichen sedimentiert sind. Diese Immissionen enthalten in erster Linie SO₂ und Staub, denn der Schwefelgehalt der Rohbraunkohle lag 1985 z. B. bei 3-4 %, der Aschegehalt bei 20-25 %. Darüber hinaus sind zahlreiche Schwermetalle enthalten, vor allem Mn, Cu, Zn, Cr, Cd, Co, Mo, Ni, Pb, V, Hg.

In der emittentennächsten Zone, einem etwa 3-4 km ellipsenförmig nach Nordosten verschobenen Bereich (*Zierath* u. a. 1989), dominierte vor allem ein hoher Staubanteil in den Depositionen. Dieser besitzt einen hohen Ca-Gehalt, der zu basischen pH-Werten in den belasteten Böden führt.

In der emittentenferneren Zone dominierte die Immission über den "sauren Regen", also die Auswaschung der SO₂-Komponenten und anderen gasförmigen Emissionen (s. Tab.).

Tab.: Immissionen in Abhängigkeit von der Entfernung zum Emittenten (in kg je ha und Jahr)

| | Ca trocken ¹⁾ | Ca naß ²⁾ | SO ₄ trocken ¹⁾ | SO ₄ naß ²⁾ |
|-----------------------|--------------------------|----------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|
| Emittentennah | | | | |
| Bitterfeld | 245 | 75 | 372 | 200 |
| Leipzig | 111 | 58 | 208 | 154 |
| Emittentenfern | | | | |
| Brandis (bei Wurzen) | 21 | 23 | 65 | 74 |
| Torgau | 23 | 28 | 76 | 108 |
| 1)=Trockendeposition | | 2)=Naßdeposition | | |

b) Die flächenhaft umfangreichsten und für die Umgestaltung des Naturraumes bedeutendsten Einwirkungen erfährt der Raum Bitterfeld-Gräfenhainichen Delitzsch durch den Braunkohlebergbau. Dafür sind zwei Vorgänge maßgebend, die sich durch eine mehrere Jahrzehnte überspannende Einwirkung auszeichnen (Vorbereitung des Aufschlusses, Grundwasserabsenkung, vollzogene Rekultivierung, Grundwasseranstieg):

- Abtrag des gesamten Deckgebirges über der Lagerstätte;
- Aufbau eines neuen Deckgebirges im ausgekohlten Raum als Mischbodenkippe mit neuen Oberflächenformen und Wasserhaushaltsbedingungen.

1.1 Lage der Region im Natur- und Wirtschaftsraum

Der Landkreis Bitterfeld (454 km², ca. 120.00 Einwohner) liegt im Südosten des Landes Sachsen-Anhalt und damit im Kerngebiet des mitteleuropäischen Raumes zwischen den Städten Halle und Dessau. Mit seinen flachwelligen Grundmoränen- und Sandplatten hat er Anteil an den Naturräumen der Leipziger Tieflandsbucht und des Elbe-Mulde-Tieflandes. Die relativ einförmige naturräumliche Ausstattung erfährt eine markante ökologische Bereicherung durch die breite Flußbaue der Mulde mit einer noch reichstrukturierten Auenlandschaft, die in das Biosphärenreservat „Mittlere Elbe“ eingegliedert ist. Während der Westteil des Kreises mit seinen hochwertigen Böden (Löß, Sandlöß) vorwiegend landwirtschaftlich genutzt wird, erstreckt sich im zentralen Teil entlang der Mulde ein zusammenhängendes Industrie- und Siedlungsband mit den Städten Bitterfeld und Wolfen. Hier konzentrieren sich die Großstandorte der chemischen Industrie (Chemie-AG, Filmfabrik Wolfen), die bereits auf eine bis in die 2. Hälfte des 19. Jahrhunderts zurückreichende Industriegeschichte verweisen können.

1.2 Geologischer Überblick

Die geologischen Verhältnisse des Landkreises Bitterfeld werden im Untergrund charakterisiert durch eine mehrere tausend Meter mächtige Folge alter Sandsteine, Tonsteine und Porphyre, die vor über 100 Millionen Jahren abgelagert wurden und heute als feste felsartige Gesteine vorliegen. Ihre Oberkante befindet sich zumeist in einer Tiefe von 80 bis 100 m. Nur in der Umgebung von Muldenstein ragen sie inselartig empor und stehen am Muldetal als Porphyre an.

Diese Festgesteine wurden in einem Zeitraum von mehr als 50 Millionen Jahren abgetragen oder verwitterten zu kaolinreichen Böden, über die im Tertiär, beginnend im Eozän, mehrere Folgen von Lockergesteinen abgelagert wurden, in die die Braunkohlenflöze eingelagert sind, deren Energiepotential die Grundlage für die wirtschaftliche Entwicklung des Bitterfelder Raums bildete.

Der unterste Flözhorizont, das Flöz Bruckdorf, begleitet von Tonen und Sanden, wurde in Senken der alten Landoberfläche abgelagert und ist nur vereinzelt vorhanden. Überlagert wird diese Serie von 15 bis 30 m mächtigen Sanden, die von einem zweiten Braunkohlenhorizont, dem Flöz Gröbers, abgeschlossen werden. Dieser ist bereits weiter verbreitet im Landkreis Bitterfeld, wenn auch seine Mächtigkeit von 1 bis 8 m schwankt. Nach Ablagerung dieses Flözes stieß das Meer aus dem Nordwesten vor und hinterließ als wichtigsten Horizont einen 10-20 m dicken Ton, den sogenannten Rupelton. Dieser ist großflächig in 50-60 m Tiefe vorhanden. Über ihm

folgen 20-30 m mächtige Bitterfelder Glimmersande, ein feinkörniger glimmerführender Sand, der relativ homogen im gesamten Landkreis Bitterfeld in 20-40 m Tiefe angetroffen wird. Auf ihm liegen die Schichten des Bitterfelder Flözhorizonts, die aus mindestens zwei Braunkohlenbänken aufgebaut sind, zwischen denen tonige Schichten lagern. Die zum Teil zehn Meter mächtigen Braunkohlenflöze wurden über viele Jahrzehnte im Tage- und Tiefbau gewonnen. Abgeschlossen werden die Kohlen im östlichen Teil von Bitterfeld durch den Decktonkomplex. Seine Gesteine bildeten die wirtschaftliche Basis für die Bitterfelder Steinzeug- und Klinkerindustrie.

Die Schichtenfolge des Tertiärs wird überlagert durch Ablagerungen des Quartärs, die drei großen Bereichen zugeordnet werden können:

Zum ersten sind es die Ablagerungen der Flüsse. Hierzu gehören alt- bis jungpleistozäne Schotter der Mulde, Elster und Saale, die als sogenannte Hauptterrasse westlicher der Mulde flächendeckend auftreten und die jüngeren Flußkiese der Mulde, die das heutige Tal ausfüllen bzw. als Talsande diese begleiten.

Zum zweiten sind es die Ablagerungen der eiszeitlichen Gletscher. Wichtig sind hier Geschiebemergel und Sande. Erstere sind der Elster- und Saaleiszeit zuzuordnen. Ihre Hauptverbreitung liegt im Süden und Osten des Landkreises. Die Sande lagern zwischen den Geschiebemergeln oder überdecken sie. Auch sind sie in rinnenartigen Strukturen angereichert, die zum Teil 50-70 m tief sind und auch die Braunhohlen durchschneiden.

Zum dritten sind es die jungpleistozänen periglaziären, äolischen Ablagerungen, die heute alle Flächen außerhalb der Flußtäler bedecken und als Geschiebedecksand, Sandlöß oder Löß ausgebildet sind. Sie sind 0,5-3 m mächtig. Auf und in ihnen hat sich in den letzten 12.000 Jahren der heutige Boden entwickelt.

Betrachtet man nur die an der Oberfläche anstehenden Bildungen, so zeigen sich im Südosten des Landkreises weitflächig Geschiebemergel, die von Löß und Sandlöß bedeckt werden, im Westen, Norden und Nordosten eiszeitliche Sande, die von dünnem Geschiebedecksand oder Sandlöß überlagert werden, und von Norden nach Südost verlaufend das Muldetal, in dem unter 1-2 m mächtigen Auelehmen und -tonen Flußkiese und -sande folgen.

1.3 Klimatische Verhältnisse

Das Gebiet um Bitterfeld gehört zum stark kontinental beeinflussten Binnenlandklima, zum Klimabezirk der "Leipziger Tieflandsbucht".

Das Jahresmittel der Lufttemperatur beträgt für das Winterhalbjahr 0 bis -1° C, für das Sommerhalbjahr 18 bis 19° C. Der Jahresdurchschnittswert liegt bei $9,3^{\circ}$ C (Station Bitterfeld) und $8,7^{\circ}$ C (Station Dessau). Bei diesen Mittelwerten muß beachtet werden, daß eine Überlagerung in Stadtgebieten durch die industriebedingte Dunstglocke erfolgen kann. Die mittleren Temperaturen für die Auenlandschaft liegen vermutlich niedriger.

Die mittlere Niederschlagsmenge liegt bei 550 mm, wobei 325 mm für das Sommerhalbjahr, 225 mm für das Winterhalbjahr (mit max. 100 mm Schnee) im 50-jährigen Mittel (1901 bis 1950) berechnet wurden.

Speziell für das Exkursionsgebiet werden für die Stationen

| | |
|-------------------------|--------|
| Bitterfeld-Klimastation | 539 mm |
| Wolfen | 549 mm |
| Sollnitz | 563 mm |
| Dessau | 552 mm |

Niederschlag im 50-jährigen Mittel angegeben.

Im Winterhalbjahr herrschen Winde aus südwestlichen-westlichen Richtungen vor, während im Sommerhalbjahr Westwinde dominieren.

2. Standort Hochkippe Holzweißig/Bitterfeld

Exkursion: Tagebauhochkippe Holzweißig

H. Neumeister, A. Krüger

2.1 Standort

Die Tagebauhochkippe Holzweißig wurde nach dem Jahre 1920 aufgeschüttet. Sie beinhaltet das Aufschlußmaterial der Grube Leopold, einem der ersten größeren Tagebaue im Untersuchungsgebiet Bitterfeld. Das Neben- und Übereinanderkippen von tonigem und sandig-kiesigem Material führte in den folgenden Jahrzehnten zu zahlreichen Rutschungen. Durch die Lage der Tagebauhochkippe in der unmittelbaren Umgebung von Brikettfabriken und Kraftwerken kam es zu einer beträchtlichen Flugaschedeposition. Mächtige Flugascheprofile sind trotz umfangreicher Erdbauarbeiten auf der Kippe heute noch vorhanden und zu besichtigen (Abbildung 1).

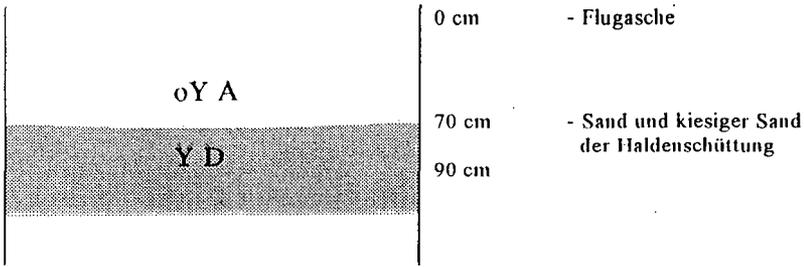
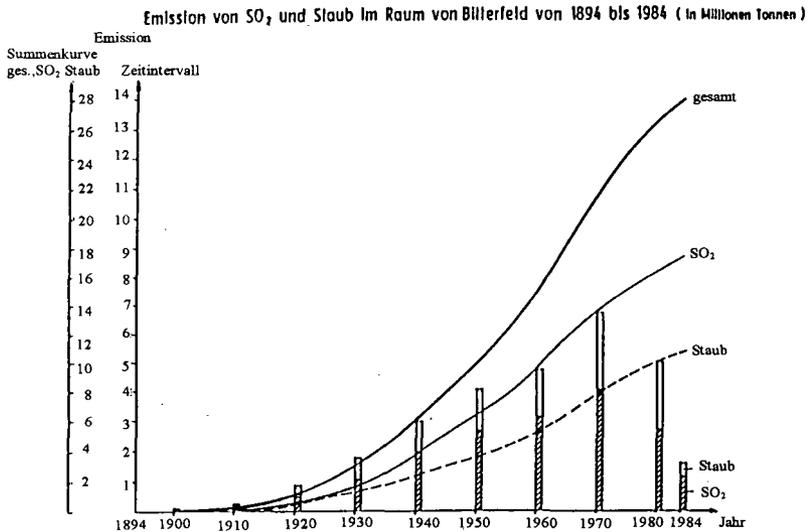


Abbildung 1: Vertikalprofil der Flugasche über Sand und kiesigem Sand der Haldenschüttung

2.2 Bemerkungen zur Flugaschedeposition

Die Flugaschedeposition ist abhängig von der industriellen Produktion und der damit verbundenen Emission von Gas und Staub (Abbildung 2 und 3, Neumeister et al. 1991).



Entwurf Neumeister, H. 1990, nach Angaben von Peklo, P. 1985

Abbildung 2: Emission von SO₂ und Staub im Raum Bitterfeld von 1894 bis 1984 (in Millionen Tonnen). Massebezogen ist die SO₂-Emission größer als die Staubemission. Besonders seit Ende der fünfziger Jahre werden die ungenügenden Filtertechniken für Gas deutlicher als zuvor sichtbar. In den letzten 10 Jahren sind gewisse, jedoch völlig unzureichende Verbesserungen aus dem Histogramm sichtbar (Neumeister et al 1991).

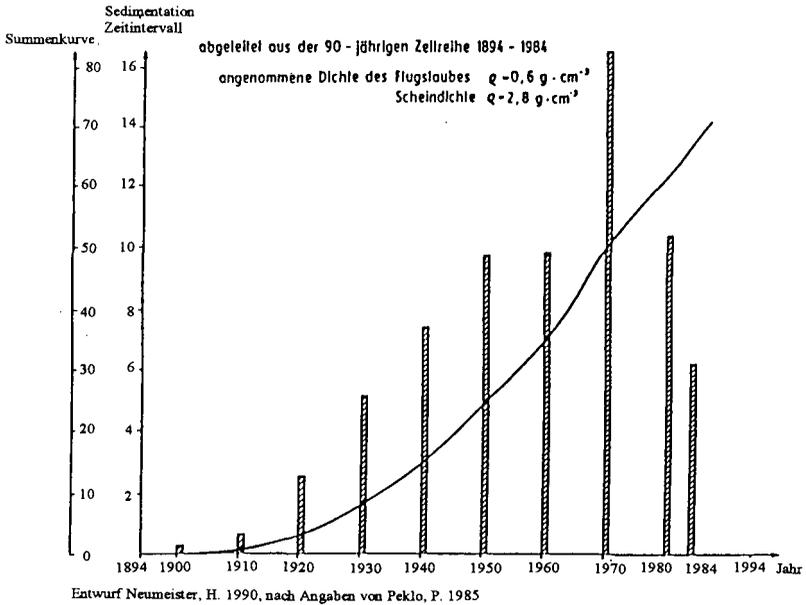


Abbildung 3: Sedimentation von Flugstaub (cm) im Industriegebiet Bitterfeld-Gräfenhainichen, 850 km². Als Mittelwert für eine 850 km² große Fläche ist die in beinahe einem Jahrhundert sedimentierte Staubmenge beträchtlich (Neumeister et al. 1991).

Die chemische Zusammensetzung der Flugaschen ist außerordentlich vielgestaltig. In der Rohbraunkohle ist ein breites Spektrum chemischer Elemente und Verbindungen vorhanden. Im Verbrennungsprozeß kommt es zu einer beträchtlichen Anreicherung von Masse- und Spurenstoffen (Abbildung 4).

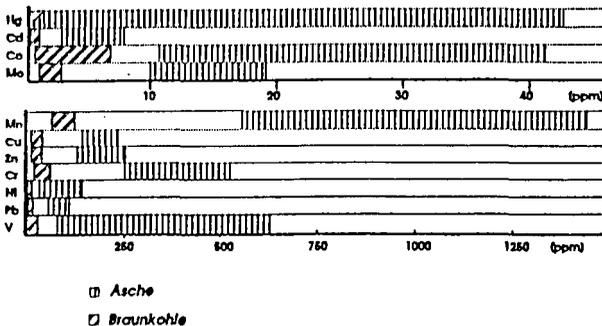


Abbildung 4: Im Verbrennungsprozeß kommt es zu einer beträchtlichen Anreicherung chemischer Elemente in den Aschen.

2.3 Erläuterungen zum Flugascheprofil

Korngrößenzusammensetzung der Flugasche:

Der Vergleich mehrerer Analysen zeigt, daß das Korngrößenspektrum der Flugaschen an diesem Standort eine relativ geringe Variabilität besitzt. Feinsand und Schluff sind etwa mit gleichen Gemengeanteilen vertreten, bisweilen ist der Feinsand geringfügig häufiger. Innerhalb der Schlufffraktion ist der Grobschluff gegenüber dem Mittelschluff dominant (Abbildung 5). Diese Korngrößenzusammensetzung steht offensichtlich in einer engen Beziehung zur unterschiedlichen Entfernung zu den Emittenten und zu den Gesetzmäßigkeiten der Staubausbreitung. Technologische Gesichtspunkte der Stauberzeugung insbesondere für unterschiedliche Korngrößenzusammensetzungen dürften weniger bedeutend sein.

Stoffbestand und Schwermetallakkumulation:

Die Bindungsform und das Migrationsverhalten von Schwermetallen in der Bodenmatrix werden von einigen Bodenparametern direkt oder indirekt beeinflusst. Zu diesen Milieu- und Reaktionsparametern zählen insbesondere der pH-Wert und der Tongehalt. Die Tabelle 1 zeigt die Werteverteilung dieser Parameter im Vertikalprofil des Standortes Halde.

| Horizont | pH | Sand % | Schluff % | Ton % | V-Wert % | S-Wert mval/100g | H-Wert mval/100g | KAK mval/100g |
|-------------------|-----|--------|-----------|-------|----------|------------------|------------------|---------------|
| oY A ₁ | 7,3 | 51,0 | 47,0 | 2,0 | n.b. | n.b. | 30,7 | n.b. |
| oY A ₂ | 5,9 | 48,0 | 49,0 | 3,0 | n.b. | n.b. | 50,8 | n.b. |
| Y D ₁ | 4,5 | 93,1 | 3,4 | 1,2 | 27,0 | 3,2 | 7,5 | 10,3 |
| Y D ₂ | 3,2 | 96,2 | 2,4 | 0,2 | 35,6 | 0,8 | 7,6 | 10,1 |

Tabelle 1: Bodenphysikalische Kenngrößen des Standortes Tagebauhochkippe Holzweißig.

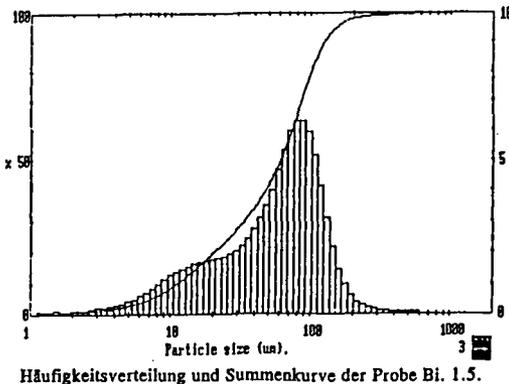


Abbildung 5: Die Korngrößenzusammensetzung der Flugasche ist im Vertikalprofil des Standortes nur gering differenziert.

Als Hauptbestandteil der basischen Flugstäube dominieren Ca, Mg und SO_4^{2-} . Des weiteren weisen sich die Flugstäube insbesondere durch toxische Bestandteile an Schwermetallen und auch As aus. Die Flugascheproben wurden durch Aktivierungsanalyse mit Photonen (Segebadé et al. 1987) hinsichtlich akkumulierter Schwermetalle untersucht. Diese sind in der Tabelle 2 zusammengefaßt und in der Abbildung 6 horizontbezogen im Vergleich zu Referenzdaten (Holländische Liste) dargestellt.

Der Elementgehalt der Flugaschen an Calcium, Magnesium, Eisen und Titan ist bemerkenswert hoch. Die Metalle Calcium und Magnesium wirken aufgrund ihrer hohen Wasserlöslichkeit einer Versauerungstendenz entgegen. Die gefundenen Metallanreicherungen im Vertikalprofil lassen den Schluß zu, daß eine unterschiedliche Migrierfähigkeit und Mobilisierbarkeit in Abhängigkeit von dem Löslichkeitsverhalten zu verzeichnen ist.

| Entnahmetiefe/ Metall | 0-10 cm | 10-17cm | 17-27 cm | 24-37 cm | 37-70 cm | 70-80 cm | 80-90 cm |
|--------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Na | 846.7 | 288.1 | 314.4 | 310.1 | 521.4 | 5793.9 | 3726.6 |
| Mg | 3752.2 | 4083.7 | 4370.0 | 4186.0 | 6793.5 | 3007.8 | 1806.1 |
| Ca | 61407.6 | 84533.8 | 85432.3 | 76635.4 | 79224.8 | 4698.4 | 2515.8 |
| Ti | 2832.2 | 2935.6 | 1583.9 | 2191.2 | 3299.3 | 2281.1 | 1132.2 |
| Cr | 133.1 | 69.6 | 32.5 | 34.9 | 27.3 | / | / |
| Mn | 382.8 | 454.7 | 358.0 | 274.5 | 270.1 | 85.0 | 43.9 |
| Fe | 21395.2 | 41862.6 | 32012.2 | 30501.8 | 34227.4 | 8757.2 | 6704.3 |
| Co | 9.8 | 7.6 | 3.6 | / | / | / | / |
| Ni | 20.0 | 11.9 | 7.4 | 5.7 | 11.3 | 9.6 | 6.2 |
| Zn | 30.2 | 21.7 | 21.5 | 29.8 | 29.5 | 42.8 | 26.3 |
| Ge | 5.3 | 4.5 | 3.1 | 1.5 | 20.1 | 1.1 | 3.6 |
| As | 14.3 | 11.6 | 8.2 | 10.2 | 16.4 | 10.0 | 6.1 |
| Se | 2.9 | 4.6 | 1.3 | 2.4 | / | / | / |
| Rb | 9.3 | 7.3 | 3.5 | 6.2 | 9.7 | 92.4 | 62.3 |
| Sr | 154.1 | 414.7 | 386.0 | 252.3 | 432.1 | / | / |
| Y | 21.5 | 16.8 | 13.6 | 32.1 | 27.7 | 12.5 | 9.5 |
| Zr | 141.3 | 139.2 | 80.6 | 89.1 | 123.4 | 202.0 | 61.3 |
| Nb | 25.8 | 26.2 | 15.6 | 19.4 | 23.3 | 5.1 | 5.2 |
| Mo | 2.9 | 3.0 | 1.5 | 1.8 | 2.2 | 1.1 | 3.0 |

| Entnahmetiefe/ Metall | 0-10 cm | 10-17cm | 17-27 cm | 24-37 cm | 37-70 cm | 70-80 cm | 80-90 cm |
|--------------------------|---------|---------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Ag | 17.7 | 8.0 | 26.3 | 24.4 | 5.0 | 4.1 | / |
| Cd | 23.6 | 15.4 | 7.6 | / | / | / | / |
| Sn | 34.8 | 26.8 | 16.0 | 54.1 | 32.1 | 31.9 | 16.8 |
| Sb | 0.7 | 0.7 | 0.6 | 1.0 | 0.8 | 0.8 | 0.6 |
| Te | 0.6 | 0.3 | / | / | / | / | / |
| Cs | 0.9 | 1.0 | 0.6 | 1.1 | 1.4 | 3.2 | 1.8 |
| Ba | 375.7 | 410.5 | 339.3 | 304.5 | 293.2 | 439.7 | 263.8 |
| Ce | 51.5 | 31.1 | 18.0 | 12.1 | 13.1 | 10.6 | 23.9 |
| Nd | 49.7 | 49.6 | 13.8 | 32.8 | 56.7 | 59.5 | 26.9 |
| Hg | 4.2E-03 | 4E-04 | 2E-03 | 5.3E-03 | 2E-04 | 3E-04 | / |
| Tl | 2.4E-03 | 8.8E-03 | 6E-04 | 5.8E-03 | 3.1E-03 | 4.5E-03 | / |
| Pb | 30.1 | 21.6 | 10.5 | 23.7 | 15.6 | 30.6 | 11.4 |
| U | 1.3 | 1.9 | 1.0 | 1.4 | 1.4 | 1.3 | 0.6 |

Tabelle 2: Metallgehalte (Aktivierungsanalyse mit Photonen) in den Bodenhorizonten des Standortes Halde im Industriegebiet Bitterfeld. Angaben in mg/kg Trockensubstanz.

Die Gehalte der wasserlöslichen Bestandteile (z.B. Natrium) sind in den Flugaschehorizonten des Standortes Halde geringer gegenüber der darunterliegenden Sandschicht; woraus auch im Vergleich mit den essentiellen Bestandteilen der Flugstäube und Sande auf ihre Mobilisierbarkeit geschlußfolgert werden kann. Die höherwertigen Metalle Eisen, Blei, Molybdän und Antimon hingegen sind nur mäßig bis schwer mobilisierbar, was sich auch in ihrer Verteilung im Profil zeigt. Die Sande der Halde Holzweißig sind, wie Sande im allgemeinen, relativ arm an Haupt- und Spurenstoffen. Lediglich Metalle (Fe, Mn u.a.) können örtlich angereichert sein. Des weiteren bedingt das grobe Filtergerüst der Sande einen wasser gebundenen Transfer von Partikeln und Ionen aus darüberlagernden Bereichen in den tieferen Untergrund. Deutlich wird dieses Verhalten im Profil nur durch Calcium abgebildet: Während in der aufliegenden Flugasche Gehalte zwischen 60 und 90 g/kg festgestellt wurden.

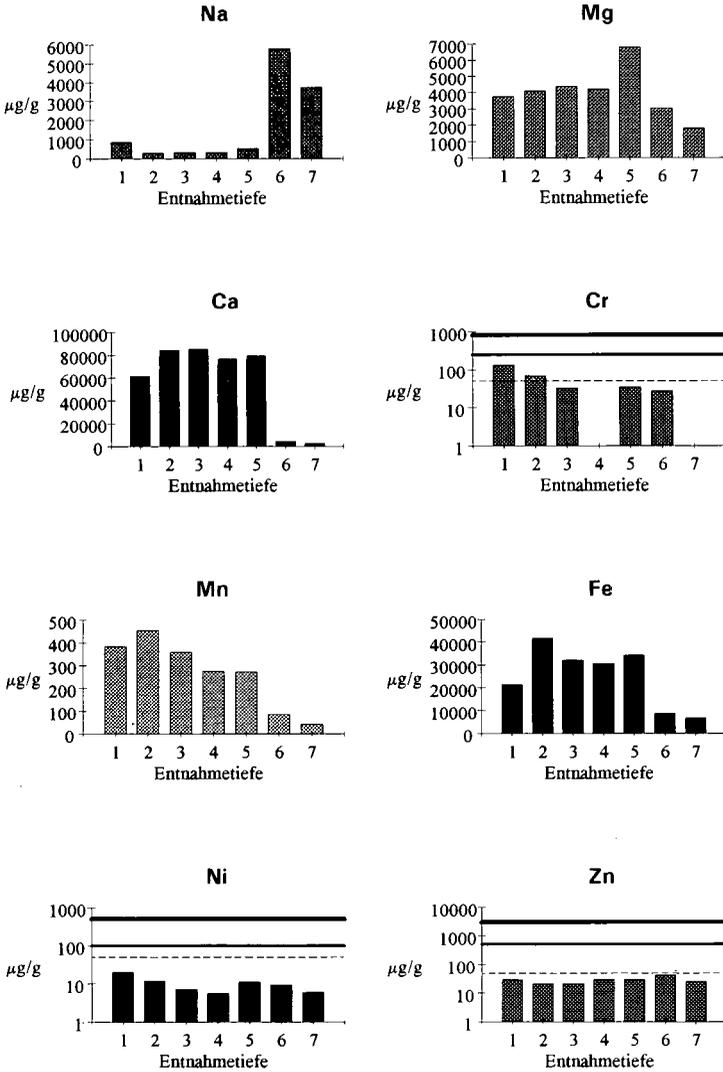


Abbildung 1a: Metallgehalte von Flugascheproben und von Sanden des Vertikalprofils des Standortes Halde im Industriegebiet Bitterfeld im Vergleich zu den Referenzwerten der Holländischen Liste: HLA-Referenzkategorie, HLB-Kategorie für nähere Untersuchungen kontaminierter Böden, HLC-Kategorie für Sanierungsmaßnahmen. Angaben in mg/kg Trockensubstanz. Entnahmetiefen: 1=0-10cm, 2=10-17cm, 3=17-27cm, 4=24-37cm, 5=37-70cm, 6=70-80cm, 7=80-90cm.

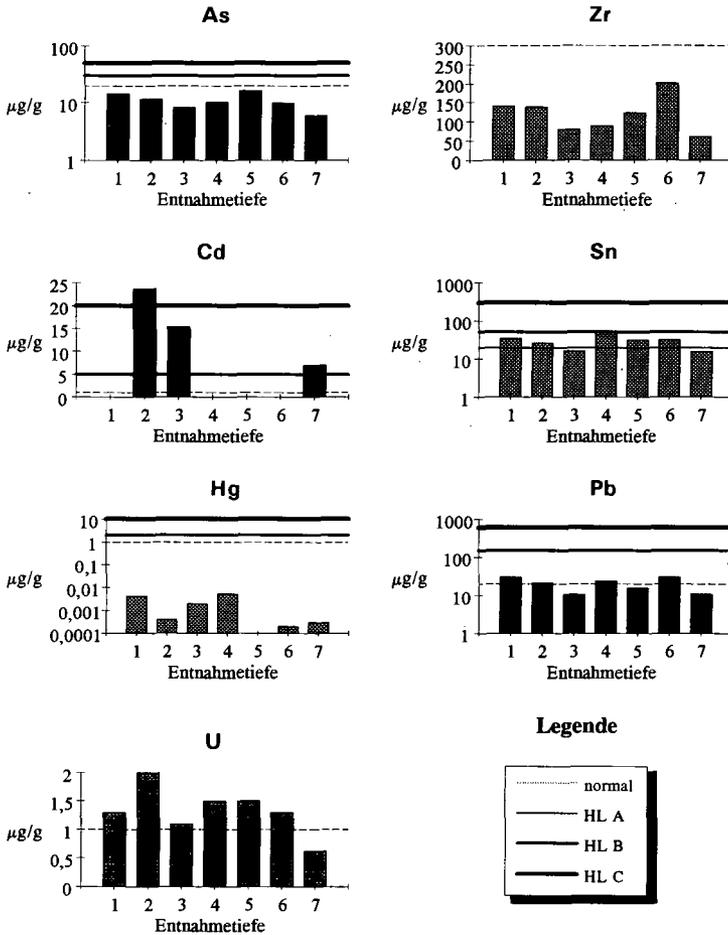


Abbildung 1b: Metallgehalte von Flugascheprobe und von Sanden des Vertikalprofils des Standortes Halde im Industriegebiet Bitterfeld im Vergleich zu den Referenzwerten der Holländischen Liste: HLA-Referenzkategorie, HLB-Kategorie für nähere Untersuchungen kontaminierter Böden, HLC-Kategorie für Sanierungsmaßnahmen. Angaben in mg/kg Trockensubstanz. Entnahmetiefen: 1=0-10cm, 2=10-17cm, 3=17-27cm, 4=24-37cm, 5=37-70cm, 6=70-80cm, 7=80-90cm.

sind es in den Sanden weniger als 5g/kg. Ähnlich liegen die Verhältnisse beim Eisen. Die anderen Elemente zeigen eine solche Verteilung nur sehr undeutlich. Überraschend stehen den in der Flugasche gemessenen <1 g/kg Natrium Werte von 4 und 6 g/kg in den Sanden gegenüber, also eine inverse Tendenz. Auch Mo, Zr, Pb und Zn zeigen eine bemerkenswerte Anreicherung im Sand.

