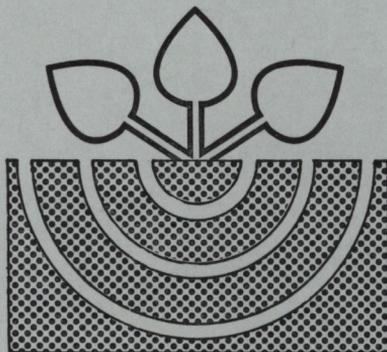


Z81/64

MITTEILUNGEN

der

**DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT
EXKURSIONSFÜHRER
JAHRESTAGUNG 1991 IN BAYREUTH**



Band 64

1991

I S S N - 0343-107X

Schriftleitung: P. Hugenroth, Oldenburg

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

EXKURSIONSFÜHRER

zur
Jahrestagung 1991
in
Bayreuth

Inhaltsübersicht	Seite
Geologie und Böden im Thüringer Becken und im Tharandter Wald	
1. Abriß der Geologie des Thüringer Beckens	5
2. Geologische Grundlagen der Bodenbildung und Bodenverbreitung im thüringischen Muschelkalk	19
3. Abriß der Geologie des Tharandter Waldes	29
Exkursion A Teil 1: Thüringer Becken	49
Exkursion A Teil 2: Tharandter Wald	79
Exkursion B: Erzgebirge - Budweiser Becken - Böhmerwald (CSFR)	121
Exkursion D: Münchberger Hochfläche - Frankenwald	139
Exkursion F: Altflächenlandschaften Mittelfrankens	211
Exkursion I: Jena	269
1. Bodenbildende Faktoren, Bodengesellschaften und Bodennutzung Thüringens im Überblick	271
2. Grundlagen und Verfahren gefügeschonender Bearbeitung Thüringer Ackerböden	287
3. Aufgabenstellung, Ausrüstung und Meßergebnisse der Lysimeteranlage Großobringen	317
Halbtagesexkursionen	
Exkursion K: Ökologisch-Botanischer Garten der Universität Bayreuth	323
Exkursion L: Landwirtschaftliche Lehranstalt Bayreuth	329
Exkursion M: Bodendauerbeobachtungsfläche Goldkronach	331
Exkursion O: Hohe Matzen	335

Vorwort

Die glückliche Wiedervereinigung Deutschlands beeinflusst auch den Ablauf der Tagung der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 1991 in Bayreuth. So finden mehrtägige Exkursionen in die Gegend von Jena, Weimar und Dresden statt. Die Öffnung der Grenzen in die CSFR hat es ermöglicht, auch eine zweitägige Exkursion nach Böhmen anzubieten. Sonstige Exkursionsschwerpunkte betreffen Oberfranken, die Oberpfalz und Mittelfranken.

In diesem Zusammenhang danke ich allen, die an der Vorbereitung und Durchführung des umfangreichen Exkursionsprogrammes beteiligt sind, sehr herzlich für Bereitschaft, Einsatz und Mühen. Mein besonderer Dank gilt den Kollegen der CSFR, sowie den Bodenkundlern aus Dresden und Jena.

Großzügige Hilfestellungen für die Vorbereitung und Durchführung der Exkursionen im weiteren Umfeld von Bayreuth erhielten wir von der Oberforstdirektion Bayreuth, den Beamten der Forstämter entlang der Exkursionsrouten, vom Bayerischen Geologischen Landesamt, das freundlicherweise 2 Exkursionstage übernimmt, dem Lehrstuhl Bodenkunde an der Forstlichen Fakultät der LMU München, der Abteilung Geologie der Heinrich-Heine-Universität, Düsseldorf, sowie von den verantwortlichen Organisatoren der halbtägigen Exkursionen.

Leider hat dieses umfangreiche Exkursionsprogramm die finanziellen Möglichkeiten gesprengt, so daß nicht alle Exkursionsbeiträge in den Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft erscheinen können. Wir haben deshalb nach Rücksprache mit der Geschäftsführung der DBG entschieden, die Exkursionsführer für die Exkursionen in das Fichtelgebirge, in die Umgebung von Bamberg, in die Oberpfalz und in die Mainau in den Bayreuther Bodenkundlichen Berichten, Band 17, mit reduzierter Auflage zu drucken. Den Teilnehmern dieser Exkursionen wird dieser Band kostenfrei zur Verfügung gestellt.

Bayreuth, im Mai 1991

W. Zech

Abriß der Geologie des Thüringer Beckens

von

Linnemann, U. *)

1. Einleitung

Das Thüringer Becken zeichnet sich im geologischen Kartenbild durch seine geschlossene Form und das umlaufende Streichen der überwiegend triassischen Sedimentfüllung aus. Die Beckenachse verläuft in herzynischer (NW-SE-) Richtung. Im SW ist das Thüringer Becken durch die Nordrandstörung des Thüringer Waldes scharf begrenzt. Der Ausstrich des Zechsteins zeichnet den südwestlichen Beckenrand am Thüringer Schiefergebirge nach. Die Hermundurische Scholle mit dem Kyffhäuser und dem "Geraer Vorsprung" bildet in tektonischer und morphologischer Hinsicht einen deutlichen NE-Abschluß der Beckenkontour. Der SW-Rand der Hermundurischen Scholle wird besonders durch die Finne-Störung deutlich hervorgehoben. An der nordwestlichen Flanke wird das Thüringer Becken vom Eichsfeld abgeschlossen. Im W bilden der Leinetalgraben und weitere NNE-SSW-streichende Störungssysteme tektonische Grenzelemente. Die Lage des Thüringer Beckens ist in Abb. 1 dargestellt.

Der Untergrund (das Grundgebirge) des Thüringer Beckens setzt sich aus präkambrischen bis unterkarbonischen vollmarin entwickelten Sedimentabfolgen sowie Magmatiten unterschiedlichen Alters und differenzierter genetischer Stellung zusammen, die während der variszischen Hauptdeformation (sudetische Phase) während des oberen Unterkarbons gefaltet wurden. Die Faltenachsen streichen NE - SW.

Die silesischen (oberkarbonischen) und rotliegenden (unterpermischen) Molassen der Varisziden treten innerhalb des Thüringer Beckens in mehreren isolierten Vorkommen auf, unter denen der 45 bis 75 km breite NE-SW- streichende Saaletrog besonders hervorzuheben ist. Die Molasseablagerungen bauen sich

*) Institut für Bodenkunde und Standortlehre der TU Dresden
Pienner Str. 8, O-8223 Tharandt

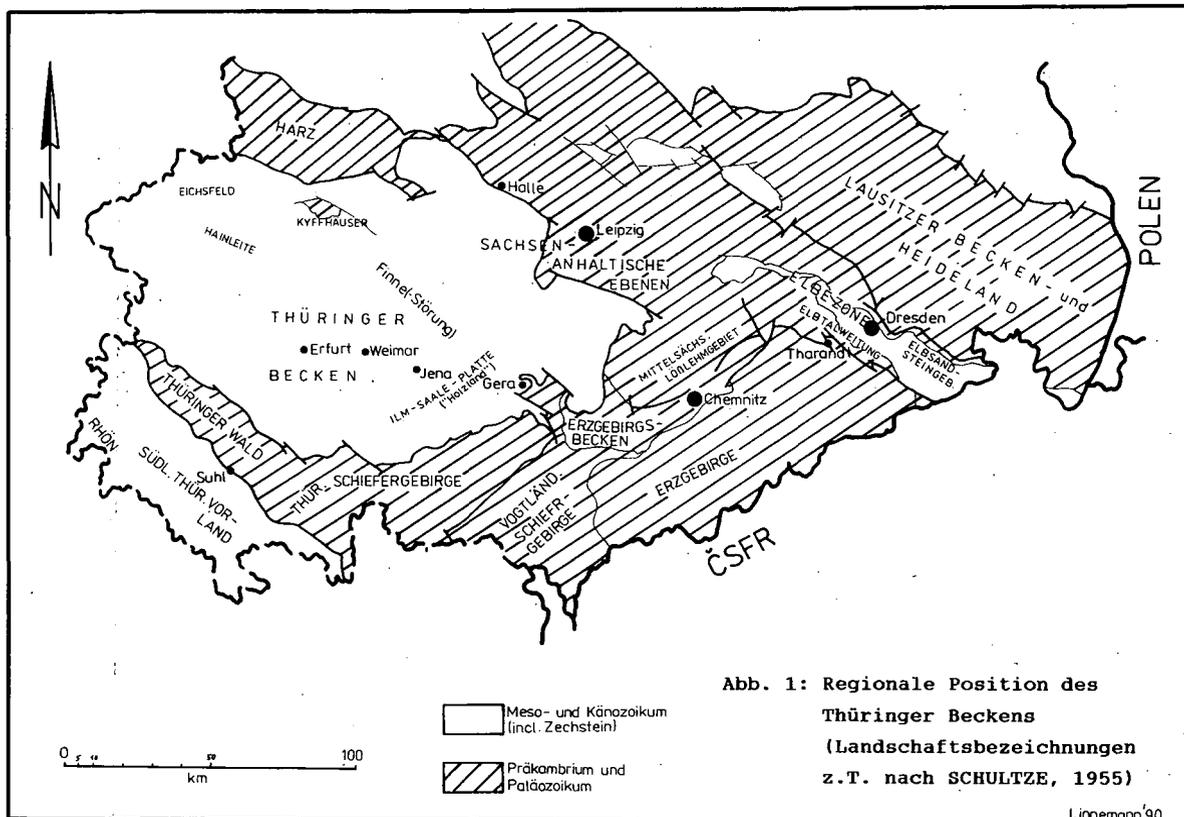


Abb. 1: Regionale Position des
Thüringer Beckens
(Landschaftsbezeichnungen
z.T. nach SCHULTZE, 1955)

Linemann '90

vornehmlich aus Konglomeraten, Sandsteinen und Tonschiefern sowie verschiedenen Effusiva (Porphyre, Melaphyre) auf.

Die präsudetischen Geosynklinalabfolgen und die variszischen Molassen sind im Thüringer Becken obertägig nicht anzutreffen, streichen jedoch großflächig in den umgebenden Mittelgebirgen (Thüringer Wald, Thüringisches Schiefergebirge, Kyffhäuser) aus.

Während des Perms vollzogen sich tiefgreifende Veränderungen im Bruchmuster Mitteleuropas. Neben den, dem variszischen Faltenbau folgenden, NE-SW-streichenden Störungssystemen wurden NW-SE- und NNE-SSW-streichende Strukturelemente angelegt. In daraus resultierenden Senkungszonen legte sich das Germanische Becken an, das sich in seinen Grundlinien bis in das Tertiär erhielt. Das Thüringer Becken ist ein Teilsegment des germanischen Beckens.

Mit der permischen Zechsteintransgression beginnt die Sedimentation des Tafeldeckgebirges (i.e.S.), d.h. die Ablagerung jener Sedimentabfolgen, welche die Füllung des Thüringer Beckens darstellen.

2. Zechstein

Das erste transgressive marine Glied im Verbreitungsraum des Germanischen Beckens stellt der Zechstein (Oberperm) dar. Die Transgression erfolgte durch die Nordsee.

Der Zechstein ist im gesamten Thüringer Becken verbreitet und bildet die Unterlage der nachfolgenden Triassedimente. Die Mächtigkeit schwankt zwischen 60 und 800 m. Breite Zechsteinaustriche treten an den relativ ungestörten Randbereichen des Beckens auf (Nordrand des Thüringer Schiefergebirges zwischen Saalfeld und Gera, Südharz, Südrand des Kyffhäuser, Werragebiet zwischen Eichenberg und Eschwege). Am Nordrand des Thüringer Waldes wurden die Zechsteinablagerungen durch meso- und känozoische Vertikalbewegungen steilgestellt und teilweise überschoben.

Wechselnde Erweiterungen und Verengungen der Verbindung zum Weltmeer führten zu einer zyklischen Sedimentation während des Zechsteins, bei der neben untergeordneten klastischen und karbonatischen Sedimenten Evaporite eine wesentliche Rolle spielen. Insgesamt sind im Zechstein fünf sog. "salinare Zyklen" ausgebildet.

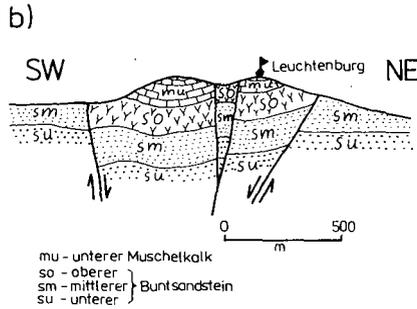
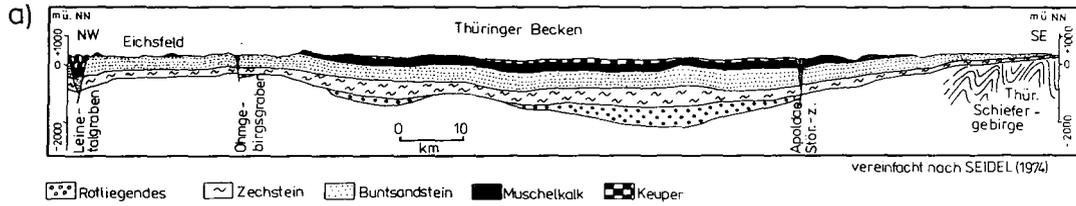
Der erste Zyklus (Werra-Zyklus) wird durch das Zechsteinkonglomerat eingeleitet, das als basales transgressives

Schichtglied über verschieden altem Untergrund liegt und sich randlich mit äolischen Klastiten (sog. Weißliegendes) verzahnen kann. Eine zeitweilige Einengung der Nordseestraße verwandelte das Zechsteinbecken in ein euxinisches Meer, in dem der Kupferschiefer (ein dunkler kohlig-bituminöser Mergel) sedimentiert wurde. Bekannt ist diese Ablagerung durch ihren Gehalt an Bunt- und Schwermetallen, die vorrangig an Sulfide gebunden sind. Der Zechsteinkalk des Werra-Zyklus zeigt eine freiere Wasserzirkulation zwischen Ozean und Germanischem Becken an. In das gut durchlüftete Flachmeer wanderte eine aus über 100 Arten bestehende Fauna ein (u.a. Brachiopoden, Schnecken, Muscheln). Die bankigen Kalke verzahnen sich mit Algen-Bryozoen-Riffen, die sich auf Schwellen und im Küstensaum, besonders am Südostrand des Thüringer Beckens im Raum Pößneck - Orlatal) ansiedelten. Durch ein arides Klima und eine erneute Verengung der Verbindung zum Weltmeer wurden salinare Ablagerungen initiiert. Unter gedrossem Nachstrom von Ozeanwasser füllte eindunstendes Meerwasser mit steigendem Salzgehalt das Germanische Becken. In der Niederrhein- und Werrassenke fielen Anhydrit und (Werra-) Steinsalz aus. Die nachfolgenden vier Zechsteinzyklen (Staßfurt-, Leine-, Aller- u. Ohre-Zyklus) zeichnen sich durch eine ähnliche Sedimentationsabfolge von Karbonaten, Peliten und Evaporiten (Anhydrit, Halit, Kalisalze) aus. Der finale Ohre-Zyklus wird im Thüringer Becken durch eine Randausbildung in Gestalt einer 20 bis 50 cm mächtigen graugrünen Mergelbank vertreten, die einen guten Grenzhorizont gegen den Buntsandstein darstellt.

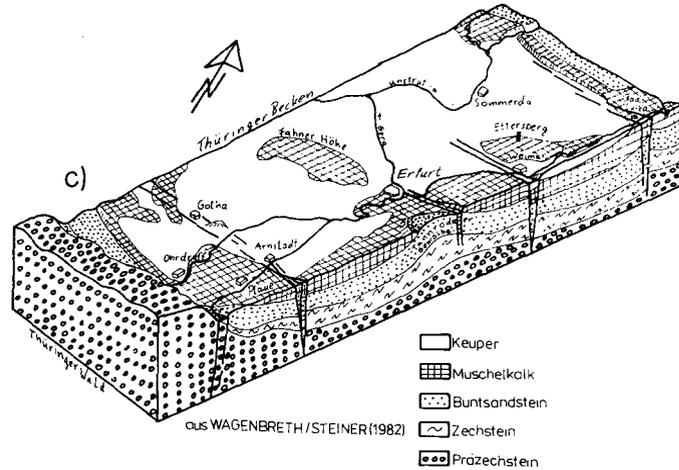
3. Trias

Das Germanische Triasbecken schließt sich paläogeographisch unter lateraler Erweiterung des Sedimentationsraumes an die Verbreitung des Zechsteinbeckens an. Die Trias-Ablagerungen (Buntsandstein, Muschelkalk u. Keuper) besitzen im Thüringer Becken eine Gesamtmächtigkeit von 1200 bis 1700 m. Diese außeralpidische Triasentwicklung in Mitteleuropa trägt ausgesprochenen Tafelcharakter und wird allgemein als "Germanische Trias" bezeichnet. Während des vorwiegend klastisch entwickelten Buntsandsteins sind einzelne geringmächtige marine Vorstöße aus Norden in das Germanische Becken zu verzeichnen. Im obersten Buntsandstein wurde die sporadische Meeresverbindung im Norden durch eine überregionale Schollenkipfung Mitteleuropas unterbrochen. Dadurch verstärkte Meeresverbindungen nach Süden zur Tethys wirkten sich während der Ablagerung des vollmarin entwickelten Muschelkalks auf die Sedi-

Abb. 2: a) Profil durch das Thüringer Becken
 b) Profil durch den Leuchtenburggraben
 c) Blockbilddarstellung des Zentralteils des Thüringer Beckens



aus NAUMANN et al. 1929



mentation und Faunenentwicklung aus. Der marine Einfluß tritt im Keuper stark zurück. Zeitweilige Meeresingressionen erfolgten ebenfalls von Süden.

3.1. Buntsandstein

Die Ausbildung des Buntsandsteins im Thüringer Becken wurde stark durch die paläogeographische Randlage des Sedimentationsraums innerhalb des Germanischen Beckens beeinflußt. Die Mächtigkeit der Gesamtabfolge schwankt zwischen 540 und 780 m.

Die klastischen, faziell stark aufgliederbaren Sedimente sind fluviatile und limnische Bildungen, die einen Wechsel von Überflutung und Trockenlegung anzeigen. Eine Übergangsfolge vermittelt vom unterlagernden Zechstein zum Buntsandstein. Marine Einbrüche sind innerhalb der Unteren Röt-Folge nachvollziehbar. Das Klima war semiarid bis arid (HOPPE, 1974).

Übersicht 1: Generelle Gliederung des Buntsandsteins im Thüringer Becken (Mächtigkeit in m) (aus SEIDEL, 1978):

Oberer Buntsand- stein	Pelitröt- Folge	Obere Bunte Folge	25 ... 35	
		Rote Folge	20 ... 25	
		Untere Bunte Folge	ca. 35	
	Salinarröt- Folge	Deckanhydrit	10 ... 25	
		Rötsteinsalz	40 ... 60	
		Basisanhydrit	1 ... 4	
	Solling-Folge	Chirotheriensandstein	10 ... 40	
Mittlerer Buntsandstein	Hardeggen- Folge	Bausandstein	0 ... 60	
		Detfurt-Folge	Lavendelfarbener Sandstein	0 ... 30
			Brauner Grobsandstein	0 ... 20
	Volprie- hausen-Folge	Gervilleia-Schichten	25 ... 35	
		Rotweiße Wechselfolge	40 ... 60	
Basissandstein		15 ... 25		
Unterer Bunt- sandstein	Bernburg- Folge	Sand-Tonsteinfoolge	60 ... 165	
		Nordhausen- Folge	Sandige Tonsteinfoolge	80 ... 140
			Tonige Sandsteinfoolge	20 ... 45
			Übergangsfolge	20 ... 45

Die mächtigen Sandsteinlagen bilden im Gelände gut verfolgbare Höhenzüge. Die steinsalz- und anhydritführenden Abfolgen des Oberen Buntsandsteins werden an der Geländeoberfläche stets

ausgelaugt. Im Mittleren Buntsandstein ist mit Schichtausfällen zu rechnen, welche durch die tektonische Aktivität der Eichsfeldschwelle initiiert wurden.

3.2. Muschelkalk

Der Muschelkalk (Mächtigkeit 200 bis 290 m) besteht vorwiegend aus plattigen bis bankigen Kalken, die mit dünnen Tonsteinlamina wechsellagern. Im Mittleren Muschelkalk ergänzen Dolomit-, Anhydrit-, Halit- und Sulfateinschaltungen das lithologische Spektrum. Die vollmarin entwickelte Muschelkalk-Abfolge besitzt ausgesprochenen Flachmeercharakter. Einzelne dickbankig bis massig ausgebildete Kalkhorizonte treten im Gelände als gut verfolgbare Härtingszüge hervor. Dies sind insbesondere die Oolithzone, die Terebratulazone, die Schaumkalkzone und der Trochitenkalk. Ein bedeutender Anteil des Mittleren Muschelkalks besteht aus Evaporiten, so daß die betreffenden Oberflächenausstriche stets durch Auslaugungserscheinungen geprägt sind.

Übersicht 2: Generelle Gliederung des Muschelkalks im Thüringer Becken (Mächtigkeit in m) (aus SEIDEL, 1978):

Hauptmuschelkalk-Folge (Oberer Muschelkalk)	Grenzschichten		7 ... 15
	Glasplatten	Cera-	1 ... 5
	Glaukonitbank	titen-	1 ... 2
	Fischschuppenschichten	schich-	10 ... 13
	Cycloidesbank		ten
	Discites-Schichten		28 ... 35
	Gervilleia-Schichten		ca. 8
Trochitenkalk		7 ... 9	
<hr/>			
Anhydrit-Folge (Mittlerer Muschelkalk)	Oberer Dolomit		10 ... 20
	Obere Wechsellagerung		20 ... 35
	Mittlerer Dolomit		0 ... 7
	Mittlere Wechsellagerung		0 ... 17
	Oberes Sulfat		0 ... 13
	Steinsalz		0 ... 2
	Untere Wechsellagerung		0 ... 7
Unterer Dolomit		5 ... 15	
<hr/>			
Wellenkalk-Folge (Unterer Muschelkalk)	Schaumkalkzone		2 ... 10
	Oberer Wellenkalk		10 ... 20
	Terebratulazone		3 ... 10
	Mittlerer Wellenkalk		24 ... 32
	Oolithzone		6 ... 11
	Unterer Wellenkalk		32 ... 40
Myophorien-Folge		2,5 ... 23	

3.3. Keuper

Der 470 bis 640 m mächtige Keuper ist vorrangig im Zentrum des Thüringer Beckens erhalten geblieben. Er tritt lediglich im Bereich großer Grabenstrukturen (z.B. Wachsenburg-Graben) morphologisch hervor. Die limnisch-fluviatile Sedimentation wurde zunächst nur von sporadischen marinen Ingressionen unterbrochen. Zeitweilig konnte sich eine spärliche Flora entwickeln (Lettenkohlenkeuper). Tendenziell nimmt im Unteren und Mittleren Keuper der marine Einfluß ab. Besonders die bunten tonig-mergeligen Sedimente des Mittleren Keupers belegen einen starken kontinentalen Einfluß. Eine grundlegende Umgestaltung der Ablagerungsbedingungen erfolgte erst mit den Meeresinvasionen im Oberen Keuper (Rät). Der Sedimentationsraum wurde eingeengt. Von der Hessischen Straße aus drang das Meer in das Gebiet zwischen Harz und Thüringer Wald ein. Der Obere Keuper ist im Thüringer Becken nur noch lokal erhalten (DOCKTER, 1974).

Übersicht 3: Generelle Gliederung des Keupers im Thüringer Becken (Mächtigkeit in m) (aus SEIDEL, 1978):

Oberer Keuper	Rätkeuper-Folge	Ton- u. Sandsteine	37 ... 76	
Mittlerer Keuper	Dolomitmergel-keuper-Folge	Bunte Mergelsteine	0 ... 22	
		Mergelsteine mit Steinmergelbänken	100 ... 155	
	Obere Gips-keuper-Folge	Heldburggipsmergel	10 ... 40	
		Bunte Mergel	30 ... 76	
		Lehrbergschicht	1 ... 8	
		Rote Wand	25 ... 37	
	Schilfsandstein-Folge	Roter Schilfsandstein	13 ... 36	
		Grauer Schilfsandstein	10 ... 24	
	Untere Gipskeuper-Folge	Obere Bunte Gipsmergel	Graue Folge	0 ... 25
			Mittlere Bunte Gipsmergel	25 ... 40
Bleiglanzbank		55 ... 85		
Untere Bunte Gipsmergel		0,1 ... 0,2		
			30 ... 45	
Unterer Keuper	Lettenkohlen-keuper	Grenzdolomit	1 ... 3	
		Lichtmergel	10 ... 20	
		Sandstein S 2	5 ... 10	
		Rotmergelzone	10 ... 21	
		Sandstein S 1	1 ... 5	

4. Jura

Der Jura ist in Thüringen lediglich durch die marinen Sedimente des Lias (Hettang bis Toarc) vertreten (KLAUA, 1974). Die ehemals flächendeckende Verbreitung der Juraablagerungen wurde auf einige Reliktvorkommen, die sich in NW - SE - streichenden Grabenstrukturen erhalten konnten, reduziert. Im Thüringer Becken sind Teilprofile des Lias in der Eichberg - Gotha - Saalfelder Störungszone (Raum Gotha - Wandersleben - Wechmar) und im Creuzburg-Netraer Graben (Raum Eisenach - Creuzburg) vorhanden. Die Sedimente des Lias lagern dem Oberen Keuper konkordant auf. Fazielle Übergänge sprechen gegen eine Sedimentationsunterbrechung. Die Liasablagerungen setzen sich aus Ton - und Mergelsteinen sowie Sandsteinen, Kalksandsteinen, Kalkmergelsteinen und einzelnen Stinkkalkbänkchen zusammen. Lokal schalten sich Oolith-eisen- und Trümmereisenerzbildungen ein. Für die Sedimente ist eine reichliche Fossil - und Geodenführung charakteristisch.

5. Kreide

Reliktische Kreideablagerungen sind bis auf ein unbedeutendes Vorkommen bei Greiz lediglich aus der rheinisch (NNE - SSW -) gerichteten Grabenzone des Ohmgebirges bei Worbis bekannt. In den beiden größeren Teilstücken der Grabenzone, im Worbiser und Holunger Graben, sind marine Sedimente der Oberkreide (Cenoman) als Grabenfüllung erhalten geblieben. Die Schichtenfolge des Cenomans wird in zwei Abschnitte gegliedert. Die untere Folge besteht aus z.T. tonigen Sandsteinen. Die obere Folge ist dagegen kalkig - mergelig entwickelt (KLAUA, 1974). Die noch erhaltene Gesamtmächtigkeit des Cenomans ist mit 45 m im Zentrum des Holunger Grabens erbohrt worden.

6. Tertiär

Die tertiären Ablagerungen des Thüringer Beckens entstanden unter kontinentalen Bedingungen. Die paläogenen bis miozänen Sedimente lassen sich größtenteils zwei Faziesbereichen zuordnen. Die Vorkommen nördlich von Gera (Raum Naumburg - Schkölen - Zeitz - Meuselwitz) stellen die südlichen Randbeckenablagerungen des Weißelsterbeckens dar. Südlich und westlich dieser Randbecken treten paläogene bis miozäne Ablagerungen in Hochflächenlage auf (STEINMÜLLER, 1974).

Die limnischen Randbeckenbildungen setzen sich aus Wechsel-

lagerungen klastischer Lockersedimente (Kiese, Sande, Schluffe, Tone) mit lokal eingeschalteten geringmächtigen Braunkohlenflözen zusammen. Bei Schkölen konnte eine Mächtigkeit der Gesamtabfolge von etwa 100 m nachgewiesen werden. Die maximale Mächtigkeit der Kohleflöze schwankt zwischen 3 und 14 m.

Oligozäne Beckensedimente ähnlicher Zusammensetzung (Klastite, Braunkohlen) befinden sich am Südrand des Kyffhäusers (Becken von Frankenhausen).

Die Sedimente der fluviatil gebildeten Hochflächenfazies bestehen überwiegend aus grobklastischen Bildungen. Es dominieren mächtige Schotterkörper, deren Gerölle bis 20 cm Durchmesser erreichen können. Oftmals schalten sich Ton- und Sandlinsen ein. Bei Osterfeld entstanden durch Einkieselungsvorgänge flächenhaft weit verbreitete Tertiärquarzite. Einen Sonderfall der tertiären Hochflächensedimentation stellen die Füllungen von Karsthohlräumen dar (Sande, Tone, unreine Braunkohle).

Die Verbreitung des Miozäns bleibt in Thüringen auf die Rhön beschränkt.

Die Sedimente des Oberpliozäns wurden fast ausschließlich in isolierten geschlossenen Depressionen akkumuliert. Im Gegensatz zu den älteren tertiären Bildungen kam das Pliozän vor allem in den heutigen großen Flußtälern oder deren Rändern zur Ablagerung (z.B. Goldene Aue bei Nordhausen und Berga; Ilmtal bei Dienststedt und Kranichfeld). Die Sedimente bestehen aus grob- und feinklastischen Bildungen, in die geringmächtige Braunkohlelagen eingeschaltet sein können. Gerölle von Schottergröße treten nur untergeordnet auf.

Im Thüringer Becken sind tertiäre Verwitterungsbildungen verbreitet. An Gesteine des Buntsandsteins gebundene tertiäre Verwitterungserscheinungen wurden aus dem Gebiet um Osterfeld und dem Bereich der Camburg-Eisenberger Störungszone beschrieben (WEISS, 1910). Die Feldspäte des Mittleren Buntsandsteins sind hier bis in Tiefen von mehreren Dekametern gebleicht. Nahe der Auflagerungsfläche wechsellagern mürbe Sandsteine mit kaolinischen Tönen. Die ehemaligen Bodenhorizonte wurden weitgehend abgetragen. Nur der in große Tiefen greifende Zersatz blieb erhalten. Der Datierung der überlagernden tertiären Sedimente entsprechend müssen diese Verwitterungsbildungen alttertiären Alters sein. Jedoch ist ein Beginn der Boden- und Verwitterungsbildungen bereits in der Oberen Kreide denkbar.

Gleichaltriger Zersatz im Mittleren Buntsandstein ist auch im Gebiet Eisenberg-Hermsdorf-Stadtroda auf tertiären Verebnungsflächen weit verbreitet. Lehmig-tonige fossile Verwitterungs-

decken haben hier die Ausbildung von Pseudogleyen bewirkt (SCHRAMM & RAU, 1961).

Tertiäre Verwitterungsbildungen wurden vor allem von der Muschelkalkhochfläche südlich von Naumburg beschrieben (v. FREYBERG, 1923). Es handelt sich um gelblich bis hellgrau gefärbte Tone, die sich in Taschen und breiteren Spalten erhielten und als Rückstandsprodukte des zersetzten Muschelkalks gedeutet werden.

Fossile Bodenbildungen auf der Muschelkalkhochfläche nördlich von Bürgel beschreiben UNGER & SCHRAMM (1968) aus Hohlformen des Oberflächenkarstes. Diese Paläobodenbildungen werden als sialitische Rotlehme gedeutet.

7. Quartär

7.1. Pleistozän

Im nördlichen Vorland des Thüringer Waldes finden Schotterablagerungen weite Verbreitung, die wesentlich älter als die sicher zu datierenden elsterkaltzeitlichen Sedimente sind. Diese "präglazialen" Zersatzgrobschotter können durch intensive Verwitterungserscheinungen an ihren Geröllen von allen jüngeren pleistozänen Flußschottern unterschieden werden.

Während der Elster- und der Saalekaltzeit wurden in den thüringischen Flußtälern zwei Hoch- und drei Mittelterrassenschotter sowie Geschiebemergel, Kiese, Sande und Bändertone abgelagert. Der südlichste Vorstoß der Elstervereisung konnte etwa auf der Linie Erfurt-Weimar-Jena nachgewiesen werden. Die Saalevereisung reichte bis Bad Kösen (UNGER, 1974). Während der Interglaziale wurden fluviatile Kiese, Sande und Tone sowie im extrafluviatilen Bereich Braunlehme und der sog. Ältere Löß sedimentiert.

Im Mittleren Jungpleistozän (Eem) sind lokal Travertine (Bilzingsleben, Weimar, Ehringsdorf, Burgtonna) sowie Kieselgur (Tiefenort) gebildet worden. Der extrafluviatile Bereich ist durch die Genese von Parabraunerden gekennzeichnet.

Das Obere Jungpleistozän (Weichsel) zeichnet sich durch die Sedimentation der Niederterrassenschotter in den Flußtälern und des Jüngeren Lößes auf den Hochflächen aus.

7.2. Holozän

Das fluviatile Holozän umfaßt die Sandmergel des Älteren Holozäns

sowie den Auelehm. Der extrafluviatile Raum ist durch rezente Bodenbildungen charakterisiert.

8. Geomorphologie und Saxonische Tektonik

Das rezente geomorphologische Erscheinungsbild des Thüringer Beckens wurde wesentlich durch die Saxonische Tektonik beeinflusst. Die Saxonischen Bewegungen müssen in dem Zeitintervall zwischen Lias und Tertiär erfolgt sein. Erzeugt wurden sie durch ein Spannungsfeld, das auf alpidische Faltungsphasen zurückzuführen ist.

Die Einzelformen der Saxonischen Tektonik sind durch die Lagerungsverhältnisse des Zechsteins und der mesozoischen Sedimente deutlich erkennbar. Die beherrschenden Elemente bilden NW - SE (herzynisch) - streichende Störungszonen, die den präsudetischen Untergrund und die auflagernden Tafeldecksedimente in 5 bis 25 km breite Leistenschollen zerlegen. Von NE nach SW sind folgende Störungszonen, die meistens Grabenstrukturen darstellen, erkennbar:

- Finne - Störungszone
- Schlotheim - Leuchtenburg - Störungszone
- Erfurter Störungszone
- Hainich - Saalfelder Störungszone
- Creuzburg - Ilmenauer Störungszone

Die Anlage dieser herzynischen Bruchzonen ist auf eine NE - SW - gerichtete Dehnungstektonik zurückzuführen. Ein Beispiel herzynischer Grabenstrukturen stellt der Leuchtenburggraben bei Kahla als Bestandteil der Schlotheim - Leuchtenburg - Störungszone dar (siehe Abb. 2 b). Die gegenüber den Flanken jüngere Grabenfüllung erzeugt, wie in den meisten tektonischen Gräben des Thüringer Beckens, eine lithologisch bedingte Reliefumkehr (siehe Abb. 2b). In den Gräben blieben lokal relativ junge mesozoische Sedimente erhalten, die ansonsten bereits abgetragen wurden (z.B. Lias bei Eisenach, Oberer Keuper bei Gotha).

Weitere bedeutende Strukturelemente stellen NNE - SSW (rheinisch) - und NE - SW (erzgebirgisch) - streichende Störungszonen dar:

- Leinetalgraben
- Ohmgebirgsgraben
- Apoldaer Störungszone
- Stadtrodaer Störungszone

Regionalgeologische Bedeutung besitzt der Ohmgebirgsgraben, in dem kretazische Sedimente (Cenoman) erhalten geblieben sind.

Zu den Bruchstrukturen kommen einige NW - SE - streichende flache Aufbeulungen, die z.T. mit Scheitelgräben kombiniert sind, hinzu:

- Tannrodaer Gewölbe (siehe Abb. 2c)
- Fahner Höhe (siehe Abb. 2c)
- Forstberg bei Mühlhausen
- Schlotheim - Tennstedter Gewölbe
- Ettersberg bei Weimar

Diese Aufwölbungen, welche vor allem die Triasablagerungen erfaßten, wurden durch den Salzdiapirismus des unterlagernden Zechsteins erzeugt, der auf die Auswirkungen der Saxonischen Tektonik zurückzuführen ist. Auch die sog. "Gewölbe" sind mit einer deutlichen Reliefumkehr verbunden (siehe Abb 2 a).

LITERATURVERZEICHNIS

- DOCKTER, J.: Keuper. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974. S. 633-678
- FREYBERG, B. v.: Die tertiären Landoberflächen Thüringens. Fortschr. Geol. Paläont.. 6 Berlin (1923).
- HOPPE, W.: Buntsandstein. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974. 568 - 605
- KLAUA, D.: Jura/Kreide. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974. 682-690
- NAUMANN, E.; SCHRÖDER, E.; DEUBEL, F.; HOPPE, W.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Preußen - Blatt Kahla. Berlin. Preuß. Geol. Landesamt. (1929). 52 S.
- SCHRAMM, R.; RAU, D.: Die Bodentypen im Mittleren Buntsandstein und Unteren Muschelkalk im Gebiet des Meßtischblattes Bürgel. In: Albrecht-Thaer-Arch.. 5 (1961). S. 90 - 105
- SCHULTZE, H.: Die naturbedingten Landschaften der Deutschen Demokratischen Republik. VEB Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha. Gotha. (1955). 329 S.
- SEIDEL, G.: Muschelkalk. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974 a. 609-632
- SEIDEL, G.: Saxonische Tektogenese. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974 b. 699 - 716
- SEIDEL, W.: Das Thüringer Becken. Geographisch-Kartographische Anstalt Gotha/Leipzig. VEB Hermann Haak. (1978). 94 S.
- STEINMÜLLER, A.: Tertiär. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974. S. 717-737
- UNGER, K.P.: Quartär. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. (Gotha/Leipzig VEB Hermann Haak, Geographisch-Kartographische Anstalt). 1974. 742 - 781
- UNGER, K.P.; SCHRAMM, H.: Alttertiäre Rotlehme auf Muschelkalk in NE - Thüringen. In: Jb. Geol.. 2 (1968). 521 - 535
- WAGENBRETH, O.; STEINER, W.: Geologische Steifzüge. VEB Deutscher Verlag f. Grundstoffindustrie. Leipzig. (1982). 203 S.
- WEISS, F.: Vorkommen und Entstehung der Kaolinerden des ostthüringischen Buntsandsteinbeckens. In: Z.prakt.Geol.. 8 (1910). 353 - 367

Geologische Grundlagen der Bodenbildung und
Bodenverbreitung im thüringischen Muschelkalk

von

P. Puff, W. Hofmann und H. J. Fiedler

Institut für Bodenkunde und Standortslehre, TU Dresden,
Piennerstr. 8, 0 - 8223 Tharandt

1. Einleitung

Die Trias-Nomenklatur hat durch eine 1974 durchgeführte Standardisierung der Begriffe in den östlichen Teilen Deutschlands eine Belebung erfahren. Innerhalb der Serie Muschelkalk wurden dabei untergliedernd drei Folgen eingeführt, die sich weitgehend an die seit 1834 durch v. ALBERTI geschaffenen Begriffe anlehnen und jetzt praktisch gleichberechtigt neben den weiterbenutzten bisherigen Bezeichnungen stehen:

Hauptmuschelkalk-Folge (Hm)	= Oberer Muschelkalk	(mo)
Anhydrit-Folge (Ah)	= Mittlerer Muschelkalk	(mm)
Wellenkalk-Folge (Wl)	= Unterer Muschelkalk	(mu)

Die weitere Untergliederung erfolgt nach Tabelle 1.

Der thüringische Muschelkalk besitzt einen faziell bedingten, stark wechselhaften Aufbau und schwankende Mächtigkeiten im Detail. Entsprechend der Faziesschwankungen sind auch die petrochemischen Parameter unterschiedlich. Auf die ursprüngliche geologische Ausbildung wirkten im Verlauf der geologischen Entwicklung vielerlei Faktoren modifizierend ein: Elementwanderungen bei Kompaktion, Gesteinsbildung, gebirgsbildende Vorgänge und Verwitterung. Mineralwanderungen haben vermutlich das Exkursionsgebiet der Bodenkatena "Rastenberg" betroffen, wo sich starke tektonische Vorgänge abgespielt haben.

Die Grundstrukturen im thüringischen Muschelkalk sind erkannt. Durch den Verlauf der Mächtigkeits-Isolinien einzelner Zonen und Folgen erhalten wir paläogeographische Bilder einer SW-NE streichenden Achse mit erhöhter Mächtigkeit sowie einer Abnahme der Schichtpakete sowohl zum Beckenrand im SE als auch nach NW in Richtung auf die Eichsfeld-Hebungszone (Eichsfeld-Schwelle). Das paläogeographische SW-NE-Element wird als Thüringische Mulde bzw. Thüringische Senke bezeichnet.

Tabelle 1: Übersicht über den Muschelkalk in Thüringen

	Stratigraphische Untergliederung	Sedimentationsräume und Fazies	Lithologische, geochemische und postsedimentäre Details	
mo2	Glasplatten	Lagunäre Einflüsse	Ton u. Dolomit	
	Glaukonitbank		Bioklastit;	Chlorit, Pyrit, Phosphorit
	Fischschuppen-schichten	offener allochthoner Schelf	stärker tonig-dolomitisch	
	Cycloidesbank		Bioklastit	
	Discitesschichten Gervilleien-schichten			Strontium Strontium u. Sulfat
mo1	Trochitenkalk	autochthon flachmarin	Bioklastit Oolith	Calcit
ma	Oberes Karbonat		einzelne Bioklastite;	Flint, Dolomit
	Obere Wechsellagerung	eindunstende Meeresbucht		dolomitischer Anhydrit, Ton
	Mittleres Karbonat			dolomit. Kalk
	Mittlere Wechsellagerung			dolomit. Anhydrit
	Oberer Anhydrit Steinsalz Unterer Anhydrit		Sabkha (= Salzpfanne)	Untere Rückstandsbildungen
	Untere Wechsellagerung			Dolomit, Anhydrit
	Unteres Karbonat			Dolomit
mu3	Orbicularis-schichten	flachmarin	mit 3. Schaumkalkbank	regional dolomitisch
	1. u. 2. Schaumkalkbank		Bioklastit u. Pseudoolith	
	Oberer Wellenkalk	subtidal	Mergelkalk	
mu2	Oberer u. unterer Terebratelbank	flachmarin	Bioklastit	lokal oolithisch
	Mittlerer Wellenkalk	subtidal	Mergelkalk	
mu1	Oberer Oolithbank	flachmarin	Bioklastit	
	Zwischenmittel			dolomitischer Kalk; Dolomit
	Untere Oolithbank		Bioklastit	
	Unterer Wellenkalk	subtidal	Mergelkalk	nach unten zunehmender Tonanteil

marin - restrictes Flachmeer

2. Fazies und Petrographie

Die Wellenkalk-Folge umfaßt einen Zeitabschnitt großer Dynamik und häufiger Fazieswechsel. Mergelig-mikritische Knauer- und Flaserkalke von blaugrauer, im Ausstrichsbereich auch hellgrauer Farbe bilden den Hauptanteil der Schichtenfolge. Bis auf Wurm-spuren und gelegentliche Minibioherme (= durch die Aktivität von Bakterien oder Algen entstandene Körper, sogenannte Brot-laibe) ist dieser Wellenkalk fossilleer. Es treten jedoch über die Oberschlesische Pforte Ingressionen eines sauerstoffreichen Meerwassers mit reicher Fauna auf, die oft als Abschlußbildung kleiner Zyklen relativ reine arenitische und bioklastische, auch oolithische Kalksteine hinterließen. Sie sind teils nur wenige Zentimeter stark und keilen rasch wieder aus, teils bilden sie starke Bänke von über 1 m Mächtigkeit und sind dann als zeitkonstante Marken über ganz Thüringen verbreitet. Diese Werksteinhorizonte seien nachfolgend kurz charakterisiert.

Die beiden Bänke der Oolithzone werden, vor allem im zentralen Teil der Thüringischen Mulde, über 1 m stark (Raum Querfurt, Naumburg, Dün und Kreuzburg). Westlich der Linie Camburg/Gräfenroda ist eine feinporige oder oolithische Ausbildung häufiger und das Zwischenmittel besitzt eine typische eigelbe Färbung (Dolomitgehalt). In allen Randbereichen wird die dichte Fazies bestimmend und die Bankmächtigkeiten liegen unter 1 m.

Ähnliche Verhältnisse liegen auch in der Terebratelzone vor. Mächtigkeiten der Einzelbänke über 2 m und schaumig-poröse Ausbildung treten im Hainich, Eichsfeld und in der Hainleite auf, in Süd- und Ostthüringen herrschen kristalline oder Schillkalke vor, oft grobkavernös oder mit wenigen Ooiden und mit Mächtigkeiten zwischen 0,8 und 1,7 m. Hardgrounds und konglomeratische Einschaltungen finden sich unvermittelt und kleinräumig.

Die Schaumkalkzone ist mit einer unteren und einer mittleren Bank in pseudo-oolithischer bzw. schaumiger Ausbildung und mit Einlagerungen von Schill- und Mikritbänkchen im gesamten Gebiet verbreitet. Auch Hardgrounds und ihre konglomeratischen Zerfallsprodukte treten auf. Die Mächtigkeit der Mittleren Bank beträgt

Maßstab 1 m mit lokalen Ausnahmen bei Buttstädt und Mühlhausen (maximal 1,8 m). Die Mächtigkeit der Unteren Bank liegt weithin zwischen 1,0 und 2,5 m. Eine dritte Schaumkalkbank findet sich mit ca. 2,0 m Mächtigkeit im Raum Kreuzburg-Meinungen. Bei Mühlhausen ist sie bereits geringmächtig; sie führt hier ein ursprünglich höhersalinars Bindemittel. Bei Oberdorla zerfällt die Untere Bank zu einem feinkristallinen Kalksand, Reste einer 20 - 30 cm starken Bank treten noch bei Wutha und Camburg auf. In Ostthüringen verschwindet die dritte Schaumkalkbank vollständig in der Fazies der Orbicularisschichten.

Während der Anhydrit-Folge (s. Tab. 2) schloß sich die Oberschlesische Pforte bzw. überwog die Verdunstung gegenüber dem Zufluß. In einer Meeresbucht bildeten sich Sabkha-Dolomite und Salzpfannen, in Oberschlesien auch echte Riffgesteine. Steinsalz schied sich zwischen Erfurt, Langensalza und Gotha ab. Großen Mächtigkeiten in der Hainleite (90 m) und bei Eisenach (75 m) stehen reduzierte Mächtigkeiten in Ostthüringen und auf der Eichsfeldschwelle gegenüber (Mühlhausen, Worbis), die sich durch die Ablaugung der Sulfatanteile noch verringern. So kennen wir heute Schichtstärken von 25 - 30 m bei Wutha und ca. 40 m bei Jena.

Tabelle 2: Gliederung der Anhydrit-Folge (Mittlerer Muschelkalk)
Mächtigkeitsangaben in m

Ursprüngliches Profil SEIDEL (1974)	Ablaugungsprofile WEBER; KUBALD (1947)	PUFF (1990)
Hainleite	Eisenach	Bad Berka-Jena
19,8 Oberer Dolomit, plattig, ebenebnchtig, selblich	6 Kalkmergelstein mit Horn- steinen	Obere dolomitische 10 Schichten
25,7 Obere Wechsellagerung Tonstein, Dolomit, Anhydrit (2. salinärer Höhepunkt)	dolomitischer Mergelstein und Zellendolomit	Obere brekziöse 10 Rücktendebildungen
2,0 Mittlerer Dolomit	7 Zellendolomit und dolomitischer Mergelstein	Mittlere Dolomit- 5 Kalksteinzone (Galdenstufte)
17,0 Wechsellagerung		
13,0 Anhydrit		Untere brekziöse
(4,0) Steinsalz (1. salinärer Höhepunkt)	Schichtausfällung	10 Rücktendebildung
1,5 Anhydrit		
6,5 Untere Sulfat-Dolomit- Wechsellagerung		
10,5 Unterer Dolomit, plattig, ebenebnchtig, selblich	12 dolomitischer Mergelstein konglomeratische Grenzbank	Untere dolomitische 10 Schichten

Mit der Öffnung der Burgundischen Pforte erfolgt in der Hauptmuschelkalk-Folge (Oberer Muschelkalk) eine erneute Zufuhr von Meeresfrischwasser. Die basalen Trochitenschichten sind geringmächtig (6 - 10 m) und weisen wenig fazielle Differenzierung auf. Bioklastische dunkelgraue oder mikritische Kalksteinbänke mit Seelilienstielgliedern wechseln mit harten oder mergeligen, ebenschichtigen Partien ab. Hinzu kommen gelbbraunliche oolithische Gesteine. ERNST (1977) hat bei Wutha ein Verhältnis von klotzigen Trochitenkalken, konglomeratischen Wulst- und Knauerkalken sowie Tonmergelsteinen von 67 : 26 : 7 errechnet. Die oolithische Fazies tritt meist in tieferen Partien vom Hainich über das Eichsfeld, die Hainleite und Finne bis Jena auf, überlagert von dickbankigen Schillkalken. Diese wulstige, trochitenreiche Bioklastit-Fazies reicht von Buttstädt über Ost- und Südthüringen bis zum Hainich und Eichsfeld.

Die Ceratitenschichten (ehemals Nodosenschichten nach Ceratites nodosus) setzen sich aus plattigen, dichten, hellgrauen und nach oben hin weiß verwitternden Kalksteinen und grünlich-dunkelgrauen Tonsteinlagen zusammen. Sie enthalten einige typische Fossilalkalbänke. Auch die Ceratitenschichten weisen nur geringe Mächtigkeitsdifferenzen und fazielle Übergänge auf. Lediglich die terrestrisch beeinflusste Sedimentation (Keuperfazies) setzt zum Rand hin, d. h. in Ostthüringen, bereits einige Ceratitenstufen tiefer ein als im Beckeninneren.

3. Geochemische Charakteristik

Regionale geochemische Untersuchungen stehen für den Muschelkalk des Thüringer Beckens noch aus. Chemische Analysen wurden bisher nur übersichtsmäßig und mit wirtschaftlicher Zielsetzung durchgeführt. Ihre Auswertung wird dadurch erschwert, daß von kaum einer Analyse die zugehörige exakte Gesteinsbeschreibung bekannt ist. Durch die Angabe von Horizontbegriffen oder durch Sammelproben gehen aber markante Aussagen für den Gesteinstyp verloren (Tab. 3).

Tabelle 4: Analysen aus der Wellenkalk-Folge

	Themar	Reinsfeld (SEIDEL 1966)	Deuna (SCHWAHN 1978)	Karsdorf (LANGBEIN 1981)	Bad Kösen	Göschwitz (HOPPE 1953)
SiO ₂	10,1	6,4	5,5	5,9	4,9	7,6
Al ₂ O ₃	3,6	2,3	2,4	2,5	2,3	2,9
Fe ₂ O ₃	1,3	1,3	1,1	1,0	0,9	1,2
CaO	45,4	48,7	49,2	48,8	49,5	48,4
MgO	1,2	1,0	1,3	0,9	1,2	0,9
Glühverlust	36,9	n. b.	39,6	39,6	40,1	38,0
SO ₃	n. b.	0,5	0,1	0,03	n. b.	n. b.
Na ₂ O	0,1	n. b.	0,4	0,3	0,1	n. b.
K ₂ O	1,1	n. b.	0,5	0,6	0,6	n. b.

Die Wellenkalk-Folge führt als Hauptmineral Calcit. Dolomit ist nur gering vertreten, hauptsächlich im Zwischenmittel der Oolithzone und im oberen Teil der Schaumkalkzone. Die tonig-mergeligen Bestege zwischen den Kalklagen und -knauern sollen fröhdiaogenetisch bei der Umkristallisation des Kalkschlammes durch eine Abdrängung auf die Ränder der Karbonatknollen entstanden sein. Der tonig-serizitische Anteil pendelt im Profil rhythmisch und nimmt nach oben ab.

Der geochemische Umschlag vom Unteren zum Mittleren Muschelkalk setzt in unterschiedlichem Niveau ein: im Hainich bereits zwischen erster und zweiter Schaumkalkbank, im Raum Bernburg und in Südthüringen erst über den Orbicularisschichten (LUGE 1974). SCHWAHN (1976) fand den gleichen Effekt im östlichen Subherzyn und folgert, daß eine Grenzziehung zwischen Unterem und Mittlerem Muschelkalk anhand unterschiedlicher CaO- und MgO-Gehalte nicht möglich ist.

Auf regional unterschiedliche Analysenergebnisse für die Wellenkalk-Folge weisen SEIDEL und STEINER (1980) hin. Im Gehalt an SiO₂ und Al₂O₃ zeigen sich deutliche Anstiege zum Rand (Themar, Göschwitz), während zum Beckeninneren CaO zunimmt.

Tabelle 3: Kalksteinanalysen, Raum Mihle/Werra

	mol		mu3			mu2		mu1
		mm	1*	2*	3*	4*		
CaCO ₃	90,4 - 92,8	49,1 - 86,4	54,5	50,7 - 79,8	85,2 - 96,1	48,4 - 89,7	64,9	
MgCO ₃	2,2 - 3,7	6,2 - 35,8	29,6	13,2 - 34,4	1,2 - 2,9	1,9 - 39,4	1,9	
CaSO ₄	0,1 - 0,3	0,1 - 0,4	0,2	0,1 - 1,3	0,1 - 1,7	0,2 - 1,8	1,0	
SiO ₂	1,9 - 4,4	1,7 - 18,4	10,6	3,6 - 9,2	0,6 - 2,4	1,5 - 8,9	8,4	
(Al,Fe) ₂ O ₃	0,9 - 1,7	1,7 - 6,9	4,9	2,3 - 6,5	1,6 - 3,7	2,5 - 7,6	3,8	

1* Orbicularisschichten 3* Terabrattelbank
 2* Schaumkalkbank 4* Mittlerer Wellenkalk

JUBITZ (1958) stellte als erster neben die bekannte stratigraphische Gliederung des Wellenkalks ein chemisches "Standard"-Profil. Er erkannte eine dreifach zyklische Gliederung. Die zyklisch-rhythmische Entwicklung im Unteren Muschelkalk beginnt jeweils an der Basis der drei Unterzyklen mit geringerem MgO-, CaO- und CO₂-Gehalt, der allmählich bis zu einem Maximum in der abschließenden Bankzone ansteigt. Der dritte Zyklus setzt seine Entwicklung über die Schaumkalkzone hinaus mit Dolomit/Sulfat bis zum Salinar in der Anhydrit-Folge fort. In den Ausstrichsbereichen sind die höhersalinaren Anteile jedoch im allgemeinen infolge intensiver Elementwanderungen kaum noch nachzuweisen. In der Hauptmuschelkalk-Folge setzt mit dem Trochitenkalk wieder eine relativ reine CaCO₃-Fazies ein. Erst darüber treten als Spurenelemente Sr in den Discites- und Gervilleienschichten und P in den Fischschuppenschichten auf. Der Tonanteil nimmt allmählich nach oben zu, so wie die Konzentration der Lagunen in den Glasplatten ansteigt (s. Tab. 1).

4. Braunlehm-Verwitterungsbildungen

Die vom Institut für Bodenkunde und Standortslehre, Tharandt, untersuchten Muschelkalk-Catenen liegen vorwiegend in orographisch stark herausgehobenen Landschaftsteilen und führen Verwitterungsspuren einer heute im Thüringer Becken vollständig abgetragenen alten Landoberfläche frühpleistozänen bis tertiären Alters. Die entsprechende fossile Bodenbildung ist zeitlich und genetisch eigenständig und tritt offenbar rings um das Thüringer Becken als Reliktform auf.

Stark zugerundete feste Blöcke von Kalksteinbänken (Trochitenkalk- oder Schaumkalkzone) sind in rotbraunem Zersatzlehm eingebettet. Eine Abrollung durch Transport ist bei diesen Expositionen ausgeschlossen, vielmehr handelt es sich um Bildungen einer chemischen Verwitterung in situ, wie sie von SCHRAMM und RAU (1961) beschrieben wurde. Charakteristisch für den Lehm ist seine dunkel-rotbraune Farbe, völlige Entkalkung, Plastizität

durch hohen Tonanteil und im trockenen Zustand ein polyedrisches Gefüge. Kornverteilungskurven von ähnlichem Gesteinszersatz liegen von WIEFEL (1967) vor, der darauf hinweist, daß diese Zersatzlehme ihre kräftige Färbung auch im umgelagerten Zustand nicht verlieren.

5. Präzisierung der Feuersteinlinie

Die Feuersteinlinie gibt für Thüringen den weitesten Vorstoß der Elstervereisung an. Feuersteine und andere Geschiebe aus dem Ostseeraum gelten als Kriterien für den Gletschertransport. Daneben belegen Geschiebemergel, Satzendmoränen und andere glaziale Bildungen den Eisrand noch sicherer, denn die Feuersteine wurden teilweise durch Schmelzwässer, spätere fluviale Vorgänge oder anthropogen erneut verlagert.

Die Südgrenze des Eises in Thüringen wurde erstmalig von ZIMMERMANN (1922) dargestellt und später auf weiteren Übersichtskarten übernommen (DEUBEL und MARTINI 1942, WATZNAUER 1953, PUFF 1974). Für den Raum südlich Weimar gibt jetzt ein Neuaufschluß südlich Buchfart Anlaß zur Präzisierung der Feuersteinlinie. Dabei werden die Kartierungsergebnisse von MICHAEL (1928) und Nachbegehungen von ihm sowie neue Aufschlüsse im Raum Weimar zur Deutung mit herangezogen. Geschiebemergelvorkommen und die Verbreitung erratischer Blöcke lassen zwei Eiszungen erkennen, die von Weimar aus nach Süden vorgestoßen sind: eine über Obergrunstedt und Holzdorf in Richtung Bad Berka (ohne daß die südliche Begrenzung feststeht) und eine zweite, größere, im Ilmtal aufwärts Richtung Mellingen, Magdala mit einem Ausläufer in den schmalen Ilmtalabschnitt Öttern-Buchfart. Ein erster Halt des Eises wurde vor einigen Jahren durch eine zwischen dem Gehädrich und Ehringsdorf in 273 m NN erschürfte Satzendmoräne festgestellt. Diese Ablagerung wurde wieder überfahren (Auflagerung eines Geschiebemergels), das Eis stieg im Belvederer Forst bis auf über 330 m NN, überzog die Höhen westlich Mellingen und umschloß weitgehend die letzte eisfrei gebliebene Kuppe südlich Weimar im Raum Gelmeroda-Legefild. Ein südlich Buchfart bei der Anlage einer Boden-Catena aufge-

schürfter Geschiebemergel erlaubt jetzt den sicheren Schluß, daß das Eis das Ilmtal bei Buchfart vollständig ausgefüllt hat und mit seiner Basis bei 360 m NN am Nordhang des Kötschs gestanden hat. Ausgehend von einer 230m-NN-Höhe in Weimar wurde bis Buchfart ein Anstieg der Auflagerungsfläche von 130 m durch das Eis überwunden. Bei ebener Gletscheroberfläche ist allein damit eine Eismächtigkeit von 130 m im Randgebiet nachgewiesen. Hinzu kommt die nicht mehr zu rekonstruierende Stärke des Eises an der Gletscherstirn.

6. Literatur

- ERNST, W.: Muschelkalk bei Wutha.-Trias und Zechstein in Thüringen. Exkursionsführer Weimar. EMA Univ. Greifswald, 18.-23.9.1989.
- JUBITZ, K.-B.: Zur feinstratigraphisch-geochemischen Horizontierungsmethodik in Kalksedimenten (Trias).- Geologie, Berlin 7 (1958), 863-923.
- LANGBEIN, R.: Einführung in die geologische Entwicklung Thüringens.- Exkursionsführer Ostthüringen. Internes Lehrmaterial EMA-Univ. Greifswald (1988), 3. Aufl. 53-56.
- LUGE, J.; PETER, H.; SCHWAHN, H.-J.: Oberflächennahe Rohstoffe zur Herstellung von Zement und Gasbeton im Raum Bernburg-Calbe. III/2: Kalksteinlagerstätte Bernburg. - Exkurs.- Führer GGW, Berlin (1974), 57-62.
- SCHRAMM, H.; RAU, D.: Die Bodentypen im Mittleren Buntsandstein und Unteren Muschelkalk im Gebiet des Meßtischblattes Bürgel.- A.-Thaer-Archiv 5 (1961), 90-105.
- SCHWAHN, H.-J.; GAHRMANN, N.: Der Mittlere Muschelkalk im östlichen Subherzyn. - Hercynia N. F., Leipzig 13 (1976), 332-339.
- SEIDEL, G.: Zur Geochemie des Muschelkalkes in Nordthüringen.- Geologie, Berlin 15 (1966), 166-173.
- SEIDEL, G.: Saxonische Tektogenese. In: HOPPE, W.; SEIDEL, G.: Geologie von Thüringen. Gotha, Leipzig 1974, 699-716.
- SEIDEL, G.; STEINER, W.: Gesteintechnische und betontechnische Eignung von Splittkörnungen aus der Wellenkalk-Folge im SW-Teil der DDR. - Wiss. Z. HAB Weimar, Weimar 27 (1980), 303-307.
- WIEFEL, H.: Lockerdecken und Frostbodenformen auf Paläozoikum. Jb. Geol., Berlin, 1 (1965/1967), 411-449.
- Karten:
- DEUBEL, F.; MARTINI, H.-J.: Geologische Übersichtskarte Thüringen, 1 : 500 000, Gotha 1942.
- MICHAEL, P.: Geologische Umgebungskarte Weimar, 1 : 25 000, Berlin 1928.
- PUFF, P.: Geologische Karte von Thüringen, 1 : 500 000, Gotha 1974.
- WATZNAUER, A.: Geologische Karte, Blatt Erfurt, 1 : 100 000, Leipzig 1953.
- ZIMMERMANN, E.: Geologische Übersichtskarte, Bl. 128 Jena, 1 : 200 000, Berlin 1922.

Abriß der Geologie des Tharandter Waldes

von

Linnemann, U. u. H.- J. Fiedler *)

1. Einleitung

Der geologische Aufbau des Tharandter Waldes und seines Rahmens ist kompliziert und setzt besonders für das Verständnis der präkambrischen und altpaläozoischen Abfolgen eine komplexe Betrachtungsweise unter Beachtung des Bauplans der östlichen Varisziden voraus.

Das im Gebiet des Tharandter Waldes ausstreichende Grundgebirge umfaßt Teilbereiche des **Erzgebirgs-Antiklinoriums** und des **Elbe-Synklinoriums**, einem Segment der **Elbezone**. Beide Grundgebirgs-einheiten stellen wesentliche Bestandteile des **Saxothuringikums** dar und werden durch die **Mittelsächsische Störung** getrennt. Die Elbezone als eine der bedeutendsten parallel zur Südwestflanke der **Osteuropäischen Tafel (Tornquist-Teisseyre-Linie)** verlaufenden lineamentären Bruchzonen verdient besondere Beachtung. Sie verläuft senkrecht zum NE-SW-Streichen des Saxothuringikums und trennt die **Lausitzer** von der **Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone** (siehe Abb. 1 & 2). Der **Lausitzer Block** mit vorwiegend statischer Metamorphoseprägung und proterozoisch-frühpaläozoischer Konsolidierung steht dem **Erzgebirgsblock** mit altpaläozoischer Hauptphase der Konsolidierung und dynamometamorpher Entwicklung gegenüber. Ein **Umschwenken der variszischen Hauptfaltenachsen** aus dem westlich der Elbe vorherrschenden erzgebirgischen Streichen in die herzynische Richtung erfolgt am **Kreuzungspunkt Zentralsächsisches Lineament - Elbezone** (etwa 10 km westlich des Tharandter Waldes - siehe Abb. 1 & 2). Dieses Umbiegen der variszischen Hauptstrukturen ist auf eine bedeutende NW-SE-gerichtete **dextrale Blattverschiebung** der **Lausitzer Antiklinalzone** gegenüber dem **Erzgebirgs-Antiklinorium** zurückzuführen. Ehemals NE-SW-streichende altpaläozoische Sedimentabfolgen (**Kambroordovizium bis Unterkarbon**) der **Ostthüringisch-Nordsäch-**

*) Institut für Bodenkunde und Standortslehre der TU Dresden,
Pianner Str. 8, O-8223 Tharandt.

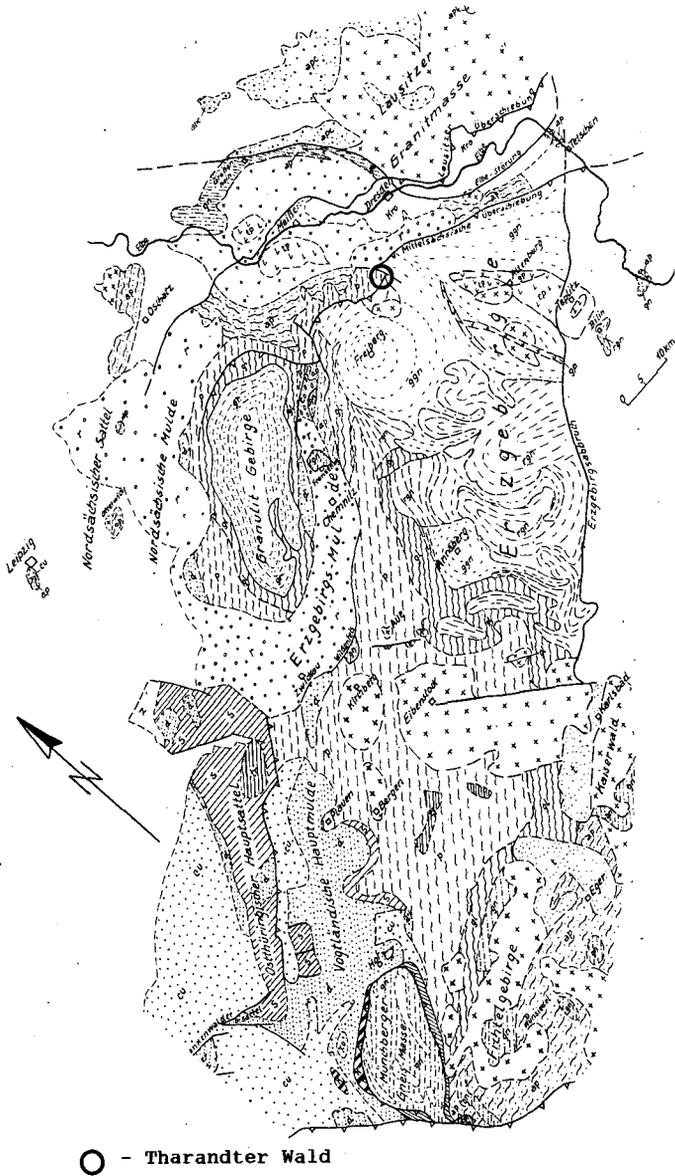


Abb. 1: Regionalgeologische Position des Tharandter Waldes
(Kartenvorlage aus DORN, 1971)

sischen Synklinalzone (insbesondere nördlicher Schiefermantel des Granulitgebirges sowie "Strehleener Gebirge" bei Riesa) und der Vogtländisch - Mittelsächsischen Synklinalzone (insbesondere Frankenberger Zwischengebirge / Zentralsächsisches Lineament - siehe Abb. 2) wurden in die NW-SE-streichende Elbezone eingeschleppt und südvergent deformiert. Aus ihnen bestehen die Schiefergebirge (Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge und Elbtal-schiefergebirge) zwischen der Lausitzer und Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone. Das Alter der Blattverschiebung, die PIETZSCH (1962) bereits vermutete, läßt sich auf einen relativ geringen Zeitraum eingrenzen. Die möglicherweise mehrphasigen *strike-slip*-Bewegungen wurden während der variszischen Hauptdeformation (sudetische Phase / Unterkarbon III B) initiiert und endeten vor dem Einsetzen des oberkarbonischen Rhyolith-vulkanismus im Osterzgebirge und den sächsischen Zwischengebirgen. Auch der postsudetisch intrudierte Magmatitkomplex des Meißner Massivs (siehe Abb. 2) wurde randlich von Scherbewegungen deformiert.

Das tektonisch labile Gebiet wurde nach der sudetischen Phase mehrfach aktiviert. Ausdruck dessen sind z.T. erhebliche Sedimentakkumulationen in durch Dehnungsstrukturen vorgezeichneten Ablagerungsräumen während des Rotliegenden (Döhlener Becken) und der Oberkreide (Elbe-Senke) sowie oberkarbonische, rotliegende und tertiäre Vulkanite an Kreuzungspunkten größerer Störungszonen.

Känozoische Sedimente werden durch reliktsche Tertiärvorkommen, pleistozäne Schotterterrassen und Lößablagerungen sowie quartäre Boden- und Moorbildungen vertreten.

2. Verbreitung der geologischen Einheiten im Raum Tharandt

Das Verbreitungsgebiet des Tharandter Waldes umfaßt Teilbereiche der Meßtischblätter Tanneberg-Deutschenbora (Nr. 64), Wilsdruff (Nr. 65), Freiberg (Nr. 80) und Tharandt (Nr. 81) der sächsischen Landeskartierung im Maßstab 1 : 25 000 (siehe Abb. 3). Der Südteil des Kartenausschnitts (Abb. 3) wird durch die jungproterozoischen Gneise des Erzgebirgskristallins beherrscht. Nordöstlich der erzgebirgischen Metamorphitserien schließt sich das Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge (Kambroordovizium bis Unterkarbon) der Elbezone an. Die beide Grundgebirgseinheiten trennende Mittelsächsische Störung wird bei Tharandt durch eine NNW-SSE-streichende Blattverschiebung um einige Kilometer nach Norden versetzt (siehe Abb. 3). Der Oberflächenanschnitt eines

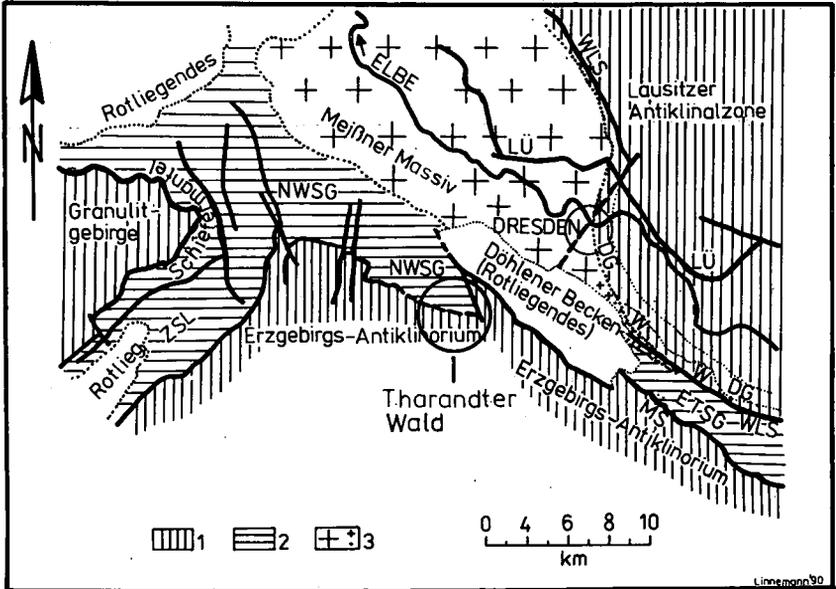


Abb.2: Übersichtskarte der Elbezone im Raum Riesa - Dresden (Meso- und Känozoikum abgedeckt) (nach der Geologischen Karte der DDR im Maßstab 1:200 000 - Blatt M-33-VII-Dresden/Chabarovice und nach Darstellungen von PIETZSCH;1962)

- ETSG - Elbtalschiefergebirge (Maxen-Berggießhübler Synklinorium)
- NWSG - Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge (Nossen-Wilsdruffer Synklinorium)
- ZSL - Zentralsächsisches Lineament (Frankenberger Zwischengebirge)
- W - Weesensteiner Gruppe
- DG - Dohnaer Granodiorit
- MS - Mittelsächsische Störung
- WLS - Westlausitzer Störung
- LÜ - Lausitzer Überschiebung

- 1 - Präkambrium (ungegliedert)
- 2 - präsudetisches Paläozoikum (ungegliedert)
- 3 - Magmatite des Meißner Massivs

postsudetisch intrudierten Granitplutons ("Niederbobritzscher Granit") befindet sich südwestlich des Tharandter Waldes (Abb. 3). Der oberkarbonische Rhyolithkomplex des Tharandter Waldes stellt einen konzentrisch aufgebauten Effusivgesteinskomplex dar, dessen größter Durchmesser etwa 9 km beträgt. Neben kretazischen Sedimenten nehmen diese sauren Eruptiva die größte Ausstrichsfläche im Tharandter Wald ein. Die rotliegenden Molasseablagerungen und sauren bis intermediären Vulkanite des Döhlener Beckens gehören nicht zum Tharandter Wald i.e.S., bilden jedoch dessen nordöstlichen Rahmen (siehe Abb. 3).

Unregelmäßig und fleckenhaft verteilt liegen die klastischen Kreidesedimente vor. Sie belegen eine ehemals flächendeckende Verbreitung des Cenomans in der Elbe-Senke und dem unmittelbar angrenzenden Nordabschnitt des Osterzgebirges. Die Basaltvorkommen des Landberges und des Ascherhübels (siehe Abb. 3) besitzen ein jungtertiäres Alter. Die Datierung ist durch unterlagernde Oligozän-Sande möglich.

3. Grundgebirge

3.1. Metamorphite des Osterzgebirges (Proterozoikum)

Das Osterzgebirge als Bestandteil der Erzgebirgs-Antiklinalzone wird durch die Flöha-Querzone vom mittleren und westlichen Erzgebirge getrennt (TGL 34 331/01). Im NW und NE grenzen mit tektonischem Kontakt (z.B. Mittelsächsische Störung) Teile der sächsischen Zwischengebirge an den regionalmetamorph überprägten Komplex. Die SE-Begrenzung des Osterzgebirges wird durch den Erzgebirgs-Abbruch gebildet. Das kristalline Grundgebirge setzt sich jedoch unter den meso- und känozoischen Sedimenten und Vulkaniten des Ohre-Rifts auf dem Gebiet der CSFR nach SE fort.

Die Edukte der Metamorphitserien (vor allem Klastite der Grauwackensuite mit verschiedenen Sediment- und Magmatiteinlagerungen) werden auf lithostratigraphischer Basis zum größten Teil in das obere Proterozoikum eingestuft. Flächenmäßig zurücktretend streichen kambrische Anteile im Osterzgebirge aus (vor allem Phyllite und Glimmerschiefer, lokal mit Karbonatgesteinen). Der grünschiefer- bis almandin-amphibolitfaziell überprägte ost-erzgebirgische Metamorphitkomplex weist eine Zonenfolge vom Barrow-Typ auf (HOFMANN & LORENZ, 1975).

HOFMANN (1974) gliederte die oberproterozoischen Anteile des Osterzgebirges in eine Untere und eine Obere Osterzgebirgische Serie. Als trennender lithostratigraphischer Grenzhorizont wird

LEGENDE ZU ABBILDUNG 3:

Geologische Karte des Tharandter Waldes und seines Rahmens (Quartär abgedeckt) (nach Arbeiten von SAUER & BECK, 1886; PIETZSCH, 1912, 1916 a, 1916 b; HÄNTZSCHEL, 1934; TRÖGER, 1969; PRESCHER, 1979; HOTH, WASTERNACK & BERGER, 1980)

Proterozoikum:

- 1 - Paragneise, lokal Metabasite (Osterzgebirgische Serie)
- 2 - Paragneise, lokal Metabasite, Metagrauwacken, Quarzite, Anatexite, Mylonite (Preßnitzer Serie)
- 3 - Metarhyolithoide (Orthogneise) (Preßnitzer Serie)

Paläozoikum:

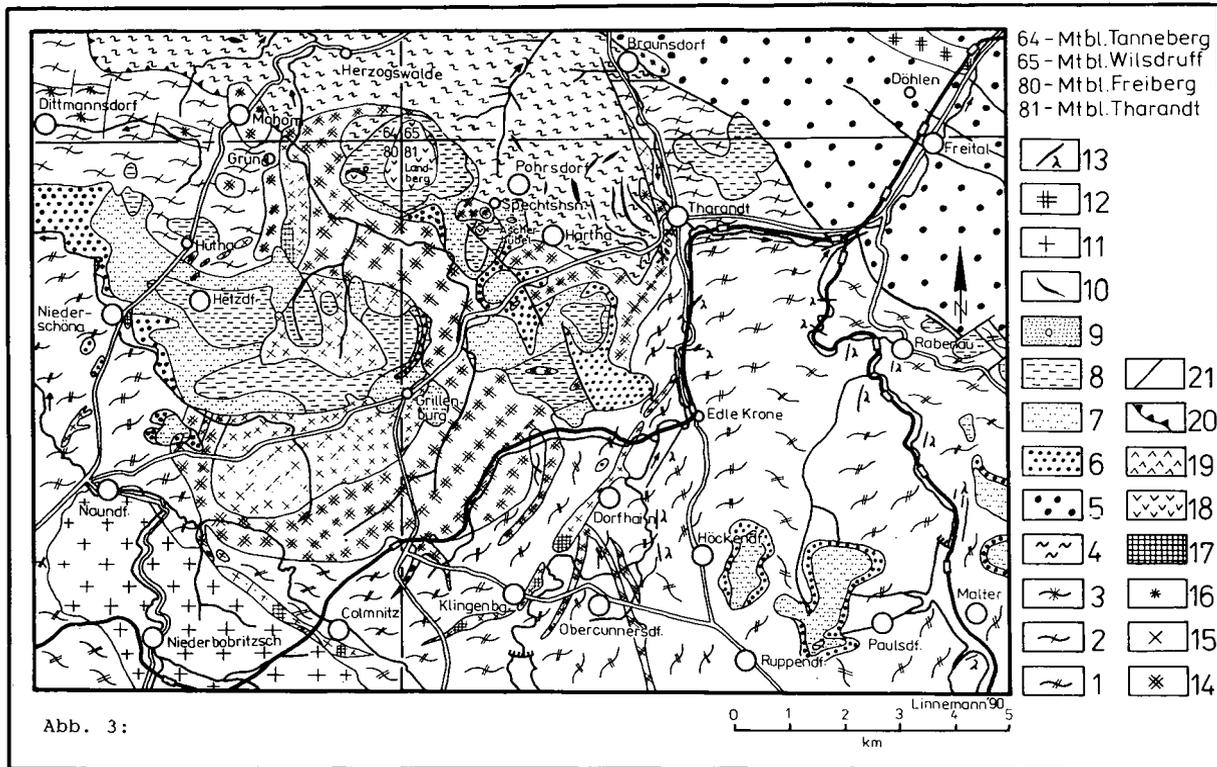
- 4 - Kambroordovizische bis unterkarbonische z.T. grünschieferfazielle Sedimentabfolgen sowie synsedimentäre Magmatite des Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirges (ungegliedert)
- 5 - Rotliegendes (Döhlener Becken) (ungegliedert)

Meso- und Känozoikum:

- 6 - Cenoman (Niederschönaer Schichten)
- 7 - Cenoman (Oberhäslicher Schichten)
- 8 - Cenoman (Dölzschener Schichten)
- 9 - Oligozän

Magmatite:

- 10 - Diabaslagergänge (Devon)
- 11 - (Niederbobritzcher) Granit (Oberkarbon)
- 12 - Andesit (Rotliegendes)
- 13 - Lamprophyrgänge (Rotliegendes)
- 14 - Quarzarm (Älterer) Porphy (Oberkarbon)
- 15 - Quarzporphy (Jüngerer Porphy) (Oberkarbon)
- 16 - Kugelpeschstein (Oberkarbon)
- 17 - Granitporphy (Varietät des Jüngeren Porphyrs)
- 18 - Nephelinbasalt (Olivin-Nephelinit) (Tertiär)
- 19 - Basalttuff (Tertiär)
- 20 - Mittelsächsische Störung
- 21 - Störung



der Quarzit von Oberschöna angesehen. In der jüngeren Literatur setzte sich jedoch die von HOTH, LORENZ, HIRSCHMANN & BERGER (1979) vorgeschlagene Gliederung (Osterzgebirgische Gruppe - siehe Übersicht 1) durch.

Die Osterzgebirgische Gruppe stellt eine maximal 5 000 m mächtige monotone Folge von z.T. anatektischen Zweiglimmerpara-

Übersicht 1: Lithostratigraphische Gliederung des erzgebirgischen Präkambriums nach HOTH, LORENZ, HIRSCHMANN & BERGER (1983) und HOTH & LORENZ (1990):

E	H	Niederschlagler Gruppe	Kunnerstein-Folge
R	A		Folge von Kovarska
Z	U		
G	P		
E	T	Preßnitzer Gruppe	Folge von Medenec
B	G		(Kupferberger Folge)
I	R		Folge von Russova
R	U		(Reischdorfer Folge)
G	P		
I	P	Osterzgebirgische Gruppe	Annaberg-Wegefarterher Folge
S	E		Brander Folge
C			Freiberger Folge
H			
E			

gneisen und Biotit-Kalifeldspat-Plagioklasgneisen mit lokalen Einschaltungen verschiedener Metabasite, Metarhyolithoide, Metagrauwacken, Glimmerschiefer, Metaschwarzschiefer ("Schwarze Flöze") und Quarzite dar.

Die jüngere bis 2900 m mächtige Preßnitzer Gruppe zeichnet sich durch einen lithologisch bunteren Aufbau aus. Den lokal anatektischen Zweiglimmerparagneisen und Zweiglimmerschiefern sind Metarhyolithoide, Metabasite, verschiedene Karbonatgesteine (Marmore, Kalksilikatfelse, Skarne), Metagrauwacken, Granatglimmerschiefer und Gneisglimmerschiefer sowie Quarzite zwischengelagert. Auch in der Preßnitzer Gruppe treten lokal Kohlenstoffanreicherungen (Metaschwarzschiefer = "Schwarze Flöze") auf.

Die Niederschlagler Gruppe (Mächtigkeit max. 650 m) setzt sich aus Zweiglimmerschiefern mit Einlagerungen von Grauwackengneisen, Zweiglimmerschiefern, Metabasiten und Quarziten zusammen.

Im Gegensatz zur "erzgebirgischen" Kontour ist ein typisch erzgebirgisches (NW-SE-) Streichen der Hauptstrukturen nur am NW-Rand der Erzgebirgs-Antiklinalzone realisiert. Im Bereich größerer Antiklinalstrukturen (z.B. Antiklinalstrukturen von Freiberg und Sayda) ist ein umlaufendes Streichen der Kristallisationsschieferung ausgebildet, wobei die E-W-Richtung dominiert. Parallel zur Annäherung an die Elbezone schwenken die Hauptstrukturelemente in die NW-SE-Richtung um.

Das Metamorphosealter der proterozoischen Edukte des Osterzgebirges ist als jüngstproterozoisch bis frühpaläozoisch (etwa 600 bis 500 Mill. a) anzunehmen (KRENZ in LEONARD, KRENZ, WIEMEIER, HOTH & KEMNITZ, 1990).

Im Gebiet des Tharandter Waldes und seiner Umrandung streichen sowohl Abschnitte der Osterzgebirgischen als auch der Preßnitzer Gruppe aus (siehe Abb. 3).

Die flächenmäßig gegenüber den Proterozoikums-Ausstrichen stark zurücktretenden kambrischen Anteile des Osterzgebirges (Glimmerschieferzug von Langenstriegis und Phyllitareal von Hermsdorf-Rehefeld) tangieren den Tharandter Wald nicht.

3.2. Elbe-Synklinorium (Kambroordovizium bis Unterkarbon)

Das Elbe-Synklinorium als Bestandteil der Elbezone grenzt mit tektonischem Kontakt (Mittelsächsische Störung) an die NE-Flanke des Osterzgebirges (siehe Abb. 1 & 2). Die Rotliegend-Auflagerungen des Döhlener Beckens trennen das Synklinorium in das Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge und das Elbtalschiefergebirge (siehe Abb. 2). Beide Schiefergebirgsanteile weisen einen prinzipiell äußerst ähnlichen Bau auf. Der nördliche Rahmen und Teile des Tharandter Waldes werden durch das Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge gebildet (siehe Abb. 2 & 3).

Die älteste Abfolge des Elbe-Synklinoriums stellt die "Phyllitische Gesteinsgruppe" (PIETZSCH, 1962) dar. Sie grenzt unmittelbar an die NE-Flanke des Osterzgebirges und wird von diesem durch die Mittelsächsische Störung getrennt. Die "Phyllitische Gesteinsgruppe" besitzt ein nicht näher eingrenzbares kambroordovizisches Alter. Eine Umstufung großer Teile der "Phyllitischen Gesteinsgruppe" in das Devon (KUPETZ, 1987) ist nicht haltbar. Die Abfolge wurde durch KURZE, LINNEMANN & TRÖGER (im Druck) neu bearbeitet und gegliedert (siehe Übersicht 2). Als Bezeichnung wurde Mühlbach/Häselich-Nossener Gruppe vorgeschlagen. Die Mächtigkeit der Gruppe beträgt im Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge etwa 2000 m. Im Elbtalschiefergebirge geht sie auf 1000 m zurück, wobei auch tektonisch bedingte Mächtigkeitsreduzierungen möglich sind.

Die grünschieferfaziell überprägte Mühlbach/Häselich-Nossener Gruppe besteht überwiegend aus Klastiten, wobei Quarzite im unteren, Phyllite im oberen Teil dominieren. Den Metasedimenten sind synsedimentäre Vulkanite horizontbeständig zwischengelagert. Der Chemismus dieser Magmatite tendiert von sauren initialen Gliedern (Metarhyolithe) über intermediäre Stadien (Metadacite) zu

Übersicht 2: Gliederung der Mühlbach/Häselich-Nossener Gruppe ("Phyllitische Einheit" sensu PIETZSCH, 1962) nach KURZE, LINNEMANN & TRÖGER (im Druck): (vom Hangenden zum Liegenden)

Müglitz-Herzogswalde-Schichten	tonschieferähnliche Phyllite (z.T. tuffitisch)
Seidewitz-Mohorn-Schichten	Phyllite, synsedimentäre Metabasite
Mühlbach-Schichten	Quarzite, quarzitisches Phyllite
Blankenstein-Schichten	Metadacite (Chloritgneis), Kalzitmarmorlager in mehreren Horizonten, untergeordnet Phyllite
Langenbrückenberg-Schichten	Quarzite, Quarzitschiefer, Metarhyolithe (Serizitgneis - nur im Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirge)

basischen Endgliedern (Metabasite) und ist Ausdruck eines kambro-ordovizischen Riftungsprozesses, der auf sich ständig ausdünnender kontinentaler Kruste angesiedelt ist (LINNEMANN, 1990). Die Metadacite (Chloritgneise) sind mit einer lokalen Karbonatgesteinsentwicklung verknüpft.

An die Mühlbach/Häselich-Nossener Gruppe schließt sich nach Nordosten die "Altpaläozoische Gesteinsgruppe" (Oberes Ordovizium bis Unterkarbon) im Sinne von PIETZSCH (1962) an. Der Kontakt ist wiederum tektonisch (als große Störungszone) ausgebildet. Im Altpaläozoikum der Elbezone sind analog zu den Verhältnissen in der Umrandung der Münchberger Gneismasse und dem Zentralsächsischen Lineament zwei Faziesreihen ausgebildet, wobei eine Abfolge starke Anklänge an die Bayerische Faziesreihe, die andere große Bezüge zur Thüringischen Faziesreihe aufweist (KUPETZ, 1987; LINNEMANN, KURZE, SEHNERT, 1988; KURZE & TRÖGER, 1990; KURZE, LINNEMANN & TRÖGER, im Druck). Die Mächtigkeit jeder dieser Faziesreihen ist schwer abschätzbar, dürfte jedoch 1 000 m nicht überschreiten.

Typische Vertreter der Thüringischen Faziesreihe sind die silurischen Kiesel- und Alaunschiefer mit dem Ockerkalk (ENGERT, 1956; GOTTE, 1956; KUPETZ, 1987), unterdevonische Tentakulitenschiefer (TRÖGER, 1990) und oberdevonische Diabas-Diabastuff-Abfolgen, die mit Karbonatsedimenten verknüpft sind (Diabas-Kalkstein-Serie) (GOTTE, 1953; SCHÜTZENMEISTER, 1963; KUPETZ, 1987). Die Bayerische Faziesreihe zeichnet sich im Elbesynklinorium durch Äquivalente des oberordovizischen Döbrasandsteins, die oberdevonische Hornsteinserie (FREYER & UHLIG, 1963) und die unterkarbonische Flyschabfolge (z.T. kalkige Grauwacken, Tonschiefer, Keratophyre), in die Kieselschiefer-Hornstein-

Konglomerate eingelagert sind, aus (PIETZSCH, 1962; KUPETZ, 1987; KURZE, LINNEMANN, TRÖGER, im Druck).

Die Autochthonie der Thüringischen Faziesreihe wird allgemein anerkannt. Uneinigkeit besteht hinsichtlich der Bayerischen Faziesreihe. Diskutiert wird eine horizontale Verzahnung der Bayerischen mit der Thüringischen Faziesreihe (Parautochthonie) (z.B. KURZE & TRÖGER, 1990) oder ein Transport der Bayerischen Faziesreihe durch horizontale Deckenschübe (Allochthonie) (z.B. FRANKE, 1984).

Die altpaläozoischen Sediment- und Magmatitabfolgen der Elbezone werden während der sudetischen Phase (Unterkarbon III B) der variszischen Orogenese südvergent deformiert (siehe unter Gliederungspunkt 1.).

Die Wirkungen der kaledonischen Orogenese konnten in den Zwischengebirgen Sachsens ausgeschlossen werden, da das prä-sudetische Altpaläozoikum offensichtlich lückenlos entwickelt vorliegt (KURZE, 1968; KUPETZ, 1987; TRÖGER, 1990).

An den Tharandter Wald grenzen nördlich der Mittelsächsischen Störung (siehe Abb. 3) die unteren quarzitbetonten Teile der Mühlbach/Häselich-Nossener Gruppe und devonische Tonschiefer mit oberdevonischen Diabasen (z.T. Lagergänge). Vermutlich oberdevonische Kalklager, die intensiv abgebaut wurden, befinden sich im nördlichen Stadtgebiet von Tharandt und südlich von Braunsdorf. Am Galgenberg streichen in tektonisch komplizierter Position silurische graptolithenführende Kieselschiefer sowie helle Quarzite, die möglicherweise Äquivalente des Döbrasandsteins darstellen, aus. Das Gelände ist sehr schlecht aufgeschlossen. Die Lagerungsverhältnisse werden durch südvergente Aufschiebungen und N-S-streichende Blattverschiebungen extrem gestört.

3.3. Postkinematischer Plutonismus

Nach der variszischen Hauptfaltung setzte ein intensiver postkinematischer Plutonismus ein, der zeitlich in das Oberkarbon gestellt wird (AUTORENKOLLEKTIV, 1972). Im Raum Tharandt sind der Niederbobritzscher Granit (siehe Abb. 3) und das Meißner Massiv (siehe Abb. 2) zu erwähnen.

Der Niederbobritzscher Granit intrudierte in die Erzgebirgs-Antiklinalzone und gehört zur Gruppe der älteren Erzgebirgsgranite.

Das Meißner Massiv drang in die Schiefergebirge des Elbe-Synklinoriums zwischen Riesa und Dresden ein. Nach seinem petrolo-

gisch-petrographischem Aufbau und seiner Position (Elbezone) besitzt das Massiv eine Sonderstellung als lineamenttypischer Pluton (AUTORENKOLLEKTIV, 1972). Es lassen sich mehrere, durch Differentiation bedingte Intrusivkomplexe und -phasen unterscheiden, wobei die ältesten Intrusionen in den äußeren Bereichen basischer als die jüngeren zentralen Teile sind. Die wichtigsten am Aufbau des Massivs beteiligten Magmatite sind Biotitgranodiorit, Biotit-Hornblendegranodiorit, Augit-Syenodiorit ("Gröbait"), Monzonit (Typ Plauenscher Grund) und der glimmerarme Riesensteingranit.

4. Molassestockwerk

4.1. Oberkarbonischer Vulkanismus

Nach einer erheblichen und relativ kurzen Abtragungsphase prägte sich im Oberkarbon (Stefan) mit dem Übergang des Orogenes zum Molassestadium ein intensiver subsequenter Magmatismus heraus (PÄLCHEN et al., 1984). Die Hebungs- und Abtragungsintensität muß bedeutende Ausmaße besessen haben. Dem tiefgründig angeschnittenen Meißner Massiv lagern oberkarbonische (Stefan) Rhyolithergüsse auf. Den Eruptivlinien von Meißner-Teplice (TRÖGER, et al., 1969) sitzen die oberkarbonischen Vulkanitgebiete des Tharandter Waldes, des Osterzgebirges und des Raumes Meißen auf.

Der Vulkanitkomplex von Tharandt (siehe Abb. 3) besitzt etwa 50 km² Ausdehnung. Die Vulkanite "verschweißen" das Erzgebirgskristallin mit den Schiefererien des Nossen-Wilsdruffer Schiefergebirges (siehe Abb. 3).

Die Magmatite des Tharandter Vulkanitkomplexes wurden bereits während der sächsischen geologischen Landeskartierung in einen älteren quarzarmen Porphyry und einen jüngeren quarzreichen Porphyry eingeteilt. Beide Vulkanitvarietäten (Rhyolithe bis Rhyodacite) unterscheiden sich nach Hauptelementanalysen nur geringfügig. Ein deutlicher Unterschied besteht nach dem Phänokristallmodus. Der quarzarme Porphyry entspricht einem Phänokalitrachyt, der jüngere Quarzporphyry einem Phänoalkalirhyolith. Übergangstypen treten häufig auf (SCHULZE, 1963; PÄLCHEN, 1968; FIEDLER & THALHEIM, 1989). Jünger sind Ganggesteine in felsitischer bzw. granitporphyrischer Ausbildung (BENEK in BANKWITZ, BENEK, FRISCHBUTTER & TRÖGER, 1983).

Zwei Kugelpechstein-Vorkommen befinden sich bei Spechtshausen und Braunsdorf (siehe Abb. 3). Der Pechstein stellt die basisnahe glasige Ausbildung des quarzarmen Porphyrys dar und wird als

Phänotrachytglas mit rhyodacitischer Zusammensetzung angesehen (BENEK, 1980). Die Größe der in dem schwarzen Glas eingebetteten felsitartigen Kugeln schwankt zwischen 0,001 mm und 20 cm (LENTSCHIG, 1962).

Als Förderzonen der Rhyolithe sieht MOESTA (1928) eine Grunder und eine Tharandter Spalte an. Die flächenhaft ausstreichenden Rhyolithe wurden durch einen ignimbrischen Ausbruchsmechanismus gefördert (BENEK, 1980). Durch den Ignimbrischen Ausbruch entstand ein Massedefizit im Untergrund, der eine radiale Einbruchsstruktur (Calderenbildung) zur Folge hatte (MOESTA, 1928; BENEK, 1980).

Mit dem Calderen-Einbruch ging die Bildung eines Radialgang-Systems einher, das im Kartenbild deutlich hervortritt (siehe Abb. 3).

4.2. Rotliegendes

Die variszischen Molasseablagerungen werden am NE-Rand des Tharandter Waldes durch das Rotliegende des Döhlener Beckens vertreten. Dieser Sedimentationsraum wurde in einer der Elbezone folgenden Dehnungsstruktur angelegt (siehe Abb. 2). Das 22 km Längserstreckung und 6 km Breite besitzende Rotliegendareal weist eine autonome lithologisch-tektonische Entwicklung auf. Eine moderne Gliederung der etwa 800 m mächtigen Gesamtabfolge stellt REICHEL (1985) vor (siehe Übersicht 3). REICHEL (1985) unterscheidet vier sedimentäre Zyklen, die den ausgehaltenen Schichtgliedern entsprechen.

Jeder der vier Sedimentationszyklen setzt mit einem Konglomerat ein. Tendenziell nimmt innerhalb jedes Zyklus die Korngröße der klastischen Schüttungen ab. Der obere Abschnitt des zweiten sedimentären Zyklus zeichnet sich durch Kohleflöze und Brandschiefer aus, die seit 1540 mit Unterbrechungen abgebaut wurden. Süßwasserkalke und Brandschiefer beenden den dritten Sedimentationszyklus. Der intermediäre Porphyritvulkanismus bleibt auf den unteren Abschnitt der Gesamtabfolge (Unkersdorf-Potschappel-Schichten) beschränkt. Vulkanische Aktivitäten werden erst wieder in den obersten Bereichen der noch erhaltenen Beckenfüllung durch den Quarzporphyr am Wachtelberg dokumentiert.

Die zahlreichen Lamprophyrgänge der Fichtelgebirgisch-Erzgebirgischen Antiklinalzone, die auch im Raum Tharandt auftreten (siehe Abb.3), sind höchstwahrscheinlich in das Rotliegende einzuordnen.

Übersicht 3: Gliederung des Rotliegenden im Döhlener Becken (nach Reichel, 1985)

Bannewitz-Hainsberg-Schichten	Oberer wechselhafte Schichten (Konglomerate, Arkosen, Tonschiefer) Wachtelberg-Quarzporphyr Untere wechselhafte Schichten (Konglomerate, Arkosen, Tonschiefer) Oberes brekziöses Konglomerat Gebänderte Sandschiefer-Arkose- Schichten Unteres brekziöses Konglomerat
Niederhäslich-Schweinsdorf- Schichten	Oberer Kalkstein Schweinsdorf-Brandschiefer Unterer Kalkstein Grüngraue Schiefertone mit kohligen Lagen Große Lette und grüngraue sandige Schiefer Graues Konglomerat
Döhlen-Schichten	Kohleflöze und Brandschiefer wechsellagernd mit sandigen Schiefern Konglomerate und Arkosen
Unkersdorf-Potschappel- Schichten	Potschappel-Wilsdruff-Porphyr Unkersdorf-Tuff Hänichener Grundkonglomerat
Liegendes: SW: Erzgebirgskristallin / Zentrum: Schiefererien des Elbe-Synklinoriums / NE: Monzonit (Meißner Massiv)	

5. Tafeldeckgebirge

Zechstein- und Triassedimente fehlen in der Elbe-Senke. Sie setzen erst nördlich von Lommatzsch (Raum Riesa-Meißen) ein. Ablagerungen des Lias und unteren bis mittleren Dogger sind nicht ausgebildet. Eine jurassische Sedimentation (oberer Dogger ?; Malm) ist durch Reliktvorkommen im Störungsvolumen der Lausitzer Überschiebung belegt. Vom obersten Jura bis zur Oberkreide unterlag das betrachtete Gebiet der Abtragung. Charakteristisch für diesen Zeitschnitt ist eine tiefgründige rotlehmiige Verwitterung des älteren Untergrunds (PIETZSCH, 1913), die auf ein subtropisches bis tropisches Klima zurückzuführen ist. Ein in- struktiver Aufschluß befindet sich am Götzenbüschchen bei Ölssa (cenomane Sandsteine überlagern zersetzten Erzgebirgsgneis). Die präcenomanen Böden wurden durch NEBE (1961) beschrieben.

5.1. Oberkreide

Die inselartig erhaltenen Oberkreiderelikte im Tharandter Wald sind Bestandteile der Elbtalkreide, die in das Cenoman bis Coniac einzustufen ist. Im Raum Tharandt sind lediglich Sedimente des

Cenomans erhalten geblieben.

Die Gliederung der auf engem Raum stark faziell wechselhaften Elbtalkreide geht auf Arbeiten von PIETZSCH (1916), LAMPRECHT (1934), HANTZSCHEL (1934), SEIFERT (1955), TRÖGER (1969), MIBUS (1975) und PRESCHER (1957, 1981) zurück.

5.1.1. Niederschönaer Schichten (Alb ?; Unter- bis Mittelcenoman)

Die kretazische Sedimentation setzt mit den limnisch-fluviatil abgelagerten Niederschönaer Schichten ein. Sie wurden in zumeist NW-SE-streichenden Senken abgelagert. Die Sedimentation setzt mit den Basalschottern ein, die aus schwer verwitternden Komponenten bestehen (Quarz, Kieselschiefer, Porphyr, Amethyst, selten Gneis, Schiefer und Diabas). Die Schotter verzahnen sich mit Linsen grober fluviatil-äolischer Sande. Über dieser Sequenz folgen Sandsteine mit Tonlinsen. Die Tone enthalten Pflanzenreste und kohlige Lagen. Die Flora weist auf ein subtropisches Klima hin. Äolische Dünen- und Sande schließen die Sedimentation der Niederschönaer Schichten ab.

5.1.2. Oberhäslicher Schichten (Obercenoman / Naviculare-Zone)

Mit den Oberhäslicher Schichten setzt die marine Sedimentation der Oberkreide in der Elbe-Senke ein. Die Transgression erfolgte von NW und SE (TRÖGER et al., 1984). Ein ausgeprägtes Relief gliederte den Sedimentationsraum in drei NW-SE-verlaufende, durch Schwellen und Inseln getrennte Tröge (TRÖGER, 1964). Das Gebiet des Tharandter Waldes gehört zum südlichen Sedimentations-trog, der sich durch eine küstennahe Fazies auszeichnet.

Die Oberhäslicher Schichten setzen sich aus einem basalen Transgressionskonglomerat und dem auflagernden Unterquader zusammen. Letzterer stellt einen grob- bis mittelkörnigen Sandstein dar, der randlich mit Konglomeraten wechsellagert.

5.1.2. Dölzschener Schichten (Obercenoman / Plenus-Zone)

Nach einer schwachen Regression an der Basis der Plenus-Zone transgredierte das Kreidemeer erneut. Die Basis der Plenus-Zone besteht im Tharandter Wald aus feinkörnigen Sandsteinen. Es folgen fein- bis mittelkörnige z.T. glaukonitische Sandsteine, die von feinsandigen Schluffsteinen (Plänersandstein) überlagert werden. Die Abfolge ist am Harthe-Berg des Tharandter Waldes abgeschlossen. Jüngere kretazische Schichten sind hier bereits

wieder abgetragen worden.

5.2. Tertiär

Das sedimentäre Tertiär wird im Tharandter Wald lediglich durch ein winziges Oligozän-Vorkommen repräsentiert, das durch einen kleinen überlagernden Basaltdeckenrest westlich des Landberges vor der Abtragung geschützt wurde. Der weiße Quarzsand führt Kieselschieferfragmente und Knollensteine (SAUER, 1886). Die Datierung als Oligozän beruht auf Analogieschlüssen. Eine direkte Auflagerung des Sediments auf Plänersandstein (Plenus-Zone) läßt auf alttertiäre Abtragungen schließen.

Im Tharandter Wald treten drei kleinere Basaltvorkommen auf (Ascherhübel, Landberg und ein kleines Vorkommen westlich des Landberges - siehe Abb. 3). Möglicherweise handelt es sich um Reste einer geschlossenen Basaltdecke, wobei das Eruptionszentrum in der Quellkuppe des Ascherhübels zu sehen ist.

Der Basalteruption ging die Förderung von Basalttuffen, Bomben und Lapillis voraus, die am Nordwesthang des Landberges ausstreichen. Den roten bis braunen Basalttuffen sind Sandstein- und Schieferfetzen eingelagert.

Der Basalt des Tharandter Waldes wurde von LENTSCHIG (1962) als Nephelinbasalt charakterisiert. Am Ascherhübel führt das Gestein zahlreiche Xenolithe des durchschlagenen Untergrundes (Sandsteine, Porphyre). Der kretazische Sandstein im Liegenden der Basaltdecke wurde durch die thermische Beanspruchung gefrittet.

Nachdem während des Rotliegenden die Entwicklung des variszischen Orogens einen quasikratonen Zustand erreicht hatte, begann das durch die germanotype Tektonik charakterisierte Tafelstadium. Die Störungen der Folgezeit führten zunächst nicht zu Magmenmobilisationen. Erst im Tertiär lösten Tiefenstörungen im Zusammenhang mit der Herausbildung des Nordböhmisches Tertiärgrabens (Ohre-Rift) auch den basischen Magmatismus in Sachsen aus (PFEIFFER, 1975). Die Aktivitäten des Tertiärvulkanismus waren vorrangig an Kreuzungspunkte von NE-SW- und NW-SE- Störungen gebunden.

Der Vulkanismus begann im oberen Eozän mit Olivinnepheliniten und setzte sich nach einer Stagnation im unteren und mittleren Oligozän fort, um im Miozän sein Maximum zu erreichen (PFEIFFER, 1975), dem auch das Basaltvorkommen des Tharandter Waldes zuzuordnen ist.

5.3. Quartär

Die pleistozäne Elster-Vereisung erreichte zumindest randlich den Tharandter Wald. Die Feuersteinlinie verläuft über Nossen, Wilsdruff, die Großpitzer Höhe, den Bahnhof Tharandt und weiter nach Somsdorf. Die folgenden Glazialzeiten tangierten den Tharandter Wald nicht direkt, führten jedoch zu einer verbreiteten Lösssedimentation (Löß, Lößlehm, Gehängelehm). Die Anlage pleistozäner Schotterterrassen ist im Tharandter Wald verbreitet. Durch das periglaziale Frostwechselklima wurden Lockermassen- und Bodenverlagerungen initiiert.

In das Holozän sind Moorbildungen in glazial gebildeten abflußlosen Senken sowie Auelehme und (sub-)rezente Bodenbildungen zu stellen.

LITERATURVERZEICHNIS

- AUTORENKOLLEKTIV: Erläuterung zur Geologischen Übersichtskarte der Bezirke Dresden, Karl-Marx-Stadt und Leipzig (1 : 400 000). VEB Geologische Forschung und Erkundung Halle. Freiberg. (1972), 78 S.
- BANKWITZ, P.; BENEK, R.; FRISCHBUTTER, A.; TRÜGER, K.- A.: Die Elbezone als Teil des Elbe-Lineamentes (Gebiet der DDR). In: Exkursionsführer, Vortrags- und Exkursionstagung vom 28. - 29. 4. 1983. Dresden 1983 | Gesellsch. f. Geol. Wiss. d. DDR. 31 S.
- BENEK, R.: Geologisch-strukturelle Untersuchungen im Tharandter Vulkanitkomplex (Südteil DDR). In: Geol. Wiss., 8 | 1980 | 6. 627-643
- FIEDLER, H.- J.; THALHEIM, K.: Geologisch-pedologischer Exkursionsführer Osterzgebirge - Teil I, Geologie und Petrographie. Sektion Forstwirtschaft, Technische Universität Dresden. (1989), 83 S.
- FRANKE, W.: Variszischer Deckenbau im Raume der Münchberger Gneissmasse - abgeleitet aus der Fazies, Deformation und Metamorphose im umgebenden Paläozoikum. In: Geotekt. Forsch., 68 (1984), 253 S.
- HOFMANN, J.: Petrographische und lithostratigraphische Stellung der Gneise des Osterzgebirges. Leipzig. Freiburger Forschungsheft C 292. (1974).
- HOFMANN, J.; LORENZ, W.: Saxothuringikum des Erzgebirges im Gebiet der CSSR und DDR (Anteil DDR), Kristallin des Osterzgebirges - Exk. F2. Berlin. Exkursionsführer, Gesellsch. f. Geol. Wiss. d. DDR, (22. Jahrestag.). (1975). S. 56 - 76
- HOTH, K.; LORENZ, W.; HIRSCHMANN, G.; BERGER, H.- J.: Lithostratigraphische Gliederungsmöglichkeiten regionalmetamorpher Jungproterozoikums am Beispiel des Erzgebirges. In: Z. geol. Wiss., 7 | 1979 |, S. 377-404
- HOTH, K.; LORENZ, W.: Proterozoikum am Nordwestrand des Böhmisches Massivs, Berlin. Anlageblatt im Exkursionsführer zur GGW-Vortrags- und Exkursionstagung vom 23. bis 26.5.90, Mönchenfrei, Erzgeb., (1990), 47 S.
- HOTH, K.; WASTERNAK, J.; BERGER, H.- J.: Metallogenetisches Kartenwerk Erzgebirge/Vogtland - Geologische Karte. Zentrales Geologisches Institut. Berlin. (1980).
- KUPETZ, M.: Stratigraphie und regionale Stellung des variszisch gefalteten Paläozoikums im Nossen - Wilsdruffer Schiefergebirge, Freiburger Forschungsheft C 415. VEB Dt. Verl. f. Grundstoffind., Leipzig. (1987), 5 - 41
- KURZE, M.; LINNEMANN, U.; TRÜGER, K.- A.: Neueinschätzung der stratigraphischen und regionalgeologischen Stellung der Weesensteiner Gruppe und des Altpaläozoikums im sächsischen Anteil der Elbtalzone, Freiburger Forschungsheft, Reihe C. VEB Dt. Verl. f. Grundstoffind., Leipzig. (im Druck),
- KURZE, M.; TRÜGER, K.-A.: Die Entwicklung des Paläozoikums in der Elbtalzone (Saxothuringikum). In: N. Jb. Geol. Paläont. Mh., (1990) 1, 43 - 53
- LENTSCHIG, S.: Abriß der Geologie des Tharandt-Grillenburger Waldes. In: Wiss. Zeitschr. d. TU Dresden, 11 (1962) 5, S. 1167-1179
- LEONARD, D.; KRENZ, O.; WIEMEIER, G.; HOTH, K.; KEMNITZ, H.: Proterozoikum im Mittelerzgebirge; In: Proterozoikum am Nordwestrand des Böhmisches Massivs, Berlin. Exkursionsführer zur GGW-Vortrags- u. Exkursionstagung vom 23. bis 26.5.90 in Mönchenfrei, Erzgeb., (1990), S. 5-23

- LINNEMANN, U.; KURZE, M. & SEHNERT, M.: Nachweis von altpaläozoischen Acritarchen und einige neue Ergebnisse lithostratigraphischer Untersuchungen im Elbtalschiefergebirge. In: Veröff. Museum d. Westlausitz Kamenz. (1988) 12. 44 - 51
- MOESTA, G.: Brüche und Porphyreffusionen im östlichen Erzgebirge. In: Z. deutsch. geol. Ges., 80(1928), S. 343-408
- NEBE, W.: Über präcenomane Böden auf osterzgebirgischen Gneisen. In: Wiss. Zeitschr. d. TU Dresden. 10(1961).
- PÄLCHEN, W.; WETZEL, H.- U.; LOBIN, M.; SELTMANN, R.: Spätvariszischer Magmatismus und Bruchtektonik im Osterzgebirge. Berlin. Exkursionsführer der GGW (31. Jahrestagung). (1984). S. 53-60
- PFEIFFER, L.: Junge Vulkanite im Grenzgebiet der DDR und CSSR. Berlin. GGW-Exkursionsführer, Tagung vom 24. bis 26. 4. 75 in Dresden. (1975). 40 S.
- PIETZSCH, K.: Verwitterungserscheinungen der Auflagefläche des Sächsischen Cenomans. In: Z. deutsch. geol. Ges., 65(1913). 594-602
- PIETZSCH, K.: Geologie von Sachsen. VEB Deutsch. Verlag d. Wiss., Berlin. (1962), 870 S.
- REICHEL, W.: Döhlen Basin, In: Late Paleozoic and Caenozoic Continental, Guidebook of Excursions, Central Institute for Physics of the Earth, Potsdam, Sedimentation and Magmatism in the Southern Part of the G.D.R., (1985), 100 - 111
- TGL 34 331/01: Fachbereichsstandard Geologie - Regionalgeologische Gliederung des Territoriums der DDR. ZGI. Berlin. (1983). 57 S.
- TRÜGER, K.- A.; BEHR, H.- J.; REICHEL, W.: Die tektonisch-fazielle Entwicklung des Elbe-Lineamentes im Bereich der Elbtalzone. Freiburger Forschungsheft C 241. Leipzig. (1969). S. 71 - 85
- TRÜGER, K.- A.: Zur Paläontologie, Biostratigraphie und faziellen Ausbildung der unteren Oberkreide, Teil 2, Dresden. Abh. Staatl. Mus. Min. Geol. Dresden. (1969). 70 S.

EXKURSION A, Teil 1

Bodenformen über Muschelkalk im Thüringer Becken

07.09. und 14.09. 1991

von

H.J. Fiedler und W. Hofmann

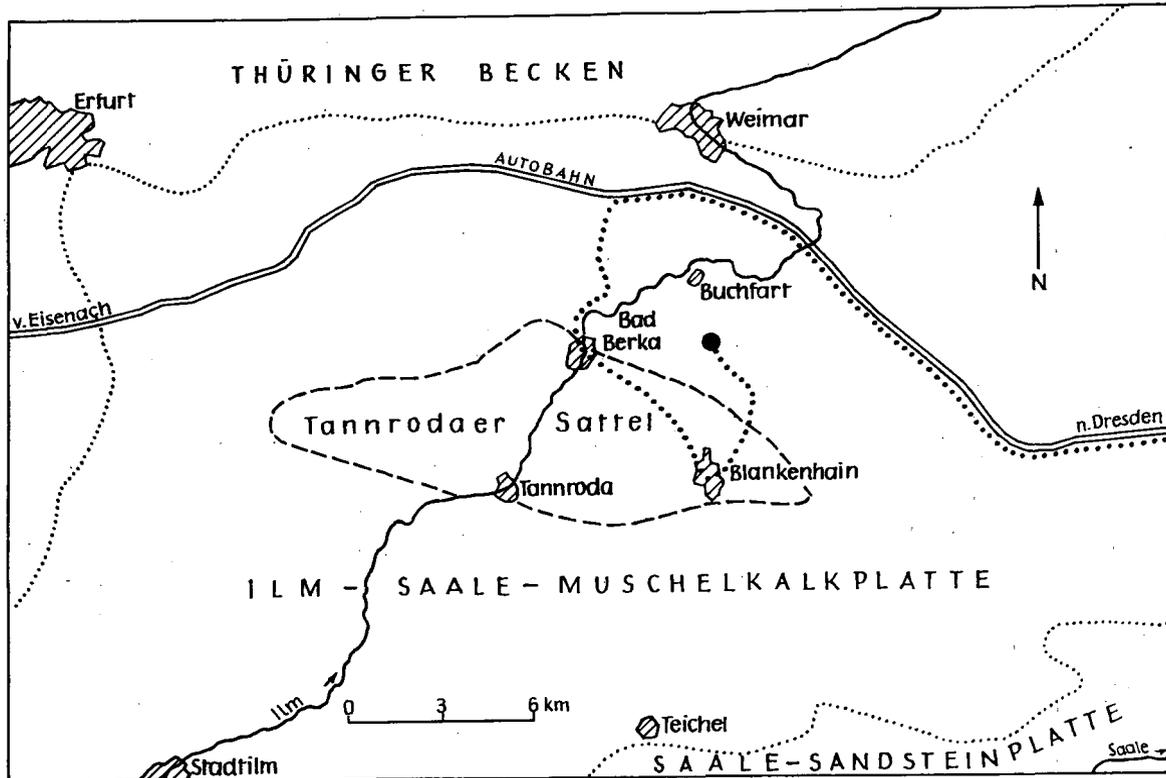


Abb. 1 Lage des Exkursionsgebietes

1. Geographische Lage und geologische Situation

Die Exkursion führt in das Muschelkalkgebiet der Ilm-Saaleplatte (s. Linnemann 1991; Puff, Hofmann, Fiedler 1991). Das Exkursionsgebiet liegt etwa 10 km südlich von Weimar im Forstrevier Buchfart in 300 bis 475 m Seehöhe (Abb. 1). Die Ilm - Saaleplatte bildet eine Muschelkalk-Hochfläche, die durch Täler scharfkantig in eine Vielzahl von Einzelplatten zerlegt wird. Die Verebnungen liegen im Mittel 380 bis 400 m hoch. An den Tälern treten häufig Steilhänge auf, seltener Bergstürze. Der Buchfarter Muschelkalk bildet den Nordflügel des Tannrodaer Gewölbes, bei dem die Schichten des Muschelkalkes mit 10 - 15' in nördlicher Richtung einfallen. Gliederung und Mächtigkeit der Muschelkalk-Folgen sind aus Übersicht 1 zu ersehen.

2. Klima

Nach den Unterlagen der forstlichen Standortskartierung ist in der Buchfarter Makroklimaform mit Niederschlägen von 668-700 mm und einer Temperatur von 7' C im langjährigen Durchschnitt zu rechnen (Abb. 2).

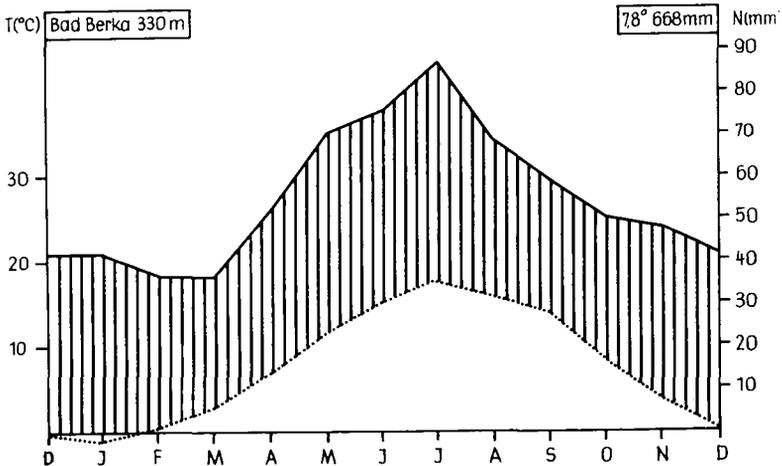


Abb. 2: Klimadiagramm der Station Bad Berka

Übersicht 1

Gliederung und Mächtigkeit (m) des Muschelkalkes im Buchfarter Raum (nach Puff)

Muschelkalk, Gesamtmächtigkeit	190-200

Hauptmuschelkalk-Folge	50- 60
Ceratiten-Schicht	40
Trochiten-Schicht	5- 10

Anhydrit-Folge	40- 45
Oberer Dolomit	10
Obere Rückstandsbildung	10
Mittlerer Dolomit	5
Untere Rückstandsbildung	10
Unterer Dolomit	10

Wellenkalk-Folge	98-100
Schaumkalk-Zone	5
Oberer Wellenkalk	20
Terebratel-Zone	5
Oolith-Zone	5
Unterer Wellenkalk	40

3. Vegetation

In der Baumschicht der weitgehend naturnahen Waldgesellschaften dominiert die Rotbuche (*Fagus sylvatica*). Vereinzelt sind ihr Edellaubbaumarten wie Esche (*Fraxinus excelsior*), Bergahorn (*Acer pseudoplatanus*) und Traubeneiche (*Quercus petraea*) beigemischt. Diese Kalkbuchenwälder sind taxonomisch beim Lathyro-Fagetum (Hartmann 1953) und Cephalanthero-Fagetum einzuordnen.

4. Böden

Als Ausgangsmaterial der Bodenbildung treten Schichten der Hauptmuschelkalk-, Anhydrit- und Wellenkalk-Folge auf. Das in den Profilen anstehende Grundgestein zeigt Merkmale der Auflockerungs- bzw. Blockablösungszone oder des Zersatzes. Darüber folgt meist die pleistozäne Schichtenabfolge aus Mittelsediment über Basissediment. Substratabhängig haben sich als Bodentypen Terra fusca-Parabraunerde, Braunerde-Terra fusca, Rendzina-Terra fusca, Terra fusca-Rendzina und Rendzina entwickelt.

Profil 1

Lage: 435 m Seehöhe
Geologie: Löß über Trochitenkalk
Relief: 4° nach N geneigt
Vegetation: Buchen-Reinbestand; Lathyro-Fagetum
Humusform: mullartiger Moder
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Hapludalf
FAO: Orthic Luvisol
DBG: Braunerde-Parabraunerde, schwach pseudo-
vergleyt
Standortskartierung: Ettersburger Decklöß-Fahlerde

Profilbeschreibung

O 5- 0cm; Auflagehumus
I Ah 0- 3cm; graubrauner (10 YR 5/2), stark humoser, skelettfreier, lehmiger Schluff; polyedrisches bis plattiges Gefüge; mittlere Durchwurzelung; deutlicher Übergang zum BvAl-Horizont
BvAl 3- 15/26cm; sehr blaßbrauner (10 YR 7/3), humoser, skelettfreier, lehmiger Schluff; polyedrisches bis plattiges Gefüge; schwach durchwurzelt; diffuser Übergang zum Bvt-Horizont
II Bvt 15/26-35/40cm; brauner (10 YR 5/3), skelettfreier, schluffiger Ton; polyedrisches Gefüge; schwach durchwurzelt; diffuser Übergang zum TBv-Horizont
TBv 35/40-65/76cm; brauner (10 YR 5/3), skelettfreier Ton; polyedrisches Gefüge; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum C1-Horizont
III C1 65/76-113cm; hellbrauner (10 YR 6/3), mäßig bis schwach steinig-grusiger Ton; kaum durchwurzelt; deutlicher Übergang zum C2-Horizont
IV C2 113 cm und tiefer; feinbodenarme Auflockerungszone des Trochitenkalkes

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 0- 2	13,3	11,1	26,6	43,1	1,9	2,7	1,3
BvAl 3- 8	15,4	12,1	31,6	40,1	0,6	0,2	-
Bvt 15- 25	36,7	17,3	21,4	17,1	2,7	2,6	2,2
TBv 65- 75	47,5	6,1	20,9	24,9	0,5	0,1	-
C1 83-100	68,8	14,5	9,0	3,1	1,3	1,3	2,0

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte							Fe _d	Fe _o	Fe _o Fe _d
	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	(g/kg)			
O 5- 0	0,0	5.2	5.0	39,71	1,58	25	-	-	-	
Ah 0- 2	0,0	5.3	4.5	7,06	0,38	19	7,3	2,63	0,34	
BvAl 3- 8	0,0	4.5	3.8	5,52	0,35	16	7,2	2,47	0,34	
Bvt 15- 25	0,0	5.6	4.5	-	-	-	35,9	4,40	0,12	
TBv 65- 75	0,1	6.5	6.0	-	-	-	15,1	1,94	0,13	
C1 83-100	6,5	8.0	6.7	-	-	-	16,8	0,94	0,06	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O 5- 0	0,09	0,64	1,38	0,15	0,63	1,13	0,12	0,31	0,21	0,12
Ah 0- 2	0,05	1,69	0,48	0,30	1,69	3,95	0,46	0,58	0,06	0,09
BvAl 3- 8	0,02	1,88	0,27	0,34	1,86	4,65	0,54	0,70	<0,02	0,06
Bvt 15- 25	0,12	1,45	0,82	0,76	5,60	6,38	0,42	0,34	0,06	0,21
TBv 65- 75	0,06	2,36	0,78	0,92	3,88	7,42	0,48	0,52	<0,02	0,07
C1 83-100	0,13	2,99	4,46	1,49	4,00	9,10	0,45	0,12	0,03	0,06

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
O 5- 0	178	22	57	13	103
Ah 0- 2	382	14	85	42	68
BvAl 3- 8	426	10	86	48	44
Bvt 15- 25	324	41	65	99	140
TBv 65- 75	481	26	84	91	74
C1 83-100	378	42	82	112	84

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H	T	V
		(mval/100g)		(%)
O 5- 0	7,1	27,1	34,2	21
Ah 0- 2	3,6	10,2	13,8	26
BvAl 3- 8	6,2	8,8	15,0	41
Bvt 15- 25	14,7	5,7	20,4	72
TBv 65- 75	23,3	2,4	25,7	91
C1 80-100	39,2	1,2	40,4	97

Interpretation

Das tiefgründige Profil ist charakteristisch für lößlehmüberlagerte Karbonatböden der IIm-Saaleplatte. Es zeigt eine deutliche Schichtung in Auflockerungszone des anstehenden Gesteins, Basis-sediment und Mittelsediment.

Die feinbodenarme Auflockerungszone des anstehenden Trochitenkalkes wird in 11-12 dm unter Flur aufgeschlossen. Im Hangenden folgt toniger Muschelkalkschutt von 4-5 dm Mächtigkeit mit einem Karbonatgehalt von 6,5 %. Sein Skelettgehalt beträgt schätzungsweise 20-40 Vol.-%; das Skelett variiert von Grus- bis Blockgröße (toniger Kalkstein-Basisschutt ohne Einfluß von äolischem Fremdmaterial und Kalksteinbraunlehm). Darüber lagert eine 7-8 dm mächtige, skelettfreie bis -arme, karbonatfreie, schluffig-tonige Decke. In ihrem oberen Teil (Ah, BvA1-Horizont) dominiert die Grob-schlufffraktion mit 40-43 M.-%, sie zeigt äolische Materialzufuhr an. Der untere Teil (Bvt-, TBv-Horizont) weist bei absinkendem Grob-schluffgehalt einen deutlichen Anstieg des Tongehalts auf. Für die Genese des Bodens ist die Frage von Bedeutung, ob die Texturdifferenzierung in der schluffig-tonigen Decke auf Tonverlagerung zurückzuführen oder ob an der Zusammensetzung des Bvt- und TBv-Horizontes Terra fusca-Material beteiligt ist.

Unter dem naturnahen Buchenbestand dominieren in der Bodenvegetation *Galium odoratum* (Waldmeister), *Hordelymus europaeus* (Wald-Haargerste), *Senecio fuchsii* (Fuchs-Greiskraut), *Poa nemoralis* (Hain-Rispengras), *Deschampsia caespitosa* (Rasenschmiele) und *Dactylis polygama* (Knäuelgras). Die Bodenvegetation zeigt einen kräftigen bis reichen Standort an. Das Auftreten von *Deschampsia caespitosa* weist auf den schwach ausgeprägten Stauäseeinfluß im Unterboden hin, das vereinzelte Vorkommen von *Luzula albidula* auf beginnende Versauerung im Oberboden.

Profil 2

Lage: 471 m Seehöhe
Geologie: Trochitenkalk
Relief: 2° nach NNO geneigt
Vegetation: Buchen-Reinbestand; Lathyro-Fagetum
Humusform: Mull bis moderartiger Mull
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Eutrochrept
FAO: Chromic Cambisol
DBG: Braunerde-Terra fusca
Standortskartierung: Buchfarter Deckschlufflehm-Braunfahlerde

Profilbeschreibung

O	5- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 4 cm;	graubrauner (10 YR 5/2), stark humoser, skelettfreier Schlufflehm; polyedrisches bis plattiges Gefüge; mittlere Durchwurzelung; deutlicher Übergang zum AlBv-Horizont
AlBv	4- 21 cm;	blaßbrauner (10 YR 6/3), sehr schwach humoser, skelettfreier Schlufflehm; polyedrisches bis plattiges Gefüge; schwach durchwurzelt; diffuser Übergang zum BvT1-Horizont
II BvT1	21-30/35 cm;	gelbbrauner (10 YR 5/4), skelettfreier Ton; polyedrisches Gefüge; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum BvT2-Horizont
BvT2	30/35-55 cm;	gelbbrauner (10 YR 5/4), stark blockiger, schwach steiniger, schwach grusiger Ton; polyedrisches Gefüge; deutlicher Übergang zum C-Horizont
III C	55 cm und tiefer	gelbbrauner (10 YR 5/4), lehmig-toniger Blockboden; Auflockerungszone des anstehenden Grundgesteins

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 0- 2	19,0	11,8	26,0	33,8	3,7	3,3	2,4
AlBv 15- 25	22,0	13,9	30,9	31,9	0,9	0,4	-
BvT2 35- 50	58,8	9,9	16,7	13,4	0,8	0,3	0,1
C 55- 65	34,6	13,2	17,1	13,8	6,6	6,4	8,3

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte						
	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d Fe _o Fe _e (g/kg)
O 5- 0	0,5	5,2	4,8	35,34	1,47	24	
Ah 0- 2	0,0	5,4	4,7	7,69	0,46	17	10,6 2,68 0,25
AlBv 15- 25	0,0	4,9	3,8	1,03	0,05	21	9,0 1,81 0,20
BvT2 35- 50	0,6	7,4	6,8				23,7 2,91 0,12
C 55- 65	39	8,0	7,0				12,7 1,20 0,09

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O 5- 0	0,07	0,66	1,10	0,19	1,06	1,84	0,16	0,32	0,19	0,09
Ah 0- 2	0,06	1,84	0,52	0,40	2,31	4,96	0,50	0,52	0,07	0,10
AlBv 15- 25	0,03	1,96	0,29	0,39	2,22	5,10	0,56	0,70	0,02	0,04
BvT2 35- 50	0,07	2,14	1,24	0,94	4,98	8,64	0,50	0,38	0,04	0,09
C 55- 65	0,06	1,31	16,70	0,73	3,13	5,42	0,30	0,22	0,05	0,06

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
O 5- 0	181	24	60	25	138
Ah 0- 2	450	21	93	58	134
AlBv 15- 25	432	14	88	54	67
BvT2 35- 50	432	32	76	114	136
C 55- 65	258	32	143	74	93

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H	T	V
	(mval/100g)			(%)
O 5- 0	8,1	28,1	36,2	22
Ah 0- 2	2,3	9,8	12,1	19
AlBv 15- 25	1,4	6,3	7,7	18
BvT2 35- 50	32,8	2,0	34,8	94
C 55- 65	33,6	0,6	34,2	98

Interpretation

Das Profil ist im Vergleich zum vorhergehenden nur mittelgründig. Bereits 6-7 dm unter Flur setzt der horizontal geschichtete Trochitenkalk ein. Der Feinbodenanteil zwischen den Blöcken sinkt unter 25 %, die Bodenart ist sehr karbonatreicher lehmiger Ton. Wahrscheinlich handelt es sich um den oberen Teil der Blockablösungszone. Der über ihr liegende block- und steinreiche Schutt ist von kryogenen Prozessen überprägt. Seine Mächtigkeit beträgt im Durchschnitt 3 dm. Der tonige Feinboden ist in der Regel karbonatfrei, nur in unmittelbarer Umgebung des Skelettmaterials auch schwach karbonathaltig. Im Hangenden des Kalksteinbraunlehm-Basischutts liegt eine 2-3 dm mächtige, skelett- und karbonatfreie Decke. Sie weist einen deutlichen äolischen Fremdmaterialanteil auf (32-34 M.-% Grobschluff).

Dominierende Florenelemente in der Bodenvegetation sind:

Brachypodium sylvaticum (Waldzwenke), *Dactylis polygama* (Knäuelgras), *Calamagrostis epigejos* (Land-Reitgras), *Galium odoratum* (Waldmeister), *Stellaria holostea* (Echte Sternmiere), *Deschampsia caespitosa* (Rasenschmiele), *Viola reichenbachiana* (Wald-Veilchen), *Asarum europaeum* (Braune Haselwurz), *Oxalis acetosella* (Wald-Sauerklee) und *Rubus idaeus* (Himbeere).

Der Buchenaltbestand ist in Auflösung begriffen, was u.a. von *Calamagrostis epigejos*, *Rubus idaeus* und *Lathyrus pratense* angezeigt wird. Die Artenzusammensetzung ist für Standorte kräftiger bis reicher Trophie charakteristisch.

Profil 3

Lage: 477 m Seehöhe
Geologie: Trochitenkalk
Relief: eben
Vegetation: Buchen-Reinbestand; Lathyro-Fagetum
Humusform: Mull bis moderartiger Mull
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Eutrochrept
FAO: Chromic Cambisol
DBG: Braunerde-Terra fusca
Standortskartierung: Marisfelder Flachdeckton-Braunerde

Profilbeschreibung

O	3- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 4 cm;	sehr dunkelgraubrauner (10 YR 3/2), sehr stark humoser, lehmiger Ton; meist skelettfrei; kleinpolyedrisches Gefüge; mittlere Durchwurzelung; stark welliger Übergang zum BvT1-Horizont
BvT1	4-12 cm;	braun bis dunkelbrauner (10 YR 4/3), stark humoser Ton mit einzelnen fest eingelagerten, meist kantengerundeten Steinen; klein- bis mittelpolyedrisches Gefüge; schwach durchwurzelt; unregelmäßiger, deutlicher Übergang zum BvT2-Horizont
II BvT2	12-30 cm;	brauner (10 YR 5/3), stark steiniger, schwach grusiger Ton; mittelpolyedrisches Gefüge; unregelmäßig schwach durchwurzelt; undeutlicher, welliger Übergang zum BvT3-Horizont
BvT3	30-44 cm;	brauner (10 YR 5/3), stark steiniger, schwach grusiger Ton; mittelpolyedrisches Gefüge; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum anstehenden Grundgestein
III C	44 cm und tiefer	Auflockerungszone des Trochitenkalkes

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Korngrößenverteilung (M.-%)						
		T	fU	mU	gU	fs	ms	gs
Ah	0- 2	33,0	12,3	14,7	12,0	4,0	9,2	14,8
BvT1	5- 12	60,6	14,9	12,7	7,3	1,6	1,4	1,5
BvT2	17- 25	61,7	14,2	11,1	9,0	1,7	1,2	1,1
BvT3	30- 40	54,0	15,5	11,4	10,6	2,1	2,0	4,4

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Chemische Kennwerte								
		CaCO ₃	pH		C	N	C/N	Fe _d	Fe _o	Fe _o --- Fe _d
		(%)	(H ₂ O)	(KCl)	(%)	(%)		(g/kg)		
O	3- 0	0,3	5,6	5,3	37,75	1,33	28			
Ah	0- 2	0,0	5,3	4,7	16,90	1,07	16	21,8	2,85	0,13
BvT1	5- 12	0,0	5,3	3,9	10,30	0,28	37	24,6	2,78	0,11
BvT2	17- 25	0,5	7,2	6,5				25,7	2,20	0,09
BvT3	30- 40	15	7,6	6,7				22,5	1,69	0,08

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte (%)									
		P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O	3- 0	0,06	0,62	1,87	0,34	1,35	2,20	0,13	0,22	0,18	0,06
Ah	0- 2	0,07	1,56	1,10	0,81	3,50	5,82	0,34	0,30	0,14	0,09
BvT1	5- 12	0,05	1,96	0,79	1,10	4,90	7,99	0,44	0,30	0,05	0,08
BvT2	17- 25	0,06	2,14	1,40	1,30	5,16	8,80	0,42	0,28	0,05	0,12
BvT3	30- 40	0,06	2,03	6,94	1,22	4,34	7,54	0,37	0,27	0,06	0,10

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte (ppm)					
		Ba	Cu	Sr	V	Zn	
O	3- 0	146	22	56	32	144	
Ah	0- 2	262	37	58	84	268	
BvT1	5- 12	259	42	46	114	276	
BvT2	17- 25	289	43	50	126	276	
BvT3	30- 40	270	42	71	112	222	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Sorptionswerte			
		S	H	T	V
		(mval/100g)			(%)
O	3- 0	16,5	21,7	38,2	43
Ah	0- 2	7,9	11,7	19,6	40
BvT1	5- 12	24,6	12,2	36,8	67
BvT2	17- 25	49,7	3,1	52,8	94
BvT3	30- 40	50,9	1,2	52,1	98

Interpretation

Mit diesem Profil wird der Erosionsscheitel der Catena erreicht. Das Profil ist flachgründig, in 4-5 dm Tiefe unter Flur beginnt bereits die Auflockerungszone des anstehenden Trochitenkalkes. Darüber folgt eine ca. 3 dm mächtige Schuttdecke, die sich nach dem Karbonatgehalt untergliedert: Im Liegenden (1-1,5 dm) ist das Substrat karbonatreich, im Hangenden (2 dm) sehr schwach karbonathaltig. Der Kalksteinbraunlehm-Basisschutt liegt im Karbonat-Pufferbereich.

Der Profilaufbau wird durch eine geringmächtige (1-1,5 dm), skelettfreie bis skelettarme, lehmig-tonige Kalksteinbraunlehm-Fließerde abgeschlossen. In der Fließerde herrschen die Bedingungen des Silikat-Pufferbereiches. Das Terra fusca-Material ist gut erhalten, der Oberboden befindet sich in gutem biologischen Zustand.

Der Buchenbestand entspricht auf dem flachgründigen Standort reicher Trophie weitgehend den natürlichen Verhältnissen. In der Krautschicht dominieren anspruchsvollere Arten, wie die folgenden Deckungsgrade zeigen:

<i>Brachypodium sylvaticum</i>	(Waldzwenke)	4
<i>Hordelymus europaeus</i>	(Wald-Haargerste)	2
<i>Asarum europaeum</i>	(Braune Haselwurz)	2
<i>Galium odoratum</i>	(Waldmeister)	1
<i>Viola reichenbachiana</i>	(Wald-Veilchen)	1
<i>Carex sylvatica</i>	(Waldsegge)	+
<i>Dactylis polygama</i>	(Wald-Knäuelgras)	2
<i>Stellaria holostea</i>	(Echte Sternmiere)	+

Profil 4

Lage: 472 m Seehöhe
Geologie: Anhydrit-Folge, von Trochitenkalk überlagert
Relief: 17' nach S geneigte kurze Steilstufe
Vegetation: Büchen-Reinbestand; Lathyro-Fagetum/Cephalanthero-Fagetum
Humusform: Mull
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy:
FAO: Calcic Cambisol
DBG: Rendzina-Braunerde
Standortskartierung: Legefelder Kalkstein-Braunrendzina

Profilbeschreibung

O 3- 0 cm; Auflagehumus
I Ah 0- 15 cm; sehr dunkelgraubrauner (10 YR 3/2), sehr stark humoser, sehr stark skeletthaltiger Lehm bis schluffiger Ton; Krümelgefüge; mittlere Durchwurzelung; diffuser Übergang zum AhBv-Horizont
AhBv 15- 40 cm; graubrauner (10 YR 5/2), stark humoser, schluffig-toniger Skelettboden; Polyedergefüge; schwach durchwurzelt; diffuser Übergang zum BvC-Horizont
BvC 40-70/95 cm; grau bis hellgrauer (10 YR 7/2), stark humoser, schluffig-toniger Skelettboden; schwach durchwurzelt; unregelmäßiger Übergang zum zerrütteten Grundgestein
II C 70/95 cm und tiefer hellgrauer (10 YR 7/1), schluffiger Skelettboden; Blöcke und Steine z. T. mit Kalkmyzel überzogen.

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)							
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	
Ah1 0- 2	25,7	21,3	21,5	6,6	3,7	8,4	12,8	
Ah2 2- 8	32,3	23,4	19,4	11,7	3,2	4,6	5,4	
AhBv 25- 35	32,3	21,5	26,8	10,4	2,1	1,6	5,3	
BvC 75- 85	42,9	11,3	28,7	6,7	1,7	1,7	7,0	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte								
	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o Fe _d (g/kg)	Fe _o Fe _d (g/kg)
O 3- 0	1,7	6.1	5.9	40,16	1,37	29			
Ah1 0- 2	1,9	7.9	7.1	14,66	1,07	14	20,9	2,78	0,13
Ah2 2- 8	0,0	7.3	6.9	12,37	0,99	12	20,2	2,66	0,13
AhBv 25- 35	30	7.6	7.0	7,40	0,32	23	17,2	1,92	0,11
BvC 75- 85	50	7.8	7.3	6,98	0,08	87	4,9	0,46	0,09

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O 3- 0	0,06	0,41	2,77	0,20	0,78	1,32	0,08	0,22	0,18	0,06
Ah1 0- 2	0,08	1,60	2,88	0,74	3,68	5,93	0,34	0,32	0,14	0,25
Ah2 2- 8	0,08	1,68	2,82	0,82	4,02	6,42	0,36	0,32	0,14	0,27
AhBv 25-35	0,08	1,42	13,60	0,76	3,35	5,62	0,30	0,28	0,09	0,20
BvC 75-85	0,04	1,20	21,20	0,68	1,95	5,49	0,25	0,23	0,08	0,29

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
O 3- 0	111	16	62	18	108
Ah1 0- 2	315	31	85	80	272
Ah2 2- 8	334	32	80	91	278
AhBv 25- 35	242	24	131	76	166
BvC 75- 85	133	15	160	59	84

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S (mval/100g)	H	T	V (%)
O 3- 0	16,9	20,0	36,9	46
Ah1 0- 2	18,8	3,4	22,2	85
Ah2 2- 8	26,5	2,6	29,1	91
AhBv 25- 35	33,1	0,8	33,9	98
BvC 75- 85	29,3	0,7	30,0	98

Interpretation

Das Profil liegt im Übergang von der Hauptmuschelkalk- zur Anhydrit-Folge.

Über dem Oberen Dolomit der Anhydrit-Folge lagert ein knapp 10 dm mächtiger, skelettreicher, schluffig-toniger Schutt, der bis zur Oberfläche CaCO_3 aufweist. Die Karbonatgehalte liegen im Ah-Horizont unter 2 %, steigen aber im AhBv-Horizont (2 dm unter Flur) auf 30 % und darüber an. In dem Kalksteinbraunlehm-Basisschutt hat sich eine Rendzina-Braunerde mit der Humusform Mull entwickelt.

Die Krautschicht unter der naturnahen Buchenbestockung wird vor allem von den Gräsern *Brachypodium sylvaticum* (Waldzwenke), *Hordelymus europaeus* (Wald-Haargerste) und *Dactylis polygama* (Wald-Knäuelgras) beherrscht. Daneben treten schwachsäure- bis schwachbasenanzeigende Kräuter wie *Viola reichenbachiana* (Wald-Veilchen), *Vicia sepium* (Zaunwicke), *Hepatica nobilis* (Leberblümchen) und *Asarum europaeum* (Braune Haselwurz) auf.

Profil 5

Lage: 453 m Seehöhe
Geologie: Anhydrit-Folge, untere Rückstandsbi-
dung
Relief: 4' nach S geneigt
Vegetation: Buchen-Reinbestand; Lathyro-Fagetum
Humusform: moderartiger Mull
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Eutrochrept
FAO: Chromic Cambisol
DBG: Braunerde-Terra fusca
Standortskartierung: Taubentaler Deckton-Braunerde

Profilbeschreibung

O	4- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 6 cm;	grauer (10 YR 5/1), sehr stark humoser, skelettfreier Schlufflehm; krümeliges bis polyedrisches Gefüge; mittlere Durchwurzelung; welliger, deutlicher Übergang zum Bv-Horizont
II Bv	6- 18 cm;	blaßbrauner (10 YR 6/3), mäßig humoser, skelettfreier, schluffiger Ton; polyedrisches Gefüge; mittlere Durchwurzelung; teilweise linienförmiger, teilweise diffuser Übergang zum BvT-Horizont
BvT	18- 33 cm;	gelbbrauner (10 YR 5/4), sehr schwach humoser, skelettfreier Ton; polyedrisches Gefüge; unregelmäßiger, welliger Übergang zum C1-Horizont
III C1	33- 63 cm;	sehr blaßbrauner (10 YR 7/3), mäßig steiniger, schwach grusiger Schlufflehm; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum C2-Horizont
IV C2	63-100 cm;	blaßgelber (2,5 Y 8/4), stark steiniger, mäßig grusiger, lehmiger Schluff (Zersatz der Anhydrit-Folge); deutlicher Übergang zum C3-Horizont
V C3	100 cm und tiefer	hellgraue (10 YR 7/1) Auflockerungszone des anstehenden Grundgesteins

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 0- 2	19,8	18,0	28,9	30,1	2,0	0,8	0,4
Bv 7- 15	37,7	13,5	21,6	25,5	1,6	0,1	-
BvT 22- 30	56,6	10,7	15,4	16,2	1,1	-	-
C1 40- 50	22,8	10,0	46,5	17,8	0,9	0,8	1,2
C2 75- 95	10,8	5,6	40,4	39,0	1,5	1,0	2,3

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte							Fe _d	Fe _o	Fe _o --- Fe _d
	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	(g/kg)			
O 3- 0	0,0	5.6	5.5	33,04	1,16	28				
Ah 0- 2	0,0	7.2	6.2	6,90	0,40	17	10,6	3,09	0,29	
Bv 7- 15	0,0	7.0	6.5	1,59	0,11	14	13,0	2,56	0,20	
BvT 22- 30	0,0	6.9	6.4				17,5	3,45	0,20	
C1 40- 50	49	7.6	7.2				8,4	4,37	0,52	
C2 75- 95	42	8.6	7.8				3,7	2,95	0,80	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O 3- 0	0,05	1,27	1,28	0,39	1,19	2,51	0,22	0,32	0,15	0,04
Ah 0- 2	0,05	2,88	0,78	0,66	2,47	5,76	0,54	0,44	0,08	0,07
Bv 7- 15	0,04	3,48	0,54	0,91	3,26	7,55	0,55	0,40	0,04	0,10
BvT 22- 30	0,05	3,52	0,58	1,34	4,60	8,93	0,50	0,30	0,04	0,13
C1 40- 50	0,05	1,70	12,45	6,98	2,34	4,53	0,22	0,11	0,05	0,04
C2 75- 95	0,02	0,90	19,15	8,58	1,19	1,95	0,09	0,06	0,08	0,02

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
O 3- 0	208	16	62	26	85
Ah 0- 2	456	20	90	60	116
Bv 7- 15	496	19	87	78	84
BvT 22- 30	470	33	70	102	107
C1 40- 50	180	20	78	54	48
C2 75- 95	78	12	79	24	20

Horizont- Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H	T	V
	(mval/100g)			(%)
O 3- 0	20,6	21,5	42,1	49
Ah 0- 2	20,5	6,9	27,4	75
Bv 7- 15	18,4	3,4	21,8	84
BvT 22- 30	24,3	4,4	28,7	85
C1 40- 50	15,6	1,5	17,1	91
C2 75- 95	3,5	0,3	3,8	92

Interpretation

Über der unteren Rückstandsbildung der Anhydrit-Folge wurde ein tiefgründiges Profil aufgeschlossen, das die Schichtengliederung Auflockerungszone - Zersatz - Basissediment - Mittelsediment aufweist.

Etwa 10 dm unter Flur setzt die Auflockerungszone des anstehenden Gesteins ein. Im Gesteinsverband wechseln blättrig absondernde Lagen mit festeren dünnen Gesteinsbänken ab. Darüber schließt ein 4 dm mächtiger Zersatz an (Ton : Schluff : Sand-Verhältnis 10 : 85 : 5), der sehr karbonatreich ist, aber keinen Gesteinsverband erkennen läßt.

Der etw 3 dm mächtige Basisschutt ist ein Mischsediment aus Zersatz und Kalksteinbraunlehm. In dem sehr karbonatreichen Schutt beträgt das Ton : Schluff : Sand-Verhältnis 23 : 74 : 3.

Das Mittelsediment ist als karbonatfreie Kalksteinbraunlehm-Fließerde ausgebildet. Vom Ansehen her wird eine Homogenität vorgetäuscht, die sich analytisch nicht bestätigen läßt. Während der BvT-Horizont mit 57 M.-% Rohnton der geforderten Terra fusca-Norm von 65 M.-% nahekommt, ist der Lößeinfluß im Bv- und Ah-Horizont nicht zu übersehen.

Auf dem reichen Standort stimmen Bestockung und Krautschicht noch weitgehend überein (Dominanz von Florenelementen der Asperula-, Galeobdolon- und Mercurialis-Gruppe), wenn auch eine Abwandlung in letzterer durch die Auflichtung der Bestockung bereits festzustellen ist.

Profil 6

Lage: 455 m Seehöhe
Geologie: Wellenkalk-Folge; Orbicularisschichten aus dem Bereich der Schaumkalkzone
Relief: eben
Vegetation: Buchen-Reinbestand; Lathyro Fagetum/Cephalanthero-Fagetum
Humusform: Mull
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy:
FAO: Calcic Cambisol
DBG: Braunerde-Rendzina
Standortskartierung: Iberg-Kalkstein-Braunrendzina

Profilbeschreibung

O	5- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 5 cm;	sehr dunkelgraubrauner (10 YR 3/2), sehr stark humoser, fast skelettfreier Lehm bis lehmiger Ton; krümeliges bis polyedrisches Gefüge; mittlere Durchwurzelung; deutlicher linienförmiger bis welliger Übergang zum TBvAh-Horizont
TBvAh	5-11 cm;	dunkelbrauner (10 YR 3/3), sehr stark humoser, sehr schwach steiniger, kaum grusiger Ton; polyedrisches Gefüge; mittlere Durchwurzelung; deutlicher bis sehr deutlicher Übergang zum C1-Horizont
II C1	11-29 cm;	hellgraubrauner (10 YR 5/2) bis blaßbrauner (10 YR 6/3), sehr schwach humoser, toniger Grusboden mit eingeregeltten Blöcken und Steinen im oberen Teil; deutlicher Übergang zur Auflockerungszone
III C2	29-54 cm;	grauer (10 YR 6/1), schluffig-lehmiger, mäßig grusiger Steinboden (dünnplattig); schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum anstehenden Gestein
IV C3	54 cm und tiefer	anstehendes Grundgestein

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Korngrößenverteilung (M.-%)						
		T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah	0- 4	29,9	17,4	21,9	9,4	3,1	5,3	13,0
TBvAh4-	9	53,5	12,2	20,2	6,6	1,8	3,1	2,6
C2	30- 40	27,9	12,1	37,2	12,0	1,4	1,7	7,7

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Chemische Kennwerte								
		CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fed (g/kg)	Fe _o	Fe _d
O	5- 0	0,5	5.8	5.7	35,33	1,28	28			
Ah	0- 4	0,0	6.0	5.8	15,44	1,09	14	17,2	2,39	0,14
TBvAh4-	9	0,0	5.2	4.0	13,43	0,46	29	18,9	2,42	0,13
C2	30-40	56	7.3	6.6				6,8	0,48	0,07

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte (%)									
		P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O	5- 0	0,07	1,04	2,30	0,40	1,48	3,14	0,19	0,24	0,17	0,04
Ah	0- 4	0,06	2,37	1,81	0,86	3,50	7,34	0,43	0,28	0,14	0,06
TBvAh4-	9	0,05	2,72	0,90	1,08	4,36	9,28	0,54	0,30	0,07	0,04
C2	30-40	0,04	1,82	23,70	0,77	1,72	4,40	0,23	0,22	0,09	0,02

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
		Ba	Cu	Sr	V	Zn
O	5- 0	160	20	109	36	118
Ah	0- 4	276	26	118	85	176
TBvAh4-	9	272	22	90	106	131
C2	30-40	124	14	874	48	36

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Sorptionswerte			
		S (mval/100g)	H	T	V (%)
O	5- 0	25,6	15,2	40,8	63
Ah	0- 4	28,1	6,6	34,7	81
TBvAh4-	9	24,0	12,8	36,8	65
C2	30- 40	19,0	0,6	19,6	97

Interpretation

In dem flachgründigen Profil stehen die Orbicularisschichten aus dem Bereich der Schaumkalkzone bereits 5 dm unter Flur an. Darüber folgt ein 4 dm mächtiger zweigeteilter Basisschutt mit schwach ausgeprägten kryoturbaten Strukturen. Der untere Teil ist ein karbonatreicher lehmig-schluffiger Steinboden, der obere ein karbonatreicher, lehmig-toniger Kalksteinbraunlehm-Grusboden. Den Profilabschluß bildet eine geringmächtige, karbonatfreie Kalksteinbraunlehm-Fließerde mit einzelnen eingelagerten Steinen.

Auf dem mäßig trockenen basenreichen Standort mit naturnaher Bestockung dominieren in der Krautschicht Vertreter der Mercurialis-Gruppe, wie *Mercurialis perennis* (Wald-Bingelkraut), *Lathyrus vernus* (Frühlingsplatterbse), *Bromus ramosus* (Rauhe Trespe) und *Lilium martagon* (Türkenbund). Der Übergang vom Lathyro-Fagetum zum thermophilen Cephalanthero-Fagetum wird vor allem von den Arten *Melica nutans* (Nickendes Perlgras), *Hepatica nobilis* (Leberblümchen), *Primula veris* (Echte Primel), *Viola hirta* (Rauhes Veilchen) und *Carex digitata* (Fingersegge) angezeigt.

Profil 7

Lage: 420 m Seehöhe
Geologie: Wellenkalk-Folge; etwa 5 m unterhalb der Terebratelbank
Relief: 18° nach SSO geneigt, Mittelhang
Vegetation: Buchen-Reinbestand; Lathyro-Fagetum/Cephalanthero-Fagetum
Humusform: Mull; stellenweise Verhagerungserscheinungen
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy:
FAO: Calcic Cambisol
DBG: Braunerde-Rendzina
Standortskartierung: Reinsberg-Kalkgrus-Braunrendzina

Profilbeschreibung

O	3- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 6 cm;	sehr dunkelgraubrauner (10 YR 3/2), sehr stark humoser, kaum skeletthaltiger, schluffiger Ton (vereinzelt eingelagerte plattige Kalksteine); Krümel- bis Polyedergefüge; mittel bis schwach durchwurzelt; welliger Übergang zum AhTBv-Horizont
AhTBv	6- 12 cm;	graubrauner (10 YR 5/2), stark humoser, kaum skeletthaltiger Ton; Polyedergefüge; mittel bis schwach durchwurzelt; deutlich welliger Übergang zum C1-Horizont
II C1	12- 45 cm;	graubrauner (10 YR 5/2), stark bis sehr stark humoser, stark steiniger, mäßig grusiger Ton; Polyedergefüge; mittlere Durchwurzelung; diffuser Übergang zum C2-Horizont
III C2	45-105 cm;	grauer bis hellgrauer (10 YR 7/1), tonig-schluffiger, mäßig grusiger Steinboden; schwach durchwurzelt; unregelmäßiger Übergang zum C3-Horizont
IV C3	105 cm und tiefer	Auflockerungszone des anstehenden Grundgesteins

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 0- 5	36,7	17,6	20,6	13,3	3,6	4,0	4,2
AhTBv5- 10	60,8	14,9	14,3	7,1	1,2	1,0	0,7
C1 20- 30	47,5	15,7	23,8	6,4	0,9	0,8	4,9
C2 70- 80	32,3	18,6	36,5	6,6	1,0	0,8	4,2

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte						
	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d Fe _o Fe _o (g/kg) Fe _d
O 3- 0	0,0	5.5	5.3	41,63	1,41	30	
Ah 0- 5	0,4	6.8	6.5	11,94	0,78	15	17,0 2,37 0,14
AhTBv 5-10	0,0	5.4	4.2	3,70	0,24	15	18,6 1,95 0,10
C1 20-30	20	7.6	6.7	5,82	0,36	16	14,0 1,28 0,09
C2 70-80	47	7.7	7.0				8,0 0,46 0,06

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)										
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn.	
O 3- 0	0,06	0,58	2,24	0,22	0,80	1,53	0,83	0,22	0,18	0,05	
Ah 0- 5	0,05	2,68	1,81	0,92	3,72	7,40	0,39	0,33	0,11	0,11	
AhTBv 5-10	0,05	2,81	0,84	1,15	4,60	9,51	0,47	0,32	0,08	0,06	
C1 20-30	0,07	2,24	9,13	1,00	3,48	7,58	0,38	0,28	0,08	0,06	
C2 70-80	0,05	1,82	19,55	0,90	2,32	5,60	0,25	0,24	0,07	0,03	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
O 3- 0	120	17	110	18	94
Ah 0- 5	355	31	154	93	156
AhTBv 5-10	363	32	122	118	109
C1 20-30	273	26	408	92	81
C2 70-80	215	27	1074	69	47

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S (mval/100g)	H	T	V (%)
O 3- 0	14,2	21,0	35,2	40
Ah 0- 5	45,4	4,2	49,6	92
AhTBv5- 10	29,2	9,3	38,5	76
C1 20- 30	33,1	1,2	34,3	97
C2 70- 80	18,2	0,6	18,8	97

Interpretation

Diese Bodenform ist auf flachen bis stark geneigten Hängen der Wellenkalk-Folge weit verbreitet. Über der in etwa 10 dm unter Flur einsetzenden Auflockerungszone des anstehenden Wellenkalkes lagern ein 9 dm mächtiges Basissediment und eine geringmächtige Kalksteinbraunlehm-Fließerde. Im unteren Teil ist das Basissediment (6 dm) als tonig-schluffiger Schutt, im oberen Teil (3 dm) als Kalksteinbraunlehm-Schutt ausgebildet. Das Solum der geringmächtigen (ca. 1 dm) Kalksteinbraunlehm-Fließerde besteht aus Terra fusca-Material, in dem geringe Anteile von Kalksteinskelett eingelagert sind.

Auf dem mäßig trockenen Karbonatstandort mit naturnaher Bestockung sind in der Krautschicht Gräser, wie *Dactylis polygama* (Wald-Knäuelgras), *Brachypodium sylvaticum* (Waldzwenke), *Calamagrostis arundinacea* (Wald-Reitgras), *Festuca heterophylla* (Verschiedenblättriger Schwingel), *Melica nutans* (Nickendes Perlgras), *Carex digitata* (Fingersegge) und *Carex montana* (Bergsegge), aspektbeherrschend. Dazu treten noch Kräuter der *Mercurialis*-Gruppe (*Mercurialis perennis*, *Asarum europaeum*) und der *Cephalanthera*-Gruppe (*Hepatica nobilis*, *Cephalanthera damasonium*). Charakteristisch für den Standort dürfte das Auftreten von Arten der *Carex montana*- sowie der *Cephalanthera*-Gruppe sein.