Das Schwermetall Cadmium gehört neben Zink, Mangan und Nickel zu den mobilen, relativ leicht verlagerbaren und verfügbaren Schwermetallen, vor allem in sauren pH-Bereichen. Der Cadmiumgehalt von unbelasteten Böden (1 mg/kg, AbklärV 1992) wird überschritten (Abb.6). Cadmium ist chemisch eng mit Zink verwandt, so daß in Böden normalerweise ein relativ konstantes Zn/Cd Verhältnis von etwa 100 vorliegt (Scheffer, Schachtschabel 1992). Das engere Verhältnis (0,9 bis 3,5) zeigt eine relative Anreicherung von Cadmium gegenüber dem Zink, welche am stärksten in den Flugaschen zu verzeichnen ist. Unter aeroben Bedingungen wird das Verhalten von Cadmium im Boden durch Ad- und Desorptionsprozesse bestimmt und ist pH-abhängig. Mit zunehmendem pH-Wert steigt die durch die Freundlich'sche Adsorptionsisotherme beschreibbare Cd- Adsorption, während die Löslichkeit abnimmt. Neben dieser Bindung an Austauscheroberflächen findet ebenfalls eine sehr langsam ablaufende Diffusion von Cd und auch Zn, Ni u.a. in die Gitterstruktur von Fe- und Mn- Oxiden sowie auch von Tonmineralien statt und führt zur irreversiblen Bindung im Boden. In den Flugaschen der Halde Holzweißig hingegen (Abb. 6) wird auf eine höhere Mobilität von Cd und auch Ni und Mn geschlossen, was sich auch in der Vertikalverteilung im Profil zeigt. Des weiteren steigt die Cd- Löslichkeit infolge Desorption mit zunehmender Konzentration an Alkali- und Erdalkalitionen. Dies konnte wiederum nur in den Flugaschen infolge der hohen Calciumkonzentrationen nachgewiesen werden (Abb. 6). Der größte Teil des Calciums liegt als SO_4^{2-} vor. In den wasserlöslichen Extrakten wurden Sulfatkonzentrationen bis 2000 mg/l gefunden. Auch die Konzentration an Chlorid beeinflusst neben Sulfat die Cadmium-Löslichkeit, da beide stabile lösliche Komplexe mit Cd bilden (Chloro-Cadmium-Komplexe CdCl^+ , CdCl_2 , CdCl_3^- , CdCl_4^{2-}). Bei Anwesenheit von bereits geringen Mengen an Sulfid-Ionen erfolgt eine Cadmium-Immobilisierung durch Ausfällung des sehr schwer löslichen Cadmiumsulfides.

Die Arbeiten wurden in Zusammenarbeit mit der Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung Berlin, Herrn Dr. Ch. Segebade, durchgeführt.

Literatur

- Krüger, A. (1995): Eigenschaften und Dynamik von umweltrelevanten Metallen in Böden und Fließgewässern unter dem Einfluß von Huminstoffen. Dissertation, Universität Leipzig.
- Krüger, A., Schneider, B., Neumeister, H. und Kupsch, H. (1995): Akkumulation und Transport vom Schwermetallen in Böden des Bitterfelder Industriegebietes, Geoökodynamik, Bensheim, im Druck.
- Kupsch, H., Krüger, A., Schulze, D. und Dittmar, T. (1993): Spurenanalytische und Radiotraceruntersuchungen zur Schadstoffmobilisierung durch Huminstoffe. Mitteilg. Deutsch. Bodenkundl. Ges. 71, 249-253.
- Neumeister, H., Franke, Ch., Nagel, Ch., Peklo, G., Zierath, R. und Peklo, P. (1991): Geoökodynamik, Band XII, Bensheim, 1- 40.
- Segebad, Ch., Weise, H.P. and Lutz, G.J. (1987): Photon Activation Analysis, Berlin, New York.
- Segebad, Ch., Krüger, A., Schulze, D., Heller, R., Kupsch, H. (1992): Aktivierungsanalyse von hochbelasteten Bodenproben. Kurzmitteilung in: Jahresbericht der Bundesanstalt für Materialforschung und Prüfung Berlin.

3. Standort Spittelwasser/Muldeae Jefnitz

3.1 Problemstellung

Hochschadstoffbelastete Auenböden, Kontaminationen verursacht durch Abwassereinleitungen der Chemischen Industrie des Raumes Bitterfeld, die Schadstofffracht der Mulde aus Sachsen (Schwermetalle und Arsen) und Depositon von Stäuben über den Luftpfad.

3.2 Naturräumliche Ausgangssituation

Der Standort liegt in der Muldeae innerhalb des durch Deiche eingegrenzten Überschwemmungsgebietes.

Naturräumlich läßt sich der größte Teil der Muldeae der Einheit "Dahlen-Dübener Heiden" zuordnen (MEYNEN und Schmithuesen, 1959 - 1962). Die Muldeae stellt eine ausgeprägte, ebene Flußniederung mit Altwasserarmen, Tümpeln, Stillwasserbereichen, Flutrinnen und Gräben dar. Der Auenbereich ist grundwasserbeeinflußt, unterliegt stärkeren Grundwasserschwan- kungen und wird oberflächlich von mehr oder minder sandigen Auenlehmen überdeckt, die von Schottern und Kiessanden unterlagert werden, in denen Grundwasser zirkuliert. Bei Hochwasser

tritt der Fluß regelmäßig über die Ufer und überschwemmt das eingedeichte Gebiet. Doch auch hinter den Deichen kommt es durch Grabenrückstau und sogenannte "Qualmwasserdurchbrüche" zu Überflurvernässungen land- und forstwirtschaftlicher Nutzflächen.

Auenwiesen mit einzeln stehenden, kräftigen Weiden, Eichen und Auenwälder säumen die Uferbereiche des Flusses.

Natürliche Entwässerungssysteme bilden außer der Mulde das Spittelwasser, der Schlangengraben, die Lobber, die Leine und weitere Bäche, in die direkt die Abwassereinleiter der Industrie münden oder mündeten (z. B. der Schachtgraben).

Der Standort liegt in einer typischen mitteleuropäischen Auenlandschaft, die zwischen Bitterfeld und Dessau 50 km² Fläche bedeckt. Große Teile von ihr wurden unter Natur- und Landschaftschutz gestellt.

Wegen der Artenvielfalt, insbesondere wegen einer Reihe von besonders geschützten Arten der Tier- und Pflanzenwelt, wurde das Gebiet der Unteren Mulde in das Biosphärenreservat "Mittlere Elbe", Teilgebiet "Dessau-Wörlitzer Kulturlandschaft" und „Untere Mulde" aufgenommen.

Zu den geschützten und gefährdeten Arten gehören zum Beispiel die Elbebiber, Fledermausarten, der Schwarzstorch, die Sumpfschildkröte, der Hirschkäfer und andere. Eine Reihe seltener und unter Schutz stehender Pflanzen sind ebenfalls in der Auenlandschaft anzutreffen wie Orchideen (*Orchis mascula*), Wasserfarn, Goldastern und Märzenbecher.

Die Mulde wird (wurde) hauptsächlich landwirtschaftlich genutzt. In den Niederungen wird überwiegend Grünlandwirtschaft (Mähwiesen, Weiden) betrieben, während in den vom Hochwasser weniger beeinflussten Gebieten auch Ackerbau anzutreffen ist.

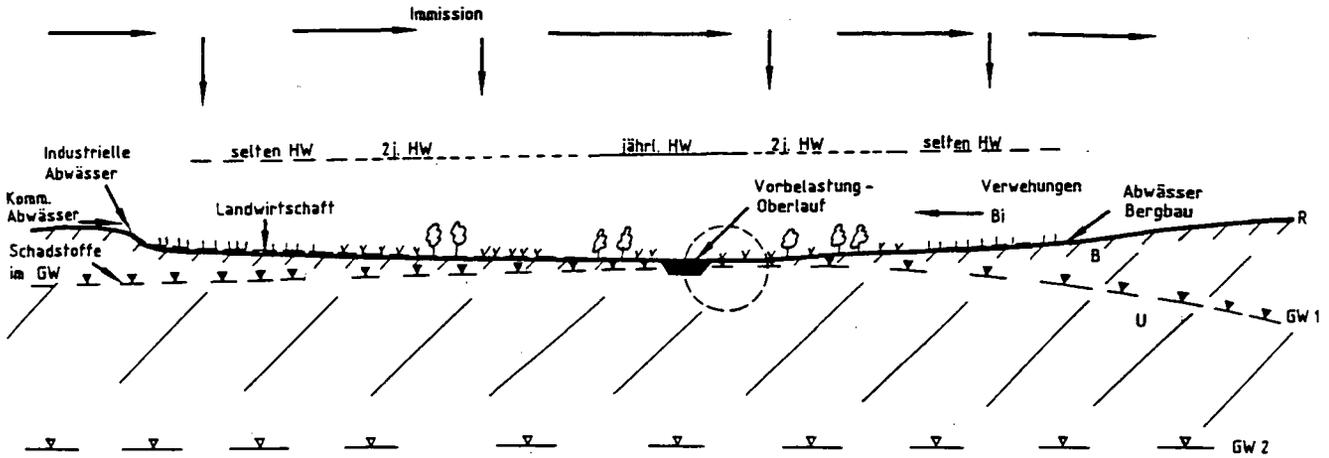
Innerhalb der Mulde liegen die Ortschaften Jeßnitz und Raguhn. Durch Abgrenzung der besiedelten Bereiche mit Deichen werden die Ortschaften nicht von Überschwemmungen betroffen.

Sensible urbane Nutzungen wie Kleingartenanlagen treten in der Nähe der Ortslagen in den Randbereichen zum Überschwemmungsgebiet auf und können teilweise davon beeinflusst werden.

3.3 Eintrag von Schadstoffen

Für den Standort sind drei Quellen charakteristisch und von Bedeutung (siehe Skizze Ökosystem Mulde).

- Erstens* Schadstoffe, die über den Abwasserweg in die Böden gelangt sind (bei Hochwässern und der Ablagerung von Flußschlamm bei Vorflutsanierungen).
- Zweitens* Schadstoffe aus dem oberen Lauf der Mulde, die als Schweb transportiert vorwiegend bei Hochwässern abgelagert wurden und
- Drittens* Schadstoffe, die über den Luftpfad aus der Chemieindustrie eingetragen wurden.



Kompartimente

- Bi - Bios
- B - Boden
- U - Untergrund
- GW - Grundwasser
- W - Oberflächenwasser
- L - Luft
- R - Relief



Die Schadstoffe, die über Abwässer der chemischen Industrie transportiert wurden, gelangten über verschiedene offene und bedeckte Kanäle in die Auenlandschaft. Folgende Stoffe wurden auf diesem Wege entsorgt:

- Quecksilber
- Salze
- alkalische Abwässer (KOH, NaOH)
- saure Abwässer (HCl, H₂SO₄, HNO₃)
- N-Last
- FeO u. a. Schwermetalle (aus Ferrohütte)
- Mn-haltige Schlämme
- Chromlauge
- K-sulfat und -chromat
- Organozinnverbindungen
- Essigsäure
- Ammoniumsulfat, -chlorid, -nitrat
- organische Abwasserlast, Schlämme
- Mecaptorückstände
- Rückstände aus der Wofatitherstellung
(Kupfersulfat, versch. organische Verbindungen u. a.)
- Phenol-Formaldehyd-Harz-Abwasser
- CKW
- Ölspritzmittel (Trizilin, Biphagmittel)
- S-Verbindungen
- chlorierte Aromaten
- Hydrochinon
- Tri- und Dibutylzinnoxid
- und andere toxische Substanzen
- Dioxine, HCH, DDX, Chlorphenole, Chlorbenzole u. a.
organische Verbindungen

Untersuchungen des Schicks des Spittelwassers ergaben 1993 folgende Gehalte (Auswahl):

| <i>Schwermetalle</i> | <i>Maximalwerte</i> |
|--|-----------------------|
| Quecksilber (organ. gebunden) | 740 mg/kg TS |
| Chrom | 1700 mg/kg TS |
| Kupfer | 870 mg/kg TS |
| Blei | 848 mg/kg TS |
| Zink | 2390 mg/kg TS |
| Arsen | 165 mg/kg TS |
| Zinn | 10560 mg/kg TS |
| <i>Organische Schadstoffe</i> | |
| Dioxin | 20300 ng TE BGA/kg TS |
| HCH (α - und β -Isomere) | 1290 mg/kg TS |
| DDX | 400 mg/kg TS |
| PAK | 180 mg/kg TS |
| Chlorphenole | 9420 mg/kg TS |

Eine besonders starke Anreicherung von Schadstoffen ist in kleinen Kügelchen aus Wofatit, einem Wasserreinigungsmittel, enthalten.

Das Unterkorn dieses hochwertigen Ionenaustauschers wurde in Abwasserkanäle entsorgt. Es nahm sofort Schadstoffe aus dem Wasser auf und akkumulierte sie. Anreicherungen von Wofatiten in den Schlickten und Auenböden zeigen heute Schadstoffmaxima an.

Die Schadstofffracht der Mulde wird besonders durch Schwermetalle und Arsen gekennzeichnet. Toxikologisch relevant sind hierbei Cadmium und Arsen.

Die Arsenkonzentrationen im Schlick (Fraktion kleiner als 0,006 mm) schwanken zwischen 300 und 800 mg/kg Trockensubstanz, mit einem Maximum bei 500 mg (Königswasseraufschluß).

Die Cadmiumgehalte erreichen 30-80 mg/kg TS mit einem Maximum bei 50 mg.

Über den Luftpfad gelangten folgende Stoffe in die Böden der Muldeau:

- Staub
- Schwermetalle
- FeO, Fe₂O₃
- Asche
- NaOH-Aerosole
- KOH-Aerosole
- P₂O₅
- NH₃
- NO_x
- SO₂
- H₂S
- Chlor
- HCl
- F-Verbindungen
- CO, CO₂
- organische Verbindungen
(Benzylchlorid, Benzolsäure F)
- organische Schwefelverbindungen
(Thiosulfat, Mercaptotriazine)
- organische Chlorverbindungen
(Chlorbenzol, Chlorkohlenwasserstoffe, Dioxin, HCH)

Quantitativ nachweisbar und von den anderen Quellen eindeutig zu trennen waren sie nur im westlichen Bereich der Aue in unmittelbarer Nähe des "Abstroms" der Chemiebetriebe.

3.4 Bodenkundliche Verhältnisse

Substrattypen

Im Bereich der Muldeau kommen holozäne Auenlehme in großer Verbreitung vor. Geologisch sind sie als Sediment der Überflutungshochwässer sowie als Abtragungsmaterial der Hochflächen aufzufassen. Entsprechend der Kornzusammensetzung lassen sich 5 Fazies unterscheiden:

- | | | |
|------------------------------|--|------------------------|
| - schwach lehmige Sande | | = sandige Fazies |
| - lehmige Sande bis Sandlehm | | |
| - sandiger Lehm | | = bindige Fazies |
| - Lehm | | |
| - sandige Tone bis Tone | | = stark bindige Fazies |
| | | |

Sandige Fazies

Die sandige Fazies ist weniger weit verbreitet. Sie wird vorwiegend in den Strömungsbereichen der Mulde und ihrer Zuflüsse sowie in den Kippenbereichen des Braunkohlenbergbaus angetroffen (Friedersdorf). In den westlichen Randbereichen, vor allem zwischen Wolfen und Bobbau, sind sandigere Böden über quartären Schmelzwassersanden ausgebildet.

Die sandige Fazies des Auenlehms setzt sich vorwiegend aus geschichteten, schwach lehmigen bis stark lehmigen Sanden zusammen, in die manchmal geringmächtige sandige Lehme eingeschaltet sind.

Kornverteilung der Substrattypen

| Substrat | Sand schwach schluffig | lehmiger Sand | sandiger Lehm | Lehm | Ton |
|----------|------------------------|---------------|---------------|------|------|
| Skl | 0,3 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 0,75 |
| GS | 11,7 | 9,3 | 5,2 | 3,2 | 4,2 |
| MS | 41,8 | 36,5 | 17,4 | 7,7 | 7,2 |
| FS | 28,3 | 19,1 | 17,1 | 11,7 | 7,1 |
| GU | 7,6 | 11,3 | 19,0 | 25,6 | 19,8 |
| MU | 3,3 | 6,0 | 13,3 | 19,2 | 17,2 |
| FU | 2,2 | 4,3 | 8,5 | 13,0 | 14,6 |
| T | 5,1 | 13,5 | 19,5 | 19,6 | 30,0 |

Die Bodenfarbe hängt von der unterschiedlichen Grundwasserprägung des Substrates ab und wechselt etwa von graubraun bis braungrau. Manchmal kommen auch dunkelbraune Farbtönungen vor. Das Material ist in unterschiedlicher Tiefe wechselnd rostfleckig und graustreifig, je nach hydromorpher Prägung.

Unter der lockeren Krume, die mitunter an der Basis schon Verdichtungserscheinungen zeigt, ist das Substrat generell verdichtet. Die sandige Ausbildung schwankt in der Mächtigkeit zwischen 4 und > 20 dm, wobei über 20 dm mächtige Decken bei weitem überwiegen. Der Übergang zum unterlagernden Schotter ist scharf und z. T. diskordant. Das Material ist i. a. karbonatfrei und steht in wechselnder Tiefe unter Grundwassereinfluß.

Bindige Fazies

Die bindige (lehmige) Fazies ist weit verbreitet und im gesamten Untersuchungsgebiet anzutreffen. In dieser Fazies sind sandige Lehme erfaßt.

Der bindige Anteil des Substrates liegt im Durchschnitt bei ca. 60 % (Abb. 2).

Das Substrat ist generell dicht gelagert, karbonatfrei, unterschiedlich hydromorph geprägt und von wechselnder Färbung. Hierbei dominieren Brauntöne. Die Farbe wechselt von stark braun über gelblichbraun bis hellbraun.

Auffällig ist, daß die Durchschnittsfärbung der lehmigen Auenprofile überwiegend in diesem Farbspektrum schwankt, was neben dem Eintrag fluviatilen Materials auf einen Abtrag von mehr oder minder braunem Verwitterungsmaterial der Hochflächenböden und dessen Sedimentation in der Aue zurückzuführen ist.

Die Mächtigkeit der Auenlehmdecken schwankt von 4 bis über 20 dm, wobei eine durchschnittliche Mächtigkeit von 7 bis 19 dm sowie eine mittlere Mächtigkeit um 13 dm zu verzeichnen ist (RUSKE, SCHRÖDER, 1991).

Stark bindige Fazies

Die stark bindige Fazies setzt sich aus tonigen Lehmen und Schluffen sowie Tonen zusammen. Der bindige Anteil beträgt im Durchschnitt ca. 80 % (tonige Schluffe/Lehme) bzw. 90 % (Tone).

Während die tonigen Schluffe und Lehme vor allem in der Mulde bei Bitterfeld/Wolfen großflächig verteilt sind, kommt die tonige Fazies nur in einigen kleineren Inseln vor. Das Material ist sehr dicht, karbonatfrei und mehr oder minder grundwasser- und staunässebeeinflußt. Tone sind meist in Mulden, Rinnen und sonstigen Tieflagen abgesetzt worden. Die Mächtigkeit der Auentondecken beträgt zwischen 10 und 20 dm.

Bodentypen

Die Beschreibung erfolgt nach der bodenkundlichen Kartieranleitung (KA 3, Hannover, 1982).

a: Auenböden im engeren Sinne

Hierzu gehört in erster Linie der Bodentyp des **Allochthonen Braunen Auenbodens (A)**, (Allochthone Vega), (Profil Ah-M(-) II G). Unter dem Ah-Horizont folgen eine oder mehrere braune Schichten aus Solumsediment mit z. T. stärker humosen Lagen, die mit der Zeit biogen

vermischt werden können. In Tiefen > 8 dm - 20 dm können grundwasserbeeinflusste Horizonte auftreten.

Der allocthone baune Auenboden tritt in der Muldeaeue nicht in seiner typischen Ausprägung (An), sondern als Übergangstyp zum **Auengley (AG-A)** auf. Das heißt, daß unterhalb des M-Horizontes schon ab 4 dm Tiefe eine deutliche Vergleyung sichtbar ist.

Das drückt sich in der Horizontfolge Ah-M-(MGo) Go-Gr aus. Dieser Bodensubtyp ist auf ungefähr 60 % der Fläche anzutreffen und stellt somit den häufigsten Bodensubtyp im Muldeauenbereich dar.

b: Böden ohne M-Horizont in Talauen

Wichtigster Bodentyp ist hier der **Auengley (AG)**. Er kommt sowohl als Normaltyp (AGn), als auch in mehreren Übergängen zu anderen Typen vor. Im einzelnen sind dies:

- ♦ (Brauner) Auenboden-Auengley (A-AG); Horizontfolge Ah-(M) MGo-(Go) Gr
- ♦ Auenbraunerde-Auengley (AB-AG); Horizontfolge Ah-(Bv) BvGo-(Go) Gr.

Als Varietät tritt randlich ein schwach podsoliger Auengley (pAG) auf.

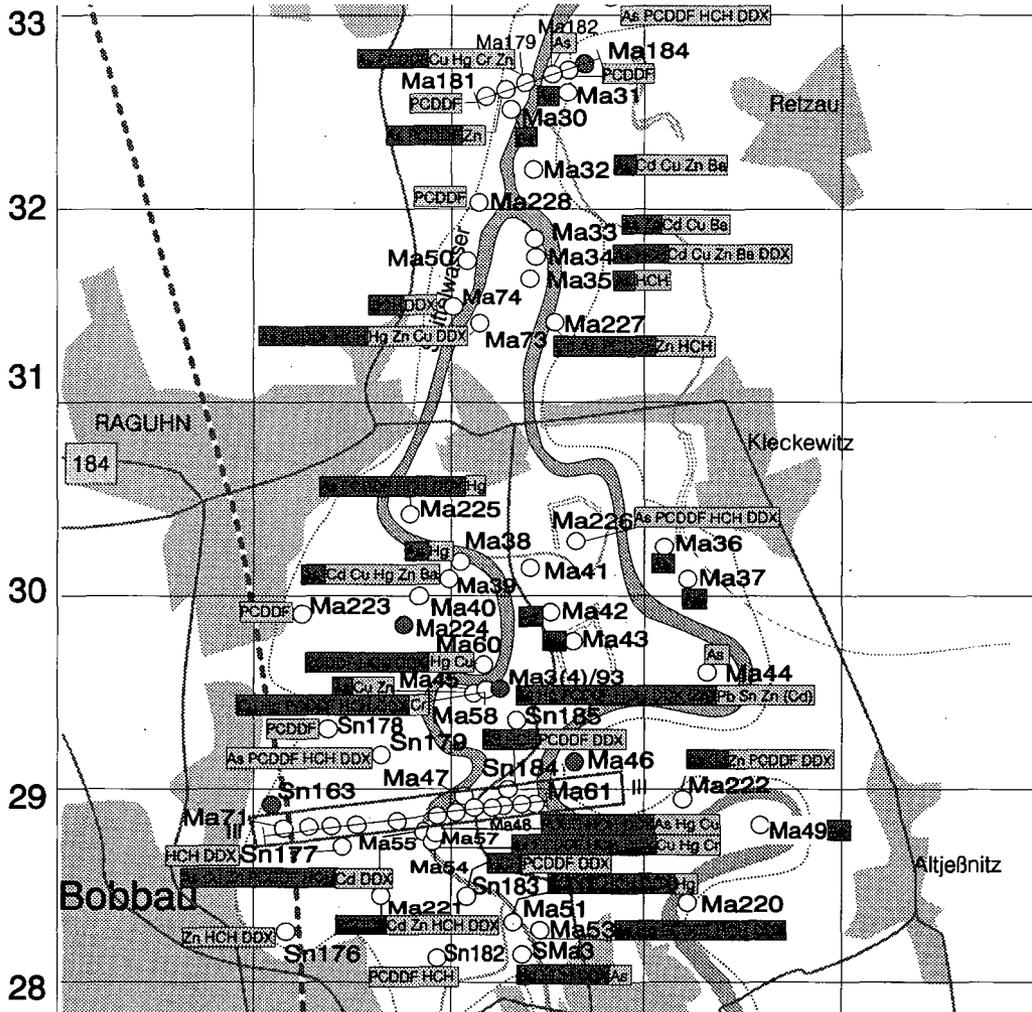
Die beiden Übergangstypen AG-A und A-AG nehmen gemeinsam den größten Teil der kartierten Bodenflächen in Anspruch. Sie unterscheiden sich beide voneinander nur durch die Mächtigkeit des Ah- und M-Horizontes und somit durch die unterschiedliche Ausprägung hydromorpher Merkmale im oberen Profilteil.

Weiterhin kommen im Untersuchungsgebiet Muldeaeue eine Reihe anderer Bodentypen bzw. -subtypen in flächenmäßig geringerer Ausbildung vor.

Auenregosole (AQ) mit der Horizontfolge Ah-C haben sich häufig auf sandigen und sandig-kiesigen, jungen Flußsedimenten entwickelt. Sie weisen meist niedrige Wasser- und Austauschkapazitäten auf. Der Ah-Horizont geht direkt in einen > 3 dm mächtigen Lockergesteinshorizont (hier fluviatile Sande und Kiese) über.

Humusgleye (Gh) kommen im Auenbereich kleinflächig vor. Es handelt sich um grundwasserbeherrschte Böden mit starker, durch den relativen Hochstand des Grundwassers bedingter Feuchthumusakkumulation zwischen 5 und 15 % (Kernzone Biosphärenreservat).

Auf bindigen Substraten sind z. T. **Auenpseudogleye (AS)** oder auch **Haftnässepseudogleye (SH)** bzw. deren Übergänge zu anderen Typen ausgebildet. In Randbereichen der Aue z. B. bei Wolfen kommen Übergänge zu Auenbraunerden (Auenbraunerde-Auengley; AB-AG) vor. Hier ist zwischen Ah-Horizont und Oxidationshorizont Go ein verbraunter Zwischenhorizont ohne Hydromorphiemerkmale (Bv) bzw. ein Übergangshorizont (BvGo) eingeschaltet.



Untersuchungsgebiet Muldeau

Richtwertüberschreitungen der Schadstoffgehalte in den Böden der Muldeau
(Ausschnitt Spittelwasserbereich)

Legende

- Überschreitung des BW III
- ▨ Überschreitung des BW II

3.5.1 Ausgangsparameter

Ausgangsparameter für die flächenhafte Bewertung der Böden

- Schadstoffangebot (Überschwemmungen, Industrieemissionen u. a.)
- Bodeneigenschaften, die zu Anreicherung von Schadstoffen führen
- die nachgewiesene Schadstoffbelastung bezogen auf die Nutzung der Böden
- der Transfer der Schadstoffe.

Im Folgenden soll auf die wichtigsten Ausgangsparameter eingegangen werden.

3.5.1.1 Stoffangebot

Eine Belastung des Bodens kann trotz hoher Sorptionsfähigkeit des Bodens nur bei dem entsprechenden Schadstoffangebot erfolgen. In der Muldeau dominiert das Schadstoffangebot infolge von Überschwemmungen.

Gefährdete Bereiche durch Überschwemmungen

Zur Ermittlung der überschwemmungsgefährdeten Bereiche in der Muldeau wurden auf der Grundlage der topographischen Karte 1 : 10 000 entsprechend der ermittelten Überschwemmungshöhen und -perioden (bezogen auf das Höhenniveau des Muldeufers) sowie einer detaillierten stereoskopischen Bewertung von Luftbildern (Serie 1989) 4 Überschwemmungsstufen ausgehalten:

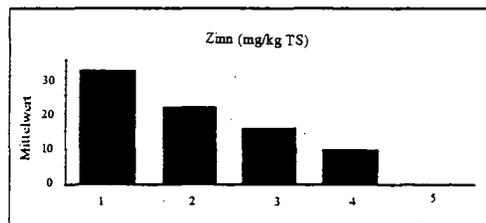
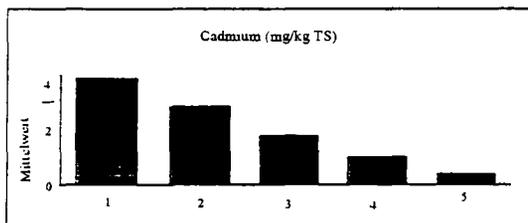
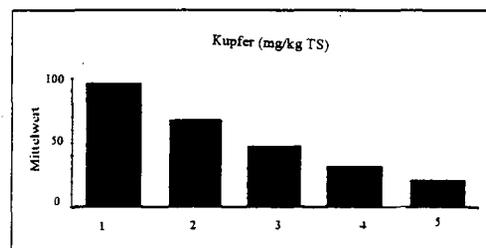
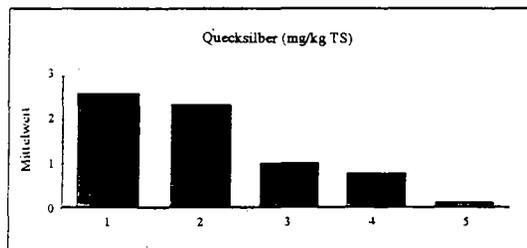
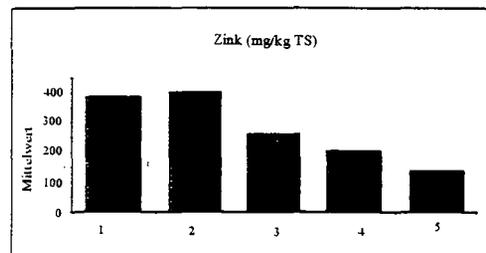
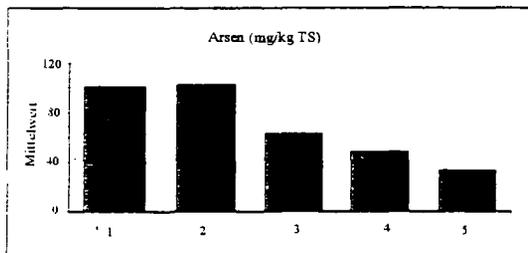
- 0-1 m Stufe 1 jährlich 2-3 Überschwemmungen
- 1-2 m Stufe 2 jährliche Überschwemmungen
- 2-3 m Stufe 3 2-jährige Überschwemmungen
- >3 m Stufe 4 seltene Überschwemmungen.

Die Aufschlußpunkte konnten so den jeweiligen Überschwemmungshöhen zugeordnet werden. Für Bereiche, die außerhalb der aktuellen Überschwemmungen liegen, wurden zusätzliche Verschlüsselungen eingeführt.

Stufe 5 Gebiet wird von Überschwemmungen nicht beeinflusst (Gemeinden Friedersdorf, Mühlbeck, Pouch, Untersuchungspunkte außerhalb der Deiche).