Profil 8

Lage: 405 m Seehöhe
Geologie: Hangschutt der Wellenkalk-Folge; Wellenkalk evtl. unten anstehend; Steinsohle darüber aus Terebrätel- und Schaumkalkmaterial
Relief: Trockental, 3' nach SW geneigt
Vegetation: Fichtenstangenholz (vermutlich Wiesenaufforstung); Lathyro-Fagetum
Humusform: Mull
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy:
FAO: Eutric Cambisol/ Calcic Cambisol
DBG: Kalkbraunerde; kolluvial überprägt
Standortskartierung: Reinsfelder Lehm-Schwemmboden

Profilbeschreibung

O	3- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 11 cm;	dunkelgrauer (10 YR 4/1), sehr stark humoser, kaum skeletthaltiger Schlufflehm; Krümel- bis Polyedergefüge; mittlere Durchwurzelung; diffuser welliger Übergang zum wM1-Horizont
wM1	11- 21 cm;	hell braungrauer (10 YR 6/2), kaum skeletthaltiger Schlufflehm; stark humos; polyedrisches Gefüge; mittel bis schwach durchwurzelt; welliger Übergang zum wM2-Horizont
wM2	21- 26 cm;	hell braungrauer (10 YR 6/2), schwach steiniger, mäßig grusiger Schlufflehm; Polyedergefüge; linienförmiger Übergang zur Schicht II
II Bv	26- 63 cm;	blaßbrauner (10 YR 6/3), meist skelettfreier, schluffiger Ton; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zur Schicht III
III C1	63- 86 cm;	blaßbrauner (10 YR 6/3), stark steiniger, mäßig grusiger, schluffiger Ton; unregelmäßiger Übergang zur Schicht IV
IV C2	86-120 cm;	hell gelbbrauner (10 YR 6/4), stark skeletthaltiger Schlufflehm; deutlicher Übergang
V C3	120 cm und tiefer	lehmig-schluffiger Blockboden

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 0- 2	18,2	16,8	23,8	26,0	4,0	4,8	6,4
wM1 10- 20	27,3	14,8	28,5	24,1	1,9	1,9	1,5
Bv 35- 45	35,5	13,6	24,8	22,6	1,9	1,1	0,5
C1 70- 80	32,1	11,3	23,3	21,9	3,0	2,4	6,0
C2 95-105	17,5	7,8	27,2	27,0	6,4	6,3	7,8

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte								
	CaCO ₃ (%)	pH (H ₂ O)	(KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o (g/kg)	Fe _o Fe _d (%)
O 3- 0	1,4	5,2	4,9	32,74	1,45	23			
Ah 0- 2	1,5	6,9	6,7	12,97	0,82	16	10,6	2,67	0,25
wM1 10- 20	6,2	7,4	6,9	3,94	0,27	15	14,3	2,22	0,16
Bv 35- 45	0,0	7,7	6,6	1,66	0,14	12	17,5	2,26	0,15
C1 70- 80	23	7,9	6,9				13,0	1,65	0,13
C2 95-105	52	7,8	7,1				7,9	0,84	0,11

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
O 3- 0	0,08	0,98	1,57	0,32	1,49	2,69	0,21	0,36	0,18	0,04
Ah 0- 2	0,07	1,80	2,42	0,64	2,70	5,01	0,39	0,52	0,12	0,08
wM1 10- 20	0,06	2,08	3,25	0,88	3,10	5,98	0,46	0,57	0,06	0,09
Bv 35- 45	0,04	2,17	1,31	0,67	3,68	6,64	0,52	0,62	0,03	0,11
C1 70- 80	0,05	1,84	10,10	0,66	3,11	5,80	0,38	0,48	0,06	0,08
C2 95-105	0,05	1,28	20,90	0,52	1,79	3,35	0,24	0,38	0,08	0,05

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
O 3- 0	202	20	89	33	90
Ah 0- 2	352	26	126	62	125
wM1 10- 20	387	26	144	69	74
Bv 35- 45	441	22	120	81	76
C1 70- 80	329	25	339	69	68
C2 95-105	208	21	584	40	42

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S (mval/100g)	H	T	V (%)
O 3- 0	12,2	21,6	33,8	36
Ah 0- 2	26,4	3,0	29,4	90
wM2 10- 20	26,4	0,8	27,2	97
Bv 35- 45	23,3	1,2	24,5	95
C1 70- 80	19,0	1,0	20,0	95
C2 95-105	10,6	0,7	11,3	94

Interpretation

Der Aufbau des vorgestellten Schurfes ist für Trockentäler der Muschelkalklandschaft typisch. Bei dem Liegenden dürfte es sich um einen dem Basissediment zuzurechnenden Blockschutt handeln. Im Hangenden folgt ein Basissediment von 6 dm Mächtigkeit, eine 3-4 dm mächtige Kalksteinbraunlehm-Fließerde mit einzelnen eingebetteten Blöcken und ein etwa 3 dm mächtiges holozänes Sediment. Der karbonatreiche Basisschutt ist im Liegenden (3,5 dm) als schluffiger Kalksteinschutt, im Hangenden (2,5 dm) als Kalksteinbraunlehmschutt ausgebildet. Die karbonatfreie Kalksteinbraunlehm-Fließerde enthält einen beträchtlichen Anteil von Grobschluff, der auf Fremdmaterialeintrag während der Ver- bzw. Ablagerung hinweist. Auch der im Solum "schwimmende" Block deutet auf synsedimentäre Einlagerung hin.

Das holozäne Sediment ist ein karbonathaltiger, humoser, kaum skeletthaltiger Schlufflehm mit einer Skelettanreicherung an der Untergrenze.

Das unstandortsgemäße Fichtenstangenholz ist sehr wahrscheinlich aus einer Wiesenaufforstung hervorgegangen.

Die Krautschicht in einer Bestandeslücke wird von *Mercurialis perennis* beherrscht. Mit vorwiegend geringen Deckungsgraden kommen ferner Arten der *Lamium*-Gruppe (*Lamium galeobdolon*, *Brachypodium sylvaticum*), der *Oxalis*-Gruppe (*Oxalis acetosella*, *Dryopteris carthusiana*) und der *Anemone nemorosa*-Gruppe (*Senecio fuchsii*) vor. Eine vegetationskundliche Standortskarakterisierung führt zu einem schwachbasischen Standort mit guter Stickstoffverfügbarkeit.

Literatur

- Arbeitskreis für Bodensystematik der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (1985): Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland - Kurzfassung-. Mitteilungen Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft, 44, 1-90
- Bodenkundliche Kartieranleitung (1982): 3. verbesserte und erweiterte Auflage, Hannover, 331 S.
- Fiedler, H.J.; Schmiedel, H. (1973): Methoden der Bodenanalyse Bd. 1. Feldmethoden, Verlag Theodor Steinkopff. Dresden, 239 S.
- Kopp, D.; Schwanecke, W. (1974): Anweisung für die forstliche Standortserkundung in der DDR (Standortserkundungs-Anweisung) SEA, VEB Forstprojektierung Potsdam, (mit fortlaufenden Ergänzungen)
- Linnemann, U. (1991): Kurzer Abriß der Geologie des Thüringer Beckens. (Manuskript)
- Puff, P.; Hofmann, W. und Fiedler, H.J. (1991): Geologische Grundlagen der Bodenverbreitung im Thüringischen Muschelkalk. (Manuskript)

EXKURSION A, Teil 2

Quartäre Deckschichten und Bodentypen im Tharandter Wald
08.09. und 15.09. 1991

von

H.J. Fiedler und W. Hofmann

1. Lage und Landschaftscharakter

Der knapp 6 000 ha große Waldkomplex liegt etwa 15 km südwestlich von Dresden zwischen 50° 55' und 51° nördlicher Breite sowie 13° 25' und 13° 35' östlicher Länge am Nordrand des Osterzgebirges im Übergangsbereich vom Hügelland zum Mittelgebirge. Das Forstamt Tharandt gehört verwaltungsmäßig zum Kreis Freital und wird dem forstlichen Wuchsgebiet "Nordabdachung des Erzgebirges" zugerechnet (s. Abb. 1 und Abb. 3).

2. Klima

Das Untersuchungsgebiet liegt im Bereich des "Mitteldeutschen Berg- und Hügellandklimas" und weist einen mittleren jährlichen Niederschlag von ca. 800 mm und eine Jahresdurchschnittstemperatur von 7,2° C auf (s. Abb.2).

Nach den Unterlagen der forstlichen Standortskartierung wird der Tharandter Wald den unteren Berglagen mit feuchten Klimaverhältnissen (Uf) zugerechnet (Erläuterungsband 1965).

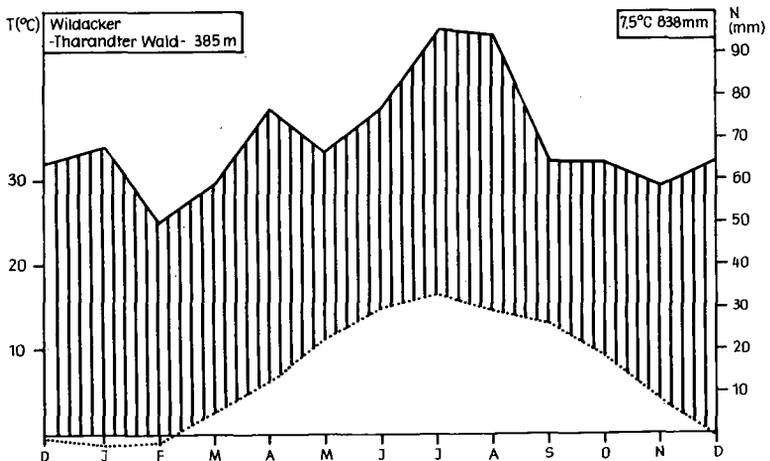


Abb. 2: Klimadiagramm der Station Wildacker im Tharandter Wald (Inst. f. Hydrologie und Meteorologie der TU Dresden)

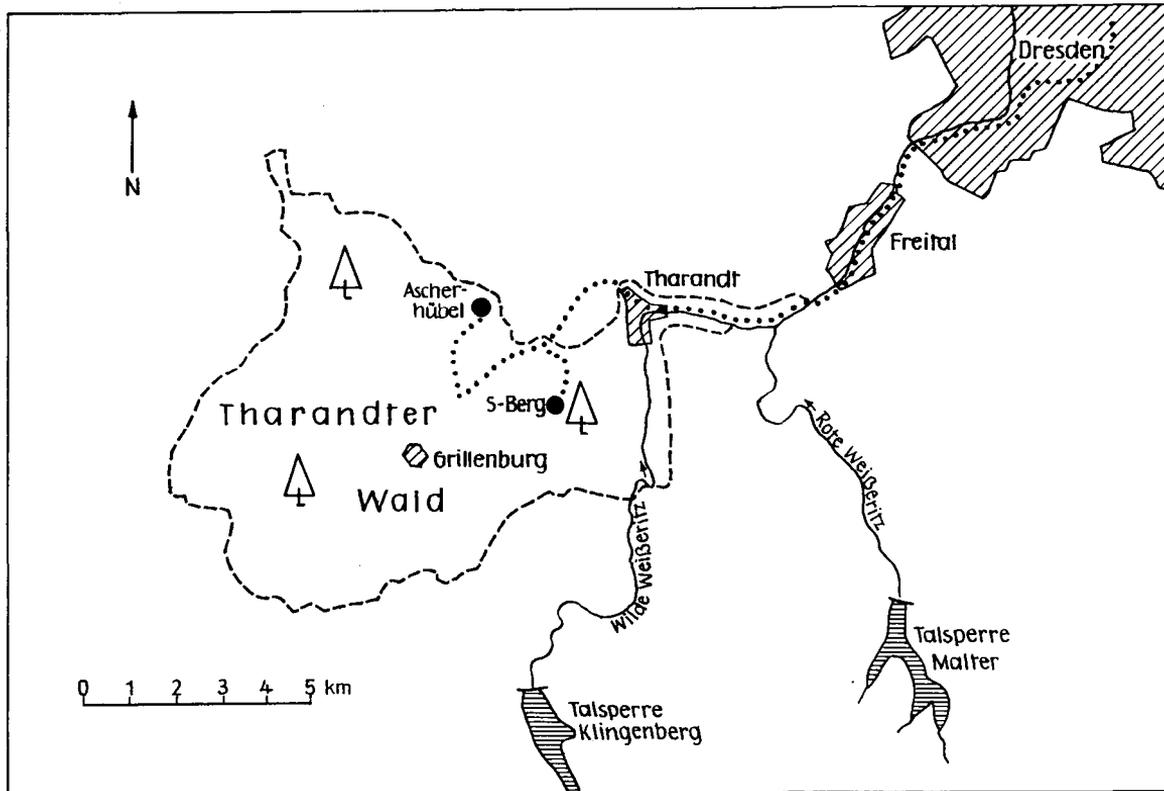


Abb. 1 Lage des Exkursionsgebietes

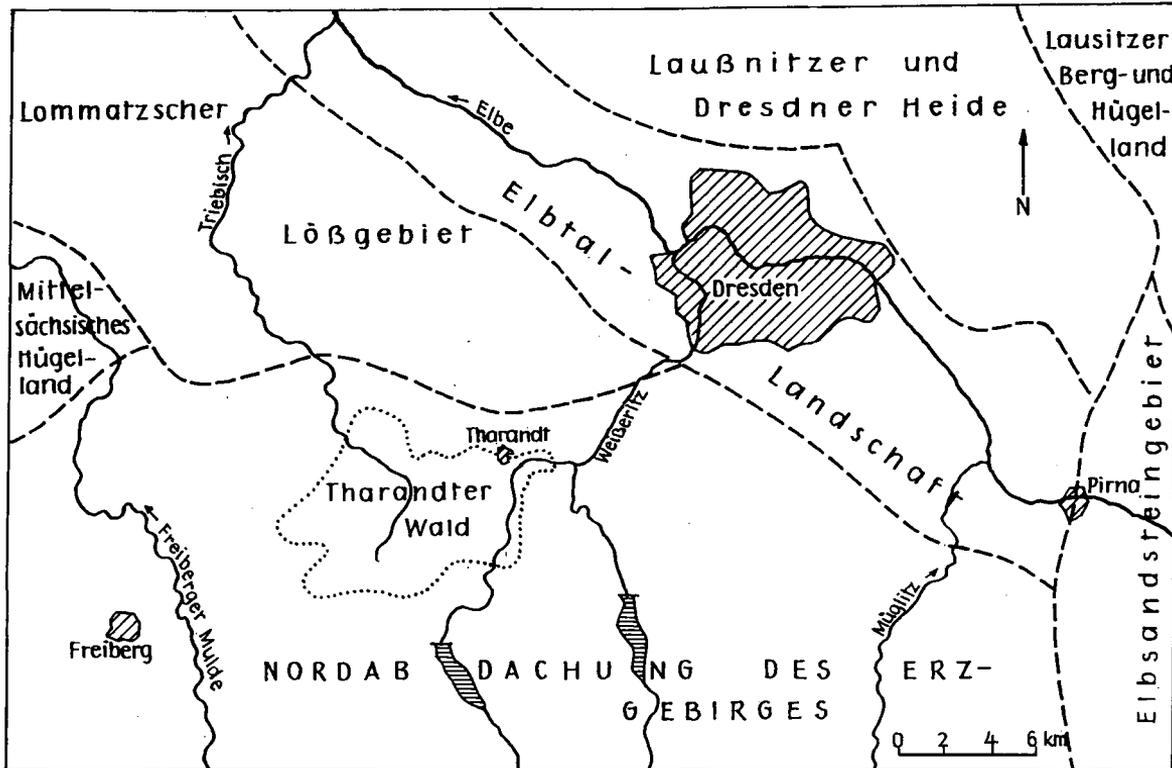


Abb.3 Wuchsgebiete von Sachsen (n. VATER, KRAUSS, 1928)

3. Geologische Verhältnisse

Das Gebiet des Tharandter Waldes stellt geologisch keine Einheit dar. Der größte Teil gehört zum Osterzgebirge, das aus jungproterozoischem Grauen Freiburger Gneis besteht, dem permosilesische Vulkanite diskordant aufgelagert sind (Fiedler u. Thalheim, 1988). Sie werden ihrerseits von kretazischen Sedimenten, tertiären Basalten und quartären Ablagerungen bedeckt (Linnemann u. Fiedler, 1991).

Die Exkursionsroute beginnt auf Grauem Freiburger Gneis, führt über Rhyolith auf die Sedimente der Oberkreide und endet auf Basalt.

Der Freiburger Graue Gneis besteht aus normalem Biotitgneis. Die Gesteine des Tharandter Vulkanitkomplexes werden in einen älteren quarzarmen Quarzporphyr (Rhyolith) und einen jüngeren normalen Quarzporphyr (Rhyolith) eingeteilt.

In der Unterkreide erfolgte unter tropischem oder subtropischem Klima eine intensive Verwitterung der alten Landoberfläche. Reste dieser fossilen Verwitterung können in den pleistozänen Schuttdecken eingearbeitet sein und deren Eigenschaften verändern (s. Profil 2). Bis zur Oberkreide war der Tharandter Wald im wesentlichen Abtragungsgebiet.

Die oberkretazischen Erosionsrelikte zwischen Tharandt und Freiberg sind westliche Ausläufer der Elbtalkreide. An der Wende Alb/Cenoman wurden die limnisch-fluviatilen "Niederschönaer Schichten" abgelagert. Nach der marinen Transgression im Obercenoman kam es zur Ablagerung des Unterquadersandsteins, des Penricher Sandsteins und des Plänersandsteins.

Zu Beginn des Tertiärs war der sächsische Raum wiederum Festland. Der Vulkanismus setzte wahrscheinlich im oberen Eozän ein und erreichte im unteren und mittleren Miozän ein Maximum. Im Paläogen liefen an der Landoberfläche unter subtropischen Klimaverhältnissen intensive Bodenbildungsprozesse ab (präoligozän bis prämiozän), deren Reste in Form von Braunlehm in einigen Profilen noch heute anzutreffen sind (s. Profil 8).

Das Gebiet des Tharandter Waldes blieb auch während der größten Ausdehnung des Inlandeises eisfrei. Der südliche Eisrand der Elsterkaltzeit zieht sich nördlich des Tharandter Waldes entlang. Im Vorland des Erzgebirges bildete sich ein Lößgürtel aus. Frostwechselklima führte im Periglazialbereich zu Verlagerungsvorgän-

gen. Es entwickelten sich Schuttdecken, die auf den Hochflächen des Tharandter Waldes in Basis-, Mittel- und Deckschutt gegliedert sind.

4. Vegetationsverhältnisse

Der Tharandter Wald wird heute zum größten Teil von Rein- und Mischbeständen der Baumarten Fichte und Kiefer bestockt. Nur an den Steilhängen der Kerbtäler sind noch naturnahe Laubmischwälder der Baumarten Buche, Eiche, Hainbuche, Esche, Ahorn und Ruster anzutreffen (Baronius et al. 1989).

Der regional herrschende Traubeneichen-Buchenwald (Melampyro-Fagetum) auf den Hochflächen ist zum Elbtal hin mit collinen Gesellschaften (Galio-Carpinetum, Cytiso-Quercetum) assoziiert, die höheren Teile weisen bereits submontane Verhältnisse auf (Luzulo-Fagetum).

5. Böden

Auf den Verebnungen des Tharandter Waldes vollzieht sich die rezente Bodenentwicklung vorwiegend in der pleistozänen Schichtenabfolge: Mittelschutt über Basisschutt. In Abhängigkeit vom Relief haben sich auf sickerwasserbeeinflussten Standorten Podsol-Braunerden und Braunerden, auf stauwasserbeeinflussten Standorten Pseudogleye und Stagnogleye herausgebildet. An Oberhangkanten treten kleinflächig die Schichtenabfolgen Deckschutt-Mittelschutt-Basischutt oder Deckschutt-Basisschutt auf. Unter diesen Bedingungen hat die Bodenentwicklung zu den Bodentypen Braunerde-Podsol bzw. Podsol geführt (Fiedler et al. 1978). Bezüglich einer eingehenderen mineralogischen und chemischen Charakterisierung der Böden des Tharandter Waldes und Osterzgebirges sei auf Thalheim 1988, Fiedler und Thalheim (1988), Baldauf (1991) sowie Fiedler et al. (1990) verwiesen.

Profil 1

Lage: Revier Tharandt, Abt. 233 b⁷, 355 m NN
Geologie: Freiburger Grauer Gneis
Relief: Übergang von der Hochfläche zum Steilhang
des Tiefen Grundes, Hangneigung 8° nach SO
Vegetation: Fichten-Buchen-Mischbestand; Melampyro-
Fagetum
Humusform: rohhumusartiger Moder
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Dystrochrept
FAO: Spodic-Dystric Cambisol
DBG: Sauerbraunerde, Podsol-Braunerde
Standortskartierung: Oelsengrunder Gneis-Braunerde

Profilbeschreibung

O 6 -0 cm; Auflagehumus
I Aeh 0 -8/12 cm; dunkelgraubrauner (10 YR 4/2), mäßig hu-
moser, sehr schwach steiniger, schwach
grusiger, sandiger Lehm; Kohärentgefüge;
mittlere Durchwurzelung; deutlich welli-
ger Übergang zum Bv1-Horizont
Bv1 8/12 -30 cm; hell gelbbrauner (10 YR 6/4), sehr schwach
steiniger, schwach grusiger, sandiger Lehm;
Kohärentgefüge; mittlere bis schwache Durch-
wurzelung; diffuser Übergang zum Bv2-
Horizont
Bv2 30 -55 cm; hell gelbbrauner (10 YR 6/4), bis sehr
hellbrauner (10 7/4), schwach steiniger,
mäßig grusiger, sandiger Lehm; schwach
durchwurzelt; diffuser Übergang zum Bv3-
Horizont
II Bv3 55 -70/80 cm; hellbrauner (10 YR 6/3), mäßig steiniger
und grusiger Schlufflehm, teilweise rot-
lehmig Verwittertes eingearbeitet; schwach
durchwurzelt; welliger Übergang zur
Schicht III
IIII 70/80-142 cm; hellbrauner (10 YR 6/3) bis hell gelb-
brauner (10 YR 6/4), stark steiniger,
stark grusiger, lehmiger Sand (feinsandig)

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Korngrößenverteilung (M.-%)						
		T	FU	mU	gU	FS	mS	gS
Aeh	0- 5	10,8	6,4	19,1	20,6	14,4	12,2	16,5
Bv1	12- 20	12,2	7,9	18,4	22,0	13,5	11,1	14,9
Bv2	35- 50	9,5	7,1	14,7	27,4	12,0	9,7	19,6
Bv3	60- 80	20,3	6,7	18,3	39,1	4,5	3,6	7,5
III1	120-140	2,7	2,3	7,8	11,4	29,9	23,6	22,3
III2	145-170	6,9	1,2	6,6	11,3	21,8	17,9	31,3
III3	180-200	9,0	6,5	5,9	18,0	23,4	16,8	20,4
III4	210-240	9,8	4,4	7,9	13,1	14,1	16,9	33,8

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte						
	pH (H ₂ O)	C (KCl)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o	Fe _o Fe _d
Of	4.0	3.4					
Oh	3.5	2.9					
Aeh	0- 5	3.6	2.7		8,2	2,60	0,32
Bv1	12- 20	3.8	3.3		11,4	2,71	0,24
Bv2	35- 50	4.1	3.9		10,9	0,86	0,08
Bv3	60- 80	3.9	3.6		10,1	1,77	0,17
III1	120-140	4.2	3.7		26,2	0,55	0,02
III2	145-170	4.4	3.7		21,5	0,73	0,03
III3	180-200	4.4	3.6		32,8	1,19	0,04
III4	210-240	4.4	3.5		35,3	2,02	0,06

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte				
	S (mval/100g)	H	T	V (%)	
Of	37,8	87,3	125,1	30	
Oh	26,3	100,3	126,6	21	
Aeh	0- 5	7,6	20,4	28,0	27
Bv1	12- 20	3,8	15,9	19,6	19
Bv2	35- 50	4,5	6,3	10,8	42
Bv3	60- 80	8,6	11,1	19,7	44
III1	120-140	6,0	4,9	10,9	55
III2	145-170	7,5	5,5	13,0	58
III3	180-200	11,2	7,2	18,4	61
III4	210-240	14,8	10,1	24,9	59

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
Of	0,13	0,24	0,50	0,09	1,08	1,02	0,11	0,13	0,37	0,08
Oh	0,09	0,32	0,20	0,05	0,89	1,20	0,11	0,18	0,29	0,01
Aeh 0- 5	0,03	1,88	0,15	0,09	1,12	4,37	0,30	0,98	0,04	0,01
Bv1 12- 20	0,03	2,29	0,18	0,15	1,76	5,98	0,37	1,11	0,02	0,03
Bv2 35- 50	0,03	2,66	0,17	0,22	1,94	6,47	0,34	1,18	0,03	0,02
Bv3 60- 80	0,03	1,80	0,18	0,45	2,57	5,74	0,43	0,70	0,02	0,03
C1 120-140	0,07	3,27	0,20	0,16	3,78	7,68	0,28	2,04	0,01	0,06
C2 145-170	0,06	3,46	0,20	0,22	3,20	7,44	0,30	1,75	0,02	0,04
C3 180-200	0,08	3,28	0,13	0,53	5,07	9,37	0,48	1,13	0,02	0,12
C4 210-240	0,11	3,40	0,08	0,81	6,97	9,29	0,91	0,45	0,03	0,22

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
Of	259	22	47	24	135
Oh	193	18	33	20	90
Aeh 0- 5	504	10	48	19	34
Bv1 12- 20	616	14	62	24	76
Bv2 35- 50	628	19	62	26	70
Bv3 60- 80	459	16	76	54	52
C1 120-140	572	26	47	14	113
C2 145-170	569	22	54	20	106
C3 180-200	437	42	34	44	174
C4 210-240	494	50	26	89	248

- III2 142 -175 cm; hellbrauner (10 YR 6/3) bis hell gelbbrauner (10 YR 6/4), stark steiniger, stark grusiger, lehmiger Sand (grobsandig)
- III3 175 -205 cm; hellbrauner (10 YR 6/3) bis hell gelbbrauner (10 YR 6/4), stark steiniger, stark grusiger, sandiger Lehm (feinsandig)
- III4 205 und tiefer braun bis gelbbrauner (10 YR 5/3 - 5/4), stark steiniger, stark grusiger, sandiger Lehm (grobsandig).

Interpretation

Das tiefgründige Profil über Grauem Gneis ist nach der Korngrößenzusammensetzung zweigegliedert. Im oberen Teil (7-8 dm) ist der Grobschluff Hauptkorngrößenfraktion, im unteren Teil (17-18 dm) dominieren die Sandfraktionen im Feinboden. Die Einordnung beider Substrate in das pleistozäne Schichtpaket ist in dieser Reliefposition mit Unsicherheiten behaftet, entspricht vom Liegenden zum Hangenden jedoch weitgehend der Abfolge Basissediment-Zwischensediment-Mittelsediment.

Das Basissediment ist ein sandiger, stark steiniger Gneis-Schutt. Der vertikale Wechsel in der Hauptkorngrößenfraktion zwischen Fein- und Grobsand erlaubt eine Differenzierung in Teilschichten und deutet auf unterschiedliche Sedimentationsbedingungen während der Ablagerung hin.

Das Mittelsediment (Körnungsart: sandiger Lehm) ist wesentlich skelettärmer und weist mit Grobschluffgehalten über 20 M.-% einen deutlichen äolischen Einfluß auf.

Basissediment und Mittelsediment werden durch ein Zwischensediment von etwa 2-3 dm Mächtigkeit getrennt, das teilweise rot-lehmiges Verwitterungsmaterial enthält.

Die Bestockungsverhältnisse am Profil vermitteln Hinweise auf die ursprüngliche Vegetation. Unter dem Fichten-Buchen-Mischbestand sind in der Bodenvegetation die Florenelemente des artenarmen bodensauren Traubeneichen-Buchenwaldes (*Melampyro-Fagetum*), wie *Luzula albida* (Schmalblättrige Hainsimse) und *Deschampsia flexuosa* (Drahtschmiele), vertreten.

Profil 2

Lage: Revier Tharandt, Abt. 236 a², 365 m NN
Geologie: Freiburger Grauer Gneis
Relief: 3° nach SO geneigte Verebnung
Vegetation: Fichten-Kultur; Melampyro-Fagetum
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Dystrochrept
FAO: Spodic-Dystric Cambisol
DBG: Podsol-Braunerde
Standortskartierung: Rothenthaler Gneis-Braunerde

Profilbeschreibung

O	3	-0 cm;	Auflagehumus
I	Ahe	0 -8 cm;	dunkelbrauner (7,5 YR 3/2) bis brauner (10 YR 5/3), mäßig humoser, schwach steiniger, mäßig grusiger Lehm bis lehmiger Schluff; Kohärentgefüge; mittlere Durchwurzelung; diffuser Übergang zum Bv-Horizont
Bv1	8	- 40 cm;	brauner (7,5 YR 6/6) bis rosafarbener (7,5 YR 7/4), mäßig steiniger, mäßig grusiger Lehm bis lehmiger Schluff; Kohärentgefüge; mittel bis schwach durchwurzelt; diffuser Übergang zum Bv2-Horizont
Bv2	40	-70/75 cm;	brauner (7,5 YR 6/6) bis rötlichgelber (7,5 YR 5/6), mäßig steiniger, mäßig grusiger, sandiger Lehm; deutlicher Übergang zum B/C-Horizont
II	B/C	70/75-195 cm;	rot (2,5 YR 4/6) bis hellroter (2,5 YR 6/6), steiniger bis stark steiniger, grusiger, sandiger Lehm bis lehmiger Sand; deutlicher Übergang zur Schicht III
III	195 cm u. tiefer		rotbrauner (5 YR 5/4) bis schwach roter (2,5 YR 5/2), mäßig steiniger, sehr stark grusiger, rotverwitterter Gneiszersatz; Feinboden: sandiger Lehm bis lehmiger Sand.

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fs	ms	gs
Ahe 3- 5	4,4	5,7	24,6	27,1	11,5	13,0	13,7
Bv1 20- 30	12,4	6,3	24,6	25,8	9,8	7,4	13,7
Bv2 60- 70	13,5	6,6	18,0	19,6	11,8	9,2	21,3
III 90-100	13,4	5,1	9,8	8,8	20,9	15,1	26,9
II2 140-150	11,2	3,7	10,8	7,7	21,5	15,5	29,6
II3 170-180	10,8	3,2	13,2	9,6	22,4	16,3	24,5
III 195-200	11,1	4,3	9,0	8,2	16,8	16,4	34,2

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte						Fed	Feo	Fed
	pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d	Fe _o			
Of	2,9	44,20	1,73	26					
Oh	2,8	42,40	1,51	28					
Ahe 3- 5	2,7	11,60	0,41	29	4,4	1,62	0,37		
Bv1 20- 30	3,7				9,1	1,85	0,20		
Bv2 60- 70	3,8				10,4	1,85	0,18		
III 90-100	3,8				13,6	0,81	0,06		
II2 140-150	3,8				11,2	0,48	0,04		
II3 170-180	3,8				12,0	0,26	0,02		
III 195-200	3,8				23,0	0,88	0,04		

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte							Cu	Zn
	P	K	Ca	Mg (%)	Fe	Mn	(ppm)		
Of	0,09	0,05	0,23	0,05	1,25	0,02	38	136	
Oh	0,08	0,05	0,21	0,03	0,88	0,01	24	96	
Ahe 3- 5	0,03	2,19	0,16	0,10	1,00	0,02	15	36	
Bv1 20- 30	0,02	2,70	0,14	0,17	1,52	0,05	12	36	
Bv2 60- 70	0,02	3,26	0,11	0,22	1,95	0,02	17	33	
III 90-100	0,02	4,74	0,05	0,17	2,14	0,01	42	30	
II2 140-150	0,02	4,85	0,04	0,15	1,89	0,01	42	27	
II3 170-180	0,03	4,38	0,05	0,20	2,56	0,01	39	34	
III 195-200	0,02	4,95	0,02	0,25	1,35	0,01	34	38	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H (mval/100g)	T	V (%)
Of	8,9	51,8	60,7	15
Oh	9,1	51,1	60,2	15
Ahe 3- 5	1,6	18,8	20,4	8
Bv1 20- 30	1,6	6,2	7,8	20
Bv2 60- 70	1,1	2,9	4,0	27
III 90-100	0,4	2,4	2,9	16
II2 140-150	0,7	3,9	4,6	15
II3 170-180	0,7	3,5	4,2	16
III 195-200	0,2	3,5	3,7	6

Interpretation

Der über 2m tiefe Aufschluß über Freiburger Grauem Gneis zeigt die Abfolge Zersatz - Basissediment - Zwischensediment - Mittelsediment.

An der Sohle des Profils steht rotverwitterter Gneiszersatz an. Die Körnungart des Feinbodens ist sandiger Lehm. Darüber folgt ein ca. 12,5 dm mächtiges Basissediment, das als (Rotlehm)-Gneis-Basisschutt ausgebildet ist und aus umgelagertem Gneiszersatz besteht. In dem Basisschutt liegen linsenförmige Einlagerungen einer Löß-Fließerde. Nach der granulometrischen und mineralogischen Zusammensetzung des Feinbodens stellt dieses Substrat ein Mischsediment aus rotverwittertem Gneiszersatz und einer äolischen Komponente dar (Thalheim 1988).

Das Zwischensediment ist als Gneis-Löß-Fließerde (mit Rotlehmanteil) in einer Mächtigkeit von 3 dm mit deutlicher Untergrenze entwickelt und vermittelt in seiner granulometrischen Zusammensetzung zwischen Basis- und Mittelsediment. Der Skelett- und Sandanteil ist durch die Beeinflussung aus dem liegenden Basissediment höher, der äolische Anteil dagegen niedriger als im Mittelsediment. Die stärkere Beimengung von fossilem Rotverwitterungsersatz kommt auch in der rötlich-gelben Bodenfarbe (7,5 YR 5/6) zum Ausdruck.

Das 40 cm mächtige Mittelsediment mit deutlichem äolischem Einfluß ist als Gebirgslöß ausgebildet.

Der Tonmineralbestand der einzelnen Schichten weist markante Unterschiede auf. Die Tonfraktion des Mittelsedimentes besteht aus Kaolinit, Vermiculit, Illit-Vermiculit-Wechselagerungen und Illit.

Das Basissediment enthält Kaolinit und Glimmer/Illit. Der Kaolinit mit scharfen Basisreflexen resultiert aus einer siallitischen Verwitterung des Gneis unter einem feucht-warmen Klima. Die Glimmer wurden gebleicht, z.T. in Illit und neben den Feldspäten (vor allem Oligoklas) auch in Kaolinit umgewandelt. Freigesetztes Eisenoxid (Hämatit) färbt diese Schicht rot.

Profil 3

Lage: Revier Tharandt, Abt. 228 a, 380 m NN
Geologie: Rhyolith (quarzarmer Quarzporphyr)
Relief: Muldenrand, nach NW exponiert
Vegetation: Fichten-Bestand mit einzelnen Kiefern,
Birken und Lärchen
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Dystrochrept
FAO: Dystric Cambisol
DBG: Podsol-Braunerde
Standortskartierung: Klingenberg Porphyr-Braunerde

Profilbeschreibung

O	6- 0 cm;	Auflagehumus
I	Aeh 0- 8 cm;	dunkelgraubrauner (10 YR 4/2), mäßig humoser, mäßig grusiger, sandiger Lehm; Kohärentgefüge; mittlere Durchwurzelung; diffuser Übergang zum Bv-Horizont
	Bv 8- 40 cm;	hellbrauner (10 YR 7/3), mäßig grusiger, lehmiger Schluff; Kohärentgefüge; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zur Schicht II
III1	40- 50 cm;	rosaweißer (5 YR 8/2), mäßig bis stark grusiger, lehmiger Grobsand; Kohärentgefüge;
III2	50-110 cm;	rosaweißer (5 YR 8/2), steiniger, sehr stark grusiger, lehmiger Sand; sehr schwach durchwurzelt
III3	110-175 cm;	rosaweißer (5 YR 8/2), stark bis sehr stark grusiger, sandiger Lehm; sehr schwach durchwurzelt
III4	175-180 cm;	rosafarbiger (5 YR 8/3), stark grusiger, lehmiger Sand; sehr schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zur Schicht III1
III1	180-185 cm;	roter (2,5 YR 4/6), stark grusiger Rotlehm; deutlicher Übergang zu III2
III2	185 cm u. tiefer	rosafarbiger (5 YR 7/3), lehmiger Skelettboden; Rhyolithzersatz

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Korngrößenverteilung (M.-%)						
		T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Bv	10- 40	13,6	10,4	21,4	33,5	3,9	5,6	11,6
II1	40- 50	8,8	6,6	3,2	2,4	4,2	17,8	57,0
II2	50-110	8,6	8,8	4,1	4,9	6,6	15,5	51,5
II3	110-175	12,0	12,4	5,8	3,2	4,9	13,7	48,0
II4	175-180	11,0	9,0	3,8	1,9	5,6	16,2	52,5
III1	180-185	28,1	15,3	4,2	3,0	4,7	12,0	32,7
III2	185-200	21,8	11,6	3,1	2,7	5,4	15,2	40,2

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Chemische Kennwerte						
		pH (H ₂ O)	C (KCl) (%)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o	Fe _o Fe _d
Bv	10- 40	4.5	4.1			4,0	0,91	0,23
II1	40- 50	4.8	4.3			5,0	0,52	0,10
II2	50-110	4.9	4.3			5,2	0,17	0,03
II3	110-175	4.9	4.1			6,2	0,06	0,01
II4	175-180	4.9	-			8,2	0,09	0,01
III1	180-185	4.6	3.9			2,9	0,05	0,02
III2	185-200	-	-			5,0	0,05	0,01

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte (%)									
		P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
Bv	10- 40	0,02	2,42	0,18	0,26	1,53	4,43	0,41	0,52	0,05	0,02
II1	40- 50	0,01	4,72	<0,02	0,13	0,84	4,81	0,16	0,11	0,03	0,01
II2	50-110	0,01	4,90	<0,02	0,13	0,93	4,85	0,18	0,13	0,03	0,01
II3	110-175	0,01	4,77	<0,02	0,13	1,40	5,79	0,17	0,11	<0,02	0,01
II4	175-180	0,02	4,64	<0,02	0,12	1,71	5,46	0,13	0,08	<0,02	0,01
III1	180-185	0,03	3,72	<0,02	0,15	4,34	5,50	0,13	0,08	0,03	0,01
III2	185-200	0,02	3,58	<0,02	0,15	2,75	6,75	0,15	0,06	0,03	0,01

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamtelementgehalte (ppm)				
		Ba	Cu	Sr	V	Zn
Bv	10- 40	1450	18	54	31	54
II1	40- 50	775	15	9	10	38
II2	50-110	980	57	14	10	59
II3	110-175	532	26	14	10	50
II4	175-180	203	62	12	10	66
III1	180-185	1282	33	28	28	74
III2	185-200	756	136	35	14	117

Interpretation

Profil 3 als Bodenbildung über Rhyolith ist lithostratigraphisch in Zersatz, Basissediment und Mittelsediment gegliedert.

Der autochthone Rhyolithzersatz wird 18 dm unter Flur in einer Mächtigkeit von 2-3 dm aufgeschlossen. Er ist im Feinboden als Lehm ausgebildet, der ein Korngrößenmaximum im Grobsand aufweist. Der Zersatz ist das Relikt eines mächtigeren fossilen Verwitterungsprofils, dessen hangende Teile erodiert sind.

Das Basissediment mit einer Mächtigkeit von 14 dm besteht aus umgelagertem Rhyolithzersatz. Der Feinboden ist ein schwach lehmiger Sand bis sandiger Lehm. Das Basissediment weist im Vergleich zum Zersatz höhere Grobsandgehalte und geringere Tongehalte auf. Hinsichtlich Skelettgehalt und Feinbodenzusammensetzung kann das Basissediment in Teilschichten untergliedert werden. Danach fand eine mehrphasige Entwicklung des Basissedimentes statt, wobei der fossile Zersatz durch Frostverwitterung weiter zerkleinert und umgelagert wurde. Äolische Prozesse waren nicht oder nur untergeordnet beteiligt.

Das 40 cm mächtige Mittelsediment ist skelettarm und besteht aus Gebirgslöß. Die äolische Komponente ist sowohl granulometrisch als auch mineralogisch belegt. Das Substrat besitzt ein eingipfeliges Maximum in der Grobschlufffraktion und einen Kornsummenkurvenverlauf, wie er für einen deutlichen äolischen Anteil typisch ist (Thalheim u. Fiedler 1990). Der Feinheitsgrad beträgt 62 und nähert sich den Werten für Löß und Lößderivate.

Die Schichten können nach der quantitativen Mineralzusammensetzung differenziert werden. Das Mittelsediment ist durch höhere Quarz-, Feldspat- und Glimmergehalte einer äolischen Komponente im Grobschluff charakterisiert. Basissediment und Zersatz besitzen höhere Gehalte an Gesteinsbruchstücken und Feldspäten in der Mittel- und Feinsandfraktion sowie geringe Quarzanteile. Auch die Tonmineralzusammensetzung unterscheidet sich zwischen Mittel- und Basissediment. Das Mittelsediment besteht vorwiegend aus Kaolinit und Vermiculit sowie untergeordnet aus Illit-Vermiculit-Wechselagerungen und Illit. Die Tonfraktionen des Basissedimentes und auch des Zersatzes sind vor allem aus Kaolinit zusammengesetzt, der aus einer fossilen siallitischen Rotverwitterung stammt.

Profil 4

Lage: Revier Tharandt, Abt. 228 a, 370 m NN
Geologie: tiefgründiger Gehängelehm über Sandstein- und Rhyolithschutt
Relief: Mulde, nach SO geneigt
Vegetation: Fichten-Bestand mit einzelnen Lärchen, Birken und Kiefern
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Aquic Dystrachrept
FAO: Gleyic Cambisol
DBG: Pseudogley-Braunerde
Standortskartierung: Nauhainer Decklöß-Braunerde

Profilbeschreibung

O	5- 0 cm; Auflagehumus
I Ah	0- 2 cm; graubrauner (10 YR 5/2), stark bis sehr stark humoser, sehr schwach steiniger, kiesiger, lehmiger Schluff; Kohärent- bis Plattengefüge; mittlere Durchwurzelung; Untergrenze sehr diffus
Ahe	2- 8 cm; hellbrauner (10 YR 6/1), schwach humoser, sehr schwach steiniger, kiesiger, lehmiger Schluff; Kohärent- bis Plattengefüge; mittlere bis schwache Durchwurzelung; diffuser Übergang zum Sw/Bv1-Horizont
II Sw/Bv1	8- 50 cm; hellbrauner (10 YR 8/3), schwach marmorierter, sehr schwach steiniger, schwach kiesiger Schlufflehm; Kohärent- bis Plattengefüge; diffuser Übergang zu Sw/Bv2
Sw/Bv2	50-130 cm; hell gelbbrauner (10 YR 6/4), schwach marmorierter, sehr schwach steiniger, schwach grusiger, lehmiger Schluff
Sw/Bv3	130-180 cm; hellbrauner (10 YR 8/3), schwach marmorierter, kiesiger, lehmiger Schluff
IIII	180-210 cm; stark steiniges, kiesiges Material mit Porphy- und Quarzgeröll
IIII2	210 cm u. tiefer; sehr stark grusiger Rhyolithzersatz

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M:-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 0- 2	9,9	6,2	24,2	29,5	13,5	10,3	6,4
Ahe 2- 8	11,6	5,6	23,3	27,8	12,9	11,0	7,8
Sw/Bv1 20- 30	19,9	5,0	27,2	35,7	5,1	3,6	3,5
Sw/Bv2 85- 95	14,2	5,7	27,3	34,9	10,1	4,7	3,1
Sw/Bv3 150-160	16,3	5,4	29,9	36,8	5,7	3,7	2,2

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte					Fe _d	Fe _o	Fe _o --- Fe _d
	pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	(g/kg)			
Of	3.4	41,10	1,63	25				
Oh	3.2	20,10	0,92	22				
Ah 0- 2	3.1	7,10	0,16	44	5,6	3,89	0,69	
Ahe 2- 8	3.4	1,30	0,06	21	4,5	2,63	0,58	
Sw/Bv1 20- 30	3.8				7,0	2,29	0,33	
Sw/Bv2 85- 95	3.7				8,4	1,42	0,17	
Sw/Bv3 150-160	3.8				7,4	1,61	0,22	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte							Cu	Zn
	P	K	Ca	Mg (%)	Fe	Mn	(ppm)		
Of	0,11	0,07	0,55	0,07	1,50	0,04	39	167	
Oh	0,07	0,10	0,19	0,04	1,06	0,02	13	70	
Ah 0- 2	0,03	1,34	0,14	0,14	1,32	0,02	11	33	
Ahe 2- 8	0,01	1,52	0,12	0,19	1,36	0,01	10	30	
Sw/Bv1 20- 30	0,02	2,00	0,17	0,44	2,49	0,03	16	48	
Sw/Bv2 85- 95	0,02	1,95	0,18	0,39	2,12	0,03	13	42	
Sw/Bv3 150-160	0,03	2,10	0,25	0,44	5,05	0,03	18	48	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H (mval/100g)	T	V (%)
Of	23,6	48,8	72,4	33
Oh	7,7	33,2	40,9	19
Ah 0- 2	1,4	15,2	16,6	8
Ahe 2- 8	0,1	7,4	7,5	1
Sw/Bv1 20- 30	1,8	5,8	7,6	24
Sw/Bv2 85- 95	1,4	4,7	6,1	22
Sw/Bv3 150-160	2,7	5,3	8,0	34

Interpretation

Profil 4 liegt in einem tiefgründigen Gehängelehm. 18 dm unter Flur tritt ein mehr als 6 dm mächtiges Basissediment auf, dessen liegender Teil aus Rhyolithschutt in Gruskorngröße besteht. Der hangende Teil ist ein lehmiger Rhyolith-Quarzitschutt. Er weist einen höheren Feinbodenanteil auf und enthält neben Rhyolithgrus Quarzit aus den Kreidesedimenten.

Über dem Basisschutt schließt eine ca. 18 dm mächtige Schicht aus Berglöß oder Lehm mit einem geringen Gehalt an Rhyolith-, Sandstein- und Quarzitgrus an. Die Lage des Profils im Bereich einer Mulde deutet darauf hin, daß es sich um ein jüngerer Sediment handelt. Dieses besteht aus Mittelsedimentmaterial (Gebirgs-löß), das durch Abtragungsprozesse von den umliegenden Hängen akkumuliert wurde. Die Schicht kann aufgrund der Feldbeobachtungen (Skelett, Farbe) und der Korngrößenanalyse in Teilschichten untergliedert werden, die einen mehrphasigen Umlagerungsprozeß widerspiegeln.

Als jüngstes Sediment folgt im Hangenden ein geringmächtiges Substrat, das sich vom Liegenden durch seinen höheren Sandgehalt, der aus den kretazischen Sedimenten der Umgebung stammt, unterscheidet.

Profil 5

Lage: Revier Tharandt, Abt. 229 a⁹, 385m NN
Geologie: Niederschönaer Schichten, Crednerinton
Relief: NO-Mittelhang, 7-8' geneigt
Vegetation: Mischbestand von Fichte, Birke und Kiefer; Melampyro-Fagetum
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Haplaquept
FAO: Stagno-Dystric Gleysol, Spodo-Stagnic Gleysol
DBG: Hangpseudogley, Podsol-Pseudogley
Standortskartierung: Spechtshausener Lehmsandstein-Staugley

Profilbeschreibung

O	3- 0 cm;	Auflagehumus
I Ahe	0- 10 cm;	hell graubrauner (10 YR 6/2-6/3), mäßig humoser, sehr schwach steiniger, mäßig grusiger, sandiger Lehm; Kohärentgefüge; mittlere Durchwurzelung; welliger diffuser Übergang zum Sw-Horizont
Sw	10- 35 cm;	hellgrauer (10 YR 7/2), sehr schwach steiniger, mäßig grusiger, sandiger Lehm bis lehmiger Schluff; Kohärentgefüge; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum Sd-Horizont
II Sd1	35- 65 cm;	rosafarbiger (7,5 YR 7/5-5YR 7/3), marmorierter, sehr schwach steiniger, mäßig grusiger Lehm; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum Sd2-Horizont
Sd2	65- 85 cm;	grauer (10 YR 6/1), schwach marmorierter, mäßig steinig-grusiger, sandiger Lehm; deutlicher Übergang zur Schicht III1
III1	85-130 cm;	hellgrauer (10 YR 7/2-7/1), schwach skeletthaltiger, lehmiger Ton;
III2	130-150 cm;	weißer (10 YR 8/2-8/1), grusiger Lehm
III3	150-160 cm;	grauer (10 YR 6/1), schwach skeletthaltiger, sandiger Lehm; scharfer Übergang zu III4

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)							
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS	
Ahe	3- 8	7,1	5,3	21,9	19,9	30,1	11,3	4,4
Sw	15- 20	13,3	6,6	23,6	18,1	26,7	8,0	4,0
Sd1	35- 45	11,5	6,6	24,9	22,1	23,3	7,8	3,8
Sd2	50- 60	20,9	6,6	22,0	12,5	21,0	10,3	6,7
	70- 80	14,7	9,5	7,4	3,8	12,7	21,9	30,0
III1	110-120	38,4	13,4	21,4	12,0	11,4	1,8	1,6
III2	130-140	27,9	7,7	12,0	9,1	13,2	12,4	17,7
III3	150-160	18,9	7,4	12,5	9,9	43,2	7,3	0,8
III4	185-200	13,1	3,7	5,8	4,2	15,1	29,1	29,0

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte							
	pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fed (g/kg)	Fe _o	Fe _o ---	
Of	3.1	44,10	1,93	23				
Oh	2.9	33,20	1,32	25				
Ahe	3- 8	2.7	3,00	0,10	30	5,1	4,53	0,89
Sw	15- 20	3.2				2,5	1,68	0,68
Sd1	35- 45	3.8				9,7	2,67	0,28
Sd2	50- 60	3.6				11,7	2,98	0,25
	70- 80	3.7				-	-	-
III1	110-120	3.8				0,3	0,15	0,48
III2	130-140	3.6				0,6	0,07	0,11
III3	150-160	3.8				0,9	0,09	0,10
III4	185-200	4.0				0,9	0,10	0,11

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte								
	P	K	Ca (%)	Mg	Fe	Mn	Cu (ppm)	Zn (ppm)	
Of	0,10	0,06	0,31	0,07	1,17	0,01		29	164
Oh	0,07	0,05	0,21	0,03	0,71	0,01		19	106
Ahe	3- 8	0,02	0,89	0,10	0,09	0,89	0,01	10	21
Sw	15- 20	0,02	1,08	0,11	0,17	1,89	0,02	10	36
Sd1	35- 45	0,01	1,38	0,13	0,21	1,28	0,01	8	30
Sd2	50- 60	0,01	1,45	0,09	0,32	2,27	0,01	15	40
	70- 80	0,01	0,73	0,00	0,09	0,55	<0,01	6	18
III1	110-120	0,01	1,34	0,01	0,21	0,92	<0,01	12	(98)
III2	130-140	0,01	1,16	0,01	0,16	0,58	<0,01	7	27
III3	150-160	0,02	1,45	0,01	0,17	0,68	<0,01	15	39
III4	185-200	0,01	0,89	0,00	0,08	0,63	<0,01	8	30

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte				
	S (mval/100g)	H	T	V (%)	
Of	16,6	49,3	65,9	25	
Oh	10,5	50,9	61,4	17	
Ahe	3- 8	1,4	7,8	9,2	15
Sw	15- 20	1,4	8,9	10,3	13
Sd1	35- 45	1,4	3,2	4,6	30
Sd2	50- 60	1,6	4,6	6,2	25
	70- 80	0,7	2,5	3,2	23
III1	110-120	0,4	4,3	4,7	9
III2	130-140	1,4	2,9	4,3	32
III3	150-160	1,4	5,0	6,4	22
III4	185-200	1,2	2,1	3,3	35

III4 160-190 cm; hellgrauer (10 YR 7/2-7/1), lehmig-sandiger Skelettboden

Interpretation

In dem 20 dm tiefen Profil ist die Schichtenfolge Zersatz-Basis-sediment-Mittelsediment.

Der nicht verlagerte (autochthone) Zersatz der Niederschönaer Schichten ist 8,5 dm unter Flur in einer Mächtigkeit von über 10 dm aufgeschlossen. Das Substrat läßt sich granulometrisch weiter differenzieren, wobei vom Liegenden zum Hangenden der fazielle Wechsel vom groben fluviatil-äolischen Sandstein zu den pflanzenführenden Lagen der Crednerientone innerhalb der Niederschönaer Schichten gut zu beobachten ist.

Das 5 bis 6 dm mächtige Basissediment ist zweigegliedert. Der sandig-lehmige Sandstein-Basisschutt im unteren Teil ist stark vom Zersatz beeinflusst, während der obere Teil als Lehm-Basisfließerde vorliegt und Beimengungen von fossilem Braunlehm sowie eine äolische Komponente aufweist.

Das 3-4 dm mächtige Mittelsediment ist als Sand-Lößfließerde ausgebildet.

An dem mäßig geneigten Hang tritt Staunässe auf, die von einem Quellhorizont am Fuße der Unterquadersandstein-Steilstufe oberhalb des Profils gespeist wird. Infolge des Mikroreliefs, das durch Aufwölbungen hervorgerufen wird, die teilweise oder vollständig von Vertiefungen umgeben werden, ist der Staunässeeinfluß auf die Bodenbildung unterschiedlich stark ausgeprägt. In den Mulden haben sich Hangpseudogleye, wie im vorliegenden Profil, und in den Aufwölbungen Pseudogley-Braunerden entwickelt.

Profil 6

Lage: Revier Tharandt, Abt. 229 a⁹, 405 m NN
Geologie: Unterquadersandstein (Naviculare-Zone, Oberhäslicher Schichten)
Relief: 15° geneigte Steilstufe am NO-Oberhang des S-Berges
Vegetation: Fichtenbestand mit einzelnen Kiefern, Birken und Buchen
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Haplorthod
FAO: Ferro-Orthic Podzol
DBG: Typischer Podsol, Humuseisenpodsol
Standortskartierung: Reinhardtsdorfer Sandstein-Podsol

Profilbeschreibung

O	7- 0 cm;	Auflagehumus
I Ahe	0- 6 cm;	grauer bis graubrauner (10 YR 5/1-5/2), sehr stark humoser, schwach steinig-grusiger, lehmiger Sand; mittlere Durchwurzelung; welliger Übergang zum Ae-Horizont
Ae	6- 35 cm;	hellgrauer (10 YR 7/2-7/1), schwach humoser, schwach steinig-grusiger, lehmig-schluffiger Sand; Einzelkorngefüge; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum Bhs-Horizont
II Bhs	35- 40 cm;	brauner bis dunkelbrauner (7,5 YR 5/4-4/4), mäßig humoser, mäßig steinig-grusiger, sandiger Lehm; Kittgefüge; deutlicher Übergang zum BC-Horizont
BC	40- 65 cm;	hellbrauner (7,5 YR 6/4), steinig-grusiger, lehmiger Sand
III C	65 cm u.tiefer	sehr hellbrauner (10 YR 7/3), sehr stark steinig-grusiger, sandiger Lehm; sehr schwach durchwurzelt

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ahe 3- 5	4,6	3,6	11,7	9,1	59,1	8,3	3,6
Ae 20-25	5,1	4,2	14,1	11,7	55,9	7,4	1,6
Bhs 35-40	13,9	5,0	7,9	10,4	56,3	4,5	2,0
BC 50-55	8,9	2,3	5,7	4,4	70,0	5,4	3,3
C 70-75	14,8	3,9	4,9	1,8	54,3	13,0	7,3

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte					Fed	Fe _o	Fe _o --- Fed
	pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	(g/kg)			
Of	2.7	38,70	1,62	24				
Oh	2.6	37,00	1,42	26				
Ahe 3- 5	2.6	13,80	0,54	26	1,1	0,37	0,35	
Ae 20-25	3.0	1,00	0,03	29	0,5	0,04	0,08	
Bhs 35-40	2.9	1,80	0,08	22	10,0	8,89	0,89	
BC 50-55	3.8				7,0	3,57	0,51	
C 70-75	4.0				0,4	0,23	0,64	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte							Cu	Zn (ppm)
	P	K	Ca	Mg (%)	Fe	Mn			
Of	0,08	0,06	0,19	0,05	1,48	0,01	32	88	
Oh	0,07	0,05	0,19	0,03	1,00	0,01	25	93	
Ahe 3- 5	0,02	0,28	0,11	0,04	1,05	0,01	18	42	
Ae 20-25	0,01	0,34	0,04	0,03	0,54	<0,01	7	6	
Bhs 35-40	0,02	0,44	0,04	0,11	1,99	0,01	12	21	
BC 50-55	0,01	0,37	0,02	0,08	1,21	<0,01	9	16	
C 70-75	0,02	0,39	0,00	0,10	1,51	0,01	15	24	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H (mval/100g)	T	V (%)
Of	9,6	41,8	51,4	19
Oh	7,9	38,6	46,5	17
Ahe 3- 5	6,1	27,0	33,1	18
Ae 20-25	1,4	3,1	4,5	30
Bhs 35-40	0,5	11,6	12,1	4
BC 50-55	1,4	4,5	5,9	24
C 70-75	0,9	3,8	4,7	19

Interpretation

An der Steilstufe des Unterquadersandsteins ist ein stark gegliedertes Profil mit der Schichtenfolge Basissediment-Mittelsediment-Decksediment aufgeschlossen.

Das Basissediment tritt 6,5 dm unter Flur als über 7 dm mächtiger Sandstein-Basisschutt auf. Der Feinboden zeichnet sich durch ein eingipfeliges Maximum in der Feinsandfraktion (54 M.-%) aus. Das 3 dm mächtige Mittelsediment ist nicht durchgehend ausgebildet. Meist trägt es den Charakter eines Zwischensedimentes, das sowohl granulometrisch als auch mineralogisch zwischen Basissediment und Decksediment vermittelt. Im unteren Teil ist ein starker Einfluß des Basisschutts (Feinsandmaximum von 70 M.-%) zu erkennen, im oberen Teil deutet der Anstieg der Grobschlufffraktion auf eine geringe äolische Beimengung hin.

Im Decksediment, das als lehmig-schluffige Feinsand-Fließerde oder als Sand-Deckschutt ausgebildet ist, kann ebenfalls ein Lößlehmeinfluß festgestellt werden. Das Skelett setzt sich vor allem aus Unterquadersandstein zusammen. Die Grobsandfraktion des Feinbodens besteht aus gut gerundeten bis kantengerundeten Quarzen, aus feinkörnigem Quarzsandstein und Plänersandsteinfragmenten. Im Mittelsand nimmt der Anteil an Einzelquarzen zu (90 %), die häufiger gut gerundet bis gerundet sind. Die Feinsandfraktion wird ausschließlich aus schwach gerundeten Einzelquarzen aufgebaut. Glimmer sind nicht zu beobachten (Thalheim 1988).

Profil 7

Lage: Revier Tharandt, Abt. 229 a⁹, 410 m NN
Geologie: Pennricher Sandstein (Plenus-Zone, Dölzschener Schichten)
Relief: oberhalb einer Steilstufe auf nach NO geneigter Verebnung
Vegetation: Fichtenbestand mit einzelnen Lärchen, Birken und Kiefern
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Dystrochrept
FAO: Dystric Cambisol, Spodo-Dystric Cambisol
DBG: Podsol-Braunerde
Standortskartierung: Spechtshausener Lehmsandstein-Braunpodsol

Profilbeschreibung

O	6- 0 cm;	Auflagehumus
I Aeh	0- 10 cm;	grauer (10 YR 6/1), mäßig bis stark humoser, stark steiniger, sandiger Lehm bis lehmiger Schluff; Einzelkorngefüge; mittlere Durchwurzelung; deutlicher Übergang zum Bv-Horizont
II Bv	10- 50 cm;	hellbrauner (10 YR 7/3), schwach bis mäßig steiniger Schlufflehm; Kohärentgefüge; mittel bis schwach durchwurzelt; diffuser Übergang zum B/C-Horizont
III B/C1	50- 65 cm;	hellgelbbrauner (10 YR 6/4), stark steiniger, grusiger, sandiger Lehm; an der Untergrenze Steinanreicherung; schwach durchwurzelt
B/C2	65-100 cm;	rosafarbener (7,5 YR 7/4), mäßig steiniger, grusiger Lehm; schwach durchwurzelt; deutlicher Übergang zum Zersatz
IV1	100-110 cm;	hellrötlicher (5 YR 6/4), sehr schwach grusiger Sand; scharfe Untergrenze
IV2	110-135 cm;	hellbrauner (7,5 YR 6/4), mäßig grusiger, steiniger Sand
IV3	135-150 cm;	rosafarbener, kaum lehmiger Sand
IV4	150-170 cm;	hell rötlichbrauner, steinig-grusiger Sand

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Aeh 0- 10	15,2	10,0	18,2	22,6	18,4	9,4	6,2
Bv 10- 50	21,5	9,6	18,5	25,2	13,0	7,8	4,4
B/C1 50- 65	16,9	7,4	6,0	7,4	30,6	22,4	9,3
B/C2 65-100	18,9	8,6	5,3	4,6	33,7	24,0	4,9
IV1 100-110	2,5	1,8	1,9	1,2	90,1	2,3	0,2
IV2 110-135	11,0	3,0	2,1	1,1	79,5	2,8	0,4
IV3 135-150	3,0	2,5	1,6	2,4	88,1	2,3	0,1
IV4 150-170	12,2	3,7	2,4	2,1	76,7	2,5	0,4
IV5 170-210	1,8	1,4	2,2	2,3	91,5	0,8	0,0

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte		
	Fed	Fe _o	Fe _o
	(g/kg)		---
Aeh 0- 10	3,6	1,90	0,53
Bv 10- 50	9,5	3,36	0,35
B/C1 50- 65	7,5	0,94	0,13
B/C2 65-100	12,1	1,99	0,17
IV1 100-110	1,7	0,16	0,10
IV2 110-135	5,6	0,44	0,08
IV3 135-150	0,9	0,12	0,14
IV4 150-170	2,7	0,57	0,21
IV5 170-210	3,0	0,27	0,09

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (%)									
	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Ti	Na	S	Mn
Aeh 0- 10	0,01	0,94	0,10	0,08	0,78	2,00	0,36	0,28	0,02	0,01
Bv 10- 50	0,02	1,34	0,12	0,21	1,97	3,28	0,35	0,38	0,03	<0,01
B/C1 50- 65	0,01	0,46	<0,02	0,11	1,64	2,30	0,15	0,05	0,02	0,01
B/C2 65-100	<0,01	0,54	<0,02	0,10	0,92	2,60	0,17	0,04	<0,02	<0,01
IV1 100-110	<0,01	0,10	<0,02	0,03	0,27	0,58	0,26	0,02	<0,02	<0,01
IV2 110-135	<0,01	0,22	<0,02	0,09	0,76	1,60	0,25	0,02	<0,02	<0,01
IV3 135-150	<0,01	0,08	<0,02	0,02	0,18	0,46	0,22	0,02	<0,02	<0,01
IV4 150-170	<0,01	0,23	<0,02	0,08	0,64	1,78	0,24	0,02	<0,02	<0,01
IV5 170-210	<0,01	0,10	<0,02	0,02	0,18	0,49	0,25	0,02	<0,02	<0,01

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte (ppm)				
	Ba	Cu	Sr	V	Zn
Aeh 0- 10	206	<8	70	22	12
Bv 10- 50	281	9	79	34	35
B/C1 50- 65	93	<8	75	27	19
B/C2 65-100	84	9	91	33	16
IV1 100-110	40	<8	27	<10	<10
IV2 110-135	62	15	43	17	11
IV3 135-150	38	9	28	<10	<10
IV4 150-170	63	9	59	15	14
IV5 170-210	45	<8	26	<10	<10

1V5 170-210 cm; hellbrauner, sehr schwach grusiger Sand
mit Fossilien

Interpretation

Das Profil ist hinsichtlich Skelettgehalt und Zusammensetzung, Granulometrie und Mineralogie deutlich in Zersatz, Basissediment, Mittelsediment und Decksediment gegliedert.

Der mehr als 11 dm mächtige Zersatz des Pennricher Sandsteins ist als reiner Sand bis lehmiger Sand ausgebildet und kann schon makroskopisch anhand der Farbe in Teilschichten unterschieden werden. In den tonreichen Teilschichten hat sich das bei der Zersetzung des Glaukonits freigewordene Eisen wieder ausgeschieden; sie besitzen demzufolge einen starken braunen Farbton.

Über dem Zersatz ist die pleistozäne Schichtenfolge ausgebildet. Das 5 dm mächtige Basissediment liegt im unteren Teil als lehmige Sand-Basisfließerde und im oberen Teil als lehmiger Sandstein-Basischutt vor. In der liegenden Sand-Fließerde sind in der Grob- und Mittelsandfraktion Pennricher Sandstein und Bruchstücke von Fossilshalen beigemengt. Im Sandstein-Schutt sind äolische Quarze in der Mittelsandfraktion zu beobachten und in der Feinsandfraktion tritt vereinzelt Hellglimmer auf.

Im Mittelsediment ist der Lößlehmeinfluß deutlich ausgeprägt. Der Feinboden weist in der Kornsummenkurve den für Gebirgslöß charakteristischen Anstieg zwischen 10 und 63 µm und den Feinheitsgrad von 66 auf.

Als Decksediment tritt ein 1 dm mächtiger lehmiger Sandstein-Deckschutt auf. Deck- und Mittelschutt unterscheiden sich in der mineralogisch-petrographischen Zusammensetzung.

Der Grob- und Mittelsand im Feinboden des Decksedimentes besteht zu gleichen Anteilen aus Einzelquarzen und Plänersandstein. Im Feinsand nimmt der Anteil an gerundeten bis kantengerundeten Einzelquarzen zu. Teilweise stammen diese Quarze aus dem Plänersandstein. Sie sind eckig, kantengerundet bis schwach gerundet mit Bindemittelanflügen. Der Anteil an Plänersandsteinbruchstücken nimmt ab. Glimmer treten sehr vereinzelt auf.

Das Mittelsediment ist in der Grob- und Mittelsandfraktion ähnlich dem Decksediment zusammengesetzt. Vereinzelt kommen Rhyolithbruchstücke und unersetzter Pennricher Sandstein hinzu. Im Mittelsand ist äolischer Quarz mit mattierter Oberfläche nachgewiesen. In der Feinsandfraktion ist der Glimmeranteil höher. Die Einzelquarze sind stärker gerundet, besitzen eine indifferent glänzende Oberfläche und sind kaum mit Plänersandsteinbindemittel behaftet.

Profil 8

Lage: Revier Tharandt, Mt. 223 42, 123 m NN
Geologie: Pläner sandstein (Plenus Zone, Dölzschener Schichten)
Relief: Vorhebung des S. Berges, eben
Vegetation: Fichten Bestand mit einzelnen Kiefern und Douglasien, Melampyris-Fagetum
Humusform: Rohhumus
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Typic Dystrichrept
FAO: Spodic Dystric Cambisol
DBG: Podsol-Braunerde
Standortskartierung: Hetzdorfer Lehm sandstein Braunerde

Profilbeschreibung

O 5- 0 cm; Auflagehumus
I Aeh 0- 8 cm; graubrauner (10 YR 5/2), stark humoser, sehr schwach steiniger, mäßig grusiger, lehmiger Schluff; Plattengefüge; mittlere Durchwurzelung; deutlicher Übergang zum BV-Horizont
Bv 8- 65 cm; hellbrauner (10 YR 7/3), mäßig steinig-grusiger, lehmiger Schluff; Kohärent- bis Plattengefüge; mittel bis schwach durchwurzelt; welliger Übergang zum B/C-Horizont
II B/C 65-160 cm; brauner (7,5 YR 5/6) bis rotbrauner (2,5 YR 5/4), blockhaltiger, mäßig bis stark steinig-grusiger Ton; schwach bis sehr schwach durchwurzelt.

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Aeh 0- 8	10,5	8,4	26,4	28,4	8,7	10,8	6,8
Bv 8- 65	8,4	5,6	28,7	34,6	6,8	9,8	6,1
B/C 65-130	55,1	8,9	10,0	12,7	5,9	4,5	2,9

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte					Fe _d	Fe _o	Fe _o --- Fe _d
	pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	(g/kg)			
Of	2,9	42,2	1,49	28				
Oh	3,1	36,4	1,33	27				
Aeh 0- 8	2,9	4,1	0,29	14	5,2	3,23	0,63	
Bv 8- 65	3,6				5,9	1,70	0,29	
B/C 65-130	3,5				20,8	1,03	0,05	

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte							
	P	K	Ca	Mg (%)	Fe	Mn	Cu	Zn (ppm)
Of	0,10	0,08	0,16	0,04	0,92	0,01	24	87
Oh	0,08	0,08	0,15	0,05	1,12	0,01	25	91
Aeh 0- 8	0,02	1,30	0,15	0,11	0,76	0,01	6	19
Bv 8- 65	0,02	1,72	0,18	0,28	1,46	0,03	9	40
B/C 65-130	0,03	1,42	0,06	0,49	3,63	0,02	24	54

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H (mval/100g)	T	V (%)
Of	8,4	92,0	100,4	8
Oh	8,2	95,2	103,4	8
Aeh 0- 8	2,2	15,9	18,1	12
Bv 8- 65	3,9	7,2	11,1	35
B/C 65-130	4,3	15,6	19,9	22

Interpretation

Profil 8 auf dem Plänersandstein-Plateau zeigt die Schichtenabfolge Blockablösungszone - Basissediment - Mittelsediment. Die Blockablösungszone setzt 16 dm unter Flur ein. Sie besteht aus annähernd horizontal gelagertem Plänersandstein. Die vorhandenen Gesteins-Zwischenräume sind mit fossilem Braunlehm ausgefüllt. Darüber lagert ein knapp 10 dm mächtiges Basissediment, das als Sandstein-Basisschutt ausgebildet ist. Die Feinbodenkomponente besteht aus fossilem Braunlehm. Der Braunlehm ist nach der Körnungsart Ton mit Anteilen der Tonfraktion zwischen 52 und 53 M.-%. Der Tonmineralbestand ist vor allem aus Kaolinit und Illit zusammengesetzt. Der Braunlehm ist unter subtropischem Klima aus Plänersandstein entstanden und markiert eine fossile Verwitterung. Die steilgestellten Plänersandsteinplatten deuten auf eine kryoturbate "Durchmischung" der Schicht hin.

Das hangende Mittelsediment ist 6,5 dm mächtig, wesentlich skelettärmer und als Gebirgslöß mit einem starken äolischen Anteil entwickelt. Die Körnungsart ist Schlufflehm bis lehmiger Schluff. Der höhere Mittel- und Grobschluffanteil sowie der Feinheitsgrad (65-69) sind Merkmale für Lößlehmeinfluß. Der Tonmineralbestand des Mittelsedimentes besteht aus Kaolinit, Illit, einem Illit-Vermiculit-Wechselagerungsmineral sowie Vermiculit. Der Vermiculitanteil und die Illit-Vermiculit-Wechselagerungen sind auf jüngere Umbildungsvorgänge in den oberen Bodenhorizonten zurückzuführen und resultieren aus der Glimmerverwitterung.

Profil 9

Lage: Revier Hetzdorf, Abt. 504 a², 403 m NN
Geologie: Plänersandstein, von Basalt (Olivin- Augit-Nephelinit) überrollt
Relief: Hangverebnung; schwach nach SE geneigt (5°)
Vegetation: Rest eines Lärchen-Altbestandes, Melampyro-Fagetum
Humusform: Moder
Bodenklassifikation
Soil Taxonomy: Umbric Dystrochrept
FAO: Dystric Cambisol
DBG: Mittelbasische bis Basenarme Braunerde
Standortskartierung: Schönbrunner Basalt-Braunerde

Profilbeschreibung

O	6- 0 cm;	Auflagehumus
I	Ah 0- 10 cm;	dunkel graubrauner (10 YR 4/2), stark humoser, sehr schwach bis schwach steinig-grusiger, lehmiger Schluff; Krümelgefüge; stark durchwurzelt; diffuser Übergang zum Bv-Horizont
	Bv 10- 50 cm;	hellgelbbrauner (10 YR 6/4) bis blaßbrauner (10 YR 7/3), schwach bis sehr schwach humoser, schwach bis mäßig steinig-grusiger, lehmiger Schluff; Kohärentgefüge; mittlere bis schwache Durchwurzlung; diffuser Übergang zur Schicht II
II	50-100 cm;	grauer (10 YR 7/2), stark steinig-grusiger, lehmiger Schluff; sehr schwach durchwurzelt; Skelett überwiegend Plänersandstein, nur wenig Basaltstücke; diffuser Übergang zur Schicht III
III	100-150 cm;	blaßbrauner (10 YR 7/3), stark steinig-grusiger Lehm; mit größeren Basaltsteinen; scharfer Übergang zu Schicht IV
IV	150 cm u. tiefer	sehr blaßbrauner (10 YR 8/4), lehmiger Sand; Zersatz des Plänersandsteins.

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Korngrößenverteilung (M.-%)						
	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah 1- 2	6,1	5,4	34,9	38,9	7,9	4,1	2,7
Bv1 10- 15	9,1	9,8	34,4	34,3	6,4	3,2	2,8
Bv2 15- 25	10,1	9,4	37,2	31,6	5,9	3,3	2,5
Bv3 40- 50	8,1	10,1	35,9	30,7	7,4	4,3	3,5
III 70- 80	11,6	7,8	23,4	21,8	19,8	10,4	5,2
II2 100-110	17,7	6,0	19,6	19,8	22,4	10,7	3,8
III 120-140	24,8	4,5	7,4	8,2	23,5	17,5	14,1
IV1 150-160	7,3	5,4	9,5	9,0	46,8	20,8	1,2
IV2 170-180	7,3	4,5	8,5	9,9	47,0	21,5	1,3

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Chemische Kennwerte						
	pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o (g/kg)	Fe _e (g/kg)
Of	3,8	32,40	1,56	21			
Oh	3,2	18,70	0,96	20			
Ah 1- 2	3,2	4,20	0,21	20	11,3	7,13	0,63
Bv1 10- 15	3,3	1,30	0,08	17	12,5	7,61	0,61
Bv2 15- 25	3,6				10,8	5,46	0,51
Bv3 40- 50	4,2				10,7	4,69	0,44
III 70- 80	4,4				-	-	-
II2 100-110	4,5				5,4	3,10	0,58
III 120-140	4,6				13,3	1,11	0,08
IV1 150-160	4,5				7,6	0,10	0,13
IV2 170-180	4,4				3,4	0,14	0,04

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Gesamt-Elementgehalte						
	P	K	Ca	Mg (%)	Fe	Mn	Cu Zn (ppm)
Of	0,10	0,07	0,47	0,12	1,38	0,06	23 174
Oh	0,07	0,08	0,18	0,13	2,10	0,02	14 96
Ah 1- 2	0,05	1,52	0,50	0,42	3,32	0,04	14 90
Bv1 10- 15	0,10	1,60	0,56	0,50	3,37	0,05	14 85
Bv2 15- 25	0,04	1,67	0,54	0,48	3,48	0,05	17 89
Bv3 40- 50	0,04	1,74	0,51	0,51	3,18	0,06	16 67
III 70- 80	0,05	1,11	0,42	0,97	4,83	0,07	34 84
II2 100-110	0,05	1,07	0,37	0,75	4,45	0,06	34 69
III 120-140	0,02	0,81	0,11	0,31	1,74	0,01	20 26
IV1 150-160	0,01	0,54	0,03	0,11	0,70	0,01	7 0
IV2 170-180	0,01	0,58	0,04	0,12	0,71	0,01	8 5

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)	Sorptionswerte			
	S	H (mval/100g)	T	V (%)
Of	28,2	36,6	64,8	43
Oh	6,5	23,7	30,2	21
Ah 1- 2	1,4	15,2	16,6	8
Bv1 10- 15	2,5	8,2	10,7	24
Bv2 15- 25	2,1	7,4	9,5	22
Bv3 40- 50	7,3	3,5	10,8	67
III 70- 80	12,5	3,9	16,4	76
II2 100-110	13,6	3,2	16,8	81
III 120-140	9,2	2,5	11,7	79
IV1 150-160	3,2	1,6	4,8	67
IV2 170-180	2,8	1,8	4,6	61

Interpretation

Die folgenden 3 Profile 9-11 liegen in der Nähe des Basaltschlotes am Ascherhübel. Für die einzelnen Profile wird der Basaltanteil der Schichten in Abhängigkeit von der Transportentfernung geprüft.

Profil 9 gliedert sich in Zersatz, Basissediment und Mittelsediment. 15 dm unter Flur steht der Zersatz des Plänersandsteins als lehmiger Sand an. Das fast skelettfreie Substrat weist ein eingipfeliges Maximum in der Feinsandfraktion mit 47 M.-% auf und wird chemisch durch die niedrigen Gesamt-Ca-Gehalte (unter 0,04 %) charakterisiert (s. Hofmann und Fiedler 1984).

Das 10 dm mächtige Basissediment ist im unteren Teil (5 dm) als Sandstein-Basalt-Basisschutt und im oberen Teil als Sandstein-Basisschutt mit einzelnen Basaltstücken ausgebildet. Als Körnungsart des Feinbodens wurde lehmiger Schluff bzw. Lehm ermittelt. Körnungsart des 5 dm mächtigen Mittelsedimentes ist lehmiger Schluff. Dominierende Fraktionen sind Mittel- und Grobschluff mit 36 M.-% bzw. 34 M.-%. Neben dem Basaltverwitterungsmaterial enthält das Mittelsediment eine beträchtliche äolische Komponente.

Profil 10

Lage: Revier Hetzdorf, Abt. 504 a², 405 m NN, Ascherhübel 04

Geologie: Plänersandstein, von Basalt (Olivin-Augit-Nephelinit) überrollt

Relief: Am Fuß der Basaltkuppe des Ascherhübels, schwach geneigte Hangverebnung

Vegetation: Mischbestand von Bergahorn, Buche, Spitzahorn, Birke und Lärche - Melampyro-Fagetum/Melico-Fagetum

Humusform: Mullartiger Moder bis Mull

Bodenklassifikation

Soil Taxonomy: Umbric Dystrachrept

FAO: Dystric Cambisol

DBG: Mittelbasische bis Basenarme Braunerde

Standortskartierung: Schönbrunner Basalt-Braunerde

Profilbeschreibung:

O	5- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 7 cm;	dunkel graubrauner (10 YR 4/2), sehr stark humoser, mäßig steinig-grusiger, lehmiger Schluff; Krümelgefüge, stark durchwurzelt; sehr diffuser Übergang zum Ah/Bv-Horizont
Ah/Bv	7- 50 cm;	blaßbrauner (10 YR 6/3), mäßig humoser, mäßig steinig-grusiger, lehmiger Schluff; Krümelgefüge; stark durchwurzelt; deutlicher Übergang zur Schicht II
II	50-110 cm;	zerrütteter, klüftiger Steinboden mit sehr blaß braunem (10 YR 8/3), lehmig-schluffigem Feinboden.

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Korngrößenverteilung (M.-%)						
		T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah	3- 6	11,0	8,7	37,5	29,6	7,4	4,7	1,1
Ah/Bv	30-40	5,0	7,6	39,4	26,7	7,4	3,0	10,6
II	70-90	4,4	5,7	26,3	30,7	14,0	8,6	10,3

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Chemische Kennwerte						
		pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o	Fe _o ---
Of+h		4.1	12,20	0,82	15			
Ah	3- 6	3.7	7,80	0,50	16	15,2	9,44	0,62
Ah/Bv	30- 40	4.0	1,60	0,12	13	11,4	6,67	0,59
II	70- 90	4.6				7,0	1,54	0,22

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte						
		P	K	Ca	Mg (%)	Fe	Mn	Cu · Zn (ppm)
Of+h		0,11	0,11	0,40	0,31	2,32	0,13	18 176
Ah	3- 6	0,10	1,30	0,92	0,69	4,04	0,07	21 132
Ah/Bv	30-40	0,08	1,56	0,93	0,83	4,31	0,09	19 118
II	70-90	0,07	1,41	1,06	1,01	4,01	0,07	23 72

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Sorptionswerte			
		S	H	T	V
Of+h		22,6	16,2	38,8	58
Ah	3- 6	4,8	15,6	20,4	24
Ah/Bv	30-40	2,8	7,4	10,2	27
II	70-90	16,1	1,4	17,5	92

Interpretation

Profil 10 liegt am Fuß der Basaltkuppe des Ascherhübels im Kontaktbereich des Basaltschlotes und zeigt demzufolge deutliche Merkmale der Zerrüttung im liegenden Plänersandstein. Darüber folgt ein Basissediment wechselnder Mächtigkeit (bis zu 10 dm) aus feinerdearmem Sandsteinschutt. Der Feinboden des Schuttes wird durch ein eingipfeliges Maximum im Grobschluff charakterisiert, was auf eine deutliche äolische Komponente im Substrat hinweist. Das 5 dm mächtige Mittelsediment unterscheidet sich in der granulometrischen Zusammensetzung nur unwesentlich von der des vorhergehenden und des folgenden Profils, wie der nachstehende Vergleich verdeutlicht (M.-% des Feinbodens).

	T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Profil 9	8,4	8,7	35,6	33,9	6,9	3,7	2,8
Profil 10	8,0	8,2	38,5	28,2	7,6	3,9	5,9
Profil 11	8,4	9,2	38,6	31,6	6,7	2,8	2,7

In den Gesamt-Elementgehalten treten dagegen beträchtliche Unterschiede auf, wie aus der anschließenden Gegenüberstellung zu ersehen ist.

	P (%)	K	Ca	Mg	Fe	Mn (ppm)	Cu	Zn
Profil 9	0,06	1,63	0,53	0,48	3,34	510	15	83
Profil 10	0,09	1,43	0,92	0,76	4,18	793	20	125
Profil 11	0,15	1,28	2,22	1,44	6,23	1630	34	155

Mit abnehmendem Basalteinfluß verringern sich die Gesamt-Gehalte bei fast allen untersuchten Elementen. Lediglich die K-Gehalte steigen von Profil 11 nach Profil 9 an, was nach Fiedler et al. (1990) auf einen zunehmenden äolischen Anteil im Mittelsediment hinweist.

Profil III

Lage: Revier Hetzdorf, Abt. 504 a², 416 m NN,
Ascherhübel 05

Geologie: Basalt (Olivin-Augit-Nephelinit)

Relief: SO-Seite der Basaltkuppe des Ascherhü-
bels

Vegetation: lichter Mischbestand von Lärche, Buche
und Birke, Melico-Fagetum

Humusform: Null bis mullartiger Moder

Bodenklassifikation

Soil Taxonomy: Typic Hapludoll

FAO: Eutric Cambisol

DBG: Basenreiche Braunerde

Standortskartierung: Wilisch-Basalt-Braunerde

Profilbeschreibung

O	6- 0 cm;	Auflagehumus
I Ah	0- 4 cm;	sehr dunkel graubrauner (10 YR 3/2), sehr stark humoser, mäßig steinig-grusiger, lehmgiger Schluff; stark durchwurzelt; sehr diffuser Übergang zum Bv1-Horizont
Bv1	4-40 cm;	graubrauner (10 YR 5/2), stark humoser, stark steiniger, mäßig grusiger Schluff; Krümel- bis Kleinpolyedergefüge; mittel bis stark durchwurzelt; diffuser Übergang zum Bv2-Horizont
Bv2	40-70 cm	graubrauner (10 YR 5/2), mäßig humoser, sehr stark steiniger Schluff; Kleinpoly- edergefüge; mittel bis schwach durchwur- zelt; deutlicher Übergang zu Schicht II
II	70 cm u. tiefer	hellbraungrauer (10 YR 6/2), lehmig- schluffiger Skelettboden; schwach durch- wurzelt

Analysenergebnisse

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Korngrößenverteilung (M.-%)						
		T	fU	mU	gU	fS	mS	gS
Ah	2- 3	14,9	9,8	34,7	29,6	6,1	3,0	1,9
Bv1	30-40	5,2	8,7	38,9	34,6	6,9	2,6	3,1
Bv2	40-50	5,2	9,0	42,2	30,7	7,0	2,8	3,1
II	75-90	8,3	9,7	34,4	30,5	8,1	4,9	4,1

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Chemische Kennwerte						
		pH (KCl)	C (%)	N (%)	C/N	Fe _d (g/kg)	Fe _o (g/kg)	Fe _o --- Fe _d
Of		3.4	26,70	1,36	20			
Oh		3.5	9,55	0,56	17			
Ah	2- 3	3.9	8,48	0,59	14	15,5	8,82	0,57
Bv1	30-40	4.4	3,10	0,21	15	17,5	7,83	0,45
Bv2	40-50	4.6	2,00	0,17	12	15,5	7,36	0,47
II	75-90	5.3				15,0	3,86	0,26

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Gesamt-Elementgehalte							
		P	K	Ca (%)	Mg (%)	Fe	Mn	Cu (ppm)	Zn (ppm)
Of		0,11	0,10	0,35	0,19	1,95	0,03	32	160
Oh		0,10	0,14	0,28	0,45	2,98	0,04	20	125
Ah	2- 3	0,17	1,17	1,89	1,26	5,73	0,18	42	221
Bv1	30-40	0,15	1,34	2,16	1,41	6,28	0,15	32	132
Bv2	40-50	0,14	1,32	2,61	1,66	6,69	0,16	29	112
II	75-90	0,11	1,49	2,56	1,78	6,22	0,11	34	89

Horizont/ Entnahme- tiefe (cm)		Sorptionswerte			
		S	H (mval/100g)	T	V (%)
Of		17,3	19,7	37,0	47
Oh		10,1	11,7	21,8	46
Ah	2- 3	15,2	17,2	32,4	47
Bv1	30-40	15,6	9,0	24,6	63
Bv2	40-50	22,4	5,5	27,9	80
II	75-90	20,6	3,1	23,7	87

Interpretation

Mit dem letzten Profil wird ein Bodenaufschluß in einer der Basaltkuppen des Osterzgebirges vorgestellt (Thalheim und Fiedler 1989). Vermutlich handelt es sich um die Schichtenfolge Basis-sediment - Mittelsediment. Die Auflockerungszone und der anste-hende Olivin-Augit-Nephelinit wurden im Aufschluß nicht freige-legt.

Das Basissediment ist im unteren Teil als Basalt-Lößschutt ausge-bildet. Im oberen Teil entspricht es teilweise einer Basalt-LÖß-fließerde. Die Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens unter-scheidet sich nicht von den Mittelsedimenten der beiden vorherge-henden Profile. Bei den Gesamt-Elementgehalten - mit Ausnahme des Kaliums - werden im Profil 11 die höchsten Werte ermittelt. In der folgenden Zusammenstellung werden die Gehalte mit denen der Mittelsedimente auf den Basaltbergen Geising, Luchberg und Wilisch verglichen:

	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn
	(%)					(ppm)		
Geising (740 m)	0,15	1,74	1,30	1,53	6,16	1325	27	101
Luchberg (510 m)	0,13	1,83	1,29	0,97	4,67	1000	22	99
Wilisch (425 m)	0,10	2,04	1,26	0,91	4,35	980	31	81
Ascherhübel (416 m)	0,15	1,28	2,22	1,44	6,23	1630	34	155

Literatur

- Baldauf, L. (1991): Untersuchungen zur Kationenumtauschkapazität und Kationenbelegung des Sorptionskomplexes saurer Waldböden über verschiedenen Grundgesteinen des Erzgebirges. Diss. TU Dresden 1991
- Baronius, G.; Hofmann, W. und Fiedler, H.J. (1989): Vegetationskundliche Untersuchungen im NSG "Weißeritztalhänge" (Bez. Dresden, DDR), Arch.Nat.schutz Landsch.forsch., Berlin 29,3, 159-173
- Fiedler, H.J.; Hofmann, W.; Nebe, W. und Hunger, W. (1978): Standortkundlicher Exkursionsführer "Tharandt-Grillenburger Wald" -Bodennutzung und Bodenschutz- TU Dresden W 21-8
- Fiedler, H.J.; und Thalheim, K. (1988): Geologisch-pedologischer Exkursionsführer Osterzgebirge, Teil I: Geologie und Petrographie, Teil II: Bodengeologie und Pedologie
- Fiedler, H.J.; Thalheim, K.; Hofmann, W.; Hunger, W. und Ilgen, G. (1990): Chemische Zusammensetzung von Böden über unterschiedlichen Grundgesteinen des Osterzgebirges (DDR). Chem. Erde 50, 269-277
- Hofmann, W. und Fiedler, H.J. (1984): Reliefabhängige Bodengenese auf Gneis im Sächsischen Erzgebirge. Chem. Erde 43, 205-215
- Karst, H. et al. (1965): Erläuterungen zu den Standortskarten des StFB Tharandt, Forstwirtschaftliches Institut Potsdam (unveröffentlicht), Aktualisierung 1987
- Linnemann, U. und Fiedler, H.J. (1991): Abriß der Geologie des Tharandter Waldes. (Manuskript)
- Thalheim, K. (1988): Mineralogische und granulometrische Charakterisierung quartärer Deckschichten, insbesondere des Mittelsedimentes, unter Wald im Osterzgebirge. Diss. TU Dresden
- Thalheim, K. und Fiedler, H.J. (1989): Granulometrische und mineralogische Charakterisierung von Basalt-Braunerden im Osterzgebirge. Chem. Erde 49, 241-263
- Thalheim, K. und Fiedler, H.J. (1990): Merkmale für äolischen Einfluß in den känozoischen Deckschichten des Osterzgebirges (DDR). Chem. Erde 50, 147-154



Exkursion

B1: Samstag/Sonntag, 7./8.9.91

B2: Samstag/Sonntag, 14./15.9.91

Erzgebirge - Budweiser Becken - Böhmerwald (CSFR)

Führung: Nemecek, Novak und Mitarbeiter (Prag)

- Fahrtroute:**
1. Tag: (Bodenprofile 1 - 3, Fig. 1) Bayreuth - Schirnding (Grenzübergang) - Cheb - Sokolov - Chomutov - Plzen - Ceske Budejovice (Budweis, Übernachtung)

 2. Tag: (Bodenprofile 4 - 6, Fig. 1) Budweis - Prachatice - Phillipsreuth (Grenze) - Bayreuth

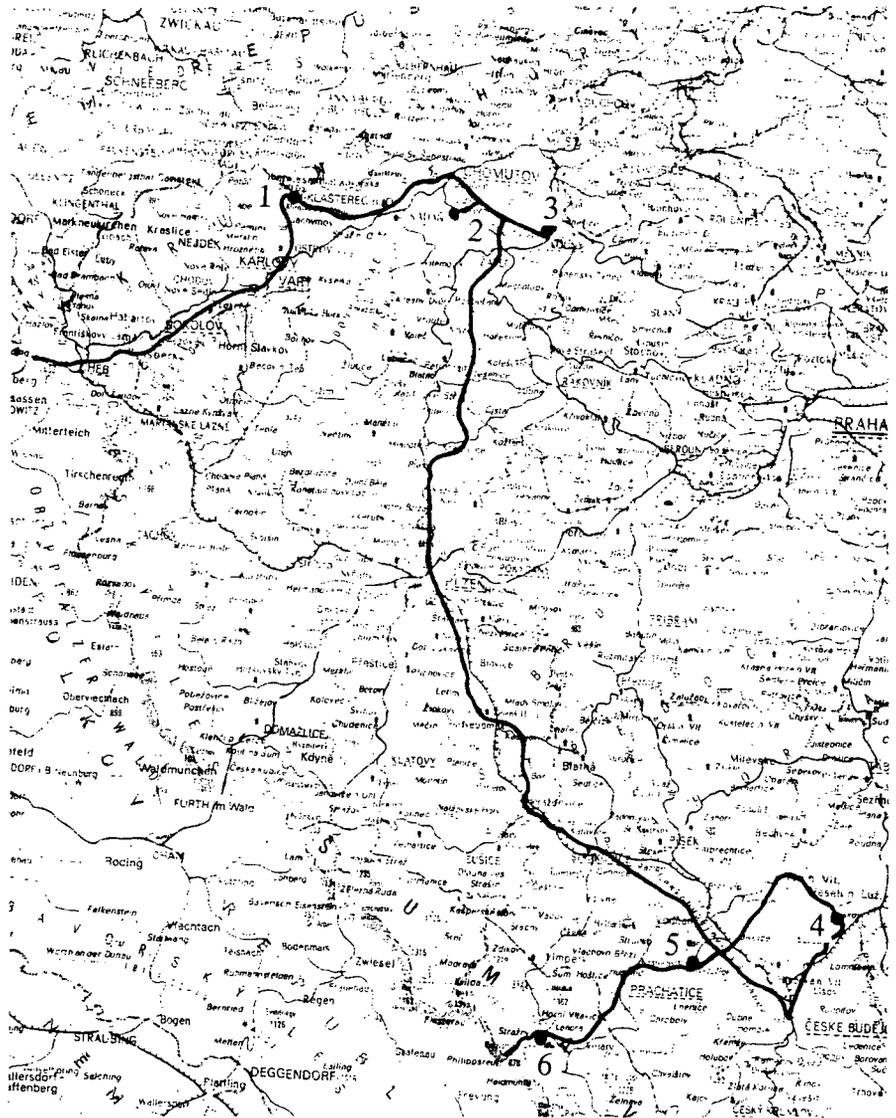


Fig. 1: Map of the western part of the Czech Republic

Excursion route: —————

Soil profile: ● 3

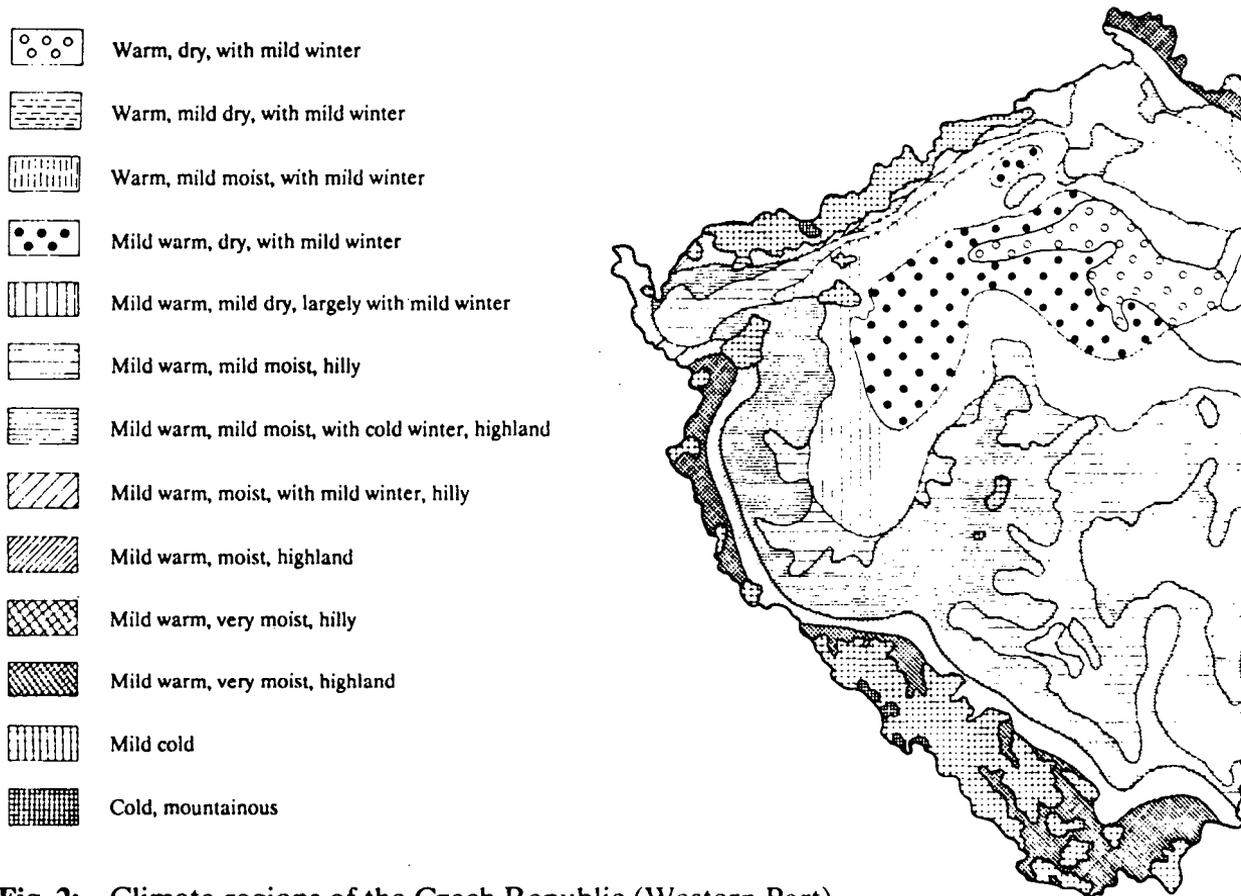


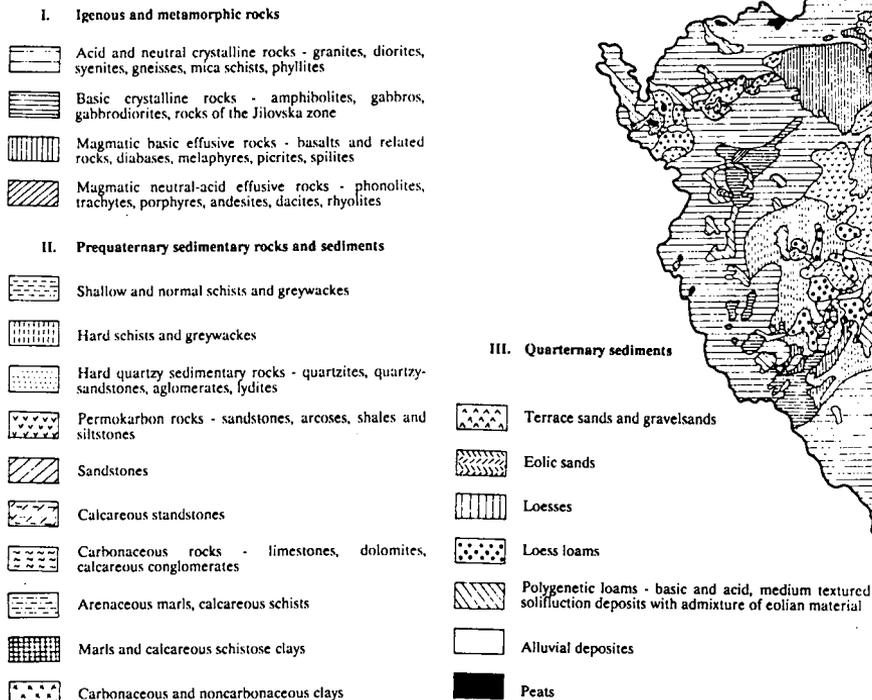
Fig. 2: Climate regions of the Czech Republic (Western Part)

- I A-1 Bohemian Forest
- I A-2 Piedmont of Bohemian Forest
- I B-1 Sumava Mountains
- I B-2 Piedmont of Sumava Mts.
- I B-3 Nove Hradky Mountains
- I B-4 Piedmont of Nove Hradky Mts.
- II A Middle Bohemian Hilly Land
- II A-1 Benesov Hilly Land
- II A-2 Vlasim Hilly Land
- II A-3 Tabor Hilly Land
- II A-4 Blatna Hilly Land
- II B South Bohemian Basins
- II B-1 Basin of Budejovice
- II B-2 Basin of Trebon
- II C Bohemian-Moravian Highland
- II C-1 Kremesnik Highland
- II C-2 Upper Sazava Hilly Land
- II C-3 Javorice Highland
- III A Ore Mountains (Erzgebirge)
- III A-1 Smrciny Highland (Fichtelgebirge)
- III A-2 Ore Mountains
- III A-3 Decin Highland
- III A-4 Slavkov Forest
- III A-5 Tepla Highland
- III B Ore Mts. Piedmont Basins
- III B-1 Basin of Cheb
- III B-2 Basin of Sokolov
- III B-3 Basin of Zatec
- III B-4 Basin of Most
- III C Ore Mts. Igenous Highland
- III C-1 Doupov Caldera
- III C-2 Bohemian Middle-Mountains (Mittelgebirge)
- IV A Western Sudeten
- IV A-1 Sluknov Hilly Land
- IV A-2 Luzice Mountains
- IV A-3 Jested Ridge
- IV A-4 Basin of Zlatava
- IV A-5 Frydlant Hilly Land
- V A Brdy Highland (Barrandian)
- V A-1 Mesa (Dzban Highland)
- V A-2 Prague Plateau
- V A-3 Krivoklat Highland
- V A-4 Horovice Hilly Land
- V A-5 Brdy Highland
- V B Plzen Hilly Land
- V B-1 Jesenice Hilly Land
- V B-2 Plasy Hilly Land
- V B-3 Svitov Highland
- VI A Bohemian Plateaus (Bohemian Cretaceous Basin)
- VI A-1 Ralsko Hilly Land
- VI A-2 Jicin Hilly Land
- VI B Middle Labe Plateaus
- VI B-1 Low Ohre Plateau
- VI B-2 Jizera Plateau
- VI B-3 Labe Plateau



Fig. 3: Regional division of the relief of the Czech Republic (Western Part)

Fig. 4: Map of soil-forming substrates of the Czech Republic (Western Part)



-  Fluvisols (eutric, calcare, gleyic)
-  Arenosols (haplic, cambic, gleyic), Regosols
-  Chernozems (calcic)
-  Chernozems (luvic)
-  Chernozems (vertic), Phaeozems
-  Luvisols (haplic)
-  Luvisols (albic, albo-gleyic)
-  Vertisols (eutric), Chernozems (vertic)
-  Vertisols, Cambisols (vertic)
-  Podzols (haplic, cambic) of lower altitudes on sands and sandstones
-  Gleysols (stagnic), Planosols, Luvisols (albo-gleyic, stagno-gleyic)
Podzoluvisols (stagnic)
-  Gleysols, Histosols
-  Histosols
-  Cambisols (eutric) on basic effusive rocks
-  Cambisols (dystric, eutric)
-  Cambisols (gleyic)
-  Cambisols (hyper-dystric) of higher altitudes
-  Cambisols (gleyic) of higher altitudes
-  Cambisols (spodo-dystric), Podzols (haplic, ferri-humic)
-  Anthrosols

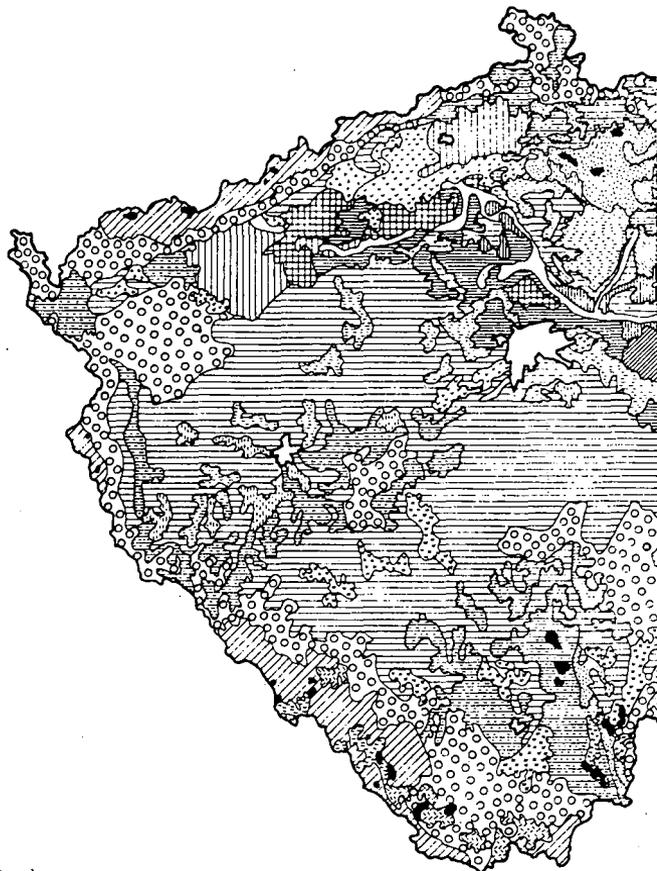


Fig. 5: Soil map of the Czech Republic (Western Part)

Excursion point No 1: MOLDAVA (district Chomutov)

Geomorphological region: **Krusné mountains (Erzgebirge)**

Climatic region: cold

Mean annual precipitation: > 900 mm

Mean annual temperature: 4-5°C

Parent material: weathered products of metamorphic rocks (para-gneiss)

Terrain position: gentle slope

Inclination: 5-6°

Altitude: 810m a.s.l.

Vegetation: poor pasture

Land use: mountain agriculture

Soil classification:

CSFR: Cambic Podzol, Brown Forest soil podzolized

Soil Taxonomy: Typic Haplumbrept

FAO: Spodo-dystric Cambisol, Cambic Podzol

IRB: Soil with podzic attributes

Description of the profile:

Horizon	Depth (cm)	Color	Texture	Consistence	Structure	Roots	Boundary
Ah	0-16	dark grayish brown (10 YR 4/2)	sandy loam	soft	crumb	fine	clear
Bws	16-28	light yellowish red (5 YR 4/8)	sandy loam	cohesive	single grain	very fine	gradual
Bw	28-55	light yellowish brown (5 YR 5/8)	sandy loam	cohesive	structureless single grain		gradual
BC	55-100	yellowish brown (10 YR 5/6-7)	sandy loam, coarse textured, weathered material of paragneiss				
II C	> 100	red (2,5 YR 4/6)	loamy sand, disintegrated paragneiss				

Analytical characterization of profile No 1 - Moldava

Hor.	% stones > 2 mm	texture in % of humus-/carbonate-free fine earth						clay	K_f cm d^{-1}	$d_{B,t}$ var	$d_{B,FE}$ --- g cm^{-3} ---
		sand			silt						
		c+m	f	Σ	c	m+f	Σ				
Ah	<10	36,9	24,2	61,1	17,8	16,7	34,5	4,4	41	-	0,67
Bws	10-25	47,5	19,5	66,0	12,8	14,5	27,3	6,7	196	-	0,92
Bw	>25	48,9	19,8	68,7	12,0	12,5	24,5	6,9	242	-	1,25
BC	>25	49,8	20,6	70,4	11,3	11,6	22,9	6,7	77	-	1,35
IIC	>50	56,0	21,3	77,3	9,0	7,8	16,8	5,9	-	-	-

Hor.	PV %	water content (%) at pF					pH		Fe_d	Fe_o	Fe_p	Al_o	C_o $E \cdot 10^3$	C_p g kg^{-1}
		0,6	1,8	2,5	4,2		H_2O	KCl						
Ah	72,6	45,3	44,7	32,1	26,9	4,8	4,1	39,5	22,4	5,0	8,0	-	11,3	
Bws	64,2	55,1	54,5	41,8	33,0	5,0	4,4	54,1	36,0	8,6	9,9	-	19,8	
Bw	52,8	42,0	41,6	33,0	28,5	5,3	4,5	-	-	-	-	-	-	
BC	49,1	37,6	36,5	33,1	29,5	5,1	4,4	16,9	4,9	3,1	9,7	-	3,6	
IIC	-	-	-	-	-	5,2	4,3	11,8	2,3	-	6,4	-	-	

Hor.	C_{org} --- g kg^{-1} ---	N_t	Carbonate g kg^{-1}	CEC $\text{mmol}(+) \text{kg}^{-1}$		exchangeable cations in $\text{mmol}(+) \text{kg}^{-1}$					BS %	
				pot.	akt.	Ca	Mg	K	Na	Al+H		
Ah	38		0,0	248	74	37,6	2,0	1,2	0,4		230	<30
Bws	38		0,0	299	101	9,9	2,0	0,5	0,2		317	<30
Bw	24		0,0	262	52	5,9	1,0	0,5	0,2		260	<30
BC	9		0,0	160	56	5,9	1,0	0,6	0,2		190	<30
IIC	4		0,0	131	65	5,9	1,0	0,6	0,2		117	<30

Excursion point No 2: TUSIMICE (district Chomutov)

Geomorphological region: **Basin of Most (Northbohemian coal region)**
 Climatic region: mild warm, dry
 Mean annual precipitation: 400-450 mm
 Mean annual temperature: 8-9°C
 Parent material: tertiary (neogen) limnic calcareous clay
 Terrain position: undulated plain (originally middle part of gentle slope)
 Inclination: 3-4°
 Altitude: 285m a.s.l.
 Vegetation: spontaneous ruderal
 Land use: uncultivated land - edge of coal mine

Soil classification:

CSFR: Typic Smonica
 Soil Taxonomy: Typic Pelludert
 FAO: Eutric Vertisol (Pellic vertisol)
 IRB: soil with vertic attributes

Description of the profile:

Horizon	Depth (cm)	Color	Texture	Consistence	Structure	Roots	Boundary
Ap	0-20	very dark grayish brown (10 YR 3/2)	clay	slightly hard, vertical cracks	fine polyedric	fine	clear
Ah	20-42	very dark gray (10 YR 3/1)	clay	very hard vertical cracks	massive, slickensides	very fine	diffuse
Ahk	42-65	very dark gray (10 YR 3/1)	clay	very hard vertical cracks	very coarse blocky, slickensides	-	diffuse
ACk	65-110	reddish brown, humus stripes, white concretions and pseudomycellias of CaCO ₃ (5 YR 5/3)	clay	hard, vertical cracks	cohesive	-	gradual
Ck	> 110	olive brown, concentrations of CaCO ₃ (2,5 Y 5/4)	clay	hard	cohesive		

Analytical characterization of profile No 2 - TUSIMICE

Hor.	% stones > 2 mm	texture in % of humus-/carbonate-free fine earth						K _f cm d ⁻¹	d _{B,t} var	d _{B,FE} g cm ⁻³	
		sand			silt						clay
		c+m	f	Σ	c	m+f	Σ				
Ap	<5	8,2	13,2	21,4	16,6	12,9	29,5	49,1	0,24	-	1,25
Ah	0	5,0	14,1	19,1	13,8	10,4	24,2	56,7	3,36	-	1,36
ACK	0	5,6	16,2	21,8	11,8	11,7	23,5	54,7	3,60	-	1,38
CAK	5-10	11,5	15,8	27,3	10,1	12,9	23,0	49,7	0,77	-	1,40
Ck	0	16,7	16,8	33,5	8,2	13,2	21,4	45,1	-	-	1,30

Hor.	PV %	water content (%) at pF				pH		Fe _d	Fe _o	Fe _p	Al _o	C _o E·10 ³	C _p g kg ⁻¹
		0,6	1,8	2,5	4,2	H ₂ O	KCl						
Ap	54,1	53,6	53,6	51,3	45,2	7,7	6,8	19,3	5,2	-	2,8	-	-
Ah	56,2	55,2	53,8	42,3	33,7	8,1	7,3	19,0	5,5	-	2,8	-	-
ACK	64,1	47,8	48,2	41,5	35,4	8,5	7,4	22,3	7,0	-	3,2	-	-
CAK	50,3	50,1	49,5	44,6	30,5	8,5	7,5	19,2	3,6	-	1,5	-	-
Ck	53,6	-	-	-	-	8,7	7,7	-	-	-	-	-	-

Hor.	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	Carbonate g kg ⁻¹	CEC mmol(+) kg ⁻¹ pot. akt.	exchangeable cations in mmol(+) kg ⁻¹						BS %
					Ca	Mg	K	Na	Al	H	
Ap	33		0	438	285	52	10	2			87
Ah	18		7	408	281	115	5	1			87
ACK	11		55	401	267	145	3	1			100
CAK	6		236	365	391	174	3	1			100
Ck	1		312	322	380	162	3	1			100

Excursion point No 3: POSTOLOPRTY (district Louny)

Geomorphological region: **Basin of Zatec**
 Climatic region: mild warm, dry
 Mean annual precipitation: 400-450 mm
 Mean annual temperature: 8 - 9 ° C
 Parent material: loess overlaying river terrace
 Terrain position: terrace plain
 Inclination: 0°
 Altitude: 220m a.s.l.
 Vegetation: spontaneous ruderal
 Land use: uncultivated land - edge of sandpit

Soil classification:

CSFR: Degraded Chernozem
 Soil Taxonomy: Typic Argiustoll
 FAO: Luvic Chernozem
 IRB: soil with chemic attributes

Description of the profile:

Horizon	Depth (cm)	Color	Texture	Consistence	Structure	Roots	Boundary
Ap	0-25	dark grayish brown (10 YR 4/2)	loam	cohesive (mild moist)	crumb	fine	clear
Ah	25-49	dark gray (10 YR 4/1)	loam	cohesive (mild moist)	granular	very fine	gradual
Bth	49-74	brown (10 YR 5/3)	silty clay loam	cohesive (mild moist)	polyedric argillans	very fine	gradual
Ck	74-120	brownish yellow (10 YR 6/6) pseudomycelias of CaCO ₃	loam limy loess	cohesive	-	-	clear
D	> 120	light yellowish brown (10 YR 6/4)	sand river terrace	gravely sand			

Analytical characterization of profile No. 3 - Postoloprty

Hor.	% stones > 2 mm	texture in % of humus-/carbonate-free fine earth						K _f cm d ⁻¹	d _{B,t} var	d _{B,FE} g cm ⁻³	
		sand			silt						clay
		c+m	f	Σ	c	m+f	Σ				
Ap	<5	15,7	13,4	29,1	23,3	22,2	45,5	25,4	30	-	1,50
Ah	<5	10,0	14,1	24,1	24,6	24,5	49,1	26,8	31	-	1,33
Bth	5-10	11,0	8,9	19,9	20,9	27,3	48,2	31,9	29	-	1,33
Ck	10	12,2	10,7	22,2	20,8	23,2	44,0	33,8	46	-	1,32
D	>75	84,2	5,0	89,2	4,8	2,4	7,2	3,6	-	-	-

Hor.	PV %	water content (%) at pF					pH		Fe _d	Fe _o	Fe _p	Al _o	C _o E·10 ³	C _p g kg ⁻¹
		0,6	1,8	2,5	4,2	H ₂ O	KCl							
Ap	43,2	31,6	30,8	25,4	15,6	6,3	5,9	16,2	3,1	-	2,4	-	-	
Ah	49,6	41,1	34,5	24,8	18,1	7,0	6,2	16,6	2,8	-	2,4	-	-	
Bth	50,0	40,1	39,6	21,4	16,7	7,3	6,7	14,0	1,6	-	1,5	-	-	
Ck	50,4	37,3	37,0	26,7	17,8	7,9	7,1	14,0	1,4	-	1,1	-	-	
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Hor.	C _{org} g kg ⁻¹	N _t	Carbonate g kg ⁻¹	CEC mmol(+) kg ⁻¹ pot. akt.	exchangeable cations in mmol(+) kg ⁻¹						BS %
					Ca	Mg	K	Na	Al	H	
Ap	14		0	230	167	24	5	1			89
Ah	10		0	229	177	19	3	2			96
Bth	8		0	205	164	18	3	1			98
Ck	6		40	-							100

Excursion point No 4: PELEJOVICE (district České Budejovice)

Geomorphological region: **Periphery of Basin of Budejovice**

Climatic region: mild warm, mild moist

Mean annual precipitation: 600 mm

Mean annual temperature: 7-8 °C

Parent material: medium textured solifluction-loesslike deposits on tertiary (neogen) clay (under depth 3 m)

Terrain position: almost flat

Inclination: 2°

Altitude: 425m a.s.l.

Vegetation: luzerne

Land use: arable land

Soil classification:

CSFR: Typic Pseudogley

Soil Taxonomy: Typic Glossaqualf

FAO: Stagno-gleyic Luvisol

IRB: soil with stagnic attributes

Description of the profile:

Horizon	Depth (cm)	Color	Texture	Consistence	Structure	Roots	Boundary
Ap	0-26	dark grayish brown (10 YR 4/2)	silt loam, very few quartz gravels	cohesive	medium granular	fine	clear
Ecs	26-50	light olive gray (5 Y 6/2) many small Fe-Mn nodules	loam, many quartz gravels	slightly hard	fine polyedric	very fine	wavy
Ec + Btg	50-62	reddish brown + dark gray	loam, 10% gravels	slightly hard	coarse polyedric	-	wavy
Btg	62-85	reddish brown + dark gray (5 YR 5/4 + 5 Y 6/1)	clay loam	cohesive	coarse polyedric, prismatic	-	irregular
Btg/ Cg	85-140	reddish brown with gray stripes and tongues (5 YR 5/4)	loam, very few quartz gravels	hard	coarse	-	irregular

Analytical characterization of profile No. 4 - PELEJOVICE

Hor.	% stones > 2 mm	texture in % of humus-/carbonate-free fine earth						clay	K _f cm d ⁻¹	d _{B,t} var	d _{B,FE} g cm ⁻³
		sand			silt						
		c+m	f	Σ	c	m+f	Σ				
Ap	<5	11,1	23,2	34,3	34,6	19,1	53,7	12,0	1,0	-	1,56
Ecs	10-15	14,8	23,2	38,0	27,0	17,3	44,3	17,7	1,5	-	1,68
Ec+											
Btg	10	15,8	17,9	33,7	26,2	16,3	42,5	23,8	1,5	-	1,59
Btg	<5	12,7	19,2	31,9	24,1	13,7	37,8	30,3	0,4	-	1,65
Btg/ Cg											
Cg	<5	12,5	21,0	33,5	30,3	13,6	43,8	22,7	1,0	-	1,70
C	<5	16,3	18,1	34,4	25,1	13,6	38,7	26,9	1,0	-	1,70

Hor.	PV %	water content (%) at pF				pH		Fe _d	Fe _o	Fe _p	Al _o	C _o E·10 ³	C _p g kg ⁻¹
		0,6	1,8	2,5	4,2	H ₂ O	KCl						
Ap	39,3	36,3	36,1	31,7	25,4	6,1	5,9	9,7	5,2	4,3	1,6	-	8,0
Ecs	36,1	34,5	34,1	30,1	25,8	6,1	5,5	9,7	5,4	2,1	1,7	-	2,9
Ec+													
Btg	40,6	39,2	38,2	35,7	30,6	6,1	5,2	12,2	6,8	-	1,6	-	-
Btg	38,3	36,3	36,2	35,9	30,7	5,9	5,5	23,5	10,0	1,3	3,1	-	1,4
Btg/ Cg													
Cg	36,8	35,7	35,6	34,6	30,0	6,4	5,7	21,4	6,1	-	2,5	-	-
C	36,8	35,4	35,2	32,1	28,9	6,5	6,0	23,6	5,6	-	2,0	-	-

Hor.	C _{org} g kg ⁻¹	N _t g kg ⁻¹	Carbonate g kg ⁻¹	CEC mmol(+) kg ⁻¹		exchangeable cations in mmol(+) kg ⁻¹						BS %
				pot.	akt.	Ca	Mg	K	Na	Al	H	
Ap	11		0	160	112	71	6	2	1,0	50		60
Ecs	6		0	131	79	59	27	2	0,4	45		61
Ec+												
Btg	3		0	197	148	67	16	2	0,4	40		68
Btg	3		0	190	152	77	33	3	2,0	34		77
Btg/ Cg												
Cg	2		0	197	177	76	35	3	2,0	24		85
C	2		0	190	175	86	39	2	2,0	25		84

Excursion point No 5: NETOLICE (district Prachatice)

Geomorphological region: **Periphery of Basin of Budejovice**

Climatic region: mild warm, mild moist

Mean annual precipitation: 600 mm

Mean annual temperature: 7 °C

Parent material: tertiary (neogen) clay

Terrain position: land slopes downward gently to south

Inclination: 6°

Altitude: 420m a.s.l.

Vegetation: spontaneous ruderal

Land use: uncultivated land - brickfield

Soil classification:

CSFR: Pseudogleyic Pelosol

Soil Taxonomy: Vertic aquic Eutrochrept

FAO: Stagno-gleyic Cambisol

IRB: soil with stagnic attributes

Description of the profile:

Horizon	Depth (cm)	Color	Texture	Consistence	Structure	Roots	Boundary
Ap	0-20	dark gray (10 YR 4/1) few mottles	sandy clay loam	noncoherent	crumb	fine- medium	clear
ABg	20-40	grayish brown (10 YR 5/2)	clay	cohesive	fine polyedric	fine	gradual
Bg	40-70	light brownish gray (10 YR 6/2) common rusty mottles	clay	slightly hard	coherent	-	diffuse
BCg	70-105	light brownish gray (10 YR 6/2) many rusty mottles	clay	hard, very firm	coherent	-	diffuse
Cg	> 105	dusty red (2,5 YR 3/2) many grayish mottles	clay loam	hard	coherent	-	

Analytical characterization of profile No. 5 - Netolice

Hor.	% stones > 2 mm	texture in % of humus-/carbonate-free fine earth						K _f cm d ⁻¹	d _{B,t} var	d _{B,FE} g cm ⁻³	
		sand			silt						clay
		c+m	f	Σ	c	m+f	Σ				
Ap	<5	19,9	12,4	32,3	21,5	16,5	38,0	29,7	10,5	-	1,30
ABg	<5	11,4	7,5	18,9	16,4	15,8	32,2	48,9	1,3	-	1,36
Bg	<5	10,6	3,7	14,3	19,5	12,6	32,1	53,6	0,5	-	1,53
BCg	10-20	11,1	11,5	22,6	16,6	9,9	26,5	50,9	0,3	-	1,66
Cg	>25	17,2	14,1	31,3	19,5	12,3	31,8	36,9	-	-	1,71

Hor.	PV %	water content (%) at pF				pH		Fe _d	Fe _o	Fe _p	Al _o	C _o E·10 ³	C _p g kg ⁻¹
		0,6	1,8	2,5	4,2	H ₂ O	KCl						
Ap	52,2	41,7	41,1	33,2	28,6	8,0	7,2	26,5	11,5	-	2,6	-	-
ABg	54,5	54,5	53,5	51,0	42,3	8,0	7,0	-	-	-	-	-	-
Bg	51,1	52,3	50,4	46,4	44,9	8,0	7,0	44,0	8,5	-	3,2	-	-
BCg	48,3	48,2	47,4	46,4	40,0	8,1	7,2	53,0	6,8	-	1,6	-	-
Cg	-	34,8	31,4	30,1	24,3	7,7	7,3	33,3	3,3	-	1,0	-	-

Hor.	C _{org} g kg ⁻¹	N _t	Carbonate g kg ⁻¹	CEC mmol(+) kg ⁻¹ pot. akt.	exchangeable cations in mmol(+) kg ⁻¹					BS %	
					Ca	Mg	K	Na	Al		H
Ap	18		0	272	304	43	3,5	1,5			99
ABg	6		0	276	196	78	5,3	1,8			96
Bg	4		0	251	153	86	5,2	2,4			96
BCg	2		0	247	145	101	3,7	3,2			95
Cg	2		0	214	121	74	3,7	3,4			91

Excursion point No 6: STRAZNY - VLCI JAMY (district Prachatice)

Geomorphological region: **Bohemian Forest (Böhmerwald)**

Climatic region: cold

Mean annual precipitation: 1 000 - 1 100 mm

Mean annual temperature: 3-4 °C

Parent material: coarse textured deluvio-fluvial deposits

Terrain position: lower part of gentle slope - terrain depression

Inclination: 2-3°

Altitude: 810m a.s.l.

Vegetation: pasture

Land use: after unsuccessful melioration uncultivated

Soil classification:

CSFR: Histic Gley (Epigley)

Soil Taxonomy: Histic Humaquept

FAO: Humic Gleysol - Histo-humic Gleysol

IRB: soil with gleyic attributes

Description of the profile:

Horizon	Depth (cm)	Color	Texture	Consistence	Structure	Roots	Boundary
H	0-25	dark brown (10 YR 3/3)	moist peat				
	25-45	black (10 YR 2/1)	moist peaty earth		-	-	clear
Gr	45-95	light bluish gray (5 BG 5/1)	sandy loam	plastic, moist	-	coarse	gradual
Gor	95-120	yellowish red (5 YR 5/8) rusty and gray mottles and stripes	sandy loam	extremely firm	-	-	
CG	95-120	yellowish red (5 YR 6/8)	sandy loam	cohesive			

Analytical characterization of profile No. 6 - VLCI JAMY

Hor.	% stones > 2 mm	texture in % of humus-/carbonate-free fine earth						clay	K_f cm d ⁻¹	$d_{B,t}$ var	$d_{B,FE}$ g cm ⁻³
		sand		silt		clay					
		c+m	f	Σ	c	m+f	Σ				
H	<5	22,9	41,3	64,2	16,3	8,1	24,3	11,5	80	-	0,63
Gr	5-10	25,0	27,2	52,2	12,3	11,0	23,3	14,5	72	-	1,48
Gor	10-25	27,5	27,9	55,4	11,3	15,5	26,8	17,8	3,6	-	1,70
lICG	>25	34,9	25,5	60,4	11,1	12,2	23,6	16,0	-	-	1,70

Hor.	PV %	water content (%) at pF				pH		Fe_d	Fe_o	Fe_p	Al_o	C_o E·10 ³	C_p g kg ⁻¹
		0,6	1,8	2,5	4,2	H ₂ O	KCl						
		g kg ⁻¹						g kg ⁻¹					
H	68,5	66,8	65,0	60,6	45,6	4,8	4,4	53,9	47,8	1,7	6,8	-	9,5
Gr	39,6	37,4	36,4	32,7	20,1	4,7	3,7	9,5	6,0	1,8	2,1	-	3,5
Gor	35,5	35,0	34,6	27,8	20,5	4,5	4,0	13,3	5,0	0,8	2,0	-	0,5
lICG	34,8	-	-	-	-	5,6	4,5	8,8	1,8	-	0,8	-	-

Hor.	C_{org} g kg ⁻¹	N_t	Carbonate g kg ⁻¹	CEC mmol(+) kg ⁻¹		exchangeable cations in mmol(+) kg ⁻¹					BS %	
				pot.	akt.	Ca	Mg	K	Na	Al		H
H	183		0,0	516	191	137	22	3	3			17
Gr	4		0,0	136	65	28	1	1	1			24
Gor	4		0,0	73	58	16	1	1	1			52
lICG	3		0,0	58	45	20	1	1	1			57

Exkursion D

**Böden und Deckschichten der Münchberger Hochfläche
und des Frankenwaldes**

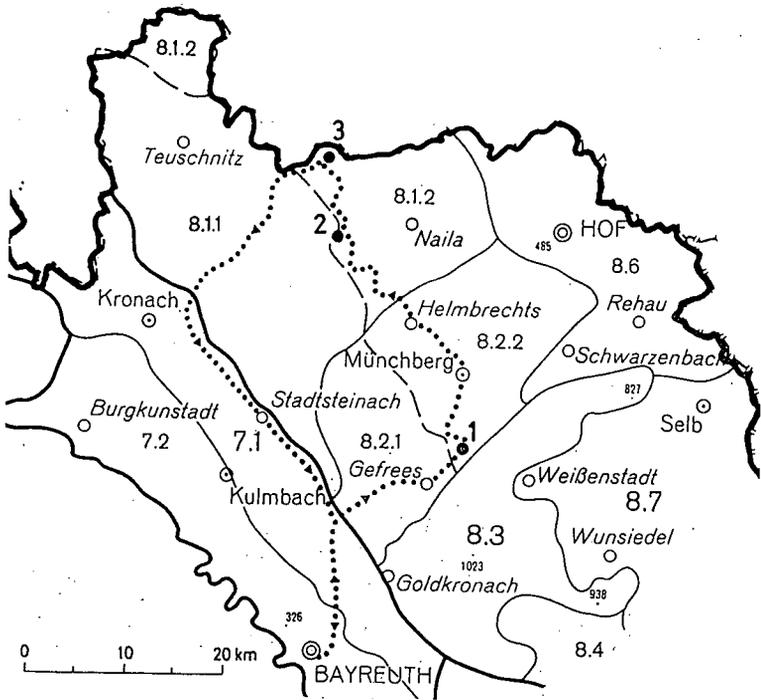
von
Spies, E.-D.*)

1. Naturräumliche Gliederung (siehe Abb.1)

Die Teillandschaften 8.1 Frankenwald und 8.2 Münchberger Hochfläche sind nach (WITTMANN, 1983) Teile der Großlandschaft 8. Frankenwald, Fichtelgebirge und Vogtland. Beide Teillandschaften werden von der Wasserscheide Main/Saale in je zwei Teillandschaften 2. Ordnung geteilt. Östlich der Wasserscheide, also im Einzugsgebiet der Sächsischen Saale, hat sich jeweils eine hügelige Hochflächenlandschaft erhalten (8.1.2 Östlicher und Nördlicher Frankenwald und 8.2.2 Östliche Münchberger Hochfläche). Die beiden Teillandschaften westlich der Wasserscheide, im Einzugsgebiet des Main (8.1.1 Westlicher Frankenwald und 8.2.1 Westliche Münchberger Hochfläche) besitzen dagegen mit ihren tiefeingeschnittenen Kerb- und Sohlentäler einen ausgeprägten Mittelgebirgscharakter.

Im Westen grenzen die beiden Teillandschaften an das Obermainschollenland (7.1 und 7.2), im Süden an das hohe Fichtelgebirge (8.3) und im Osten an das Bayerische Vogtland (8.6). Im Norden schließt sich der Thüringer Wald an.

*) Bayerisches Geologisches Landesamt
Heßstr. 128, 8000 München 40



..... Exkursionsroute 3 ● Exkursionspunkte

- 7.1 Nordöstliches Obermain-Schollenland
- 7.2 Südliches Obermain-Schollenland
- 8.1.1 Westlicher Frankenwald
- 8.1.2 Östlicher und nördlicher Frankenwald
- 8.2.1 Westliche Münchberger Hochfläche
- 8.2.2 Östliche Münchberger Hochfläche
- 8.3 Hohes Fichtelgebirge
- 8.6 Bayerisches Vogtland
- 8.7 Selb-Wunsiedler Bucht

Abb.1: Ausschnitt aus der Landschaftsgliederung nach WITTMANN (1983) mit eigenen Ergänzungen

2. Geologische, landschaftsgeschichtliche und morphologische Übersicht

Frankenwald und Münchberger Gneissmasse samt ihrer Umrahmung sind Teile des Paläozoischen Sockels Ostbayerns, der im Westen an der Störungszone der Fränkischen Linie gegenüber dem mesozoischen Vorland herausgehoben ist. Nach der sedimentären Fazies, der Verteilung magmatischer Gesteine, wie nach der tektonischen Prägung und Metamorphose werden hier zwei Faziesräume unterschieden:

- die Thüringische Faziesreihe (= "Normalfazies") im Frankenwald und im Fichtelgebirge und
- die Bayerische Faziesreihe im südlichen Frankenwald und im südwestlichen Vogtland

Die Schichtenfolge beginnt in der Thüringischen Fazies des Frankenwaldes mit einer Folge unterordovizischer Sedimente (Phycodenschiefer und Phycodenquarzit), gefolgt von oberordovizischen Tonschiefern (Griffelschiefer), Sandsteinen (Hauptquarzit) und sandigen Tonschiefern (Lederschiefer). Das Silur ist wie in der bayerischen Fazies als Wechselfolge von Lyditen und schwarzen bituminösen Schiefern (Graptolithenschiefer) ausgebildet. Unter- und Mitteldevon sind in Form recht geringmächtiger Kalksteine und bunter Tonschiefer (Tentaculitenkalk und -schiefer) vertreten. Im Oberdevon trat intensiver submariner Basaltvulkanismus auf, der mächtige Diabase, Diabastuffe, Diabastuffbrekzien, Pikrite und Tuffite hinterließ. Darüber liegen in Teilbereichen Kalk- und Mergelsteine (Flaserkalk, Kalkknollenschiefer), die von dunklen Tonschiefern und Grauwacken oder bunten Tonschiefern überlagert werden. Das untere Unterkarbon (Lehester Schichten) beginnt mit mächtigen Dachschiefern über, denen der Untere Bordenschiefer, der Wetzsteinquarzit und das Wurstkonglomerat, sowie die Oberen Bordenschiefer und Dachschiefer folgen. Die darüberliegenden Teuschnitzer Schichten bestehen im unteren Teil aus einer Wechselfolge von Grauwacken und Tonschiefern, während im oberen Teil Grauwacken überwiegen. Sie sind bereits Vorzeichen der Faltungsphase im ausgehenden Vise. Danach treten erst wieder Gesteine des Rotliegenden auf, die aber nur im Bereich von Stockheimer und Pressiger Becken erhalten sind.

Tabelle 1: Stratigraphie des Fankenwälder Paläozoikums
(v. HORSTIG)

Mio. Jahre	Periode	Thüringische Faziesreihe	Bayerische Faziesreihe
325	Karbon (c) Ob- (co) Unter- (cu)		
		Teuschnitzer Schichten (Grauwacke, Tonschiefer)	Grauwacken-Tonschiefer-Serie
350	Devon (d) Ober- Mittel- Unter-	Lehestner Schichten, (Tonschiefer, Grauwacke, Quarzit, Konglomerat)	Kieselschiefer-Breccie, Kohlnkalk, Konglomerat, Tonschiefer
360		Bunte Tonschiefer, tuffit, Grauwacke	Kieselschiefer-Serie
380		Flaserkalk, Kalkknollenschiefer, Diabas, Diabastuff	Flaserkalkstein, Diabas
395		Tentaculitenschiefer, Tentaculitenkalk	Kieselschiefer-Serie
435	Silur (s) Ob- (og) Unter- (o)	Graptolithenschiefer (Tonschiefer u. Lydit)	Graptolithenschiefer
450		Ockerkalk	Orthocerenkalk
500		Lederschiefer-Hauptquarzit, Griffelschiefer	Döbra-Sandstein
515		Phycodenquarzit, Phycodenschiefer	Randschiefer-Serie (Diabas, Keratophy), Schwarzenbacher-Serie
540		?	Leimitschiefer
550	Kambrium (cb) Ober- Mittel- Unter-	?	?
570		?	Bergleshof-Schichten, Lippertsgrüner Schichten, Triebenreuther Schichten, Wildensteiner Schichten, Galgenberg-Schichten
		?	Tiefenbach-Schichten ?

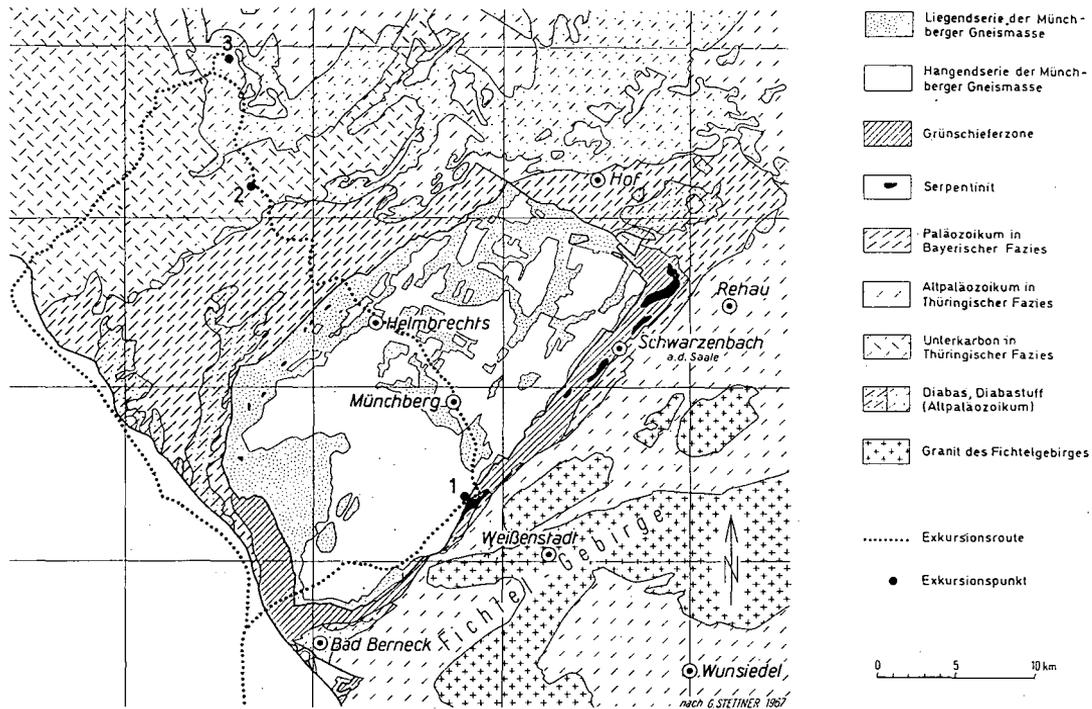


Abb. 2: Geologische Übersicht, verändert nach STETTNER (1967)

Die Bayerische Fazies beginnt mit kambrischen Gesteinen, die i.w. aus einer Wechselfolge von Tonschiefern und Sandsteinen bestehen. Lediglich die Triebenreuther Schichten zeichnen sich durch eine Folge von vulkanischen Brekzien, Konglomeraten, tuffitischen Arkosen und kieselligen Schiefern aus. Im Ordoviz kam es zu einer Ablagerung von mächtigen bunten Tonschiefern (Randschieferserie), begleitet von einem Diabas-Keratophyrvulkanismus. Das Ordoviz wird vom Döbra-Sandstein abgeschlossen. Das Silur entspricht dem der Thüringischen Fazies. Im Devon treten neben Kalksteinen mächtige Lydit-Tonschiefer-Folgen auf und der Diabasvulkanismus ist nicht so ausgeprägt wie in der Thüringischen Fazies. Das Unterkarbon beginnt mit einer Tonschieferserie, über der Konglomerathorizonte folgen, die durch die bitumenreichen Kohlenkalke getrennt sind. Den Abschluß bildet die mächtige Grauwacken-Tonschiefer-Serie, die als Vorzeichen der nahen jungvariszischen Gebirgsbildung zu werten ist. Die Hauptfaltung erfolgte im höchsten Unterkarbon (sudetische Phase). Rotliegendesedimente sind aus dem Bereich der Bayerischen Fazies nicht bekannt.

Die Münchberger Gneissmasse ist ein tektonisch isolierter Körper, der zusammen mit der Grünschieferzone und den altpaläozoischen Gesteinen der Bayerischen Faziesreihe deckenartig das Paläozoikum Thüringischer Fazies überlagert. Der heutige Zuschnitt wird sowohl von der spätvariszischen Schollentektonik, als auch von der Abtragung bestimmt. Über die Herkunft des Deckenkomplexes gibt es verschiedene Vorstellungen, deren Erörterung den hier gegebenen Rahmen sprengen würde. Die starke metamorphe Überprägung hat in der Gneissmasse biostratigraphische Zeitmarken ausgelöscht. Lithostratigraphische Beziehungen zu anderen Komplexen, etwa zwischen der Liegendserie und dem fichtelgebirgischen Kambroordoviz oder zwischen der Hangendserie und dem Ordoviz Bayerischer Fazies decken nur einen Teil des jeweiligen Inventars ab. Nach den heutigen Erkenntnissen ist die Beziehungsfrage wieder völlig offen. Während die Liegendserie eine relativ monotone Folge vorwiegend saurer Gneise ist, zeigt die Hangendserie einen bunten Wechsel von sauren und basischen bis ultrabasischen Metamorphiten, welche auf basische Magmenergüsse, Lagergänge und tuffitische Ablagerungen zurückzuführen sind.

Tabelle 2: Gesteine Münchberger Gneismasse und Grünschieferzone

Grünschieferzone:

- Phyllite: Quarzphyllit, quarzitisches gebänderter Phyllit, phyllonitischer Metakeratophyr
- Prasinit: prasinitischer bis amphibolitischer Metadiabas
- Amphibolit: meist (Zoisit-)Epidotamphibolit
- Serpentin: weitgehend serpentinierte Peridotite

Hangendserie Münchberger Gneismasse:

- Amphibolit: metamorphe Magmatite
- Eklogite: Eklogit, Eklogitamphibolit, Granatamphibolit
- Hornblendebändergneis: Wechsellagerung vulkanischer und paragener Gesteine
- Muskovit-Plagioklasgneis

Liegendserie Münchberger Gneismasse:

- Paragneis: Überwiegend Muskovit-Biotit-Gneis
- granitoide Gneise: Metagranit, z.T. Augengneis
- Metagranodiorit
- Metagabbro, Metanorit

Während Trias, Jura und Kreide war das nordostbayerische Grundgebirge zumindest zeitweise Sedimentationsraum. Die mesozoischen Gesteine wurden durch die schrittweise Hebung des Grundgebirges östlich der Fränkischen Linie später vollständig abgetragen. Die Hebung war bereits vor der Oberkreide aktiv und setzte sich bis ins Jungtertiär fort (WURM, 1932). Anders als z.B. im Fichtelgebirge sind keine tertiären Sedimente vorhanden. Als Zeugen dieser Zeit sind jedoch die intensiven und z.T. sehr tiefreichenden Verwitterungsbildungen (Saprolith) auf den paläozoischen Gesteinen erhalten. Zahlreiche Bohrungen belegen Saprolithe von 20 bis 40 m Mächtigkeit, vereinzelt können sie auch noch mächtiger werden (z.B. südlich Selbitz: 86 m). Die Zeit der intensivsten tropisch-subtropischen Verwitterung lag vor dem Miozän (WURM, 1932). Die erhaltenen Verebnungsflächenreste entstammen nach WURM einer späteren, altpliozänen Einebnung, was erklärt, warum wir keine vollständig erhaltenen Verwitterungsprofile mehr antreffen. Spättertiäre und pleistozäne Abtragung haben das alte Verwitterungsprofil geköpft und vom oberen, kaolinitischen Verwitterungsstockwerk sind, wenn überhaupt, nur geringmächtige Relikte erhalten. Die gün-

stigsten Voraussetzungen zur Erhaltung der tertiären Verwitterungsrelikte sind in den Landschaftsteilen östlich der Wasserscheide Main/Saale gegeben. Das geringe Gefälle des Entwässerungssystems der Saale hat die rückschreitende Erosion in Grenzen gehalten und eine hügelige bis flachwellige Landschaft hinterlassen. Hier finden wir großflächig erhaltene und tiefreichende Verwitterungsbildungen. Das Entwässerungssystem des Main hat ein deutlich größeres Gefälle. Entsprechend haben sich die Flüsse und Bäche tief bis ins unverwitterte Gestein der alten Rumpffläche eingeschnitten und eine typische Mittelgebirgslandschaft mit steilen Kerb- und Sohlentälern hinterlassen. Relikte der alten Verwitterungsdecke finden sich hier nur auf den Rücken und Riedeln zwischen den Tälern.

Die Landschaften beiderseits der Wasserscheide weisen auch deutliche Unterschiede in der Ausbildung der periglazialen Überprägung und der Verbreitung der periglazialen Deckschichten auf. Östlich der Wasserscheide sind nur die Kuppen, Rücken und Oberhangbereiche ausschließlich mit einer 3 - 6 dm mächtigen Hauptlage bedeckt. Ihre Bodenart ist i.w. von der Art des Ausgangsgesteins und der Intensität seiner Vorverwitterung abhängig. Es treten alle Übergänge von lößlehmhaltigem Schutt bis zu skelettfreien Feinerdesubstraten auf, die bei entsprechender Unterlage vom schwach schluffigen Sand bis zum lehmigen Schluff oder schluffigen Lehm reichen können. Schon in den Mittelhängen, die zu den hier vorherrschenden Muldentälern überleiten, sind verdichtete, stauende Fließerden unter der Hauptlage weit verbreitet. Häufig sind die Fließerden geschichtet und eine (oder mehrere) Mittellage(n) über Basislage(n) zu erkennen. Die Fließerden werden im Unterhangbereich mächtiger und kleiden auch den Talboden aus. Hier finden sich an den Bachläufen häufig schmale Säume mit kolluvialen Sedimenten über Fließerden. Im Bereich der Altflächenreste mit ihren intensiv zersetzten Gesteinen haben sich häufig dichte, lehmige bis tonige Solimixtionsdecken gebildet, die von einer meist geringmächtigen (2 - 4 dm) Hauptlage bedeckt sind. Der lehmige Schluff bis schluffige Lehm der Hauptlage ist hier meist nur geringfügig mit dem "schwereren" Material der liegenden Schichten vermischt. Häufig ist die dichte Solimixtionsdecke im oberen Teil als Mittellage entwickelt.

Westlich der Wasserscheide sind verdichtete Fließerden weniger weit verbreitet. Sie beschränken sich hier i.w. auf die kleinen Talan-

fangsmulden im Bereich der Hochflächenreste und auf mittel bis schwach geneigte Hangfußlagen. Meist treten sehr skelettreiche Fließschutte auf, deren Grobkomponenten deutlich in Hangrichtung oberflächenparallel eingeregelt sind und deren Feinerdematrix häufig stark verdichtet ist. Typisch für die Landschaft westlich der Wasserscheide sind skelettreiche Hauptlagen, die erst im Mittel- bis Unterhangbereich von meist feinerdearmen, kaum verdichteten Basis- schuttlagen unterlagert werden. Gut entwickelte Mittellagen sind selten. Meist ist unterhalb der Hauptlage nur eine geringmächtige lößlehmhaltige Übergangslage zur Basislage vorhanden. Sie ist meist skelettreicher als die Hauptlage und läßt sich nur dann abgrenzen, wenn sich die Hauptlage durch sedimentologische Merkmale (z.B. Steinsohle) absetzt.

Erläuterungen zu Deckschichten und den Bodenlandschaften von Münchberger Hochfläche und Frankenwald sind im Kapitel "Die Böden Mittel- und Oberfrankens" in diesem Band abgedruckt.

3. Klima

Frankenwald und Münchberger Hochfläche gehören zum Klimabezirk des Thüringisch-Fränkischen Mittelgebirges. In beiden Landschaften steigen die mittleren Jahresniederschläge vom Westrand (Fränkische Linie) mit 850 mm bis zur Wasserscheide Main/Saale bis auf 1000 mm an. Im Windschatten der Höhenzüge der Wasserscheidenregion sinken die Niederschläge nach Osten rasch bis auf 700 mm ab. Die mittlere Lufttemperatur sinkt östlich der Fränkischen Linie rasch von randlich fast 8°C bis auf 5,5°C im Wasserscheidenbereich. Östlich der Wasserscheide steigt die mittlere Lufttemperatur allmählich wieder auf 7°C an. Die Temperaturverhältnisse werden nicht allein von der Höhenlage bestimmt. Entscheidend ist, daß die östlichen Landschaftsteile für die kalten kontinentalen Luftmassen aus Norden und Osten weitgehend offen sind.

	Frankenwald	Münchberger Hochfläche
Mittlere Lufttemperatur (Jahr)	5,5 - 7,5 °C	5,5 - 7,5 °C
Mittlerer Jahresniederschlag	750 - 1000 mm	700 - 1000 mm
Vegetationstage/Jahr	190 - 210 (Hochlagen 180)	180 - 200

4. Vegetation und Nutzung

Die Wahl der Nutzungsform (Wald oder Landwirtschaft) ist im ostbayerischen Grundgebirge zunächst von der Höhenlage (=Temperatur) und von der Morphologie abhängig. Oberhalb von ca. 650 m üNN ist fast ausschließlich Wald anzutreffen. Unterhalb dieser Tiefenstufe ist die Morphologie entscheidend. Stark geneigte und steile Hänge sowie die kleineren Kuppen und Rücken der Hochflächenlandschaft tragen hier fast ausschließlich Wald.

natürliche Baumzusammensetzung
nach Hauptbaumarten
(nach K.FOERST u. K.KREUTZER)

8.1 Frankenwald und	Buchen-Fichten-Tannenwälder; in tieferen Lagen auch Buchen-Eichen-
8.2 Münchberger Hochfläche	Wälder z.T. mit Tanne; in den höheren Lagen Buche zurücktre- tend, Fichte zunehmend dominierend bis hin zu hochmontanen Fichtenwäldern

Bei der landwirtschaftlichen Nutzung ist der Wasserhaushalt der einschränkende Faktor. Die feuchten Hanglagen mit stauenden Fließenden, die staunassen Altflächenreste mit lehmig-tonig zersetztem Gestein im Untergrund und die grundwasserbeeinflussten Talböden werden als Grünland genutzt.

		8.1. Frankenwald	8.2. Münchberger Hochfläche
FN	in % der GN	58,9	40,1
LN	"	35,9	56,1
Ackerfläche (AF)	in % der LN	55,8	64,9
Grünland	"	43,8	34,7
Getreide	in % der AF	68,4	66,3
Mais	"	4,0	5,9
Hackfrüchte	"	9,1	9,5
Leguminosen	"	8,1	9,4

GN: Gesamte Wirtschaftsfläche
LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche
FN: Forstliche Nutzfläche

5. Exkursionsroute (siehe Abb. 1 und 2)

Die Exkursion führt über die Autobahn A 9 von Bayreuth auf die Münchberger Hochfläche. Bei Bad Berneck wird der Steilanstieg vom Obermainschollenland zum Grundgebirgssockel (Fränkische Linie) überquert. Die bewaldeten, steilen Taleinschnitte des westlichen Teils der Münchberger Hochfläche mit Felsfreistellungen von Amphipoliten und granitoiden Gneisen begleiten den Anstieg. Auf der Hochfläche angekommen, verändert sich rasch das Landschaftsbild. Eine hügelige Agrarlandschaft mit einzelnen bewaldeten Kuppen beherrscht das Bild. Bei Gefrees wird die Autobahn in Richtung Zell verlassen. Im Süden sind von hier die Höhen des Fichtelgebirges zu erkennen. Kurz vor der Ortschaft Zell taucht der bewaldete Bergrücken des Haidberges, das erste Exkursionsziel auf. Von hier geht die Fahrt quer durch die Münchberger Gneismasse über Münchberg und Helmbrechts in den Frankenwald. Die bewaldeten Höhenrücken der granitoiden Gneise nördlich von Helmbrechts markieren den Rand der Gneismasse. Die Fahrt geht über Schwarzenbach a. W. auf der Wasserscheide Main/Saale in Richtung Geroldsgrün. Am Schneidberg, einem langgestreckten Rücken aus Grauwacken im Kern der Nailaer Mulde, wird der zweite Exkursionspunkt erreicht. Von hier geht es anschließend über Geroldsgrün und Langenbach in die Diabasregion des Bergaer Sattels. Nördlich von Langenbach erreichen wir den dritten Exkursionspunkt, den bewaldeten Höhenzug des Köcklein. Die Rückfahrt führt in steilen Serpentinien von der Wasserscheidenregion in die tiefeingeschnittenen Täler des westlichen Frankenwaldes. Durch das Rodachtal gelangen wir wieder an die Fränkische Linie mit ihrem deutlichen Steilanstieg, der die Rückfahrt bis Bad Berneck begleitet.

6. Exkursionsthemen

a) Stoffbestand der Deckschichten

Die meist polymikte Zusammensetzung von periglazialen Deckschichten erschwert die Stoffbilanzierung der auf ihnen entwickelten Böden. Das Ausmaß der Vermischung verschiedener Gesteinskomponenten läßt sich bei den Profilen des Haidberges wegen der extrem gegensätzlichen mineralogischen und chemischen Zusammensetzung der beteiligten Gesteine besonders deutlich demonstrieren (Serpentinit: Quarz- und

feldspatfrei, extrem hohe Mg-, Cr- und Ni-Gehalte/ Mu-Plag-Gneis: Feldspat- und quarzreich, extrem niedrige Cr- und Ni-Gehalte/ Lößlehm: Quarzreich, niedrige Schwermetallgehalte). Die mineralogisch-geochemische Differenzierung des Stoffbestandes der Deckschichtenabfolge wird ebenfalls an Profilen über Schiefer und Grauwacke sowie über Diabas und Diabastuff vorgeführt.

b) Deckschichten und Bodengenese

An den Profilbeispielen aus landschaftstypischen Catenen wird der von Gestein und Relief abhängige Deckschichtenaufbau der Böden und die Auswirkung von Untergrundgestein, dessen Vorverwitterung, Substratschichtung und Lößlehmbeimengung auf die Bodengenese diskutiert.

c) Stofftransport in der Landschaft

Am Beispiel der Catena des Haidberges wird das Ausmaß des Feststofftransportes in den Deckschichten einerseits und der Lösungstransport in den Hangzugwässern andererseits diskutiert.

7. Exkursionspunkte

7.1 Exkursionspunkt 1:

Haidberg bei Zell (Münchberger Hochfläche)

Der Haidberg (692 m üNN) bei Zell ist ein bewaldeter Serpentinitrücken am Ostrand der Grünschieferzone. Der Serpentinithärtling geht nach deutlichem Geländeknick in einen langgestreckten Hang (ca. 1 km Länge) über, der in eine flache Senke überleitet. Hier stehen im Untergrund stark verwitterte bis völlig zersetzte helle und dunkle Gneise an, die der Hangendserie der Münchberger Gneismasse angehören. Serpentinitt und Gneis grenzen im Bereich des Hangknicks an einer dem Serpentinittzug parallelen Störung aneinander. Die mittleren und unteren Hangbereiche des Serpentinitrückens, der schwach geneigte Hang sowie die Senke über den Gneisen sind nahezu flächendeckend von einer im Mittel ca. 1 m mächtigen, geschichteten, verdichteten Fließerde (Mittel- und Basislage) überzogen. Diese ist wiederum von einer lockeren, 3 - 6 dm mächtigen, lößlehmreichen Hauptlage bedeckt. Die gesamte Deckschichtenfolge enthält Serpentinitschutt, der an der

Basis der Basislage in Form einer Steinsohle stark angereichert ist. Der Serpentinitschuttgehalt nimmt mit der Entfernung zum Serpentinzug ab. Aber selbst in der Tiefenzone der Senke, ca. 1200 m vom Serpentinithärtling entfernt ist noch Serpentinitschutt in der Fließerde vorhanden (meist x2gr2).

Ausgangsgesteine:

a) Der Serpentinrücken des Haidbergs ist nach ROST (1956) ein petrologisch uneinheitlich zusammengesetzter Gesteinskörper mit allen Übergängen von basischen Chloritpyroxeniten über Diallagpyroxenite bis zu ultrabasischen Peridotiten. Die Mineralumwandlungen bei der Metamorphose und beim Aufstieg haben den primären Mineralinhalt (Olivin und Pyroxene) verändert. Die wichtigsten Umwandlungsprodukte dieser Mg-reichen Primärminerale sind Serpentin, ein Mg-reiches Zwischsilikat, und bei Weiterreaktion Talk und Magnesit. Die Gesteinsproben aus den hier vorgestellten Bodenprofilen bestehen fast ausschließlich aus Serpentin, lediglich Chlorit läßt sich in geringen Mengen (<10%) als weiteres Mineral röntgenographisch nachweisen. Die intensive Tertiärverwitterung hinterließ Saprolithrelikte, die in Taschen und Spalten erhalten sind und im Steinbruch im Nordteil des Haidbergzuges zu beobachten sind. Im unteren Teil der Verwitterungsdecke auf Serpentinit liegen häufig residuale, an Tonminerale gebundene Ni-Anreicherungen vor. Solche tonigen Kluftverwitterungsrelikte des Serpentinits sind oberflächennah sehr häufig erhalten. Sie können in Form von Ni-haltigem Serpentin (Garnierit), Ni-haltigem Chlorit (Schuchardit) oder als Nickelnontronit vorliegen (JUBELT, 1956).

b) Bei den verschiedenen Gneisen, die westlich des Haidbergs vorkommen, handelt es sich i.w. um Hornblendebändergneise der Hangendserie, die aus einer Wechselagerung von überwiegend hellen Muskovit-Gneisen und dunklen Hornblendegneisen bzw. Amphiboliten bestehen. Die Hauptminerale der hellen Gneise sind gemittelt nach STETTNER (1977) Plagioklas (45-55 %), Quarz (15-30 %) und Muskovit (5-20 %). Die Hornblendegneise (ebenfalls gemittelt nach STETTNER, 1977) besitzen Hornblende (30-55 %), Plagioklas (30-45 %), Quarz (5-15 %), Klinozoisit/Epidot (bis 10 %) und Granat (bis 7 %) als Hauptminerale.

Es wird eine Catena vorgestellt, die vom Firstbereich (Profil 1) des Serpentintrückens über den konvexen Oberhang, durch eine Hangmulde und über den schwach geneigten Hangbereich über Gneiszersatz bis in die Tiefenzone der Senke reicht.

Auf den Firstrücken und konvexen Oberhangbereichen sind vorwiegend Braunerden mittlerer Entwicklungstiefe aus schuttreichen Hauptlagen entwickelt, die im Bereich von Felsdurchragungen und Blockschuttbestreuungen kleinräumig mit Fels(Block)-Humusböden vergesellschaftet sind. Auf den schmalen Firstverebnungen und an den flachen Oberhängen gehen sie z.T. in tiefgründigere Braunerden aus Haupt- über Mittel-lagen über.

In den Hangmulden und den schwach bis mittel geneigten Mittelhängen sind bereits verdichtete Fließerden unter der Hauptlage vorhanden. Hier sind vorwiegend Hangpseudogleye aus geringmächtiger Hauptlage (3 - 5 dm) über stauenden Mittel- und Basisfließerden entwickelt. Sie gehen zum Oberhang hin in Braunerde-Pseudogley und Pseudogley-Braunerden über. Nach dem Übergang vom Serpentintrücken zur Gneissenke, der mit einer deutlichen Hangverflachung einhergeht, treten wieder mächtigere Hauptlagen (5 - 7 dm) über den Fließerden auf. Entsprechend sind hier vorwiegend Pseudogley-Braunerden verbreitet und Ackernutzung ist möglich. Hangabwärts nimmt die Mächtigkeit der Hauptlage wieder ab und ist ca. 200 m westlich der Hangverflachung auf 2 - 4 dm gesunken. Hier treten Hangpseudogleye auf, die mit schmalen Hangleyrinnen vergesellschaftet sind. Im untersten Hangbereich verzahnen sich die Hangpseudogleye und die Hangleye mit den Gleyen der Senke.

Profil 1

Profil 1 liegt auf dem Firstrücken des Haidberges, wo einzelne Felsdurchragungen und große Blöcke ein unruhiges Mikrorelief bedingen. Dazwischen liegt eine schuttreiche Hauptlage von stark schwankender Mächtigkeit (2 -8 dm). Wir finden hier eine Bodenformengesellschaft mit kleinräumigem Wechsel von Braunerden und Ranker-Braunerden aus lößlehmhaltigem Schutt und Fels- bzw. Blockhumusböden.

Das untersuchte Profil besitzt eine nach unten immer schuttreicher werdende Hauptlage von ca. 7 dm Mächtigkeit über klüftigem Serpentinfels. Sowohl in der chemischen, als auch in der mineralogischen Zusammensetzung unterscheiden sich das anstehende Gestein und die Feinerde des Bodenprofils. Besonders die Mineralogie des Serpentinits (hier Serpentin + ca. 5 % Chlorit) erlaubt es, auch geringe Mengen allochthonen Materials in der Feinerde nachzuweisen. In diesem Profil besteht selbst die Feinerdefüllung der Klüfte im oberen Bereich des mCv-Horizontes vorwiegend aus allochthonem Lößlehmmaterial. Dies ist durch einen hohen Quarzgehalt (ca. 60-70 %), ein typisches Feldspatspektrum (Mikroklin, Orthoklas und Plagioklas, zusammen ca. 10-20 %) und ein breites Tonmineralspektrum gekennzeichnet. Die Bodenart des Lößlehms liegt im Bereich des sandigen, sandig-lehmigen bis lehmigen Schluffs, wobei ein deutliches Korngrößenmaximum in der Mittelschlufffraktion zu erkennen ist. Das mU/gU-Verhältnis liegt bei den Horizonten der Hauptlage im Mittel bei 1,9 und damit höher als das Mittel aller bisher untersuchten Hauptlagen der Region (im Mittel ca. 1,5). Der Lößlehmanteil an der Feinerde der Hauptlage kann mit ca. 60 % angegeben werden. Der Hauptanteil der Serpentinitskomponente steckt in der Sandfraktion. Speziell die Grobsandfraktion trägt zur Erhöhung von geogenen Schwermetallen und anderen Inhaltsstoffen des Serpentinits in der Feinerde bei. Im Oberboden (Ah und AhBv) ist allerdings eine Bindung an die Tonfraktion zu vermuten.

In dieser Hauptlage des Profils hat sich eine Braunerde (Bn) mittlerer Entwicklungstiefe ausgebildet. Die gegenüber der Ca-Sättigung relativ hohe Mg-Sättigung im gesamten Profil spiegelt das Ca/Mg-Verhältnis des Serpentinits wieder. Die niedrigen pH-Werte der Hauptlage (Serpentinits pH > 7) zeigen zum einen den starken Einfluß der Lößlehmkomponente, zum andern sind sie eine Folge der Braunerdeent-

wicklung bei ungestörter vertikaler Sickerwasserbewegung, wie ein Vergleich mit den Profilen 2 und 3 zeigt.

Die Mächtigkeit des humosen Oberbodens (Ah + AhBv = 23 cm) ist möglicherweise ein Hinweis auf eine frühere Wiesen/Weidennutzung des Haidberges, der erst wenige Waldgenerationen getragen hat.

Bei den geochemischen Daten ist der Serpentineinfluß deutlich an den hohen Mg-, Ca-, Cr- und Ni-Gehalten zu erkennen. Der Lößeinfluß zeigt sich in gegenüber dem Ausgangsgestein erhöhten Si-, Al-, K-, Na-, Cu-, Zn- Co- und Pb-Gehalten. Davon unabhängig sind die nocheinmal deutlich erhöhten Konzentrationen von Pb, Zn und Cd in den organischen Auflagen und im Oberboden wahrscheinlich auf anthropogenen Eintrag zurückzuführen.