Die statistische Auswertung der Schadstoffgehalte der den verschiedenen Überschwemmungsstufen zugeordneten Beprobungspunkte ergab nachfolgende Ergebnisse:

Belastung des Oberbodenhorizontes durch Schwermetalle in Abhängigkeit von der Überschwemmungsstufe; Untersuchungsgebiet Spittelwasseremündung
Muldemündung



3.5.1.2 Körnungsarten

Für die Bewertung des Zusammenhanges Schadstoffgehalt und Körnungsart wurden die Bodenarten in 5 Körnungsklassen zusammengefaßt

schwach lehmige Sande (S-SI2)

Lehmige Sande bis Sandlehm (SI3-SL)

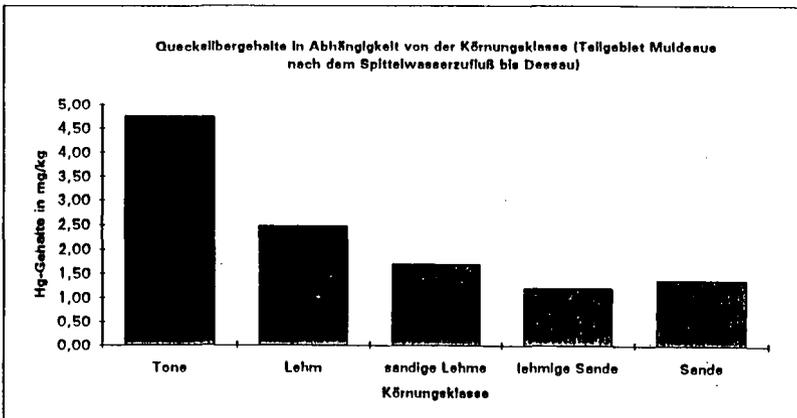
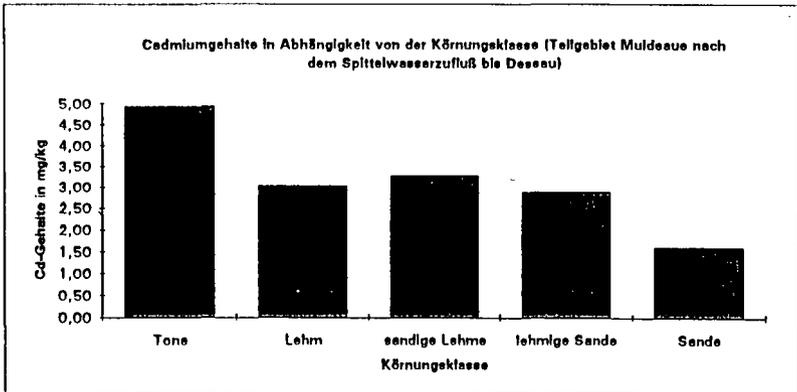
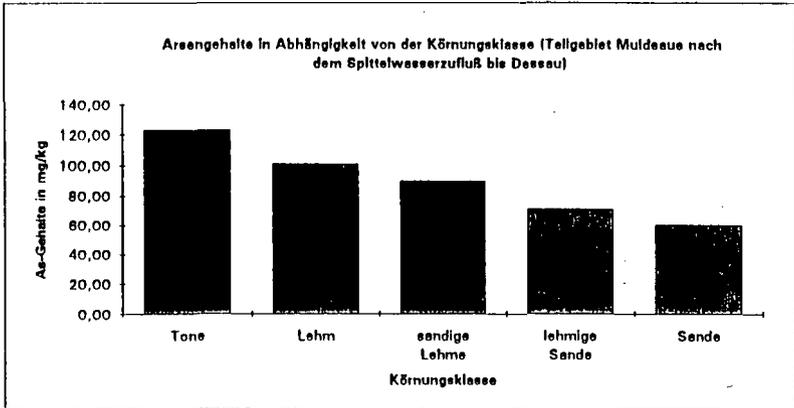
sandige Lehme (sL)

Lehm (L, U)

sandige Tone bis Tone (Ts, Tl, Tu).

Für diese 5 Körnungsarten wurden die mittleren Schadstoffgehalte berechnet. Die einzelnen Körnungsklassen zeigen deutliche Unterschiede in der Schadstoffbelastung.

Elementgehalte in Abhängigkeit von der Körnungsklasse



3. 5.1.3 Humusklassen

Dioxine und Furane werden im Boden durch Humus stark gebunden (BLUME, 1990). Aber auch für die Adsorption anderer organischer Schadstoffe und der Schwermetalle spielt der Humusanteil im Boden eine entscheidende Rolle. Die im Untersuchungsgebiet verbreiteten Bodentypen unterscheiden sich in ihrem Humusanteil merklich.

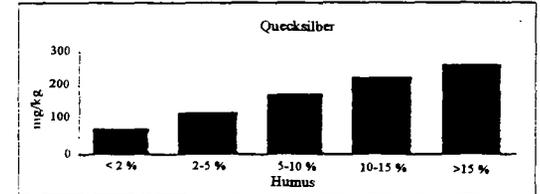
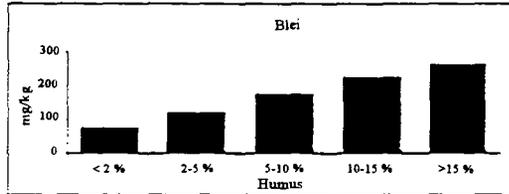
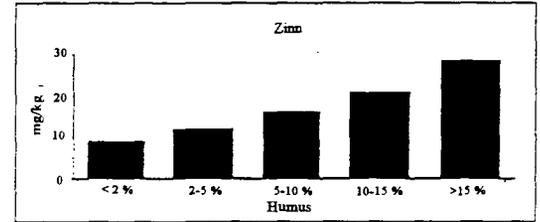
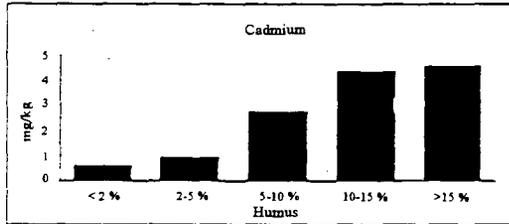
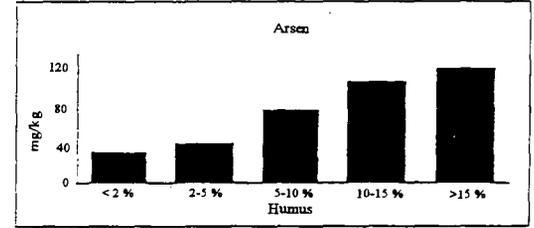
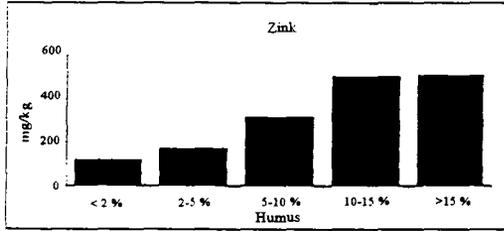
Humusverteilung in den Bodentypen der Muldeae (Angaben in %)

| Bodentyp | Mittelwert | Minimalwert | Maximalwert | Standardabweichung | Anzahl |
|------------------------------------|------------|-------------|-------------|--------------------|--------|
| Auenregosol | 6,09 | 0,34 | 19,31 | 4,69 | 36 |
| Auengley-(Brauner)Auenboden | 7,35 | 0,17 | 23,62 | 4,63 | 158 |
| (Brauner)Auenboden-Auengley | 6,65 | 2,03 | 17,58 | 3,84 | 32 |
| (Brauner)Auenboden-Auenspseudogley | 9,93 | 6,90 | 15,00 | 3,04 | 4 |
| Auenparabraunerde-Auenspseudogley | 2,43 | 1,85 | 2,97 | 0,46 | 3 |
| Auengley | 5,29 | 0,91 | 16,72 | 3,65 | 66 |
| Podsol-Gley | 2,94 | 2,57 | 3,31 | 0,37 | 2 |
| Auftragsboden | 6,93 | 1,07 | 34,36 | 6,83 | 32 |
| Braunerde | 4,01 | 2,48 | 5,37 | 0,95 | 7 |
| Braunerde-Pseudogley | 5,86 | 4,33 | 7,38 | 1,52 | 2 |
| Humusgley | 17,17 | 7,07 | 44,82 | 14,31 | 5 |
| Auenpodsol-Auengley | 3,80 | 2,59 | 5,00 | 1,20 | 2 |
| Auengley-Auenbraunerde | 2,83 | 0,17 | 4,14 | 1,25 | 7 |

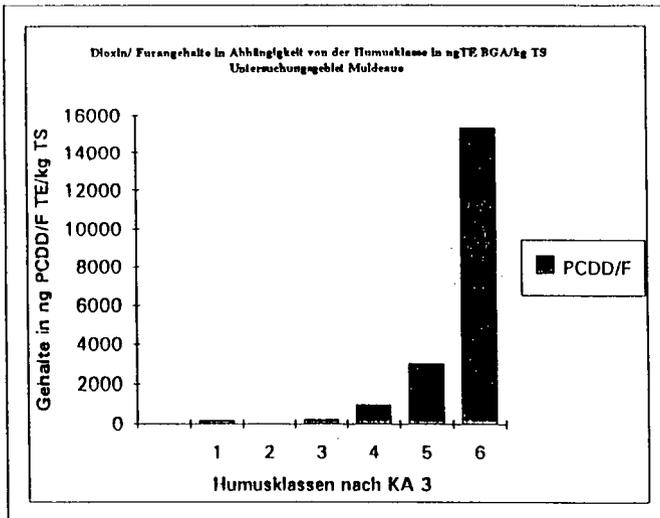
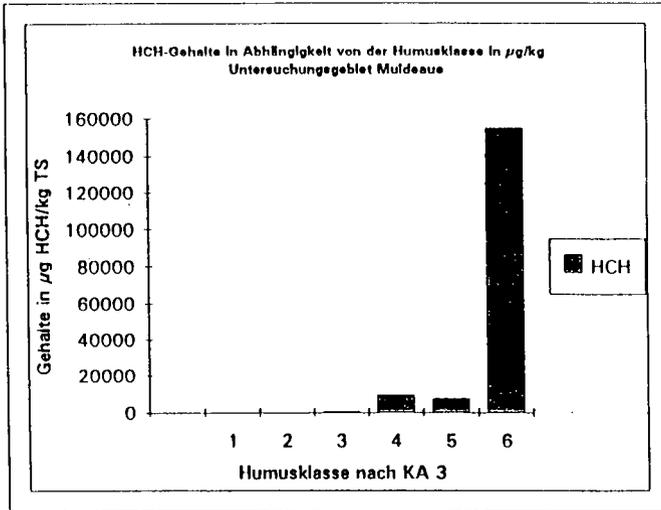
Die ermittelten Humusgehalte wurden entsprechend der „Bodenkundlichen Kartieranleitung“ (1983) in 6 Humusklassen eingeteilt.

Die folgenden Abbildungen zeigen deutliche Zusammenhänge zwischen Humusklasse und Schadstoffen:

Abhängigkeit der Elementgehalte von der Humusklasse (Oberboden)



Abhängigkeit der Gehalte an HCH und Dioxin von der Humusklasse im Oberboden



3.5.2 Bewertungsmodell

Für die Bewertung der Schadstoffbelastung in der Mulde von Dessau vom Eintritt in den Landkreis Bitterfeld bis in den Mündungsbereich bei Dessau sowie der Erarbeitung von Nutzungsvorschlägen für die gesamte Auenlandschaft wurden die folgenden Haupteinflußgrößen ausgewählt:

Überschwemmungsgefährdung
Böden (Humusgehalt und Körnungsart)
aktuelle Schadstoffbelastung
Transfer Boden-Pflanze.

Auf dieser Grundlage wurde ein Bewertungssystem abgeleitet.

In einer ersten Stufe der flächenhaften Bewertung wurden Bereiche potentieller Bodenkontaminationen ermittelt. Ausgangspunkte für diese Darstellung war die Karte der Überschwemmungsstufen als potentieller Schadstoffeintrag. Bei einem hohen Stoffangebot und günstigen Bodenparametern für eine Anreicherung (hoher Ton-, hoher Humusgehalt) sind Bereiche mit einer sehr hohen Bodengefährdungsstufe klassifiziert worden (rote Bereiche). Untergliedert je nach Gefährdungsgrad des Bodens erfolgte die Abstufung der Kontaminationsgefährdung der Aueböden in hoch (orange), mittel (gelb) und gering (grün). In einer nächsten Stufe wurde der Einflußparameter Humusgehalt in die Bewertung einbezogen. Nachfolgende Tabelle gibt eine Zusammenstellung der Einflußfaktoren zur Bewertung der Bodenkontaminationsgefährdung.

In einem nächsten Arbeitsschritt wurde die nutzungsbezogene Schadstoffbewertung der Untersuchungspunkte auf die Flächennutzungskarte eingetragen.

Dazu wurde aus der Karte der nutzungsbezogenen Überschreitung der Bodengehalte eine Bewertungsstufe für den Untersuchungspunkt abgeleitet. Diese setzt sich wie folgt zusammen:

- | | |
|------|--|
| grün | es wurde kein Sanierungsschwellenwert überschritten (entsprechend der Handlungsanleitung für kontaminierte Böden des Landes Sachsen-Anhalt), Prüfwertüberschreitungen traten nur für Einzelparameter auf (ausgenommen Cd und HCH, für die ein hoher Transfer in die Pflanze nachgewiesen wurde); |
| gelb | es traten Prüfwertüberschreitungen für mehrere Parameter bzw. für Cd oder HCH auf / orange traten Prüfwertüberschreitungen für mehrere Parameter und Sanierungsschwellenwertüberschreitungen für Arsen auf; |
| rot | es traten Sanierungsschwellenwertüberschreitungen für einen oder mehrere Parameter (ausgenommen nur Arsen) auf. |

Zusammenstellung der Einflussfaktoren zur Bewertung der Bodenkontaminationsgefährdung

| Überschwemmungsstufe | Substrat | Kontaminations- gefährdung der Böden | Humusgehalt | Gefährdungsstufe! |
|---------------------------|---------------------|---|---------------|-------------------|
| Stufe 1/2 ((sehr) häufig) | Ton | rot | 1 (sehr hoch) | rot |
| | | | 2 (hoch) | rot |
| | | | 3 (niedrig) | gelb |
| | Lehm, sandiger Lehm | orange | 1 (sehr hoch) | rot |
| | | | 2 (hoch) | gelb |
| | | | 3 (niedrig) | gelb |
| | lehmiger Sand, Sand | gelb | 1 (sehr hoch) | gelb |
| | | | 2 (hoch) | gelb |
| | | | 3 (niedrig) | grün |
| Stufe 3 (selten) | Ton | orange | 1 (sehr hoch) | rot |
| | | | 2 (hoch) | gelb |
| | | | 3 (niedrig) | gelb |
| | Lehm, sandiger Lehm | gelb | 1 (sehr hoch) | gelb |
| | | | 2 (hoch) | gelb |
| | | | 3 (niedrig) | grün |
| | lehmiger Sand, Sand | grün | 1 (sehr hoch) | gelb |
| | | | 2 (hoch) | grün |
| | | | 3 (niedrig) | grün |
| Stufe 4 (sehr selten) | Ton | gelb | 1 (sehr hoch) | gelb |
| | | | 2 (hoch) | gelb |
| | | | 3 (niedrig) | grün |
| | Lehm, sandiger Lehm | grün | 1 (sehr hoch) | gelb |
| | | | 2 (hoch) | grün |
| | | | 3 (niedrig) | grün |
| | lehmiger Sand, Sand | grün | 1 (sehr hoch) | gelb |
| | | | 2 (hoch) | grün |
| | | | 3 (niedrig) | grün |



Exkursion**I****Versuchsfelder Halle und Bad Lauchstädt**von
J. Garz¹⁾ und M. Körschens²⁾**Thema:****Dauerversuche zur landwirtschaftlichen Bodennutzung
im Schwarzerdegebiet****Inhalt**

Seite

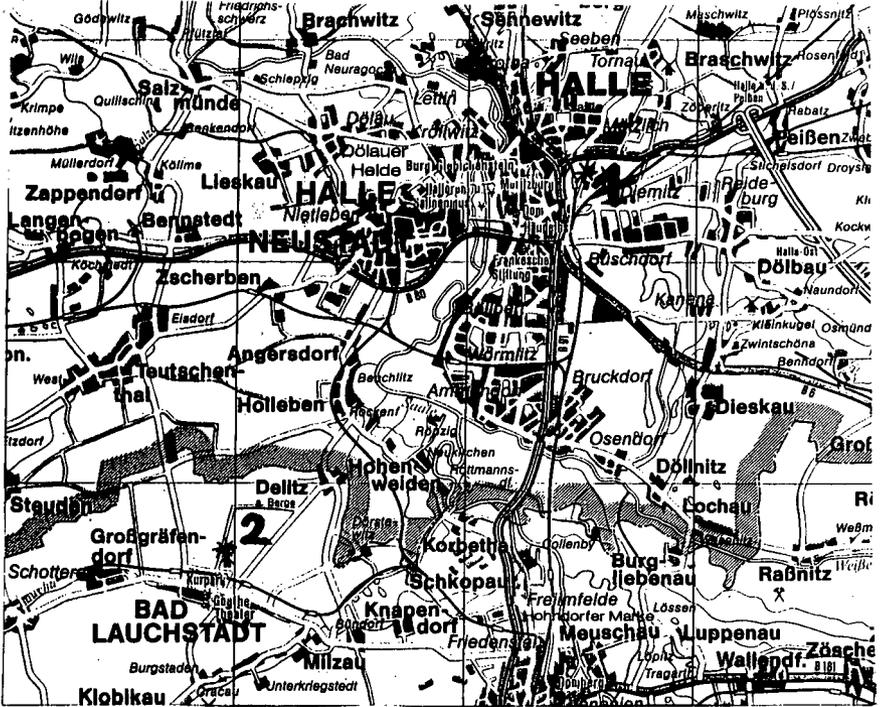
Teil 1:**Das Versuchsfeld der Landwirtschaftlichen Fakultät in Halle
und seine Dauerversuche**

| | |
|--|-----|
| | 375 |
| 1. Standortbeschreibung | 375 |
| 2. Die 5 Dauerversuche | 377 |
| 2.1 „Ewiger Roggenbau“ | 377 |
| 2.2 Kalkdüngungsversuch „Feld A“ | 379 |
| 2.3 K-Düngungsversuch „Feld C“ | 380 |
| 2.4 P-Düngungsversuch „Feld D“ | 381 |
| 2.5 Mineralische und organische Düngung „Feld F“ | 382 |

Teil 2:**Das Versuchsfeld des UFZ - Umweltforschungszentrum in Bad Lauchstädt
und seine Dauerversuche**

| | |
|--|-----|
| | 383 |
| 3. Der Standort Bad Lauchstädt | 383 |
| 4. Die Witterung | 384 |
| 5. Die Versuche | 385 |
| 5.1 Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt | 386 |
| 5.2 Der Statische Düngungsversuch nach Erweiterung der Versuchsfrage 1978 | 387 |
| 5.3 Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV - V 140) | 390 |

¹⁾ Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,
06015 Halle²⁾ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, 06246 Bad Lauchstädt



Die Lage der Versuchsfelder: 1 = Halle 2 = Bad Lauchstädt

Exkursion I Teil 1

Das Versuchsfeld der Landwirtschaftlichen Fakultät in Halle und seine Dauerversuche*

von

H. Stumpe**, J. Garz** und W. Schliephake**

Die Einrichtung des halleischen Versuchsfeldes begann 1866 durch JULIUS KÜHN. Aus dieser Zeit existiert bis heute der Roggen-Monokultur- und Dauerdüngungsversuch 'Ewiger Roggenbau'. Außerdem gibt es noch 4 der 1949 von KARL SCHMALFUSS angelegten 6 Dauerdüngungsversuche, die Fragen der Kalkdüngung (Feld A), der Kalidüngung (Feld C), der Phosphatdüngung (Feld D) und der organischen Düngung im Vergleich zur Mineraldüngung (Feld F) beinhalten. Diese 5 Dauerversuche werden vom Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung wissenschaftlich betreut.

Darüberhinaus werden vom Institut für Acker- und Pflanzenbau und vom Institut für Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz Feldversuche mit Zuckerrüben, Luzerne, Mais und Sonderkulturen durchgeführt.

1. Standortbeschreibung

Das Versuchsfeld befindet sich am nordöstlichen Stadtrand von Halle und umfaßt eine Fläche von etwa 38 ha. Großräumig betrachtet gehört der Versuchsstandort zu dem schmalen, etwa 10-15 km breiten Sandlößstreifen, der sich an der Nordost-Flanke des eigentlichen Lößgürtels befindet. Etwas enger gesehen, liegt das Versuchsfeld auf einer Hochfläche (113 m ü. NN), die sich östlich des Saale- und Götschetals (75 m ü. NN) zwischen Petersberg und Reideniederung in Nord-Süd-Richtung erstreckt. Die Basis dieser Hochfläche bilden Vorschüttande der Saaleeiszeit, die von einer Geschiebemergeldecke überzogen sind. Darüber ist in der Weichseiszeit der Sandlöß in wechselnder Mächtigkeit zur Ablagerung gekommen.

Klima: Der Standort gehört zum Mitteldeutschen Trockengebiet. Im Mittel der Jahre 1851-1950 betrug der jährliche *Niederschlag* in Halle 501 mm. Zwischen 1965 und 1993 belief er sich (im 2,5 km entfernten Zöberitz) allerdings nur auf 469 mm. Die Niederschlagsverteilung weist ein deutliches Sommermaximum auf. Im einzelnen gibt es aber gravierende Abweichungen vom Jahresmittel (z.B. 1982: 258 mm; 1987: 614 mm) und von der mittleren Verteilung.

Die *Lufttemperatur* betrug von 1851-1950 im Jahresmittel 9,2 ° C. In dem etwas weiter vom Stadtkern entfernten Zöberitz wurden seit 1965 im Mittel 9,0 ° C gemessen.

Boden: Der Boden ist eine deutlich degradierte Schwarzerde (Braunschwarzerde bis hin zu Griserde) (FAO: Luvic Phaeozem). Die Sandlößschicht hat eine Mächtigkeit von 80-120 cm. Sie ist von Geschiebemergel unterlagert, in dessen oberen Bereich es sowohl Sandlinsen als auch tonige Schichten gibt.

Innerhalb des Versuchsfeldes variiert die Korngrößenzusammensetzung des Sandlöß beträchtlich. Auf dem sandigen südwestlichen Teil steigt der Sandgehalt bis auf 80% an (Schluff 13%; Ton 7%), während er nach Norden und Nordosten bis auf 45% absinkt (Schluff 40%; Ton 15%). Dementsprechend liegt die Feldkapazität im Mittel der Schicht 0-100 cm (Wurzelbereich) zwischen 0,17 und 0,27 cm³/cm³ und die nutzbare Feldkapazität zwischen 110 auf 180 l/m². Der Grundwasserspiegel befindet sich im Sommer in 2-3 m Tiefe, kann aber in feuchten Jahren ausgangs des Winters kurzfristig bis auf 1m (und teilweise sogar darüber) ansteigen. Der Humusgehalt beträgt im A_p-Horizont 2,5 bis 3,0%, in 60 cm Tiefe etwa 1,2%.

* Lehr- und Versuchsstation der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Julius-Kühn-Straße 24-31, 06112 Halle

** Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, 06015 Halle

Profilbeschreibung: Das nachfolgend beschriebene Profil liegt am nordwestlichen Rand des Versuchsfeldes und repräsentiert die etwas höher gelegenen Flächenanteile.

| | | | |
|-----------------------------------|--------------------------|-------------------------------------|---------------------|
| Profil Versuchsfeld Halle | TK-Nr.: 4537 | R: 44 99560 | H: 57 07060 |
| | Höhe ü. NN: 110 m | Reliefformtyp: KS | Neigung: 0 ° |
| Bodenschätzung: SL3D 56/54 | | Profilaufnahme: M. Altermann | |

| Nr | Horizont | | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------|--------|-------------|-----|------|--|
| | Tiefe (cm) | Symbol | | | | |
| 1 | 5 | Axh1 | 10YR3/2 | h 4 | c 0 | Plattengefüge; sehr stark durchwurzelt; Uls,mG1 (sandig-lehmiger Schluff, sehr schwach mittelkiesig); Fremdmaterialeintrag (Ziegelsplitter, Holzkohlebröckchen) durch Wegebau |
| 2 | 40 | Axh2 | 10YR2/2 | h 3 | c 0 | Plattengefüge; sehr stark durchwurzelt; Krotowinen; Wurzelröhren; Su4,mG1 (stark schluffiger Sand, sehr schwach mittelkiesig); Fremdmaterialeintrag (Ziegelsplitter, Holzkohlebröckchen) durch Wegebau |
| 3 | 80 | Bv-Axh | 10YR3/2-2/3 | h 2 | c 0 | Krümelfüge; mittel durchwurzelt; Krotowinen, Wurzelröhren; Su4,mG1 (stark schluffiger Sand, sehr schwach mittelkiesig); Steinsohle an der Basis |
| 4 | 110 | II Bht | 7,5-10YR4/6 | h 1 | c 1 | Ton-Humusbeläge; Polyedergefüge; schwach durchwurzelt, Wurzelröhren; Sl4,gG2,fO1 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig, sehr schwach steinig) |
| 5 | 150 | elCc1 | 10YR5/6 | h 0 | c 4 | Polyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Wurzelröhren; Ls3,gG2,fO1 (mittel sandiger Lehm, schwach grobkiesig, sehr schwach steinig); Kryoturbationen, Eiskeile |
| 6 | 190 | elCc2 | 10YR4/6 | h 0 | c 4 | Plattengefüge; Rostadern; Sl4,gG2,fO1 (stark lehmiger Sand, schwach grobkiesig, sehr schwach steinig); Kryoturbationen, Eiskeile |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Parabraunerde-Tschernosem (LL-TT);
Substrattyp: Sandlöß über tiefem kiesführenden Lehm
 (aus Geschiebemergel) [p-sö//p-(k)l(Mg)]
Bodenform: Parabraunerde-Tschernosem aus Sandlöß über
 tiefem kiesführenden Lehm (aus Geschiebemergel);
 Symbol: LL-TT.p-sö//p-(k)l(Mg)
TGL 24 300: Bodenform: Sandlößtieflehm Griserde (sö/II)
Standortregionaltyp der MMK: D 6c4
FAO: Luvic Phaeozem

Physikalisch chemische Charakterisierung des Profils auf dem halleschen Versuchsfeld:

| Nr. | Hor. | Tiefe cm | X % | kf* % | dB* g/cm ³ | dF* g/cm ³ | Vol.-Wasser bei pF* | | | | kalk- u. humusfreier Feinboden % | | | | | | |
|-----|--------|-------------|--------|----------|--------------------------|--------------------------|---------------------|------|------|------|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| | | | | | | | - | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | T |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1. | Axh1 | 0-5 | 2 | 22 | 1,50 | 2,49 | 51,0 | 33,6 | 28,9 | 17,8 | 2,9 | 13,2 | 13,8 | 24,2 | 20,2 | 14,0 | 11,8 |
| 2. | Axh2 | -40 | 3 | 4 | 1,79 | 2,54 | 37,8 | 27,7 | 25,2 | 11,8 | 3,7 | 23,0 | 23,1 | 18,2 | 15,3 | 9,4 | 7,5 |
| 3. | Bv-Axh | -80 | 9 | 65 | 1,61 | 2,54 | 30,7 | 27,3 | 22,2 | 10,8 | 3,6 | 23,3 | 22,0 | 23,3 | 12,9 | 8,7 | 6,4 |
| 4. | II Bth | -110 | 13 | 6 | 1,77 | 2,59 | 31,3 | 27,6 | 24,8 | 12,2 | 5,6 | 21,4 | 23,3 | 13,6 | 10,7 | 10,1 | 15,4 |
| 5. | eICc1 | -150 | 13 | 10 | 1,91 | 2,61 | 36,0 | 25,8 | 24,0 | 11,7 | 4,5 | 20,2 | 24,2 | 14,0 | 9,8 | 8,4 | 18,8 |
| 6. | eICc2 | -190 | 5 | 5 | 1,93 | 2,56 | 37,5 | 25,2 | 23,5 | 12,8 | 4,7 | 19,7 | 23,1 | 18,9 | 7,6 | 10,5 | 15,7 |

| Nr. | pH CaCl ₂ | Kalk % | C _{org} % | N _t % | C:N | Fe _o mg/g | Fe _d mg/g | Fe _o / Fe _d | Mn _o mg/g | Al _o mg/g | austb. Kat. cmol _c /kg | | | | | | KAK cmol _c /kg | BS % |
|-----|-------------------------|-----------|-----------------------|---------------------|------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|-------------------------|-------------------------|-----------------------------------|-----|-----|-----|------|------|------------------------------|---------|
| | | | | | | | | | | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | | | |
| 1 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | |
| 1. | 7,0 | 0,2 | 2,7 | 0,170 | 15,6 | 2,26 | 11,8 | 0,19 | 0,49 | 1,16 | 10,4 | 1,6 | 1,4 | 0,3 | 0,0 | 13,7 | 100 | |
| 2. | 7,1 | 0,1 | 1,9 | 0,112 | 16,7 | 1,77 | 7,7 | 0,23 | 0,30 | 0,85 | 7,9 | 0,9 | 0,8 | 0,2 | 0,0 | 9,8 | 100 | |
| 3. | 7,2 | 0,1 | 0,7 | 0,070 | 10,1 | 1,84 | 6,5 | 0,28 | 0,25 | 0,61 | 6,7 | 0,7 | 0,6 | 0,1 | 0,0 | 8,1 | 100 | |
| 4. | 7,5 | 0,3 | 0,3 | 0,039 | 7,4 | 0,41 | 7,2 | 0,06 | 0,20 | 0,60 | 7,2 | 1,0 | 0,5 | 0,1 | 0,0 | 8,8 | 100 | |
| 5. | 7,6 | 14,0 | 0,1 | 0,026 | 6,0 | 0,29 | 5,8 | 0,05 | 0,09 | 0,26 | 5,4 | 1,0 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 6,8 | 100 | |
| 6. | 7,7 | 13,4 | 0,1 | 0,015 | 4,2 | 0,24 | 5,8 | 0,04 | 0,08 | 0,22 | 5,9 | 1,1 | 0,2 | 0,2 | 0,0 | 7,4 | 100 | |

* Die Stechzylinderproben für die Untersuchungen zum Porenvolumen und Bestimmung des kf-Wertes wurden aus der Mitte der angegebenen Horizonte entnommen.

2. Die 5 Dauerdüngungsversuche:

2.1. 'Ewiger Roggenbau'

Der Versuch wurde 1878 von Julius Kühn angelegt und umfaßt 6 Varianten. Die Körnungsanalyse für die Schicht 0-80 cm ergab: 70% Sand, 21% Schluff, 9% Ton. Die nutzbare Feldkapazität in 0-100 cm beläuft sich auf 110 l/m².

Die Roggenmonokultur wird ab 1962 nur noch auf dem südlichen Drittel (Abt. C) der ehemaligen Versuchsfläche betrieben. Auf dem nördlichen Drittel wurde damals eine Maismonokultur (Abt. A) und im mittleren Teil ein Kartoffel-Roggen-Fruchtwechsel (Abt. B) eingeführt. Die Düngung blieb unverändert.

Versuchsplan bis 1990:

| Varianten (Kurzbezeichng.) | Jährliche Düngung in kg/ha * | | | |
|-------------------------------|------------------------------|-------|-------|-------|
| | Stallmist | N | P | K |
| St I | 12 000 | (-60) | (-20) | (-60) |
| PK | - | - | 24 | 75 |
| NPK | - | 40 | 24 | 75 |
| N | - | 40 | - | - |
| U | - | - | - | - |
| ST II (1893-1952)** | 8 000 | (-40) | (-13) | (-40) |

* Die Zahlen in (...) geben die mit dem Stallmist zugeführten Nährstoffmengen an. Der Mineral-N wurde bis 1948 als Ammonsulfat zur Hälfte im Herbst und zur Hälfte im Frühjahr verabfolgt, seitdem werden 15 kg/ha im Herbst als Ammonsulfat und der Rest im Frühjahr als Kalkammonsalpeter gedüngt. K wird als Kainit, P als Thomasphosphat (bis 1925 als Superphosphat) gegeben.