Erläuterungen zu den Profilbeschreibungen:

- H = Humusgehalt im Gelände ermittelt (s. AG Bodenkunde, 1982)
- CO3 = Kalkgehalt im Gelände ermittelt (s. AG Bodenkunde, 1982)
- Gef. = Gefügeform (s. AG Bodenkunde, 1982)
- Dew. = Durchwurzelung (s. AG Bodenkunde, 1982)
- Wei.ped.Mkm. = (e) Oxidations- und (r) Reduktionsmerkmale, (k) Konkretionen (s. AG Bodenkunde, 1982)

Petrographie:

- SER = Serpentin
- GNE = Gneis
- LSG = Schneidberggrauwacke
- WO = Wechsellagerung
Bordenschiefer/Grauwacke
- D = Diabas
- TD = Diabastuff
- LOL = Lößlehm
- S = Sand
- L = Lehm
- U = Schluff
- T = Ton

Stratigraphie:

- qpw = Würm
- qp = Pleistozän, allgemein
- cd = Unterkarbon, Dinant
- do = Oberdevon, allgemein
- p = Altpaläozoikum, allgemein

Substratlagen:

- O = Oberlage (Holozän)
- H = Hauptlage (Pleistozän)
- M = Mittellage
- B = Basislage
- V = Verwittertes Gestein
- U = Unverwittertes Gestein

Bei den petrographischen Beschreibungen der Substratlagen werden Feinerde und Skelett getrennt angegeben. Der Skelettgehalt wird in Anteilsklassen (1-6) nach AG Bodenkunde, 1982 und dem petrographischen Inhalt beschrieben. Bei der Feinerde werden die Komponenten abweichend nach folgenden komplementären Anteilsklassen angegeben:

Klasse	Gew.-%
1	< 10
2	10 - 25
3	25 - 50
4	50 - 75
5	75 - 90
6	> 90

Die Herkunft des Materials wird durch Petrographie/Stratigraphie des Ausgangsmaterials angegeben. Bei Verwitterungsprodukten von Festgesteinen wird zusätzlich die Hauptbodenartengruppe nach AG Bodenkunde (1982) der jeweiligen Komponente genannt:

z.B.: GNE-S, 4 = Gneisverwitterungssand,
Anteilsklasse 4 (= 50-75 Gew.-% der Feinerde).

Bei Lößlehm wird nur LOL und die Anteilsklasse (an der Feinerde) angegeben.

Beispiel Substratlagenbeschreibung:

H: FE: (LOL, qpw)5 + (GNE, p-S)2
SK4: GNE, p

= **Hauptlage:** Feinerdekomponenten: würmzeitlicher **Lößlehm**
- Gehaltsklasse 5 (75-90 Gew.-%)

und

Gneisverwitterungssand
- Gehaltsklasse 2 (10-25 Gew.-%)

Skelettkomponente(n): Gehaltsklasse 4 (30-50 Vol.-%)
altpaläozoischer **Gneis**

RDA:

QUA = Quarz
MIK = Mikroklin
ORT = Orthoklas
PLAG = Plagioklas
KAO = Kaolinit
CHL = Chlorit
IL/MU = Illit/Muskowit
TON = Übrige Tonminerale
SER = Serpentin

Anteilklassen Mineralbestand:

+ =	< 5 %	5 =	40 - 50 %
1 =	5 - 10 %	6 =	50 - 60 %
2 =	10 - 20 %	7 =	60 - 70 %
3 =	20 - 30 %	8 =	70 - 80 %
4 =	30 - 40 %	9 =	80 - 90 %
		10 =	> 90 %

Profil 1:

Lage: Steinbruch/Zell (Haidberg) **TK:** 5836 Münchberg

Klima: **Niederschlag:** 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: Lößlehm-Serpentinitstutt ü. anstehendem Serpentinit

Relief: Firstrücken **Neigung:** 9°
Exposition: NE
Höhenlage: 680 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Nadelwald **Humusform:** feinhumusarmer Moder

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** *Eutrochrept*
FAO: *Cambisol*
DBG: *Braunerde*

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Boden-art	Farbe	Munsell	H	Gef.	Dw	Weil. ped. Mkm.
+1	L								
+2	Of								
+0.5	Oh								
0-2	Ah1	H1 FE:(LOL,qpw)4	r4u3L	sw	10YR1.7/1	3	kru	W3	
2-15	Ah2	+(SER,p-S)3	x3r4u3L	sw	10YR2/1	3	kru	W3	
15-23	AhBv	SK4:(SER,p)	x3r3u3L	bnlsw	7.5YR3/2	1	kru-sub	W2	
23-35	Bv		x3r3s3U	dkbn	7.5YR3/4	0	sub-pol	W2	
35-50	CvBv	SK5:(SER,p)	x4r3s3U	bn	7.5YR4/4	0	sub	W1	
50-60	BvCv	H2 FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-S)3	s3u3x4R (s3U)	bn	10YR4/4	0	sub	0	
60-70	ICv	SK6:(SER,p)	u3r3X (I2S)	fagel-bn	10YR5/4	0		0	
70+	IImCv	V (SER,p)6				0		0	

Analysenergebnisse Profil 1

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			gS	mS	gFS	fFS	sS	gll	mll	flI	sll	T	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L	+1												
Of	+2												
Oh	+0,5												
Ah1	-2	52,9											
Ah2	-15	59,1	9,6	7,5	2,4	7,0	26,5	8,2	30,2	11,6	50,0	23,4	u3L
AhBv	-23	45,7	6,6	6,3	1,9	8,8	23,6	13,8	30,9	13,1	57,8	18,6	u3L
Bv	-35	38,9	23,2	4,9	1,7	3,9	33,7	19,0	33,9	10,0	62,9	3,4	s3U
CvBv	-50	46,9	10,2	5,9	2,5	4,3	22,9	21,9	37,9	12,8	72,6	4,6	s3U
BvCv	-60	61,4	16,6	8,6	2,7	4,8	32,7	18,0	31,8	12,2	62,0	5,3	s3U
ICv	-70	30,3	7,0	5,1	2,1	3,4	17,6	20,4	35,9	15,3	71,6	10,9	I2U

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm ³	g/cm ³	%	JK	nFK	FK	CaCl ₂	%	22	23	24	25	26	27
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
L							2,6							
Of							2,3							
Oh							2,4							
Ah1							2,9	32221	8970	1581	1064	2123	1422	
Ah2							3,6	36728	8295	1614	1005	2886	1860	
AhBv							4,0	33747	5938	1615	961	2090	1304	
Bv							4,4	25711	3507	1197	564	1428	765	
CvBv							4,8	17269	2262	882	428	659	405	
BvCv							4,8	14149	2494	685	398	857	484	
ICv							4,9	9595	2906	542	528	610	635	

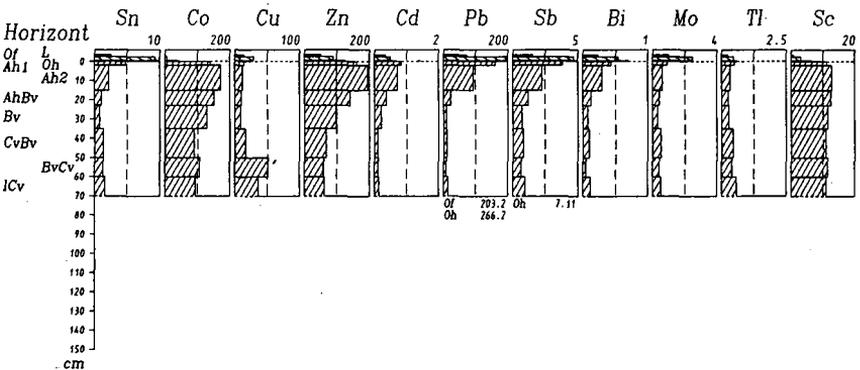
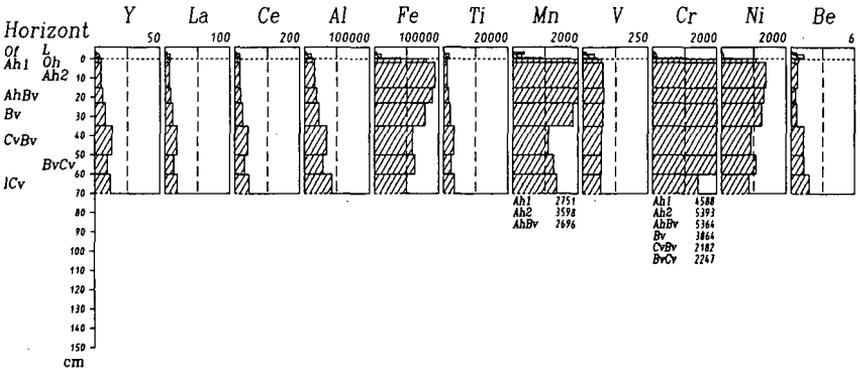
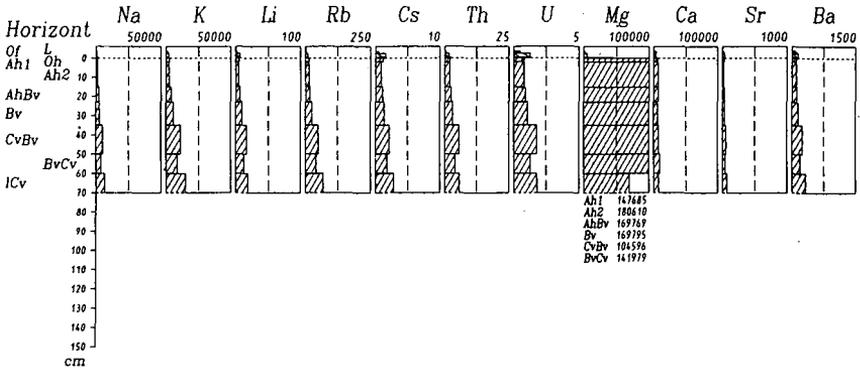
Horizont	C org.			N			C/N			Org.S			KAK cmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS
	%	%	%	%	%	%	pot	eff	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%						
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42						
L	44,9	1,8	25,2	77,4			42,9	13,8	2,6	1,1	0,8	0,9	22,5	43							
Of	40,5	1,9	21,8	69,8			65,0	12,3	4,9	0,6	0,2	3,7	42,0	28							
Oh	28,9	1,5	19,7	49,8			48,8	7,8	7,6	0,6	0,1	4,4	26,8	33							
Ah1	9,9	0,6	16,7	17,0			15,6	3,7	5,9	0,3	0,4	1,1	2,9	66							
Ah2	4,8	0,4	13,8	8,3			28,0	3,1	8,2	0,2	0,0	0,2	0,0	41							
AhBv	3,2	0,2	14,5	5,5			12,4	3,2	8,8	0,1	0,0	0,0	0,0	98							
Bv	1,2	0,1	0,0	2,1			7,9	1,8	6,0	0,0	0,0	0,0	0,0	99							
CvBv	0,5	0,0	0,0	0,9			6,6	1,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	100							
BvCv							6,1	0,9	5,1	0,0	0,1	0,0	0,0	100							
ICv							9,0	0,9	7,9	0,1	0,1	0,0	0,0	100							

Analysenergebnisse Profil 1

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Oh										
Ah1	48,8	0,3	4,2	14,7	0,4	28,6	1,2	0,1	0,4	0,3
Ah2	47,1	0,2	3,8	14,9	0,5	29,6	1,2	0,1	0,3	0,3
AhBv	49,7	0,3	4,3	13,8	0,4	27,2	1,2	0,3	0,5	0,2
Bv	54,0	0,4	4,8	11,5	0,3	25,9	1,0	0,3	0,7	0,1
CvBv	63,3	0,6	7,4	8,7	0,1	16,6	1,2	0,7	1,4	0,1
BvCv	58,0	0,4	6,1	9,1	0,2	22,0	1,6	0,6	1,1	0,1
ICv	67,3	0,6	8,8	7,2	0,2	11,1	1,2	0,8	1,9	0,1

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHI	IL/MU	TON	SER	
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	61
L										
Of										
Oh										
Ah1										
Ah2										
AhBv	4	+	+	+	-	+	+	-	7	
Bv	4	+	+	+	-	+	+	-	7	
CvBv	5	1	+	1	-	+	+	-	5	
BvCv	4	1	+	1	-	+	+	-	6	
ICv	4	1	+	1	-	+	+	-	4	

1 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Profil 2

Profil 2 liegt auf einer schmalen Firstverebnung des Haidberges. Der Deckschichtenaufbau ist gegenüber Profil 1 bereits verändert. Die mächtige (1,6 m) lößlehmreiche Schuttdecke ist geschichtet und läßt sich in eine ca. 4 dm mächtige Hauptlage und eine nach unten immer schuttreicher werdende Mittellage gliedern. Die Hauptlage ist deutlich lockerer gelagert als die z.T. stark verdichtete Mittellage, die durch feste Schluffkappen, vorwiegend an der Oberseite der Steine, gekennzeichnet ist. Diese als Fließerde ausgebildete Lage zeigt im oberen und mittleren Teil schwache Staunässemerkmale in Form von Bleich- und Rostflecken.

Auch in die Klüfte des angewitterten Serpentin (IIImCv-Horizont) ist z.T. noch Lößlehmmaterial eingedrungen. Es zeigt sich aber in vielen der Klüfte ein lehmiger Kluftverwitterungston, der kaum lößlehmbeeinflusst ist. Hauptbestandteil dieses Tons ist ein stark nickelhaltiger Nontronit, der für den gegenüber dem Ausgangsgestein erhöhten Nickelgehalt (> 6000 ppm) verantwortlich ist.

Eine Unterscheidung von Haupt- und Mittellage anhand der Bodenart ist in diesem Profil nicht möglich. Die mU/gU-Verhältnisse beider Lagen sind nahezu gleich, wie auch in den anderen Profilen im Bereich des Haidberges.

Die schwächere Verbraunung des Bv-Horizontes gegenüber Profil 1 ist möglicherweise auf den Einfluß der schwach stauend wirkenden Mittellage zurückzuführen.

Profil 3

Profil 3 liegt im zentralen Bereich einer weitgespannten, flachen Hangmulde im Oberhangbereich des Haidberges. Die geringmächtige Hauptlage (3 dm) besitzt eine schwach ausgeprägte Steinsohle und setzt sich durch einen deutlichen Tongehaltsprung von der dichtgelagerten, geringmächtigen (2,5 dm) Mittellage ab. Haupt- und Mittellage haben etwa die gleichen Lößlehmanteile in der Feinerde (ca. 60-65 %). Die 6 dm mächtige, ebenfalls dichtgelagerte Basislage weist nur geringe Lößlehmbeeinflussung auf (< 10%). Unter der Basislage folgen ca. 6,5 dm aufgelockerter Serpentin mit schwach tonig-lehmigem Zwischenmittel. Die oberen 3-4 dm des anstehenden Serpentinits weisen die gleichen tonig-lehmigen Kluftfüllungen auf, wie sie schon in Profil 2 angesprochen wurden. Der hohe Tongehalt der Mittel- und Basislagen sowie der Verwitterungslage und der Kluftfüllungen sind auf tonig-lehmige Verwitterungsprodukte des Serpentinits zurückzuführen. Hieraus erklären sich auch die hohen Nickelgehalte in der Basislage (IIIISdCv-Horizont). In der Mittellage macht sich der Verdünnungseffekt des Lößlehms bereits deutlich bemerkbar.

Profil 2:

Leg: Steinbruch/Zell (Heidelberg) **TK:** 5836 Münchberg

Klima: **Niederschlag:** 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: geschichteter Lößlehm-Serpentinit
ü. tief anstehendem Serpentin

Relief: Firstvererbung **Neigung:** 1.5°
Exposition: N
Höhenlage: 650 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Nadelwald/Steinbruchkante **Humusform:** Wurzelfilz

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** *Eutrochrept*
FAO: *Cambisol*
DBG: *sehr schwach pseudovergleyte Braunerde*

Beschreibung des Profils:

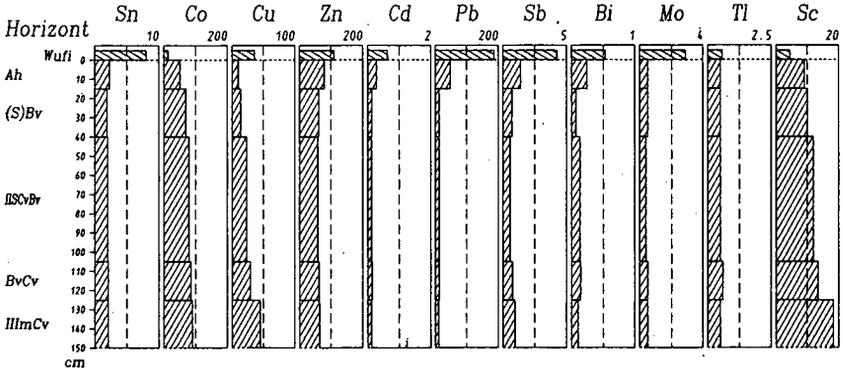
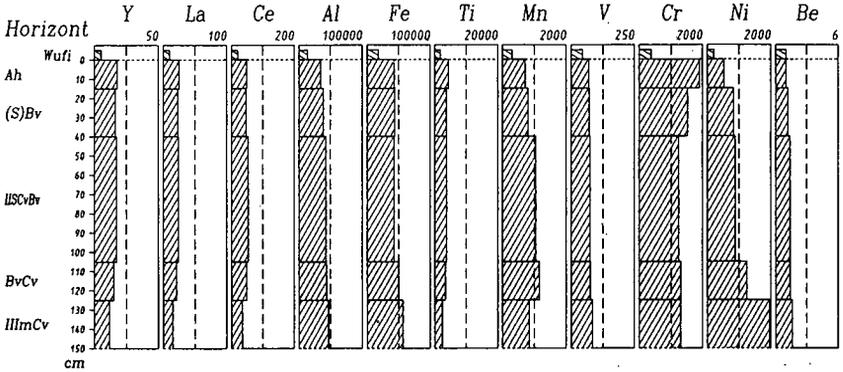
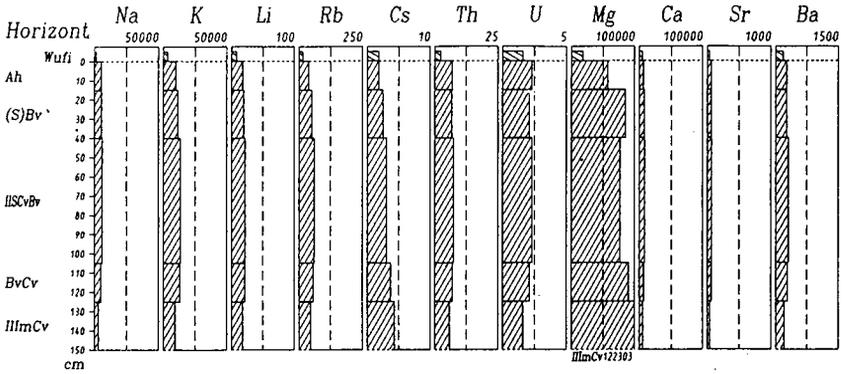
Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Weil. ped. Mkm.
+5	Wuf1								
0-15	Ah	M FE:(LOL,qpw)5 +(SER,p-S)2	x2r3I3U	dkbn	10YR3/3	h3	kru-sub	W5	
15-40	(S)Bv	SK4:(SER,p)	x3r3I2U	fagell-bn	10YR5/3	0	sub	W3	
40-105	II SCvBv	M1 FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-S)3 SK5:(SER,p)	x5r3I2U	fageor	10YR6/3	0	sub	W2	e2r3
105-125	BvCv1	M2 FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-L)3 SK8:(SER,p)	u3I2r3X(s3I3U)	fagelibn	10YR5/4	0	sub-pol	0	
125-160	BvCv2	M3 FE:(SER,p-L)4 +(LOL,qpw)3 SK6:(SER,p)	I3r3X (s2L)	fagell-bn	10YR5/4	0	pol	0	
160-180	IIImCv	V FE:(SER,p-L)6 SK6:(SER,p)	I3t3r3X (t3L-I3T)	fabn	7.5YR5/4	0	pol	0	
180+	mCn	U (SER,p)6				0		0	

Analysenergebnisse Profil 2

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂ 41	TiO ₂ 42	Al ₂ O ₃ 43	Fe ₂ O ₃ 44	MnO 45	MgO 46	CaO 47	Na ₂ O 48	K ₂ O 49	P ₂ O ₅ 50
Wufi										
Ah	69,4	0,8	7,6	6,5	0,1	9,6	1,1	0,7	1,3	0,1
(S)Bv	66,5	0,7	8,3	6,4	0,1	13,9	1,3	0,8	1,5	0,1
IISCvBv	66,3	0,7	9,0	6,2	0,1	12,6	1,3	1,0	1,7	0,1
BvCv1	63,6	0,6	9,3	7,1	0,2	14,6	1,1	0,7	1,6	0,0
BvCv2	56,8	0,5	10,4	8,3	0,1	20,0	0,9	0,4	1,2	0,1
IIIInCv	53,2	0,3	8,7	15,6	0,1	18,2	0,6	0,1	1,1	0,0

Horizont	Mineralbestand									
	QUA 31	MIK 32	ORT 33	PLAG 34	KAO 35	CHI 36	IL/MU 37	TON 38	SER 39	
WF										
Ah	6	1	+	1	-	+	+	+	3	
(S)Bv	6	1	+	1	-	+	+	+	3	
IISCvBv	5	1	+	1	-	1	+	+	4	
BvCv1	5	1	+	2	-	+	+	+	4	
BvCv2	5	1	+	1	-	+	+	+	5	
IIIInCv	2	-	-	+	-	+	-	-	9	

2 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Profil 3:

Lage: Steinbruch/Zell (Haidberg). **TK:** 5836 Münchberg

Klima: **Niederschlag:** 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: geschichteter schutthaltiger Serpentinlehm-Lößlehm
ü. Serpentin-Schuttlehm-Basis-Fließerde ü. Serpentin

Relief: Oberhang **Neligung:** 4°
Exposition: NE
Höhenlage: 650 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Grünland/Wiese **Humusform:**

Bodenklassifikation: **Soil Taxonomy:** *Haplaquept*
FAO: *Stagnic Gleysol*
DBG: *Pseudogley (in Hanglage)*

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Wei. ped. Mkm.
0-10	SwAh	H1 FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-L)3	x2r2u3t3L	bnlsw	2.5YR3/1	h3	kru-sub	W6	r2
10-17	AhSw	SK2:(SER,p)	x2r2u3L	geligr	5Y4/1	h2	sub	W4	r4
17-30	Sw	H2 FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-L)3 SK4:(SER,p)	x3r4t3U	hegr	5Y7/2	0	sub	W2	e2r5
30-55	IISd	M FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-L)3 SK3:(SER,p)	x3r3u3L	lebn grlro	7,5YR5/6 2,5YR5/2	0	pol	0	e4r3
55-115	IIISdCv	BII FE:(SER,p-L)6 +(LOL,qp)1 SK4:(SER,p)	x4r3t2L	gelibn	10YR5/6	0	pol	0	e3r2
115-170	IVICv	V1 FE:(SER,p-L)6 SK6:(SER,p)	I3r3X (t2L)	dkgr olbn	N3/0 2,5Y4/3	0		0	
170-200	mCv	V2 FE:(SER,p-T)6 in (SER,p)6	(I3T) (Klüfte)	olsw	--	0		0	
200+	mCn	U (SER,p)6				0		0	

Analysenergebnisse Profil 3

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart		
			gS	mS	gS	ffS	gS	gU	mU	fU	gU	T			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SwAh	-10	1,8	4,1	5,1	1,5	2,3	13	14,4	27,2	12,5	54,1	32,9	u3t3L		
AhSw	-17	9,7	10,9	5,9	1,1	1,7	19,6	13,9	29,9	13,4	57,2	23,2	u3L		
Sw	-30	64,5	9,4	3,3	1,7	3,7	18,1	20,9	35,0	12,4	68,3	13,7	t3U		
IIISd	-55	30,8	5,1	3,3	1,2	2,3	11,9	17,4	30,4	10,7	58,5	29,6	u3L		
IIISdCv	-115	60,9	14,3	8,0	2,8	4,5	29,6	10,8	22,2	9,2	42,2	28,2	t2L		
IVICv	-170	71,1	19,0	8,6	2,5	4,2	34,3	10,9	17,4	10,4	38,7	27,0	t2L		

Horizont	TRD g/cm ³	Ld g/cm ³	PV %	Porenraumvert.			pH CaCl ₂	Carb. %	Fed	Fco	Ald mg/kg	Alo	Mnd	Mn
				LK	nFK	FK								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
SwAh	0,67	0,97	74,3	11,5	37,2	62,8	5,0							
AhSw	1,01	1,22	61,8	7,1	27,5	54,7	5,2							
Sw	1,56	1,68	41,3	4,3	22,7	37,0	5,6							
IIISd	1,58	1,85	40,5	4,3	12,0	36,2	5,8							
IIISdCv							6,0							
IVICv							6,2							

Horizont	C org. %	N %	C/N	Org.S. %	KAKcmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS %
					pot	eff	Ca	Mg	K	Na	Al	H	
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
SwAh	7,8	0,7	11,2	13,4	45,8		9,0	15,1	0,3	0,1		25,9	53,6
AhSw	4,0	0,3	14,3	6,9	32,1		7,3	12,1	0,1	0,0		17,9	60,7
Sw	0,6	0,1	0,0	1,0	9,8		1,5	5,6	0,1	0,0		3,8	73,2
IIISd					20,0		2,5	14,5	0,3	0,1		3,2	87,0
IIISdCv					21,1		1,2	17,3	0,3	0,0		0,0	89,0
IVICv					23,3		1,3	18,2	0,3	0,1		2,4	85,5

Horizont	Mineralbestand										
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHI	IL/MI	TON	SER		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61
SwAh	5	2	+	1	-	+	+	+	3		
AhSw	5	2	+	1	-	1	+	+	3		
Sw	6	1	+	1	-	+	+	+	3		
IIISd	7	1	+	1	-	1	+	+	2		
IIISdCv	1	-	-	-	-	1	-	1	9		
IVICv	+	-	-	-	-	1	-	-	10		

Profile 4 a, b und c

Die Profile 4 a, b und c liegen etwa in der Mitte des schwach geneigten, langgestreckten Hanges über Gneisverwitterung, der sich im Westen an den Haidberg anschließt. In einem etwa 20 m langen und 2,5 m hohen Anschnitt ist ein dreigliedriges, 10-13 dm mächtiges Deckschichtenprofil über Gneiszersatz aufgeschlossen. Die Deckschichtenabfolge ist: Hauptlage (ca. 3dm) über verdichteter Mittellage und ebenfalls verdichteter Basislage. Im gesamten Profil ist Serpentinitschutt und -grus zu erkennen, der sich an der Basis der Basislage zu einer ausgeprägten Steinsohle verdichtet, die Komponenten bis Blockgröße enthält. Die Feinerde der Basisfließerde besteht zu über 75 % aus Gneismaterial. Die Serpentinbeimengung ist an den gegenüber dem Gneiszersatz deutlich erhöhten Mg-, Cr- und Nickelgehalten zu erkennen. Zudem sind geringe Mengen von Serpentin röntgenographisch nachzuweisen. Eine sehr geringe Lößlehmbeimengung wird aufgrund der Schluffgehalte vermutet und in Analogie zu den Profilen 2 und 3 erwartet. Wegen der hohen Quarz und Feldspatgehalte des Gneiszersatzmaterials ist ein Nachweis anhand des Mineralbestandes nicht möglich.

Der Aufschluß zeigt außerdem einen Ausschnitt aus einer schmalen (ca. 15 m breiten) Hanggleyrinne mit z.T sehr intensiv gefärbten Gr-Horizonten. Sie werden zur Seite und nach unten durch einen 5-10 cm mächtigen, schwach verfestigten Gso-Horizont gegenüber dem nicht hydro-morph überprägten Zersatz (lCV-Horizont) abgegrenzt.

Profil 4a befindet sich außerhalb der Hanggleyrinne. Hier ist in der oben beschriebenen Deckschichtenabfolge ein stark ausgeprägter (Hang-)Pseudogley entwickelt.

Die Beteiligung des Gneiszersatzes an den Deckschichtenkomponenten zeigt sich bei den Mineralen an den deutlich erhöhten Feldspatgehalten und an den entsprechend erhöhten K-, Na- und Ba-Gehalten gegenüber den Profilen 1 bis 3. Der Einfluß des Serpentinmaterials auf die Feinerde hat zwar stark abgenommen, aber immer noch sind gegenüber dem Untergrundgestein um ein Vielfaches erhöhte Ni-, Cr- und Mg-Konzentrationen zu verzeichnen. Im Gegensatz zu den Profilen 1-3 ist aber das Cr/Ni-Verhältnis in Richtung Cr verschoben.

Profil 4a:

Lage: Flugplatz/Zell **TK:** 5836 Münchenberg

Klima: **Niederschlag:** 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: geschichteter, sandiger, gneis- und serpentinituschthaltiger Lößlehm
ü. serpentinituschthaltiger Gneissand-Fließerde ü. Gneisszersatz

Relief: Mittelhang (langgestreckt) **Nelgung:** 4°
Exposition: N
Höhenlage: 585 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Nadelwald, ehem. Grünland **Humusform:** Wurzelfilz

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** *Haplaquept*
FAO: *Stagnic Gleysol*
DBG: *Pseudogley (in Hanglage)*

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horiz.	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Weil. ped. Mkm.
+5	Wufi								
0-12	SwAh	H FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-S)2 +(GNE,p-S)2	x1r3u3L	bnllsw	10YR2/2	h3	sub-pol	W3	e2 k2/3
12-32	Sew	SK3:(SER,p)6 +(GNE,p)1	x2r3s3l3U	fage	10YR6/3	0	sub-pol	W1	e2 k3/3
32-75	lISd	M FE:(LOL,qpw)4 +(SER,p-S)2 +(GNE,p-S)2 SK2:(SER,p)6 +(GNE,p)1	x1r2u3L	lebn	7.5YR5/6	0	pol	W1	e3r2 k2/3
75-90	lIISdCv	BtI FE:(GNE,p-S)5 +(SER,p-S)2 +(LOL,qp)1	x2r3l4S	gellbn	10YR5/8	0	sub-pla	0	k2/3
90-120	lCv	SK3:(SER,p)6 +(GNE,p)1	x4r3l3S	gellbn	10YR5/8	0	sub-pla	0	
120+	lVICv	V FE:(GNE,p-gS)6 SK3:(GNE,p)	r3u2gS	legellbn	10YR6/8	0	ein	0	

Analysenergebnisse Profil 4a

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			gS	mS	gtS	ffS	sS	gU	mU	fU	sU	T	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Wufi	+5		3,4	5,1	4,3	9,5	22,3	21,0	22,8	11,7	55,5	22,3	u3L
SwAh	-12	10,5	11,8	9,5	4,9	8,3	34,5	20,7	24,4	12,0	57,1	8,6	s3IU
Sew	-32	32,7	8,8	7,5	4,6	7,7	28,6	19,0	21,8	10,3	51,1	20,2	u3L
IISd	-75	5,4	18,7	19,5	7,6	11,0	56,8	13,3	12,7	5,2	31,2	12,0	14S
IISdCv	-90	14,8	22,4	19,4	8,2	11,7	61,7	21,9	3,5	4,0	29,4	9,0	13S
ICv	-120	41,8	47,0	18,9	5,8	9,1	80,8	10,1	6,4	1,6	18,1	1,2	u2S
IVICv	-180	16,4											

Horizont	TRD g/cm ³	Ld g/cm ³	PV %	Porenraumvert.			pH CaCl ₂	Carb. %	Fed	Feo	Ald mg/kg	Alo	Mnd	Mno
				LK	nFK	FK								
				14	15	16								
Wufi	0,78	0,98	70,5	28,7	21,7	41,8	3,7		16200	6665	1400	1196	1158	872
SwAh	1,66	1,84	37,0	2,7	9,7	34,3	4,4		17800	2604	1298	560	1483	764
Sew	1,79	1,90	31,6	0,9	12,4	30,7	5,1		18055	2094	1280	705	1152	628
IISd	1,56	1,57	41,1	16,2	16,8	24,9	5,5		12765	1188	785	388	419	356
IISdCv							5,5		8830	551	627	342	198	190
ICv							5,6		4998	119	304	170	42	51
IVICv														

Horizont	C org. %	N %	C/N	Org.S. %	KAK cmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS %
					Ca	Mg	K	Na	Al	H			
					17	18	19	20	21	22	23	24	
Wufi	30,5	1,3	22,9	52,6	30,4	3,8	6,6	2,5	0,2	1,5	14,5	42,9	
SwAh	4,8	0,4	12,9	8,2	12,4	2,5	7,8	0,2	0,1	0,5	0,8	85,1	
Sew	0,6	0,0	0,0	1,0	6,8	1,0	5,6	0,0	0,0	0,0	0,0	99,0	
IISd	0,3	0,0	0,0	0,4	17,8	1,8	15,8	0,2	0,1	0,0	0,0	99,9	
IISdCv					23,6	3,1	20,1	0,1	0,1	0,0	0,2	99,0	
ICv					16,8	2,5	14,1	0,1	0,1	0,0	0,0	99,8	
IVICv					14,2	2,4	11,1	0,1	0,0	0,1	0,6	95,6	

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHI	IL/MU	TON	SER	
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Wufi										
SwAh	7	1	+	3	-	+	+	+	+	
Sew	6	1	+	4	-	+	+	+	1	
IISd	6	1	1	3	-	1	+	+	1	
IISdCv	3	+	+	7	-	+	+	+	+	
ICv	3	+	+	7	+	+	1	+	+	
IVICv	2	1	+	8	+	+	1	-	-	

Profil 4c liegt im Zentrum der Hanggleyrinne und ist sowohl durch eine Gley-, als auch durch eine Pseudogleydyamik geprägt. Der Grundwassereinfluß reicht bis in die Hauptlage (GoAhSw). Die Mg-, Mn- und Ni-Gehalte sind im grundwasserbeeinflußten Teil des Profils geringer als in den entsprechenden Horizonten von Profil 4a. Im Sew-Horizont zeigt sich eine deutliche Eisenabfuhr.

Profil 4b ist nur ein Teilprofil aus dem Bereich der Hanggleyrinne, in dem Proben aus dem "normalen" Gr-Horizont über den Bereich eines Quarzganges im Gneiszersatz mit z.T. besonders stark leuchtender Grünfärbung bis zum Gso-Horizont beprobt wurden. Die anomal leuchtenden Horizonte Gr2 und Gr4 weisen gegenüber denübrigen Gr-Horizonten einen deutlich höheren Chloritgehalt auf. Auch chemisch zeigen sie einige Abweichungen. Die Gesamteisengehalte sowie die Eisenfraktionen zeigen um ein Vielfaches höhere Gehalte als das benachbarte Material. Entsprechendes gilt für Mg, Ni, Zn, Sc, V und Li. Um ein Vielfaches niedriger als in den übrigen Gr-Horizonten liegen dagegen die Konzentrationen von Na und Sr. Im Gos-Horizont fallen neben den hohen Fe- und Mn-Gehalten die hohen Ni-, Co-, Mo- und Mg-Gehalte auf.

Profil 4b (Fortsetzung von 4a):

Lage: Flugplatz/Zell

TK: 5836 Münchenberg

Klima:

Niederschlag: 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: Gneiszersatz mit Quarzgang

Relief: Mittelhang (langgestreckt)

Neigung: 4°
Exposition: N
Höhenlage: 585 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Nadelwald, ehem. Grünland

Humusform: Wurzelfilz

Bodenklassifikation: Soll Taxonomy:
FAO:
DBG:

Beschreibung des Profils:

	Horiz.	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Wei. ped. Mkm.
	Go	l2S	Fe/Mn-Band					
	Gr1	u2S	grliol	7.5Y5/2		ei		
	Gr2	l4S	gnligr	5G5/1		sub		
	Gr3	l3S	olgr	10Y6/2		sub		
	Gr4	l2S	gnligr	5G6/1		sub		
	Gr5	u3S	legnligr	5G7/1		ei		
	GorCv	u2S	grliol	7.5Y5/3		ei		e3

Analysenergebnisse Profil 4b

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			gS	mS	fs	ffS	sS	gU	mU	fU	sU	T	
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Go		29,2	34,3	21,4	5,8	8,0	69,5	10,3	9,4	4,6	24,3	6,1	12S
Gr1		18,0	43,9	20,3	6,4	9,5	80,1	9,6	6,9	1,5	18,0	1,9	u2S
Gr2		10,8	18,1	24,8	7,4	8,3	58,6	8,8	10,8	6,6	26,2	15,3	14S
Gr3		15,0	40,0	14,5	4,0	6,0	64,5	8,8	11,4	6,8	27,0	8,5	13S
Gr4		8,1	32,4	29,4	6,6	8,5	76,9	7,7	5,9	4,2	17,8	5,2	12S
Gr5		6,1	29,5	24,0	7,6	9,8	70,9	10,9	9,1	5,7	25,7	3,2	u3S
GorCv		9,9	39,9	20,8	6,5	10,8	78,0	10,8	6,5	2,5	19,8	2,1	u2S

Horizont	TRD g/cm ³	Ld g/cm ³	PV %	Porenraumvert.			pH CaCl ₂	Carb. %	Fed	Feo	Ald mg/kg	Alo	Mnd	Mno
				lK	nFK	FK								
				14	15	16								
Go							5,9	24570	7132	436	269	19060	11803	
Gr1							6,2	483	418	180	231	108	81	
Gr2							7,4	718	1273	402	849	18	41	
Gr3							6,8	261	234	205	306	0	34	
Gr4							6,4	1685	1050	233	440	99	104	
Gr5							7,5	22	71	308	432	0	10	
GorCv							6,7	1969	245	252	178	66	75	

Horizont	C org.		N	C/N	Org.S	KAK cmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS	
	%	%				%	pot	eff	Ca	Mg	K	Na	Al		H
	28	29				30	31	32	33	34	35	36	37		38
Go						36,3	14,9	20,7	0,4	0,3	0,0	0,0	99,9		
Gr1						15,4	5,0	10,3	0,1	0,1	0,0	0,0	99,7		
Gr2						68,6	20,4	47,7	0,2	0,3	0,0	0,0	99,9		
Gr3						29,6	9,5	19,8	0,1	0,1	0,0	0,0	99,9		
Gr4						67,3	24,8	41,9	0,1	0,2	0,0	0,0	99,5		
Gr5						46,4	16,0	30,1	0,1	0,2	0,0	0,0	99,9		
GorCv						21,5	7,8	13,5	0,1	0,1	0,0	0,0	99,8		

Analysenergebnisse Profil 4b

Horizont	Mineralbestand										
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHI	ILMU	TON	SER	60	61
Go											
Gr1	2	-	-	9	.	+	.	.	.		
Gr2	5	-	-	-	-	6	-	-	-		
Gr3	2	-	-	9	-	+	-	-	-		
Gr4	5	-	-	-	-	6	-	-	-		
Gr5	3	-	-	8	-	+	-	-	-		
Gov	2	-	-	9	-	+	-	-	-		

Analysenergebnisse Profil 4c

Horizont	Tiefe cm	% Skc >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			gS	mS	gFS	fFS	sS	gII	mII	fII	sII	T	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
SwAh	-8	0,2	1,7	4,0	3,0	6,7	15,4	18,9	23,9	13,0	55,8	28,8	u3L
(Go)AhSw	-20	3,7	2,3	5,3	3,1	8,7	19,4	24,2	27,5	13,7	65,4	15,2	l3U
(Go)Sew	-30	13,7	7,9	12,4	8,9	18,1	47,3	27,7	15,1	5,1	47,9	4,9	u4S
IIGoSd	-55	7,0	6,3	10,3	6,0	10,5	33,1	19,1	18,1	8,7	45,9	21,0	s2L
IIIGroSd1	-87	4,1	14,0	15,7	6,2	9,8	45,7	16,6	13,3	6,3	36,2	18,0	s3L
GroSd2	-103	42,4	28,7	15,2	5,9	7,9	57,7	12,3	10,9	5,4	28,6	13,7	l4S
IVGor	-130	17,2	48,9	16,2	4,5	8,8	78,4	9,0	6,3	2,0	17,3	4,3	u2S

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mn
	g/cm ³	g/cm ³	%	LK	nPK	PK	CaCl ₂				mg/kg			
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
SwAh	0,57	0,83	78,1	33,3	26,7	44,8	4,4							
(Go)AhSw	1,36	1,50	48,7	8,6	21,1	40,1	5,1							
(Go)Sew	1,65	1,69	37,9	3,7	25,2	34,2	5,2							
IIGoSd	1,37	1,56	48,5	0,0	21,6	48,5	5,3							
IIIGroSd1	1,54	1,70	41,8	0,5	20,2	41,3	5,7							
GroSd2							5,9							
IVGor	1,65	1,69	38,0	14,2	18,3	23,8	6,2							

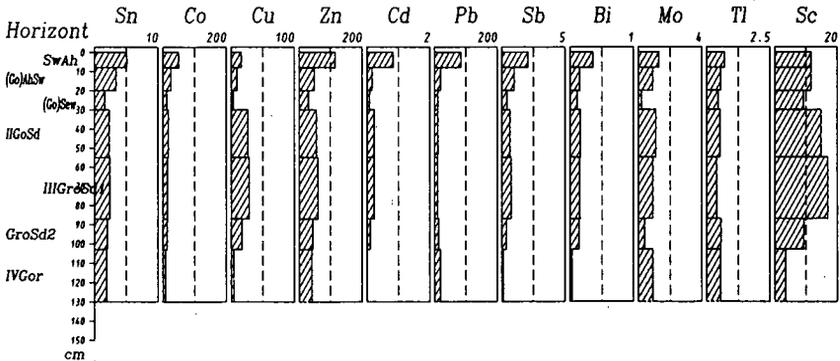
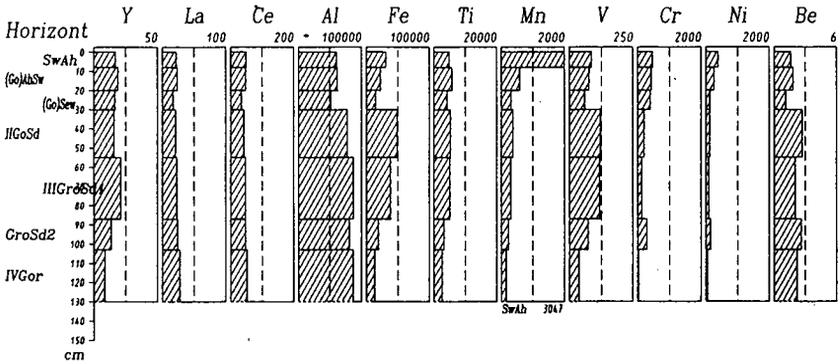
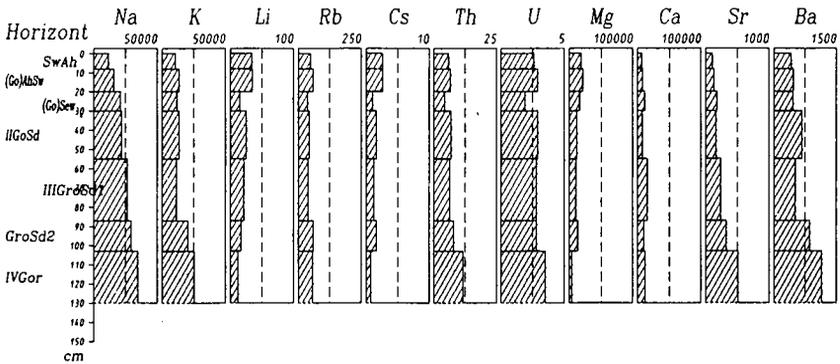
Horizont	C org.	N	C/N	Org.S.	KAK cmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS
	%	%	%	%	pos.	eff.	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
SwAh	7,2	0,6	12,3	12,3									
(Go)AhSw	1,2	0,1	0,0	2,1									
(Go)Sew	0,3	0,0	0,0	0,5		4,8	1,2	3,4	0,0	0,1	0,1	0,0	97,7
IIGoSd	0,4	0,0	0,0	0,7		22,1	6,5	15,0	0,2	0,2	0,1	0,1	98,6
IIIGroSd1						23,0	7,1	15,4	0,2	0,1	0,1	0,0	99,3
GroSd2						13,3	4,4	8,5	0,2	0,1	0,1	0,0	99,1
IVGor						9,3	3,3	5,7	0,1	0,1	0,1	0,0	99,0

Analysenergebnisse Profil 4c

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂ 41	TiO ₂ 42	Al ₂ O ₃ 43	Fe ₂ O ₃ 44	MnO 45	MgO 46	CaO 47	Na ₂ O 48	K ₂ O 49	P ₂ O ₅ 50
SwAh	69,2	1,1	14,8	5,5	0,4	3,6	1,2	1,8	1,6	0,2
(Go)AhSw	73,1	1,0	13,1	3,5	0,1	3,7	1,3	2,2	1,8	0,1
(Go)Sew	77,7	0,7	10,6	2,2	0,0	2,7	1,8	2,9	1,5	0,0
IIGoSd	66,7	0,9	15,7	7,2	0,1	2,0	1,2	3,1	1,7	0,1
IIIGroSd1	65,0	0,9	17,3	5,7	0,0	1,7	2,3	3,7	1,4	0,1
GroSd2	68,0	0,6	15,7	2,8	0,0	2,2	1,4	4,1	2,5	0,1
IVGor	69,4	0,5	16,7	1,9	0,0	0,6	1,7	4,6	3,1	0,1

Horizont	Mineralbestand										
	QUA 51	MIK 52	ORT 53	PLA 54	KAO 55	CHI 56	IL/MI 57	TON 58	SER 59		61
SwAh	7	1	+	3	-	+	+	+		1	
(Go)AhSw	6	1	1	3	-	+	+	+		1	
(Go)Sew	6	1	+	4	-	+	+	+		+	
IIGoSd	4	1	1	5	+	+	+	+		+	
IIIGroSd1	3	1	1	5	+	+	+	-		+	
GroSd2	3	2	1	5	+	+	+	-		+	
IVGor	3	2	3	6	+	+	+	-		-	

4c Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



7.2 Exkursionspunkt 2:

Schneidberg bei Geroldsgrün (Frankenwald)

Der Schneidberg (758 m üNN) ist ein Härtlingsrücken aus Grauwackensandsteinen im Kern der geologischen Struktur der Nailaer Mulde, die aus Schieferen und Grauwacken des Unterkarbon besteht. Der Gipfel des Schneidbergs liegt wenige hundert Meter westlich der Wasserscheide Main/Saale und damit im Übergangsbereich zwischen den beiden Landschaftsteilen des Westlichen und des Östlichen Frankenwaldes. Wir finden hier einerseits Relikte der Tertiärverwitterung in den ebenen bis schwachgeneigten First- und Hangbereichen, sowie mächtige Fließerden an den Hängen und in den ausgeprägten Talanfangsmulden der nach Osten gerichteten Muldentäler. Andererseits tritt an den steileren Hängen der nach Westen gerichteten Kerbtäler das frische Ausgangsgestein nah an die Oberfläche. Fließerden fehlen hier meist und schuttreiche Hauptlagen sind zumindest in den Oberhangbereichen die einzigen Deckschichten. In den Mittel- und Unterhangbereichen können vereinzelte in kleinen Mulden und Rinnen erhaltene Erosionreste von Mittellagen auftreten. Basislagen sind häufig als feinerdearme Schutte ausgebildet, die das meist unruhige Untergrundrelief ausgleichen. Entsprechend wechselt ihre Mächtigkeit stark. In den Hangfußlagen kann die Mächtigkeit der Basislagen auf mehrere Meter ansteigen. Bei schwächerer Hangneigung gehen die meist lockeren Schutte in verdichtete Fließschutte über. Die Skelettkomponenten aus Schiefer und Grauwacken sind meist länglich-plattig ausgebildet, was die hangparallele Einregelung der Schuttbestandteile besonders deutlich erkennen läßt. In solchen dachziegelartig geschichteten Schutten ist häufig Hangzugwasser zu beobachten.

Ausgangsgesteine:

a) Die Schneidberggrauwacke ist eine kalkführende Subgrauwacke, z.T. auch ein feinkörniger, feldspatführender Feinsandstein. Der Quarzgehalt variiert nach v.HORSTIG & STETTNER (1962) in Abhängigkeit von der mittleren Korngröße zwischen 30 und 75 %, der Feldspatgehalt zwischen 2 und 10 %. Das Bindemittel besteht aus diagenetisch gebildetem Chlorit. Im Bereich des Schneidberges ist das Gestein durch die tiefgreifende Verwitterung entkalkt und entfärbt, bzw. durch Sesquioxidausfällungen umgefärbt. Der primäre Chlorit ist hier durch die tertiäre Verwitterung meist vollständig in Kaolinit umgewandelt.

b) Die Obere Wechsellagerung Bordenschiefer/Grauwacke besteht zu 3/4 aus Bordenschiefern. Dies sind feinklastische Schiefergesteine aus feingeschichteter Wechsellagerung von schwarzem bis dunkelgrauem Tonschiefer, mittelgrauem, siltigem Tonschiefer und hellgrauem, tonigem Siltstein. Mineralogisch bestehen die Schiefer aus Quarz, Feldspat (Mikroclin, Albit), Chlorit und Illit. Die Tertiärverwitterung hat die Schiefer vielfach aufgeweicht, gebleicht oder durch Sesquioxid-ausfällungen rot, braun und gelb verfärbt. Auch hier ist der Chlorit meist vollständig kaolinisiert.

Es werden zwei Profile einer Catena vom Firstbereich des Schneidberges über alte Hochflächenverebnungsreste bis in die Tiefenzone eines angrenzenden Kerbtals vorgestellt. Im First- und Oberhangbereich des Schneidberges treten in den Hauptlagen auf der sandig-grusigen Grauwackenverwitterung Podsol-Lockerbraunerden und podsolige Lockerbraunerden auf.

Die Hangverebnungen mit ihren sandig-lehmigen Fließerden unter der Hauptlage tragen podsolige Braunerden und Podsol-Braunerden, die im Unterboden häufig schwache Staunässemerkmale zeigen. An den stark geneigten bis steilen Hängen, des angrenzenden Kerbtals treten wieder posolige Lockerbraunerden und Podsol-Lockerbraunerden aus schuttreichen Hauptlagen über unverwitterten Bordenschiefern und Grauwacken oder frischem Gesteinsschutt (Basislagen) auf. Hangabwärts werden Haupt- und Basislagen feinerreicher und die Podsolierung der Braunerden geringer. Hier sind vorwiegend Lockerbraunerden und schwach podsolige Lockerbraunerden und Übergänge zu normalen Braunerden vertreten.

Profil 5:

Lage: Schneidberg, Parkplatz **TK:** 5635 Nordhalben

Klima: **Niederschlag:** 1000 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: geschichteter, lößlehmhaltiger Grauwackensand-Schutt
ü. lehmig-sandigem Grauwacken/Bordenschiefer-Basis-Schutt
ü. tiefliegendem Bordenschiefer-Zersatz

Relief: Oberhang, Hangvererbung **Nelung:** 2°
Exposition: E
Höhenlage: 670 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Nadelwald **Humusform:** Wurzelfilz

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** *Dystrachrept*
FAO: *Spodic-Dystric Cambisol*
DBG: *Podsol-Braunerde*

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horiz.	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Wei. ped. Mkm.
+2	Wufl	H FE:(LSG,cd-S)4 +(LOL,qpw)3 +(WO,cd-L)1 SK4:(LSG,cd)6 +(WO,cd)1							
+1	Oh								
0-3	Aeh		x2r4s2L	grügelbn -bnlsw	10YR3/2- 10YR4/2	h 3	sub- kru	W4	
3-9	Bhv		x2r4s3L	dkbn	7.5YR3/4	h 1	sub- kru	W3	
9-22	Bsv		x2r4s3L	lebn	7.5YR4/6 -5/6	0	kru	W3	
22-36	Bv		x2r4s3L	legelibn	10YR5/8 -6/8	0	kru	W2	
36-65	CvBv		x2r4l4S	legelibn	10YR5/6 -6/6	0	sub- pla	W1	
65-120	IIICv	M FE:(LSG,cd-S)4 +(LOL,qp)3 +(WO,cd-L)2 SK5:(LSG,cd)5 (WO,cd)2	x4r3t2L	gelibn	10YR5/6	0	sub	0	e2r3
120-185	IIICv	BH FE:(LSG,cd-S)4 +(WO,cd-L)3 SK8:(LSG,cd)4 +(WO,cd)3	l2s3r4X (l4S)	lebn	7.5YR5/6	0	sub	0	
185-200+	IVICv	V FE:(WO,cd-L)6 SK8:(WO,cd-Z)	t2l3r3X (t2L)	or- legelibn	5YR6/6- 10YR6/6	0		0	

Analysenergebnisse Profil 5

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			sS	mS	gS	ffS	sU	mU	fu	gU	T		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Wufi	+2												
Oh	+1												
Aeh	-3	39,8	6,0	13,1	11,0	8,6	38,7	13,7	19,3	9,4	42,4	18,9	s2L
Bhv	-9	34,9	7,1	15,0	9,4	7,9	39,4	13,7	15,1	9,5	38,3	22,3	s3L
Bsv	-22	45,8	8,7	14,7	9,3	7,0	39,7	12,0	16,3	9,0	37,3	22,9	s3L
Bv	-36	35,7	12,8	14,4	7,6	6,1	40,9	12,1	17,1	10,2	39,4	19,7	s3L
CvBv	-65	43,6	19,8	14,3	6,7	5,5	46,3	12,8	16,2	10,0	39,0	14,7	14S
IIIcV	-120	50,9	5,4	14,1	9,5	8,0	37,0	12,0	12,9	11,2	36,1	26,9	t2L
IIIcV	-185	77,8	8,1	25,7	18,2	10,5	62,5	6,9	10,0	7,9	24,8	12,7	14S
IVICv0.1		27,0	6,9	6,7	2,9	4,9	21,4	11,4	23,1	13,8	48,3	30,3	t2L
IVICv0.2			27,0	18,5	5,0	5,3	55,8	7,9	12,2	9,3	29,4	14,7	14S

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm ³	g/cm ³	%	LK	nFK	FK	CaCl ₂	%	22	23	24	25	26	27
Wufi							3,1							
Oh							2,4							
Aeh							2,4	12120	2096	1383	1416	4	16	
Bhv							2,5	24055	8255	2295	1974	67	32	
Bsv	1,07	1,28	59,1	23,4	14,8	35,7	3,1	28620	12358	3841	3076	90	43	
Bv	1,06	1,24	59,6	27,8	15,4	31,8	3,6	18075	5589	5510	5329	135	86	
CvBv							3,8	15440	1946	4901	4477	180	91	
IIIcV							3,5	22845	726	2652	1243	267	131	
IIIcV							3,6	23670	500	2117	722	246	120	
IVICv0.1							3,4	44905	306	3809	1004	127	91	
IVICv0.2							3,6	35755	219	4045	1236	45	35	

Horizont	C org.	N	C/N	Org.S.	KAKcmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS
	%	%		%	pot.	eff.	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Wufi	41,3	2,2	18,7	71,2									
Oh	25,4	1,3	20,0	43,8		52,5	4,4	0,7	0,5	0,1	7,4	38,7	10,9
Aeh	6,8	0,3	21,8	11,7		32,9	0,9	0,2	0,1	0,0	8,1	23,4	3,7
Bhv	4,3	0,2	22,8	7,5		30,0	0,5	0,1	0,1	0,0	11,7	17,4	2,2
Bsv	1,7	0,1	17,0	2,9		15,0	0,0	0,0	0,1	0,0	10,6	4,2	1,1
Bv	1,5	0,1	0,0	2,5		4,3	0,1	0,0	0,1	0,0	4,2	0,0	3,6
CvBv	0,9	0,1	0,0	1,5		2,4	0,1	0,0	0,1	0,0	2,2	0,0	6,4
IIIcV						4,0	0,1	0,0	0,1	0,0	3,9	0,0	4,2
IIIcV						2,2	0,1	0,0	0,0	0,0	2,0	0,0	6,6
IVICv0.1						4,7	0,1	0,0	0,1	0,0	4,5	0,0	4,3
IVICv0.2						4,0	0,1	0,1	0,3	0,0	3,5	0,0	11,1

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHL	ILMU	TON		
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
Wufi										
Oh										
Aeh	10	1	+	+	+	+	+	+		
Bhv	10	1	+	+	+	+	+	+		
Bsv	9	1	1	+	+	+	+	+		
Bv	9	1	+	+	+	+	+	+		
CvBv	9	1	+	+	+	+	+	+		
IIIcV	8	+	+	1	2	+	+	+		
IIIcV	8	+	+	1	2	-	+	+		
IVICv0.1	4	+	+	2	3	-	4	+		
IVICv0.2	3	+	+	1	3	-	5	+		

Profil 5

Profil 5 liegt auf einer Verebnungsfläche im Oberhangbereich unterhalb des Firstrückens des Schneidbergs. Eine dreilagige Deckschicht von 1,85 m Mächtigkeit bedeckt hier bunten Zersatz von Bordenschiefern. Die Hauptlage ist 6,5 dm mächtig und enthält vorwiegend sandig-grusiges Zersatzmaterial der Schneidberggrauwacke. Die Feinerde enthält weniger als 50 % Lößlehmmaterial und nur eine geringe Bordenschieferkomponente. Die Mittellage ist ca. 5,5 dm mächtig und als dichte, schuttreiche Fließerde ausgebildet. Die Komponentenverteilung ist ähnlich wie in der Hauptlage. Darunter folgt eine ca. 6.5 dm mächtige Basislage, die als dichter Fließschutt vorliegt. Eine Lößlehmkomponente ist hier nicht zu erkennen und der Bordenschieferanteil nimmt deutlich zu. Der folgende Schieferzersatz ist völlig durch Sesquioxidinfiltration umgefärbt und aufgeweicht.

Die holozäne Bodenbildung hat in der Hauptlage eine schwach entwickelte Podsol-Braunerde entstehen lassen. Die Fe-Verlagerung zeigt sich in den Fed- und noch deutlicher in den Feo-Werten. Die Fe-Aktivitätsgrade sind für eine Podsol-Braunerde sehr gering.

Profil 6

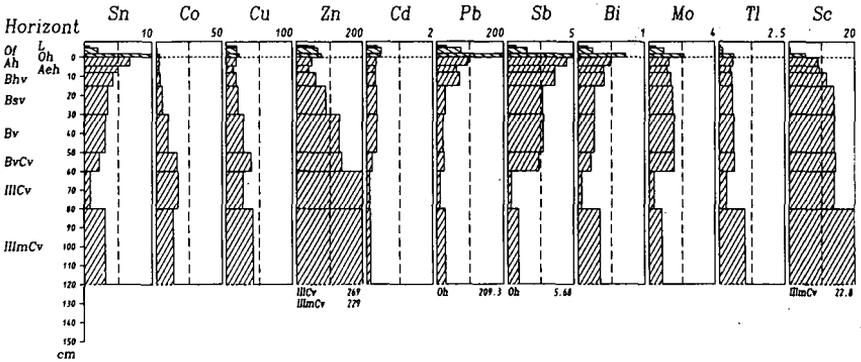
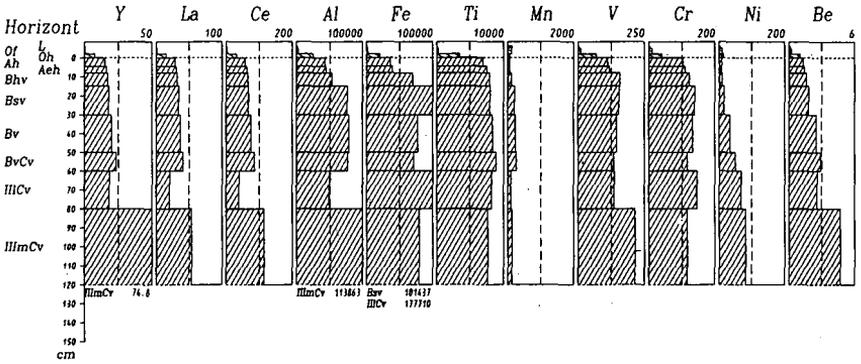
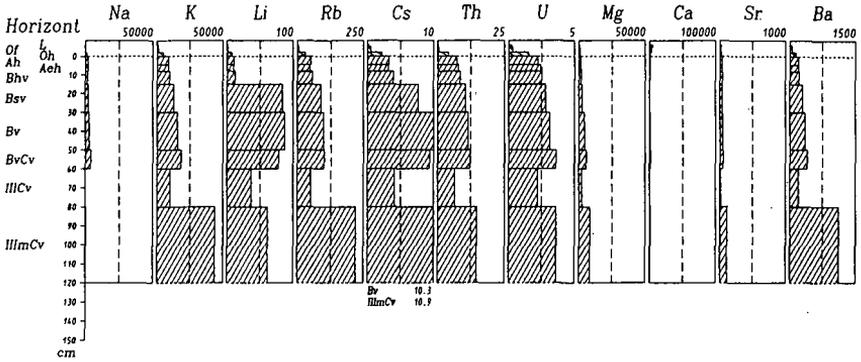
Profil 6 liegt am stark geneigten oberen Westhang eines tief eingeschnittenen Kerbtals. Die schieferschuttreiche Hauptlage besitzt in der Feinerde einen Lößlehmgehalt von deutlich > 50 %. Anzeiger hierfür sind die Quarzgehalte sowie die Ba-, K-, Mg-, Ni-, Sr-, V-, Zn- und Rb-Gehalte. Nur Pb und Cd geben Hinweise auf eine mögliche anthropogene Schwermetallzufuhr in die Auflagenhorizonte und den Oberboden.

Die Fe-Aktivitätsgrade sind deutlich höher als in Profil 5, aber für eine Podsol-Lockerbraunerde trotzdem recht niedrig. Die Fe- und Al-Verlagerung sind wesentlich deutlicher als in Profil 5. Zudem unterscheiden sich die beiden Profile deutlich in der Farbe und im Gefüge der B-Horizonte.

Analysenergebnisse Profil 6

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Oh										
Ah	69,8	2,1	14,8	8,8	0,0	0,3	0,2	0,3	1,9	0,4
Aeh	69,6	2,1	14,6	9,3	0,0	0,4	0,1	0,4	1,8	0,3
Bhv	62,9	2,1	16,2	15,1	0,0	0,4	0,1	0,3	1,8	0,3
Bsv	55,9	1,8	19,9	18,3	0,0	0,6	0,1	0,3	2,1	0,3
Bv	60,0	1,8	19,6	13,5	0,0	0,9	0,1	0,5	2,3	0,3
IIbVcV	65,4	1,7	16,3	10,7	0,0	0,9	0,2	0,6	2,4	0,3
ICv	61,0	2,3	9,9	24,2	0,0	0,3	0,0	0,0	1,2	0,1
IIIcVcV	55,3	1,5	23,1	11,3	0,0	1,5	0,0	0,0	5,7	0,1
Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHI	IL/MU	TON		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
L										
Of										
Oh										
Ah										
Aeh										
Bhv										
Bsv										
Bv	4	+	+	+	-	3	4	+		
IIbVcV	7	1	+	1	-	1	2	+		
ICv	7	1	+	1	-	2	2			
IIIcVcV	3	+	+	+	-	3	4	-		

6 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



7.3 Exkursionspunkt 3

Knöcklein bei Langenbach (Frankenwald)

Der Exkursionspunkt Knöcklein (692 m üNN) liegt im Randbereich des Bergaer Sattels, einer tektonischen Struktur des Frankenwaldes, die von Gesteinen des Altpaläozoikums (Kambrium bis Oberdevon) gebildet wird. Wir befinden uns am nördlichen Rand des Sattels im Bereich der oberdevonischen Eruptivgesteine (Diabase und Diabastuffe). Kuppen mit festen, unverwitterten Diabasen und Diabastuffen (z.B. Knöcklein) ragen über die Verebnungen der Hochfläche mit ihren meist tiefgründig zersetzten Gesteinen (ebenfalls Diabas/Diabastuff) hinaus. Nur die Kuppenbereiche und die steileren, meist konvexen Oberhänge sind lediglich von einer schuttreichen Hauptlage bedeckt. Unterhalb dieses Bereichs treten auf den schwächer geneigten Hängen bald verdichtete Fließerden (Mittel- und Basislagen) unter der Hauptlage auf und die Mächtigkeit der Deckschichtenfolge liegt meist deutlich über 1 m.

Ausgangsgesteine:

a) Diabase sind alte, schwach metamorph bis hochdiagenetisch überprägte basaltische Gesteine des Paläozoikums. Der ursprüngliche Mineralbestand (ca. 30 - 50 % Plagioklas, Rest Augit) ist unterschiedlich stark verändert. Immer ist Chlorit als diagenetische Neubildung vorhanden und hat in vielen Fällen den Augit vollständig verdrängt. Kalzit als Füllung kleiner Blasen Hohlräume und Klüfte kommt häufig vor, wurde aber im Bereich des Knöcklein nicht beobachtet. Bei der Chloritisierung der Primärminerale können geringe Mengen an Quarz entstanden sein, die aber in den bisher untersuchten Proben 2 % nicht überschreiten. Das Ausgangsgestein Diabas kann also als nahezu quarzfrei gelten.

b) Die Diabastuffe sind zwar grundsätzlich mineralogisch wie chemisch den Diabasen ähnlich (Primärminerale: Plagioklas und Augit; Chlorit als diagenetische Neubildung), aber sie enthalten immer einen Anteil an Fremdgesteinen. Dies erklärt u.a. den gegenüber dem Diabas etwas erhöhten Quarzgehalt der Tuffe (bis 15 %).

Die Tertiärverwitterung hinterließ auf den Diabasen und Diabastuffen meist ockerfarbenen bis rötlichbraunen Gesteinszersatz, der zur Tiefe hin in grauen bis grünolivfarbenen Zersatz übergehen kann.

Es werden hier drei Profile einer Catena vom Gipfel des Knöcklein bis zur Fränkischen Muschwitz vorgeführt. Im Gipfel- und Oberhangbereich sind in schuttreichen Hauptlagen Lockerbraunerden bis Braunerden meist mittlerer Entwicklungstiefe vorhanden. Der konvexe, meist stark geneigte Oberhang geht bald in einen mittel geneigten Hang über. Hier liegt bereits eine verdichtete, schuttreiche Fließerde (Mittellage) unter der Hauptlage und pseudovergleyte Braunerden, die hangabwärts in Pseudogley-Braunerden und Braunerde-Pseudogley übergehen sind die vorherrschenden Bodentypen. Auf den Hochflächenresten zwischen den Härtlingskuppen finden wir ausgeprägte Pseudogleye bis Gley-Pseudogleye mit geringmächtigen Hauptlagen auf den tonig-lehmigen Fließ-erden und Solimixtionsdecken (Mittel- und Basislagen) über Diabas- und Diabastuffzersatz.

Profil 7

Profil 7 liegt auf dem Gipfel des Knöcklein oberhalb eines kleinen Diabastuffsteinbruchs. Im oberen Teil der Steinbruchwand ist zu erkennen, wie das Lößlehmmaterial tief in die Klüfte des Gesteins eingedrungen ist. Auf dem klüftigen Gestein liegt eine schuttreiche Hauptlage. Die mU/gU-Verhältnisse des Lößlehmmaterials in den Klüften unterscheiden sich von denen der darüberliegenden Horizonte und sind denen der Mittellage von Profil 8 ähnlich. Es wird daher vermutet, daß es sich hier um Reste einer erodierten Mittellage handelt.

Sowohl die Cr- und Nickelgehalte, als auch die Quarzgehalte der Feinerde zeigen, daß der Lößlehmanteil an der Feinerde in der Hauptlage über 50 % , in den humosen Horizonten sogar bei ca. 70-80 % liegt. Daher sind die pH-Werte der lößlehmhaltigen Horizonte trotz des basischen Untergrundgesteins sehr niedrig und spiegeln in etwa den Lößlehmanteil wider. Auch die Werte des austauschbaren Ca und Mg sind gemessen an den hohen Gehalten im Diabas sehr niedrig.

Auf mögliche anthropogene Schwermetalleinträge weisen nur die in den Auflagehorizonten und in den Ah-Horizonten erhöhten Bleikonzentrationen hin.

Profil 7:

Legende: Knöcklein (Gipfel, alter Steinbruch) TK: 5635 Nordhalben

Klima: Niederschlag: 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: ißlehmhaltiger, sandiger Diabastuffschutt
ü. Diabastuff

Relief: Gipfelbereich
Neigung: 7°
Exposition: E
Höhenlage: 690 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Mischwald
Humusform: feinhumusarmer Moder

Bodenklassifikation: Soll Taxonomy: *Dystrachrept*
FAO: *Ando-Eutric (or Dystric) Cambisol*
DBG: *Lockerbraunerde*

Beschreibung des Profils:

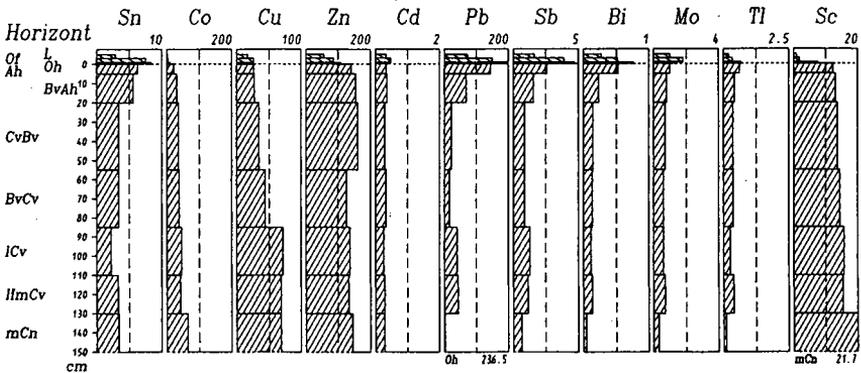
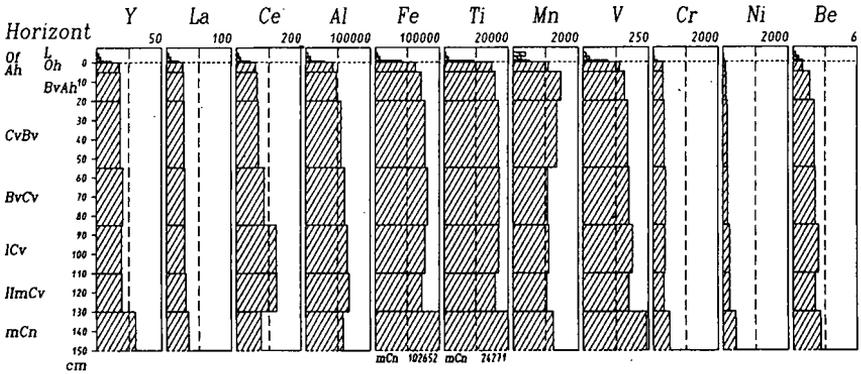
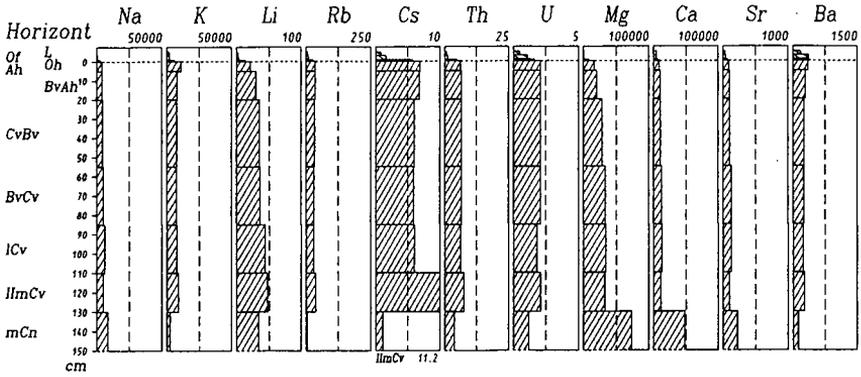
Tiefe (cm)	Horiz.	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H	CO3	Gef.	Dw	Weil. ped. Mkm
+2	L									
+2	Of									
+1	Oh									
0-5	Ah	H1 FE:(LOL,qpw)4 +(TD,do-S)3	x4r3t3L	bnll-sw	10YR2/3	h3	0	kru	W2	
5-20	BvAh	SK5:(TD,do)	x4r3t2L	dkbn	7.5YR3/3	h2	0	kru	W2	
20-55	CvBv		x4r3a2L	dkbn	7.5YR3/4	0	0	kru	W2	gri
55-85	BvCv	H2 FE:(LOL,qpw)4 +(TD,do-S)3 SK6:(TD,do)	r3u3s3X (s3L)	bn	7.5YR4/6	0	0	kru-sub	W1	gri
85-110	ICv	H3 FE:(TD,do-S)4 +(LOL,qpw)3 SK8:(TD,do)	s3t2r3X (3S)	bn	7.5YR4/4	0	0	sub	W1	
85-180	IImCv	U/M FE:(LOL,qpw)4 +(TD,do-S)3 In (TD,do)	(u3l3S) (Klöße)	bn	7.5YR4/4	0	0	sub-ein	0	e2r3
180-250+	mCn	U (TD,do)				0	3		0	

Analysenergebnisse Profil 7

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Oh										
Ah	63,5	3,4	11,0	12,3	0,2	3,6	2,0	0,6	1,2	1,0
BvAh	61,5	3,3	11,5	12,8	0,2	4,1	2,0	0,6	1,1	0,9
CvBv	59,8	3,4	12,6	13,1	0,2	5,4	1,9	0,6	1,1	0,7
BvCv	56,8	3,4	13,8	13,7	0,2	6,4	2,2	0,7	1,1	0,5
ICv	59,0	3,2	13,6	12,4	0,2	6,2	2,0	0,8	0,9	0,4
IImCv	60,5	2,9	14,1	11,3	0,2	5,7	1,7	0,6	1,1	0,4
mCn	46,1	4,2	11,8	15,3	0,2	12,2	7,1	1,2	0,3	0,6

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHL	IL/MU	TON		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	61
L										
Of										
Oh										
Ah	9	+	+	1	-	+	+	+		
BvAh	8	1	+	1	-	1	+	+		
CvBv	8	1	+	1	-	1	+	+		
BvCv	7	2	+	1	-	1	1	+		
ICv	7	2	+	1	-	1	+	+		
IImCv	6	2	+	+	-	3	+	+		
mCn	2	3	-	3	-	4	-	-		

7 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Profil 8

Profil 8 weist eine zweigeteilte Hauptlage auf. Die obere ist deutlich steiniger, die untere eher grusig und mit deutlicherer Einregelung der Skelettkomponenten. Die mU/gU-Verhältnisse sind in beiden Lagen gleich und unterscheiden sich deutlich von der liegenden Mittellage, die in ihrem Erscheinungsbild der oberen Hauptlage ähnelt. Die Mittellage ist stark verdichtet und wirkt schwach stauend. Hierin liegt auch die Ursache für die gegenüber Profil 7 schwächere Braunfärbung des Bv- und SwBv-Horizontes.

Sowohl die Quarzgehalte, als auch die Cr- und Ni-Gehalte zeigen an, dass der Lösslehmanteil in der Hauptlage über 75 % und auch in der Mittellage deutlich über 50 % liegt. Insgesamt ist der Lösslehmanteil an der Feinerde höher, als in Profil 7.

Auch in Profil 8 deutet nur die erhöhte Pb-Konzentration im Oberboden auf möglichen anthropogenen Eintrag hin. In Bezug auf die geogenen Schwermetalle wirkt sich wie in Profil 7 die "verdünnende" Wirkung des schwermetallarmen Lösslehms aus.

Profil 9

Profil 9 besitzt eine geringmächtige Hauptlage (2,5 dm) mit hohem Lößlehmanteil (> 75 %) über einer Mittellage (7,5 dm) mit geringerem Lößlehmanteil (> 50 %) über einer Basislage (3,5 dm) mit sehr geringem Lößlehmanteil (< 25 %) über Diabastuffzersatz. Die mU/gU-Verhältnisse von Haupt- und Mittellage ähneln denen von Profil 8.

Die verdünnende Wirkung des Lößlehms ist in der Hauptlage ähnlich hoch wie in Profil 8. Die Mittellage zeigt jedoch einen deutlich höheren Anteil der geogenen Schwermetalle des Ausgangsgesteins (Cr, Ni).

Entsprechend dem Anteil der Diabastuffkomponente in der Feinerde steigen auch die pH-Werte und die Basensättigung in Mittel- und Basislage gegenüber der Hauptlage an.

Nur die erhöhten Pb-Gehalte in der organischen Auflage und im Oberboden deuten auf einen anthropogenen Eintrag hin.

Der Wasserzuschuß in der morphologischen Sattellage bewirkten die Vergleyung des Profils.

Profil 8:

Lage: Knöcklein (300m südl. Gipfel) **TK:** 5635 Nordhalben

Klima: **Niederschlag:**950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: geschichteter, schwach sandiger Lößlehm-Diabasschutt
über Diabas

Relief: Oberhang **Neigung:** 3°
Exposition: S
Höhenlage: 665 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Nadelwald **Humusform:** mullartiger Moder

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** *Dystrochrept*
FAO: *Cambisol*
DBG: *schwach pseudovergleyte Braunerde*

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horiz.	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Wel. ped. Mkm.
+1	L								
+2	Of								
+0.1	Oh								
0-4	Ah	H1 FE:(LOL,qpw)5 +(D,do-S)2	x3r3u3L	bnlsw	10YR3/2	h3	kru	W2	
4-12	AhBv	SK4:(D,do)	x3r3s2L	dkbn	10YR3/4	h1	kru	W1	
12-32	Bv	SK5:(D,do)	x4r3u3L	bn	10YR4/6	0	kru-sub	W1	
32-48	IISwBv	H2 FE:(LOL,qpw)5 +(D,do-S)2 SK4:(D,do-R)	x2r4s3l3U	gelbn hegmr	10YR5/6 7.5Y7/2	0	sub	W1	r2
48-90	IIISdCv	M FE:(LOL,qpw)4 +(D,do-S)3	u3r3X (s3U)	fagelbn	10YR5/4	0	sub-pla	0	e1r2
90-110+	ICv	SK6:(D,do)	u3r3X (s3U)	fagelbn	10YR5/4	0	sub-pla	0	

Analysenergebnisse Profil 8

Horizont	Tiefe cm	% Skc >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde											Bodenart	
			gS	mS	gS	gS	gS	gU	mU	gU	gU	T			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L	+1														
Of	+2														
Ah	-4	44,4	10,6	4,7	1,4	3,1	19,8	16,4	25,9	11,0	53,3	26,9			u3L
AhBv	-12	33,1	17,1	8,8	2,9	4,3	33,1	18,3	20,2	8,3	46,8	20,1			s2L
Bv	-32	64,8	14,2	5,3	1,6	2,4	23,5	16,4	29,9	13,1	59,4	17,1			u3L
IIISwBv	-48	49,3	17,1	6,0	1,8	2,3	27,2	21,7	27,3	10,5	59,5	13,1			s3L3U
IIISdCv	-90	79,3	15,4	9,3	3,1	4,1	31,9	29,4	27,2	7,3	63,9	4,2			s3U
ICv		83,1	10,7	10,6	4,8	6,7	32,8	24,3	25,5	9,8	59,6	7,5			s3U

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm ³	g/cm ³	%	LK	nFK	FK	CaCl ₂	%	21	22	23	24	25	26
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
L							3,4							
Of							2,9							
Ah							3,0		22195	10971	3546	3512	330	222
AhBv							3,4		22825	8462	4495	3621	845	629
Bv							3,7		21460	7749	5750	4662	749	421
IIISwBv							3,8		16695	3916	4348	3188	618	301
IIISdCv							4,1		14770	2070	2319	1273	546	358
ICv							4,1		21065	2877	2905	1426	618	340

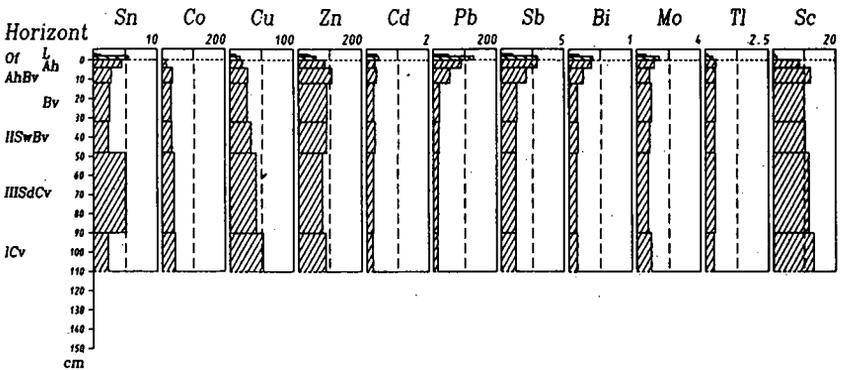
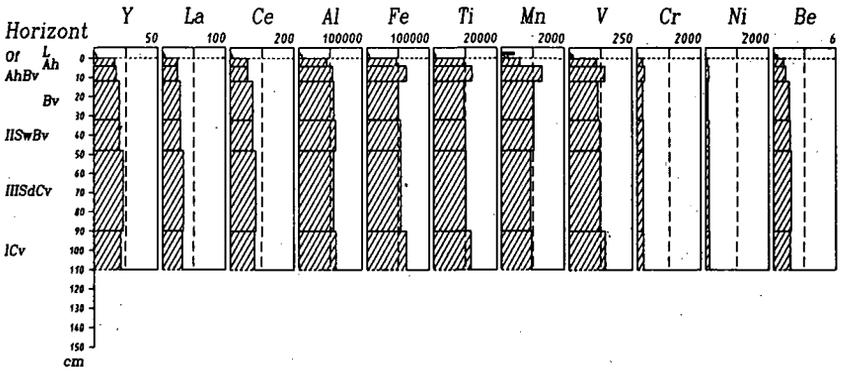
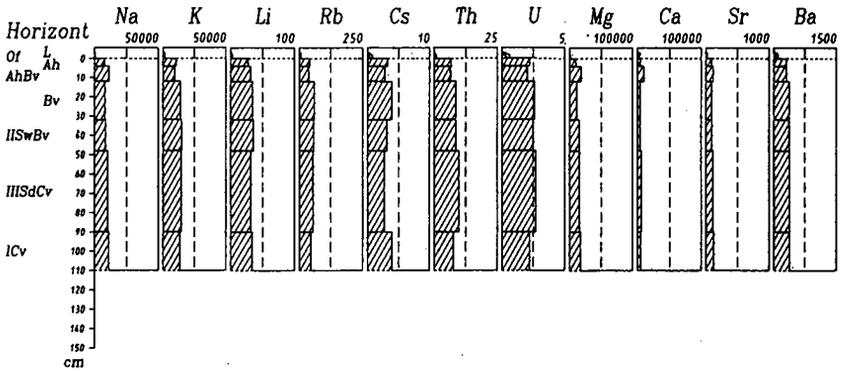
Horizont	C org.		N	C/N	Org.S	KAK cmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS
	%	%	%	%	pot	eff	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%	
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
L	45,7	1,7	26,6	78,8										
Of	44,3	1,9	23,3	76,4		75,8	10,1	1,5	0,9	0,1	3,4	58,7	16,6	
Ah	9,1	0,5	17,5	15,7		27,3	1,1	0,5	0,2	0,1	13,2	11,5	7,0	
AhBv	4,2	0,3	14,9	7,2		13,7	0,3	0,2	0,1	0,0	10,4	2,4	4,9	
Bv	2,3	0,2	14,2	3,9		7,6	0,4	0,1	0,0	0,0	7,0	0,0	6,6	
IIISwBv	1,0	0,1	0,0	1,7		6,0	0,2	0,1	0,0	0,0	5,7	0,0	5,6	
IIISdCv						8,3	3,7	1,1	0,0	0,0	2,7	0,7	59,0	
ICv						13,4	6,8	2,2	0,1	0,0	2,7	1,5	68,5	

Analysenergebnisse Profil 8

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Ah	70,2	2,1	11,3	8,6	0,1	2,0	0,8	1,3	1,6	0,3
AhBv	65,0	2,4	12,2	10,2	0,2	3,3	1,6	1,7	1,3	0,3
Bv	70,4	1,9	12,2	7,9	0,2	2,1	0,6	1,1	1,9	0,2
IISwBv	70,6	1,9	12,5	8,4	0,1	2,8	0,6	1,2	1,9	0,2
IIISdCv	70,0	1,8	11,3	8,0	0,1	2,6	0,8	1,4	1,8	0,1
ICv	67,3	2,2	12,4	9,6	0,1	3,1	0,8	1,6	1,7	0,2

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLA	KAO	CHL	IL/MU	TON		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
L										
Of										
Ah	8	1	+	2	-	+	+	+		
AhBv	6	+	+	4	-	+	+	+		
Bv	7	2	1	2	-	+	+	+		
IISwBv	7	2	+	2	-	+	+	+		
IIISdCv	7	2	+	2	-	+	+	+		
ICv	7	1	1	2	-	+	+	+		

8 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Profil 9:

Legende: Knöcklein (400m südl. Gipfel) **TK:** 5635 Nordhalben

Klima: **Niederschlag:** 950 mm/Jahr
Temperatur: 5°C Jahr

Geologie: geschichteter Diabastuffschutt-Lösslehm
ü. Diabastuffzersatz

Relief: Firstverebnung **Neigung:** 1.5°
Exposition: NW
Höhenlage: 660 m ü. NN

Vegetation/Nutzung: Mischwald **Humusform:** feinhumusarmer Moder

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:**
FAO: *Stagnic Gleysol*
DBG: *vergleyter Pseudogley*

Beschreibung des Profils:

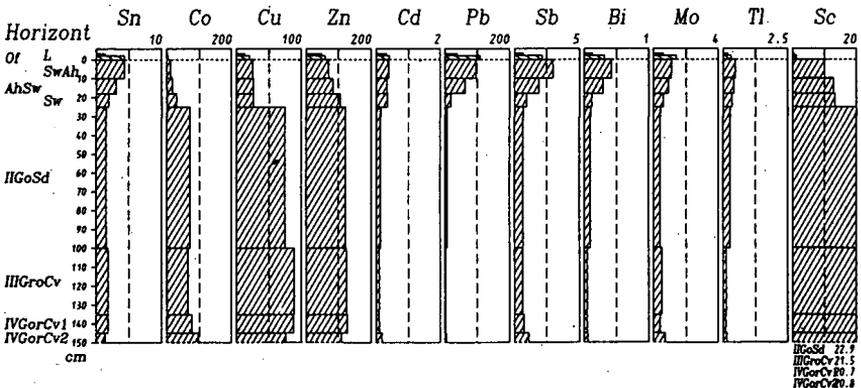
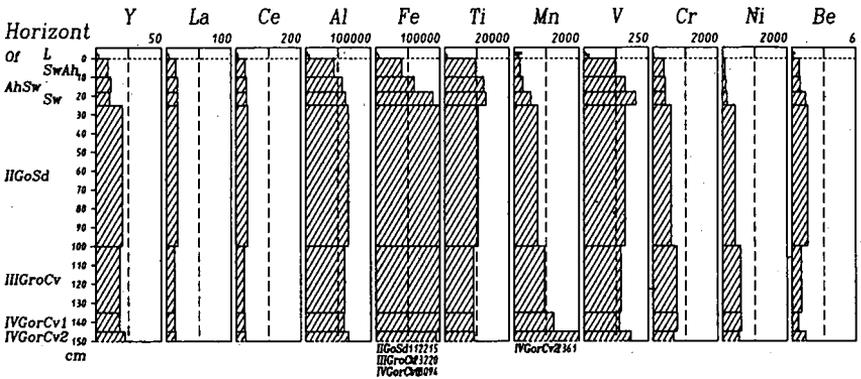
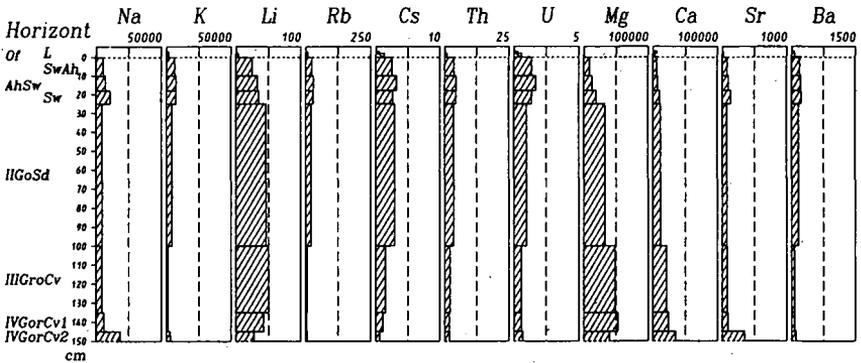
Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	Gef.	Dw	Wel. ped. Mkm.
+1	L								
+2	Of								
+<1	Oh								
0-10	SwAh	H FE:(LOL,qpw)5 +(TD,do-S)2	r3l3U	sw	10YR2/1	h3	kru-sub	W5	r4
10-18	AhSw	SK3/4:(TD,do)4 +(D,do)3	r3l3L	bnllgr	10YR4/2	h2	sub	W4	e2r5
18-25	Sw		x3r3l2L	fage	2.5Y6/3	0	sub.	W2	e2r5
25-50	IIGoSd	M FE:(LOL,qpw)4 +(TD,do-S)3	x2r2l2L	legr hegrmr	7.5YR5/6 7.5Y7/2	0	pol	0	e5r3
50-85	GroSd1	SK3/4:(TD,do)4 +(D,do)3	x2r2l2L			0	pol	0	e5r4
85-100	GroSd2		x4r3l2L			0	pol	0	e5r3
100-135	IIIGroCv	B FE:(TD,do-S)5 +(LOL,qp)2 SK3:(TD,do)	r3s3L	gellbn	2.5Y5/4	0	pol	0	e5r2
135-160	IVGorCv1	V1 FE:(TD,do-S)6 SK4:(TD,do-Z)	x3r3l3S	grllgn	n.b.	0	pol	0	e2
160-200+	GorCv2	V2 FE:(TD,do-S)6 SK6:(TD,do)	s3l2r3X (l3S)	lege	2.5Y7/4	0		0	e1r3

Analysenergebnisse Profil 9

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
SwAh	65,2	2,6	14,2	8,8	0,0	2,3	1,4	1,1	1,2	0,5
AhSw	63,9	2,6	14,3	10,4	0,1	2,5	1,4	1,1	1,1	0,4
Sw	61,8	2,3	13,4	12,8	0,1	3,3	1,6	1,6	0,9	0,3
IIGoSd	55,3	2,0	15,1	16,4	0,1	5,8	2,0	0,6	0,6	0,2
GroSd										
IIIGroCv	52,1	1,7	13,9	18,1	0,1	8,5	3,3	0,6	0,2	0,1
IVGorCv1	51,7	1,7	13,6	17,2	0,2	9,2	3,8	0,9	0,2	0,1
IVGorCv2	51,8	1,8	14,2	14,6	0,3	7,0	5,3	2,9	0,4	0,2

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	PLAG	KAO	CHL	IL/MU	TON		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
L										
Of										
SwAh										
AhSw	8	+	+	1	-	1	+	+		
Sw	6	1	+	3	-	1	+	+		
IIGoSd	7	+	+	2	-	2	+	+		
GroSd										
IIIGroCv	4	+	+	3	-	3	-	+		
IVGorCv1	3	+	+							
IVGorCv2	1	1	1	7	-	2	-	1		

9 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Literatur:

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT : Geologische Karte von Bayern 1:500000. - München, 1981.

v.HORSTIG, G.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1.25-000 Blatt Nr. 5635 Nordhalben. - München, 1966.

v.HORSTIG, G. & STETTNER, G.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern 1.25000 Blatt Nr 5636 Naila. - München, 1962.

JUBELT, R.: Entstehung und Erscheinungsweisen silikatischer Nickel-lagerstätten. - Z.f.angew.Geol., Bd. 2, H. 8/9, S. 339-347, Berlin, 1956.

RÜCKERT, G.: Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1:25000 Blatt Nr. 5737 Schwarzenbach a.d.sächs. Saale. - München, 1972.

STETTNER, G.: Erläuterungen zur geologische Karte von Bayern 1:25-000 Blatt Nr 5836 Münchberg. - München, 1960.

STETTNER, G.: Erläuterungen zur geologischen Karte von Bayern Blatt Nr. 5835 Bad Berneck. - München, 1977.

WITTMANN, O.: Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. - München, 1984.

WURM, A.: Geologie von Bayern. Frankenwald, Fichtelgebirge, nördliche Oberpfalz. - Berlin, 1961

ANHANG:

1 Analyseverfahren

1.1 Bodenphysikalische und -chemische Parameter

Korngrößenanalyse: DIN 18 123

Porenvolumen: nach HARTGE (1971)

pH-Wert (CaCl₂): DIN 19 384 - Teil 1

Kohlenstoff und Stickstoff: Gaschromatographisch mit dem
Elementanalysator CHN-O RAPID

Carbonat: DIN 19 384 - Teil 5

Eisenoxalat: DIN 19 384 - Teil 6

Eisendithionit: nach JACKSON (1960)

Potentielle Austauschkapazität: DIN 19 384 - Teil 8

Effektive Austauschkapazität: mit NH₄Cl-Auszug (ULRICH, 1984)
Messung der Eisenkationen und der Kationen der effektiven und
potentiellen Austauschkapazität mit ICP-AES (Spectroflame, Fa.
Spectro)

1.2 Geochemische Untersuchungen:

Gesamtaufschluß mit HClO₄-HF-HNO₃-Gemisch (RUPPERT, 1987):

Messung der meisten Elemente in den Aufschlüssen mit ICP-MS (inductively coupled plasma mass spectrometry), Modell ELAN 250 (Fa. SCIEX-PERKIN ELMER)

Routine-Bestimmungsgrenzen bezogen auf die Aufschlußlösung (RUPPERT, 1990): 0,0x - 0x µg/l (je nach Element);

Folgende Elemente wurden mit der ICP-AES (Spectroflame, Fa. Spectro) bestimmt (s.a. HEINRICHS & HERRMANN, 1990): Na, Mg, Al, U, Ca, Ti, Mn, Fe, Sc, V, Cr, Ni, Cu, Zn, Sr, Ba (teilweise mit ICP-MS überlappend)

Röntgenfluoreszenzanalyse (für Haupt- und Nebengemengteile):

Gerät - PW 1404, Fa. Philips, wellenlängendispersives Röntgenfluoreszenzspektrometer mit 6-fach Kristallwechsler

Meßprogramm - GEO ROCK Vers. 3.0

Überarbeitetes Programm des Institutes für Geochemie der Universität Frankfurt

Probenpräparation - Schmelzmittel Spectroflux 110, Fa. Johnson Matthey (66,5 % Lithiumtetraborat, 33,5 % Lithiummetaborat), Schmelzverfahren: Induktion

1.3 Mineralogische Untersuchungen

Gesamtmineralanalyse: Gemessen am Pulverpräparat

Gerät: Diffraktometer D 500 (Fa. Siemens) + Röntgengenerator KRISTALLOFLEX 710 H

Anodenmaterial: Cu

Halbquantitative Auswertung der Peakflächen der Hauptreflexe nach COOK et al. (1975)

Die geochemischen Untersuchungen wurden dankenswerterweise von H. Dr. Ruppert (Gesamtaufschluß) und H. Dr. Ott (Röntgenfluoreszenzanalyse), die mineralogischen von H. Dr. Rast in den Labors des Bay. Geol. Landesamt durchgeführt.

H. Meßli fertigte die graphischen Darstellungen der Elementgehalte an.

2 Literatur

- COOK, JOHNSON, MATTIS & MEMMELS (1975): Methods of Sample Preparation and X-Ray Mineralogy Laboratory, Deep Sea Drilling Project, University of California, Riverside, Init. Pep. of DSDP, Vol. 28; Washington.
- HARTGE, K. H. (1971): Die physikalische Untersuchung von Böden. - 168 S.; Stuttgart (Enke).
- HEINRICHS, H. & HERRMANN, A.G. (1990): Praktikum der Analytischen Chemie. - XIV+669 S., 49 Abb., 64 Tab.; Berlin, Heidelberg (Springer-Verlag).
- JACKSON, M.L.(1960): SOIL Chemical Analysis. - 2. Aufl. Englewood Cliffs, N. J., Prentice Hall, Inc. N. J..
- RUPPERT, H. (1990): Anwendung von ICP-MS in der Untersuchung von Böden, Mineralien, Gesteinen und Wasser. In Tagungsunterlagen zum Seminar "Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS)" im Haus der Technik in Essen am 14.3.90, 18 S.; Essen.
- ULRICH, B., MEIWES, K.J., KÖNIG, N. & KHANNA, P.K. (1984): Untersuchungsfahren und Kriterien zur Bewertung der Bodenversauerung und ihre Folgen in Waldböden. - Forst- und Holzwirt: 39: 278-286; Göttingen.

Exkursion F

Deckschichten und Böden der Altflächenlandschaften Mittel-
frankens

von
Schilling, B. *)

1 Naturräumliche Gliederung (s. Abb. 1)

Die Exkursionsroute führt durch folgende Landschaftseinheiten des Fränkischen Schichtstufenlandes (WITTMANN, 1983):

Die Keuperabdachung (5.5.1/5.6.1) westlich der Regnitz umfaßt im wesentlichen das Verbreitungsgebiet des Gips- und Sandsteinkeupers. Östlich davon schließt sich die Sandsteinkeuperlandschaft der Regnitzsenke (5.5.2.1) an, die südlich Nürnberg in die Rezat-/Rednitzsenke (5.5.2.2) übergeht. Östlich der Regnitz beziehungsweise südlich der Rezat schließt sich die Liaslandschaft des Albvorlandes (5.7/5.8) an, das durch den Albanstieg von der Fränkischen Albhochfläche (6.1.1/6.1.2/6.2.2) getrennt ist.

2 Geologische, landschaftsgeschichtliche und geomorphologische
Übersicht

Das Gebiet des Fränkischen Schichtstufenlandes ist ein Teil des Germanischen Beckens, das seit der Rotliegendzeit durch den Schutt der umliegenden Festlandbereiche (variszisches Grundgebirge, Vindelizisches Festland) gefüllt wurde. Nach den fluviatilen, limnischen und teilweise marinen Ablagerungsbedingungen während der Buntsandsteinzeit und dem vollmarinen Milieu während des Muschelkalks und des Gipskeupers, begann das Meer sich zurückzuziehen. Zunehmend

+) Bay. Geologisches Landesamt, Heßstr. 128, 8000 München 40

arides Klima brachte terrestrische Sand- und Tonschüttungen mit sich (Burgsandstein). Brackisch-limnisches Bildungsmilieu führte zu einer Ablagerung von roten Tonen und Mergeln (Feuerletten) (BERGER, 1969). Während des Rhät hinterließ ein mehrfacher Wechsel von Regressions- und Transgressionsphasen einen Wechsel von Sand- und Tonsedimenten. Im südlichen Franken wurden die Rhätablagerungen nach einer abschließenden Hebungsphase noch vor Beginn des Jura wieder erodiert (HAUNSCHILD, 1980).

Die Liastransgression zu Beginn des Jura hinterließ flachmarine feinklastische Sedimente, vorwiegend Schiefertone und Mergel. Während der Lias-Epsilon-Stufe sorgte eine Übersalzung des Meerwassers für eine Konservierung der marinen Tierwelt in Ölschiefen und Schillkalkbänken (SCHMIDT-KALER, 1987).

Eine Eintiefung des Beckens im beginnenden Dogger führte zur Ablagerung von mächtigen, fossilarmen, blaugrauen Tonen (Opalinuston) (LOTZE, 1971). Mit der anschließend wieder einsetzenden Verflachung des Meeres sedimentierten feinkörnige Sande (Eisensandstein) (SCHMIDT-KALER, 1987). Während des Oberen Dogger (Ornatenton) wurde durch die Kippung der Süddeutschen Großscholle die Verbindung zu nördlichen Meeren über die Hessische Straße abgeschnitten. Über die Regensburger Straße (BRINKMANN, 1977) bestand eine Verbindung zur Tethys über die nun wärmeliebende Faunenelemente nach Mitteleuropa einwanderten.

Während des Tertiär wurden die Grundzüge des heutigen Reliefs der Schichtstufenlandschaft angelegt. Zwei Theorien zur Reliefgenese stehen sich grundsätzlich gegenüber (vgl. DONGUS, 1974):

- SCHMITTHENNER (1956) machte eine Herauspräparierung von morphologisch harten Schichten durch Quellerosion für die Bildung von Schichtstufen verantwortlich. Grundlage dieser Theorie waren also gesteinsabhängige Abtragungsvorgänge.
- BÜDEL (1957) geht von einer Rumpfflächenentwicklung aufgrund von Flächenspülungen aus, die unabhängig von petrographischen Unterschieden stattfand.

KLEBER (1987) zeigt die Vorgänge auf, die in der südlichen Frankenalb zwischen Oberoligozän und Pliozän formenbildend und formenbeeinflussend waren.

Weitere wichtige Prozesse, die die Ausformung des Reliefs bis zum rezenten Stadium prägten, wirkten im Pleistozän. Während im Laufe der zum großen Teil warmen Tertiärperiode durch exogene Kräfte vorwiegend kantige Landschaftsformen geschaffen wurden, rundeten die verschiedenen, durch die pleistozänen Eiszeiten bedingten Reliefdynamiken diese Morphologie ab. Das Fränkische Schichtstufenland lag im Pleistozän im Periglazialbereich. Ausgedehnte Decken kaltzeitlicher Sedimente sind Zeugen dafür. Im Auftaubereich der Dauerfrostböden entstanden Fließerden, Kryoturbationen, Strukturböden und Eiskeilspalten. Der im Pleistozän herrschende Wechsel von Ablagerung und Einschneidung führte in den Tälern zur Terrassenbildung. So treten an der Regnitz, dem größten Wasserlauf im Exkursionsgebiet, bis zu vier Terrassenstufen auf. Vor allem das vegetationsfreie, lockere Terrassenmaterial, zum Teil auch die mesozoischen Sande, wurden vom Wind verblasen. Flugsande sind in der näheren Umgebung der großen Täler zu finden. Die Schluffe wurden dagegen über größere Strecken bewegt. Die östlich der Flußläufe abgelagerten Flugsande und die mächtigen Lößpakete auf den Osthängen sind eindeutige Indizien für eine vorherrschend westliche Windrichtung während der Kaltzeiten des Pleistozäns. Die Flußgeschichte ist in diesem Gebiet seit dem Jungtertiär tiefgreifenden Veränderungen unterworfen. Lydite aus dem Frankenwald in den Hochflächenschottern der Frankenalb deuten auf eine Nord-Südentwässerung des Mains zur Donau hin (BREMER, 1967). Daraufhin folgte noch im Tertiär eine Süd-Nordentwässerung, die im Ältestpleistozän erneut umgekehrt wurde (Lydite in Grobschottern) (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT, 1981). Noch im Laufe des Ältestpleistozäns wurde das Main-Regnitzgebiet endgültig an das Flußsystem des Rheins angeschlossen.

Die rezente Morphologie entstand aus einer abschließenden, deutlichen Überprägung im letzten Glazial. Im Holozän unterlagen lediglich die Talsohlen der Wasserläufe bei Überschwemmungen markanten Veränderungen.

Die rezente Morphologie des Schichtstufenlandes wird durch die unterschiedliche Verwitterungsresistenz seiner geologischen Schichten geprägt (BERGER, 1978). Härtere, sandige und kalkige Schichten bilden die Steilanstiege und die dazugehörigen Verebnungsflächen, tonige Sedimente die flachen Anstiege. Blasensandstein und Coburger Sandstein sind die ältesten Schichtglieder, die im Exkursionsgebiet austreichen. Man findet sie in erster Linie an Talhängen angeschnitten. Der hangende Burgsandstein hat eine weitaus größere räumliche Verbreitung. Westlich der Regnitz bildet der Burgsandstein eine große Schichtfläche. Aufgrund der vergleichsweise hoch liegenden Erosionsbasis der Regnitz haben sich die konsequent mit dem Schichtfallen verlaufenden Flüsse (Aisch, Aurach, Ebrach, Zenn) nur sehr gering eingeschnitten. Tiefere Täler hingegen formen die Flußläufe (Wiesent, Rednitz, u.s.w.), die sich subsequent beziehungsweise obsequent bewegen. In diesem Bereich (E' Regnitz, S' Nürnberg) bildet der Burgsandstein häufig Steilstufen. Zur Fränkischen Alb hin folgen über dem Burgsandstein die Ton-, Mergel- und Sandsteine des Feuerletens. Sie bilden meist einen Flachanstieg zur Steilstufe des Rhätolias (Rhät-Lias-Übergangsschichten). Im Einzugsgebiet des Donausystems wirken sie auch als Flächenbildner. Sanftere Formen besitzt das Relief im Albvorland. Auf die Verebnungsflächen der harten Rhätoliassedimente folgt ein stetiger Wechsel zwischen flächenbildenden härteren Kalk- und Mergelbänken (Lias Gamma, Lias Epsilon) und schwach geneigten Anstiegen über den Tonsedimenten (Lias Beta, Lias Delta, Dogger Alpha). Eine deutliche Stufe formen die Sandsteine des Eisensandsteins. Die Gipfelbereiche einiger Zeugenberge bestehen aus Eisensandsteinmaterial. Im Hangenden des Eisensandsteins bildet die sogenannte "Doggerterrasse" (Dogger Gamma bis Zeta) eine Verebnungsfläche, ehe die Bank- und Massenkalk des Malms die letzte Steilstufe zur Albhochfläche bilden.

Die mesozoischen Sedimente sind meist von pleistozänen und holozänen Ablagerungen wie Terrassen- und Flugsande sowie Lößakkumulationen bedeckt. Sie wirken in den meisten Fällen ausgleichend auf das Relief. Die jüngsten Sedimente sind die holozänen Talfüllungen.

Einen wichtigen Einfluß auf die Gestaltung der Oberflächenformen hat die europäische Hauptwasserscheide (vgl. WITTMANN, 1971), die durch das Exkursionsgebiet zieht. Sie trennt das rheinische vom danubischen Flußsystem. Ihr Verlauf entspricht ungefähr der Achse Neumarkt/Opf. -

Weißenburg - Ansbach. Die tief liegende Erosionsbasis des Rheins sorgt in angrenzenden Arealen für eine intensive Zertalung. Das geringere Gefälle im danubischen System hat die erodierende Kraft der Flüsse geschwächt (Altmühl - Fluß mit geringstem Gefälle in Europa). Sie mäandrieren dafür umso stärker. Aus diesem Grund sind vor allem im Raum Allersberg und Hilpoltstein tertiäre Rumpfflächen mit fossilen oder reliktschen Zeugnissen der Bodenbildung in den vergleichsweise erosionsarmen Regionen des danubischen Einzugsbereich erhalten geblieben (WITTMANN, 1982). Aber auch in Gegenden, in denen aufgrund der vorherrschend konsequenten Fließrichtung der größeren Wasserläufe eine intensive Talbildung vermieden worden ist, sind Areale mit weitflächig verbreiteten Relikten alter Bodenbildungen erhalten geblieben.

Die Bodengesellschaften und ihre Verbreitung sind im Kapitel "Die Böden Mittel- und Oberfrankens" beschrieben. In diesem Kapitel sind auch die Deckschichten erläutert.

2.1 Ausgangsgestein - Schichtenfolge (BERGER, 1978)

In den bearbeiteten Landschaftseinheiten treten kurz zusammengefaßt folgende geologischen Schichten auf:

Pleistozän und Holozän: Fließerden, Hangschuttdecken, parautochthone Deckschichten, äolische Sedimente

Malm: Mergel, Bank- und Schwammkalke

Dogger Gamma (Sowerbyi- bis Ornatentonschichten): graue bis rötlichbraune Kalksandsteine, gelbgraue und graue Mergelkalke, Kalke, Mergel und Schiefertone

Eisensandstein (Dogger Beta): hellbraungelbe bis rostfarbige, fein- bis mittelkörnige Sandsteine

Opalinuston (Dogger Alpha): graue bis blaugraue Mergel- und Schiefertone

Posidonienschiefer (Lias Epsilon): bituminöse Schiefer, graue Mergel und hellgraue, harte Stinkkalkbänke

Amaltheenton (Lias Delta): graue bis dunkelblaugraue, schiefrige bis blättrige Mergeltone und Tone

Lias Gamma: graue bis schwarzgraue Mergel- und Tonschiefer, Mergelkalksteine und Kalksteinplatten zwischengelagert

Lias Beta: dunkelgraue und bläulich-schwarzgraue Schiefertone und Tone

Arietensandstein (Lias Alpha3): rostbraune, grobkörnige Sand- und Kalksandsteine

Angulatensandstein (Lias Alpha2): gelbbraune bis graugelbe, feinkörnige Sandsteine

Rhät: weißliche, gelbliche, grüne, graue und bräunliche, fein- bis grobkörnige Sandsteine, graue, bräunliche, rötlich bis violett schimmernde Tone zwischengeschaltet

Feuerletten: rote bis rotviolette Tone und Tonmergel mit unterschiedlich eingelagerten Grünzonen als Bänder, Tupfen oder Flecken honiggelbe, mittel- bis feinkörnige, karbonathaltige Sandsteine zwischengeschaltet,

Oberer Burgsandstein: rostigrote und rotviolette, mittel- bis grobkörnige Sandsteine, rote und rotviolette Basis- und Zwischenletten

- Mittlerer Burgsandstein: rote bis rostfarbige, mittel- bis grobkörnige, dickbankige Sandsteine,
rote, rotviolette, rostfarbige und grüne Basis- und Zwischenletten
- Unterer Burgsandstein: graue, gelbliche und rote, fein- bis mittelkörnige, massig bis bankige, oftmals mürbe Sandsteine,
blaßfarbig grüne, grünviolette, gelbliche und rote Basis- und Zwischenletten
- Coburger Sandstein: graue bis weiße, fein- bis mittelkörnige Sandsteine,
Letteneinschaltungen selten
- Blasensandstein: hell- bis rostbraune, oder rötliche und weißgraue, fein bis mittelkörnige, seltener grobkörnige Sandsteine,
rote, grüne und violette Lettenlagen oder -linsen zwischengeschaltet

3 Klima:

Mittel- und Oberfranken liegen in der nördlich gemäßigten Klimazone. Dementsprechend zeichnet sich das Klima durch den Wechsel von mäßig warmen, frostfreien Sommern zu mehr oder minder kalten Wintern aus. Die Lufttemperaturen übersteigen im Sommer selten plus 30 °Celsius und sinken im Winter nur ausnahmsweise unter -20 °C.

Die Täler im Einzugsbereich der Regnitz verfügen über ein etwas milderes Klima als die weniger zertalten Hochflächen des südlichen Franken (KNOCH 1952). Zum Albrand hin erhöhen sich die Niederschläge auf bis zu 800 mm.

	Regnitz Einzugsbereich	Keuperabdachung u. Albvorland
Mittlere wirkliche Lufttemperatur (Jahr) (1881-1930)	8 °C	7 °C
Mittlere Zahl der Eistage (1881-1930)	30 Tage	30 Tage
Mittlere Zahl der Sommertage (1881-1930) mind. 25 °C	40 Tage	30 Tage
Mittlere Niederschlagssummen (Jahr) (1891-1930)	650 mm	650 mm
Mittlerer Trockenheitsindex* (Jahr) (1891-1930)	35	40

(tabellarische Auflistung nach KNOCH 1952)

Def: Mittlerer Trockenheitsindex (Jahr) =

$$= (n/t+10) * k/120$$

- n = mittlere jährliche Niederschlagssumme in mm
- t = mittlere jährliche Lufttemperatur in Grad Celsius
- k = mittlere jährliche Zahl der Niederschlagstage von mindestens 1,0 mm
- 120 = mittlere jährliche Zahl der Niederschlagstage von mindestens 1,0 mm für das ehemalige Reichsgebiet
- 10 = Konstante

4 Vegetation und Nutzung

Kiefern- und Fichtenwälder sind auf den sandigen Standorten des Keupers und Doggers weit verbreitet, während auf den stärker lößlehmbeeinflussten Arealen des Sandsteinkeupers, des Lias und des tieferen Braunen Juras Ackernutzung vorherrscht. Auf den häufig staunassen Flächen der Ton- und Mergelgesteine des Lias und des tieferen Braunjuras (Untere Aalen-Schichten) überwiegt die Grünlandnutzung. Mischwälder stocken auf den Kalkgesteinen des mittleren und oberen Braunjuras (Obere Aalen-Schichten, Bajoc-, Bathon- und Callov-Schichten) sowie auf den Kalk- und Dolomitgesteinen des Malmanstiegs (Oxford-Schichten). Die landwirtschaftlich nicht genutzten, waldfreien Areale des Jura tragen vielfach eine für diese Standorte typische artenreiche Halbtrockenrasenvegetation.

Aufgrund der unterschiedlichen Substratzusammensetzung seiner Böden sowie dem etwas milderen Klima ermöglicht das Regnitz-/Rednitztal den Anbau verschiedener Sonderkulturen. Sofern die Talböden nicht im Überschwemmungsbereich liegen, bieten sie für viele Kulturpflanzen günstige Standortbedingungen. Östlich Baiersdorf werden viele

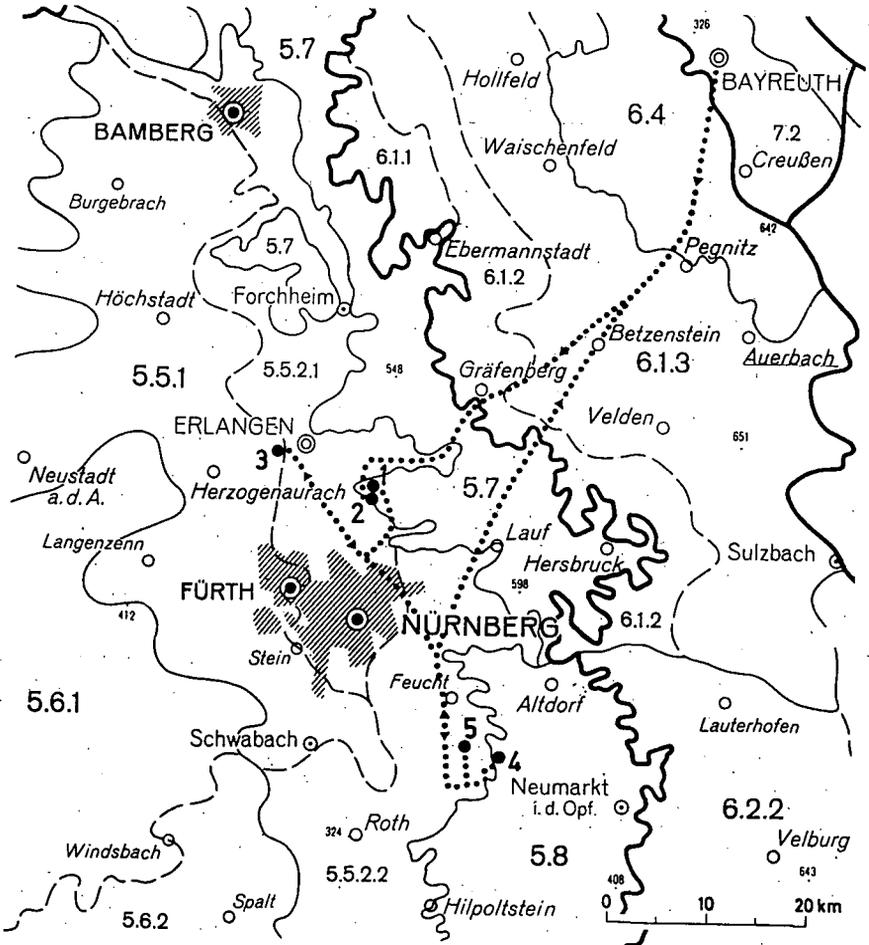
Baumschulen auf Terrassen- und Flugsanden betrieben. Auch die Blumenzucht für den Gartenanbau hat dort einen hohen Stellenwert. Spargel ist eine weitere typische Sonderkultur für diese Region. Eine Besonderheit stellt der Tabakanbau bei Schwabach dar. Die Liasflächen des Albvorlandes werden in erster Linie für den Getreideanbau (s. Tab. 1u. 2) oder in staunassen Senken und Mulden als Grünland genutzt. Typisch für die Liasflächen und die Flächen des unteren Dogger sind die vielen Obstkulturen. Im Raum östlich Forchheim wird intensiv Kirschenanbau betrieben. Die weitflächig sandigen Areale der Keuperabdachung sind nur dann günstige Ackerstandorte, wenn auf dem mesozoischen Ausgangsgestein mächtigere lößlehmreiche Deckschichten lagern. In lößlehmärmeren Bereichen herrscht Forstnutzung vor.

Landschaftseinheiten (WITTMANN, 1983)
(s. Abb. 1)

		5.5.1 Nördl. u. östl. Keuperabdachung	5.5.2.2. Rezat-Red- nitz-Senke	5.7 Nördl. Alb- vorland
FN		40,6	54,4	35,2
LN	in % der GN	55,4	42,3	59,8
Acker- fläche		78,8	67,7	64,1
Grünland	in % der LN	20,7	29,9	33,6
Getreide	in % der AF	63,7	58,4	66,3
Mais	"	14,7	18,3	11,8
Hackfrüchte	"	7,8	15,4	9,4
Leguminosen	"	5,9	2,1	3,6
GN: Gesamte Wirtschaftsfläche		FN: Forstliche Nutzfläche		
LN: Landwirtschaftliche Nutzfläche		AF: Ackerfläche		

Die Daten stammen von der Landesanstalt für Betriebswirtschaft und Agrarstruktur

Mit circa 8000 Weihern gilt der Regierungsbezirk Mittelfranken als Schwerpunkt der Karpfenzucht in der Bundesrepublik Deutschland (BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT UND AGRARSTRUKTUR, 1978). Die fränkische Sandsteinkeuperlandschaft bietet günstige Voraussetzungen für die Anlage von Weihern. Der mannigfaltige Wechsel zwischen Sandsteinschichten und tonigen, wasserstauenden Schichten und das Relief mit seinen breiten, muldenförmigen Tälern, seinem schwachen Gefälle sowie zahlreiche Quellen bieten gute Voraussetzungen für den Weiherbau. Die vielen Teiche sind auch von



..... Exkursionsroute

5 • Exkursionspunkte

- 5.5.1/ 5.6.1/ 6.4/ 7.2 : Ton- Sand-(stein-) Landschaften
- 5.5.2.1/ 5.5.2.2/ 5.6.2 : (Ton-) Sand-(stein-)Landschaften
- 5.7/ 5.8 : Ton- Landschaften
- 6.1.1/ 6.1.2/6.2.2 : Dolomit- und Kalkstein- Landschaften
- 6.1.3 : Sand-(stein-) Ton- Kalkstein- Landschaften

Abb.1: Ausschnitt aus der Landschaftsgliederung nach WITTMANN (1983); mit eigenen Ergänzungen

wasserwirtschaftlicher Bedeutung. Sie dienen dem Wasserrückhalt und beeinflussen das Kleinklima günstig.

Die Forstwirtschaft dominiert vor allem auf Böden aus sandigen Ausgangsmaterial. Mit dem Nürnberger Reichswald verfügt die Region über den zweitgrößten zusammenhängenden Waldbestand Deutschlands (26000 ha) (BAYERISCHES STAATSMINISTERUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN, 1968). Seine ehemalige Bestockung waren Eichen-Birken- und Eichen-Hainbuchenwälder. Dieses ursprüngliche Waldbild hatte der Mensch während des Mittelalters und der Neuzeit durch intensive Forstnutzung tiefgreifend verändert. Heute stellen Kiefern- und Fichtenbestände den Hauptanteil am Wald dar.

Landschaftseinheiten

(WITTMANN, 1983)

(s. Abb. 1)	natürliche Waldzusammensetzung nach Hauptbaumarten (KREUTZER & FOERST, 1978)
5.5.1 Nördl. u. östl. Keuperabdachung	Eichenwälder mit Kiefer und Buche sowie Eichen-Buchenwälder mit Linde
5.5.2.2 Rezat - Rednitz - Senke	deutlich subkontinentale, bodensaure Kiefern-Eichenwälder, daneben Eichenwälder mit Birke
5.7 Nördl. Albvorland	Eichen-Mischwälder mit Buche, daneben Eichen-Buchenwälder und in den kühleren Lagen Übergänge zu Buchenwäldern mit geringem Tannenanteil

5 Exkursionsroute (s. Abb. 1)

Die Fahrt führt von Bayreuth aus nach Süden. Vom Niveau des Sandsteinkeupers folgt ein stetiger Anstieg durch das Oberfränkische Schwarz- und Braunjuragebiet. Kurz vor der Bundesautobahnausfahrt Pegnitz beginnt die nördliche Frankenalb, die hier von Kreidesedimenten überdeckt wird. Bei der Weiterfahrt auf der Bundesstraße 2 Richtung Nürnberg wird die Malmtafel durchquert, deren Kalk- und Dolomitgesteine oft von der lehmigen Albüberdeckung verhüllt werden. Zwischen Gräfenberg und Weißenhohe führt die Fahrt die Alb hinab ins Kalkachtal. Nach Igensdorf säumen Riedel der Liasflächen des Albvorlandes das Schwabachtal. Die Schwabach schneidet in Richtung

Erlangen immer ältere Gesteine an (bis Burgsandstein). Kurz nach Dormitz biegt die Exkursionsroute in südlicher Richtung ab, um auf die weit nach Westen vorgestreckte Anhöhe der Kalchreuther Liasinsel zu gelangen (Einführung). Am Südwesthang der Liasinsel liegen zwei Profile (1 u. 2).

Die Exkursion setzt sich fort mit einer Fahrt über Heroldsberg zur Bundesautobahnauffahrt Nürnberg-Nord. Südlich von Heroldsberg steigt die Straße vom Talniveau des Mühlbaches (Aue, Flugsand, Terrasse) zu einer langgestreckten Erhebung an, deren Hochfläche aus Sandsteinen des Rhät gebildet wird. Die Bundesautobahn wurde zwischen den Auffahrten Nürnberg-Nord und Tennenlohe auf Burgsandstein, Flug- und Terrassensanden gebaut. Zwischen Tennenlohe und Ausfahrt Frauenaarach bilden Coburger- und Blasensandstein den Untergrund. Kurz vor der Ausfahrt wird das Regnitztal gequert, an dessen Westrand der Rhein-Main-Donau-Kanal verläuft. Circa 500-800 m nordwestlich der Ausfahrt Frauenaarach liegen die Profile 3 und 4.

Von dort bewegt sich die Exkursion zurück auf die Bundesautobahnen A3 und A9 Richtung München. Ab Nürnberg-Nord führt die Autobahn durch eine wellige Landschaft, deren geologischer Untergrund hauptsächlich aus Burgsandsteinschichten besteht. Teilweise bedecken unterschiedlich mächtige Flugsande diese Schichten. Bei der Ausfahrt Allersberg verläßt die Exkursion die Bundesautobahn. Von dort geht es in Richtung Osten zu einer ca. 4 km entfernt liegenden Feuerlettenhochfläche, auf der die Profile 5 und 6 vorgestellt werden.

Das letzte Profil (7) liegt ungefähr 3 km nördlich Allersberg auf einer flugsandüberdeckten Burgsandsteinfläche. Danach führt die Rückfahrt über die Bundesautobahn A9 nach Bayreuth.

6 Exkursionsthemen

7.1 Deckschichten

Es werden die flugsandbeeinflussten Böden östlich der Regnitz den lößlehmbeeinflussten Flächen westlich der Regnitz gegenübergestellt (s. Abb. 2). Die Flugsandbeeinflussung ist auf die östliche Talflanke begrenzt. Am Beispiel der Kalchreuther Liasinsel kann dies gut dargestellt werden:

Am Fuß der Erhebung sind die Burgsandsteinflächen fast durchweg von Flugsand bzw. Dünensand überzogen (s. Profil 1). Auf dem Feuerlettenhang verringern sich die Deckschichtenmächtigkeiten mit zunehmender topographischer Höhe. Ab der Verebnung des Feuerlettenhangs, die durch harte Kalkplatten des KmF gebildet wird, dünnen die Deckschichten teilweise vollkommen aus. Hier befindet sich auch der Überschneidungsbereich zwischen äolischen Sandüberdeckungen und Sandschüttungen des hangenden Rhätsandsteins. Unterhalb der Geländestufe, die Sandsteine des Rhät- und Arietensandsteins bilden, sind äolische Komponenten nur im geringen Umfang vorhanden. Darüber gewinnt der Lößlehm (s. Profil 2) als äolische Komponente der Deckschichten immer mehr an Bedeutung.

Anders zeigt sich die Landschaft westlich der Regnitz (s. Profil 3). Fernab von größeren Tälern als Sandliefergebiete lagerten sich in dieser Region Löße ab. Sie wurden oft nur gering bzw. überhaupt nicht in das authochthone Verwitterungsmaterial der mesozoischen Gesteine eingearbeitet. In diesem morphologisch ruhigen Areal blieben auf den Rumpfflächen auch ältere Löße (Riß, Mindel, Günz) noch teilweise erhalten. An exponierten Standorten kommt nur die jüngste äolische Beimengung (Spätwürm) vor (s. Profil 4).

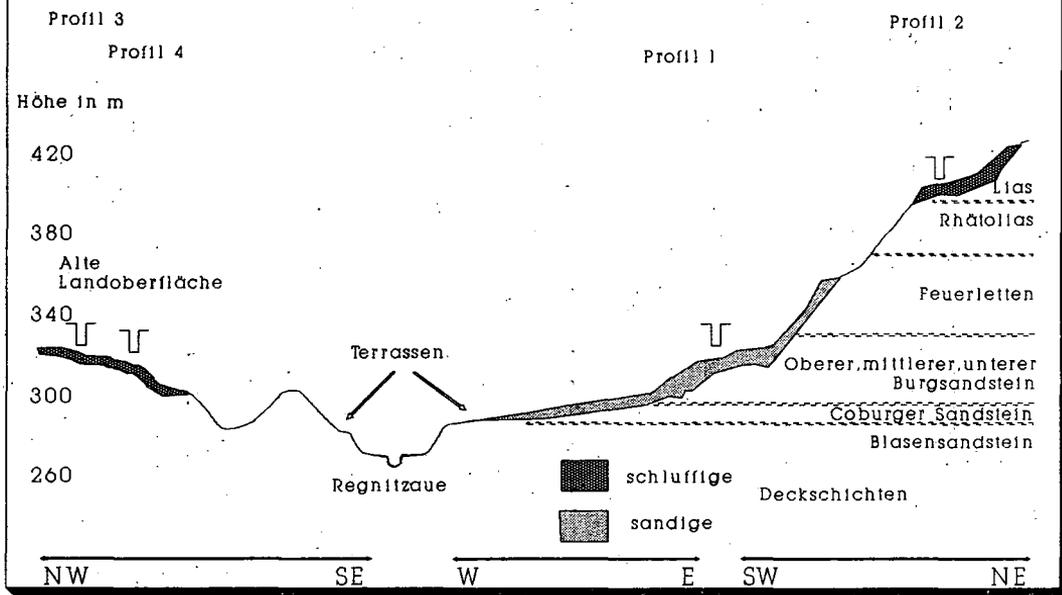
Profil 7 steht als Beispiel pleistozäner Flugsandsedimentation. Die Hauptlage besteht hier sowohl aus Flugsand- als auch aus Lößlehmkomponenten, die homogen vermischt sind.

7.2 Altflächen

Der Vergleich von älteren (prä- bis spätpleistozänen) mit jüngeren (holozänen) Bodenentwicklungen soll als weiteres Thema die Exkursion begleiten. Das morphologisch stark gegliederte Relief östlich der Regnitz war einer ständigen Erosion ausgesetzt und bot alten Böden daher kaum Möglichkeiten sich bis in die heutige Zeit hinein zu konservieren (s. Profil 1 u. 2). Anders verhält es sich auf den weiten Rumpfflächen westlich der Regnitz, die einen großen Anteil an alten Verwitterungsflächen haben (s. Profil 3), ebenso wie die Rumpfflächen im Donaeinzugsgebiet südlich von Nürnberg (s. Profile 5 u. 6) (vgl. WITTMANN, 1982). Die höhere Erosionsbasis verhinderte eine intensivere Erosion und führte dadurch zum Erhalt vieler altangelegter Böden.

Abb. 2

Profilinie zwischen Kalchreuther Höhenzug und Klosterwald
(Schema; nicht maßstabgetreu)



7 Exkursionspunkte

7.1 Exkursionspunkt 1, Aussichtspunkt:

Naturräumliche, geomorphologische, geologische, boden- und vegetationskundliche Einführung in das Exkursionsgebiet von einem Aussichtspunkt auf der Kalchreuther Anhöhe aus.

Abkürzungen in den Profilbeschreibungen:

H = Humusgehalt im Gelände ermittelt (s. AG BODENKUNDE, 1982: S.98, Tab. 22)
CO3 = Kalkgehalt im Gelände ermittelt (s. AG BODENKUNDE, 1982: S.94, Tab. 19)
Gef. = Gefügeform (s. AG BODENKUNDE, 1982: S.116 ff.)
Dw. = Durchwurzelung (s. AG BODENKUNDE, 1982: S.130, Tab. 37)
Weit. ped. Merkm. = Oxidationen, Reduktionen, Konkretionen (s. AG BODENKUNDE, 1982: S.91, Tab. 18)

Petrographie: SST = Sandstein
TST = Tonstein
KMS = Kalkmergelstein
LOL = Lösslehm
FSA = Flugsand
Stratigraphie: kmbu = Unterer Burgsandstein
kmbm = Mittlerer Burgsandstein
kmbo = Oberer Burgsandstein
kmf = Feuerletten
ko = Rhätsandstein
si = Arietensandstein (Lias Alpha 3)
q = Quartär
qpw = Würm
Substratlagen: O = Oberlage H = Hauptlage M = Mittellage
B = Basislage V = Verwittertes Gestein
U = Unverwittertes Gestein

Bei den petrographischen Beschreibungen der Substratlagen werden Feinerde und Skelett getrennt angegeben. Der Skelettgehalt wird in Anteilsklassen (1-6) nach AG BODENKUNDE (1982) und dem petrographischen Inhalt beschrieben. Bei der Feinerde werden die Komponenten abweichend nach folgenden komplementären Anteilsklassen angegeben.

Klasse	Gew. %
1	<10
2	10-25
3	25-50
4	50-75
5	75-90
6	>90

Die Herkunft des Materials wird durch Petrographie/Stratigraphie des Ausgangsmaterials angegeben. Bei Verwitterungsprodukten von Festgesteinen wird zusätzlich die Hauptbodenartengruppe nach AG BODENKUNDE (1982) der jeweiligen Komponente angegeben. Bei Flugsand und Lösslehm wird nur FSA bzw. LOL und die Anteilsklasse an der Feinerde angegeben.

Beispiel Substratlagenbeschreibung:

H: FE: (LOL, qpw)5 + (SST-S, kmbo)2
SK4: (SST, kmbo)

= Hauptlage: Feinerdekomponenten: wärmzeitlicher Lösslehm
- Gehaltsklasse 5 (75-90 Gew.%) und
Sandsteinverwitterungssand des kmbo
- Gehaltsklasse 2 (10-25 Gew. %)

Skelettkomponente: Gehaltsklasse 4 (30-50 Vol.%)
Oberer Burgsandstein

Anm.: Die Skelettgehalte der Böden wurden im Gelände bestimmt.

Abkürzungen der Minerale:

QUA = Quarz
MIK = Mikroclin
ORT = Orthoklas
TON = Tonminerale (Illit, Smectit, Vermikulit, Wechsellagerungs-
minerale)
CHL = Chlorit
CAL = Calcit
KAO = Kaolinit
DOL = Dolomit
LEP = Lepidokrokot

Die Ergebnisse aus der halbquantitativen Auswertung der Mineral-
analyse wurden Klassen zugeteilt und sind wie folgt angegeben:

+	= 0-5 %	6	= 50-60 %
1	= 5-10 %	7	= 60-70 %
2	= 10-20 %	8	= 70-80 %
3	= 20-30 %	9	= 80-90 %
4	= 30-40 %	10	= 90-100 %
5	= 40-50 %		

Anmerkung zu den graphischen Darstellungen der Elementgehalte:
Elementgehalte, deren Werte größer sind als der
jeweilige Abszissenhöchstwert, werden unterhalb der
Abszisse aufgeführt.

7.2 Exkursionspunkt 2, Profil 1:

Leg:	Saugarten/Kalchreuth	TK:	6432 Erlangen-S0d
Klima:		Niederschlag:	650 mm/Jahr
		Temperatur:	7°C Jahr
Geologie:	Hauptlage aus Flugsand über Tonen des Burgsandsteins		
Relief:	schiefe Ebene	Nelgung:	2°
		Exposition:	SW
Vegetation/Nutzung:	Nadelwald	Höhenlage:	333 m ü. NN
		Humusform:	Rohhumus, streugenutzt
Bodenklassifikation:	Soil Taxonomy: Haplaquept FAO: Spodo-Stagnic Gleysol DBG: podsoliger Pseudogley		

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw.	Weit. ped. Merkm.
0,2	L									
+1	Of									
+3,5	Oh									
0-3	Ahe	H FE:(FSA, qpw)6	S	swlgr	2,5YR3/1	h2	0	ein	W4	0
3-25	AeSew		S	gellgr	2,5Y6/1	0	0	ein	W3	r6
25-45	Sew ₀₁		S	hgr	2,5Y7/1	0	0	ein	W3	r6
45-64	Sew ₀₂		S	hgr	2,5Y7/1	0	0	ein	W3	r6
64-70	IISeWsd	B1 FE:(SST-S, kmbo)6	I2S	bngr	2,5Y7/4	0	0	ein	0	r6
70-90	IIISd	B2 FE:(SST-S, kmbo)6	I4S	robn, gegr mr	5YR6/8, 2,5Y6/1	0	0	sub 2	0	r3
90-130+	IVPSd	B3 FE:(TST-T, kmbo)6	e3T	robn, gegr mr	5YR6/8, 2,5Y6/1	0	0	sub 2	0	r3

FE = Feinerde

Analysenergebnisse Profil 1

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			sS	mS	gS	fS	tS	gU	mU	fU	gU	t	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L		0,0											
Of		0,0											
Oh		0,0											
Ahe		0,3	41,2	44,4	5,0	2,8	93,4	1,6	2,8	0,4	4,8	1,8	S
AeSew		0,4	32,8	51,6	6,3	3,6	94,3	1,7	2,1	0,4	4,2	1,5	S
Sew01		0,0	35,4	54,7	4,7	2,0	96,8	1,0	1,8	1,8	4,6	0,0	S
Sew02		0,0	41,8	53,1	3,5	1,3	99,7	0,8	0,9	0,4	2,1	0,0	S
IISeWsd		0,4	21,3	42,5	7,3	6,4	77,5	7,9	4,7	2,5	15,1	7,4	I2S
IIISd		0,4	23,3	32,5	6,1	5,2	67,1	6,4	6,1	3,7	16,2	16,8	I4S
IVPSd		0,8	16,2	20,8	3,1	3,1	43,2	4,7	7,5	5,1	17,3	39,6	s3T

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm ³	g/cm ³	%	IK	nFK	FK	CaCl ₂	%	21	22	23	24	25	26
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
L							3,4							
Of							3,0							
Oh							2,9							
Ahe							3,2							
AeSew	1,6	1,6	39,8	30,9	17,2	19,6	3,5							
Sew01	1,7	1,7	36,3	28,1	30,4	32,0	3,4	0,0	107	2	163	107	44	1
Sew02							3,9	0,0	37	0	89	65	28	1
IISeWsd							4,0							
IIISd	1,8	2,0	30,5	7,8	36,4	45,4	4,0							
IVPSd	1,7	2,1	36,3	2,1	73,6	136,8	4,2							

Horizont	C org.		N		C/N		Org.S	KAK		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS
	%	%	%	%	%	%		pot.	eff.	Ca	Mg	K	Na	Al	H	
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40			
L	49,1	1,5	32,3	84,6			29,1		9,9	1,4	2,0	0,2	0,8	13,4	46,5	
Of	48,2	1,8	27,4	83,1			63,2		12,7	1,4	1,5	0,2	3,9	42,3	25,0	
Oh	24,6	0,8	31,9	42,4			65,1		7,5	1,0	0,4	0,1	3,4	52,2	13,8	
Ahe	1,2	0,0	28,7	2,0			7,9		0,4	0,1	0,1	0,0	0,5	6,9	6,6	
AeSew							2,4		0,1	0,0	0,0	0,1	0,3	1,8	11,3	
Sew01							2,3		0,1	0,0	0,0	0,0	0,7	1,5	5,3	
Sew02							0,7		0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	16,1	
IISeWsd							1,9		0,2	0,1	0,1	0,1	1,5	0,0	30,5	
IIISd							5,1		1,6	1,0	0,2	0,0	2,3	0,0	55,2	
IVPSd							14,2		6,9	4,3	0,5	0,1	1,9	0,3	83,9	

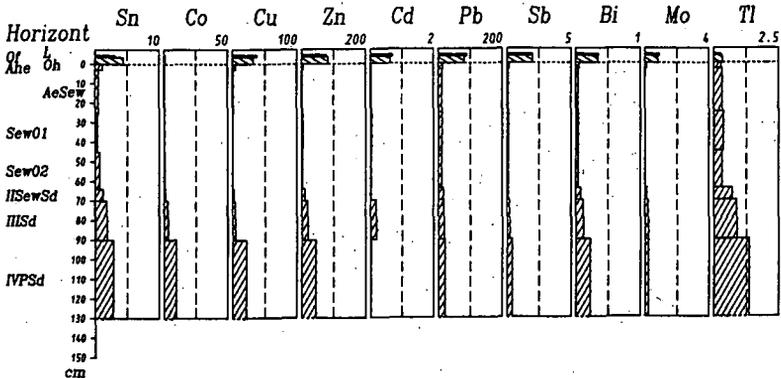
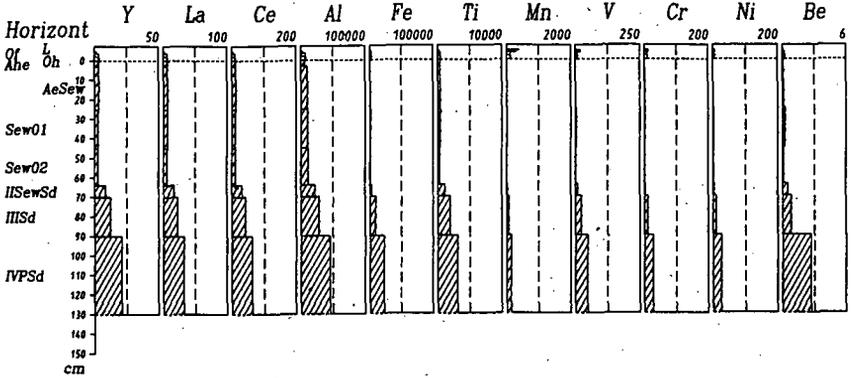
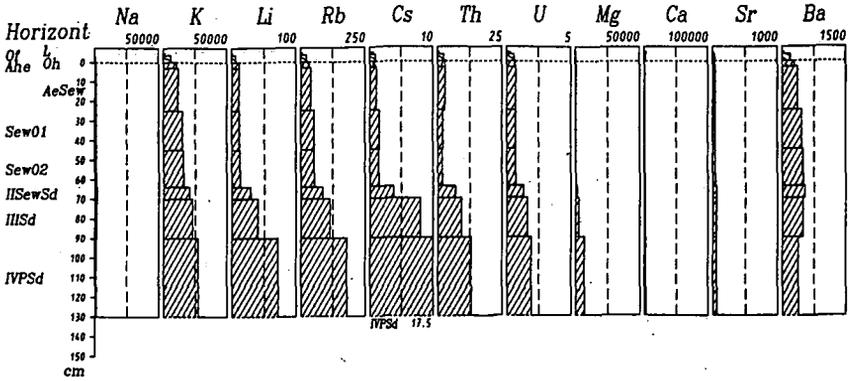
Analysenergebnisse Profil 1

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Oh										
Ahe	96,3	0,1	1,7	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	1,2	0,0
AcSew	96,0	0,1	1,9	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0
Sew01	93,8	0,1	2,4	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0
Sew02										
IISeWsd	91,1	0,2	4,6	0,4	0,0	0,1	0,1	0,0	2,6	0,0
IIISd	86,9	0,3	6,7	1,5	0,0	0,4	0,1	0,1	2,9	0,0
IVPSd	77,7	0,5	10,8	3,9	0,0	1,2	0,3	0,0	3,5	0,0

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	TON*	ALB	KAO	CHI	LEP	GLI	
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
L										
Of										
Oh										
Ahe	9	2	1	+	-	+	+			
AcSew	9	2	+	+	-	+	-			
Sew01	7	3	1	+	-	+	-	-	-	
Sew02	8	3	+	1	-	+	-	-	-	
IISeWsd	7	2	1	1	+	+	+			
IIISd	6	3	1	2	-	+	+			
IVPSd	5	1	1	5	-	+	+			

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

1 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Das Profil 1 liegt in einer Verebnung des Oberen Burgsandsteins. In der Fläche, in der sich die Aufgrabung befindet, treten in den Bodenprofilen sandigere Komponenten über tonigen Schichten des Burgsandsteins auf. Dieser Substrataufbau bedingt hier fast durchweg die Ausbildung von staunassen Böden. Das Relief in dem sich die Letten befinden ist nicht plan, sondern wellig. Daher variiert auch die sandige Überdeckung in ihrer Mächtigkeit stark. Dies und der unterschiedliche Wasserhaushalt hat eine Bodengesellschaft aus Pelosol-Pseudogley, Podsol-Pseudogley, Pseudogley und Gley zur Folge. Die Letten kommen in diesem ebenen bis leicht welligen Oberflächenrelief des Burgsandsteins linsenförmig vor. Aus diesem Grund entwickelten sich trockene, saure Böden unmittelbar neben feuchten Böden, ohne daß dies am Oberflächenrelief erkennbar ist. Circa 50 m nördlich der Aufgrabung erstreckt sich eine Sanddüne in West-Ost Richtung, der dann nach einer morphologischen Rinne ein Anstieg aus Tonen des Feuerletten folgt.

Das Profil läßt in bezug auf den Substrataufbau eine Zweigliederung (vgl. ROßNER, 1990) erkennen. Bis 64 cm Tiefe verfügt es über eine homogene Sandlage, die sich scharf von der darunterliegenden Schicht abhebt. Die Korngrößenzusammensetzung der Sandlage entspricht der, im umliegenden Dünensand. Es handelt sich folglich um eine Flugsandlage. Der Flugsand ist weder verwürgt noch sind ihm Fremdkomponenten aus autochthonem, mesozoischem Substrat beigemischt. Er zeigt aber auch keine Schichtung mehr. Im Liegenden des Flugsandes befinden sich, farblich gut abgrenzbar, ältere Schichten. Sie unterscheiden sich bodenartlich deutlich vom Flugsand. Auch die Quotienten der Bodenartkomponenten deuten nicht auf eine homogene Vermengung von Flugsand mit dem unterlagernden, mesozoischen Material hin. Lediglich in vertikal verlaufenden, hellgrauen Wurzelröhren (IISeWsd u. III Sd-Horizont) wurde pedogen Flugsand verlagert. Am nördlich anschließenden Feuerlettenhang dünnt die Flugsandüberdeckung kontinuierlich aus. Sie hat sich auch dort kaum mit dem autochthonem Substrat vermischt. Diese geringe Dynamik in der Sandlage weist auf eine relativ kurzzeitige und wenig intensive Einwirkung von periglazialen Prozessen hin. Lediglich das Fehlen der Sandschichtung kann als Hinweis auf kaltzeitliche Einflüsse gewertet werden. Es ist daher wahrscheinlich, daß die Ablagerung des Sandes am Ende des Spätglazials bis zum Beginn des Holozäns stattfand. Eine Schwermineralas-

soziation der Laacher Fallout-Tephra konnte in dieser, wie auch in anderen Profilaufgrabungen im Exkursionsgebiet nicht nachgewiesen werden (SCHILLING, 1990). Dies läßt eine exakte petro-stratigraphische Einordnung der Deckschichten nicht zu.

Ein etwas höherer Grobschluffgehalt in der Schicht unterhalb der Hauptlage gegenüber der tonigeren Schicht im Liegenden läßt eine Lößlehmeinmischung vermuten. Entsprechende Bodenarten sind aber in tieferen Schichten des Burgsandsteinletkens ebenfalls anzutreffen, so daß eine Herkunft aus mesozoischem Material ebenfalls in Frage kommt. Horizontal verlaufende Fließstrukturen zeigen eine periglazial bedingte Verlagerung dieser Lage an. Es handelt sich hier um 3 verschiedene Basislagen, die anhand verschiedener physikalischer und chemischer Bodenkennwerte differenziert werden können.

Auf diesem Standort entwickelte sich ein Zweischichtenpseudogley, mit den Basislagen als Stauwassersohle und der Hauptlage als Stauwasserleiter. Eine intensive Streunutzung verhinderte eine mächtigere Auflagen- und Oberbodenbildung. Zudem unterstützten diese anthropogenen Einflüsse einen raschen Nährstoffentzug und eine daraus resultierende, beschleunigte Versauerung des Bodens. Ein mittlerer Wasserstand in 25 cm Tiefe im Frühjahr, etwas dunklere Grautöne oberhalb dieser Marke und die gegebenen Standortbedingungen deuten darauf hin, daß die Bleichung des Flugsandes im oberen Teil des Profils auch von Podsolierungsprozessen herrührt.

Die Elemente Mangan, Vanadium, Chrom, Nickel, Zinn, Kupfer, Zink, Cadmium, Blei, Antimon, Wismut und Molybdän haben sich in den organischen Auflagen angereichert. Da der unmittelbar darunterliegende Mineralboden nur über geringe Mengen dieser Schwermetalle verfügt, können diese Akkumulationen zum großen Teil von anthropogenen Immissionen stammen. Einen Teil liefern auch die Pflanzen über den Nährstoffkreislauf in die Streu. Die Deckschichtengliederung des Profils kann an der Vertikalgliederung der meisten Elemente abgelesen werden (vgl. RUPPERT & SCHMIDT, 1987).

7.3 Exkursionspunkt 2, Profil 2

Legende: Tiegelerd/Kalchreuth **TK:** 6432 Erlangen-Süd
Klima: **Temperatur:** 7°C Jahr
Niederschlag: 700 mm/Jahr

Geologie: Hauptlage über Sand(stein)en des Arien- und Rhätsandsteins

Relief: Hangverneigung **Nelung:** 0°

Vegetation/Nutzung: Nadelwald (Kiefer, Lärche) **Exposition:** 383 m ü. NN
Humusform: Rohhumus, streugenutzt

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** Dystochrepts
FAO: Spodo-Dystric Cambisol
DBG: podsolige Braunerde

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Deckschicht	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw.	Weit. ped. Merkm	
+0,5	L										
+2,5	Of										
0-2	Aeh	H FE:(SST-S,sl)6 (LOL,qpw)1	x2gr2u2S	bnlswgr	10YR3/1	h3	0	ein	W5	0	
2-20	Bv ₀₁		x2gr2l2S	rollbn	5YR4/6	0	0	ein	W3	0	
20-40	Bv ₀₂		Sk3:(SST,sl)	x2gr2l2S	rollbn	5YR4/6	0	0	ein	W3	0
40-50	Bv ₀₃			x2gr2l2S	rollbn	5YR4/6	0	0	ein	W3	0
50-80	IIcV	V1 FE:(SST-S,sl)6 Sk4:(SST,sl)	x4gr2l3S	drollbn	5YR3/6	0	0	ein	W1	0	
80-120	IIICv	V2 FE:(SST-S,ko)6 Sk2:(SST,ko)	x2gr2l3S	geor	10YR7/6	0	0	ein	0	0	
120-145+	IVCv	V3 FE:(SST-S,ko)6	S	gellhgr, geor, drollbn	10YR8/6 10YR7/6 5YR3/6	0	0	ein	0	0	

FE = Feinerde
 Sk = Skelett

Analysenergebnisse Profil 2

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatreien Feinerde										Bodenart		
			sS	mS	fsS	ffS	sS	sU	mU	fU	sU	T			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L	+0,5	0,0													
Of	+2,5	0,0													
Aeh	0-2	11,6	37,8	34,4	4,7	4,6	81,5	5,3	6,8	2,6	14,7	3,8			x2gr2u2S
Bv01	-20	9,1	35,3	36,6	4,6	4,4	80,9	7,1	6,1	3,4	16,6	2,5			x2gr2l2S
Bv02	-40		28,3	38,7	5,3	5,3	77,6	8,0	7,4	3,6	19	3,4			x2gr2l2S
Bv03	-50	9,4	33,2	34,8	4,8	4,9	77,7	6,1	6,4	4,4	16,9	5,4			x2gr2l2S
IIcV	-80	32,9	41,7	28,0	4,5	5,0	79,2	5,8	3,5	3,4	12,7	8,2			x4gr2l3S
IIIcV	-120	9,2	40,8	28,8	5,9	6,2	81,7	4,1	2,3	0,9	7,3	11,1			x2gr2l3S
IVcV	-145+	0,6	48,6	37,7	3,6	3,6	93,5	1,3	1,1	0,4	2,8	3,7			S

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.				pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm3	g/cm3	%	IK	nFK	FK	CaCl2	%	2	2	2	2	2	2	2
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
L								4,6							
Of								3,8							
Aeh								3,4		8200	775	438	280	111 18	
Bv01								3,7	0,0	8695	1126	987	688	330 252	
Bv02	1,5	1,5	44,4	25,1	55,9	73,3		3,8	0,0	9110	1235	1356	1083	612 544	
Bv03								4,2							
IIcV								4,1		31144	762	1063	560	1079 620	
IIIcV								3,8							
IVcV								4,1							

Horizont	C org.		N	C/N	Org.S	KAKcmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS	
	%	2	%	30	%	31	32	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%	
	2	2	2	30	31	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
L	44,1	1,6	28,1	76,0		31,4	15,4	2,9	5,5	0,3	0,1	0,0	0,0	76,6	
Of	43,6	1,8	23,8	75,2		33,4	16,2	2,1	1,7	0,3	0,3	5,7	60,7		
Aeh	1,9	0,1	15,8	3,3		6,8	0,5	0,1	0,1	0,2	1,5	4,0	14,4		
Bv01						2,4	0,1	0,0	0,0	0,1	1,6	0,5	8,7		
Bv02						1,8	0,1	0,0	0,0	0,0	1,5	0,1	7,5		
Bv03						1,1	0,1	0,0	0,1	0,0	1,5	0,0	14,0		
IIcV						1,6	0,1	0,0	0,1	0,1	1,6	0,0	17,5		
IIIcV						4,1	0,5	0,4	0,1	0,1	2,9	0,0	26,9		
IVcV						1,1	0,4	0,1	0,1	0,2	0,5	0,0	67,1		

Analysenergebnisse Profil 2

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Aeh	93,7	0,2	2,6	1,6	0,0	0,0	0,1	0,0	1,2	0,1
Bv01	91,0	0,3	3,8	1,6	0,1	0,0	0,1	0,1	1,6	0,1
Bv02										
Bv03	90,9	0,2	4,1	1,6	0,1	0,1	0,1	0,1	1,9	0,1
IICv	89,5	0,2	2,4	5,7	0,2	0,1	0,1	0,0	0,7	0,1
IIICv	92,6	0,1	3,3	2,9	0,1	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1
IVCv										

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	TON*	ALB	KAO	CHI	LHP	GLI	CAL
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
L										
Of										
Aeh	9	2	+	+	-	-	-	-	-	-
Bv01	8	2	1	+	+	+	-	-	-	-
Bv02	7	2	+	1	-	-	+	-	-	-
Bv03	8	2	+	1	-	-	+	-	-	-
IICv	9	+	+	+	+	-	-	-	-	-
IIICv	10	-	-	+	-	+	-	-	-	+
IVCv	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

Das Profil liegt zentral auf einer Hangstufe, die von Rhätoliaschichten gebildet wird. Auf der Verebnung entwickelten sich Braunerden mit schwachen Podsolierungserscheinungen. Circa 100 m nördlich vom Bodenprofil beginnt der Liasanstieg.

Im Bereich der Rhätoliasverebnung vollzieht sich der Übergang zwischen den lößlehmfreien Basislagen der Böden des Rhätoliashanges und den meist lößlehmreichen Hauptlagen der Böden des Liasanstieges.

Den geologischen Untergrund bilden unterschiedlich stark verwitterte Sandsteine (Arietensandstein über Rhätsandstein) in autochthoner Lagerung. Der Rhätsandstein ist unten sandig, oben grusig-sandig verwittert, während die darüberliegende harte Arietensandsteinbank noch über einen hohen Steinanteil verfügt. Bis zu einer Tiefe von 50 cm ist dem autochthonem Substrat eine geringe Lößlehmkomponente homogen beigemischt. Die intensive Durchmischung erfolgte durch periglaziale Solimixtionsprozesse. Es handelt sich um eine lößlehmarme, sandige Hauptlage.

Die schluffige äolische Beimengung in der Hauptlage verhinderte eine stärkere Podsolierung. Die organischen Auflagen sind aufgrund der durchgeführten Streunutzung geringmächtig.

Mangan, Zinn, Kupfer, Zink, Cadmium, Blei, Antimon, Wismut, Molybdän und Thallium haben sich in den organischen Auflagen angereichert. Einige dieser Elemente verfügen über relativ hohe lithogene Anteile im Substrat. Daher kann vor allem bei typischen Nährelementen für die Pflanze, wie zum Beispiel bei Mangan, Calcium, Molybdän u.s.w., von einer Anreicherung in der Streu über die sogenannte "Vegetationspumpe" (LICHTFUß, 1988) ausgegangen werden. Bei Cadmium, Blei und Antimon dürften die Anteile in den Auflagen fast ausnahmslos anthropogenen Ursprungs sein. Migrationen der Schwermetalle sind anhand der Daten nicht nachzuweisen. Lysimeter- und Quellwasseruntersuchungen von BACHMANN (1988) und EBERLEIN (1985) ergaben in diesen sandigen Arealen eine teilweise bedeutende Mobilität von anthropogen immitierten Schwermetallen in den Böden. Auffallend sind die vergleichsweise hohen Pb-, V-, Cr-, Ni-, Be-, Co-, Zn-, Bi- und Tl-gehalte im IIICv-Horizont. Sie sind sicherlich nicht durch Verlagerungsprozesse entstanden, sondern sind lithogener Natur.