** Ab 1953 ungedüngt.

1990 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

1. Die N-Menge auf der NPK-Variante wurde von 40 auf 60 kg/ha erhöht und damit der bisher im Mittel mit dem Stallmist auf 'St I' ausgebrachten N-Menge angeglichen. Die Stallmistgabe auf 'St I' wird seitdem nach vorausgegangener N-Bestimmung so bemessen, daß darin exakt 60 kg/ha N enthalten sind.
2. Die bisherige N-Variante wurde durch eine St+NPK-Variante ersetzt (Nährstoffmengen wie 'St I' plus 'NPK').

Die nach der Teilung des Versuches ab 1962 erzielten **Erträge** (Tab.1) zeigen, daß der Roggen und der Silomais ähnlich auf die unterschiedliche Düngung reagieren. Bei den Kartoffeln fällt die im Vergleich zu 'St I' überlegene Wirkung der NPK-Düngung (bessere zeitliche Verfügbarkeit des N) auf. Die deutlich höheren Roggenerträge beim Fruchtwechsel gegenüber der Monokultur haben ihre Ursache vermutlich in der Unterbrechung von Infektionsketten (Fußkrankheiten) und in der geringeren Inanspruchnahme des Boden- und Dünger-N durch die Kartoffel.

Die düngungsbedingten Unterschiede im **Humus- und Nährstoffgehalt des Bodens** haben sich bei der Roggenmonokultur im wesentlichen bereits in den ersten Versuchsjahrzehnten herausgebildet.

Zu weiteren Änderungen kam es ab 1962 (Tab.2). Die stärkste Abnahme des Humusgehaltes zeigte sich auf der Variante, die zum Zeitpunkt des Überganges zum Fruchtwechsel den höchsten Gehalt aufwies (St I).

Tabelle 1: 'Ewiger Roggenbau'. Erträge nach 1962 (in dt/ha für 'St I' und relativ dazu für die übrigen Varianten)

| Versuchs- abschnitte | Zahl der Jahre | Düngungsvarianten | | | | | | |
|--|----------------------|-------------------|---------|----|-----|----|----|-------|
| | | St I*) dt/ha | St I | U | NPK | PK | N | St II |
| | | | relativ | | | | | |
| Abt. C Roggenmonokultur**) | | | | | | | | |
| 1962-68 | 3 | 33,3 | 100 | 40 | 90 | 73 | 64 | 60 |
| 1969-78 | 5 | 28,0 | 100 | 42 | 99 | 72 | 61 | 66 |
| 1979-88 | 5 | 31,4 | 100 | 51 | 96 | 60 | 66 | 58 |
| Abt. B Kartoffel-Roggen-Fruchtwechsel | | | | | | | | |
| a) Roggen | | | | | | | | |
| 1962-68 | 3 | 37,9 | 100 | 57 | 109 | 92 | 88 | 57 |
| 1969-78 | 5 | 40,6 | 100 | 62 | 96 | 78 | 81 | 62 |
| 1979-88 | 5 | 46,5 | 100 | 54 | 95 | 60 | 73 | 69 |
| b) Kartoffeln | | | | | | | | |
| 1962-68 | 4 | 190 | 100 | 36 | 114 | 78 | 54 | 77 |
| 1969-78 | 5 | 101 | 100 | 39 | 131 | 68 | 70 | 62 |
| 1979-88 | 5 | 123 | 100 | 45 | 123 | 57 | 64 | 67 |
| Abt. A Maismonokultur | | | | | | | | |
| 1962-68 | 7 | 330 | 100 | 40 | 99 | 66 | 70 | 66 |
| 1969-78 | 10 | 291 | 100 | 39 | 94 | 61 | 54 | 62 |
| 1979-88 | 10 | 289 | 100 | 40 | 92 | 56 | 54 | 52 |

*) Aus den TM-Erträgen berechnet unter Zugrundelegung folgender TM-Gehalte: Roggenkörner 86%, Kartoffelknollen 25%, Silomais 25%

**) Mittelwerte der Kornerträge von den Jahren, in denen auch auf der Abt. B Roggen angebaut wurde.

Tabelle 2: 'Ewiger Roggenbau'. C- und N-Gehalte, pH-Werte, DL-P- und -K-Gehalte (mg/100g Bo.) des Bodens (0-20 cm). (Mittelwerte aus Untersuchungen von 1984-1987)

| | Düngungsvarianten | | | | | | Mittel |
|--|-------------------|------|------|------|------|-------|--------|
| | St I | NPK | U | PK | N | St II | |
| Abt. C Roggenmonokultur | | | | | | | |
| % C | 1,73 | 1,41 | 1,29 | 1,32 | 1,39 | 1,45 | 1,43 |
| mg N | 117 | 80 | 73 | 82 | 80 | 89 | 87 |
| C/N | 14,8 | 17,6 | 17,7 | 16,1 | 17,4 | 16,3 | 16,4 |
| pH | 6,2 | 6,2 | 5,9 | 6,4 | 5,4 | 5,9 | 6,0 |
| DL-P | 15,5 | 15,6 | 5,3 | 22,7 | 4,7 | 7,9 | 12,0 |
| DL-K | 21 | 20 | 5 | 28 | 6 | 11 | 15 |
| Abt. B Kartoffel-Roggen-Fruchtwechsel | | | | | | | |
| % C | 1,53 | 1,30 | 1,24 | 1,28 | 1,29 | 1,40 | 1,34 |
| mg N | 106 | 79 | 76 | 74 | 73 | 84 | 82 |
| C/N | 14,4 | 16,5 | 16,3 | 17,3 | 17,7 | 16,7 | 16,3 |
| pH | 6,0 | 5,8 | 5,8 | 6,2 | 5,3 | 5,7 | 5,8 |
| DL-P | 11,6 | 12,0 | 4,1 | 19,2 | 3,6 | 4,8 | 9,2 |
| DL-K | 16 | 14 | 4 | 21 | 4 | 5 | 11 |
| Abt. A Mais-Monokultur | | | | | | | |
| % C | 1,66 | 1,37 | 1,22 | 1,28 | 1,32 | 1,37 | 1,37 |
| mg N | 117 | 82 | 74 | 77 | 78 | 83 | 85 |
| C/N | 14,2 | 16,7 | 16,5 | 16,6 | 16,9 | 16,5 | 16,1 |
| pH | 6,0 | 5,9 | 5,7 | 6,3 | 5,5 | 5,6 | 5,8 |
| DL-P | 13,0 | 13,3 | 3,3 | 18,9 | 2,9 | 4,2 | 9,3 |
| DL-K | 13 | 10 | 5 | 16 | 5 | 5 | 9 |

2.2. Kalkdüngungsversuch 'Feld A'

Korngrößenzusammensetzung des Bodens in 0-60 cm: S 55%, U 31%, T 14%.

Versuchsfrage: Einfluß unterschiedlicher Kalkmengen auf Boden und Pflanze (bei 'mit' und 'ohne' P-Düngung).

Fruchtfolge: 2 x drei Jahre: Ackerbohnen - Z. Rüben - So. Gerste
Ackerbohnen - Kartoffeln - So. Gerste

Kalkung: (jedes 3. Jahr nach So. Gerste) 0 5 10 20 dt CaO/ha als CaCO₃

Trotz der deutlichen pH-Unterschiede - vor allem in der Krume (Tab.3) - sind die Ertragsunterschiede der angebauten Kulturpflanzen relativ gering (hier nicht mitgeteilt). Erklärlich wird das vor allem dadurch, daß in der Krume nach 40 Jahren ohne Kalkung der pH-Wert 5 noch nicht unterschritten wurde und im Unterboden die Werte ansteigen.

Tabelle 3: Wirkung der Kalkdüngung auf den pH-Wert (0,1 N KCl)

| Termin | Tiefe | dt CaO/ha | | | |
|----------------|----------|-----------|-----|-----|-----|
| | | 0 | 5 | 10 | 20 |
| Versuchsbeginn | 0-20 cm | 6,1 | 5,9 | 6,0 | 5,9 |
| Nach 15 Jahren | 0-20 cm | 5,4 | 5,7 | 6,5 | 7,2 |
| Nach 30 Jahren | 0-20 cm | 5,3 | 5,8 | 6,7 | 7,1 |
| | 20-40 cm | 6,0 | 6,3 | 6,8 | 7,0 |
| | 40-60 cm | 6,9 | 7,2 | 7,2 | 7,2 |
| Nach 40 Jahren | 0-20 cm | 5,0 | 5,7 | 6,8 | 7,4 |
| | 20-40 cm | 5,8 | 6,3 | 7,0 | 7,3 |
| | 40-60 cm | 7,2 | 7,2 | 7,3 | 7,4 |

Die potentielle KAK (nach MEHLICH bei pH 8,1) beträgt etwa 13 mval (Tab. 4). Die effektive KAK weist den pH-Werten entsprechende Unterschiede auf. Das trifft auch für die H-Werte und die Basensättigung zu. Die C-Gehalte sind bei niedrigem pH leicht erhöht (in der Krume signifikant).

Tabelle 4: Kationenaustauschkapazität und H-Wert (nach MEHLICH), Basensättigung (nach KAPPEN) und C-Gehalte in Abhängigkeit von der Kalkdüngung

| Untersuchungsjahr | Tiefe | dt CaO/ha | | | |
|---|----------|-----------|------|------|------|
| | | 0 | 5 | 10 | 20 |
| Potentielle KAK in mval je 100 g Boden (nach MEHLICH, gepuffert, pH 8,1) | | | | | |
| 1962 | 0-20 cm | 13,1 | 13,0 | 13,1 | 12,9 |
| 1988 | 0-20 cm | 12,8 | 12,7 | 13,0 | 13,0 |
| | 20-40 cm | 11,7 | 11,6 | 11,5 | 11,6 |
| | 40-60 cm | 11,8 | 11,5 | 10,6 | 11,0 |
| Effektive KAK in mval je 100 g Boden (Ungepuffert, mit CaCl₂, Aust. mit NaCl) | | | | | |
| 1988 | 0-20 cm | 8,3 | 9,0 | 10,4 | 11,6 |
| H-Wert in mval je 100 g Boden | | | | | |
| 1962 | 0-20 cm | 3,3 | 2,8 | 1,8 | 0,9 |
| 1988 | 0-20 cm | 5,4 | 4,3 | 2,5 | 0,7 |
| | 20-40 cm | 3,2 | 2,6 | 1,5 | 0,4 |
| | 40-60 cm | 0,5 | 0,5 | 0,3 | 0,0 |
| Basensättigung in % | | | | | |
| 1962 | 0-20 cm | 75 | 78 | 87 | 93 |
| 1988 | 0-20 cm | 58 | 66 | 81 | 95 |
| | 20-40 cm | 73 | 78 | 87 | 97 |
| | 40-60 cm | 96 | 96 | 97 | 100 |
| C-Gehalte in % | | | | | |
| Ø 1977-79 | 0-20 cm | 1,46 | 1,41 | 1,39 | 1,40 |
| | 20-40 cm | 1,11 | 1,12 | 1,08 | 1,08 |
| | 40-60 cm | 0,81 | 0,77 | 0,75 | 0,73 |

2.3. K-Düngungsversuch 'Feld C'

Korngrößenzusammensetzung des Bodens in 0-60 cm: S 54%, U 30%, T 16%.

Versuchsfrage: Wirkung unterschiedlicher K-Düngermengen und K-Düngerformen auf Boden und Ertrag.

Fruchtfolge: Zuckerrüben-Sommergerste-Kartoffeln-Silomais-Sommerweizen

Düngung (kg/ha):

| K-Düngermengen | | K-Düngerformen | |
|---------------------|------------------------|--------------------------------|----------------------------|
| Getreide kg/ha K | Hackfrüchte kg/ha K | Getreide 80 kg/ha K | Hackfrüchte 160 kg/ha K |
| 0 | 0 | Kainit | |
| 40 | 80 | 50er Kali | |
| 80 | 160 | K ₂ SO ₄ | |
| 160 | 320 | Mg-Kali | |

Das unterschiedliche K-Aneignungsvermögen (gilt auch für den K-Bedarf) und die teilweise vorhandene Chloridempfindlichkeit der angebauten Kulturpflanzen läßt sich aus den Erträgen (Tab.5) ableiten.

Tabelle 5: Erträge der Haupternteerzeugnisse in dt/ha bei den einzelnen Kulturpflanzen. Futterrüben, Zuckerrüben, Kartoffeln, Silomais in dt/ha TM; Körnererbsen, Sommergerste, Sommerweizen in dt/ha bei 86% TM

| Fruchtart | Jahre | K-Düngermengen | | | | K-Düngerformen | | | |
|------------|---------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|------|--------------------------------|---------|
| | | K ₀ | K ₁ | K ₂ | K ₄ | Kainit | KCl | K ₂ SO ₄ | Mg-Kali |
| F-Rüben | 1970-84 | 63,7 | 80,9 | 94,7 | 103,0 | 97,1 | 87,3 | 89,7 | 97,4 |
| Z-Rüben | 1985-93 | 64,6 | 90,2 | 100,6 | 109,2 | 96,8 | 96,6 | 96,0 | 104,2 |
| Kart. | 1970-93 | 49,7 | 63,8 | 72,8 | 73,1 | 68,9 | 73,2 | 73,4 | 72,3 |
| S-Mais | 1988-93 | 110 | 119 | 120 | 124 | 122 | 129 | 126 | 127 |
| Kö-Erbisen | 1970-86 | 23,8 | 26,4 | 28,5 | 27,9 | 26,4 | 27,3 | 27,6 | 27,2 |
| S-Gerste | 1970-93 | 45,1 | 50,8 | 51,5 | 51,5 | 51,5 | 51,7 | 51,0 | 51,0 |
| S-Weizen | 1970-93 | 51,1 | 53,1 | 51,7 | 51,2 | 54,1 | 55,1 | 54,8 | 54,8 |

Aus Tabelle 6 geht hervor, daß bei Unterlassung der K-Düngung etwa 65 kg K/ha/Jahr nachgeliefert werden. Bei K₂ beträgt die K-Nachlieferung nur noch 14 kg/ha.

Tabelle 6: Vergleich der zugeführten und entzogenen K-Mengen im Mittel der Jahre 1977 bis 1992 (Angaben in kg/ha K)

| | K ₀ | K ₁ | K ₂ | K ₄ |
|--------------------------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Jährliche K-Zufuhr | 0 | 56 | 112 | 224 |
| Jährlicher K-Entzug | 65 | 91 | 126 | 150 |
| Zufuhr minus Entzug | -65 | -35 | -14 | +74 |
| DL-K (mgK/100g Bod. in 0-20cm) | 4,2 | 5,6 | 9,8 | 18,2 |

2.4. P-Düngungsversuch 'Feld D'

Korngroßenzusammensetzung des Bodens in 0-60 cm: S 58%, U 28%, T 14%.

Versuchsfrage: Wirkung von 3 P-Düngermengen (jährlich 0 15 45 kg P/ha und 3jährig 0 45 135 kg/haP) sowie von 3 P-Düngerformen (Thomasphosphat, Superphosphat, Alkalisinterphosphat) auf Boden und Ertrag.

Fruchtfolge: Luzerne-Luzerne-Kartoffeln-Winterroggen-Zuckerrüben-Sommergerste

Nach etwa 20 Versuchsjahren traten erste geringe Ertragsunterschiede zwischen den 'ohne' und 'mit' P gedüngten Varianten auf. Danach nahmen diese Unterschiede zu; sie lagen aber in den letzten beiden Rotationen noch unter 8 GE/ha. Von den angebauten Kulturpflanzen reagierten auf die P-Düngung vor allem die Luzerne im Ansaatzjahr und die Kartoffel.

Der Vergleich der zugeführten und entzogenen P-Mengen (Tab.7) weist auf das hohe P-Nachlieferungsvermögen des halleschen Standortes hin.

Tabelle 7: Vergleich der zugeführten und entzogenen P-Mengen für die Jahre 1977 bis 1994 im Mittel der 3 P-Düngerformen bei jährlicher P-Düngung

| | | P ₀ | P ₁ | P ₃ |
|-------------------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
| Jährliche P-Zufuhr | kg/ha P | 0 | 15 | 45 |
| Jährlicher P-Entzug | kg/ha P | 22 | 23 | 25 |
| Zufuhr minus Entzug | kg/ha P | -22 | -8 | +20 |
| DL-P (Mittel 1991 u.93) | mgP/100g Bod. | 3,1 | 4,9 | 8,8 |

2.5. Mineralische und organische Düngung 'Feld F'

Korngrößenzusammensetzung des Bodens in 0-60 cm: S 54%, U 37%, T 9%.

Versuchsfrage: Dieser Versuch besteht aus 6 Abteilungen in denen die mineralische Volldüngung (NPK) mit Nährstoffmangelvarianten (0, NK, PK) verglichen und die Wirkung von Stroh- und Stallmistdüngung allein und in Kombination mit Mineraldüngung geprüft wird.

Fruchtfolge: Kartoffeln-Winterweizen-Silomais-Sommergerste-Zuckerrüben-Sommerweizen.

Auf die vielfältigen Ergebnisse kann hier nicht näher eingegangen werden. Bemerkenswert ist allerdings, daß insgesamt gesehen auf dem halleschen Standort die organische Düngung (Stroh und Stallmist) nur zu geringfügig höheren Erträgen (3-6%) und Humusgehalten im Boden führt.

Abschließend soll darauf hingewiesen werden, daß die angeführten Dauerversuche die Möglichkeit bieten, über Nährstoffbilanzen und Untersuchungen an den tieferen Bodenschichten Einblicke in die langfristige Düngerausnutzung sowie das Nährstofffestlegungs- und -nachlieferungsvermögen der Böden im Wurzelraum zu gewinnen. Die über 45 Jahre verschieden behandelten Varianten können als unterschiedliche Agroökosysteme betrachtet werden, deren Untersuchung auch aus ökologischer Sicht sinnvoll ist. Unter diesem Gesichtspunkt haben die Versuche auch heute ihre aktuelle Bedeutung.

Exkursion I - Teil 2

Das Versuchsfeld des UFZ - Umweltforschungszentrums in Bad Lauchstädt und seine Dauerversuche

M. Körschens und A. Pfefferkorn

3. Der Standort Bad Lauchstädt

Das Versuchsfeld Bad Lauchstädt liegt am Rande der Querfurter Platte und gehört zum Schwarzerdegebiet Sachsen-Anhalts, einem dem Harz südöstlich vorgelagerten Lößgürtel. Der Grundwasserspiegel liegt bei etwa 12 m; allerdings tritt Schichtwasser, abhängig von der Niederschlagsneigung und -verteilung über größere Zeiträume, wechselnd zwischen 3 und 5 m auf.

Charakteristika des Standortes Bad Lauchstädt

| | | | |
|------------------------------|--|---|--------------------|
| Profil Bad Lauchstädt | TK-Nr.: 4637 | R: 44 91620 | H: 56 95330 |
| | Höhe ü. NN: 113 m | Reliefformtyp: KS | Neigung: 0° |
| | Jahresniederschlag: (1902-92): 479,8 mm | mittlere Jahrestemperatur (1902-92): 8,8 ° C | |
| | Bodenschätzung: L1Lö 94-98 | Profilaufnahme: M. Altermann | |

| Nr | Horizont Tiefe (cm) | Symbol | Farbe | Hu | Kalk | pedogene Merkmale Substratmerkmale |
|----|---------------------------|----------|----------------------|-----|-------|---|
| 1 | 30 | rAxp | 7,5YR2/2 | h 3 | c 1 | Plattengefüge; stark durchwurzelt; Ut4,mG1 (stark toniger Schluff, sehr schwach mittelkiesig); Kiesanteile durch Wegebau |
| 2 | 50 | Axh | 7,5YR2/1-2 | h 3 | c 2 | Krümelgefüge; stark durchwurzelt; Krotowinen; Wurzelröhren; Ut4 (stark toniger Schluff); Gipsausblühungen |
| 3 | 60 | eIC-Axh | 7,5YR4/2 | h 2 | c 4 | Subpolyedergefüge; mittel durchwurzelt; Krotowinen, Wurzelröhren; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 4 | 125 | eIC | 10YR5/6 | h 1 | c 4 | Subpolyedergefüge; schwach durchwurzelt, Wurzelröhren; Ut3 (mittel toniger Schluff) |
| 5 | 170 | II eICkc | 10YR4/6 + 10YR5/8 | h 0 | c 3.4 | Subpolyedergefüge; sehr schwach durchwurzelt; Rostadern; Ls4,gG2 (stark sandiger Lehm, schwach grobkiesig) mit S13,gG4-Bändern, -keilen (mittel lehmiger Sand, stark grob-kiesig); Kryoturbationen; Kalkadern, Lößkindl |

Bodensystematische Angaben:

KA 4: Bodensubtyp: Norm-Tschernosem (Ttn)
Substrattyp: Löß (a-ö)
Bodenform: Norm-Tschernosem aus Löß; Symbol: TTn.a-ö
TGL 24 300: Bodenform: Löß-Schwarzerde: öT
Standortregionaltyp der MMK: Löl1a1
FAO/WRB: Haplic Chernozem

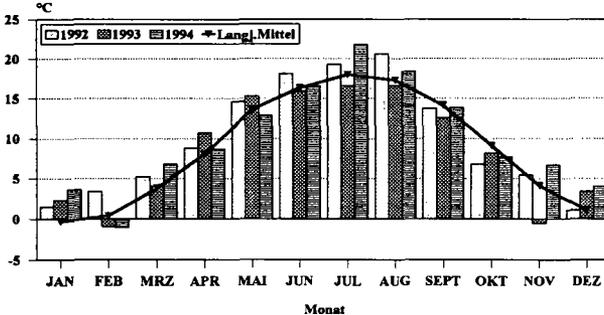
4. Die Witterung

Der Standort Bad Lauchstädt wird hinsichtlich der Niederschlagsneigung maßgeblich durch den in nordwestlicher Richtung liegenden Harz beeinflusst. Die Regenschattenwirkung des Gebirges erstreckt sich auf große Teile der Mitteldeutschen Löß-Schwarzerde-Region. Bei mittleren jährlichen Niederschlägen von 479.6 mm (1902-1992) ist der Versuchsstandort Bad Lauchstädt charakteristisch für diese Region. Die Extreme lagen zwischen 260.8 mm (1982) und 678.5 mm (1941) bei einer Standardabweichung von +/- 96.4 mm.

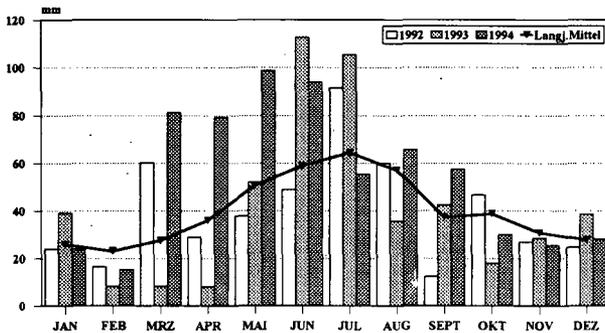
Jahresniederschlag (mm) und Jahresmitteltemperatur (°C) - Mittel von je 10 Jahren

| Dekade | 1903-12 | 1913-22 | 1923-32 | 1933-42 | 1943-52 | 1953-62 | 1963-72 | 1973-82 | 1983-92 |
|--------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| mm | 478.1 | 470.1 | 499.5 | 494.9 | 491.9 | 491.5 | 474.2 | 478.4 | 436.6 |
| °C | 8.4 | 8.4 | 8.4 | 8.5 | 9.2 | 8.8 | 8.7 | 9.1 | 9.3 |

Die Niederschläge der letzte Dekade von 1983 bis 1992 weicht etwas nach unten vom langjährigen Mittel ab, was auf die extrem trockenen Jahre 1988 bis 1992 (Mittel 378 mm) zurückzuführen ist. Eine Veränderung der Jahresmitteltemperaturen über einen längeren Zeitraum ist nicht eindeutig zu erkennen. Die deutlichen Abweichungen in den letzten beiden Dekaden sind im wesentlichen auf wenige extreme Jahre mit relativ hohen Temperaturen zurückzuführen. Dabei handelt es sich um die Jahre 1988-1992 sowie 1974, 1975 und 1982 mit einer mittleren Jahrestemperatur von 9.9 °C bzw. 9.8 °C.



Monatsmittel der Lufttemperaturen in Bad Lauchstädt (1992 bis 1994) im Vergleich zum langjährigen Mittel



Monatssummen der Niederschläge in Bad Lauchstädt (1992 bis 1994) im Vergleich zum langjährigen Mittel

5. Die Versuche

Übersicht der aktuellen Feldversuche in Bad Lauchstädt (1995)

| Bezeichnung des Versuchs | Anlagejahr | Prüffaktoren | Größe ha | Fruchtarten |
|---|----------------|---|----------|---|
| Statischer Düngungsversuch (V 120) | 1902 | 1. Stalldung 2. Mineraldüngung | 3.09 | Zuckerrüben Sommergerste Kartoffeln Winterweizen Luzerne |
| Statischer Düngungsversuch nach Erweiterung der Versuchsfrage (V 120a) | 1978 | 1. Stalldung 2. C ₂ -Gehalt 3. N-Düngung | 1.07 | Kartoffeln |
| Internationaler Organischer Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV - V 140) | 1977 | 1. organische Düngung 2. N-Düngung 3. Beregnung (bis 1990) | 2.61 | Zuckerrüben Sommergerste Kartoffeln Winterweizen Zwischenfrucht |
| Abbau hoher N-Überhänge (V 140a) | 1992 | 1. organische Düngung 2. N-Überhang 3. N-Düngung | 2.18 | Zuckerrüben Sommergerste Kartoffeln Winterweizen Zwischenfrucht |
| Modellversuch zur Stallungsteigerung (V 494) | 1984 | Stallung | 0.08 | verschiedene |
| Wasser- und strukturschonende Bodenbearbeitung (V 497) Versuchsumstellung 1994 | 1984 (1994) | 1. schonende 2. konventionelle Bewirtschaftung | 3.02 | Kartoffeln Wintergerste Mais Winterweizen Ackerbohnen Sommergerste |
| Stallung- und Gülledeponie (V 503) | 1986 | C ₂ -Gehalt | 0.56 | verschiedene |
| Sukzessionsversuch (V 505a) | 1988 | 1. chemische 2. mechanische Brache 3. chemisch-mechanische Brache 4. Unkrautbrache | 0.15 | Selbstbegrünung |
| Flächenstilllegung auf einer Hochlastfläche (V 512) | 1991 | C ₂ -Gehalt | 1.76 | Selbstbegrünung |
| Prüfung verschiedener Bracheformen (V 515) | 1992 | Bracheformen | 1.59 | Mais Winterweizen Wintergerste Begrünungsform |
| Gelenkte Sukzession (V 516) | 1993 | Unkrautarten | 0.10 | ohne |
| Gelenkte Sukzession (V 517) | 1994 | Unkrautarten | 0.25 | ohne |
| Intensitätsminderung (V 801) | 1994 | 1. Sorte 2. N-Düngung 3. Wachstumsregulator 4. Pflanzenschutz | 0.61 | Winterweizen |

5.1 Der Statische Düngungsversuch Bad Lauchstädt

Wissenschaftlicher Bearbeiter: Prof. Dr. habil. Martin Körschens,
Umweltforschungszentrum Leipzig/Halle GmbH,
Sektion Bodenforschung

Anlagejahr: 1902

Versuchsfrage: Die Wirkung organischer und mineralischer Düngung auf Ertrag und Qualität der Ernten sowie auf fruchtbarkeitsbestimmende Bodeneigenschaften

Prüffaktoren: A - Organische Düngung
a₁ - 300 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr zur Hackfrucht
a₂ - 200 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr zur Hackfrucht
a₃ - ohne Stalldung

B - mineralische Düngung
b₁ - NPK b₄ - N
b₂ - NP b₅ - PK
b₃ - NK b₆ - ohne

C - Kalkdüngung auf Schlag I

c₁ - mit Kalk zu Kartoffeln
c₂ - ohne Kalk (ab 1924)

C - Leguminosen auf Schlag IV

c₁ - ohne Leguminosen
c₂ - mit Leguminosen (ab 1926)
ab 1970 25 % Luzerne
jedes 7. u. 8. Jahr

Fruchtfolge: Zuckerrüben
Sommergerste
Kartoffeln
Winterweizen

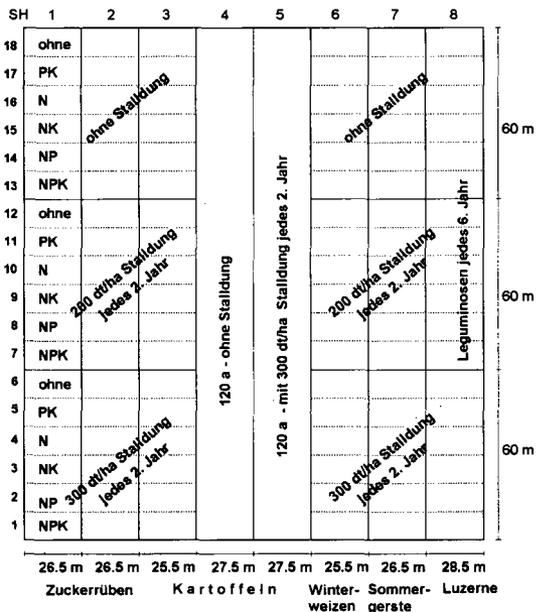
Versuchsanlage: systematisch

Wiederholungen: 4

Parzellenanzahl: 432

Parzellengröße: 10.0 m * 26.5 m

Gesamtgröße: 3.09 ha



Anlageplan des Statischen Versuches 1995

5.2 Der Statische Düngungsversuch nach Erweiterung der Versuchsfrage 1978

Wissenschaftlicher Bearbeiter: Prof. Dr. habil. Martin Körschens
Umweltforschungszentrum Leipzig/Halle GmbH,
Sektion Bodenforschung

Anlagejahr: 1902 - Umstellung 1977/78

Versuchsfrage: Wirkung differenzierter organischer und mineralischer Düngung in Abhängigkeit vom Humusgehalt im Boden auf Ertrag und fruchtbarkeitsbestimmende Bodeneigenschaften

Prüffaktoren: A - Organische Düngung

a₁ - ohne

a₂ - 300 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr

B - C_p-Gehalt des Bodens (0...20 cm)

b₁ - 2.2 % (bis 1977 300 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr)

b₂ - 1.9 % (bis 1977 200 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr)

b₃ - 1.6 % (seit 1902 ohne organische Düngung)

C - Mineralische N-Düngung (kg N/ha)

| | Winterweizen | Sommergerste | Zuckerrüben | Kartoffeln |
|----------------|--------------|--------------|-------------|------------|
| C ₁ | - | - | - | - |
| C ₂ | 40 | 20 | 60 | 50 |
| C ₃ | 40+20+20 | 40 | 120 | 100 |
| C ₄ | 40+40+40 | 40+20 | 180 | 150 |
| C ₅ | 40+60+60 | 40+40 | 240 | 200 |

Fruchtfolge: 1995: Kartoffeln

Versuchsanlage: Systematische Anlage

Wiederholungen: ohne

Parzellenanzahl: 180

Parzellengröße: 5.5 m * 10 m = 55 m²

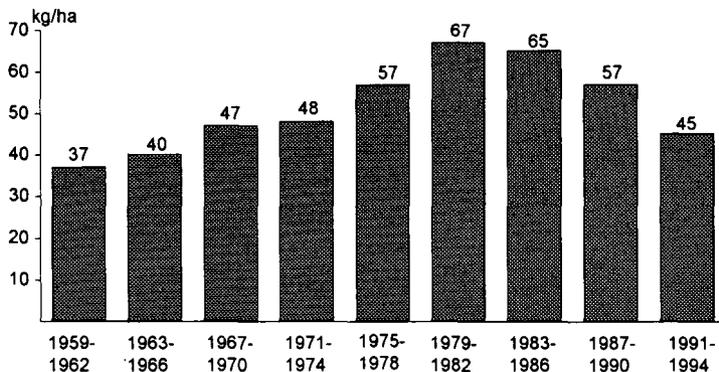
Gesamtgröße: 1.07 ha

Erträge der letzten Rotation (1991-1994) - Statischer Versuch Bad Lauchstädt nach Erweiterung der Versuchsfrage 1978

| Variante | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 | N1 | N2 | N3 | N4 | N5 |
|--|----------------|-------|-------|-------|-------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | ohne Stalldung | | | | | 300 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr | | | | |
| 1991 Kartoffeln (Knollen, dt/ha) | | | | | | | | | | |
| 1-4 | 108.3 | 220.0 | 253.1 | 243.1 | 237.9 | 233.1 | 256.6 | 274.4 | 256.3 | 195.7 |
| 5+6 | 131.6 | 241.1 | 260.8 | 261.9 | 228.4 | 189.3 | 214.8 | 259.0 | 252.2 | 244.9 |
| 7-10 | 203.0 | 225.8 | 212.4 | 270.4 | 235.0 | 242.8 | 254.1 | 238.9 | 231.5 | 235.6 |
| 11+12 | 215.9 | 274.5 | 221.3 | 258.9 | 241.1 | 235.6 | 248.6 | 266.9 | 228.5 | 259.3 |
| 13-16 | 91.3 | 205.4 | 229.7 | 268.0 | 237.9 | 277.4 | 273.3 | 241.5 | 268.7 | 231.3 |
| 17+18 | 100.4 | 189.4 | 224.1 | 271.1 | 240.4 | 236.0 | 257.1 | 240.8 | 271.9 | 208.9 |
| 1992 Winterweizen (Korn, dt/ha 86% TS) | | | | | | | | | | |
| 1-4 | 51.3 | 63.8 | 55.5 | 48.3 | 41.9 | 54.8 | 47.7 | 49.7 | 44.8 | 45.1 |
| 5+6 | 63.1 | 59.1 | 52.4 | 51.5 | 43.3 | 55.5 | 46.9 | 50.2 | 46.9 | 45.6 |
| 7-10 | 57.3 | 57.8 | 54.6 | 51.1 | 49.6 | 52.0 | 45.1 | 42.7 | 44.7 | 37.1 |
| 11+12 | 48.7 | 55.6 | 58.7 | 54.2 | 52.0 | 53.4 | 53.2 | 48.4 | 49.7 | 43.8 |
| 13-16 | 55.1 | 66.9 | 57.8 | 55.8 | 49.1 | 54.2 | 44.7 | 46.1 | 44.7 | 40.4 |
| 17+18 | 47.9 | 60.6 | 53.9 | 54.3 | 55.0 | 57.1 | 49.7 | 50.3 | 52.4 | 50.3 |
| 1993 Zuckerrüben (Rübenkörper, dt/ha) | | | | | | | | | | |
| 1-4 | 259.3 | 415.3 | 502.5 | 530.3 | 551.3 | 481.5 | 503.5 | 461.5 | 515.5 | 584.0 |
| 5+6 | 206.0 | 329.5 | 450.5 | 505.5 | 496.0 | 470.5 | 522.5 | 428.5 | 478.0 | 550.0 |
| 7-10 | 308.0 | 397.8 | 428.8 | 545.5 | 535.5 | 477.5 | 446.3 | 520.0 | 502.8 | 477.0 |
| 11+12 | 147.0 | 385.5 | 388.8 | 537.5 | 558.0 | 421.5 | 401.5 | 514.5 | 547.5 | 462.5 |
| 13-16 | 223.5 | 367.8 | 492.8 | 449.8 | 476.3 | 446.5 | 449.3 | 447.0 | 415.3 | 485.8 |
| 17+18 | 85.0 | 183.0 | 441.0 | 340.0 | 548.5 | 412.0 | 467.0 | 515.5 | 525.5 | 512.0 |
| 1994 Sommergerste (Korn, dt/ha 86% TS) | | | | | | | | | | |
| 1-4 | 27.1 | 30.3 | 38.5 | 48.9 | 58.0 | 36.8 | 47.6 | 61.2 | 66.4 | 67.4 |
| 5+6 | 27.7 | 33.0 | 45.6 | 47.5 | 49.5 | 39.1 | 53.1 | 64.0 | 71.5 | 68.1 |
| 7-10 | 22.8 | 29.3 | 43.9 | 50.5 | 53.7 | 53.1 | 60.0 | 62.2 | 69.2 | 63.3 |
| 11+12 | 19.5 | 27.5 | 42.2 | 49.3 | 52.3 | 56.6 | 53.8 | 62.7 | 71.0 | 61.1 |
| 13-16 | 20.3 | 29.7 | 38.9 | 46.4 | 59.4 | 41.0 | 50.5 | 65.4 | 68.8 | 67.5 |
| 17+18 | 13.9 | 28.8 | 38.8 | 52.3 | 48.7 | 35.4 | 47.1 | 58.9 | 66.6 | 68.8 |

Erträge (dt/ha) des Statischen Versuches Bad Lauchstädt
(Mittel der Schlaghälften 2, 3, 6 und 7 - letzte Rotation 1991-1994)

| | Winterweizen Korn (86% TS) | Sommergerste Korn (86% TS) | Kartoffeln | Zuckerrüben |
|--|-------------------------------|-------------------------------|------------|-------------|
| 300 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr | | | | |
| NPK | 69.4 | 55.1 | 419 | 596 |
| NP | 71.0 | 55.0 | 402 | 592 |
| NK | 70.9 | 53.9 | 418 | 578 |
| N | 72.3 | 54.2 | 413 | 574 |
| PK | 71.6 | 46.9 | 317 | 479 |
| ohne | 72.7 | 46.5 | 308 | 478 |
| 200 dt/ha Stalldung jedes 2. Jahr | | | | |
| NPK | 71.8 | 56.0 | 407 | 553 |
| NP | 73.7 | 55.7 | 389 | 533 |
| NK | 72.4 | 56.3 | 374 | 561 |
| N | 73.7 | 56.3 | 352 | 537 |
| PK | 62.9 | 43.1 | 262 | 391 |
| ohne | 64.1 | 43.3 | 230 | 376 |
| ohne Stalldung | | | | |
| NPK | 71.2 | 51.0 | 380 | 520 |
| NP | 69.7 | 48.0 | 215 | 428 |
| NK | 60.2 | 37.3 | 214 | 342 |
| N | 59.9 | 35.1 | 194 | 321 |
| PK | 43.5 | 25.8 | 145 | 259 |
| ohne | 50.4 | 22.6 | 76 | 238 |



N-Bilanz der Nullparzelle des Statischen Versuches Bad Lauchstädt
(Mittel der Fruchtarten und Schlaghälften 2, 3, 6 und 7)

5.3 Der Internationale Organische Stickstoffdauerdüngungsversuch (IOSDV - V 140)

Die Arbeitsgruppe "Organische Düngung" unter der Leitung von Prof. Dr. von Boguslawski konzipierte im Jahre 1984 eine Versuchsreihe auf insgesamt 22 Standorten Europas. Dabei steht die Prüfung des Einflusses der organischen und mineralischen Düngung unter verschiedenen Standort- und Witterungsbedingungen im Vordergrund. Der bereits 1977 in Bad Lauchstädt angelegte Dauerversuch (V 140) beinhaltet die gleichen Prüffaktorenkombinationen wie die Versuche der IOSDV-Reihe und reiht sich somit als eine wertvolle Ergänzung in diese Serie ein.

Wissenschaftlicher Bearbeiter: Dr. Albrecht Pfefferkorn
 Martin-Luther-Universität Halle/Wittenberg,
 Institut für Pflanzenzüchtung und Pflanzenschutz

Anlagejahr: 1977

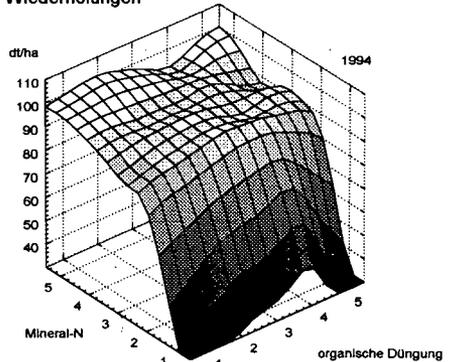
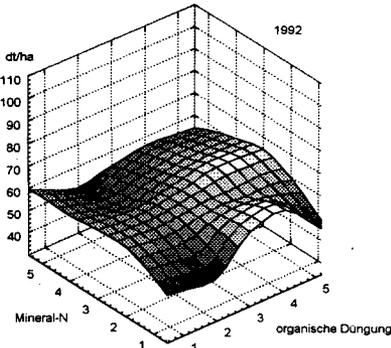
Versuchsfrage: Prüfung organischer und mineralischer Düngung in einem 4-feldrigen Fruchtfolgeversuch

Prüffaktoren: A - Organische Düngung
 a₁ - ohne
 a₂ - Gründüngung zur Hackfrucht (nach WW - Phacelia, nach SG - Rüben)
 a₃ - 200 dt/ha Stalldung zur Hackfrucht
 a₄ - 400 dt/ha Stalldung zur Hackfrucht
 a₅ - Stroh

B- mineralische N-Düngung (kg/ha)

| N-Stufe | Getreide | Zuckerrüben | Kartoffeln |
|----------------|---|-------------|------------|
| b ₁ | ohne | ohne | ohne |
| b ₂ | Nach Simulationsmodell "CANDY" (Bedarf von b ₃) | 60 | 50 |
| b ₃ | | 120 | 100 |
| b ₄ | | 120+60 | 100+50 |
| b ₅ | | 120+120 | 100+100 |

Fruchtfolge: Zuckerrüben - Sommergerste (ZF) - Kartoffeln - Winterweizen (ZF)
Versuchsanlage: 2-faktorielle Streifenanlage mit 2 Wiederholungen



Korntrag von Winterweizen - Sorte "Borenos" (dt/ha, 86% TS) - Vergleich zweier Extremjahre 1992 - letztes Jahr einer Trockenperiode, 1994 - feucht warm

Exkursion**K****Leipziger Land**

von
U. Keese¹⁾, S. Knappe²⁾, H. Matthies³⁾, Ch. Moritz³⁾, O. Penndorf⁴⁾

Thema:**Lysimeterstation Brandis, Lehr- und Versuchsstation Seehausen,
Bodeninanspruchnahme und Bodenschutz**

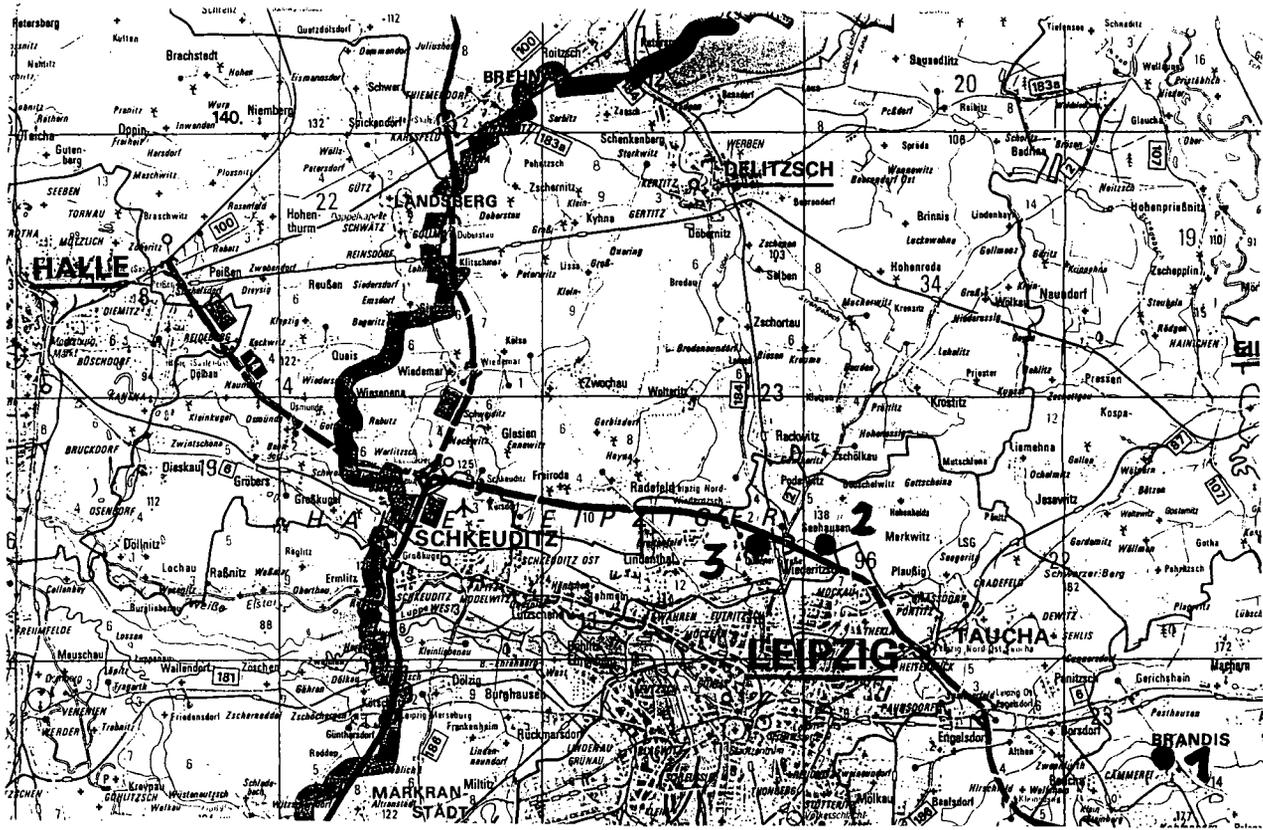
| <u>Inhalt</u> | Seite |
|--|--------------|
| Routenbeschreibung | 393 |
| <u>Teil 1: Lysimeterstation Brandis</u> | |
| 1.1 Naturräumliche Beschreibung..... | 393 |
| 1.2 Klimatische Bedingungen..... | 394 |
| 1.3 Beschreibung der Station..... | 395 |
| 1.4 Ausgewählte Ergebnisse..... | 396 |
| <u>Teil 2: Lehr- und Versuchsstation Seehausen</u> | |
| 2.1 Geschichte der Station..... | 398 |
| 2.2 Standortparameter..... | 398 |
| 2.3 Dauerversuche..... | 400 |
| <u>Teil 3: Bodeninanspruchnahme und Bodenschutz</u> | |
| 3.1 Einleitung..... | 402 |
| 3.2 Vollzug des Bodenschutzes..... | 402 |
| 3.3 Schutzgut Boden..... | 402 |
| 3.4 Beteiligung des StÜFA Leipzig..... | 403 |
| 3.5 Umgang mit dem Bodenaushub..... | 404 |
| 3.6 Ausblick..... | 405 |
| Literatur | 406 |

¹⁾ Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft, Lysimeterstation Brandis

²⁾ Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Bad Lauchstädt

³⁾ Institut für Acker- und Pflanzenbau, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

⁴⁾ Staatliches Umweltfachamt Leipzig



Die Lage der Exkursionspunkte: 1 = Brandis 2 = Seehausen 3. Neue Messe Leipzig

Routenbeschreibung

Die Exkursion führt in den Freistaat Sachsen. Zuerst wird die Lysimeterstation Brandis (südöstlich von Leipzig) besucht und dann am nördlichen Stadtrand der Messestadt Leipzig die Lehr- und Versuchsstation Seehausen sowie das Gebiet der Neuen Messe. Die Route verläuft von Halle über die B 100 auf die BAB 14 bis zur Abfahrt Naunhof, von wo aus Brandis in wenigen Minuten erreicht wird. Auf der gesamten Route fällt eine zunehmende Urbanisierung des Gebietes auf. Neben vielen entstehenden Gewerbegebieten sind folgende Großbaumaßnahmen besonders zu erwähnen: Ausbau des Flughafens Leipzig-Halle, der sechsspürige Ausbau der BAB 14 vom Schkeuditzer Kreuz bis Kleinpöna und schließlich die Neue Messe Leipzig. Nördlich der Autobahn in Richtung Delitzsch ist unschwer der gestoppte Braunkohlentagebau Breitenfeld zu erkennen.

Geographisch zählt das Exkursionsgebiet zur Leipziger Tieflandsbucht. Es handelt sich um eine weite Ebene mit einzelnen Endmoränenzügen aus der Saalevereisung. Klimatisch gehört das Gebiet zum Ostdeutschen Binnenlandklima. Es ist ein gewisser Einfluß durch das Mitteldeutsche Trockengebiet erkennbar, der aber nach Osten hin abnimmt.

Die geologische Prägung der heutigen Oberfläche erfolgte im Quartär. Die Ablagerungen mit Mächtigkeiten von 10...25 m (max. 80 m) überdecken eine darunterliegende 50...70 m mächtige (max. 150 m) Tertiärfolge (EISSMANN, 1970).

In der Saale-Kaltzeit wurden durch mehrere Eisvorstöße Grundmoränen abgelagert. Die Grundmoräne des zweiten Vorstoßes, die sogenannte Leipziger Phase (nach EISSMANN, 1970) mit einer mittleren Mächtigkeit von 8 m (max. 17 m), stellt den Unterboden und Untergrund der Böden des Gebietes dar. Dieser Lehmkörper wurde im periglazialen Milieu der Weichsel-Kaltzeit überprägt. Der südlich der Eiskalotte verbreitete Dauerfrostboden unterlag durch wechselndes Gefrieren und Auftauen, Umlagerung (Bodenfließes), Abtrag und Akkumulation entscheidenden Veränderungen. Zeugen davon sind Sandbänder, Sandkeile (ehemalige Eiskeile) und Sandlinsen im Geschiebemergel bis zu einer Tiefe von mindestens 2...3 m unter Flur. Dadurch sind Unterboden und Untergrund meist inhomogen. Die eingelagerten Sandkeile und Sandlinsen wirken als natürliche Dränagen. Häufig ist an der Oberkante des Lehmkörpers eine Steinsohle/Steinanreicherung vorhanden. Das Sedimentprofil wird durch die weichselzeitliche Sandlößdecke, eine äolische Bildung der Lößbrandgebiete abgeschlossen, welche die Grundmoräne in 30...50 cm Mächtigkeit überlagert.

Für die Bodenbildung sind nur die Sedimente der Saale- und Weichselkaltzeit von Bedeutung.

Teil 1: Lysimeterstation Brandis

1.1 Naturräumliche Beschreibung der 8 Herkunftsflächen der Lysimeter

Die Kleinstadt Brandis liegt ca. 20 km südöstlich von Leipzig im Einzugsgebiet der Parthe. Im Verlauf einer zweijährigen Bauzeit von 1978 bis 1980 wurde hier durch die ehemalige Wasserwirtschaftsdirektion Saale-Werra, unterstützt durch das ehemalige Institut für Wasserwesen in Berlin, eine Lysimeterstation errichtet (MORITZ u.a., 1991), die heute der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft zugeordnet ist.

Die Bodenmonolithe für die Lysimeterstation wurden in dem 366 km² großen Einzugsgebiet der Parthe und darüberhinaus im Raum Wittenberg, Oschatz und Halle gewonnen. Zielstellung beim Bau dieser Anlage war es (ergänzend zu gleichartigen Stationen in Ostdeutschland, wie Groß-Lüsewitz in Mecklenburg-Vorpommern, Eberswalde in Brandenburg, Falkenberg und Letzlinger Heide in Sachsen-Anhalt und Großobringen in Thüringen), die wichtigsten Bodenformen Mitteldeutschlands, zu erfassen. Grobbräunig gesehen liegen alle acht Herkunftsflächen der Lysimeter im "Norddeutschen Tiefland" (s. in Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (MEYEN u.a., 1953-1962)). Die Bodenmonolithe für die Lysimetergruppen wurden in folgenden Gebieten entnommen:

- **Lysimetergruppe 11** (Braunerde auf Salmtieflehm) am Südhang des Fläming zum Elbtal (Roßlau-Wittenberger-Vorfläming) im Altmoränengebiet der Saale-Vereisung
- **Lysimetergruppe 10** (Schwarzerde auf Löß) im niederschlagsarmen Mitteldeutschen Schwarzerdegebiet, südöstlich des Harzes auf der Querfurter Platte
- **Lysimetergruppe 9** (Parabraunerde auf Löß) im niederschlagsreicheren Mittelsächsischen Lößhügelland
- **Lysimetergruppen 1** (Staugley aus Sandlöß über Geschiebelehm), **4** (Fahlerde aus Sandlöß über lehmigem Sand), **5** (erodierte Braunerde aus Decksandlöß über Schmelzwassersand), **7** (Bleichstaugley aus Sandlöß über Geschiebelehm) und **8** (Braunerde aus Sandlöß über sandigem Lehm) im Parthegebiet (Leipziger Land) mit den komplizierten Lagerungsverhältnisse des Randpleistozäns.

Die gewonnenen Bodenmonolithe repräsentieren nach MORITZ u.a., (1991) 37 % der Ackerstandorte des Regierungsbezirkes Leipzig und 49 % des Regierungsbezirkes Halle.

1.2 Die klimatischen Bedingungen am Standort Brandis und auf den Herkunftsflächen

Der Standort Brandis und die Herkunftsflächen der Lysimeter liegen im Einflußbereich des Ostdeutschen Binnenlandklimas - Leipziger Bucht. In **Tabelle 1** sind die langjährigen Mittelwerte ausgewählter Klimadaten der Reihe 1951-80 und der Jahre 1981-94 von repräsentativen Stationen des DWD zusammengestellt.

Tabelle 1: Ausgewählte langjährige Klimadaten für die Station Brandis und die Herkunftsorte der Lysimeter

| <u>Station des DWD</u> | <u>Reihe</u> | <u>Jahressummen Niederschlag</u> [mm/Jahr] | <u>Tagesmittelwerte Lufttemperatur</u> [°C] | <u>Jahressummen der Sonnenscheindauer</u> [Std./Jahr] |
|-------------------------|----------------|---|--|--|
| <u>Wittenberg:</u> | 1951-80 | 576 | 8.6 | 1640 |
| | 1981-94* | 565 | 9.1 | 1676 |
| <u>Halle-Kröllwitz:</u> | 1951-80 | 476 | 9.0 | 1562 |
| | 1981-94 | 463 | 9.5 | 1654 |
| <u>Schkeuditz:</u> | 1951-80 | 529 | 8.6 | 1515 |
| | 1981-94* | 514 | 9.2 | 1606 |
| Brandis: | 1951-80 | --- | --- | --- |
| | 1981-94* | 575 | 9.1 | 1590 |
| <u>Oschatz:</u> | 1951-80 | 583 | 8.4 | 1619 |
| | 1981-94* | 574 | 9.1 | 1650 |

*Wasserhaushaltsjahre von November bis Oktober

Ein Vergleich der Daten läßt folgende Tendenzen erkennen: Das Untersuchungsgebiet ist von West nach Ost, entsprechend der größer werdenden Entfernung vom Mitteldeutschen Trockengebiet und zunehmender Humidität, durch eine deutliche Zunahme der Niederschläge gekennzeichnet. Gleichzeitig ist zur Interpretation der im Zeitraum von 1981-94 in Brandis gewonnen Meßreihen zum Wasser- und Stoffhaushalt von Bedeutung, daß sich großräumig gerade diese Periode durch ein erhöhtes Strahlungsangebot und geringere Niederschläge von den Mittelwerten der 30-jährigen Beobachtungsreihen unterscheidet.

1.3 Beschreibung der Station

Bei der Planung und Realisierung der meßtechnischen Ausstattung der Lysimeterstation Brandis standen zunächst hydrologische Fragestellungen im Vordergrund. Im Zusammenhang mit der Nutzung der in Mitteldeutschland knapp bemessenen Grundwasservorräte für die Trinkwasserversorgung, sollten die Auswirkungen der langjährigen Schwankungen meteorologischer Eingangsgrößen auf den Wasserhaushalt, speziell auf die Grundwasserneubildung typischer Böden untersucht werden. Da Trinkwassereinzugsgebiete vor allem auch landwirtschaftliche Nutzflächen sind, wurde als Art der Flächennutzung für die Brandiser Lysimeter eine gebietstypische Bewirtschaftung gewählt.

In der Lysimeterstation werden 24 wägbare und 19 nichtwägbare Lysimeter mit 8 verschiedenen Bodenarten, unterschiedlichen Tiefen und unterschiedlicher meßtechnischer Ausstattung betrieben. Die 19 Versickerungsmesser wurden Mitte der 60iger Jahre gewonnen und bis zu ihrem Transport nach Brandis im Jahr 1974 am Gewinnungsort beprobt. Sie sind zwischen 205 cm und 265 cm tief. Die Bodenmonlithe für die wägbaren Lysimeter entstanden in den Jahren 1974/76 und sind jeweils 300 cm mächtig.

Alle Bodenmonolithe haben eine Oberfläche von 1 m². Dies ist nach DVWK (1980) ausreichend, um eine ungestörte Entfaltung der Vegetation auf den Lysimetern zu gewährleisten. Die Entnahme aus dem gewachsenen Boden erfolgte entsprechend der Methode nach FRIEDRICH-FRANZEN "ungestört". Um Aussagen über die Variabilität der Meßgrößen an einem Standort zu erhalten, wurden, sowohl im Fall der älteren, 2 m tiefen nicht wägbaren, als auch für die neueren, wägbaren und 3 m tiefen Lysimeter, jeweils drei Bodenmonolithe (als Lysimetergruppe) an einem Standort entnommen. Alle Bodenmonolithe sind, wie für Altpleistozänlandschaften typisch, mehrschichtig. Während der Monolithgewinnung erfolgte eine detaillierte bodenkundliche Beschreibung und Beprobung der Böden jeder Lysimetergruppe. Die umfangreiche Dokumentation zur Profilbeschreibung liegt am Exkursionstag zur Einsichtnahme vor.

Die Gewinnungsorte wurden so ausgewählt, daß an der Sohle aller Lysimeter stets von Natur aus mindestens 50 cm gut durchlässiges Lockergestein (Schmelzwassersand oder -kies) ansteht. In diesem Material liegt horizontal über der Bodenplatte ein geschlitztes doppeltes Stahlfilterrohr. Auf diese Weise wird ein ungestörtes Abfließen des im Bereich des Lysimeterbodens eintreffenden Sickerwassers ermöglicht. Gleichzeitig wird, zumindestens in den 3 m tiefen Lysimetern, verhindert, daß dieses Wasser wieder kapillar in die verdunstungsbeeinflusste Zone gehoben wird.

Die Wägeeinrichtungen für die rd. 9,5 t schweren Lysimeter sind Kombinationen von jeweils einem Großwaagen-Wägetisch mit einem 100-kg-Neigungskopf und zusätzlichen Laufgewichten zur Meßbereichserweiterung auf 700 kg. Die Wägegenauigkeit beträgt +/- 100 g und erstreckt sich über den Wägebereich von 700 kg. Dieser ist ausreichend, um die möglichen Gewichtsänderungen der Monolithe infolge Bodenwasservorratsänderung, Schneeauflage oder Pflanzenwuchs zu registrieren. Das Absolutgewicht der Lysimeter wird kompensiert.

Die Konstruktion der 230 m² großen Decke des Lysimeterkellers erlaubt eine 1,2 m mächtige Kulturbodenüberdeckung und damit die gleiche Art der Bewirtschaftung wie auf den Lysimetern. Der Keller befindet sich inmitten einer landwirtschaftlichen Nutzfläche, nach deren gebietstypischen Bewirtschaftung sich von 1980 bis 1992 auch die Bewirtschaftung der Lysimeter richtete (s. **Tabelle 2**). Ein "Oaseneffekt" kann damit ausgeschlossen werden.

Im Herbst 1992 wurde auf den Lysimetern und dem Lysimeterfeld mit einem ökologiegerechten Landbau begonnen.

Die Messung der Wasserhaushaltsgrößen und die Erfassung der Klimadaten auf dem Lysimeterfeld erfolgt auf der Basis von Tageswerten. Die Analytik des Sickerwassers wird monatlich durchgeführt. Um durch Messungen in einem weiteren Maßstabbereich eine Basis für die flächenhafte Übertragung der punktuell in den Lysimetern ermittelten Wasser- und Stoffhaushaltsgrößen zu erhalten, werden im gesamten Einzugsgebiet der Parthe gleichfalls

Wasserhaushaltsdaten ermittelt (Niederschlag - 16 Meßstellen, Grundwasserstand - 140 Meßstellen, Grundwasserentnahmen und Rückleitungen, Oberflächenwasserabfluß - 7 Meßstellen) (LfUG Bericht ,1994).

Tabelle 2: Fruchtfolge, Stickstoffeinträge und Niederschläge der Jahre 1980-94

| Kalender- jahr | Fruchtart | mineralische N-Düngung [kg/ha] | N-Immission als nasse Deposition [kg/ha] | Niederschlag (unkorr.) [mm] |
|-----------------------|--------------|--------------------------------------|--|-----------------------------------|
| 1980 | Mais | 140 | 44 | 657 |
| 1981 | Zuckerrüben | 160 | 53 | 727 |
| 1982 | Winterweizen | 120 | 28 | 390 |
| 1983 | Wintergerste | 120 | 33 | 672 |
| 1984 | Weidelgras | 175 | 42 | 536 |
| 1985 | Kartoffel | 100 | 69 | 477 |
| 1986 | Winterweizen | 120 | 35 | 581 |
| 1987 | Kartoffel | 100 | 37 | 629 |
| 1988 | Winterweizen | 140 | 46 | 574 |
| 1989 | Wintergerste | 120 | 46 | 546 |
| 1990 | Zuckerrüben | 140 | 44 | 579 |
| 1991 | Winterweizen | 140 | 37 | 417 |
| 1992 | Wintergerste | 120 | 29 | 583 |
| 1993 | Grünbrache | 0 | 26 | 669 |
| 1994 | Grünbrache | 0 | 25 | 660 |
| Mittel 1980-94 | | 106 | 40 | 585 |

1.4 Ausgewählte Ergebnisse zum Wasser- und Stoffhaushalt

Zur Darstellung der Ergebnisse wurden mit den Lysimetergruppen 5 (erodierte Braunerde auf Schmelzwassersand), 1 (Staugley auf Geschiebelehm) und 9 (Parabraunerde auf Löß) drei typische Standorte ausgewählt. Für die Meßreihe von 1981 bis 1994 ergaben sich unter den geschilderten klimatischen Bedingungen am Standort Brandis Jahresmittelwerte der Grundwasserneubildung in Höhe von:

Gruppe 5: 182 mm/a

Gruppe 1: 120 mm/a

Gruppe 9: 58 mm/a.