7.4 Exkursionspunkt 3, Profil 3:

Lage: Klosterwald/Frauenaurach
Klima:

TK: 6431 Herzogenaurach
Temperatur: 8°C Jahr
Niederschlag: 600 mm/Jahr

Geologie: Deckschichten über Tonen und Sandsteinen des Burgsandsteins

Relief: Ebene

Neigung: 0°
Exposition:
Höhenlage: 318 m ü. NN
Humusform: Of-Mull

Vegetation/Nutzung: Mischwald (Buche, Kiefer, Fichte)

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** Haplaquept
FAO: Stagno-Dystric Gleysol
DBG: *Pseudogley*

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw.	Weit. ped. Merkm.
+3	L									
+1	Of									
0-8	SwAh	H FE:(LOL, qpw)6	gr2l3U	dgrbn	10YR4/2	h4	0	ein	W6	0
8-30	Sw		gr3l2U	hgr	10YR8/2	h1	0	ein	W3	e3r6 k5g3
30-40	IIISwd	M FE:(LOL, qpw)6	u3L	hgr, drollbn	10YR8/2, 5YR3/6	0	0	sub2	W2	e4r5 k2g2
40-50	Sd ₀₁		t3L	drollbn	5YR3/6	0	0	pol4	W2	e3r4 k3g2
50-65	Sd ₀₂		t3L	drollbn	5YR3/6	0	0	pol4	W2	e3r4 k3g2
65-80	IIISd	B FE:(TST-L, kmbu)6 Sk4:(SST, kmbu)	x4gr2 s3t3L	gngr, gnllsw	7,5GY5/1, 7,5GY2/1	0	0	pol5	W1	e3r3k6
90-115	IVISCv	V1 FE:(TST-T, kmbu)6 Sk2:(SST, kmbu)	gr2l3T	gngr, dbn	7,5GY5/1, 7,5YR3/4	0	0	ein	W1	r2
115-140+	VCv	V2 FE:(SST-L, kmbu)6 Sk2:(SST, kmbu)6	x2gr2 s4L	gngr	7,5GY5/1	0	0	ein	0	

FE = Feinerde
 Sk = Skelett

Analysenergebnisse Profil 3

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart		
			gS	mS	gS	ffS	sS	gU	mU	fu	sU	T			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L	+3	16,8													
Of	+1	24,4													
SwAh	0-8	1,4	2,5	6,9	1,7	4,4	15,5	35,1	26,0	8,0	69,1	15,5			gr213U
Sw	-30	15,0	5,5	6,5	1,5	4,3	17,8	34,5	26,3	10,3	71,1	11,1			gr312U
IIswd	-40	0,7	2,2	5,1	1,4	2,7	11,4	29,4	23,0	8,6	61,0	27,6			u3L
Sd01	-50	0,0	1,3	5,1	1,3	3,2	10,9	23,5	18,1	6,6	48,2	40,9			t3L
Sd02	-65	0,0	1,5	5,9	1,7	3,3	12,4	22,8	15,8	7,1	45,7	41,9			t3L
IIIffSd	-90	40,3	6,5	31,2	5,4	3,9	47,0	6,2	12,2	8,0	26,4	26,6			x4gr2s3t3L
IVfSCv	-115	1,1	4,8	14,6	3,8	3,7	26,9	7,3	8,9	10,0	26,2	46,9			gr213T
VCv	-140+	5,8	8,8	6,1	42,9	4,2	62,0	4,7	7,5	7,1	19,3	18,8			x2gr2s4L

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm3	g/cm3	%	LK	nFK	FK	CaCl2	%	20	21	22	23	24	25
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
L							4,2	0,0						
Of							4,2	0,0						
SwAh							3,0	0,0	6590	2803	1613	1585	653	669
Sw	1,6	1,7	40,5	8,0	38,1	71,3	3,4	0,0	9270	1424	1275	810	1027	735
IIswd	1,6	1,8	39,9	4,8	14,5	35,2	3,3	0,0	13655	1665	1717	1222	420	301
Sd01	1,6	2,0	41,6	0,1	7,7	41,5	3,5	0,0	11700	1633	1754	1369	94	61
Sd02	1,7	2,0	42,2	0,2	12,7	63,0	3,8	0,0	11090	1561	1432	1162	88	54
IIIffSd	1,7	1,9	44,7	0,0	16,8	111,8	6,8		691	320	201	248	363	425
IVfSCv							6,1	0,0	4782	1638	668	678	3742	2168
VCv							6,7	0,0	548	162	162	207	153	186

Horizont	C org.		N	C/N	Org.S	KAKcmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS	
	%	%	%	%	%	pot	eff	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%	%
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42
L	42,3	1,3	33,8	72,9		51,5		36,2	7,1	2,1	0,1	0,0	0,0	88,3	
Of	37,6	1,5	25,2	64,8		47,2		34,6	6,4	1,9	0,1	0,1	0,0	90,8	
SwAh	5,2	0,3	17,8	8,9		13,6		1,3	0,4	0,2	0,0	5,9	5,0	14,2	
Sw	0,4			0,7		5,1		0,1	0,1	0,1	0,0	3,4	1,2	5,9	
IIswd						12,9		1,5	2,5	0,2	0,1	6,1	2,3	33,9	
Sd01						19,9		4,1	8,0	0,4	0,1	4,7	2,4	64,0	
Sd02						20,9		5,6	10,5	0,5	0,2	2,3	1,9	80,1	
IIIffSd						24,8		11,4	12,8	0,4	0,2	0,0	0,0	100,0	
IVfSCv						30,0		11,9	17,2	0,5	0,3	0,0	0,0	100,0	
VCv						19,6		8,9	10,3	0,3	0,2	0,0	0,0	100,0	

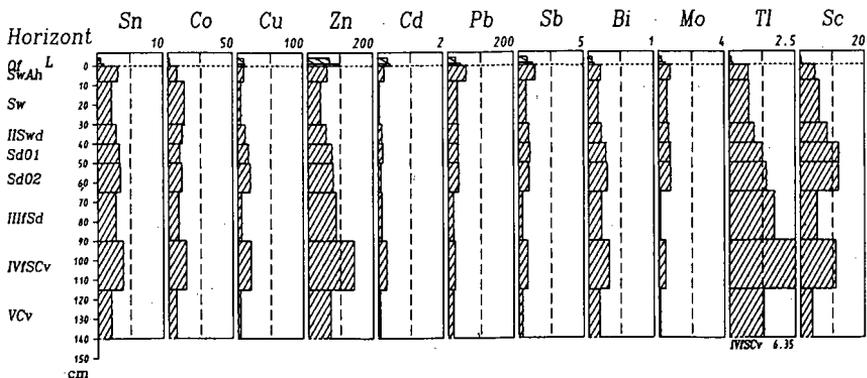
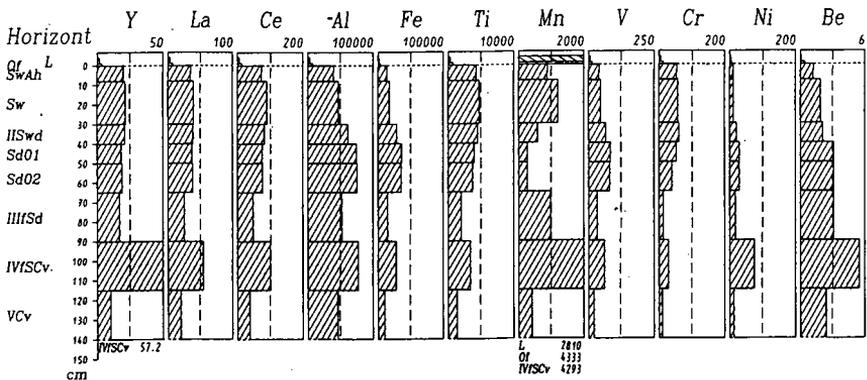
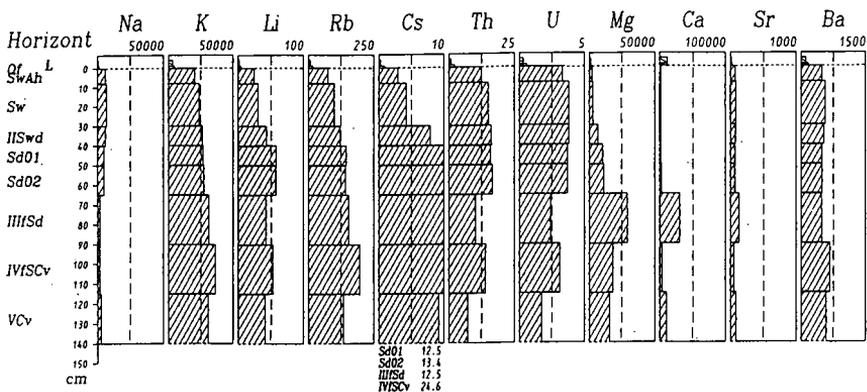
Analysenergebnisse Profil 3

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
SwAh	82,6	0,8	8,4	2,1	0,1	0,4	0,3	0,8	2,7	0,1
Sw	81,8	0,8	9,0	2,4	0,1	0,4	0,2	0,9	2,9	0,1
IISwd	76,5	0,8	11,9	4,0	0,1	1,0	0,2	0,7	3,2	0,1
Sd01	71,1	0,7	15,2	5,2	0,0	1,8	0,3	0,6	3,5	0,1
Sd02	70,3	0,7	15,6	5,2	0,0	1,9	0,3	0,5	3,6	0,1
IIISd	69,6	0,4	11,8	2,2	0,1	5,1	4,8	0,2	4,1	0,1
IVISCv	68,7	0,6	15,9	4,1	0,5	3,1	0,6	0,2	4,7	0,1
VCv	78,9	0,2	9,8	1,5	0,1	2,5	1,6	0,3	3,9	0,1

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	TON*	ALB	CHI	GLI	DOI		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	61
L										
Of										
SwAh	6	1	1	3	+	+	-	-		
Sw	6	1	+	3	1	+	-	-		
IISwd	5	+	1	4	1	+	-	-		
Sd01	4	1	+	5	+	+	-	-		
Sd02	4	+	+	5	+	+	1	-		
IIISd	4	2	1	4	+	-	+	2		
IVISCv	3	+	+	6	+	+	+	+		
VCv	6	+	1	3	+	-	+	1		

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

3 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Profil 3 befindet sich auf einer Rumpffläche des Unteren Burgsandsteins. Kleine Talanfänge begrenzen sie im Süden, Osten und Westen. Im Norden steigt das Gelände hingegen etwas an. Den oberen Substratteil der Fläche bilden zwei verschieden alte Lößlehme. Während die jüngere lößlehmreiche Hauptlage flächendeckend eine mehr oder minder gleichbleibende Mächtigkeit von 30 cm hat, schwankt die Mittellage, die ausschließlich aus Lößlehm besteht, in ihrer Mächtigkeit zwischen 5 und 40 cm. Ursache hierfür ist ein welliges Untergrundrelief.

Die Mittellage verfügt über höhere Tonanteile. Sie weist zudem eine hohe Verdichtung auf. So bildet sie auf der ganzen Ebene den Stauhorizont der Pseudogleye.

Das stark verwitterte, mesozoische Ausgangsgestein zeigt in den oberen 50 cm eine intensive Mangananreicherung. Solche Merkmalausbildungen benötigen für ihre Entstehung ein feuchtwarmes Klima wie wir es zuletzt in der Tertiärzeit hatten. Die Verbreitung der typischen Altflächenmerkmale (präpleistozäne Bodenentwicklung) deckt sich mit der Ausdehnung der Ebene.

Profil 3 kann in bezug auf sein Substrat in fünf Lagen gegliedert werden. Seine beiden oberen Lagen bestehen im wesentlichen aus Lößlehm. Eine ausgeprägte Homogenität des Substrats und die Vermengung der beiden Lagen im Übergangsbereich deuten auf die Einwirkung von periglazialen Prozessen hin. Die hohen Tonanteile und die dichte Lagerung des Lößlehmes der Mittellage lassen auf eine intensive pedogenetische Überprägung schließen. Unterhalb dieser kälisch beeinflussten Schichten lagern tonige und sandige Sedimente des Burgsandsteins. Die Grenze zur Mittellage verläuft wellig und die tonige Schicht greift teilweise taschenförmig in die liegende, sandige Schicht ein. Solch eine intensive Verwürgung zeigt den Einfluß von solimixtiven Vorgängen an. Der Profilteil unterhalb der Mittellage bis hin zum anstehenden Gestein wird folglich als Basislage benannt.

Aufgrund des Substrataufbaus und der sonstigen standortspezifischen Voraussetzungen entwickelte sich ein Pseudogley. Die Farbaufteilung und die höheren Tonanteile im Sd- gegenüber dem SwAh- und dem Sw-

Horizont lassen eine Parabraunerdedynamik vermuten. Zwei Punkte sprechen gegen diese These:

- Die gleichen Tongehalte im Sd_{01} - und Sd_{02} - Horizont. Bei einer Tonverlagerung wäre im oberen Horizont eine starke Koagulationsrate zu erwarten.
- Typische Tonkutane fehlen.

Die Anreicherung von Mangan im IIIIfsd- und IVScv-Horizont ist für kaltzeitliche Perioden untypisch. Eine intensive chemische Dynamik hat sich vermutlich nur während feuchtwarmer Zyklen (Tertiär) ereignet. Durch die abschirmende Wirkung der dichten, tonigen Mittellage nehmen diese Horizonte nicht an der holozänen Bodengenese teil und werden deshalb als fossil bezeichnet.

Bei Mangan, Zink, Cadmium, Blei und Antimon sind deutlich Anreicherungen in den organischen Auflagen beziehungsweise im humosen Oberboden festzustellen. Die relativ hohen Anteile dieser Elemente im mineralischen Substrat ermöglichen nur schwer eine exaktere Differenzierung zwischen anthropogen verursachten Einträgen und Akkumulationen, deren Ursachen im Nährstoffkreislauf der Pflanzen zu suchen sind. Bei den genannten Elementen mit Ausnahme von Mangan geht die anthropogene Anreicherung bis in den SwAh-Horizont. Größere Migrationen von Schwermetallen sind in diesen relativ tonreichen Substraten unwahrscheinlich. Anhand der vertikalen Elementverteilung können 5 unterschiedliche Ausgangsmaterialien in den verschiedenen Lagen abgelesen werden.

7.5 Exkursionspunkt 3, Profil 4:

Leg: Klosterwald/Frauenaurach
TK: 6431 Herzogenaurach
Klima: Temperatur: 8°C Jahr
 Niederschlag: 600 mm/Jahr

Geologie: Deckschichten über Sandsteinen des Burgsandsteins

Relief: Ebene
Neigung: 0°
Exposition:
Höhenlage: 309 m ü. NN
Humusform: feinhumusarmer Moder

Vegetation/Nutzung: Mischwald (Fichte,Kiefer,Eiche)

Bodenklassifikation: Soll Taxonomy: Dystochrept
 FAO: Cambisol
 DBG: Braunerde

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw.	Weit. ped. Merkm.
+0,2	L									
+4	Of									
+0,2	Oh									
0-4	Ah	H FE:(LOL,qpw)4 (SST-S,kmbu)3	s3t3U	dbn	10YR3/3	h4	0	sub2	W4	0
4-17	Bv1		gr2s3U	bn	7,5YR4/4	0	0	sub2	W3	0
17-32	Bv2		Sk2:(SST, kmbu)	gr2u4S	gelibn	10YR5/6	0	0	sub2	W3
32-42	IIrBv	B FE:(SST-S, kmbu)6 Sk2:(SST, kmbu)	gr2gS	bn	7,5YR4/6	0	0	ein	W2	0
42-45+	IIICv	V FE:(SST-S,kmbu)6 Sk2:(SST, kmbu)	gr2t2gS	rolibn	2,5YR5/3	0	0		0	0

FE = Feinerde
 Sk = Skelett

Analysenergebnisse Profil 4

Horizont	Tiefe cm	% Skc >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatreien Feinerde											Bodenart	
			gS	mS	gS	fS	sS	gU	mU	fU	sU	T			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
L	+0,2	25,4													
Of	+4	11,3													
Ah	0-4	1,3	15,4	16,3	2,3	3,9	37,9	26,0	18,5	6,6	51,1	10,9			s3l3U
Bv1	-17	1,4	16,4	17,8	2,3	3,5	40,0	24,0	20,8	7,6	52,4	7,6			gr2s3U
Bv2	-32	3,4	26,6	15,3	2,0	2,8	46,7	22,6	17,5	7,4	47,5	5,7			gr2u4S
IIrBv	-42	9,8	73,3	13,6	1,0	0,8	88,7	3,8	4,4	1,7	9,9	1,6			gr2gS
IIIcV	-45+	6,1	76,4	13,7	0,7	0,4	91,2	1,1	2,2	0,4	3,7	5,1			gr2l2gS

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Ped	Peo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm3	g/cm3	%	LK	nEK	EK	CaCl2	%			mg/kg			
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
L							4,1	0,0						
Of							3,3	0,0						
Ah							3,0	0,0	4935	2486	1042	993	86	49
Bv1	1,4	1,4	47,8	21,0	22,7	34,8	3,5	0,0	4398	2279	917	893	157	96
Bv2	1,4	1,5	46,3	20,5	25,9	38,7	3,7	0,0	4017	2259	778	739	346	193
IIrBv	1,7	1,7	36,9	23,0	9,8	13,9	3,8	0,0	1129	656	306	278	81	117
IIIcV							3,7	0,0	1505	468	368	347	7	51

Horizont	C org.	N	C/N	Org.S	KAK		austauschbare Kationen in cmol/z/kg							BS
	%	%		%	pot.	eff.	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%	
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
L	48,8	1,4	34,4	84,1		35,0	19,7	4,7	2,7	0,2	0,2	3,0	77,8	
Of	41,7	1,7	24,2	71,9		55,6	15,9	2,6	1,2	0,1	1,3	31,8	35,5	
Ah	5,4	0,3	21,7	9,4		21,2	0,9	0,3	0,1	0,0	5,5	13,9	6,5	
Bv1						7,4	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	2,5	2,1	
Bv2						4,0	0,1	0,0	0,1	0,0	2,9	0,9	4,3	
IIrBv						2,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,3	0,6	7,6	
IIIcV						3,1	0,2	0,3	0,1	0,0	1,7	0,8	18,8	

Analysenergebnisse Profil 4

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
L										
Of										
Ah	85,5	0,6	7,0	1,4	0,0	0,2	0,2	0,7	2,8	0,1
Bv1	85,6	0,6	7,1	1,4	0,0	0,3	0,2	0,7	2,9	0,1
Bv2	85,9	0,5	6,9	1,4	0,1	0,3	0,2	0,6	3,0	0,1
IIrBv	90,4	0,1	4,9	0,4	0,0	0,2	0,1	0,4	2,8	0,1
IIIcV	89,3	0,1	5,4	0,6	0,0	0,2	0,1	0,4	2,9	0,1

Horizont	Mineralbestand									
	QUA	MIK	ORT	TON*	ALB	CHI				
	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40
L										
Of										
Ah	7	1	1	3	+	-				
Bv1	7	2	1	2	+	+				
Bv2	6	3	1	2	+	+				
IIrBv	7	3	+	+	+	-				
IIIcV	6	3	+	2	+	-				

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

Profil 4 befindet sich 500 m südöstlich von Profil 3, am Beginn eines Seitentälchens der Aurach. Das Gelände neigt sich hier leicht gegen Südosten. Die Mittellage fehlt. Lediglich die Hauptlage ist vorhanden. Auch Altverwitterungen sind nicht erhalten.

Das Profil ist 3-schichtig. Die Hauptlage ist anhand ihres deutlich höheren Schluffgehaltes von der darunter liegenden Basislage gut abgrenzbar. Bei einem Vergleich der Schluffverteilungen der Hauptlagen von Profil 3 u. 4 zeigt sich eine deutliche Übereinstimmung. Bodenartlich unterscheiden sie sich nur in den höheren Mittel- und Grobsandgehalten, also in der Bodenart des autochthonen Anteils. Unterhalb der geringmächtigen Basislage steht das angewitterte Gestein an. Ihr Skelettanteil deutet auf eine Verlagerung und Einmischung der hangaufwärts anstehenden Gesteine an.

Auf diesem relativ trockenen Standort bildete sich eine Braunerde aus. Die Brauntönung der Bv-Horizonte der Hauptlage verfügt über eine relativ geringe Intensität. Verantwortlich hierfür sind die eisenarmen, jungen Lößverwehungen.

Mangan, Vanadium, Chrom, Nickel, Kupfer, Zinn, Cadmium, Blei, Antimon, Molybdän und Wismut sind in den organischen Auflagen angereichert. Bei Kupfer und Cadmium deuten die geringen Gehalte in den mineralischen Horizonten auf eine ausschließlich anthropogene Herkunft der Elemente, während bei den restlichen Schwermetallen der Transport über die Pflanzen eine wichtige Rolle spielt. Nahezu alle Metalle und Schwermetalle besitzen in der Hauptlage deutlich höhere Konzentrationen als in der Basislage und im Gestein des Untergrundes.

7.6 Exkursionspunkt 4, Profil 5:

Lage:	N' Eppersdorf	TK:	6733 Allersberg
Klima:		Temperatur:	7°C Jahr
		Niederschlag:	750 mm/Jahr
Geologie:	Hauptlage über Sand(stein)en und Mergeln des Feuerletterns		
Relief:	Ebene	Neigung:	0°
		Exposition:	
Vegetation/Nutzung:	Mischwald (Kiefer,Eiche,Espe)	Höhenlage:	440 m ü. NN
		Humusform:	Wurzelfilz
Bodenklassifikation:	Soil Taxonomy: Haplaquept FAO: Stagno-Dystric Gleysol DBG: <i>Pseudogley</i>		

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bo-denart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw.	Weit. ped. Merkm.
+5	Of+Wu									
0-5	SwAh	H FE:(SST-S,kmf)5 (LOL,qpw)2	gr1I4S	dgr	10YR5/2	h3	0	ein	W4	r3
5-27	Sw ₁		gr2 u2S	hgr	10YR7/3	0	0	ein	W3	e2r6 k1gr3
27-30	Sw ₂		Sk2:(SST,kmf)6	x2gr2 t2S	gr	10YR6/2	0	0	ein	W3
30-33	IIrSwSd ₀₁	V1 FE:(SST-S,kmf)6	x2gr2 t3S	sw, hgr, or	5YR2/1, 10YR5/1, 5YR3/4	0	0	sub3	W2	e5r5 k5gr6
33-55	rSwSd ₀₂		Sk3:(SST,kmf)	gr2t3S	sw, hgr, or	5YR2/1, 10YR5/1, 5YR3/4	0	0	sub3	W2
55-70	IIIrSw	V2 FE:(SST-S,kmf)6 Sk3:(SST,kmf)	x2gr2 t2S	sw, bnge, hgr	5YR2/1, 10YR4/6, 10YR5/1	0	c4	ein	W1	e6r5 k5gr3
70-95	IVrSw	V3 FE:(SST-L,kmf)6 Sk5:(SST,kmf)	x4gr2 s3L	gegr, wegr	10YR6/6, 10YR8/2	0	c5	ein	W1	e5r3 k3gr3
95-185	VrSd	V4 FE:(KMS-T,kmf)6	I3T	gnlihgr,- gegr	5Y6/2, 2,5Y6/4	0	c3	koh	0	e3r2 k2grt
185-195+	mCn	U(KMS,kmf)6		bnro	2,5YR3/4	0	c3		0	

FE = Feinerde
Sk = Skelett

Analysenergebnisse Profil 5

Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										Bodenart
			gS	mS	sS	fS	aS	gU	mU	fU	gU	T	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Of+Wufi	+5	20,5											
SwAh	0-5	1,1	24,3	32,8	4,7	5,2	67,0	6,2	6,6	4,3	17,1	15,9	gr14S
Sw1	-27	2,1	37,9	35,0	4,8	4,3	82,0	5,1	5,3	2,9	13,3	4,7	gr2u2S
Sw2	-30	13,9	32,0	36,6	3,9	3,5	76,0	3,9	4,3	3,1	11,3	12,7	x2gr2t2S
IIrSwSd01	-33	22,0	39,6	24,4	2,9	2,9	69,8	3,3	3,7	2,5	9,5	20,5	x2gr2t3S
rSwSd02	-55	8,2	37,3	24,8	2,6	2,3	67,0	2,3	4,1	2,0	8,4	24,6	gr2t3S
IIIrSw	-70	19,5	60,6	9,7	1,8	4,0	76,1	4,6	4,1	2,1	10,8	13,1	x2gr2t2S
IVrSw	-95	56,2	26,6	8,9	2,1	3,1	40,7	18,4	13,4	5,7	37,5	21,8	x4gr2s3L
VrSd	-185	0,0	1,0	1,7	0,4	1,2	4,3	6,6	19,0	18,4	44	51,8	I3T

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm3	g/cm3	%	LK	nFK	FK	CaCl2	%	g/g	g/g	mg/kg	g/g	g/g	g/g
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
Of+Wufi							3,5	0,0						
SwAh							3,5	0,0	1559	1283	1089	1141	97	134
Sw1	1,7	1,8	34,6	18,9	27,9	34,6	3,9	0,0	1544	657	253	236	91	199
Sw2							4,4	0,0	11120	2742	1093	645	815	592
IIrSwSd01							5,2	0,0	17045	3088	1523	830	2264	1613
rSwSd02	1,6	1,8	40,2	4,3	36,0	79,0	6,2	0,0	16445	3508	1083	522	3757	2047
IIIrSw	1,6	1,7	39,9	7,4	34,8	48,8	7,1	13,7	21925	6458	524	242	6205	2045
IVrSw							7,2	34,7	14415	1840	653	415	2583	2047
VrSd	1,5	2,0	48,2	0,1	89,2	432,4	7,3	8,7	2473	334	241	320	302	286

Horizont	C org.		N		C/N		Org.S	KAKcmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg					BS	
	%	g/g	%	g/g	%	g/g		pot	eff	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43
Of+Wufi	26,5	1,3	20,1	45,7			28,1	10,8	2,1	0,8	0,1	5,1	6,9	49,1		
SwAh	4,8	0,3	15,9	8,2			10,1	3,2	0,8	0,2	0,0	3,0	2,5	41,7		
Sw1	0,3			0,5			1,9	0,5	0,1	0,0	0,0	0,6	0,6	34,8		
Sw2							5,3	3,4	1,1	0,1	0,0	0,2	0,3	89,1		
IIrSwSd01				0,6			10,2	7,4	2,4	0,3	0,0	0,0	0,0	99,8		
rSwSd02	0,3						14,8	10,8	3,6	0,3	0,0	0,0	0,0	99,9		
IIIrSw							28,0	23,6	4,1	0,2	0,0	0,0	0,0	100,0		
IVrSw							31,9	26,2	5,3	0,3	0,1	0,0	0,0	99,9		
VrSd							44,4	30,6	12,7	1,0	0,1	0,0	0,0	100,0		

Analysenergebnisse Profil 5

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅
	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
Of+Wufi										
SwAh	86,3	0,3	7,7	1,0	0,0	0,3	0,2	0,1	3,0	0,1
Sw1	90,7	0,2	4,8	0,5	0,0	0,1	0,1	0,1	2,7	0,0
Sw2	83,7	0,2	8,1	2,8	0,2	0,2	0,2	0,1	2,9	0,0
IIrSwSd01	80,9	0,2	9,8	3,5	0,3	0,5	0,3	0,2	3,3	0,1
rSwSd02	80,1	0,2	10,3	3,7	0,6	0,6	0,4	0,0	3,3	0,0
IIIrSw	74,7	0,1	6,9	4,7	1,1	1,6	6,4	0,1	2,6	0,1
IVrSw	57,2	0,3	9,3	4,2	0,6	1,7	22,4	0,0	2,3	0,2
VrSd	62,0	1,0	18,2	4,7	0,1	2,8	5,5	0,0	4,0	0,1

Horizont	Mineralbestand									
	GHJ	MIK	ORT	TON*	KAO	CAL	DOL	ALB		
	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
Of+Wufi										
SwAh	7	+	1	3	+	-	-	+		
Sw1	7	3	1	+	+	-	-	-		
Sw2	7	+	1	3	+	-	-	-		
IIrSwSd01	7	+	1	3	+	-	-	-		
rSwSd02	5	2	1	3	+	-	-	-		
IIIrSw	6	2	+	2	+	1	1	-		
IVrSw	4	+	+	3	+	4	+	-		
VrSd	3	1	-	7	+	1	+	-		

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

Das Profil liegt auf einer Verebnung, die durch harte Kalkplatten des Feuerlettens gebildet wird. Auf dieser ebenen Feuerlettenfläche liegen Erosionsreste zergrusten Feuerlettensandsteins. In Richtung Westen keilen diese sandigen Überlagerungen aus, während sie in Richtung Osten mächtiger werden. Den sandigen Hauptlagen sind geringe Mengen von Lößlehm beigemischt. Da am Flächenrand nur noch schluffige Beimengungen in den Deckschichten zu den Feuerlettentonen festzustellen sind, kann von einem mesozoischen Ursprung der Sande auf der Verebnung ausgegangen werden. Flugsande wurden hier nicht abgelagert. Die Zweischichtung - sandige über tonreicherer Schicht - führte hier vorwiegend zur Genese von Pseudogleyen. Auf der Fläche verteilt treten die Tone des Feuerlettens in einer unterschiedlichen Farbtonung auf. Während im nördlichen Teil der Verebnung über dem rotvioletten Ton noch eine circa 1 m mächtige graue Tonschicht auftritt, folgen im südlicheren Teil direkt unter den sandigen Überdeckungen rotviolette Tone. Zwischen den Profilstandorten befindet sich eine Übergangzone. Die Entfärbung der kalkreichen Tone beruht auf mesozoisch stattgefundenen Vorgängen.

Synchron zur Ausdehnung der Verebnung verläuft auch die Verbreitung von alten Verwitterungsböden. So sind die Sandsteine intensiv manganverkrustet, während die Tone bis circa 2 m Tiefe aufgeweicht sind und teilweise anhand ihrer Gefügeformen auf präpleistozäne Pedogenesen schließen lassen.

Das Profil verfügt über einen sehr unterschiedlichen Aufbau. Es können 5 Lagen unterschieden werden. Die oberste Lage ist eine Hauptlage, die anhand folgender Kriterien ausgeschieden wird.

- Ihre bodenartige Zusammensetzung differiert von der der unterlagernden Verwitterungslage (Ton- und Sandgehalt).
- Bilanzierungen möglicher Flugsandeinwehungen durch rechnerische Verknüpfungen der Korngrößenanteile des liegenden Substrats mit denen von Flugsanden auf Keuperflächen um Nürnberg ergaben, daß äolische Sandanteile in der Hauptlage fehlen.
- Auch das Fehlen von Flugsand am Ebenenrand bekräftigt diese Aussage. Die Sandkomponente dürfte daher von Sandsteinen des Feuerlettens stammen. Etwas höhere Schluffgehalte in der Hauptlage gegenüber dem Liegenden beruhen auf Einblasungen, die am Ebenenrand deutlicher dargestellt werden können.

Unterhalb der Hauptlage befinden sich im Profil noch verschiedene Verwitterungslagen. Die Bezeichnung "Verwitterungslagen" wird aus zwei Gründen gewählt:

- Die Analysendaten weisen auf keine äolischen Beimengungen hin.
- Die horizontale Einregelung des Skeletts steht gegen eine stattgefundene Solimixtion. Solifluidale Vorgänge sind in dieser ebenen Geländelage auszuschließen.

Der Substrataufbau und die klimatischen Gegebenheiten ließen auf diesem Standort einen Pseudogley entstehen mit zwei Stauniveaus. Der eigentliche Stauer ist der IVrSd-horizont. Die IIRSwSd-Horizonte wirken zweischichtig. Sie stellen zwar für die Sw-Horizonte die Stauschicht dar. In ihnen selbst findet aber noch ein relevanter, vertikaler Wassertransport statt, so daß sie in bezug auf den IVrSd-Horizont als wasserführend gesehen werden müssen.

Die hohen Mangananreicherungen im IIRSwSd-, IIIrSw- und IVrSw-Horizont deuten auf intensive alte chemische Verwitterungen hin, zu denen ein feucht-warmes Klima notwendig war. So müßten die Anfänge dieser Bodenverwitterung schon im Tertiär liegen. Es ist jedoch nicht auszuschließen, daß aus den manganreichen Sanden auch später noch vielfach Konkretionen gebildet wurden. Die vorhandenen, relativ hohen K- und Ca-Gehalte rühren wahrscheinlich von der geringen lateralen Abfuhrdynamik her (sekundäre Aufkalkung).

Auffallend ist die graue Farbe des Vsd-Horizontes, da der Feuerletten ansonsten in roten Tönen auftritt. Das Fehlen von gelben Eisenverwitterungsfarben (Lepidokrokit) und der hohe pH-Wert können als klares Indiz gesehen werden, daß die Färbung dieses Horizontes mesozoischen Ursprungs ist und nicht durch neozoische Bleichung entstanden ist.

Nahezu alle Schwermetalle sind in den organischen Auflagen und im Oberboden angereichert, bedingt durch Immissionen und pflanzen-physiologische Prozesse. Fast alle untersuchten Elemente zeigen mit ihren Gehaltsunterschieden zwischen den einzelnen Horizonten die Substratsprünge an.

7.7 Exkursionsppunkt 4, Profil 6:

Leg: N' Eppersdorf
Klima:

TK: 6733 Allersberg
Temperatur: 7°C Jahr
Niederschlag: 750 mm/Jahr

Geologie: Deckschichten über Mergeln des Feuerletterns

Relief: Ebene

Neigung: 0°
Exposition:
Höhenlage: 440 m ü. NN
 feinhumusarmer Moder

Vegetation/Nutzung: Nadelwald (Kiefer, Fichte) **Humusform:**

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** Haplaquept
FAO: Stagno-Dystric Gleysol
DBG: Pseudogley

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw	Weit. ped. Merkm.
+0,5	L									
+2	Of									
+1	Oh									
0-4	SwAh		x3gr2 s3t3L	dgr	10YR4/2	h 3	0	ein	W5	r3
4-22	Sw ₁	H FE:(SST-L, kmf)4 (KMS-L,kmf)2 (LOL,qpw)2	x3gr2 s4L	bnligr	10YR6/2	h 1	0	ein	W3	e4r6 k4gr3
22-25	Sw ₂	Sk3:(SST,kmf)	x3gr2 s4L	bnligr	10YR6/2	h 1	0	ein	W3	e4r6 k5gr3
25-28	IIpS _{d1}	B FE:(KMS- T,kmf)6	x2gr2 l3T	hgr,bnge mr	5Y7/2 10YR7/8		0	koh	W2	e4r6 k4gr3
28-45	PS _{d2}	Sk2:(SST,kmf)	x2gr2 l3T	hgr,bn- gemr	5Y7/2 10YR7/8		0	koh	W2	e4r6 k3gr3
45-70	IIIrSP	V1 FE:(KMS- T,kmf)6	l3T	robn	5YR5/4		0	koh	W2	e1r1 k1gr2
70-82	IVrSP	V2 FE:(KMS- T,kmf)6	l3T	vibn	2,5YR4/3		c3	koh	W2	e1r1 k1gr2
82-110	VIP _{Cv1}	V3 FE:(KMS- L,kmf)6 Sk3:(KST,kmf)	gr3 u3t3L	vibn,hgr	2,5YR3/3 10YR7/1		c4	koh	0	k1gr2
110-170	IP _{Cv2}		gr2 u3t3L	vibn	2,5YR4/3		c3	pol3	0	k1gr2
170-180+	VImCn	U (KMS,kmf)6		vibn	2,5YR4/2		c3		0	

FE = Feinerde SK = Skelett

Analysenergebnisse Profil 6

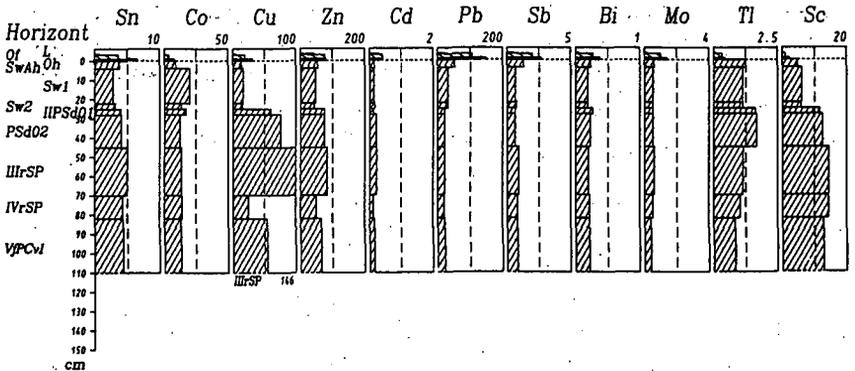
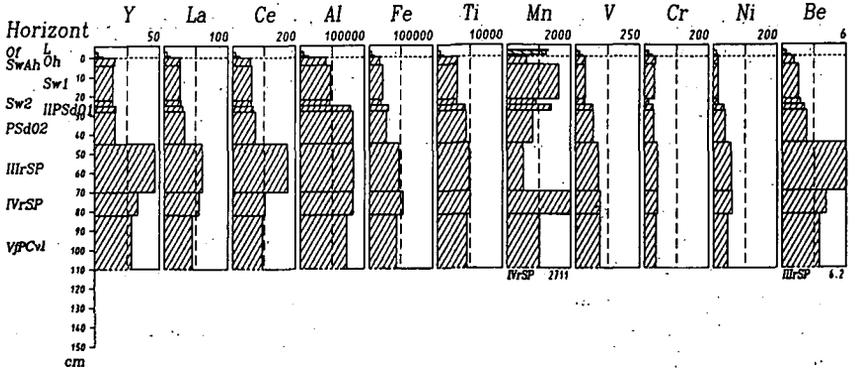
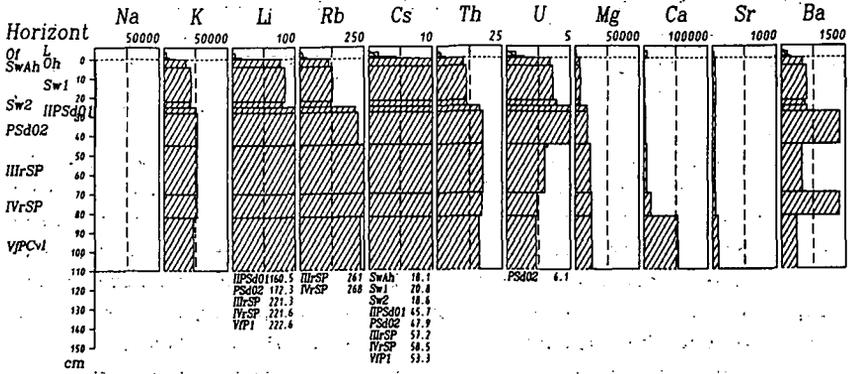
Horizont	Tiefe cm	% Ske >2mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinererde										Bodenart	
			sS	mS	gS	fs	sS	gU	mU	fU	sU	T		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
L	+0,5	22,5												
Of	+2	13,4												
Oh	+1	2,9												
SwAh	0-4	1,4	15,2	23,2	3,3	4,1	45,8	6,9	11,5	8,4	26,8	27,2	x3gr2s3t3L	
Sw1	-22	4,2	13,7	29,7	4,1	3,3	50,8	6,5	12,9	6,7	26,1	23,2	x3gr2s4L	
Sw2	-25	4,4	11,2	34,4	4,6	3,4	53,6	6,7	11,3	7,8	25,8	20,7	x3gr2s4L	
IIPsd01	-28	9,5	4,1	16,9	2,5	2,3	25,8	4,6	9,8	8,5	22,9	51,3	x2gr2t3T	
PSd02	-45	5,7	3,1	14,3	2,4	2,0	21,8	4,9	10,6	7,9	23,4	54,8	x2gr2t3T	
IIIrSP	-70	0,2	1,9	9,9	1,4	1,7	14,9	4,9	12,3	10,4	27,6	57,5	t3T	
IVrSP	-82	0,4	0,6	1,1	0,6	1,8	4,1	6,5	25,2	12,7	44,4	51,5	t3T	
VIrSP	-110	9,9	4,2	2,2	0,6	1,6	8,6	9,3	20,2	24,2	53,7	37,7	g3u3t3L	
VrPCv1	-170	8,1	0,8	1,1	0,7	2,1	4,7	8,6	27,3	26,5	62,4	32,9	gr2u3t3L	
VrPCv2														
Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm3	g/cm3	%	LK	nFK	FK	CaCl2	%	20	22	24	25	26	27
L							3,4	0,0						
Of							2,9	0,0						
Oh							3,0	0,0	5030	2533	2071	2021	479	328
SwAh							3,0	0,0	9515	4851	1480	1503	444	445
Sw1	1,4	1,6	47,7	15,8	22,6	57,3	3,5	0,0	12365	4665	1611	1389	1735	1031
Sw2							3,6	0,0	9230	3680	1369	1135	834	557
IIPsd01							3,8	0,0	11935	4370	1639	1470	1361	1336
PSd02	1,5	2,0	46,2	0,0	13,0	78,4	4,0	0,0	7915	2669	1410	1206	829	591
IIIrSP	1,3	1,8	52,9	0,1	44,1	132,0	5,9	0,0	19280	2483	817	625	385	416
IVrSP							7,1	3,4	27580	1345	749	453	2924	2454
VIrSP	1,6	1,9	42,7	0,2	29,5	119,0	7,3	13,2	18830	419	462	313	235	202
VrPCv1	1,7	1,9	40,6	0,1	51,4	242,8	7,3	5,0	22545	429	504	340	120	101
VrPCv2														
Horizont	C org.	N	C/N	Org.S	KAKcmol/z/kg		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS	
	%	%	%	%	pos.	eff.	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%	
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
L	48,1	1,2	39,1	82,9		31,3	13,5	3,1	2,8	0,1	1,2	6,6	62,2	
Of	44,8	1,7	27,2	77,2		48,6	22,1	1,8	0,8	0,2	1,0	19,0	51,2	
Oh	38,3	1,5	24,9	66,0		75,9	15,5	1,9	0,5	0,1	6,2	49,5	23,6	
SwAh	6,9	0,4	19,1	11,9		25,8	2,5	0,7	0,3	0,0	8,7	12,8	13,7	
Sw1						13,2	1,3	0,6	0,3	0,0	8,0	2,5	16,9	
Sw2						11,3	2,0	0,8	0,2	0,0	6,2	1,8	27,0	
IIPsd01						21,3	7,9	3,6	0,8	0,0	6,9	1,7	57,7	
PSd02						22,9	11,2	5,0	0,9	0,1	4,2	1,4	74,7	
IIIrSP						25,4	17,6	6,9	0,7	0,1	0,0	0,0	99,9	
IVrSP						43,0	34,5	7,5	0,8	0,1	0,0	0,0	99,9	
VIrSP						41,1	32,8	7,3	0,8	0,1	0,0	0,0	99,9	
VrPCv1						42,8	32,5	9,1	1,0	0,1	0,0	0,0	100,0	

Analysenergebnisse Profil 6

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)									
	SiO ₂ 41	TiO ₂ 42	Al ₂ O ₃ 43	Fe ₂ O ₃ 44	MnO 45	MgO 46	CaO 47	Na ₂ O 48	K ₂ O 49	P ₂ O ₅ 50
L										
Of										
Oh										
SwAh	82,7	0,6	9,1	2,8	0,1	0,6	0,2	0,1	2,5	0,1
Sw1	81,9	0,6	9,6	3,2	0,2	0,6	0,1	0,0	2,7	0,1
Sw2	83,2	0,5	9,1	2,8	0,1	0,5	0,1	0,1	2,7	0,1
IIPsd01	72,1	0,8	16,1	4,7	0,2	1,5	0,3	0,0	3,3	0,0
PSd02	71,0	0,8	16,5	4,1	0,1	1,6	0,4	0,0	3,4	0,0
IIIrSP	66,8	0,9	17,2	7,2	0,1	2,1	0,7	0,0	3,4	0,1
IVrSP	64,3	0,9	17,0	8,1	0,4	2,2	1,7	0,0	3,4	0,1
VfPCv1	60,7	0,9	15,7	7,0	0,2	2,4	8,4	0,0	3,2	0,1
VfPCv2	63,4	0,9	17,3	7,9	0,0	2,5	3,1	0,0	3,6	0,1
Horizont	Mineralbestand									
	QUA 31	MIK 32	ORT 33	TON* 34	CHL 35	CAL 36	KAO 37	DOL 38	LEP 39	60 60
L										
Of										
Oh										
SwAh	7	+	1	3	-	-	+	-	-	
Sw1	7	+	1	3	-	-	+	-	-	
Sw2	6	2	+	3	-	-	+	-	-	
IIPsd01	4	+	1	6	+	-	-	-	+	
PSd02	4	+	1	6	+	-	-	-	-	
IIIrSP	4	+	-	7	1	-	-	-	-	
IVrSP	4	+	-	6	+	+	-	-	-	
VfPCv1	4	+	-	6	+	2	-	-	-	
VfPCv2	1	+	-	8	2	1	-	+	-	

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

6 Totalaufschluß (Angaben in mg/kg)



Profil Nr. 6 liegt circa 50 m westlich von Profil Nr. 5. Die morphologische Situation ist ähnlich. Jedoch liegt dieses Profil näher am Rand der Verebnung. Entsprechend zeigt sich hier eine weitaus geringere Sand(-stein-)überdeckung, die am westlichen Flächenrand völlig fehlt. Im Gegensatz zum Profil 5 treten die Tone des Feuerletzens in Rotfärbung auf.

Das Profil gliedert sich in mehrere Substratlagen auf. Die jüngste Lage ist die Hauptlage. Sie grenzt sich aufgrund ihrer hohen Sandgehalte und ihren schluffigen Anteilen von der tonigen Unterlage ab. Der Sand ist mit großer Wahrscheinlichkeit ein Zersetzungsprodukt von Feuerletzenssandsteinen. Sowohl die Korngrößenzusammensetzung der Hauptlage als auch das Fehlen der äolischen Sandkomponenten in den Hanglagen sprechen gegen einen Flugsandeinfluß. Die Schluffgehalte liegen für Sande des Feuerletzenssandsteins zu hoch. In Zusammenhang mit den Schluffbeimengungen in den peripher zur Fläche befindlichen Hängen, dürfte der Schluffanteil im oberen Teil des Profils äolischen Ursprung haben. Unter der Hauptlage ist eine Basislage. Der höhere Sandgehalt in der Basislage gegenüber den Verwitterungslagen rührt von pedogenen Vorgängen als auch von Wurzeltätigkeiten her. Pleistozäne Durchmischungen scheinen anhand der Merkmale an der Profilwand unwahrscheinlich.

Das Liegende dieser Schicht besteht aus Tonen des Feuerletzens. Beim VfPCv₁-Horizont stammt das Kalkskelett von Kalkausscheidungen aus der sich vertikal bewegenden Bodenlösung. In 170 cm. Tiefe geht die unterste Verwitterungslage in unverwitterte Kalkmergelsteine des Feuerletzens über.

Dieser Standort ist ein typischer Vertreter der Pseudogleystandorte auf Feuerletten. Wobei der zweischichtige Substrataufbau - sandige über tonigen Sedimenten - die wichtigste Voraussetzung dafür bildet. Die Ausformung der pedogenen Merkmale geschah aber nicht allein im Holozän. So deutet die tiefe Aufweichung des Tons auf ältere Verwitterungserscheinungen hin. Polyederbildungen in den fPCv-Horizonten bestärken diese Annahme. Zieht man Profile in hängigen Gebieten zum Vergleich heran, so zeigt sich bei denen eine weitaus geringere Aufweichtiefe.

Zu bemerken wäre zum PSD-Horizont, daß die Bleichung nicht allein auf pedogene Wirkungen zurückzuführen ist. Dies müßte an intensiveren Eisenumbildungen von hämatitischen zu lepidokrokitischen Eisen erkennbar sein. Da Lepidokrokit nur in geringen Anteilen vorkommt, dürfte die graue Färbung durch mesozoisch stattgefundene Prozesse begründet sein.

Ein Teil der Schwermetalle in den organischen Auflagen und im Oberboden rühren sicherlich von anthropogenen Einträgen her. Zur Illustration der Ausgangsmaterialien der Bodenbildung eignet sich die vertikale Elementverteilung im Profil in diesem Fall nicht besonders. Ursache hierfür sind die Carbonatgehalte im unteren Bereich des Profils, die eine Vergleichbarkeit der Konzentrationen in den einzelnen Horizonten komplizieren. Ungewöhnlich erscheinen die Schwermetallkonzentrationen von Barium im IIPSD₀₂ und IVrSP-Horizont von knapp 1400 mg/kg, die vermutlich zum Teil auf Barytanreicherungen zurückzuführen sind. Ebenso auffällig sind die hohen Cu-Gehalte im IIIrSP-Horizont. Andere Gründe als lithogene Gegebenheiten hierfür scheinen in diesem ton- und kalkreichen Medium unwahrscheinlich.

7.8 Exkursionspunkt 5, Profil 7:

Leg: E' Haarlach **TK:** 6733 Allersberg
Klima: **Temperatur:** 7°C Jahr
Niederschlag: 700 mm/Jahr

Geologie: Deckschichten über Sand(stein)en des Burgsandsteins

Relief: Ebene **Neigung:** 0°

Vegetation/Nutzung: Nadelwald (Kiefer) **Exposition:**
streugenuzt **Höhenlage:** 385 m ü. NN
Humusform: Rohhumus,

Bodenklassifikation: **Soll Taxonomy:** Quartzipsamment
FAO: Leptic Podzol
DBG: Braunerde-Podsol

Beschreibung des Profils:

Tiefe (cm)	Horizont	Substrat	Bodenart	Farbe	Munsell	H.	CO ₂	Gef.	Dw.	Weit. ped. Merkm.
+0,2	L									
+3	Of									
+0,5	Oh									
0-2	A _{eh}	H FE:(FSA,qpw)5 (LOL,qpw)2	S	grsw	5YR3/1	h5	0	ein	W4	0
2-5	A _{he}		u2S	hbnligr	5YR5/2	h3	0	ein	W4	0
5-8	B _{sh}		l2S	smbn	5YR3/4	h3	0	ein	W4	0
8-25	B _v		S	gebn	5YR5/8	0	0	ein	W3	0
25-40	II B _v C _v	M1 FE:(FSA,qpw)5 (LOL,qpw)2	S	hbn	5YR5/6	0	0	ein	W2	0
40-65	III C _v	M2 FE:(FSA,qpw)6	S	hbng	5YR6/4	0	0	ein	W1	0
65-85	IV C _v	M3 FE:(FSA,qpw)6 (SST-S,kmbo)1 Sk2:(SST,kmbo)	gr2S	rollgr, wegr	5YR7/3 5YR4/4	0	0	ein	W1	0
85-105+	IV C _v	V FE:(SST-S,kmbo)6 Sk3:(SST,kmbo)	x2-gr2g S	grge	10YR7/8	0	0	ein	0	0

FE = Feinerde
Sk = Skelett

Analysenergebnisse Profil 7

Horizont	Tiefe		Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde											Bodenart	
	cm	% Slt >2mm	sS	mS	gS	ffS	sS	gU	mU	fU	sU	T			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
L	+0,2	27,6													
Of	+3	20,4													
Oh	+0,5	7,8													
Aeh	0-2	0,8	30,3	51,5	4,6	2,8	89,2	3,4	3,4	1,2	8,0	2,8	S		
Ahe	-5	0,3	21,6	55,4	6,1	4,2	87,3	5,1	3,6	1,5	10,2	2,4	u2S		
Bsh	-8	0,4	20,2	51,5	6,9	4,4	83,0	5,2	4,6	1,8	11,6	5,4	l2S		
Bv	-25	0,2	21,3	56,9	5,6	3,3	87,1	3,9	4,2	1,7	9,8	3,1	S		
IIbVcV	-40	0,2	13,0	58,6	9,1	5,7	86,4	5,5	3,8	1,7	11,0	2,6	S		
IIIcV	-65	0,1	22,1	63,4	7,1	3,3	95,9	2,1	2,4	0,0	4,5	0,0	S		
IVcV	-85	1,9	32,0	54,5	6,4	2,9	95,8	1,6	1,0	0,8	3,4	0,8	gr2S		
VCv	-105+	13,0	56,4	29,3	4,5	3,0	93,2	1,8	2,3	1,2	5,3	1,5	x2gr2gS		

Horizont	TRD	Ld	PV	Porenraumvert.			pH	Carb.	Fed	Feo	Ald	Alo	Mnd	Mno
	g/cm ³	g/cm ³	%	LK	nFK	FK	CaCl ₂	%	20	21	22	23	24	25
	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27
L							3,2	0,0						
Of							2,5	0,0						
Oh							2,3	0,0						
Aeh							2,4	0,0	1066	307	524	462	39	0
Ahe							2,6	0,0	994	235	256	253	38	1
Bsh							3,1	0,0	4615	2503	1307	1132	51	1
Bv	1,5	1,5	43,7	30,3	14,6	22,7	3,8	0,0	2839	444	1201	677	53	1
IIbVcV	1,5	1,6	42,0	31,2	10,9	16,3	3,7	0,0	2390	269	579	408	51	1
IIIcV	1,6	1,6	38,6	30,4	15,8	20,5	3,9	0,0	1171	105	340	286	46	4
IVcV	1,6	1,6	39,8	32,3	11,3	14,9	3,8	0,0	821	51	290	131	24	24
VCv							4,1	0,0	809	53	340	93	8	39

Horizont	C org.		N		C/N		Org.S		KAK		austauschbare Kationen in cmol/z/kg						BS
	%	%	%	%	not	eff	Ca	Mg	K	Na	Al	H	%				
	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41			
L	48,4	0,8	63,7	83,4			33,8	13,4	2,5	2,0	0,1	1,0	14,1	53,3			
Of	42,7	1,4	31,4	73,6			90,0	8,2	0,9	1,2	0,2	2,6	76,4	11,8			
Oh	35,3	1,1	32,7	60,9			120,7	7,2	0,7	0,9	0,2	4,7	106,5	7,5			
Aeh	6,8	0,2	35,7	11,7			27,5	0,6	0,1	0,2	0,0	2,5	24,0	3,1			
Ahe	1,4			2,4			9,9	0,0	0,0	0,0	0,0	1,6	8,2	1,4			
Bsh	1,3			2,3			5,8	0,0	0,0	0,1	0,1	3,2	2,2	3,5			
Bv							1,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	15,8			
IIbVcV							1,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	12,6			
IIIcV							0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	24,4			
IVcV							0,5	0,1	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	24,1			
VCv							0,7	0,1	0,0	0,0	0,0	0,5	0,2	15,8			

Analysenergebnisse Profil 7

Horizont	RF-Analysen (Gehalte in Gew. %)										
	SiO ₂ 41	TiO ₂ 42	Al ₂ O ₃ 43	Fe ₂ O ₃ 44	MnO 45	MgO 46	CaO 47	Na ₂ O 48	K ₂ O 49	P ₂ O ₅ 50	
L											
Of											
Oh											
Aeh	93,0	0,1	3,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	2,2	0,1	
Ahe	93,0	0,2	3,5	0,3	0,0	0,0	0,1	0,1	2,3	0,0	
Bsh	91,5	0,2	4,1	0,8	0,0	0,0	0,1	0,0	2,3	0,1	
Bv	91,0	0,1	4,8	0,6	0,0	0,0	0,1	0,1	2,5	0,1	
IIbVcV	91,1	0,1	4,3	0,5	0,0	0,0	0,1	0,1	2,6	0,0	
IIIcV	92,4	0,1	3,3	0,3	0,0	0,0	0,0	0,1	2,3	0,0	
IVcV	94,0	0,1	3,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	
VCv	91,8	0,1	4,3	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	2,5	0,0	
Horizont	Mineralbestand										
	QUA 51	MIK 52	ORT 53	TDN* 54	KAO 55						
L											
Of											
Oh											
Aeh											
Ahe	9	+	1	1	-						
Bsh	8	+	1	2	-						
Bv	8	+	1	2	-						
IIbVcV	7	3	1	1	-						
IIIcV	7	3	1	+	-						
IVcV	8	2	+	+	-						
VCv	8	+	1	2	+						

* Tonminerale = Illit, Smectit, Vermiculit

Das Profil befindet sich in einem flachen Anstieg des Burgsandsteins. Östlich steigt das Gelände stärker an. Westlich davon dehnen sich weite Ebenen aus, die teilweise von mächtigen Flug- und Dünen sanddecken überzogen sind. Auf diesen sandigen Arealen entwickelten sich nur sehr nährstoffarme Böden. Sie treten in einer Bodengesellschaft auf, deren Spektrum die Subtypen einer podsoligen Braunerde bis hin zu Podsolen umfaßt.

An und für sich zeigt sich der Substrataufbau in seiner Ausbildung sehr homogen. Eine Grenze zwischen äolisch beeinflussten Lagen und Verwitterungslagen deutet sich in 85 cm Tiefe an. Unterhalb dieser Linie nimmt der Grobsandgehalt deutlich zu. Das darüberliegende Substrat weist eine typische Verteilung der Sandfraktionen auf wie sie von Flugsanden bekannt ist. Der Schluffgehalt in der H- und der M₁-Lage ist aber höher als in umliegenden Flugsanden. Die beiden äolischen Einwehungsprodukte (Löß und Flugsand) kommen homogen vermischt vor. Eine solche gleichmäßige Durchmischung des Substrats ist nur unter periglazialen Bedingungen vorstellbar. So kann in diesem Fall von einer pleistozän stattgefundenen Einwehung des Flugsandes ausgegangen werden.

Auf diesem sehr sauren Standort entstand ein Braunerde-Podsol. Der noch vorhandene Bv-Horizont zeigt an, daß dieser Boden sein Klimaxstadium noch nicht erreicht hat.

Alte Verwitterungsböden konnten sich in diesem leicht geneigten Gelände nicht halten.

Aufgrund der sehr niedrigen natürlichen Grundgehalte der meisten Elemente, lassen sich in diesem sandigen Boden anthropogene Einträge leichter spezifizieren. So sind die Konzentrationen einiger Elemente (Zink, Cadmium, Blei, Antimon) in den organischen Auflagen und teilweise im Oberboden vorwiegend auf anthropogenen Input zurückzuführen. Da die Stoffgehalte gering sind, kann ein Substratwechsel kaum nachvollzogen werden. Lediglich der Substratwechsel bei 40 cm Tiefe ist bei zahlreichen Elementen ablesbar.

8 Literatur

- AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Aufl.: 331 S.; Hannover 1982.
- BACHMANN, S. (1988): Eintrag und Austrag von Nähr- und Schadmetallen sowie deren Verteilung in sauren Waldböden im nördlichen Nürnberger Reichswald. - Dissertation - Univ. Erlangen, 165 S.; Erlangen
- BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1:500 000.- 3. Aufl.:168 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR BETRIEBSWIRTSCHAFT UND AGRARSTRUKTUR (1978): Fischereiwesen in Bayern. - Beitrag zum Agrarleitplan: 127 S.; Mainkofen/Deggendorf.
- BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1968): Die Reichswälder bei Nürnberg - aus der Geschichte des ältesten Kunstforstes. - Mitt. aus der Staatsforstverwaltung Bayerns, Heft 37: 178 S.; Nürnberg (Frankenverlag, Lorenz Spindler).
- BERGER, K. (1969): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6733 Allersberg - 79 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- (1978): Geologische Karte von Bayern 1:50000, Erläuterungen zum Blatt Nürnberg-Fürth-Erlangen und Umgebung -219 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- BREMER, H. (1967): Ein Beitrag zur Deutung der Süddeutschen Schichtstufenlandschaft: " Die Geologie des Schilfsandsteins" von P. Wurster. - Z. Geomorphologie, N.F.,11: 352-355; Berlin.
- BRINKMANN, R. (1977): Historische Geologie. - 10./11. Aufl: 400 S.; Stuttgart (Enke).
- BÜDEL, J. (1957): Grundzüge der Klimamorphologischen Entwicklung Frankens. - Würzburger geogr. Arb., 41: 5-46, 7 Abb.; Würzburg.
- DONGUS, H. (1974): Schichtflächen in Süddeutschland. - Heidelberger geogr. Arbeiten, 40: 249-268, 1 Fig., 1 Tab.; Heidelberg.
- EBERLEIN, K. (1985): Die Bodengesellschaften am NW-Rand des Kalchreuther Höhenzuges zwischen Kalchreuth und der Schwabach mit einem Beitrag zum Chemismus der Quellwässer. - unveröffentl. Diplomarbeit - Univ. Erlangen: 137 S.; Erlangen.
- HAUNSCHILD, H. (1980): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6828 Feuchtwangen-Ost - 96 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- KLEBER, A. (1987): Die jungtertiäre und ältestquartäre Entwicklung von Flächen und Tälern im nördlichen Vorland der südlichen Frankenalb. - Bayreuther Geowissenschaftliche Arbeiten., 10: 106 S; Bayreuth.
- KNOCH, K. (1952): KLIMA-ATLAS von Bayern. - Bad Kissingen.
- KREUTZER, K. & FOERST, K. (1978): Forstliche Wuchsgebietsgliederung Bayerns, 1:1000000. - München.
- LICHTFUS, R. (1988): Geogene, pedogene und anthropogene Schwermetallgehalte in Böden. - in "Beurteilung von Schwermetallkontaminationen im Boden", Dechema-Fachgespräche Umweltschutz: 119-136; Frankfurt/Main.
- LOTZE, F. (1971): Geologie Mitteleuropas. - 4. Auflage: 491 S; Stuttgart (Schweizerbart).
- ROßNER, R. (1990): Variationsbreite und ökologischer Zustand der Böden im NW' Sebalder Reichswald, aufgezeigt anhand eines Querschnitts zwischen Gründlach und Schwabachtal. - Erlanger Geogra-

- phische Arbeiten, 50: 174 S., 41 Abb., 33 Tab., 2 Karten; Erlangen (Fränkische Geographische Gesellschaft).
- RUPPERT, H. & SCHMIDT, F. (1987): Natürliche Grundgehalte und anthropogene Anreicherungen von Schwermetallen in Böden Bayerns. - GLA-Fachberichte, 2: 97 S., 3 Abb., 89 Tab.; München (Bayerisches Geologisches Landesamt).
- SCHILLING, B. (1990): Die Böden im Keuper-Lias-Land Frankens, ihr Aufbau, ihre Deckschichten und ihre Umwelteigenschaften. - Dissertation - Univ. Erlangen, 204 S.; Erlangen.
- SCHMIDT-KALER, H. (1987): Geologische Karte von Bayern 1:25000, Erläuterungen zum Blatt Nr. 6933 Thalmässing - 75 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- SCHMITTHENNER, H. (1956): Probleme der Schichtstufenlandschaft. - Marburger geogr. Schr., 3: 87 S., 7 Fig.; Marburg.
- WITTMANN, O. (1971): Erläuterungen zur Bodenkarte von Bayern 1:25000 - Blatt Nr. 6833 Hilpoltstein. - 164 S.; München (Bayer. Geol. Landesamt).
- (1982): Paläoböden in Nordbayern und im Tertiärhügelland. - Geol. Jb. F14: 45-62; Hannover.
 - (1983): Standortkundliche Landschaftsgliederung von Bayern. Materialien Bayer. Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen; 21: 30 S.; München

1. The first part of the document discusses the importance of maintaining accurate records of all transactions. It emphasizes that proper record-keeping is essential for the integrity of the financial system and for the ability to detect and prevent fraud. The text notes that without reliable records, it would be difficult to track the flow of funds and identify any irregularities.

2. The second part of the document outlines the various methods used to collect and analyze data. It describes the process of gathering information from different sources, such as interviews, surveys, and document reviews. The text also discusses the importance of ensuring the accuracy and reliability of the data collected, and the need to use appropriate statistical techniques to analyze the results.

3. The third part of the document focuses on the interpretation of the data and the drawing of conclusions. It explains how the collected information is used to identify patterns and trends, and how these findings are used to inform decision-making. The text also discusses the importance of communicating the results of the analysis in a clear and concise manner, and the need to provide supporting evidence for any conclusions drawn.

4. The final part of the document provides a summary of the key findings and recommendations. It highlights the main points discussed throughout the document and offers suggestions for how the information can be used to improve the financial system. The text concludes by emphasizing the importance of ongoing monitoring and evaluation to ensure that the system remains effective and efficient.

Exkursion I

Jena

**Nutzungsbedingter Wandel des Gefüges Thüringer Ackerböden
und
Regeneration von Bodenschäden**

Redaktion: D. Werner

Inhaltsübersicht

Teil I Bodenbildende Faktoren, Bodengesellschaften und Bodennutzung Thüringens im Überblick

- Naturräumliche Gliederung Thüringens, geologischer und geomorphologischer Überblick, Klima und Bodenentwicklung
- Böden des Exkursionsgebietes
- Landwirtschaftliche Nutzung
- Aufbau und Nutzungseigenschaften von zwei Leitböden (Exp. 1 und 2)

Teil II Grundlagen und Verfahren gefügeschonender Bearbeitung Thüringer Ackerböden

- Einführung in das Forschungsvorhaben "Schutz des Bodens vor Schadverdichtungen und Regeneration geschädigter Bodengefüge" (Exp. 3)
- Thesen zur Entwicklung des Bodengefüges der Versuchsvarianten
- Reaktion des Pflanzenwurzelsystems auf die räumliche Heterogenität des Bodengefüges
- Auswirkung hoher Druckbelastung auf die Bodenwasser-spannung
- Geräte und Verfahren zur Erfassung des Verformungs-Leitfähigkeits- und Infiltrationsverhaltens von Böden (Exp. 4)
- Gefügeentwicklung einer keuperbeeinflussten Löß-Schwarzerde nach Pflug- und nach Grubberbearbeitung sowie Ertragsergebnisse (Exp. 5)
- Werkzeuge und Werkzeugeffekte zur Umsetzung des Konzeptes der Regeneration verdichteter Bodengefüge

Teil III Aufgabenstellung, Ausrüstung und Meßergebnisse der Lysimeteranlage Großbröningen (Exp. 6)

**Bodenbildende Faktoren, Bodengesellschaften und Bodennutzung
Thüringens im Überblick**

von

D. Rau, D. Werner ^{*)}, G. Breitschuh ^{*)}

^{*)} Thüringische Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft (im Aufbau)
Naumburger Straße 98 a
O - 6909 Jena 9

Naturräumliche Gliederung Thüringens, geologischer und geomorphologischer Überblick, Klima und Bodenentwicklung

Nördlich des Thüringer Waldes (ca. 800...900 m NN) und des Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges (ca. 600...700 m NN) als herausgehobene Schollen paläozoischer Gesteine erstreckt sich schüsselförmig, von den genannten Mittelgebirgen orographisch scharf begrenzt, die Triaslandschaft des Thüringer Beckens (Abb. 1). Die tiefsten Relieftteile liegen im Zentrum, im Ausstrichgebiet des Keupers (nördlich von Erfurt, ca. 150 m NN). Nach den Rändern der "Schüssel" hin schließt sich den vorwiegend tonigen und mergeligen Sedimentgesteinen des Keupers der Muschelkalk an. Insbesondere mit seiner obersten Stufe, dem mo_2 , tritt er oberflächenbil-

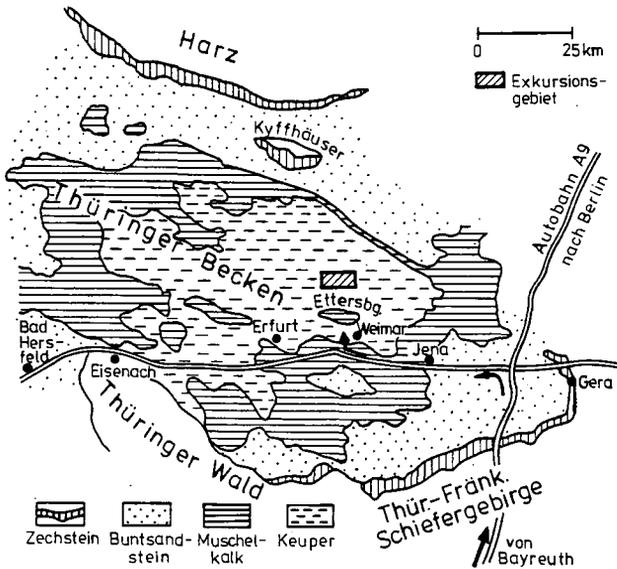


Abb. 1: Übersicht zur naturräumlichen Gliederung und zur Geologie Thüringens (einschl. Fahrtroute)

dend in Erscheinung. Die sogenannten Randplatten des Muschelkalkes bilden innerhalb der Schichtstufenlandschaft oft wellige plateauartige Verebnungen (ca. 300...400 m NN). Vom Buntsandstein, der quasi den "äußeren Ring" des Triasbeckens bildet, wird vor allem der NW- und SE-Teil Thüringens eingenommen.

Während die Elster-Vereisung mit ihren Grund- bzw. Endmoränen von Norden bis in das Thüringer Becken vordrang (Reste sind auf einer Linie nachgewiesen, die etwa durch die Städte Jena-Weimar-Erfurt markiert wird), war Thüringen während der beiden letzten Vereisungsphasen vollständig Periglazialgebiet. Weichseleiszeitliche periglaziäre Schutte einerseits, Löß und Lößderivate andererseits haben in ihrer Verbreitung dominierende Bedeutung. Löß ist im Inneren des Thüringer Beckens gebietsweise flächendeckend vorhanden und erreicht in nord- und ostexponierter Lage z.T. mehrere Meter Mächtigkeit. Nach den Rändern des Beckens dünnt er aus, und seine Verbreitung wird fleckenhaft. Während im trockenen Beckeninneren Fluglöß dominiert, sind es in den Ausstrichbereichen des Muschelkalkes und vor allem des Buntsandsteins in der Regel Schwemm- und Fließblösse, die zu Beginn des Holozäns als Ausgangsmaterial der Bodenbildung vorlagen.

Die regionale Differenzierung der postglazialen Bodenentwicklung läßt sich in dem primär weitgehend gleichartig beschaffenen Lößsediment besonders gut verfolgen. In Übereinstimmung mit der aktuellen klimatischen Differenzierung des Thüringer Beckens (Abb. 2) liegen im trocken-warmen Zentrum (460 mm Jahresniederschlag; 8,5 °C Jahresmitteltemperatur) typische Tschernoseme (Schwarzerden mit AC-Profil) vor. Nach den Rändern folgen mit zunehmender Niederschlagsmenge (> 600 mm; < 8°C) Schwarzerden mit Verbraunungshorizont (Braunschwarzerden), Schwarzerden mit Bt-Horizont (Griserden) und schließlich Parabraunerden-Fahlerden (Lessivés) aufeinander. Es liegt nahe, diesen Formenwandel mit der postglazialen Klima- und Vegetationsentwicklung in Zusammenhang zu bringen: Schwarzerde ließe in ihrem Verbreitungsgebiet auf Waldfreiheit während des gesamten Holozäns schließen. Ihre Abwandlung in Richtung auf den Lessivè als

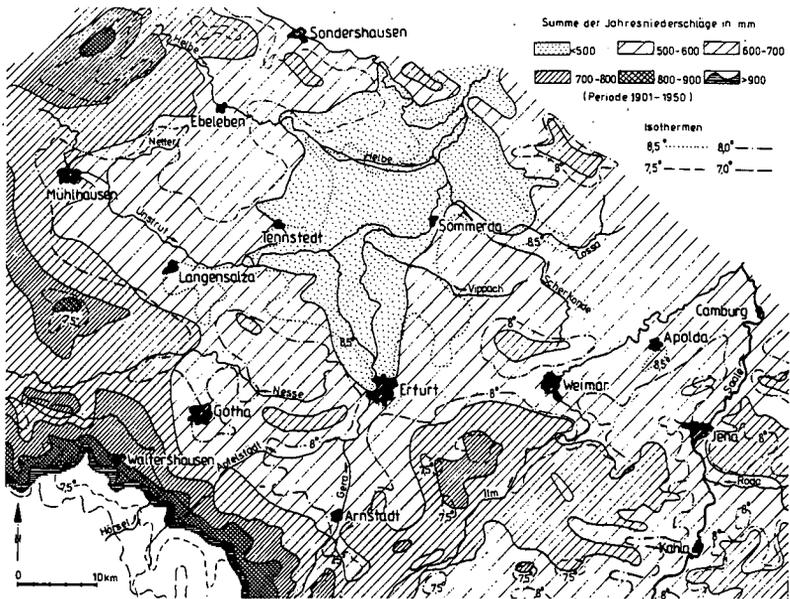


Abb. 2: Übersicht der Klimaverhältnisse des Thüringer Beckens

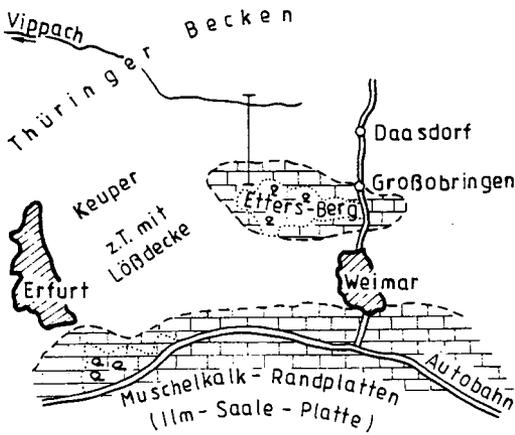
ursprünglichem Waldboden führte zu der Annahme, daß in den Übergangslagen während des Postglazials der Wald in Richtung auf die Offenlandschaft vordrang, sie aber nicht gänzlich eroberte.

Bodengenetisch bemerkenswert ist die Tatsache, daß Tschernoseme nicht nur in dem primär kalkhaltigen Löß, sondern auch in den mergelig-lehmig-tonigen Lockersubstraten des Keupers entstanden sind. So treten Keuperton-Schwarzerden in enger Vergesellschaftung mit Löß-Schwarzerden in Erscheinung. Die Entstehungsvoraussetzungen - trockenes Klima, kalkhaltiges Lockersubstrat, steppenartige Vegetation - waren offenbar gleichermaßen gegeben.

In Thüringen sind über 600 km² Schwarzerden (ohne Griserden) kartiert. Davon sind etwa 65 % Löß-Schwarzerden, 25 % Keuperlehm- und 10 % Keuperton-Schwarzerden.

Von der Exkursion wird ein typischer Ausschnitt der Landschaft im Südteil des inneren Thüringer Beckens berührt

(Abb. 3).



I Schnitt S - N (vgl. Abb. 4)
- - - Grenze Obärer Muschelkalk (mo₂) /
Unterer Keuper (ku)

Abb. 3: Skizze zum Exkursionsgebiet

Die exakt Süd-Nord verlaufende Autobahn Nürnberg-Berlin (A9) überquert von Hirschberg an die Höhen des Thüringisch-Fränkischen Schiefergebirges. In Ostthüringen werden zunächst die Orlasenke (Ausstrich des Zechsteins) und dann das i.w. bewaldete Buntsandstein-Hügelland durchfahren. Am Hermsdorfer Autobahnkreuz (noch Buntsandstein) wird rechtwinklig nach Westen abgebogen und bei Jena (Durchquerung des Saaletales) die Muschelkalkschichtstufe erreicht. Die Ilm-Saale-Platte zwischen Jena und Weimar stellt den typischen Landschaftscharakter der welligen, fleckenhafte von Löß bedeckten mo₂-Hochfläche dar. Nach der Durchfahrt Weimars und der Überquerung des Ettersberges (Muschelkalkaufwölbung; 470 m NN) wird der Übergangsbereich der Randplatten zum Südrand des Thüringer Beckens und damit das Exkursionsgebiet

erreicht.

Die Böden des Exkursionsgebietes

Im Rahmen der Boden-Übersichtskartierung Thüringens zu Beginn der 70-er Jahre entstanden Konzeptkarten im Maßstab 1:25 000 mit ausführlicher Legende der Bodengesellschaften, die später in das System der "Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung - MMK" übertragen wurden (RAU u. SCHRAMM 1972; SCHMIDT u. DIEMANN 1981).

Zwischen Berlestedt, Daasdorf und Großobringen (vgl. Abb. 3) bilden neben LÖß die Sedimentgesteine des Unteren und des Mittleren Keupers (ku. km) - vorwiegend Tonsteine und Tone, Mergel, plattige Dolomite, auch Gipse, oft in Wechsellagerung - die Ausgangssubstrate der Böden. Sie treten in Form periglaziär überprägter Verwitterungsprodukte in Erscheinung. Teils sind die Keuper-Schwarzerden "ungestört", d.h. weder durch Erosion, noch durch Akkumulation verändert, erhalten (V1a1 = Lehm-Schwarzerden; V1a2 = Ton-Schwarzerden), teils handelt es sich um abgetragene, d.h. in der Mächtigkeit des A-Horizontes reduzierte Böden (V2a4 = Lehm-Rendzina; V3a1 = Ton-Rendzina).

LÖß ist am Substratinventar mit etwa 50 % der Gesamtfläche vertreten. Seine Mächtigkeit beträgt bis zu 1.5 m: teils tritt er nur als "Schleier" auf. Es sind vorwiegend Braunschwarzerden (LÖ1a2) ausgebildet, deren Bv-Horizont etwa 0.2 m mächtig ist. LÖß-Pararendzinen als Abtragungsformen der Schwarzerde kommen untergeordnet vor. Mit dem Anstieg zum Ettersberg tritt nach Süden hin die texturdifferenzierte Schwarzerde (LÖ1c1 = LÖß-Griserde) in Erscheinung. Im Bereich des bewaldeten Ettersberges selbst sind keine Schwarzerden mehr entwickelt. Hier liegen LÖß-Fahlerden vor (vgl. Grenze Schwarzerde - Verbreitung in Abb. 5). Außerdem sind im tonreichen Kalksteinschutt des anstehenden Oberen Muschelkalkes Rendzinen ausgebildet (V3a2 = Bergton-Rendzina).

Schließlich sind in den das Gebiet gliedernden Trockentälchen schlufflehmige und tonige Abtragungsprodukte das

Ausgangsmaterial für Auenton-Vegen (A1a3) sowie Auenlehm- und Auenschluff-Vegen (A13a4, A13a6) als "Endglieder" einer gebietstypischen Bodensequenz (Abb. 4).

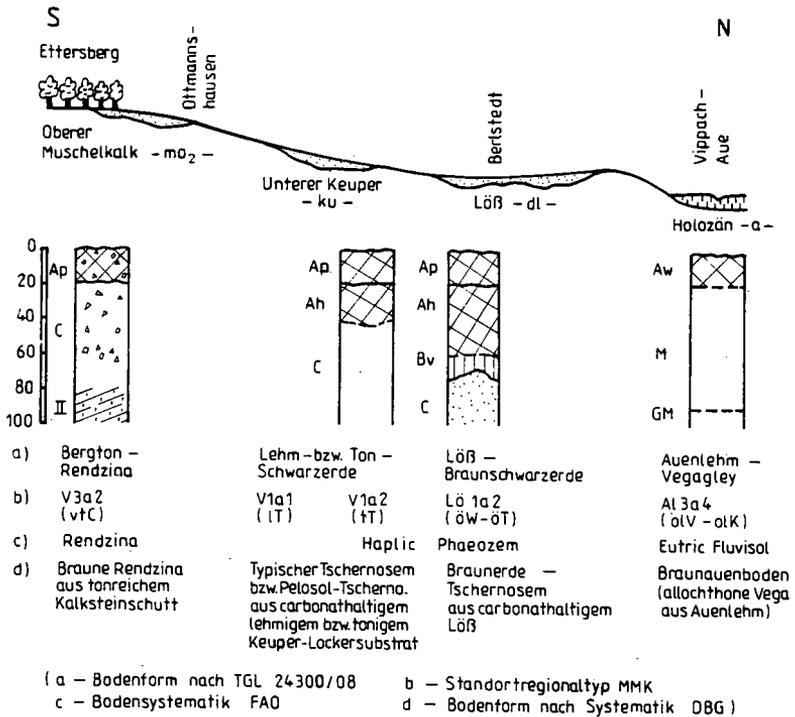


Abb. 4: Sequenz typischer Bodenformen des Exkursionsgebietes

In Abb. 5 ist das Bodenformeninventar des Exkursionsgebietes als Ausschnitt der MMK-Karte Mtb. Neumark (4933) mit ausführlicher Legende dargestellt.

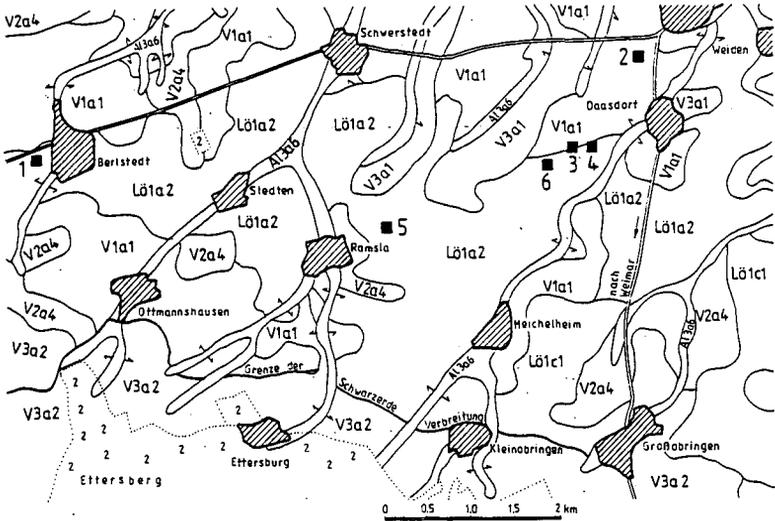


Abb. 5: Ausschnitt der MMK-Karte Mtb. Neumark

Standortregionaltyp der MMK	Leit-Bodenform	Herkunft aus	Begleit-Bodenformen
L01a2	L0B-Braunschwarzerde (0W)	L0B	L0B-Rendzina (0C) L0Bkerf-Rendzina (0/tC) L0Bkerf-Braunschwarzerde (0/tW)
L01c1	L0B-Griserde (0I)	L0B	L0B-Rendzina (0C) L0Bkerf-Rendzina (0/tC) L0Bkerf-Griserde (0/tI)
V1a1	Lehm-Schwarzerde (1T)	Keuper-Lehm	Berglehm-Rendzina (v1C) Berglehm-Braunerde (v1B) Lehmkerf-Schwarzerde (1/tT)
V1a2	Ton-Schwarzerde (tT)	Keuper-Ton	Ton-Rendzina (tC)
V2a4	Berglehm-Rendzina (v1C)	Keuper-Lehm, steinig	Berglehm-Braunerde (v1B) Ton-Rendzina (tC)
V3a1	Ton-Rendzina (tC)	Keuper-Ton	Berglehm-Rendzina (v1C) Berglehm-Braunerde (v1B)
V3a2	Bergton-Rendzina (vtC)	Muschelkalkschutt, tonreich	L0B über Schutt-Rendzina (0/gC)
A13a6	Auenschluff-Vegagley (0JK)	holozänes Bodensediment	Auenschluff-Vega (01V) Kolluviallehm-Vega (e1V) Kolluvialton-Vegagley (etK)

■ 1...6 Lage der Exkursionspunkte

Landwirtschaftliche Nutzung

Die landwirtschaftliche Nutzfläche des Exkursionsgebietes wird traditionell insofern des hohen Ertragspotentials fast ausschließlich ackerbaulich genutzt. Bisher dominierten Getreide mit ca. 60 %, Feldfutter, Zuckerrüben und Kartoffeln im Anbau. Durch drastische Reduzierung der Tierbestände seit 1990 sinkt der Grobfutterbedarf. Die Quotierung des Rübenanbaus auf der Basis der Jahre 1986 bis 1990 mit niedrigem Ertragsniveau und geringen Absatzmöglichkeiten für Kartoffeln schränken diese Anbauflächen ein. Das sind für die landwirtschaftlichen Unternehmen derzeit Veranlassungen, den Getreideanbau weiter auszuweiten.