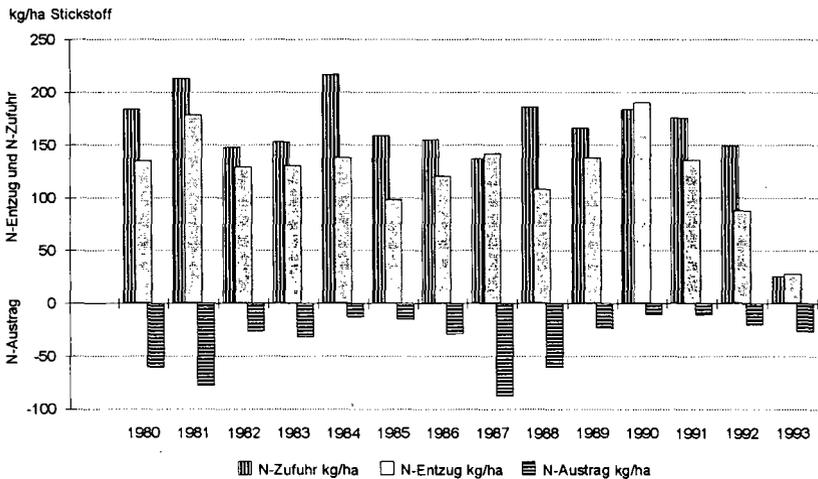
Für die verschiedenen Bodenarten ist das Verhältnis zwischen Niederschlag und Durchsickerung in den Einzeljahren sehr differenziert, wie aus **Tabelle 3** hervorgeht. Dies ist u. a. auf den Anbau unterschiedlicher Fruchtarten, die unterschiedliche innerjährliche Verteilung der Niederschläge und den oft sehr hohen Verdunstungsanspruch der Atmosphäre zurückzuführen. Das Wechselspiel der Einflußfaktoren läßt die einzelnen Wasserhaushaltsjahre mit sehr unterschiedlichen Bodenwassergehalten beginnen. Im Verlauf der vergangenen niederschlagsreichen Jahre 1993 und 1994 wurden die Bodenwasserdefizite der vergangenen Trockenperiode von 1988-91 auf allen Standorten vollständig wieder ausgeglichen.

Tabelle 3: Niederschlag N (bodengleich), Lufttemperatur T, sowie Verdunstung und Grundwasserneubildung (Wasserhaushaltsjahre) in [%] vom Niederschlag

| Jahr | T [°C] | N [mm] | Verdunstung [%] | | | GW-Neubildung [%] | | |
|---------------|------------|------------|--------------------|-----------|-----------|----------------------|-----------|----------|
| | | | Gr. 5 | Gr. 1 | Gr. 9 | Gr. 5 | Gr. 1 | Gr. 9 |
| 1981 | 8,9 | 715 | 67 | 81 | 89 | 32 | 23 | 24 |
| 1982 | 9,1 | 493 | 80 | 93 | 115 | 33 | 15 | 1 |
| 1983 | 10,1 | 708 | 69 | 81 | 86 | 31 | 13 | 0 |
| 1984 | 8,4 | 588 | 77 | 84 | 90 | 16 | 12 | 0 |
| 1985 | 8,1 | 481 | 79 | 85 | 91 | 27 | 20 | 12 |
| 1986 | 8,1 | 623 | 62 | 75 | 92 | 32 | 21 | 16 |
| 1987 | 7,7 | 657 | 68 | 71 | 75 | 43 | 34 | 25 |
| 1988 | 9,8 | 539 | 69 | 78 | 105 | 40 | 38 | 34 |
| 1989 | 10,4 | 602 | 78 | 86 | 112 | 22 | 16 | 0 |
| 1990 | 10,3 | 617 | 79 | 91 | 103 | 17 | 5 | 0 |
| 1991 | 9,1 | 476 | 91 | 103 | 118 | 24 | 9 | 0 |
| 1992 | 9,8 | 631 | 71 | 76 | 89 | 22 | 11 | 0 |
| 1993 | 8,8 | 705 | 76 | 83 | 81 | 20 | 11 | 0 |
| 1994 | 9,3 | 772 | 56 | 63 | 70 | 49 | 41 | 17 |
| Mittel | 9,1 | 615 | 72 | 81 | 92 | 29 | 19 | 9 |

Zur N-Bilanz zeigt **Abb. 1** eine Gegenüberstellung der Jahreswerte von N-Zufuhr (durch mineralische Düngung und nasse Deposition) und N-Entzug durch die Pflanzen, sowie N-Austrag durch das Sickerwasser (KEESE u. a., 1993; KNAPPE u. a., 1994).

Abb 1: Vereinfachte N-Bilanz in [kg/ha] der Jahre 1980 bis 1993 als Mittel für 6 diluviale Bodenformen



Teil 2: Lehr- und Versuchsstation Seehausen

2.1. Geschichte der Station

Im ehemaligen Lehr- und Versuchsgut Seehausen etablierte das Adolf-Zade-Institut für Acker- und Pflanzenbau der Universität Leipzig 1957 eine Feldversuchsabteilung. Am 01.01.1970 übernahm die Sektion Pflanzenproduktion der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg diese Abteilung und baute sie zu einem zentralen Lehr- und Forschungsstützpunkt für acker- und pflanzenbauliche Versuche aus. Im gleichen Sinne existiert die Station seit 1991 als Lehr- und Versuchsstation der Landwirtschaftlichen Fakultät und neuerdings wieder mit Anbindung an das Institut für Acker- und Pflanzenbau. Das besondere Profil der Versuchsstation Seehausen wird geprägt durch mehrere Dauerversuche zu Fragen der Reproduktion der Bodenfruchtbarkeit, der Fruchtfolgeforschung und Grundbodenbearbeitung in Landnutzungssystemen, die seit über 35 Jahren fast unverändert laufen. Es sind 60 ha zur Nutzung verfügbar, auf denen jährlich etwa 60 Versuche mit 5 000 Versuchsparzellen von derzeit 12 Mitarbeitern betreut werden.

2.2. Standortparameter (n. ALTERMANN, 1992)

Die Böden des Versuchsstandortes bauen sich aus zwei Schichten auf. Beide bodenbildenden Sedimente unterscheiden sich in der Körnung und im Kalkgehalt wie folgt (Mittelwerte):

| | Sand % | Schluff % | Ton % | CaCO ₃ % |
|-----------------|--------|-----------|-------|---------------------|
| Sandlöß | 43 | 45 | 12 | kalkfrei |
| Geschiebemergel | 48 | 30 | 22 | 6-15 |

Der Geschiebemergel ist bis etwa 1,50 m entkalkt und zu Geschiebelehm umgebildet. Das Grundwasser steht bei etwa 20 m unter Flur an. Die Steine in der Sandlößdecke gelangen durch Auffrieren aus der Steinsohle oder durch anthropogene Prozesse (z.B. Aufpflügen) in die äolische Decke.

In der Horizontabfolge dominieren Parabraunerde-Pseudogleye. Die Flächen sind stauernäßig und wechseln zwischen Vernässung und Austrocknung. Der größte Teil des Feldes ist dräniert, so daß lange Vernässungsphasen kaum auftreten. Allerdings trocknen die Flächen im Frühjahr nur langsam ab, was eine späte Bearbeitbarkeit zur Folge hat. In extremen Trockenjahren verhärtet der Geschiebelehm die stauernäßigsten Böden betonartig und ist durch ein ausgeprägtes Grobpolyeder- bis Säulengefüge gekennzeichnet. Erst ab etwa 1,20 m ist dann Restfeuchte vorhanden.

Die Versuchsflächen wurden von BAURIEGEL und MICHEL (1992) unter Anleitung von ALTERMANN im Abstand von 50 x 50 m abgebohrt und mehrere Schürfe bis 1,80 m Tiefe ausgehoben, detailliert aufgenommen und für Laboruntersuchungen beprobt. Im folgenden wird die Beschreibung eines repräsentativen Profils des Versuchsfeldes als Beispiel wiedergegeben (ALTERMANN, 1992):

Profil A 2815

| Schicht | Horizont | Tiefe | Kurzbeschreibung | |
|---------|----------|-------|-----------------------------------|--|
| KA 3 | TGL | cm | Körnungsart nach KA 3, in () TGL | |
| I | Ap | Ap | 0- 30 | dunkelbrauner (10 YR 3/3-4), schwach kiesiger, sandig lehmiger Schluff (lehmiger Schluff) humos, locker, Krümel- bis Bröckelgefüge, mit verhärteten Fe-Mn-Konkretionen bis 1 cm Ø scharf begrenzt; |
| | Sandlöß | | | |

| Schicht KA 3 | Horizont TGL | Tiefe cm | Kurzbeschreibung Körnungsart nach KA 3, in () TGL |
|-----------------------|-----------------|-------------|---|
| AIsw | Etg | 35-45 | schwach gelborange (10 YR 6/3), schwach kiesiger, sandig lehmiger Schluff (lehmiger Schluff), schwach humos, fest gelagert, Polyedergefüge, verhärtete Fe-Mn-Konkretionen > 1 cm Ø Steinhäufung an der Basis, deutlich begrenzt; |
| II Geschiebemergel | BtAIsw BtEtg | 45-65 | brauner, schwach gelborange gefleckter (7,5 YR 4/6, 10 YR 7/2), schwach kiesiger, sandiger Lehm (Lehm), fest gelagert, Polyedergefüge, Rostflecken, Fe-Mn-Konkretionen (1 cm Ø), Tonbeläge gebleichte Keile enthalten, verzahnter Übergang; |
| | BtSd Btg | 65-100 | brauner (7,5 YR 4/4), schwach kiesiger, sandig toniger Lehm (Lehm) extrem fest gelagert, Polyedergefüge, stark rost- und bleichfleckig, Tonbeläge (z.T. gebleicht) Sandkeile und -linsen (Kryoturbationen), allmählicher Übergang; |
| | CSd Cg | 100-125 | brauner, dunkel-gräulich-gelb gefleckter (10 YR 4/6; 2,5 Y 5/2), schwach kiesiger, sandig toniger Lehm (Lehm), fest gelagert, Kohärentgefüge, rost- und bleichfleckig, einzelne Tonbeläge auf den Kluftflächen, deutlich begrenzt; |
| | CsSd Ccg | 125-170 | brauner, dunkel gräulich-gelb gefleckter (7,5 YR 4/4; 2,5 Y 5/2) schwach kiesiger, sandiger Lehm (Lehm) fest gelagert, Kohärentgefüge, rost- und bleichfleckig, karbonatreich, mit Kalkmycel, Sandlinsen |

Höhenlage: 132 m über NN
 Jahresmittel d. Lufttemperatur: 9,1° C (\bar{x} 1958-92)
 Jahressumme der Niederschlagshöhe: 549 mm (\bar{x} 1958-92)
 Bodentypen nach KA 3 (FAO-Klassifikation):
 dominierend: . Parabraunerde- Pseudogley (Stagno-Dystric Gleysol)
 begleitend: . Typischer Pseudogley (Stagno- Dystric Gleysol)
 . Braunerde- Pseudogley (Stagno-Cambic Gleysol)
 . Pseudogley-Parabraunerde (Gleyic Luvisol)

Standorttyp: D5c
 Bodenschätzung: sL 4 LÖD 58/61
 Humusgehalt: Ackerkrume im Mittel 2,1%
 Sorptionskapazität: Sandlößdecke: 6...11 mval/100 g
 Trockendichte: 0 -75cm 1,6 g/cm³; ab 75 cm 1,8 g/cm³
 Porenvolumen: 0 -75cm 50 Vol.%; ab 75 cm 33 Vol %
 Repräsentanz: für ca. 5...10% der Bodenfläche Deutschlands

Eine Belastung der Böden mit metallischen Schadstoffen konnte nicht nachgewiesen werden (ALTERMANN, 1992). Lediglich schwache Anreicherungen in der Krume sind feststellbar, die aber die Grenzwerte nicht übersteigen.

2.3.: Dauerversuche

Zur Exkursion werden in Seehausen drei Dauerversuche demonstriert, die im Feldversuchsführer " Seehausen 1995 " beschrieben sind.

I. F1-07 Fruchtfolge- Düngungsversuch:

Versuchsfrage:

Wirkung unterschiedlicher Fruchtfolgegestaltung, differenzierter organischer und mineralischer N- Düngung auf Ertrag und Bodenfruchtbarkeit.

Anlagejahr: 1958

Fünf Fruchtfolgen laufen räumlich nebeneinander und zeitlich nacheinander ab. Der Versuch umfaßt 180 Prüfglieder x 4 Wiederholungen = 720 Parzellen auf 4,1 ha.

Prüffaktoren:

| Faktor A - Fruchtfolge: | | a 1 | a 2 | a 3 | a 4 | a 5 |
|---|----------------------------|---|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| Ackerflächen- verhältnis | Getreide | 100 | 75 | 60 | 40 | 20 |
| | Hackfrucht | - | 25 | 40 | 40 | 40 |
| | Futter | - | - | - | 20 | 40 |
| Faktor B - min. Düngung (kg N/ha · a): | | Stufe b 1 | Stufe b 2 | Stufe b 3 | Stufe b 4 | Stufe b 5 |
| | mittl. Gabe d. Rotation | 0 | 55 | 90 | 135 | 175 |
| Faktor C - organische Düngung | | | | | | |
| Stufe: | | c 1 - ohne Düngung c 2 - 100 kg N/ha · a als Stallmist | | | | |

Der Humusgehalt in der Ackerkrume sowie im Bereich von 0...60 cm Bodentiefe zeigte nach 30jähriger Laufzeit des Versuches deutliche Niveauunterschiede in Abhängigkeit von Anbaustruktur und Düngung.

C_r-Gehalt (mg/10 g Boden) der Ackerkrume (0...30 cm), Probennahme 1986/87 (SAAD, 1989):

Mittel der Fruchtfolge

$$a_1 = 905 \quad a_2 = 912 \quad a_3 = 844 \quad a_4 = 897 \quad a_5 = 960 \quad GD \alpha = 5 \% 46,4$$

Mittel der Düngung

$$PK = 853 \quad NPK = 883 \quad NPK + Stallm. = 975 \quad GD \alpha = 5 \% 61,9$$

Periodische Untersuchungen zeigen, daß der Differenzierungsprozeß noch nicht abgeschlossen ist. Der jeweils größere Humusfonds wirkt sich positiv insbesondere auf die Hackfrucht und Rotationserträge aus.

Tiefenbohrungen 1990 haben ergeben, daß eine enge Beziehung zwischen dem N-Düngungsregime und der Nitratbelastung im Untergrund besteht, wie aus folgender Aufstellung für die Fruchtfolge 3 (60% Getreide, 40% Hackfrucht) zu entnehmen ist (ISERMANN u.a. 1990)

| Stufe | N-Düngung kg N/ha•a | | Tiefe m | NO ₃ -N kg/ha |
|-------|---------------------|-----------|------------|-----------------------------|
| | mineralisch | Stallmist | | |
| 1 | 0 | 0 | 2. - 9. | 126 |
| 2 | 55 | 0 | 2. - 9. | 194 |
| 3 | 90 | 0 | 2. - 9. | 196 |
| 4 | 135 | 0 | 2. - 9. | 224 |
| 5 | 135 | 100 | 2. - 9. | 301 |

II. F1-18 Konzentrationsversuch

Versuchsfrage: Wirkung einer unterschiedlichen Anbaukonzentration auf die Erträge

Anlagejahr: 1960

49 Prüfglieder (mit Unterteilung 86) x 4 Wiederholungen

= 344 Parzellen

Prüffaktoren: Faktor A Anbaukonzentration %

Getreide 100; 80; 66; 50; 33 (außerdem WG, WW, WR, SG
in Monokultur)

Kartoffeln 100; 50; 33; 25;

Zu. Rüben 100; 50; 33; 25; 16,6

Silomais 100; 16,6

Faktor B

Var. Getreide

Kartoffeln

1 ohne Fungizide

nematodenanfällige Sorten

2 mit Fungizid

Wechsel nematodenanfällige

Sorte und resistente Sorte

Seit 1993 wird in 3 Fruchtfolgen je eine Grünbrache einbezogen.

III. F1-97 Bodenbearbeitung

Versuchsfrage: Einfluß konservierender Bodenbearbeitung (strukturschonend u. aufwand-reduziert) auf Bodengefüge u. Pflanzenentwicklung

Anlagejahr: 1985

Prüfglieder: 1. Traditionelle Bodenbearbeitung (wendende Grundbodenbearbeitung 18-30cm)

2. Zweischichten- u. Grubberbearb. (wendende Grundbodenbearbeitung max. 15 cm/ lockernde Grundbodenbearbeitung auf max. 30 cm)

3. Pflug- und Grubberbearbeitung max. 15 cm

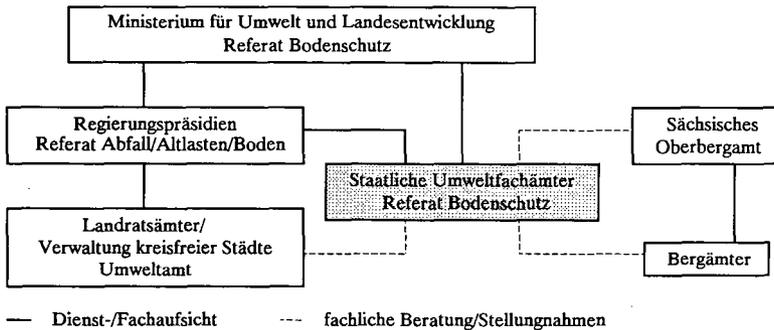
Teil 3 Bodeninanspruchnahme und Bodenschutz

3.1 Einleitung

Luft- und Wasserverunreinigungen stehen bereits seit längerer Zeit im öffentlichen Interesse und sind meistens unmittelbar spürbar. Der Boden hingegen puffert äußere Einwirkungen zunächst weitgehend ab. Schädliche Bodenveränderungen sind daher oft erst später erkennbar und in vielen Fällen nicht mehr oder nur mit hohem technischen und finanziellen Aufwand rückgängig zu machen. Der Schutz des Bodens und seines mineralischen Untergrundes mit seinen vielfältigen Funktionen im Naturraum ist somit eine wesentliche und vor allem in die Zukunft wirkende Aufgabe des Umweltschutzes. Die Erkenntnis, daß das Umweltgut Boden eines wirksamen Schutzes bedarf, hat sich erst in den letzten Jahren durchgesetzt. Der Freistaat Sachsen hat als eines der ersten Bundesländer den Schutz des Naturgutes Boden im Ersten Gesetz zur Abfallwirtschaft und zum Bodenschutz (EGAB) gesetzlich verankert.

3.2 Der Vollzug des Bodenschutzes im Freistaat Sachsen

Zum Vollzug des Bodenschutzes im Freistaat Sachsen gibt es auf allen Verwaltungsebenen spezielle Referate bzw. Mitarbeiter.



Die 5 Staatlichen Umweltfachämter (StUFÄ) erledigen in eigener Zuständigkeit Aufgaben, die Ihnen aufgrund von Gesetzen bzw. Rechtsverordnungen übertragen worden sind oder werden, aus den Bereichen Abfall/Altlasten/Boden, Immissionsschutz, Naturschutz/Landschaftspflege und Wasser. Die Referate Bodenschutz der StUFÄ haben dabei die Regierungspräsidien und Landratsämter/Verwaltungen kreisfreier Städte ihrer jeweiligen Dienstbezirke auf dem Gebiet des Bodenschutzes, der Bodennutzung und bei Bodenbelastungen in deren Aufgabenerfüllung vollzugsunterstützend fachlich zu beraten sowie die Überwachung der Einhaltung der Umweltvorschriften, speziell durch Kontrolle von Anlagen und Schutzgütern, durch die Vollzugsbehörden fachlich zu begleiten. Auf dem Gebiet des Bodenschutzes sind dabei Empfehlungen zur Festlegung von Bodenschutz- bzw. -belastungsgebieten zu erarbeiten, Bodenschutzkonzepte zu erstellen, der Bodenzustand zu erfassen, zu beobachten und zu bewerten sowie Hinweise zu seiner Nutzungsfähigkeit unter Verwendung des Fachinformationssystems Boden zu geben. Weiterhin werden im Referat Bodenschutz Stellungnahmen zu Verfahren der Bauleitplanung im Rahmen des StUFA-Leipzig als Träger öffentlicher Belange (TÖB), der fachgesetzlichen Genehmigung, der Raumordnung sowie der Prüfung der Umweltverträglichkeit erarbeitet. Baumaßnahmen und Vorhaben zur Gewinnung von mineralischen Rohstoffen sind hinsichtlich der Erhaltung und Wiederverwendung des Bodens sowie zur Minimierung der Versiegelung fachlich zu begleiten. Maßnahmen der Renaturierung/Rekultivierung von Altablagernungen, Altstandorten und Bergbauflächen sind fachlich zu betreuen. Bei Bodenbelastungen werden Empfehlungen zur Gefahrenabwehr, zur Schadensabwehr erarbeitet und Vorschläge zur Nutzungsbeschränkung und/oder Sanierung gegeben. Gebiete mit Bodenbelastungen, bei denen besondere Besorgnis einer Umweltgefährdung besteht, werden überwacht.

3.3 Das Schutzgut Boden, aktuelle Situation, Auswirkungen der Bauvorhaben, Entwicklungsziele

Aufgrund der hohen Bevölkerungsdichte im Regierungsbezirk Leipzig von 266 Einwohnern pro km² und des hohen Industrialisierungsgrades werden mehr als 11% des Territoriums für Siedlungs-, Industrie-, Gewerbe-

und Verkehrswegeflächen in Anspruch genommen. Seit 1991 ergab sich dabei ein Zuwachs der behördlich genehmigten Bauflächen um 5100 ha, darunter 3100 ha für Industrie- und Gewerbegebiete. Etwa ¼ davon waren landwirtschaftlich genutzt. Daraus läßt sich ein Trend zum "Bauen auf der grünen Wiese" erkennen. Ähnlich problematisch zeigt sich die Situation im Bergbau. 20.000 ha sind allein im Regierungsbezirk durch den Braunkohlenabbau devastiert. Eine zunehmende Inanspruchnahme erfolgt auch durch den Steine-Erden-Bergbau. Schwerpunkte sind bei Kiesen und Sanden die Auen von Elbe, Elster und Mulde sowie bei Gestein der Raum Grimma und Hohburg mit jeweils einer Vielzahl von Vorhaben bzw. geplanten Abbaustätten. Der wachsende Bauflächenbedarf im Außenbereich seit 1990 ist durchaus als Indikator der wirtschaftlichen Entwicklung zu sehen. Ungenutzte bzw. nicht mehr in Nutzung befindliche Flächen im Innenbereich der Städte und Gemeinden waren und sind teilweise immer noch zu wenig attraktiv für einen Investor (schlechte Infrastruktur, ungeklärte Eigentumsverhältnisse, hohe Grundstückspreise, schadstoffbelasteter Baugrund). Die Bedeutung des Schutzgutes Boden verlangt jedoch, diesem Trend Einhalt zu gebieten. Die vorrangige Nutzung von baureif gemachten Freiflächen im Innenbereich der Kommunen könnte hier entlastend wirken.

Im Nordraum von Leipzig werden mehr als 2.500 ha baulich bisher weitgehend unbeanspruchten Bodens (85%) durch die geplanten Bauvorhaben (Ausbau A 14, Verlegung und Ausbau B 2, B 6 und einigen Staatsstraßen, ICE-Neubaustrecke Erfurt-Halle/Leipzig, Aus- und Umbau des Flughafens, Neubau des Güterverkehrszentrums, eines Hochleistungsrangierbahnhofs sowie eines Umschlagbahnhofs für den kombinierten Ladungsverkehr, die Verlagerung des Messe, Neubau des Quelle-Versandlagers) umgewidmet. Auch wenn diese Flächen durch die Landwirtschaft bereits teilweise bis an die Grenze ihrer Funktionsfähigkeit genutzt wurden, erfüllten sie doch wesentliche ökologische Funktionen. Der künftige Versiegelungsgrad innerhalb dieser Gebiete wird in der Regel die 100% nicht erreichen. Infolge der Bauarbeiten muß jedoch mit einer Störung der natürlichen Bodenlagerung gerechnet werden. Insofern ist die Funktions- und Leistungsfähigkeit der Böden auf den überplanten Flächen so stark beeinträchtigt, daß eine erhebliche und nachhaltige Bodeninanspruchnahme erfolgt. Nicht abschätzbar sind ebenfalls die Beeinträchtigungen durch die Ablagerung von überschüssigen Aushubmassen aus den genannten Baugebieten. Weitere Bodenbeeinträchtigungen müssen auch parallel zu den fertiggestellten Neu- und Ausbauten im Staßennetz des Nordraums durch die allgemeine Zunahme an Schadstoffemissionen erwartet werden.

3.4 Beteiligung des StUFA-Leipzig, Referat Bodenschutz, im Rahmen der Planung und Realisierung der Vorhaben im Nordraum Leipzigs

Das StUFA-Leipzig war als TÖB im Bebauungsplanverfahren an allen genannten Großbauprojekten beteiligt. Dabei lagen ihm die bereits fertigen Entwürfe zur Stellungnahme vor. Der Gesamtheit der Pläne war gemein, daß diese Stufe der verbindlichen Bauleitplanung nicht auf einer vorbereitenden Flächennutzungsplanung basierte. Insofern fußten die Bebauungspläne auch nicht auf einer hinreichenden Erfassung des Ausgangszustandes zum Schutzgut Boden. Die Erfassung des Bodenzustandes in den Bebauungsplänen beschränkte sich in der Regel auf die Darstellung von Bodenart und -typ sowie der Eignung als Kulturpflanzenstandort. Weitere, insbesondere ökologisch wichtige Bodenfunktionen blieben unberücksichtigt. Mögliche Minimierungsmaßnahmen beispielsweise bei der Errichtung von Stellplätzen oder untergeordneten Wegen wurden nicht festgesetzt. Weiterhin gab es regelmäßig keine konzeptionellen Aussagen zu Umgang mit und Verwendung des in erheblicher Menge anfallenden Bodenaushubes. Die Stellungnahmen des Referates Bodenschutz zu den einzelnen Planungen beinhalteten daher Empfehlungen hinsichtlich der Versiegelungsminderung unter Ausnutzung der Rahmenbedingungen der Baunutzungsverordnung und durch wassergebundene bzw. unterbrochener Befestigung (Schotterrasen, Rasengitterplatten u.ä.). Außerdem wurde auf die zwingende Notwendigkeit der Erstellung von Aushubbilanzen, getrennt nach humosem, sonstigem kulturfähigen und nicht kulturfähigem Boden, als Voraussetzung für eine sinnvolle Wiederverwendung des Bodens hingewiesen und auf einen Wiedereinbau innerhalb des Plangebietes orientiert. Positiv ist anzumerken, daß die Anregungen zur Versiegelungsminderung ihren Niederschlag in den Abwägungsprotokollen gefunden haben. Bezüglich der Realisierung wurde jedoch regelmäßig auf die Ausführungsplanungen verwiesen. Diese haben dem StUFA-Leipzig jedoch bei den schon im Bau befindlichen Objekten nicht vorgelegen. In jüngster Zeit schlagen sich die Empfehlungen auch in den Entwürfen der Bebauungsplanung nieder. Bei der Vorbereitung des Flughafenaus- und -umbaus lag erstmals bereits in der Planungsphase eine Aushubbilanzierung vor. Bislang ist jedoch noch kein Weg gefunden worden, bei der Bauausführung die Einhaltung der Festsetzungen einer angemessenen Kontrolle zu unterziehen.

3.5 Umgang mit dem Bodenaushub auf dem Gelände der "Neuen Messe"

Bodenverhältnisse

Prägend für die Bodenentwicklung in dem Gebiet, das vom Stadtteil Mockau, der A 14 und der alten B 2 begrenzt wird, ist eine Sandlößdecke. Die Bodenverhältnisse gleichen im wesentlichen denen auf dem Gelände der Lehr- und Versuchstation Seehausen. Im Bereich der Altbebauung waren außerdem technogene Bodenformen anzutreffen (i.d.R. Schüttsande über Tieflähmen) anzutreffen.

Vor Baubeginn wurde der Boden auf eventuell vorhandene Altlasten auf der Grundlage des Altlastenprogrammes des Freistaates Sachsen untersucht (Feststoffproben bis in 5 m, Bodenluftproben bis in 2 m Tiefe). Am Aushub erfolgten zusätzlich Untersuchungen entsprechend des StUFA-Leipzig-Merkblattes zu fachlichen Anforderungen zum Abriß von baulichen Anlagen und zur Separierung, Behandlung, Verwertung und Entsorgung von Reststoffen und Abfällen (erarbeitet auf der Grundlage eines Entwurfsstandes von 1992 der LAGA-Empfehlungen zur "Vereinheitlichung der Untersuchung und Bewertung von Reststoffen"). In Teilbereichen waren dabei Kontaminationen an verschiedenen Schwermetallen sowie Kohlenwasserstoffen, EOX und Phenolen festgestellt worden, die nur eine Wiederverwendung des Bodens in weniger empfindlichen Gebieten (z.B. grundwasserferne Böden mit hohem Sorptionspotential bei Nutzung als Industrie- oder Gewerbefläche) zuließen.

Bilanzierung (BRUNNER 1994)

Die Gesamtaushubbilanz zum Neuen Messegelände ergab, daß infolge der umfangreichen Tiefbaumaßnahmen (besonders Messegraben, Tiefgeschosse der Hallen) eine erheblicher Überschuß an Boden bestand. Eine Wiederverwendung im Planungs- und Eingriffsraum war daher nicht annähernd zu realisieren.

| | | |
|------------------------------|--------|----------------------------|
| Gesamt - Bodenaushub-Bilanz: | Anfall | ≈ 1.800.000 m ³ |
| | Bedarf | ≈ 140.000 m ³ |
| | Bilanz | ≈ 1.660.000 m ³ |

Der Aushub von ca. 1.600.000 m³ humusfreiem Mineralboden wurde vollständig verwertet.

| Verwertungsort | Menge in m ³ | Verwendungszweck |
|-------------------------|---------------------------------------|--|
| Tagebau Breitenfeld | ≈ 900.000 | - Abstützung der Nordböschung - Rekultivierungsmaßnahmen |
| Deponie Seehausen | ≈ 385.000 | - Baustoff zur Deponieerweiterung - Kuppenabdeckung der Deponie |
| Deponie Liebertwolkwitz | ≈ 160.000 | - Baustoff zur laufenden Deponieabdeckung |
| verschiedene Deponien | ≈ 55.000 (kontaminiertes Material) | - Entsorgung |

Ca. 100.000 m³ Mineralboden verblieben auf einem Zwischenlager innerhalb des Geländes der Neuen Messe. Dieses Material diente und dient vorzugsweise zum Verfüllen der Fundamente.

Der Anfall an humushaltigem Oberboden wurde mit ca. 200.000 m³ quantifiziert. Nur 40.000 m³ davon kommen innerhalb des Eingriffsgebiets zur Wiederverwendung. Für 160.000 m³ läßt sich der Verbleib nicht nachvollziehen.

Bewertung

Während die Verwertung des mineralischen Unterbodens als geordnet und vollständig angesehen werden kann, ist diese Aussage für den humushaltigen Oberboden nicht zutreffend. Nur für 20% dieser Aushubmassen ist eine sinnvolle Verwendung nachweisbar. 25% wurden ohne Beachtung der Anforderungen an eine boden-

funktionssichernde Lagerung in der Nähe des Tagebaus Breitenfeld deponiert. Daher ist davon auszugehen, daß 80% dieses Materials im Widerspruch zu allen Hinweisen, Empfehlungen und Forderungen unkontrolliert verbracht wurden und somit wesentliche Bodenfunktionen verloren sind. Die Darstellungen zum Umgang mit den Aushubmassen von Gelände der Neuen Messe verdeutlichen, daß es trotz aller Bemühungen der Fach- und Verwaltungsbehörden noch nicht im gewünschten Maße gelungen ist, eine im Sinne des Bodenschutzes angemessene Lösung durchzusetzen.

3.6 Ausblick

Den Fach- und Verwaltungsbehörden im Freistaat Sachsen ist mit dem EGAB der rechtliche Rahmen zum Vollzug des Bodenschutzes vorgegeben. Aber auch andere Umweltrechtsnormen (Abfall-, Berg-, Immissionsschutz-, Naturschutz-, Polizei-, Wasserrecht) regeln Teilaspekte dieses Schutzguts. Die Rechtsituation ist insofern wenig gebündelt und dadurch schlecht zu überschauen. Die Durchsetzung gestaltet sich schwierig. Die bisherigen Erfahrungen des StUFA-Leipzig verdeutlichen, daß eine stärkere Sensibilisierung für den Bodenschutz weiterhin dringend geboten ist.

In diesem Zusammenhang ist der verantwortungsvolle Umgang mit Bodenaushub als wesentlich anzusehen. In der Verordnung der Sächsischen Staatsregierung über den Landesentwicklungsplan vom 16. August 1994 wird gefordert, unbelastetes Erdaushubmaterial nicht als Abfall zu behandeln. Dieser Grundsatz trägt der fachlichen Notwendigkeit Rechnung, den Bodenaushub vor Vernichtung zu bewahren und einer sinnvollen Folgenutzung zuzuführen. Neben einer bodensparenden Bauplanung ist diesbezüglich die Bodenbörse als Lösungsmöglichkeit anzusehen. Der Abfallzweckverband Nordsachsen vermittelt seit dem 1. Quartal 1995 unbelastete Aushubmassen innerhalb seines Verbandsgebietes. In den Stellungnahmen empfiehlt das StUFA-Leipzig die Nutzung dieses Angebots, erhebt jedoch auch weiterhin die Forderung, grundsätzlich die Suche nach Verwertungsmöglichkeiten im Eingriffsgebiet zu priorisieren.

Weiterhin muß im Sinne der vorausschauenden und vorbeugenden Arbeit in der Bodenschutzproblematik der Planungsstufe größere Aufmerksamkeit geschenkt werden. Als Vorleistung dafür wurde durch die Ad-hoc-AG "Bodenschutz-Planung" im Auftrag der Fachgruppe Boden beim Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung unter wesentlicher Mitwirkung der Referate Bodenschutz der StUFÄ ein Leitfaden erarbeitet, der die Anforderungen des Bodenschutzes an Planungs- und Genehmigungsverfahren zusammengestellt. Dieses Material formuliert einerseits allgemeine Grundsätze zum Umgang mit dem Boden, die in erster Linie der Erhaltung seiner natürlichen Funktionen dienen sollen. Zum anderen werden konkrete Anforderungen an wesentliche

Verfahren der Planung: Bauleitplanung, Agrarstrukturelle Vorplanung, städtebauliche Sanierungsplanung, Landschafts- und Grünordnungsplanung,
der Genehmigung: nach Baugesetzbuch, Sächsischer Bauordnung, Bundesimmissionsschutzgesetz, Abfallgesetz und Bundesberggesetz

sowie an Studien und Untersuchungen der raumordnerischen bzw. standortbezogenen Umweltverträglichkeit benannt.

Außerdem positioniert sich der Leitfaden zu Anforderungen an Areale, in denen der Boden als Naturgut unter Schutz gestellt werden sollte sowie bezüglich der Ausweisung von Gebieten mit großflächigen Bodenbelastungen. Der Leitfaden liefert damit wichtige Grundlagen dafür, daß alle in Sachsen für den Bodenschutz zuständigen Behörden einheitlich handeln. Da die derzeit gesetzlich fixierten Instrumente des Bodenschutzes für einen, insbesondere vorsorgenden Schutz des Bodens große Spielräume bieten, orientieren sich die Anforderungen mehrheitlich an fachlich begründeten Notwendigkeiten. Das ist mit der Hoffnung verbunden, daß im in der Diskussion befindlichen Bundesbodenschutzgesetz auch diese Aspekte Berücksichtigung finden.

Literatur

- AD-HOC-AG "Bodenschutz-Planung" der Fachgruppe Boden beim
Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landesentwicklung (Adam, Arnold,
Meyer-Steinbrenner, Penndorf, Rauer, Schmidt, Schulze, Schürer (1994): Anfor-
derungen des Bodenschutzes an Planungs- und Genehmigungsverfahren, Radebeul,
Sächs. Landesamt für Umwelt und Geologie
- ALTERMANN, M.: Kennzeichnung der natürlichen Standortbedingungen der Versuchssta-
tion Seehausen. Wiss.Beiträge. Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Halle
(Saale), 1992/6, (S. 74), 42-60
- BAURIEGEL, A., MICHEL, Chr.: Ergebnisse der Bodenkartierung der Versuchsflächen
Seehausen. Manuskript Inst.f.Standortkunde und Agrarraumgestaltung der Landw.
Fakultät der Martin-Luther- Univ. Halle-Wittenberg, 1992
- BRUNNER, A. (1994): Qualifizierung und Quantifizierung von
Bodenaushub hinsichtlich Anfall und Verwendung auf den geplanten bzw. vorhande-
nen Baustellen im Nordraum Leipzig, Leipzig,; Staatl. Umweltfachamt (unveröffent-
licht)
- DVWK-Regeln zur Wasserwirtschaft 114, Empfehlungen zum Bau und Betrieb von Lysime-
terstationen, Verl. P. Parey, Hamburg und Berlin 1980
- EISSMANN, L.: Geologie des Bezirkes Leipzig - eine Übersicht. Natura regiens Lipsiensis,
H. 1 u. 2; Leipzig 1970
- ISERMANN, K., KÖRSCHENS, M., MORITZ, Ch., 1990: Tiefenunter-
suchungen von Böden der klassischen Dauerversuche "Seehausen" und "Bad Lauch-
städt" vor dem Hintergrund langjähriger N-Bilanzen. VDLUFA-Schriftenreihe
33/1991, Kongreßband Ulm 1991, S. 189 - 202
- KEESE, U., MORITZ, Ch., KNAPPE, S.: Beziehung zwischen
Wasserbilanz, N-Gehalt und N-Frachten im Sickerwasser verschiedener Böden
(Lysimeteruntersuchungen). Mitt. Dtsch.Bodenkundl. Gesellsch., 72, 381 - 384,
(1993)
- KNAPPE, S., MORITZ, Ch., KEESE, U.: Grundwasserneubildung und N-Austrag über
Sickerwasser bei intensiver Landnutzung - Lysimeteruntersuchungen an acht Boden-
formen in der Anlage Brandis. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd. 38 (1994) S.
393-403
- LfUG-Bericht, 1994: Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, S. 13 - 17
- MEYEN, E., SCHMITHÜSEN, J. u.a.: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutsch-
lands. Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung. Selbstverlag - Bad
Godesberg 1953-1962
- MORITZ, CH., SÄMISCH, G., SPENGLER, R.: Die Basislysimeter
station Brandis bei Leipzig - Einrichtung und erste Untersuchungsergebnisse. Dtsch.
Gewässerkundl. Mitt. 35 (1991) 5/6, S. 149 - 160
- SAAD, F.: Einfluß von Anbaustruktur, Düngung und Bewässerung auf einige Bodeneigen-
schaften und Ertrag von Winterweizen. Univ. Halle, Skt. Pflanzenproduktion,
Diss.A, 1989

Exkursion**L****Stadt Halle und Umgebung**

von

G. Machulla¹⁾, M.-J. Osterloh²⁾, T. Peter¹⁾, H. Tanneberg¹⁾**Thema:****Böden technogener und umgelagerter natürlicher Substrate****im Stadtgebiet Halle**

| <u>Inhalt</u> | Seite |
|---|--------------|
| 1. Anliegen der Exkursion | 408 |
| 2. Kulturhistorische Entwicklung | 408 |
| 3. Naturräumliche Übersicht | 409 |
| 4. Das Klima/Stadtklima | 410 |
| 5. Geologische Übersicht | 410 |
| 6. Die natürlichen Böden im Halleschen Raum | 411 |
| 7. 1. Standort: Stadtteil Trotha..... | 411 |
| 8. 2. Standort: Neumühle..... | 413 |
| 9. 3. Standort: Holzplatz/Pulverweiden..... | 414 |
| 10. 4. Standort: Tagebaukippe bei Bruckdorf am Reidebach-Tonberg..... | 416 |
| 11. Literatur | 422 |

¹⁾ Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, Martin-Luther-Universität Halle²⁾ Institut für Geographie, Fachbereich Geowissenschaften, Martin-Luther-Universität Halle

EXKURSION L

Böden technogener und umgelagerter natürlicher Substrate im Stadtgebiet Halle

1. Anliegen der Exkursion

Im Vordergrund der Exkursion im Stadtgebiet Halle stehen urban, gewerblich und industriell geprägte Böden unterschiedlicher Nutzungen. Sie nehmen einen hohen Anteil an der Gesamtfläche ein und spiegeln die Industrie und Kulturtätigkeit des Menschen in diesem Siedlungsraum wider.

Nach den ersten Erkundungen sind im Stadtgebiet und in der Umgebung Böden aus

- Bauschutt
- Asche
- Bergbaubsubstraten vertreten.

Die Exkursionsroute verläuft vom nördlichen Stadtrand über das Stadtzentrum zum südlichen industriegeprägten Stadtgebiet. Dabei werden vier Standorte: zwei auf technogenen und zwei auf nichttechnogenen Substraten durch fünf Profile repräsentiert.

Innerhalb der Exkursion soll auf folgende Probleme eingegangen werden:

- Entstehung umgelagerter natürlicher und technogener Substrate als Folge der Braunkohleförderung im Raum Halle
- Bodenbildung auf technogenen und verkippten natürlichen Substraten
- Ansprache von anthropogenen Böden
- Bodenkartierung im Stadtgebiet Halle
- Nutzungstypen und Eigenschaften städtischer Freiflächen
- Stand und Erfassung möglicher Bodenbelastungen.

2. Kulturhistorische Entwicklung

Die Stadt Halle verdankt ihr Entstehen den Solequellen, die seit frühester Zeit zur Salzgewinnung genutzt wurden.

Im Laufe der zweiten Hälfte des 11. Jh., mit dem Beginn der intensiven Nutzung der Sole durch eine reguläre Saline, blüht der Ort Halle auf und entwickelt sich rasch zu einer selbständigen Gemeinde, deren Zentrum der heutige Alte Markt bildete. Nach 1120 begann die Erweiterung der Stadt.

Nach dem dritten Jahrzehnt des 19. Jh. beginnt die industrielle Entwicklung Halles, die ungemein rasch verläuft, da alle Voraussetzungen in günstigem Maße vorhanden sind. So wird die Braunkohle für die Saline - die 1831 die erste Dampfmaschine aufstellt - ebenso benötigt wie für die Rübenzuckerfabriken, von denen 1835 die "Zuckersiederei-Compagnie" in Glaucha ihre Produktion aufnimmt.

Die Stadt Halle erlebte nach dem deutsch-französischen Krieg 1870/71 innerhalb weniger Jahrzehnte einen grundsätzlichen Wandel voller politischer und sozialer Widersprüche, die sich besonders deutlich in den Veränderungen des Stadtbildes widerspiegeln. Nach jenem Zeitpunkt wächst Halle sehr schnell zur Großstadt heran, die den Mittelpunkt eines ausgedehnten Wirtschaftsbezirkes bildet. Rege Bautätigkeit setzte nach 1870 ein, führte in drei Jahrzehnten zu einer Vergrößerung des Siedlungsareals um ein Mehrfaches, und so entstand ein langgestrecktes Stadtgebilde zwischen der Saale im Westen und dem Braunkohlengelände im Osten, das nicht nur alte Vorstädte und Dörfer, sondern auch landwirtschaftliche Nutzflächen und landschaftlich reizvolle Partien aufsaugt und zusammenfaßt.

Das Stadtgebiet dehnte sich nach Norden und Süden aus, nimmt alte Dörfer, wie Giebichenstein, Kröllwitz und Trotha auf, die zu wichtigen Industriestandorten werden, während der Osten die charakteristische Mischung zwischen Fabrikkomplexen, Eisenbahngelände und Mietskasernenvierteln ausbildet.

Nach der Novemberrevolution 1918/19, in der Zeit der Weimarer Republik, entwickelte sich die Großstadt Halle, die 1930 schon über 200 000 Einwohner zählte, zum Mittelpunkt eines modernen Industriebezirkes, in dem nun die chemische Großindustrie die beherrschende Stellung einnahm.

In der zweiten Hälfte der 60er Jahre begann mit dem Ausbau der Nord-Süd-Achse die sozialistische Umgestaltung der älteren Stadtteile.

3. Naturräumliche Übersicht

Kurzzusammenfassung der Bestandsaufnahme und Bewertung

Halle liegt im Übergangsbereich von zwei Landschaftsräumen mit völlig unterschiedlicher ökologischer Struktur und räumlicher Qualität:

1. das östliche Harzvorland im Westen der Stadt mit markanten Porphyrhängen im Norden beiseits der Engstelle des Saaletales, den ausgeprägten Kuppen und den großen Heideflächen der Dölauer Heide;

2. die Leipziger Tieflandbucht im Osten mit ihren fast ebenen, durch intensive Landbewirtschaftung sehr ausgeräumten Flächen, die durch ihre Lage im Schwerpunkt überregionaler Straßen- und Bahnverbindungen heute unter einem besonders starken Entwicklungsdruck stehen.

Das Saaletal bildet die zentrale Grünachse der Stadt. Durch ihren z. T. hohen Natürlichkeitsgrad, der starken Verbreitung von Feuchtgebieten, Altwässern und Auenbeständen hat es eine hohe Bedeutung für Wasserhaushalt, Stadtklima, Arten-, und Biotopschutz sowie als Erholungsraum der Menschen der Stadt.

Die Lage in den zwei Landschaftsräumen so unterschiedlicher Qualität prägt entscheidend die Qualität der Stadt und bestimmt ganz entscheidend das Programm der zukünftigen Stadtentwicklung:

1. Im Westen

- Sicherung und behutsame Weiterentwicklung der kleinteiligen Landschaftsstruktur und der vorhandenen Übergangsräume in die Stadt, die mit zahlreichen Wegen vom Tal bis in die Höhen miteinander verbunden sind,
- Schutz der hohen naturräumlichen Qualität in den durch das Relief, zahlreiche Gewässer und wertvolle Vegetationsbestände bestimmten Räumen,
- sehr behutsame Einfügung notwendiger neuer Verkehrswege zur Entlastung des Stadt-zentrums vom Durchgangsverkehr.

2. Im Osten

-Neuaufbau einer zerstörten Landschaft, die nicht weiter durch die "wilde" Ansiedlung von Gewerbe und überdimensionierte Schnellstraßen zerstört werden darf.

Trotz der starken Eingriffe in den Naturhaushalt im Stadtgebiet durch Bebauung und Verkehrsstraßen sind noch hohe Qualitäten im Landschaftsraum vorhanden. So müssen mit Vorrang gesichert werden:

- reliefbedingte Potentiale (die Porphyrstelhänge und Kuppen, die Seebener Berge, die Täler der Saale, Götsche und Reide),
- Bodenpotentiale (hochwertige landwirtschaftliche Äcker aber auch nährstoffarme Trockenrasen der Porphyrstandorte),
- Wasserpotentiale (Grundwasserneubildungsgebiete, Hochwasserrückhaltungsbereiche, Feuchtgebiete),
- Klimapotentiale (Kaltluftentstehungsgebiete, Kaltluft- und Ventilationsbahnen, mikroklimatisch begünstigte Standorte),

- Biotopotentiale (Wälder und Gebüsche, Auenstandorte, Feuchtgebiete, Trockenrasen, Hochstaudenfluren und Streuobstwiesen) und
- Erholungspotentiale (wohnungsnahe Freiräume, Parkanlagen, Freibäder, Rad- und Wanderwege, ungestörte Landschaftsbilder u. a.).

Die Sicherung dieser Umweltqualitäten, eine Stadtentwicklung auf der Grundlage der Landschaft, sind die heutigen Forderungen an Städtebau und Verkehrsplanung.

Mit der zunehmenden Ausweisung von Gewerbe- und Wohnungsbauflächen im halleschen Osten und den angrenzenden Nachbargemeinden ist es von höchster Dringlichkeit, in diesem Bereich

- ein zusammenhängendes Entwässerungskonzept für den gesamten Osten von Halle zu entwickeln,
- vorhandene wertvolle und geschützte Biotope zu entwickeln und zu vernetzen,
- Erholungsraum für die Bevölkerung bereitzustellen.

Eine "Zäsur" zwischen den großen Baugebieten - den GRÜNZUG HALLE- OST aufzubauen, ist die stadt- und landschaftsplanerische Herausforderung.

4 Das Klima/ Stadtklima

Das östliche Harzvorland gehört, entsprechend seiner Lage auf der Leeseite des Harzes, zum kontinental geprägten Mitteldeutschen Trockengebiet mit Jahresniederschlägen um 500 mm. Die Jahresmitteltemperaturen betragen 8,6 °C. Das Niederschlagsmaximum liegt im Juli, ein ausgeprägtes Minimum im Februar. Die Verteilung hat große ökologische Bedeutung: die großen Niederschlagsmengen des Sommers konzentrieren sich auf wenige Starkregeneignisse (> 30 mm/d), dazwischen liegen längere Trockenperioden (≥ 7 Tage niederschlagsfrei). Während der Hauptvegetationsperiode (Mai - Juli) fallen weniger als 160 mm Regen.

Klimadaten von 1993 vom Versuchsfeld Zöberitz und Vergleich zum Langjährigen Mittel - (LM) (DÖRNING, 1994)

| Merkmal | Winter | Frühjahr | Sommer | Herbst | Vegetations - periode | Jahres- mittel |
|---|--------|----------|--------|--------|-----------------------|----------------|
| Lufttemperatur, Mittel [°C] | 1,0 | 10,1 | 16,4 | 6,8 | 13,8 | 8,8 |
| Lufttemp., Abweichung zum LM [K] | 0,3 | 1,7 | - 1,0 | - 2,8 | - 0,1 | - 0,2 |
| Niederschlagshöhe [mm] | 96,3 | 119,5 | 220,9 | 106,0 | 402,4 | 572,4 |
| Prozent des LM [%] | 120 | 101 | 138 | 100 | 125 | 123 |
| Niederschlagshöhe des LM [mm] | 80,2 | 118,5 | 160,3 | 106,3 | 323,2 | 465,3 |
| Pot. Evapotranspiration, berechnet [mm] | 55,8 | 235,2 | 308,2 | 92,3 | 580,2 | 702,5 |
| Klimatische Wasserbilanz [mm] | 40,5 | - 115,7 | - 87,3 | 13,7 | - 177,8 | - 130,1 |
| Häufigste Windrichtung | SW | WSW | WSW | NE | WSW | WSW |

5. Geologische Übersicht

Nördlich von Halle verbreitert sich die Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke und schließt an den Halleschen Porphyrykomplex an. Es ist ein im Oberkarbon und Unteren Perm entstandener, mehr als 500 km² großer und mehrere hundert Meter mächtiger Komplex vulkanischer Gesteine, meist Quarzporphyr in verschiedener Gesteinsausbildung.

Deutlich prägt der Hallesche Porphyrykomplex die Landschaft nur in seinem wesentlichen Teil, d. h. in der nördlichen und östlichen Umgebung der Stadt. Der östliche Teil des Komplexes ist von mächtigen Ablagerungen des Tertiärs und Quartärs bedeckt.

Nach Südwesten wird der Hallesche Porphyrykomplex von der Halleschen Marktplatzverwerfung scharf abgeschnitten. Diese Verwerfung, die zugleich den Südrand der Halle-Hettstedter Gebirgsbrücke bildet, verläuft im Untergrund des Hallmarktes in Halle. An ihr sind die Schichten der südwestlichen Scholle gegenüber der nordöstlichen um 800 bis 1300 m abgesunken. Auf der

Verwerfungsspalte zirkulierten Wasser, lösten Salz aus dem 150 m mächtigen, in 600 m Tiefe liegenden Zechsteinsalz und traten als Solquellen an der Marktplatzverwerfung zutage. Seit der Bronzezeit wurde hier Salz gesotten.

Das Gebiet zwischen der Halleschen Marktplatzverwerfung und der weiten Saale-Aue im Osten und der Mansfelder und Sangerhäuser Mulde im Westen wird von ganz flach gefaltetem Buntsandstein und Muschelkalk eingenommen.

Im Bezug auf den Braunkohlebergbau gehört das Raum Halle-Leipziger mit den Einzelrevieren zum Thüringisch-Sächsischen Braunkohlenbezirk (PIETZSCH, 1925 u. BILKENROTH, 1958), können aber auch als nordwestlichster Ausläufer des Tertiär der Leipziger Bucht interpretiert werden. Sie stammen aus dem Eozän ("Ältere subherzyne Braunkohlenformation" nach KRUMBIEGEL, 1971), aber auch aus dem Oligozän. Genetisch lassen sie sich dem Salzauslaugungstyp (z. B. Geiseltal) oder dem Epirogenetischen Typ (z. B. Flöz Bruckdorf) zuordnen (KRUMBIEGEL u. SCHWAB 1974).

Bei den über der Braunkohle anstehenden quartären Schottern handelt es sich um Flußablagerungen eines in N-S-Richtung verlaufenden, etwa 8 km breiten, mittelpleistozänen Saalelaufes. Das Geröllmaterial setzt sich aus Quarz, Schiefer, Grauwacken und Kieselschiefern des vogtländischen und thüringischen Paläozoikums, Porphyren, aus Gesteinen des Perms, Buntsandsteins und des Muschelkalkes zusammen. Die Saalekiese sind besonders in Ammendorf, Bruckdorf und Reideburg weit verbreitet (HPC MERSEBURG u. a 1993).

Die Fluß- und Schmelzwässer flossen u.a. ins heutige Kabelsketal ab, bildeten aber auch große Stau- und Beckensen. Dort lagerten sich feinkörnige Sande und warvengeprägte Bändertone (Bruckdorfer Bändertone) ab. Der Geschiebemergel der Saale-Hauptgrundmoräne ist von den quartären Substraten mit am weitesten verbreitet.

6. Die natürlichen Böden im Halleschen Raum

Im halleschen Raum herrschen die Schwarzerden vor. Sie sind auch das prägende Element der von SCHMIDT et al. (1987) aus der MMK der DDR ausgewiesenen regionalen Standortgruppe bzw. des landwirtschaftlichen Eignungsgebietes. Ranker sind nur auf Buntsandstein und tertiären Sanden vertreten und teilweise von einem Lößschleier überzogen. Rendzinen sind vorwiegend an Erosionsstandorte gebunden. Schwarzerden gibt es über Geschiebemergeln, Schmelzwassersanden und Schottern, aber auch unterlagert von Verwitterungsmaterial der Triassedimente. Randlich des Lößgebietes tritt Sandlöß (Sandanteil > 20%, Grobschluff mind. 20%) an die Stelle des Löß. Im östlichen Lößbrandgebiet sind auch degradierte Schwarzerden zu finden, die den Übergangsbereich zu den Braunschwarzerden und Griserden bilden. Auf Rotliegendesandstein, Porphyry und Schmelzwassersand, häufig mit Lößschleier, sind Braunerden ausgebildet. Fahlerden und Podsole spielen nur eine untergeordnete Rolle. In den Auengebieten von Saale und Elster finden Vegas und Vegagleye ihre Verbreitung (ALTERMANN et MAUTSCHKE, 1972).

Die ausgebeuteten Lockergesteine (Braunkohle, Ton, Sand, Kies) westlich des Reidebaches wurden vielfach durch Auffüllen ersetzt. Bei neu abgeteufte Drucksondierungsbohrungen wurde erkundet, daß sich im oberen Teufenbereich (ca. 0 - 4 m) Auffülle mit unterschiedlicher Zusammensetzung befindet und darunter (ca. 4 - 10 m) Kiessand mit eingelagertem Schluff. Im Liegenden wurde Braunkohle sondiert.

Eine Karte der anthropogen überprägten Böden existiert bisher nicht.

7. 1. Standort Stadtteil Trotha

Bei diesem Standort handelt es sich um eine ehemalige Tongrube (Kaolingrube), die seit ca. 30 Jahren als Spülfeld für Feuerungs- und Filterasche des Heizwerkes Trotha genutzt wird. Die Spülhöhe erreichte ca. 15 m. 1982 erfolgte die Schließung der Deponie und eine Ansaat

von Gräsern (Rotschwengel, Rauer Schwengel), um eine Umweltbelastung durch Ascheverwehung zu verhindern.

Profil 1

Lage: Aschehalde/Trotha

R-Wert: 497174

H-Wert: 5711030

Klima: gemäßigtes Klima

Gestein: Flugasche

Relief: Ebene

TK 25: 1105-24 Halle(Saale)

Niederschlag: 465 mm

Mitteltemperatur: 9,0°C

Neigung: nicht geneigt

Exposition: ---

Höhenlage: 96 m ü NN

Humusform: Mull

Vegetation: Gras- und Krautbewuchs

Versiegelung: unmittelbar: keine, im 25 m Umkreis: <30%

Klassifikation: Pararendzina aus Heizwerkasche

Aufnahmedatum: 31.08.93

Beschreibung des Profils:

- | | | |
|-----|---------|---|
| yAh | - 5 cm | schwarz (10 R 1,7/1), Ufs3, xg0, Ya, krümelig, locker, stark durchwurzelt, deutlicher Übergang, frisch |
| yC1 | - 30 cm | grauschwarz (2,5 Y 3/1), U, xg0, Ya, polyedrisch-plattig, locker, mitteldurchwurzelt, deutlicher Übergang, frisch |
| yC2 | - 60 cm | grauschwarz (2,5 Y 3/1), U, xg0, Ya, locker, plattig, nicht durchwurzelt, frisch |

Kurze Erläuterung der Profildaten

Bodenbildendes Ausgangssubstrat dieses Standortes ist die durch die Aufspülung abgelagerte Flugasche. Die Bodenbildung hat erst in den oberen 5 bis 8 cm statt gefunden. Die Ursachen dafür waren wohl der noch zu kurzer Zeitabschnitt seit der Stilllegung der Aschedeponie (etwa 10 Jahre) und die für das Pflanzenwachstum sehr ungünstigen physikalischen und chemischen Eigenschaften. Obwohl Asche locker gelagert ist, ist sie in feuchtem Zustand aufgrund ihrer Körnung (vorwiegend U) wasserundurchlässig. Die hohen Schwefelgehalte einerseits und die starke Nährstoffunterversorgung andererseits führen dazu, daß die Durchwurzelung des Bodens nur bis zu einer Tiefe von 30 cm statt findet. Verbreitet sind hier vor allem die Halophyten. Diese, zwar noch spärliche Vegetation hat zu einer primären Humusakkumulation geführt, wodurch bereits Krümelstruktur festzustellen ist. Die Höhe der Humusakkumulation und die Höhe des bodenbürtigen C ist schwer abschätzbar, da der Kohle-C der Asche sehr hoch ist. Das schlägt sich in der starken Maskierung der C_r-Werte sowie in den hohen C/N-Verhältnissen nieder. Die ungünstigen physiko-chemische Eigenschaften führen zur Ausbildung einer artenarmen Mikroflora, deren Aktivität sehr gering ist. Die recht hohe Bodenatmung wird durch die abiotische CO₂-Bildung aufgewertet.

Profil 1

| Nr. | Hor | Tiefe | X | kf | dB | dF | Vol. % Wasser bei pF | | | | Körnung in % des kalk- und humusfreien Feinbodens | | | | | | |
|-----|-----|-------|-----|------|-------|-------|----------------------|-----|-----|-----|---|------|------|------|------|------|-----|
| | | | | | | | 0,6 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | T |
| | Bez | cm | % | cm/d | g/cm³ | g/cm³ | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 |
| 1 | yAh | 0-5 | 5,3 | | | | | | | | 9,8 | 10,7 | 10,4 | 18,7 | 37,3 | 7,3 | 5,8 |
| 2 | yC1 | -30 | 6,2 | | | | | | | | 4,3 | 4,1 | 3,5 | 37,1 | 29,3 | 18,6 | 3,1 |
| 3 | yC2 | -60 | 7,2 | | | | | | | | 3,7 | 3,0 | 2,9 | 35,7 | 33,7 | 14,0 | 7,0 |

| Nr | pH | pH | EC | Ca | P | K | Mg | Kalk | Corg | Nt | C/N | austauschbare Kationen mmol _c /kg | | | | | | | BS |
|----|-------------------|------------------|-----|-----|-----|------|-------------------|------|------|------|-----|--|------|------|------|--------|------|----|----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | mS | KCL | DL | DL | CaCl ₂ | % | % | % | | Ca | Mg | K | Na | H + Al | KAKp | % | |
| 1 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | |
| 1 | 7,7 | 7,8 | 2,5 | 438 | 1,0 | 14,3 | 14,5 | 2,2 | 14,5 | 0,16 | 89 | 71,11 | 2,64 | 0,35 | 0,15 | 5,0 | 26,4 | | |
| 2 | 7,8 | 7,9 | 2,6 | 408 | 1,4 | 23,5 | 51,3 | 2,7 | 23,5 | 0,19 | 121 | 57,61 | 7,81 | 0,51 | 0,29 | 4,5 | 17,9 | | |
| | 7,8 | 7,9 | 2,6 | 409 | 1,0 | 25,9 | 31,3 | 3,6 | 17,5 | 0,16 | 113 | 51,25 | 4,44 | 0,56 | 0,58 | 2,5 | -1,4 | | |

| Nr. | DHA | Cmik | Bodenatmung | mikrob. Besiedlungsdichte (103/5 /g TM) | | |
|-----|-------------|---------|----------------|---|-----------|---------------|
| | µg TPF/g TS | µg/g TM | mg CO2/gTM/24h | Pilze | Bakterien | Strahlenpilze |
| 1 | 0,00 | 192,76 | 0,32 | 29,40 | 5,53 | 3,53 |
| 2 | 0,00 | 113,63 | 0,42 | 9,52 | 0,42 | 0,00 |
| 3 | 0,00 | 218,94 | 0,39 | 8,70 | 0,00 | 0,00 |

**8. 2. Standort
Neumühle**

Die Neumühle wurde um 1280 vermutlich durch die Mönche des nahegelegenen Paulanerklusters (Dominikaner) angelegt. Bis in die 60er Jahre des 15. Jahrhunderts reichte die halle-sche Stadtbefestigung (Stadtmauer) noch nicht bis an die Mühle heran. Erst 1464/65 wurde die Mühle durch eine ca. 3 m dicke Stadtmauer umschlossen. Gleichzeitig wurde die Mühle aus- und umgebaut.

Profil 2

Lage: Halle, Schloßberg, Neumühle

R-Wert: 4497550

H-Wert: 5705650

Klima: gemäßigttes Klima

TK 25: 1105-45 Halle(Saale)

Niederschlag: 465 mm

Mitteltemperatur: 9.0°C

Gestein: Bau- und Brandschutt

Relief: Kuppe

Neigung: eben

Exposition: --

Höhenlage: 79,4 m

Humusform: Mull

Vegetation/Nutzung: Holunder,

Brennessel, Hohlzahn; ehemaliger Kleingarten

Versiegelung: unmittelbar: keine, im 25 m Umkreis: Häuser

Klassifikation: Hortisol-Pararendzina

Aufnahmedatum: 31.08.93

Beschreibung des Profils:

- jAh 0 - 25 cm dunkel graubraun (7,5 YR 3/1), Su3, xg2, jS, krümelig, locker, stark durchwurzelt, Regenwürmer, deutlicher, gerader Übergang, frisch
- yjC1 - 40 cm dunkel graubraun (2,5 Y 4/1), Sl3, xg3, Yb(Ziegelbruch, Ton-, Sandgemisch), krümelig, locker, mittel durchwurzelt, gerader Übergang, frisch
- jC - 55 cm dunkel rotbraun (5 YR 3/3), mSgs, xg4, jS (Porphyrgrus), singular, dicht, schwach durchwurzelt, deutlicher Übergang, frisch
- yC - 80 cm sand-gelb (7,5 YR 6/3), mS, xg5, Yb (Ziegel- und Mörtelschutt), singular, sehr dicht, schwach durchwurzelt, deutlicher Übergang, frisch
- yjC2 - 120 cm dunkel rotbraun (5YR 3/3), Su3, xg3, Yb (Kohle, Keramik, Ziegelbruch, Holz), krümelig, dicht, mäßig durchwurzelt, frisch

Kurze Erläuterung der Profildaten

Bei diesem Standort handelt es sich um einen stadtspezifischen Boden, d.h. hier sind technogene Substrate (Bauschutt, Asche, Mörtel) mit natürlichen (Sandlöß) vermischt bzw. abgedeckt. Die Anwesenheit o. g. technogener Substrate verursacht den hohen Skelettanteil in allen Horizonten des Profils. Das Vorhandensein vieler Hohlräume ermöglicht eine tiefgründige Durchwurzlung des Bodenkörpers. Dies wird noch durch die neutralen/basischen pH-Werte, sehr gute Nährstoffversorgung als Resultat der jahrzehntelangen gärtnerischen Nutzung, begünstigt. Die Zusammensetzung der Ausgangssubstrate und die Art der Flächennutzung führen zu einer beträchtlichen Humusakkumulation im jAh-Horizont. Der hohe C_g-Gehalt im yjC2 entstammt dem Humus des vor Jahren als Bodenoberfläche dienenden und später abgedeckten Horizontes. Die äußerst günstigen bodenökologische Parameter schlagen sich in der hohen mikrobiellen Aktivität des Standortes nieder, so daß die mikrobielle Biomasse der Bodenschicht 0 bis 40 cm die Werte der natürlichen ungestörten Böden (Schwarzerde, Ranker) im halleischen Raum erreichen.

9. 3. Standort

Holzplatz/Pulverweiden

Dieser Standort ist der Westrand der Stadt Halle unmittelbar neben der Saale und stellt eine planierte und bereits vegetationsbedeckte Aufschüttung aus Heizwerkasche dar. Das umliegende Areal zwischen der Gerber- und Elisabethsaale wurde zum Landschaftsschutzgebiet erklärt und trägt die bezeichnung „Pulverweiden“, da hier im Jahre 1520 eine Pulvermühle errichtet wurde. Die Pulverweiden schließen sich an den s. g. „Holzplatz“ an, auf dem im Jahre 1901 das städtische Elektrizitätswerk erbaut und in Betrieb genommen wurde.

Profil 2

| Nr. | Hor | Tief e | X | kf | dB | dF | Vol% Wasser bei pF | | | | Körnung in % des kalk- und humusfreien Feinbo- dens | | | | | | | |
|-----|------|-----------|------|------|-------------------|-------------------|--------------------|-----|-----|-----|--|------|------|------|------|-----|------|--|
| | | | | | | | 0,6 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | T | |
| | Bez | cm | % | cm/d | g/cm ³ | g/cm ³ | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | |
| 1 | jAh | -25 | 35,7 | | | | | | | | 18,5 | 28,2 | 15,3 | 15,3 | 9,7 | 5,2 | 7,8 | |
| 2 | yjC1 | -40 | 50 | | | | | | | | 23,5 | 27,3 | 22,1 | 7,8 | 6,3 | 1,7 | 11,3 | |
| 3 | jC | -55 | 64,4 | | | | | | | | 39,1 | 40,8 | 5,7 | 5,3 | 4,3 | 2,7 | 2,1 | |
| 4 | yC | -80 | 68,5 | | | | | | | | 21,2 | 57,2 | 8,4 | 3,0 | 4,7 | 1,2 | 4,3 | |
| 5 | yjC2 | 120 | 52,4 | | | | | | | | 3,3 | 33,2 | 27,3 | 12,1 | 12,7 | 8,1 | 3,3 | |

| Nr | pH | pH | EC | Ca | P | K | Mg | Kalk | Corg | Nt | C/N | austauschbaren Kationen mmol _c /kg | | | | | | BS |
|----|-------------------|------------------|------|-------|-------|------|-------------------|------|------|------|-----|---|------|------|------|-------|-------|----|
| | | | | | | | | | | | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | KAKp | |
| | CaCl ₂ | H ₂ O | mS | KCL | DL | DL | CaCl ₂ | % | % | % | | Ca | Mg | K | Na | H+Al | KAKp | % |
| 1 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 |
| 1 | 6,8 | 7,9 | 0,32 | 376,9 | 99,0 | 30,0 | 8,8 | 1,8 | 4,4 | 0,20 | 23 | 26,29 | 1,17 | 0,81 | 0,06 | 2,5 | 20,09 | |
| 2 | 7,0 | 7,9 | 0,23 | 375,8 | 104,5 | 28,4 | 7,3 | 2,1 | 2,3 | 0,14 | 18 | 17,99 | 0,74 | 0,71 | 0,10 | 0,25 | 15,51 | |
| 3 | 7,2 | 8,2 | 0,27 | 386,6 | 25,7 | 11,8 | 6,0 | 3,1 | 1,8 | 0,07 | 31 | 10,19 | 0,45 | 0,31 | 0,03 | -1,25 | 8,26 | |
| 4 | 7,7 | 8,5 | 0,33 | 458,6 | 2,8 | 12,0 | 4,7 | 19,3 | 0,9 | 0,02 | 137 | 11,93 | 0,37 | 0,58 | 0,06 | -3,75 | 3,37 | |
| 5 | 7,3 | 7,7 | 2,21 | 421,7 | 45,1 | 29,3 | 11,3 | 4,2 | 2,9 | 0,12 | 29 | 23,82 | 1,17 | 0,91 | 0,14 | 0,25 | 16,09 | |

| Nr. | DHA | Cmik | Bodematmung | mikrobielle Besiedlungsdichte (103/5 /g TM) | | |
|-----|------|-------|-------------|--|---------|-----------------------------|
| | | | | µg TPF/g TS | µg/g TM | mg CO ₂ /gTM/24h |
| 1 | 8,35 | 303,1 | 0,09 | 10,04 | 7,65 | 12,96 |
| 2 | 5,42 | 214,7 | 0,06 | 8,64 | 7,07 | 5,74 |
| 3 | 2,03 | 60,42 | 0,04 | 5,44 | 3 | 3,27 |
| 4 | 1,23 | 38,1 | 0,54 | 1,69 | 1,97 | 2,26 |
| 5 | 13,8 | 53,03 | 0,07 | 4,04 | 5,78 | 2,29 |

Die bei der Stromerzeugung anfallende Asche aus der Verbrennung der Rohbraunkohle mittel-deutscher Reviere kam in den Nachkriegsjahren auf den Ascheschuttplatz. Die auf diese Weise entstandene Aschekippe wurde 1978 planiert und dem spontanen Vegetationsbewuchs überlassen. Gegenwärtig befinden sich die Pulverweiden und die ehemalige Aschehalde im Zuständigkeitsbereich des Grünflächenamtes der Magistrat Halle. Diese Flächen sollen den vorhandenen Plänen nach als Naherholungsgebiet weiterhin genutzt und gestaltet werden.

Profil 3

Lage: Halle, Pulverweiden:

R-Wert: 4497100

H-Wert: 5205600

TK 25: 1105-42 Halle(Saale)

Klima: gernaßigtes Klima

Niederschlag: 465 mm
Mitteltemperatur: 9,0°C

Gestein: Heizwerkasche

Relief: Kippe

Neigung: eben

Exposition: ---

Höhenlage: 89 m ü N

Humusform: Mull

Vegetation: Brache

Versiegelung: keine

Klassifikation: Pararendzina aus Heizwerkasche

Aufnahmedatum: 31.08.93

Beschreibung des Profils:

- yAh 0 - 30 cm schwarz (5YR 2/2), Ufs3, xg1, Ya (Asche und Kohlebrocken), krümelig bis singulär, locker, sehr stark durchwurzelt, diffuser, gerader Übergang, frisch
- yC1 - 80 cm schwarz (5YR 1,7/1), helle Ausblühungen, Ugs3, xg1, Ya (Asche, Kohle, Schlackebrocken), krümelig bis singulär, dicht, schwachdurchwurzelt, diffuser Übergang, frisch
- yC2 - 150 cm schwarz (7,5YR 1,7/1), mit heller Asche, U, xg1, Ya, krümelig bis singulär, mäßig dicht, keine erkennbare Durchwurzellung, frisch

Kurze Erläuterungen der Profildaten

Die Pararendzina hat sich aus verkippter Heizwerkasche entwickelt, die seit 17 Jahren als städtische Brachefläche ruht. Im Vergleich zum Profil 1 ist hier eine tiefere Durchwurzellung (bis zu 80 cm) zu beobachten, die möglicherweise durch die Salzauswaschung und die starke Reduzierung der Sulfatgehalte in den oberen Horizonten begünstigt wird. Die Kraut- und Grasvegetation ist sehr artenreich, obwohl das bodenbildende Substrat K- und P-arm ist. Der Stickstoff scheint jedoch kein limitierender Faktor zu sein. Die bodenmikrobielle Aktivität entwickelt sich konform zur Vegetation: die mikrobielle Biomasse ist gleich der gewachsenen Böden, die Bodenatmung ist dagegen aufgrund der Ascheausgasung sehr hoch.

10. 4. Standort

Tagebaukippe bei Bruckdorf am Reidebach - Tonberg

Renaturierung des Reidebaches

Kernstück des Grünzuges Halle - Ost ist der Reidebach. In Einheit mit der spürbaren Entlastung des Gewässers von Schadstoffen und der Zurücknahme der landwirtschaftlichen Nutzung vom derzeitigen Ufer sollte der Reidebach in seinem ursprünglichen Verlauf in einer Breite von 20 m bis 200 m renaturiert werden. Das heißt: Rekonstruktion eines mäandrierenden Bachverlaufes, Anlage von randlichen Wasser- und Retentionsflächen, Anpflanzung standortgerechter Gehölze, Entwicklung extensiv genutzter Wiesen und Weiden sowie Ausbau eines Rad- und Wanderwegenetzes.

Entwicklung der Bergbaufolgelandschaft

Im 18. Jahrhundert wurde um Bruckdorf in einer tiefliegenden, von Wasser durchbrochenen Fläche Torf als Heizmaterial gestochen. 1830 entstanden nördlich und südlich von Bruckdorf Tagebaue zur Braunkohleförderung, die 1952 eingestellt wurde. Die Eingemeindung des Bruck

Profil 3

| Nr | Hor | Tiefe | X | kf | dB | dF | Vol% Wasser bei pF | | | | Körnung in % des kalk- und humusfreien Feinbodens | | | | | | | |
|----|-----|-------|------|------|-------|-------|--------------------|-----|-----|-----|---|------|-----|------|------|------|------|-----|
| | | | | | | | 0,6 | 1,8 | 2,5 | 4,2 | gS | mS | fS | gU | mU | fU | T | |
| | Bez | cm | % | cm/d | g/cm³ | g/cm³ | 8 | 9 | 10 | 11 | | | | | | | | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | | | | | | | | | | | | |
| 1 | yAh | 0-30 | 23,3 | | | | | | | | | 11,4 | 9,7 | 12,1 | 28,3 | 27,1 | 6,1 | 5,3 |
| 2 | yC1 | -80 | 26,1 | | | | | | | | | 13,2 | 8,0 | 4,1 | 32,7 | 23,8 | 11,3 | 6,9 |
| 3 | yC2 | -150 | 3,3 | | | | | | | | | 8,7 | 6,0 | 3,1 | 31,4 | 33,8 | 9,2 | 7,8 |

| Nr | pH | pH | EC | Ca | P | K | Mg | Kalk | Corg | Nt | C/N | austauschbaren Kationen mmol _c /kg | | | | | | | | | | BS |
|----|-------------------|------------------|-------|-------|----|------|-------------------|------|------|-----|-----|---|------|------|-----|-------|------|----|--|--|--|----|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | mS/cm | KCL | DL | DL | CaCl ₂ | % | % | % | | Ca | Mg | K | Na | H+ Al | KAKp | % | | | | |
| | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | | | | |
| 1 | 7,6 | 7,6 | 2,4 | 466,9 | 0 | 11,2 | 28,9 | 7,3 | 15 | 0,2 | 77 | 91,21 | 4,41 | 0,17 | 0,1 | 5,5 | 38,2 | | | | | |
| 2 | 7,7 | 7,6 | 2,7 | 458,8 | 0 | 8,7 | 98,2 | 8,7 | 17 | 0,2 | 94 | 76,33 | 14,4 | 0,14 | 0,2 | 5,5 | 38,9 | | | | | |
| 3 | 7,7 | 7,8 | 3,1 | 460,3 | 0 | 7,1 | 113,2 | 12 | 30 | 0,2 | 133 | 105,0 | 17,9 | 0,0 | 0,6 | 10,0 | 23,1 | | | | | |

| Nr | DHA | Cmik | Bodenatmung | mikrob. Besiedlungsdichte (103/5 /g TM) | | |
|----|-------------|---------|-----------------------------|---|-----------|---------------|
| | µg TPF/g TS | µg/g TM | mg CO ₂ /gTM/24h | Pilze | Bakterien | Strahlenpilze |
| 1 | 0,09 | 255,72 | 0,64 | 29,40 | 5,53 | 3,37 |
| 2 | 0,00 | 238,63 | 0,74 | 9,52 | 0,42 | 1,38 |
| 3 | 0,00 | 296,78 | 0,69 | 8,70 | 0,00 | 0,00 |

dorfes zur Stadt Halle erfolgte 1950. Im Jahre 1956 fand Flächenrekultivierung statt, so daß etwa 6,8 ha der Gesamtfläche mit Pappeln bepflanzt wurden und 1,7 ha weisen einen Birkenbestand auf. Gegenwärtig entsteht auf den Flächen des ehemaligen Tagebaues ein Gewerbegebiet. Gebiete, in denen das Arten- und Biotoppotential weniger hoch ist, die sich aber hervorragend zu Naherholungszwecken eignen, sind durch Ausbau der erforderlichen Infrastruktur (Ordnung und Ausbau der Anfahrtswegen, Parkplatzausweisung, Errichtung sanitärer und kultureller Einrichtungen, Ausbau von Rad- und Wanderwegen u. a.) aufzuwerten. Weiterhin sind Maßnahmen zur Verbesserung des Landschaftsbildes (z. B. Aufforstungen), zur Beseitigung von Altlasten und zur Minderung von Lärm und Luftbelastungen aufzuzeigen. Es ist zu untersuchen, inwieweit sich intensive Freizeitanlagen (Campingplätze, Hallenbäder o. a.) einordnen lassen.

Profil 4

Dieses Profil liegt im zentralen Teil der Kippe und charakterisiert die Standortseigenschaften verkippter, tertiärer Substrate. Die Fläche ist mit einem jungen Birkenwald bestockt.

Lage: Hochkippe/Bruckdorf
 R-Wert: 3293290
 H-Wert: 5706250

TK 25: Blatt Dieskau (4538)
 1:25000

Klima: gemäßigtes Klima

Niederschlag: 465 mm

Mitteltemperatur: 9,0°C

Gestein: verkipptes Material: tertiärer Schluff, Geschiebemergel, verschieden kohlehaltig, z. T.

Sandlöbbauftrag

Relief: Plateau

Neigung: nicht geneigt

Exposition: ---

Höhenlage: 101,5 m ü. NN

Humusform: feinhumusarmer Moder

Vegetation: Birkenwald

Versiegelung: unmittelbar: keine, im 25 m Umkreis: keine

Klassifikation: Regosol

Aufnahmedatum: 21.08.93

Beschreibung des Profils:

| | | |
|-----|---------------|--|
| Of | 1,5 cm | Streu aus Birken-Blättern und -zweigen und Gräsern, unscharfer Übergang |
| Oh | 1,5 cm | Feinhumus mit geringen Blattstrukturen, viele Feinwurzeln, Übergang unscharf |
| jAh | 0 - 2 cm | bräunlich schwarz (10 YR 2/2), Tu4, g1, sehr stark humos, kalkfrei, Krümel- bis geogenes Plattengefüge, sehr locker, mittel durchwurzelt, Tertiärmaterial |
| jC1 | 2 - 15 cm | gräulich gelbbraun (10 YR 4/2), Ls4, g1, sehr stark kohlehaltig /humos, kalkfrei, geogenes Platten-, Polyeder- u. Einzelkorn-, Bröckelgefüge, sehr locker, schwach durchwurzelt, Gemenge tertiären Ursprunges mit Feinsandlinsen u. -bändern, kohle- (~5%) u. tonbrockig (~10%) |
| jC2 | 15 - 70 cm | dunkel gelborange (10 YR 7/2) u. blaß orange (5 YR 8/4) u. bräunlich schwarz (10 YR 2/1,5) zu ~ gleichen Anteilen, S14, kohlehaltig, kalkfrei, geogenes Platten-, Polyeder- u. Einzelkorngefüge, locker, schwach durchwurzelt, Gemenge tertiären Ursprunges, kohle- (~10%) u. tonbrockig (~20%), breites Feinsandband (~50%) |
| jC3 | 70 - 140 cm | bräunlich schwarz (10 YR 2/1,5) u. ~ 20% dunkel gelborange (10 YR 7/2), Ls3, stark kohlehaltig, kalkfrei, Platten-, Polyeder- u. Einzelkorngefüge, sehr locker, schwach durchwurzelt, Tertiärmaterial, kohle- u. tonbrockig (je ~10%), Feinsandlinsen u. -bänder |
| jC4 | 140 - 160 cm | bräunlich schwarz (10 YR 2/2,5), Ls3, kiesfrei, kohlehaltig, kalkfrei, Kohärent- u. Polyedergefüge, dicht, sehr schwach durchwurzelt, Tertiärmaterial, kohlebrockig (~10%) |
| jC5 | 160 - 260 cm* | schwarz (10 YR 2/1,5) u. bräunlich schwarz (10 YR 3/2,5) zu ~ gleichen Teilen, Tu, stark kohlehaltig, kalkfrei, Kohärent-, Polyeder- u. Plattengefüge, mäßig dicht, nicht durchwurzelt, Tertiärmaterial, stark kohlebrockig |

* ab 160 cm Bohrung

Bemerkungen: Platten sind zum großen Teil gekippt! Im ganzen Profil und besonders in jC2 und jC5 etwa 1 - 3 cm große hellgelbe Flecken mit pH-Wert 2,8 zu finden.

Kurze Erläuterungen der Pfofiledaten

Der Standort wird von ± feinsandigen, ± kohligen tertiären Schluffen bestimmt. Eine Sandlöbdecke ist nicht vorhanden. Eine Bodenbildung fand in geringem Maße durch eine Hu-

Profil 4

| Nr. | Hor. | Tiefe | X | Kf | dB | dF | Vol. % Wasser bei pF | | | | | | nFK | Körnung des humusfreien Feinbodens (%) | | | | | | |
|-----|------|-------|------|------|------|------|----------------------|------|------|------|------|-------|------|--|------|------|------|------|------|---|
| | | | | | | | 0 | 1 | 2 | 2,5 | 4,2 | mm/dm | | gS | mS | fS | gU | mU | fU | T |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | |
| 1 | jAh | 0-2 | 0,0 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 1,2 | 4,4 | 18,4 | 21,9 | 18,3 | 8,9 | 28,9 | |
| 2 | jC1 | -15 | 0,0 | 4,1 | 0,92 | 2,08 | 55,8 | 48,5 | 38,4 | 36,0 | 22,8 | 15,6 | 0,5 | 5,4 | 41,8 | 18,1 | 10,6 | 6,8 | 18,8 | |
| 3 | jC2 | -70 | 0,0 | 1,5 | 1,25 | 2,56 | 51,2 | 48,5 | 30,3 | 28,0 | 18,1 | 12,2 | 0,3 | 25,8 | 34,3 | 11,2 | 9,0 | 5,7 | 13,8 | |
| 4 | jC3 | -140 | 0,0 | 3,9 | 0,98 | 2,26 | 56,6 | 56,1 | 42,3 | 40,0 | 30,7 | 11,6 | 0,6 | 6,6 | 44,1 | 14,0 | 9,7 | 8,0 | 17,1 | |
| 5 | jC4 | -180 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | |

| Nr. | pH-Werte | | | Kalk | Corg | Humus | Nt | | C/N | Ca | Mg | K | P | Na | SO ₃ | Gipe |
|-----|-------------------|------------------|------|------|------|-------|------|----|-------|-----|-----|------|------|------|-----------------|------|
| | CaCl ₂ | H ₂ O | % | | | | % | % | | | | | | | | |
| | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | |
| 1 | 4,4 | 4,7 | 0,00 | 8,0 | 13,8 | 123,7 | 0,12 | 57 | 153,6 | 7,1 | 3,0 | 0,87 | 7,39 | 1,42 | 0,00 | |
| 2 | 3,0 | 3,4 | 0,00 | 8,6 | 14,8 | 93,8 | 0,09 | 63 | 93,6 | 4,9 | 2,9 | 0,95 | 5,99 | 1,13 | n.b. | |
| 3 | 2,9 | 3,0 | 0,00 | 2,5 | 4,3 | 70,4 | 0,07 | 80 | 164,4 | 2,6 | 1,2 | 2,50 | 4,28 | 0,22 | 0,13 | |
| 4 | 2,7 | 2,7 | 0,00 | 8,2 | 14,1 | 69,5 | 0,07 | 64 | 317,6 | 1,8 | 4,9 | 2,55 | 5,04 | 2,13 | 1,89 | |
| 5 | n.b. | n.b. | 0,00 | n.b. | n.b. | 58,2 | 0,06 | 44 | 285,9 | 1,5 | 0,6 | 2,78 | 4,78 | 1,58 | n.b. | |

| Nr. | austb. Kationen (mmolc/100g) nach BaCl ₂ -Perkolation | | | | | | | | | | | | | | Ca/ Mg | KAK _{st} | KAK _{pot} | BS | SBQ |
|-----|--|-------|------|------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|-------|--------|-------------------|--------------------|------|-----|
| | Ca | % | Mg | % | K | % | Na | % | Al | % | Fe | % | H | % | | | | | |
| | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 | 44 | 45 | 46 | 47 | 48 | 49 | 50 | 51 | 52 | 53 | 54 |
| 1 | 10,50 | 72,21 | 0,87 | 5,98 | 0,09 | 0,62 | 0,00 | 0,01 | 3,05 | 20,98 | 0,03 | 0,21 | 0,00 | 0,00 | 12 | 14,5 | 39,7 | 79 | 3,9 |
| 2 | 6,80 | 40,07 | 0,53 | 3,22 | 0,06 | 0,36 | 0,04 | 0,24 | 5,83 | 35,40 | 0,08 | 0,49 | 3,33 | 20,22 | 12 | 16,5 | 46,4 | 44 | 9,4 |
| 3 | 2,18 | 29,46 | 0,12 | 1,68 | 0,03 | 0,38 | 0,02 | 0,33 | 2,22 | 29,93 | 0,16 | 2,16 | 2,67 | 36,08 | 18 | 7,4 | 24,4 | 32 | 3,1 |
| 4 | 4,30 | 38,67 | 0,15 | 1,35 | 0,00 | 0,00 | 0,04 | 0,36 | 1,95 | 17,54 | 0,16 | 1,44 | 4,52 | 40,65 | 29 | 11,1 | 42,9 | 40 | 7,1 |
| 5 | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | n.b. | 8,9 |

| Nr. | TM | DHA | Cmik | Bodenatmung | mikrobielle Besiedlungsdichte (10 ^{3/5} /g TM) | | |
|-----|-------|-------------|--------|-------------|---|-----------------------------|-------|
| | g | µg TPF/g TS | | | µg/g TM | mg CO ₂ /gTM/24h | Pilze |
| 1 | 80,77 | 0,00 | 134,19 | 0,02 | 57 | 3 | 0 |
| 2 | 84,87 | 0,00 | 158,85 | 0,03 | 30 | 3 | 1 |
| 3 | 84,87 | 0,00 | 37,00 | 0,01 | 28 | 1 | 1 |
| 4 | 90,10 | 0,00 | 32,03 | 0,01 | 10 | 0 | 0 |
| 5 | n.b. | 0,00 | 0,00 | 0,08 | 4 | 1 | 1 |

musakkumulation und durch die Gefügedifferenzierung statt. Die bodenbiologische Aktivitäten sind gering. Das Substrat neigt trotz hoher nutzbarer Feldkapazität zur Austrocknung, was die Vegetation durch eine relativ tiefe Durchwurzelung \pm kompensiert. Das Substrat ist stark sauer und unterliegt auch weiterhin einer Versauerungsdynamik. Die Gradienten der H- und Al-Sorption belegen die fortschreitende Tiefenfront der Pyritoxidation. Es ist eine zunehmende Al-Pflanzen-toxizität des Oberbodens zu erwarten. Einige Schichten sind auch bezüglich der Schwefelgehalte als stark vegetationsfeindlich einzustufen. Die Nährstoffversorgung ist sehr gering und die Basensättigung liegt innerhalb des geringmächtigen jAh weit unter dem Optimum.

Profil 5

Dieses Profil liegt nicht auf dem Tonberg, sondern östlich davon im Senkungsgebiet des ehemaligen Tiefbaues. Es handelt sich um eine sogenannte "Mutterbodenkippe", d.h. es wurde Oberbodenmaterial aufgetragen. Am untersuchten Standort liegt ein 42 cm mächtiger Sandlößauftrag über einem Untergrund aus glazifluvialen Kiessanden. Diese sind vermutlich mehr als 10 m mächtig und enthalten Kohle-, Schluff- und Sandlößbrocken in verschiedenen Beimengungsanteilen. Die Sandlößschicht ist relativ gleichmäßig mächtig, so daß ein manueller Auftrag wahrscheinlich ist.

Lage: Hochkippe/Bruckdorf

R-Wert: 3293350

H-Wert: 5706180

Klima: gemäßigttes Klima

Gestein: Verfüllung mit sandigem Lehm über Kalk-Sandkies

Relief: Ebene

Vegetation: landwirtschaftliche Nutzung, 1992 Raps, siet 1993 Brache

Versiegelung: unmittelbar: keine, im 25 m Umkreis: keine

Klassifikation: Regosol

TK 25: Blatt Dieskau (4538)

Niederschlag: 465 mm

Mitteltemperatur: 9,0°C

Neigung: nicht geneigt

Exposition: ---

Höhenlage: 94 m ü. NN

Humusform: Mull

Aufnahmedatum: 21.08.93

Beschreibung des Profils:

| | | |
|-------|------------|---|
| L | 0,5 cm | lockere, vorwiegend strukturierte Pflanzenabfälle, bzw. auch Güllerrückstände |
| jAp | 0 - 30 cm | braunschwarz (10 YR 3/1), S13, g2, mittel/stark humos, kalkfrei, Krümel-bis Bröckelgefüge, mäßig dicht, mittel durchwurzelt, Sand löß mit wenigen, kleinen (< 0,5 cm) Ziegelstücken |
| jAhBv | 30 - 42 cm | dunkelbraun (10 YR 3/4), Ls3, g2, schwach humos, kalkfrei, Subpolyeder- bis Polyedergefüge, dicht, sehr schwach durchwurzelt, Sandlöß |
| jCc | 42 - 47 cm | hellbraun (10 YR 5,5/6) u. hellgelborange (10 YR 8/5) in Mischung, Kohle schwarz (10 YR 1,7/1), S, g4, humus-/kohlefrei, mittel carbonathaltig, Kittgefüge, sehr schwach durchwurzelt, glazifluvialer Kiessand mit Kohlelinse |

- jC1 47 - 60 cm hellbraun (10 YR 5,5/6) u. hellgelborange (10 YR 8/5) in Mischung, Kohle dunkelbraun (10 YR 3/2), S, g4, nur stellenweise humos/sehr schwach kohlehaltig, carbonatarm, Einzelkorngefüge, sehr schwach durchwurzelt, glazifluvialer Kiessand, sandlöß- u. kohlebrockig
- jC2 60 - 110 cm hellbraun (10 YR 5,5/6) u. hellgelborange (10 YR 8/5) in Mischung, Kohle dunkelbraun (10 YR 3/2), bei 90 cm Schluffbrocken (10 YR 5/4) 110-117 cm Kohleband, 117-130 cm Rostband (7,5 YR 4/6), S, g4, nur stellenweise humos/schwach kohlehaltig, carbonatarm, Einzelkorngefüge, z.T. Kittgefüge, locker, Gemenge mit vorwiegend glazifluviatitem Kiessand, sandlöß-, schluff- u. kohlebrockig (je ~5 - 10%)

Bemerkungen: Stark begüllte Fläche, Gefügebeurteilung ist im jYAhBv schwierig, da zu hart.

Kurze Erläuterungen der Profildaten

Es handelt sich um einen landwirtschaftlichen Brachestandort mit einem relativ mächtigen Sandlößauftrag über einem Untergrund aus glazifluviatilen Kiessanden mit Kohlebeimengungen. Die Schicht unterhalb des Pflughorizontes ist verdichtet, aber durch den großen Anteil an Grobporen hat dies keine negativen Auswirkungen auf den Luft- und Wasserhaushalt. Der Standort ist bodenbiologisch sehr aktiv. Die Sandlößschicht ist mäßig sauer und kalkfrei, phytotoxische Schwefelgehalte liegen aber nicht vor. Der Untergrund ist neutral und carbonatarm. Die Substrate sind basen- und, im Zusammenhang mit der Nutzung als Güllelastfläche, nährstoffreich, besonders an P und K.

11. Literatur:

1. Altermann, M. und Mautschke, J. (1972): Zur Kenntnis und Verbreitung der Böden der Umgebung Halle. Arch. Acker- u. Pflanzenbau u. Bodenkd., 16, 12, 871-886, Berlin.
2. Anonym (1984): Halle-eine Stadt mit Vergangenheit und Zukunft
3. Anonym (1992): 33. Tagung der Stadtverordnetenversammlung Halle/Saale am 16.12.1992
4. Bilkenroth, G. (1958): Untersuchung und Erfassung von Braunkohlenlagerstätten in der Deutschen Demokratischen Republik und Auswertung der Ergebnisse für Planung und Projektierung. Bergbautechnik, 8, 12, 602-609.
5. Döring, J. (1994): Agrarmeteorologische Monats- und Jahresübersichten 1993 für das Versuchsfeld Zöberitz. MLU Halle-Wittenverg, Inst. f. Standoerkunde
6. HPC Merseburg, IWS/TU Berlin, BSI Halle (1993): Gefährdungsabschätzung Deponie Hufeisensee Kanena. unveröff. Bericht.
7. Krumbiegel, G. (1971): Die Braunkohlen im Wirtschaftsraum Halle-Merseburg-Bitterfeld... Ber. dt. Ges. geol. Wiss., A, Geol. Paläont., 16, 6, 613-628, Berlin.
8. Krumbiegel, G. und Schwab, M. (1974): Saalestadt Halle und Umgebung. Ein geologischer Führer.
9. Pietzsch, K. (19259): Die Braunkohlen Deutschlands. In: Handbuch Geologie: Bodenschätze Deutschlands. Berlin.
10. Schmidt, R; Diemann, R.; Lieberroth, I.; Thiere, J. (1987): Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung. MLU Halle-Wittenberg, Wiss. Beiträge, 9, 1-38.
11. Wagenbreth, O. und Steiner, W. (1982): Geologische Sreifzüge, VEB Deutscher Verlag, Leipzig.