Die fast unausbleibliche Verminderung der angebauten Fruchtarten sollte zumindest langfristig über den Anbau nachwachsender Industrie- und Energierohstoffpflanzen ausgeglichen werden. Mit Ausnahme von Raps bestehen bisher kaum praktische Anbauerfahrungen. Vor allem fehlen jedoch dafür vorerst die Absatzvoraussetzungen am Markt.

Absoluter Schwerpunkt der Landbewirtschaftung bleibt die Erhöhung der Nutzungseffizienz besonders für Agrochemikalien.

Der durchschnittlich hohe Versorgungsgrad der Böden mit Nährstoffen ermöglicht es den landwirtschaftlichen Unternehmen, für die Zeitphase der strukturellen Veränderungen aus einer entzugsorientierten Landnutzung durchaus wirtschaftliche Vorteile zu ziehen. Die Anwendung nun verfügbarer neuer Produktionstechnik besonders für die Applikation von Agrochemikalien kann hierzu ebenfalls beitragen.

Die vorhandenen Beregnungsanlagen gilt es aus wirtschaftlichen Überlegungen heraus vorrangig für besonders beregnungswürdige Fruchtarten (Zuckerrüben, Mais und Sommergetreide) einzusetzen. Trotz der ökonomischen Restriktionen sollten die positiven Effekte der ertragsstabilisierenden Wirkung der Beregnung auf den spezifischen Verbrauch an Agrochemikalien nicht gering geschätzt werden.

Der intensiv bewirtschafteten Agrarlandschaft fehlt nach ihrer Umstellung auf die Großproduktion die landeskulturelle

Verbauung. So bedürfen u.a. die in den letzten zwei Jahrzehnten geschaffenen Feldgehölze einer umfassenden Erweiterung und Vernetzung. Die nun gegebenen Möglichkeiten der Flächenumwidmung für Feldgehölze, die Anlage von Ackerrandstreifen, für Grünlandansaaten und Renaturierung von Flächen können die landschaftliche Vielfalt, wenn auch nur langfristig, wieder verbessern.

Exkursionspunkte 1. und 2

Löß-Braunschwarzerde und Ton-Schwarzerde

Profilbeschreibung (Exp. 1)

- * Lage:
unmittelbar westlich Ortslage Beristedt
Blatt 4933 Neumark r li 10 44 469. h 51 56 586
- * Klima¹⁾:
Niederschlag 551 mm/Jahr; Temperatur 8,2°C
- * Geologie:
weichselkaltzeitlicher Fluglöß > 1,2 m
- * Relief:
Neigung 2° Nord; Höhenlage 230 m üB. NN
- * Vegetation:
Ackernutzung. Fruchtart Winterweizen
- * Humusform:
Mull
- * Bodenklassifikation:
FAO: Haplic Phaeozem
DBG: Braunerde-Tschernosem (Löß)
Sonstige (ehem. DDR: Löß-Braunschwarzerde)

Beschreibung des Profiles

- Ap 0...25 cm dunkelgraubrauner humoser Schlufflehm: Krümel-
bis Bröckelgefüge: starke Feindurchwurzelung. lockere
Lagerung: deutliche Grenze
- Ah₁ ...35 cm dunkelbraungrauer humoser Schlufflehm:
fein- bis mittelpolyedrisches Gefüge: verdichtet;
kluftorientierte Durchwurzelung: undeutliche Grenze
- Ah₂ ...65 cm schwarzbrauner Schlufflehm: Mittel- bis
Grobpolyeder; bei leichtem Druck krümelig-bröckeliger
Zerfall; Regenwurmgänge; Krotowinen (mit kalkhaltigem Löß
gefüllt); diffuse Grenze, allmählicher verlappter
Übergang

1) langjähriges Mittel (1950...1980) Station Rohrbach

- AhBv ... 75 cm schwarzbrauner bis ockerbrauner Schlufflehm im Wechsel (Übergangshorizont); Gefüge wie im Ah; undeutliche Grenze; allmanlicher Übergang
- Bv ... 95 cm ockerbrauner Schlufflehm; kalkfrei; poriges Lößgefüge; saulige Absonderung; dichte Lagerung; Kalkpseudomycel; scharre Grenze durch einsetzenden CaCO_3 -Gehalt
- C ... > 120 cm gelbockerfarbiger kalkhaltiger Schlufflehm (Fluglöß); nach unten zunehmend Einmischung von Keupermaterial

Nutzungseigenschaften

- Löß-Schwarzerden verfügen aufgrund des porenreichen schlufflehmigen Substrates und der Gründigkeit und Struktur des Humushorizontes über ein hohes Fruchtbarkeitspotential. Größenverteilung und Formeigenschaften des Hohlraumsystems mit einer optimalen Kombination von Speicherporen und Leitbahnen sichern in einer breiten Witterungsspanne Sickerwasserabfluß, Gasaustausch, Feuchtespeicherung und tiefreichendes Entzugsvermögen. Der aus Wassergehaltsminima in Trockenjahren gewonnene, über die Fruchtarten gemittelte effektive Wurzelraum beträgt etwa 135 cm, der pflanzenverfügbare Bodenwasservorrat je nach fruchtartenspezifischer Durchwurzelungstiefe 150...225 mm.
- Die Horizontausprägung des vorgestellten Realprofils zeigt technogene Veränderungen des Gefügestandes. Das natürliche Krümelgefüge des Ah-Horizontes ist im Krumenbasisbereich zu einem polyedrischen Absonderungsgefüge umgewandelt.

Profilbeschreibung (Exp. 2)

- * Lage:
unmittelbar südwestlich Ortslage Butteltstedt
Blatt 4934 Butteltstedt r 11 20 44 536, h 51 56 598
- * Klima¹⁾:
Niederschlag 551 mm/Jahr; Temperatur 8.2 °C
- * Geologie:
anstehender Tonmergel des Unteren Keuper
- * Relief:
eben; Höhenlage 210 m ü. NN
- * Vegetation:
Ackernutzung, Fruchtart Mais
- * Humusform:
Mull
- * Bodenklassifikation:
FAO: Haplic Phaeozem
DEG: Pelosol-Tschernosem (Keuperschutt)
Sonstige (ehem. DDR): Ton-Schwarzerde

Beschreibung des Profiles

- Ap 0...30 cm dunkelbrauner humoser lehmiger Ton; Feinpolyeder- bis Feinbröckelgefüge; lockere Lagerung; Erntereste des Vorjahres; deutliche Grenze
- Ah ...55 cm schwarzbrauner lehmiger Ton bis Ton; Mittel- bis Grobpolyedergefüge; mäßig dichte Lagerung; Aggregate zerfallen in Feinpolyeder; kalkfrei; verlappte Grenze; an der Basis Steinanreicherung
- C ... > 90 cm graugrünlischer, z.T. rostfarbener und bräunlicher streifig-fleckiger Ton (Verwitterungsmaterial des Unteren Keuper); kalkhaltig; Mergelnester; Kohärentgefüge; wenige grobe Risse; wenige Wurmgänge mit humoser Auskleidung

1) langjähriges Mittel (1950...1080) Station Rohrbach

Nutzungseigenschaften

- Die technologischen und Versorgungseigenschaften der Ton-Schwarzerde werden durch den hohen Tongehalt, aber auch durch den Humusgehalt des Oberbodens maßgeblich bestimmt. Der Anteil an leicht pflanzennutzbarem Bodenwasser ist wegen des geringen Gehaltes an groben Mittelporen niedrig. Die Erhaltungsversorgung in Trockenphasen aus dem ausgeprägten Engporenreservoir heraus ist jedoch beachtlich und verhindert häufig das Eintreten sichtbarer Trockenschäden am Pflanzenbestand. Der mittlere effektive Wurzelraum liegt bei 80 cm. Der pflanzenverfügbare Bodenwasservorrat beträgt fruchtartenspezifisch 70...95 mm.
- Haupterschließungsbahnen des Unterbodens sind die Aggregatoberflächen und ein grobes temporäres Kluftsystem. Nach Trockenjahren ist die winterliche und frühjährliche Auffüllung des Bodenspeichers häufig unvollständig. Der C-Horizont weist meist Tonsteinstruktur auf.
- Hauptbearbeitungsproblem ist die ausgeprägte Disposition zur Haftvernaessung, die bei Nichteinhalten der engen Befahr- und Bearbeitbarkeitsspanne zur Knetung und damit zur Gefügedegradation führt.

Tab. 1: Bodenkennwerte der Leitbodenformen

Bodenform / Horizonte	Korngrößenverteilung									KA	CaCO ₃	C _t	pH	T	V ₂	
	Ton			Schluff			Sand									Grobboden Vol.-% BS geschätzt
	f	a	g	f	a	g	f	a	g							
Löß-Braunschwarzerde																
Ap	27	3	21	30	11	7	1	0	UL	0	1,5	6,2	27	91		
Ah1	26	4	21	29	10	8	2	0	UL	0	1,3	6,4	26	92		
AnZ	28	4	22	29	10	7	0	0	UL	0	1,3	6,7	24	92		
AnBv	29	5	20	32	7	6	1	0	UL	0	1,1	7,0	22	94		
C/D	32	7	17	24	7	11	2	0	uT	17	0,5	7,2	22	94		
Lehm-Schwarzerde																
Ap	33	11	10	22	12	8	4	0	IT	0	1,7	6,6	23	86		
Ah	34	14	9	19	12	9	3	0	IT	0	1,8	6,7	23	88		
C	25	16	12	15	18	8	6	3	L	29	0,2	7,2	17	93		
Ton-Schwarzerde																
Ap	51	6	16	15	8	3	1	0	T	0	1,8	6,8	25	90		
Ah	48	4	14	11	12	7	4	0	IT	2	1,7	6,8	26	92		
E	57	15	19	5	1	2	1	0	T	8	0,5	7,5	n.b.	n.b.		
Bergton-Rendzina																
Ap	55	9	9	17	5	4	1	5...10	T	21	1,4	7,0	24	94		
C	49	14	12	15	4	4	2	10...25	uT	33	1,2	7,5	21	96		
II	35	11	11	14	6	5	18	> 50	IT	n.b.	n.b.	7,8	n.b.	n.b.		
Legende:																
Ton	< 0,002 mm			KA Körnungsart nach T6L 24 300/05												
Schluff	f 0,002...0,006 mm			pH in n/10 KCl												
	a 0,006...0,02 mm			C _t Gesamtkohlenstoff in Masse-%												
	g 0,02...0,06 mm			T in eval / 100 g Substanz												
Sand	f 0,06...0,2 mm			V S in % von T												
	a 0,2...0,6 mm															
	g 0,6...2,0 mm															
Grobboden	> 2,0 mm															

Tab. 2: Zuordnung nach Reichsbodenschätzung

Standort- Regionaltyp	Klassenzeichen		Bodenzahl	
	Spanne	Durchschnitt ¹⁾	Spanne	Durchschnitt ¹⁾
Lö1a2	L1...3L6	L 2 L6	76...94	84
V1a1	L2...4V	L 3 V	60...78	69
V1a2	LT2...4V	LT 3 V	56...74	65
V3a2	LT4...6V/Vg	LT 5 V	32...56	44

¹⁾ Durchschnitt geschätzt; nicht statistisch ermittelt

Literatur

MEYNEN, E.; SCHMITHUSEN, J.: Handbuch der Naturräumlichen Gliederung Deutschlands. - Selbstverlag d. Bundesanstalt f. Landeskunde, Remagen 1959

RAU, D.: Untersuchungen zur Morphologie und Genese der Löß-Böden im Thüringer Becken. - In: Abhandlungen des Zentralen Geologischen Institutes Berlin (1965) H.4, S. 1-71

RAU, D.: Untersuchungen an rezenten und fossilen Lößböden in Thüringen. - In: Geologie 18(1969) H.6, S. 691-699

RAU, D.; SCHRAMM, H.: Bodengeologische Übersichtskarte des Bezirkes Erfurt i.M. 1:100 000 mit Legenden-Kartei. - Thür. Geol. Landesuntersuchung (Jena) 1972

WEBER, H.: Einführung in die Geologie Thüringens. - VEB Deutscher Verlag der Wissenschaften Berlin (1955)

SCHMIDT, R.; DIEMANN, R.: Erläuterungen zur MMK. - FZB Müncheberg d. AdL d. DDR, Eberswalde 1981

Arbeitskreis Bodensystematik: Systematik der Böden der Bundesrepublik Deutschland. - Mittg. Deutsche Bodenkdl. Gesellsch. 44(1985), S. 1-90

TGL 24 300: Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte (Berlin) 1985

MMK-Karte 1:100 000 Blatt Erfurt (Nr. 48)

**Grundlagen und Verfahren gefügeschonender Bearbeitung
Thüringer Ackerböden**

von

D. Werner ^{*)}, P. Steinert ^{*)}, K. John ^{*)}, J. Reich ^{*)},
W. Graul ^{*)}, R. Paul ^{*)}, Th. Kuhlmann ^{*)} und V. Mauersberger ^{*)}

unter Mitwirkung von

H. Kretschmar ^{**)}, A. Neupert ^{**)} und K. Bohne ^{**)}

^{*)} Thüringische Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft (im Aufbau)
Naumburger Straße 98 a
O - 6909 Jena 9

^{**)} Universität Rostock
Fachbereich Landeskultur und Umweltschutz
Justus-von-Liebig-Weg 6
O - 2500 Rostock 1

Exkursionspunkt 3

Einführung in das Forschungsvorhaben "Schutz des Bodens vor Schadverdichtungen und Regeneration geschädigter Bodengefüge"

Durch die hohe mechanische Bodenbelastung sind auf dem Territorium der neuen Bundesländer nachhaltige Gefügeschäden in Krume und Unterboden sowohl der Sand- als auch der gefügestabileren Löß- und Verwitterungsböden entstanden. Ihre negativen Auswirkungen auf Durchwurzelbarkeit, Durchlüftbarkeit, Wasseraufnahmevermögen und Entwässerbarkeit sowie auf die technologischen Eigenschaften des Ackerbodens sind durch zahlreiche Untersuchungen belegt.

Die flächenhafte mechanische Auflockerung verdichteter Bodengefüge einerseits hat sich vor allem bei fortdauernd hohem Bodendruck als ungeeignet erwiesen, weil durch die damit verbundene Lockerung der Aggregatkontakte die Disposition zur Wiederverdichtung drastisch zunimmt. Die Reduzierung der Tiefe und Intensität der Bodenbearbeitung andererseits bringt zwar einen Zuwachs an Gefügestabilität und eine Kosteneinsparung, setzt aber (häufig unzutreffend) das Ausbleiben neuer Verdichtungsimpulse und die "Selbstauflösung" vorhandener Gefügeschäden voraus.

Für eine tragfähige und in der Praxis umsetzbare Konzeption der gefügeschonenden Bodenbewirtschaftung sind die Faktoren

- Ausgangsgefüge, Substrateigenschaften
- Druckbelastungsniveau
- Bearbeitungsverfahren in Krume und Unterboden
- Witterungsablauf und
- Pflanzenbestand (Wurzelsystem)

in ihrem komplexen Zusammenwirken auf Richtung und zeitlichen Ablauf der Entwicklung des Bodengefüges zu untersuchen. Davon ausgehend wurde in einem Forschungsverbund mit der FAL Braunschweig-Völkenrode und dem Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg zum Thema "Belastung Bean-

spruchung und Verdichtung von Boden durch landwirtschaftliche Maschinen und deren Auswirkungen auf Bodengefüge, Bodenorganismen und Ertrag" 1990 arbeitsteilig ein Feldversuch angelegt, der ergänzend zu gleichartigen Versuchen auf Sand- und auf tonarmen LOBBoden einen humosen lehmigen Tonboden in das Vorhaben eingliedert. Dieser zeichnet sich durch

- o substratbedingt geringe Verdichtbarkeit, aber hohe Verknetungsgefährdung und
- o durch hohe Regulationsfähigkeit aus

und stellt damit einen eigenständigen Reaktionstyp der o.a. Faktoren dar.

Aufgabenstellung des Versuches

- Analyse der Auswirkungen technogener Druck- und Schlupfbelastung auf das Bodengefüge lehmig-toniger Ackerböden
- Einfluß natürlicher Faktoren, pflanzlicher Wurzelsysteme, mechanischer (partieller) Lockerung und der Zeit auf Regeneration und Stabilität schadverdichteter Bodengefüge sowie auf Bodenwasserhaushalt und Ertrag
- Erarbeitung von Richtwerten für die standortspezifische Bemessung ökologisch zulässiger Bodenbelastungen und Kennzeichnung der mechanischen Belastbarkeit von Ackerböden
- Weiterentwicklung und Standortanpassung konservierender Bearbeitungsverfahren auf der Grundlage einer gezielten Heterogenisierung des Krumenhorizontes und des krumennahen Unterbodens in stabilisierende Stützzonen und in schachtartige Brücken zonen (SOMMER, UNGER, WERNER 1991)
- Weiterentwicklung von Diagnoseverfahren des physikalischen Bodenzustandes auf der Basis der Röntgenanalyse.

Der Versuch wird durch folgende Prüffaktoren und Stufen charakterisiert:

Gefügestand des Bodens bei Versuchsbeginn

- o Schadverdichtung in Krume und Krumbasis
- o Schadverdichtung in Krume und Krumbasis, ganzflächig gelockert
- o Schadverdichtung in Krume und Krumbasis, partiell gelockert
- o ohne Schadverdichtung

Intensität der aktuellen Bodenbearbeitung und Bodenbelastung

- o tiefe (25...30 cm) lockernde und wendende Grundbodenbearbeitung: hohe (300 kPa; 35 kN) Bodenbelastung
- o flache (12...15 cm) Grundbodenbearbeitung: hohe (300 kPa; 35 kN) Bodenbelastung
- o flache (12...15 cm) Grundbodenbearbeitung: geringe (50/80 kPa; 15,5 kN) Bodenbelastung
- o flache (12...15 cm) Grundbodenbearbeitung: ohne Fahrwerksbelastung

Überrollhäufigkeit

- o Pflügen - Furchenraddruck
- o Saatbettbereitung
- o Aussaat und mechanische Pflege
- o Bestandsführung
- o Ernte, Erntetransport, Stoppelbearbeitung, Zwischenfruchtanbau
- o Düngung

Der Versuch wird als stationäres Meßfeld bewirtschaftet. Die Ausführung sämtlicher Arbeitsoperationen erfolgt ohne Befahren der Parzellen mit Hilfe spezieller Mechanisierungsmittel (3 m Spurweite). Die entsprechenden Belastungen werden ebenfalls von den Arbeitswegen aus kontrolliert in einer Spur aufgebracht. Die Variante ohne Vorverdichtung/ ohne aktuelle Belastung wird spurfrei bewirtschaftet und dient als interne Referenzbasis für die Gefügeveränderungen

während der Laufzeit des Versuches. Eine 2. Referenzbasis bildet der auf Sandboden angelegte gleichartige Versuch in Müncheberg.

Tab. 1: Bodenkennwerte der versuchsfäche (Auswahl)

Bodenform / Horizonte	Korngrößenverteilung									C _t	CaCO ₃	pH				
	Ton			Schluff			Sand						Grob- boden Masse-% 68	Σ	Σ	n/10 KCl
	f	m	g	f	m	g	f	m	g							
	Masse - % Feinboden															
Lehnton-Schwarzerde																
Ap1 0... 5 cm	31,4	6,6	21,2	27,8	10,8	1,8	0,5	0,8		1,4	0,5	6,8				
Ap2 ...20 cm	31,8	6,4	23,3	25,4	11,0	1,8	0,3	0,4		1,4	1,0	6,9				
...30 cm	32,0	6,5	22,5	27,0	9,8	1,9	0,4	0,9		1,5	1,0	6,9				
Ah ...45 cm	30,9	4,5	23,3	26,4	13,2	1,4	0,2	0,6		0,9	0,6	7,2				
C ...70 cm	22,0	5,8	24,0	30,1	15,5	1,9	0,6	3,8		0,3	9,5	7,4				
Lehm-Rendzina																
Ap1 0... 5 cm	34,5	3,9	24,9	23,6	9,2	2,8	1,0	2,7		1,6	1,0	7,0				
Ap2 ...20 cm	30,7	3,7	20,8	25,6	12,8	5,1	1,2	4,0		1,6	0,8	7,1				
...30 cm	31,2	1,2	23,3	27,5	11,2	4,0	1,6	3,8		1,5	0,9	7,3				
AhC ...40 cm	31,2	1,8	20,7	24,0	17,2	3,6	1,4	3,2		1,0	1,4	7,2				
C ...50 cm	28,2	4,0	18,8	16,6	20,0	9,7	2,6	7,5		0,3	12,3	7,3				
Kolluvium über Löss-Braunschwarzerde																
Ap1 0...16 cm	27,8	4,4	22,9	30,7	10,4	3,2	0,4	1,1		1,1	0,2	7,0				
Ap2 ...30 cm	26,0	6,6	21,8	30,7	11,4	3,1	0,4	0,2		1,1	0,2	6,8				
M ...36 cm	25,6	6,8	22,3	29,7	11,6	3,4	0,5	0,5		1,1	0,3	6,8				
...56 cm	22,9	8,2	22,7	31,4	11,7	2,7	0,3	0,1		0,9	0,5	6,9				
Ah ...80 cm	27,0	6,8	23,7	29,0	10,9	2,2	0,2	0,1		1,0	0,4	6,9				
Legende:																
Ton	< 0,002 mm									pH in n/10 KCl						
Schluff	f	0,002...0,006 mm		C _t Gesamtkohlenstoff in Masse-%												
	m	0,006...0,02 mm														
	g	0,02...0,06 mm														
Sand	f	0,06...0,2 mm														
	m	0,2...0,6 mm														
	g	0,6...2,0 mm														
Grobboden	> 2,0 mm															

Literatur

SOMMER, C.; UNGER, H.; WERNER, D.: Strategien zur Lösung des Problems der Gefügeschäden auf aggregierten Böden. - Arch. Acker- Pflanzenbau u. Bodenk. (im Druck)

Thesen zur Entwicklung des Bodengefüges der Versuchsvarianten

Als Resultat der kleinräumig differenzierten Belastungsvorgeschichte liegen auf der Versuchsoberfläche Ausgangszustände mit geringer bis extremer technogener Überprägung des Bodengefüges vor. Durch räumliche Anpassung der Versuchsvarianten an das Ergebnis der Bodenaufnahme und durch zusätzliche mehrmalige Furchenschieneüberrollung der Teilflächen mit dem Zustand "schadverdichtet" wurde der für das Versuchsergebnis entscheidende Faktor "Ausgangszustand des Bodengefüges" so vorbereitet, daß auswertbare Ergebnisse erwartet werden können. In Tab. 2 sind Kennwerte für je ein repräsentatives Profil "schadverdichtet" und "unverdichtet" zusammengestellt. Sie werden bestätigt durch morphologische und bildanalytische Befunde aus Röntgenaufnahmen.

Aus vorgelagerten Feldversuchen zu einzelnen Wirkungskomponenten der gezielten Heterogenisierung und Belastung des Bodengefüges abgeleitet, läßt der im 1. Versuchsjahr laufende Versuch mit einer kontrollierten Kombination der wesentlichen Einflußgrößen auf die Gefügeentwicklung folgende Effekte erwarten:

- Das ganzflächig gelockerte Gefüge in der Krumbasis wird bei hoher Druckbelastung und tiefer Krumbearbeitung rasch (witterungsabhängig) wiederverdichten und dabei den primären Verdichtungszustand unterschreiten.
- Die durch Anlage von Schächten realisierte partielle Lockerung der Krumbasis ist durch die Stützwirkung des Zwischenschachtbereiches stabiler, kann aber insbesondere bei tiefer Krumbearbeitung (Schmier- und Knetwirkung durch Werkzeuge und durch Radschlupf am oberen Schachteingang) und hoher Druckbelastung den Prozeß der Rückverdichtung nur verzögern.
- Reduzierung der Bearbeitungstiefe des Krumbereiches führt zu einer verlängerten Haltbarkeit von Lockerungsstrukturen im Unterboden. Abb. 1 liefert hierzu 4-jährige Meßergebnisse aus einem Vorversuch.

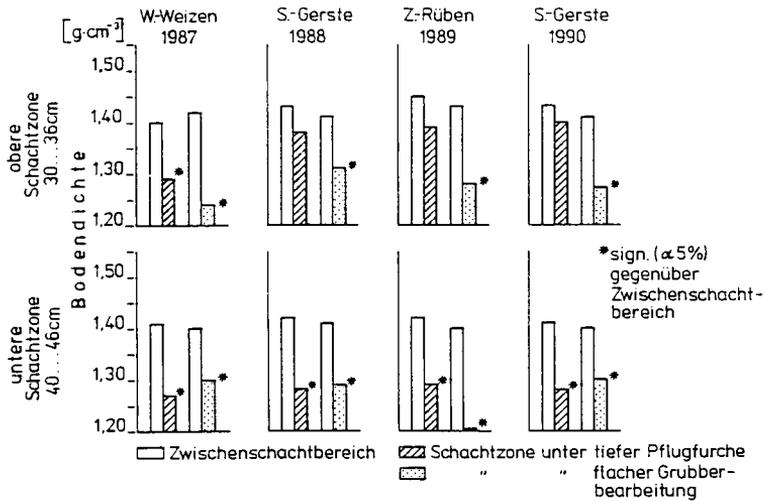


Abb. 1: Wirkung differenzierter Bearbeitungstiefe der Krume auf die Stabilität von gelockerten Schachtstrukturen im Unterboden
Löß-Braunschwarzerde Großobringen (mittlere Dichtewerte)

- Der bei reduzierter Bearbeitungstiefe nicht gelockerte untere Teil des verdichteten Ap-Horizontes wird bei hoher Druckbelastung kaum Anzeichen für Gefügeregeneration erkennen lassen.
- Die Position der aussichtsreichen "Regenerationsvariante" für die Bewirtschaftung schadverdichteter schwerer Böden nimmt im Gesamtkonzept die Kombination "partielle Lockerung der Verdichtungszone: reduzierte Bearbeitung und reduzierte Belastung" ein. Hier wird eine Annäherung der Gefügeentwicklung an die Referenzvariante "unverdichtet, unbelastet, reduziert bearbeitet" erwartet.
- Merkmale und zeitlicher Ablauf regenerativer Gefügeprozesse sind genauer zu untersuchen. Es wird angenommen, daß nicht alle Merkmale des natürlichen Gefüges reversibel sind.

Tab. 2: Gefügekenwerte der Ausgangszustände "unverdrichtet" und "schnaverdrichtet" im Feldversuch "mechanische Bodenbelastung"

Horizont	Tiefe	Morphologie	Entnahmetiefe	Dichte	Macroporen ¹⁾	Aggregatdichte ²⁾	gesättigte Wasserleitfähigkeit	horiz. vert. s. a ⁻¹
cm	cm		cm	g.cm ⁻³	%	g.cm ⁻³		
unverdrichtet								
Ap	0...4	feinbröckelig, locker	0...4		0,5x ³⁾	1,919 0,024		
	...16	mittelbröckelig, locker	8...14	1,23 0,05	21,8 2,4	1,880 0,037	3,14	4,16
	...30	grobröckelig, geschlossen	22...28	1,46 0,05	13,2 2,5	1,996 0,006	0,44	1,09
M	...40	fein-subpoly., geschlossen	30...36	1,49 0,03	10,0 1,3	1,868 0,023	0,42	0,87
Ah	...85	saugig, fein-subpoly., zerfallend. Bioporen	50...56	1,36 0,02	14,1 1,4	1,833 0,056	0,41	5,87
schnaverdrichtet								
Ap	0...5	feinbröckelig, locker				1,933 0,016		
	...30	mittel-grobpoly., geschl.	10...16 20...26	1,48 1,56 0,04 0,03	11,2 7,1 2,1 1,1	1,914 0,009 1,917 0,023	0,08 0,06	0,45 0,39
Ah	...45	fein-subpoly., z.T. mittelpoly., geschlossen	32...39	1,53 0,02	6,5 0,7	1,886 0,013	0,01	2,07
C	...70	kohärent; Bioporen	50...56	1,52 0,04	9,0 1,9	1,876 0,014	0,13	0,66

1) Wassergehaltsdifferenz Porenvolumen und Feldkapazität (0F 2,0)

2) 5...7 mm, lufttrocken

3) Konfidenzintervall

Reaktion des Pflanzenwurzelsystems auf die räumliche Heterogenität des Bodengefüges

Die Veränderungen in der Wurzelmorphologie werden auf dem Versuch an einem Beispiel demonstriert. Dabei werden auch die benutzten Routine-Untersuchungsmethoden vorgestellt.

Durch zwei technogene Einflüsse wird die natürliche Heterogenität des Gefügebauens im Versuch verstärkt: in vertikaler Richtung durch die bewirtschaftungsbedingte Bildung einer Verdichtungszone im Bereich Unterkrume/Krumenbasis und in horizontaler Richtung durch Schachtpflügen, d.h. partielle Lockerung der Dichtezone. Vorbehaltlich der konkreten Untersuchungsergebnisse 1991 und unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus langjährigen Feldversuchen mit gleicher Fragestellung auf substratverwandten Standorten (STEINERT 1989; STEINERT, UNGER 1989; Vortrag STEINERT im Tagungsbericht) werden folgende Ergebnisthesen diskutiert:

- Die Erschließbarkeit des Unterbodens beeinflusst die Durchwurzelungsintensität der Krume. Der wichtigste Einflußfaktor für die Versorgung des Sprosses ist auf Standorten mit technogener Verdichtungszone die Kontinuität der Wasser- und Nährstoffbereitstellung in der Krume.
- Es gibt einen fruchtartspezifischen Zusammenhang zwischen Vegetationsdauer und Erschließungsleistung in Profilen mit krumennaher Dichtezone.
- Partielle mechanische Krumenbasisbearbeitung beseitigt einen Großteil der gefügebegleitenden Behinderung der Erschließung des Unterbodens. Die Schächte des Schachtpflügens wirken als Wurzelleitbahnen.
- Die Regenerationsfähigkeit der Dichtezone erhöht sich, wenn diese eine horizontal heterogene Strukturabfolge aufweist (Schacht/Nichtschacht). Nachweislich äußert sie sich zunächst in einer schachtnah höheren Durchwurzelung im Vergleich zu durchgängigen Verdichtungszone und in einer ansteigenden vertikal-orientierten rhizogenen Bioporosität.

Feldmethoden der Wurzelbestimmung

Folgende modifizierte Methoden (STEINERT, PFLEGER 1991) werden erlautert und die Möglichkeiten der Primärdatenverarbeitung aufgezeigt.

- Monolithmethode nach EHLERS (1975)
- Profilwandmethode nach BOHM (1976)
- Bruchflächenmethode nach VETTER und SCHARAFAT (1964)

Literatur

- BOHM, W.: In situ estimation of root length at natural soil profiles. - J. Agric. Sci. - 87(1976). - 365-368
- EHLERS, W.: Einfluß von Wassergehalt, Struktur und Wurzel-dichte auf die Wasseraufnahme von Weizenpflanzen auf Löß-Parabraunerde. - Mitt. d. DBG. - 22(1975). - 141-156
- STEINERT, P.: Feldversuchsergebnisse zur Wirkung meliorativ angelegter vertikaler Lockerzonen als Wurzeleitbahnen auf Löß-Fahlerde (Albic Luvisol). - Arch. Acker- Pflanzenbau u. Bodenkd. - 33(1989)5. - 257-265
- STEINERT, P.; UNGER, H.: Bioporenbildung in Verdichtungszo-nen nach Anlage von Schächten. - Arch. Acker- Pflanzenbau u. Bodenkd. - 33(1989)9. - 507-515
- STEINERT, P.; PFLEGER, I.: Ausgewählte Methoden zur Wurzel-bestimmung unter Labor- und Feldbedingungen. - Thüringi-sche Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft (im Aufbau) Jena-Zwätzen. - (1991). - 68 S.
- VETTER, H.; SCHARAFAT, S.: Die Wurzelverbreitung der Land-wirtschaftlichen Kulturpflanzen im Unterboden. - Z. Acker- u. Pflanzenbau. - 120(1964). - 275-298

Auswirkung hoher Druckbelastung auf die Bodenwasserspannung

Der vorgestellte Tensiometermeßplatz im Versuch dient der laufenden automatischen Registrierung von Veränderungen der Bodenwasserspannung (JOHN 1987).

Untersuchungsvarianten 1991:

- unverdichteter Ausgangszustand, reduzierte Bearbeitungstiefe (12...15 cm), ohne jede Fahrwerksbelastung.:
- unverdichteter Ausgangszustand, praxisübliche Bodenbelastung von 35 kN/300 kPa, reduzierte Bearbeitungstiefe (12...15 cm) bei normaler Überrollhäufigkeit

Die beiden Varianten werden in vier Tieren mit je fünf Wiederholungen mit dem Ziel untersucht, die Auswirkungen der gegenwärtig in der Praxis noch üblichen mechanischen Bodenbelastung auf die hydrologische Leistungsfähigkeit eines vorher intakten Profils zu messen.

Arbeitshypothese

Durch die bewirtschaftungsbedingte Belastung des Bodens wird der Porenraum in seiner Geometrie und damit auch in seiner Funktionalität verändert. In Abhängigkeit von Witterung (BOONE 1988) und Kulturart (WERNER 1988) wird die Art der hydrologischen Beeinflussung im Meßbereich der Tensiometer erfaßt. Damit sollen die standortspezifischen Schadschwellen der Belastung "hydrologisch" untersetzt werden. Erwartet werden eine ertragswirksame Verringerung des pflanzennutzbaren Profilwasservorrates durch Verdichtung sowie Behinderungen des Tiefenwachstums der Wurzeln, die zu einer Einschränkung des effektiven Wurzelraumes führen (INNES u. THOMASSON 1983).

Darüberhinaus soll untersucht werden, wie sich im Verlaufe zunehmender Kompaktierung des zu Beginn unverdichteten Bodens der Feuchteentzug durch das Wurzelsystem ändert.

Aufbau des Meßplatzes

Der Tensiometermeßplatz besteht aus einem eisernen Schacht, der den Datenlogger mit 40 Kanälen einschließlich der erforderlichen Stromversorgung für den Dauerbetrieb enthält und den beiden über Kabel angeschlossenen Meßstellen mit je 20 Tensiometern. Das Meßprogramm wird in Abhängigkeit von der Intensität der ablaufenden hydrologischen Prozesse festgelegt. Die Meßintervalle betragen im Regelfall 1 h bei rasch ablaufenden Prozessen wie Sickerwasserbewegung nach Starkniederschlägen, intensive Wurzelaktivitäten usw., sonst 12 oder 24 h. In der Nähe der Meßgrenze bei 80...85 kPa (z.B. sommerlichen Trockenphasen) sind häufig noch größere Intervalle ausreichend.

Literatur

- JOHN, K. 1987: Tensiometermessungen zur Bestimmung der Bodenwasserdynamik unter Pflanzenbeständen im Feld.- Arch. Acker- und Pflanzenbau Bodenkd., 31(1987)1, S. 15-21.
- INNES, P.; THOMASSON, A. J.: Soil-water relationships and their effects on cereal yields.- In: The yield of cereals.- Proc. Intern. Sem.- Publ. Royal Agric. Soc. of England.- London 1983 S. 49-57.
- WERNER, D.: Einfluß des physikalischen Bodenzustandes auf den Wasserentzug landwirtschaftlicher Fruchtarten.- Arch. Acker- und Pflanzenbau Bodenkd., 32(1988)5, S. 303-310.
- BOONE, F. R.: Weather and other environmental factors influencing crop responses to tillage and traffic.- Soil u. Tillage Research, 11(1988), S. 283-324.

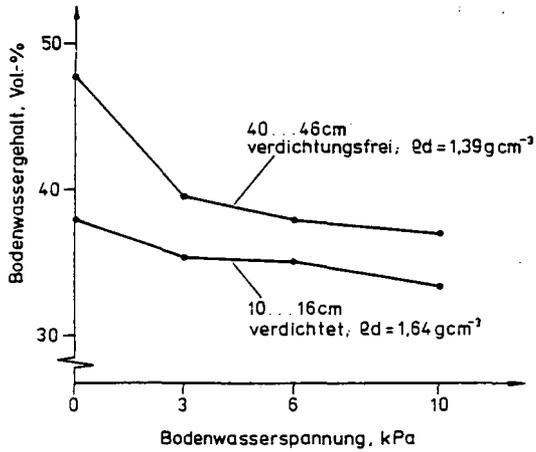


Abb. 2: Beziehung Wassergehalt - Saugspannung im Bereich 0...10 kPa verdichteter (10...16 cm Tiefe) und verdichtungsfreier Bereiche (40...46 cm Tiefe) des gleichen Profiles (Feldfutteranbau, Trockenroh-dichte 1,39 bzw. 1,64 g cm^{-3} ; k_f -Wert 0,001 bzw. 0,255 m d^{-1})

Exkursionspunkt 4

Geräte und Verfahren zur Erfassung des Verformungs-, Leitfähigkeits- und des Infiltrationsverhaltens von Böden

Druckbelastbarkeit

Im Rahmen der Bereitstellung von Informationsmaterial für das Land Thüringen wurde damit begonnen, die Druckbelastbarkeit Thüringer Ackerböden zu ermitteln und zu kartieren.

Zur Beurteilung der Druckbelastbarkeit wird die Vorbelastung als Festigkeitsparameter des Bodens verwendet. Belastungsdrücke im Vorbelastungsbereich des Bodens verformen ihn elastisch und verändern damit seine Dichte und die Gefügeeigenschaften nicht (HARTGE, HÖRN 1974).

Die Vorbelastung wird im Belastungsversuch nach KOOLEN und KUIPERS (1983) bestimmt.

Belastungstests wiesen den Einfluß von porungs- und gefügeb bestimmten Bodeneigenschaften auf die Bodenfestigkeit (Vorbelastung und Weiterverdichtbarkeit) nach (LEBERT 1989; PAUL, ROGASIK 1991). Es zeigte sich auch, daß sich diese Eigenschaften auf die Funktionsfähigkeit des Bodengefüges nach Belastung auswirken. Für die praktische Beurteilung der Befahrbarkeit ist diese Methode jedoch zu aufwendig. Sie wird daher nur auf repräsentativen Meßplätzen angewandt. Für die praktische Beurteilung wird der Einfluß von porungs- und textur- sowie gefügeb bestimmten Bodeneigenschaften (Tab. 1) auf die Bodenfestigkeit genutzt und die Vorbelastung nach einem multiplen Regressionsmodell von LEBERT (1989) berechnet. Die Erfassung dieser Parameter (soweit noch nicht kartiert) ist mit einfachen Geräten rationell möglich. Berechnungen aus dem vollständigen Parametersatz (Tab.3) der LÖß-Braunschwarzerde ergeben, die in Tab. 4 dargestellten Vorbelastungswerte.

Bearbeitungsschwerpunkte:

- Untersetzung des Modells mit ökologischen Kennwerten
- Spannungsverteilung in geschichteten Gefügen
- Einfluß dynamischer Belastungen

Tab. 3: Festigkeitsbestimmende Eigenschaften einer Löß-Braunschwarzerde (Wassergehalt entsprechend pF 2.5)

		Gefügeform	
		Krümel/Bröckel	Polyeder (mittel.fein)
* Bodentiefe	cm	0...30	30...40
* Dichte	gcm ⁻³	1.30	1.43
* org.Subst.	Masse-%	2.40	2.00
* Porenvolumen	Vol.-%	50.9	46.2
* Welkepunkt	Vol.-%	19.2	17.2
* nutzbares Feuchteäqui- valent	Vol.-%	16.2	11.4
* Aggregat- festigkeit	kPa	22	28
* Winkel d. inn. Reib.	φ	28	33
* kf	md ⁻¹	1.1	0.07

Winkel der inneren Reibung geschätzt nach LEBERT (1989)

Tab. 4: Vorbelastung (kPa) einer Löß-Braunschwarzerde

Belastbarkeit bei pF	1.8	2.5
Horizont		
Ap 0 ...30 cm	75	120
Ah 30...40 cm	110	160
AhBv 40...70 cm	90	145

Literatur

- HARTGE,K.H.; HORN,R.: Untersuchungen zur Gültigkeit des HOOKE'schen Gesetzes bei der Setzung von Böden bei wiederholter Belastung. Z.Acker-u. Pflanzenbau 153. 200-207 (1984)
- KOOLEN,A.J.; KUIPERS,H.: Agricultural Soil Mechanics. Springer Berlin, Heidelberg, New York 1983
- LEBERT,M.: Beurteilung und Vorhersage der mechanischen Belastbarkeit von Ackerböden. Bayreuther Bodenkundliche Berichte, Bayreuth 1989
- PAUL,R.; ROGASIK,H.: Möglichkeiten und Grenzen der Strukturbeurteilung bindiger Böden mittels Kompressionsgerät. Archiv Acker- und Pflanzenbau u. Bodenkunde. Berlin 35(1991)1, 3-10

Mobiles Zylinderdruckgerät

Meßtechnische Problemstellung: Schnelle Ermittlung des Saugspannungs-Verformungs-Verhaltens mineralischer Substrate im Felde

Gerätebeschreibung: Das Gerät besteht aus einer Trägergruppe mit elektromotorisch angetriebenem Druckstempel, Druckmeßdose und Wegaufnehmer; einem elektronischen Steuer-, Meß- und Anzeigenteil; einer netzunabhängigen Spannungsquelle (Ni-Cd-Akku 12 V).

Meßvorgang, Datengewinnung und -interpretation: Prüfung der Druckfestigkeit an freistehenden Bodensäulen ($h = 7.5$, $d = 3.6$ cm)

Meßdaten/-beobachtungen: Bruchdehnung ϵ_{1B}
Bruchfestigkeit σ_{1B}
Bruchwinkel φ_Z
Verformungsbild

abgeleitete Daten: Kohäsion $c = \sigma_{1B}/2 \tan(90^\circ - \varphi_Z)$
Reibungswinkel $\theta = 2(\varphi_Z - 45^\circ)$
Anfangstangentenmodul $E_0 = \Delta\sigma/\Delta\epsilon$

Dateninterpretation: Eingangsgrößen für mechanische Belastbarkeit. Abgrenzung technologischer Verhaltensbereiche

Probleme, Meßfehler: Subjektiver Einfluß bei φ_Z -Ermittlung

Meßergebnis: Abb. 3

Demonstration: Meßvorgang mit Erläuterungen

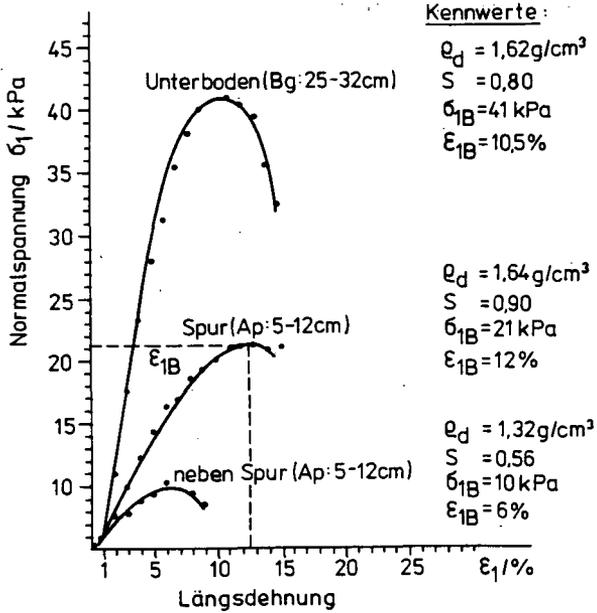


Abb. 3: Zylinderdruckkennwerte eines sandig-lehmigen Moranestandortes in Abhängigkeit von Trockenrohdichte ρ_d und Sättigungsgrad S

Methode zur Erfassung des Infiltrationsverhaltens von Böden

Bei der Diagnose des Bodenstrukturzustandes von Ackerböden ist die Bestimmung der Permeabilität (k_f -Wert) aufeinanderfolgender Strukturzonen anhand von Stechzylindern im Labor mit hohem Aufwand verbunden. In vielen Fällen ist eine Verminderung dieses Aufwandes durch horizontweise Infiltrationsmessungen im Feld möglich.

Das in Jena dafür entwickelte Meßgerät besteht aus zwei Grundelementen: dem Infiltrometer und einer Einheit zur automatischen Meßwerterfassung. Der gesamte Infiltrationsprozeß erfolgt bei konstanter hydrostatischer Druckhöhe nach dem Prinzip der Mariotte'schen Flasche und wird automatisch erfaßt und aufgezeichnet.

Resultat des Meßvorganges sind Infiltrationskurven. Um den diagnostischen Meßwert zu erhalten, die finale Infiltrationsrate, muß der Meßvorgang von ausreichender Zeitdauer sein.

In Abb. 4 ist das Infiltrationsverhalten einer Löß-Braunschwarzerde in zwei Meßtiefen dargestellt. Aufgrund unterschiedlicher Porosität sind deutliche Unterschiede im Infiltrationsverhalten erkennbar.

Infiltrationsmessungen werden vorrangig zur Stützung von visuellen Strukturmerkmalen an Kleinschürfen oder Bohrlöchern vorgenommen. Zur Beurteilung der vertikalen Durchlässigkeit von Bodenprofilen hat sich das Verhältnis der geometrischen Mittelwerte der finalen Infiltrationsraten der hangenden zu denen der liegenden Strukturzone bewährt. Für "durchlässig über dicht" ist dieser Quotient > 10 , für "dicht über durchlässig" > 0.1 .

Literatur

KLEINSTAUBER, G.; HAUPT, J.; WUNDERWALD, G.: Verfahren und Vorrichtung zur automatischen In-situ-Bestimmung der Infiltrationskennlinie. - WP G01N 15/08, Anmeldung 1990

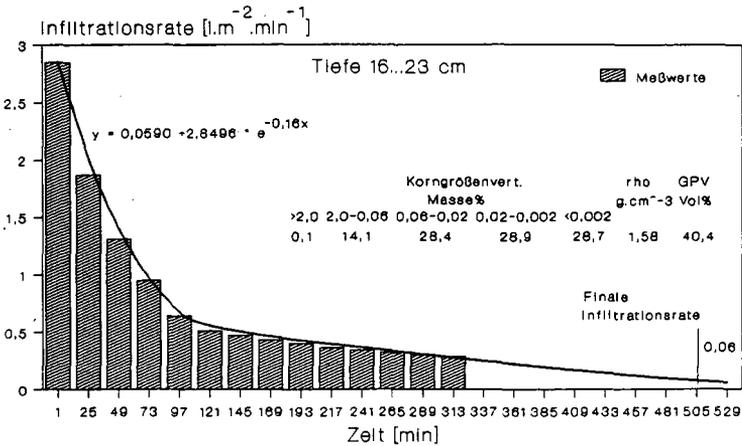
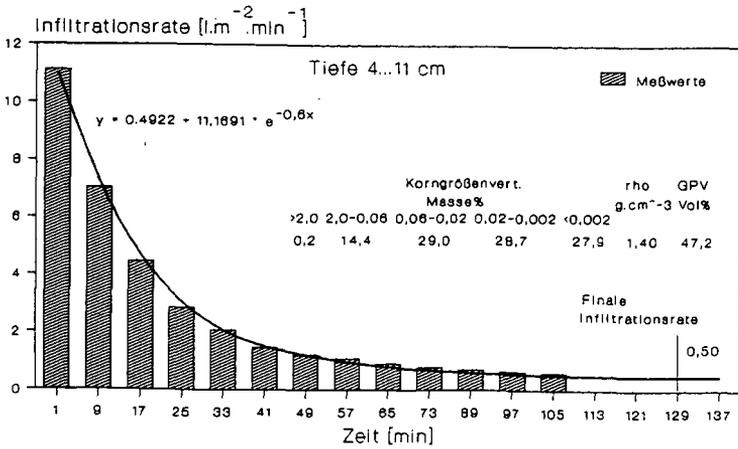


Abb. 4 : Infiltrationsverhalten und ausgewählte Kennwerte einer LÖB-Braunschwarzerde. Versuchsanlage Großobringen, 1989

Kennwertermittlung mit dem Bohrloch-Permeameter "GUELPH"

Meßtechnische Problemstellung: Messung der hydraulischen Leitfähigkeit bei "Feldsättigung"; Messung der ungesättigten Leitfähigkeit, des Matrixfluxpotentials und der Sorptivität im Felde bei der angetroffenen Anfangsfeuchte des Bodens

Gerätebeschreibung: Vorrichtung zur Erzeugung eines konstanten Wasserstandes in einem Bohrloch nach dem Prinzip der Mariotte'schen Flasche mit Skala für die infiltrierte Wassermenge

Meßvorgang, Datengewinnung und -interpretation:

1. Erzeugung eines konstanten Wasserspiegels in einem Bohrloch
2. Messung der Infiltrationsmenge $I(t)$
3. Berechnung der Infiltrationsrate $i(t) = dI/dt$ und Abbruch der Messung bei stationärer Infiltration
4. Auswertung nach der Theorie von ELRICK und REYNOLDS (Rechenprogramm).

die Schritte 2. und 3. sind für mindestens 2 Druckhöhen auszuführen

Meßfehler: Starker Einfluß der Bodenheterogenität. Fehler durch Makroporenströmung

Tab. 5: Meßergebnis: Einfluß einer Verdichtung auf GUELPH-Kennwerte¹⁾

Variante	Messung Nr.	K_s cm/d	PHI cm ² /d	Sorptivität cm
Vor der Verdichtung. 15 cm Tiefe	1	5.9	15.4	2.57
	2	0.4	4.11	1.20
	3	2.8	4.22	1.22
Nach der Verdichtung	4	0.23	1.58	0.58
	5	0.43	0.53	0.34

1) Grundmoräne-Standort Bargeshagen bei Rostock, schwach homogener lehmiger Sand
Demonstration: GUELPH-Permeameter in Aktion

Exkursionspunkt 5

Gefügeentwicklung einer keuperbeeinflussten Löß-Schwarzerde nach Pflug- und nach Grubberbearbeitung sowie Ertragsergebnisse

Die Reproduktion eines funktionsfähigen Bodengefüges der Ackerkrume durch jährliches vollständiges Lockern und Mischen hat infolge der damit verbundenen drastischen Verminderung der Aggregatkontakte erhebliche Stabilitätsnachteile. Es entstehen Trümmergefüge, in denen zwar grober Zwischenaggregatporenraum mechanisch neu gebildet wird, Verdichtungswirkungen sich aber im Bodenaggregat akkumulieren. Die damit verbundene schleichende Gefügedegradation ist umso stärker, je höher die Druckbelastung des feuchten Bodens durch Mechanisierungsmittel ist. Daraus ergibt sich die Frage, ob durch flachere und nur lockernde Grubberbearbeitung im Vergleich zum tiefen Pflügen eine günstige Gefügeentwicklung eingeleitet werden kann, oder ob im nicht bearbeiteten Teil der Ackerkrume ebenfalls Schadefekte auftreten.

Auf einem Boden mit hoher natürlicher Gefügestabilität und Regulationsfähigkeit (Tab. 6) wird seit 1988 in einem Feldexperiment unter Praxisbedingungen die Entwicklung des Bodengefüges unter Grubberbearbeitung vergleichend untersucht.

Gemessen werden die Lagerungsdichte ρ_d in 24-facher, die gesättigte Wasserleitfähigkeit in horizontaler und vertikaler Richtung in 12-facher Wiederholung je Meßtiefe und Bearbeitungsvariante sowie die Aggregatdichte und die Bioporenhäufigkeit (2000...5000 μm). An Röntgenaufnahmen des Bodengefüges werden zur Stützung der Interpretation der physikalischen Datensätze morphologisch-morphometrische Untersuchungen durchgeführt.

Ergebnisse (Tab. 7 und Abb. 6)

- Insgesamt sind die Gefügeveränderungen im Untersuchungszeitraum noch gering. Die unbearbeitete untere Ackerkrume

der Grubbervariante (23...30 cm) zeigt im Vergleich zur Pflugvariante stabilere vertikale Leitfähigkeiten und eine geringere Quellungsamplitude der geprüften Aggregatfraktion (5...7 mm).

- Knet- und Schmierwirkung der Werkzeuge durch zu "feuchte" Bearbeitung 1990 (Pflanzung Kartoffeln) hat auf beiden Varianten im unteren Teil des bearbeiteten Bodenraumes (Pflug 23...30 cm; Grubber 13...20 cm) die gesättigte Leitfähigkeit reduziert und die Quellung der Aggregate verstärkt.
- Eine gesicherte Bioporeneubildung im unbearbeiteten unteren Teil des Ap-Horizontes der Grubbervariante ist nicht nachweisbar. (Ergebnis von einem benachbarten Bearbeitungsversuch)
- Die mittleren Schichtdichten sind für den Nachweis von Gefügebildungsvorgängen ungeeignet.

Tab. 6: Kennwerte des Versuchsbodens am Meßplatz

Horizonte	Entnahmetiefen	Korngrößenverteilung						KA	C _t	
		Ton		Schluff		Sand				Grobboden
		f	m	f	m	f	m			
		Masse - % Feinboden						Masse-% SB		
Ap1	10...16 cm	24,9	7,8	25,7	35,5	5,3	0,6	0,2	UL	1,7
Ap2	19...25 cm	24,8	7,4	26,4	33,4	6,3	1,3	0,4	UL	1,6
II Ah	30...36 cm	34,1	3,2	25,6	25,8	10,1	1,1	0,1	uF	1,4
	46...54 cm	33,1	3,0	25,4	30,1	7,0	1,4	0,1	uF	1,2
AhBv	72...78 cm	30,4	2,3	22,9	29,5	13,6	0,8	0,4	uF	0,6
Ton		0,002 mm						KA Kornungsart nach TSL 24 300/65		
Schluff		f 0,002...0,006 mm						C _t Gesamtkohlenstoff in Masse-%		
		m 0,006...0,02 mm								
		g 0,02...0,06 mm								
Sand		f 0,06...0,2 mm								
		m 0,2...0,6 mm								
		g 0,6...2,0 mm								
Grobboden		2,0 mm								

Tab. 7: Physikalische Kenngrößen der Gefügestruktur

var.	Horizont	Entnahmetiefe [cm]	Lagerungsdichte (g.cm ⁻³)		ges. Wasserleitf. (m.d ⁻¹)		Lagerungsdichte (g.cm ⁻³)		ges. Wasserleitf. (m.d ⁻¹)			
			Schicht	Aggregat	vertikal	horizontal	Schicht	Aggregat	vertikal	horizontal		
			1989 FELDEGRAS				1990 KARTOFFELN					
PFUG	Ap	4...11	1,38	1,848	1,595	0,59	0,45	1,33	1,879	1,618	0,15 [§]	0,21
		q ₁	0,05	0,009	0,007			0,04	0,019	0,010		
		13...20	1,33	1,854	1,611	0,54	0,60	1,38	1,839	1,593	0,08 [§]	0,25
			0,05	0,028	0,026			0,04	0,015	0,008		
		23...30	1,41	1,869	1,666	0,39	0,37	1,42	1,862	1,589	0,04 [§]	0,02 [§]
			0,05	0,024	0,008			0,02	0,012	0,010		
II	Ah	30...37	1,40	1,805	1,567	0,21	0,31	1,36	1,783	1,558	0,28	0,08 [§]
			0,01	0,002	0,006			0,02	0,018	0,006		
GRUBBER	Ap	4...11	1,30	1,852	1,577	0,81	0,67	1,30	1,817	1,567	0,26 [§]	0,40
			0,03	0,023	0,019			0,04	0,025	0,013		
		13...20	1,52	1,871	1,568	0,29	0,07	1,43	1,866	1,593	0,08	0,06
			0,03	0,015	0,018			0,03	0,024	0,014		
		23...30	1,48	1,858	1,589	0,23	0,12	1,45	1,846	1,612	0,41	0,13
			0,04	0,012	0,013			0,03	0,007	0,007		
II	Ah	30...37	1,42	1,777	1,552	0,20	0,14	1,37	1,781	1,563	0,68	0,09
			0,03	0,025	0,021			0,02	0,011	0,010		

1) Konfidenzintervall 5 % § sign. gegenüber 1989 reduziert

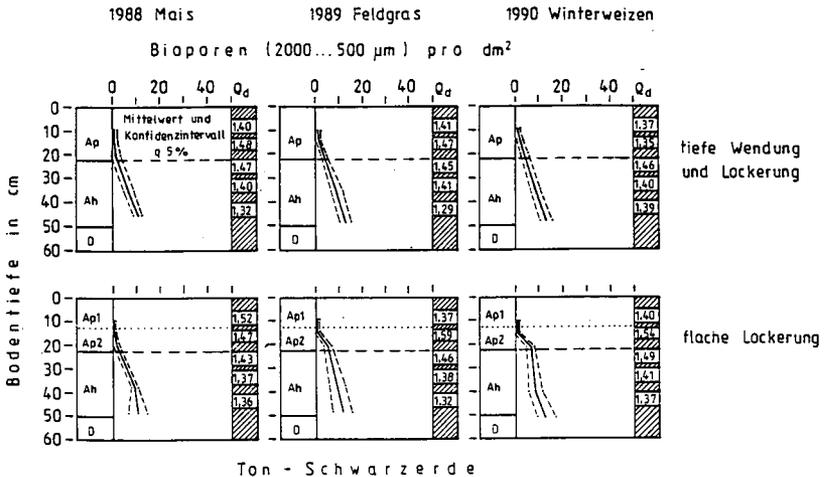


Abb. 5: Bioporenhäufigkeit in einem Bearbeitungsversuch auf Ton-Schwarzerde

Ertragsergebnisse des Bearbeitungsvergleiches

Feldgras. zu Versuchsbeginn im Herbst 1988 angesät. reagiert besonders in der Frühjahrsentwicklung auf das aus der Bearbeitung resultierende Bodengefüge. Auf der Variante Grubbern mit "zu dichter" Mittelkrume (Tab. 7) setzt das Wachstum verzögert ein. Die vegetative Entwicklung ist deutlich schwächer als nach Pflügen. Ursachen sind langsamere Abtrocknung und spätere N-Mobilisierung. Der Ertrag des 1. Schnittes liegt signifikant niedriger (Tab. 8). Im 2. Aufwuchs verfügt die Grubbervariante über mehr pflanzenverfügbares Restwasser und realisiert nun einen signifikanten Mehrertrag.

Tab. 8: Erträge Versuch reduzierte Bodenbearbeitung
Varianten: Grundbodenbearbeitung mit Pflug B 201
Grundbodenbearbeitung mit Grubber B 365A

Jahr	Fruchtart	Variante Pflug $\bar{x}^{1)}$	Erträge (dt.ha ⁻¹)		Variante Grubber $\bar{x}^{1)}$	
			MW-Diff.	GD		
1989	Feldgras	1. Schnitt	296.2	18.1	17.4 ^{***}	278.1
		2. Schnitt	228.2	88.8	59.6 ^{***}	317.0
		3. Schnitt	273.3	18.7	36.8	254.6
		4. Schnitt	84.3	0.9	11.3	85.2
		Gesamtertrag	881.9			934.9
1990	Kartoffeln		306.4	6.3	30.9	300.1

¹⁾ Durchschnittswerte aus 10 Wiederholungen

*** signifikant bei = 1 %

** signifikant bei = 5 %

- nicht signifikant

Im 3. und 4. Aufwuchs sind die Variantenunterschiede gering. Der Ertragsabbruch im 4. Schnitt (vollständige Erschöpfung des Bodenwasservorrates) konnte auch durch Zusatzwasser nicht abgefangen werden.

1990 wurden auf den gleichen Bearbeitungsvarianten Kartoffeln mit Herbstdammerförmung angebaut. Die Pflanzung erfolgte Anfang April bei abgetrockneter Oberfläche, aber

hohem Bodenwassergehalt im mittleren und unteren Teil des Ap-Horizontes. Hierbei traten im bearbeiteten Bodenraum Kneteffekte ein, die sich in den Gefügekenwerten (Tab. 7) beider Varianten widerspiegeln. Unterschiede im Gesamtertrag ergaben sich nicht, nicht zuletzt wegen des erneut extremen klimatischen Wasserdefizits.

Insgesamt zeigt sich, daß die extensive Grubber-Bearbeitung im Gesamtertrag bisher nicht schlechter abschneidet. Die Gefügeentwicklung scheint auf der Grubbervariante vor allem im nicht bearbeiteten Teil des Ap-Horizontes günstiger, muß aber weiter untersucht werden.

Diese Tendenz bestätigt sich in einem weiteren Produktionsexperiment, in dem seit 1986 auf fünf Feldern mit fester Fruchtfolge der Anteil an flacher, nur lockernder Bearbeitung ständig erhöht worden ist. Dabei wurde der Pflug zur Stoppelbearbeitung vollständig und zur Grundbodenbearbeitung bei drei der fünf Fruchtarten durch den Schwergrubber ersetzt (Tab. 9).

Tab. 9: Fruchtfolgeablauf und Fruchtarten mit pflugloser Grundbodenbearbeitung im Produktionsexperiment Großbrögen

Schlag-Nr.	ha	Fruchtarten und Bearbeitung				
		1987	1988	1989	1990	1991
611	32	Zuckerrüben	<u>Sommergerste</u>	Feldgras	Kartoffeln	<u>Winterweizen</u>
610	34	<u>Sommergerste</u>	Feldgras	Kartoffeln	<u>Winterweizen</u>	Zuckerrüben
703	38	Feldgras	Kartoffeln	<u>Winterweizen</u>	Zuckerrüben	<u>Sommergerste</u>
704	46	Kartoffeln	<u>Winterweizen</u>	Zuckerrüben	<u>Sommergerste</u>	<u>Feldgras</u>
705	31	<u>Winterweizen</u> ¹⁾	Zuckerrüben	<u>Sommergerste</u>	Feldgras	Kartoffeln

¹⁾ Fruchtart nach pflugloser Grundbodenbearbeitung mit dem Schwergrubber B 365 A

Die Vorteile der Grubberbearbeitung - feinaggregierte, mit Pflanzenresten durchsetzte obere Bearbeitungszone über einem festgefügtten aber wegsamen "Unterbau", also ein stabileres und gleichzeitig funktionsfähigeres Krumengefüge - führen zu einem stabilen und hohen Ertragsniveau (Tab. 10), wenn durch gekonnte Bodenführung Bearbeitungsfehler vermieden werden.

Tab. 10: Erträge im Produktionsexperiment Großobringen
(dt.ha⁻¹)

Jahr	Zucker- rüben	Sommer- gerste	Feld- gras	Kartoffeln	Winter- weizen
1987	452	66.6	743	437	77.4
1988	193	65.9	822	384	80.7
1989	291	67.5	1064	460	75.2
1990	409	63.6	1031	256	76.4
\bar{x} 87...90	336	65.9	915	385	77.4

Literatur

- WERNER, D.: GRAUL, W.: Einfluß reduzierter Bodenbearbeitung auf den Strukturzustand eines Produktionsschlages mit Lößböden. - In: Vorträge zur wiss. Tagung des. FZB Müncheberg vom 26. bis 29.6.89 in Müncheberg. S. 189-198
- GRAUL, W.: Konzeption und erste Ergebnisse von Maßnahmen reduzierter Bodenbearbeitung auf lehmigen Böden. - In: Sbornik přednášek - 2. mezinárodního semináře. Praha. 12.-15. Juni 1988. S. 123-129
- MAUERSBERGER, V.: GRAUL, W.: BUTZERT, R.: Reduzierte Bodenbearbeitung zu Sommergerste nach Zuckerrüben. - In: Feldwirtschaft 30(1989)8. S. 357-359

Werkzeuge und Werkzeugeffekte zur Umsetzung des Konzeptes der Regeneration verdichteter Bodengefüge

Die mechanische Auflockerung schadverdichteter Ackerböden mit herkömmlichen Lockerungsverfahren ist trotz beträchtlichen Aufwandes nur begrenzt wirksam. Ausgehend von der Tatsache, daß schmale Bodenschlitze eine hohe Stabilität aufweisen (HARTGE und SOMMER, 1980), gelten als Alternativlösungen zur nachhaltigen Beseitigung von Krumenbasis- und Unterkrumenverdichtungen bei gleichzeitiger Erhaltung ihrer Tragfähigkeit das "Brückenkonzept" und das danach vorgelegte Konzept der gezielten horizontalen und vertikalen Heterogenisierung von Bodenhorizonten. Die Umsetzung solcher partieller Bodenbearbeitungsmaßnahmen (Abb. 6), die Stabilitätsgewinn und Aufwandssenkung bei hoher Regulationsfähigkeit gewährleisten, erfordern die Entwicklung und Bereitstellung neuartiger Verfahrens- und Mechanisierungselemente:

Verfahren	Spatenpflügen	Lockerung	Schachtpflügen	Schachtlöckerung	Schachtgrubbern
Profil 					
Arbeitselement	Rotor Spaten	Lockerungs- werkzeug	Schacht- baugruppe	Schacht- werkzeug	Grubber-Schacht- Werkzeug
Arbeitsprinzip					
Entwicklungsstand	Serie	Serie	Serienaufnahme	Versuchsmuster	Konzept

 - konventionelle Bearbeitung
  - horizontale u. vertikale Heterogenisierung
 KBV - Krumenbasisverdichtung UKV - Unterkrumenverdichtung

Abb. 6: Verfahrensüberblick und Arbeitselemente

Musterprofil	Prüfvarianten				
Bezugsschacht					
Prüffaktoren	1	2	3	4	5
F_x (kW)	2,25	2,00	2,05	1,80	1,67
F_y (kN)	-0,52	-0,37	-0,24	0,11	-0,30
H (cm)	5,30	8,36	4,72	9,48	9,69
A (dm ²)	3,95	3,44	4,00	2,77	2,57
s_q (cm ²)	1886	1375	2172	966	889

Abb. 7: Bodenwiderstandskraft und Aufbruchwirkung ausgewählter Werkzeuge (Laboreergebnisse für Krumbasisbereich)
PITTELKOW und REICH. 1988; STREITENBERGER. 1990.

Bodenparameter: Körnungsart: schluffiger Sand
Bodenfeuchte: 13...14 WM %
Trockenrohdichte: 1,69 g·cm⁻³

Betriebsparameter: Arbeitstiefe: 20 cm
Arbeitsgeschwindigkeit: 0,833 m·s⁻¹

Werkzeugparameter: Scharanstellwinkel: 30°
Schwertanstellwinkel: 33°
Scharlänge: 150 mm
Scharbreite: 60 mm

- Das herkömmliche Lockerungswerkzeug 1 (Abb. 7) weist bei vertretbaren Bodenwiderstandskräften für partielle Lockerungsmaßnahmen eine zu großflächige Aufbruchwirkung auf.
- Die modifizierten Einzelwerkzeuge 2 und 5 realisieren bei günstigerem Zugkraftbedarf (F_x) und ausreichender Einzugskraft (F_y) den besten Profilquerschnitt.
- Zur Erzielung partieller Lockerzonen in Krumbasis

(Schachtpflügen, Schachtlockerung) und Unterkrume (Schachtgrübern) sind Werkzeugkombinationen oder mehrteilige Werkzeuge zu fordern. Werkzeuguntersuchungen zum Schachtpflügen sind abgeschlossen und wurden zur Schachtlockerung bzw. zum -grübern aufgenommen.

Unterbodenbearbeitung		Grundbodenbearbeitung	Stoppelbearbeitung Saatbettbereitung / Aussaat
Schachtlockerer	Schachtpflug Pflug / Schachtwerkzeug	Schachtgrubber ¹⁾ / Zapfwellenege ²⁾ / Drillmaschine	
		Schachtgrubber	
1) Kombination 1/2/3; 1u.2/3; 1/2 u.3 2) Kreisel-, Rotor-, Rüttel-, Taumelege			

Abb. 8: Maschinentechnische Konzeption

Partielle Lockerungsmaßnahmen vor allem zur Unterboden- und Grundbodenbearbeitung (Abb. 8) gewährleisten

- die Umsetzung einer gezielten vertikalen und horizontalen Heterogenisierung des Krumen- und Krumenbasisbereiches und sind
- Voraussetzung und/oder zweckmäßige Ergänzung für eine breitere Einführung des Systems der reduzierten Bodenbearbeitung besonders in den neuen Bundesländern.

Literatur

- HARTGE, K.H.; SOMMER, C.: The effect of geometric patterns of soil structure on compressibility. - Soil science. - Baltimore 130 (1980) 4. - S. 180-185
- PITTELKOW, U.; REICH, J.: Verfahren zur Gefügemelioration schwerer Böden, Auswirkungen auf das Regulationsvermögen und die Erträge sowie die Entwicklung von Mechanisierungsmitteln und Arbeitsverfahren für verdichtete Unterböden. - Berlin: Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, FZB Münchenberg, Bereich Jena, Diss. B. 1988
- STREITENBERGER, H.: Untersuchungen zur Gestaltung eines Lockerungswerkzeuges für die partielle Bearbeitung von verdichtetem krumennahen Unterboden. - Berlin: Ingenieurhochschule Berlin-Wartenberg, Diss. A. 1990



**Aufgabenstellung, Ausrüstung und Meßergebnisse der
Lysimeteranlage Großobringen**

von

D. Roth ^{*)}, R. Günther ^{*)}

^{*)} Thüringische Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft (im Aufbau)
Naumburger Straße 98 a
O - 6909 Jena 9

Exkursionspunkt 6

Wasserhaushaltsmeßstation Großbringen

Die Wasserhaushaltsmeßstation der Thüringischen Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft wurde 1982 in Betrieb genommen. Sie ermöglicht die exakte Bestimmung des Wasserverbrauches von Pflanzenbeständen am natürlichen Standort (Löla) sowie die Messung aller wichtigen verdunstungsbestimmenden meteorologischen Größen. Die Meßwerterfassung ist weitgehend automatisiert und rechnergestützt.

Hauptbestandteile des Meßwerterfassungssystems sind:

- die monolithisch befüllten Lysimeter mit der zugehörigen Wägetechnik und Vakuum-Absauganlage
- die meteorologischen Meßeinrichtungen sowie
- das für die Prozeßsteuerung, Datenerfassung und -verarbeitung eingesetzte Mikrorechnersystem.

Die Lysimeter repräsentieren nahezu die natürlichen Standortbedingungen. Die in der Literatur wiederholt dargestellten Fehlerquellen von Lysimetern (Oaseneffekt, Behinderung des Wurzelwachstums, Randeffekte, keine repräsentative Pflanzenzahl, ungenaue Massebestimmung u.a.) konnten weitgehend vermieden werden. Wesentliche technische Parameter der Lysimeteranlage sind:

- Errichtung inmitten eines landwirtschaftlich genutzten Schlags und Einhaltung ausreichender Abstände zwischen Schlagrand und Lysimeter bzw. beregnetem und unberegnetem Lysimeter von 200...300 m (Abb. 1)
- 1 m mächtige Erdüberdeckung der Lysimeterkeller (Schaffung von Wachstumsvoraussetzungen für einen normalen Pflanzenbestand in unmittelbarer Lysimeternähe (Abb. 2))
- 2 m² große Anbaufläche in zweifacher Wiederholung (Gewährleistung einer vertretbaren Mindestpflanzenzahl)
- 2,5 m Tiefe (keine Behinderung des Wurzelwachstums und der Durchwurzelungstiefe für die meisten Kulturpflanzen)
- Befüllung mit natürlich gelagertem Boden nach dem Stechzylinderprinzip (Wahrung natürlicher Standortbedingungen)
- Gewährleistung eines guten Kontaktes zwischen Boden und

Lysimeterinnenwand (Vermeidung von Randabfluß).

- Installation einer Vakuum-Absaugvorrichtung (Vermeidung von Stauwasserbildung am Lysimetergrund. Einstellen natürlicher Feuchtebedingungen)
- Wägegenauigkeit = 200 g (entspricht 0.1 mm Wassergehaltsänderung)
- Ausschalten des Windeinflusses auf das Wägeregebnis durch elektronische Kontrolleinrichtung (Erhöhung der Meßgenauigkeit)
- Automatisierung des Wägeprozesses (kontinuierliche Wägung möglich)

Eine zusätzlich installierte Kleinlysimeteranlage mit 48 Lysimetern erlaubt eine gleichzeitige Prüfung unterschiedlicher Wasserversorgungsregime in ihrer Wirkung auf den Pflanzenwasserhaushalt und auf die davon abhängige Biomassebildung. Dabei dienen die Werte der Großlysimeter als Bezugsbasis.

In der Station werden folgende Untersuchungsziele verfolgt:

- Erfassung des Wasserverbrauches von Pflanzenbeständen in Abhängigkeit von der Pflanzenentwicklung und Witterung bei unterschiedlichen Feuchteregimen. Ergebnisse über den Tageswasserverbrauch der untersuchten Fruchtarten in der Hauptwachstumsperiode bei weitgehend uneingeschränkter Verdunstung (Berechnung) enthält Tab. 1.

Tab. 1: Täglicher Wasserverbrauch in der Hauptwachstumsperiode¹⁾ bei weitgehend uneingeschränkter Verdunstung (mm)

Fruchtart	Anbaujahr	im Durchschnitt	Streubreite
Winterweizen	1983	4.3	2.5... 7.9
	1987	3.9	1.5... 7.8
Sommergerste	1985	3.7	1.5... 6.7
	1989	4.0	2.9... 8.7
Zuckerrüben	1984	3.2 ²⁾	1.6... 6.4
	1988	4.3	2.0... 9.4
Kartoffeln	1986	4.1	2.5... 7.6
W.Weidelgras	1990	3.8	0.7... 10.0

1) zwischen Bestandesschluß und Reifebeginn. Winterweizen ab 1.4., W.Weidelgras zwischen 10.5. und 1.9.

2) 1984 unterdurchschnittliche Sonneneinstrahlung

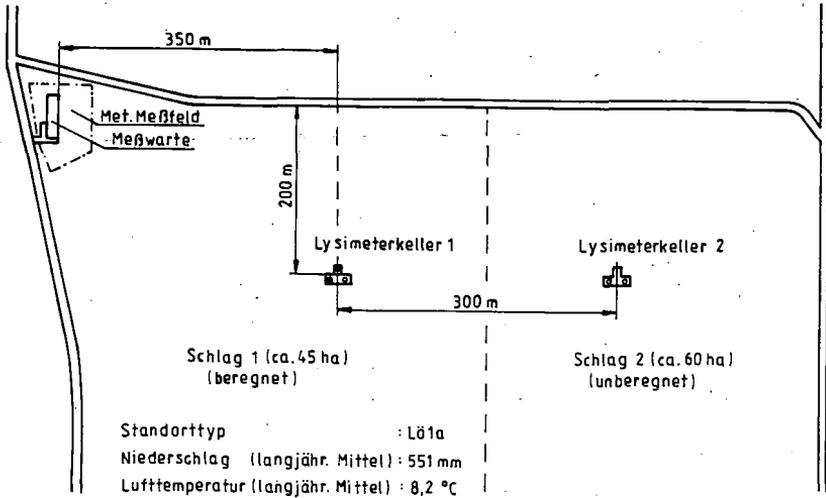


Abb. 1: Lageplan der Wasserhaushaltsmeßstation Großobringen der Thüringischen Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft Jena

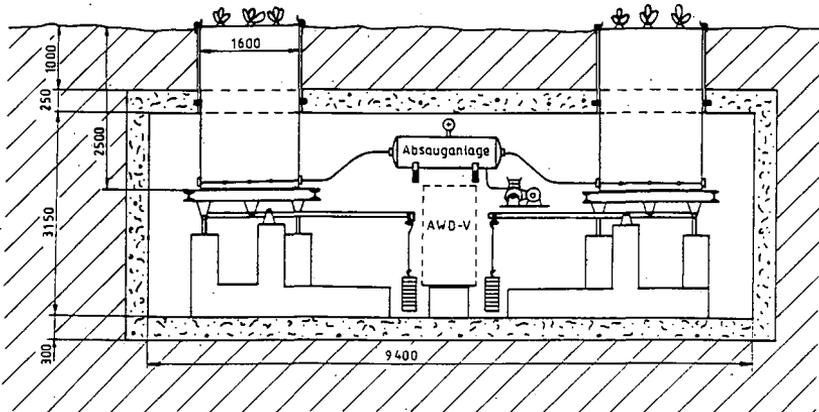


Abb. 2: Querschnitt eines Lysimeterkellers

- Untersuchung der Beziehungen zwischen meteorologischen Bedingungen, Pflanzenbestandesparametern und Wasserverbrauch als Grundlage für die Weiterentwicklung von Verdunstungsmodellen
- Ausschöpfungstiefe und -intensität der Bodenfeuchte in Abhängigkeit von Witterung, Pflanzenart und -entwicklungsstadium.
- Quantifizierung der Beziehung zwischen Pflanzenwasserverbrauch und Stoffproduktion; besonders der Auswirkung von (erzwungenen) Verdunstungseinschränkungen auf den ökonomisch interessierenden Ertrag (Beispiel siehe Tab. 2).

Tab. 2: Evapotranspiration (ET) und Ertrag von Kartoffeln in Abhängigkeit von der Wasserversorgung

	ohne Beregnung	mit	Differenz
ET gesamt (mm)	148	224	76
pro Tag (mm)	2.6	4.1	1.5
Ertrag (dt/ha)	463	634	171
Ertragsverlust durch fehlendes Wasser: 2.25 dt/mm			

Ableitung zulässiger AET/PET-Quotienten als Hilfsmittel für einen bedarfsgerechten Zusatzwassereinsatz.

- Wasser-, Nährstoff- und Energiebilanzen landwirtschaftlich genutzter Schwarzerde-Standorte.

Tabelle 3 vermittelt einen Überblick über die Wasserbilanzen von 1982 bis 1988.

- N-Entzug und N-Ausnutzung durch die Pflanzen bei differenziertem Wasserangebot im Ober- und im Unterboden als Grundlage für die Minimierung des N-Austrages
- Beitrag zur Entwicklung einer Diagnosemethode zur Bestimmung des aktuellen Pflanzenwasserversorgungszustandes unter Feldbedingungen als Kontrollinstrument für die Steuerung von Bewässerungsverfahren

Von der Lysimeterstation werden darüber hinaus wöchentliche Berechnungsempfehlungen auf der Grundlage von aktuellen

Wetterdaten der Thüringischen Beobachtungsstationen des Deutschen Wetterdienstes. Von Berechnungen des Bodenfeuchtegehaltes für Referenzstandorte sowie vorliegender Meßwerte herausgegeben.

Tab. 3: Wasserverbrauch und Wasserbilanz der Löß-Braunschwarzerde vom 1.10.82 bis 31.12.1988 (Fruchtfolge: Winterweizen - Zuckerrüben - Sommergerste/Ölrettich - Kartoffeln)

	ohne Beregnung		mit Beregnung	
	mm	rel.	mm	rel.
Niederschläge	3433		3433	
Zusatzwasser	0		343	
Einnahme insgesamt	3433	100	3776	100
Wasserverbrauch durch Verdunstung	3351	94.6	3503	92.8
Versickerung	27	0.8	126	3.3
Veränderung des Bodenfeuchtegehaltes	+55 ¹⁾	1.6	+147 ¹⁾	3.9

1) Bodenfeuchtezunahme gegenüber dem extrem stark ausgeschöpften Boden im Herbst des Trockenjahres 1982

Literatur

MICHEL, H.; ROTH, D.; GÜNTHER, R.: Sickerwassermenge und Nährstoffaustrag bei unterschiedlicher Wasserversorgung auf einer tiefgründigen Löß-Braunschwarzerde. - In: Arch. Acker- Pflanzenbau u. Bodenkd., Berlin 35(1991), S. 103-111

ROTH, D.; GÜNTHER, R.; SCHWARZ, K.: Die Lysimeterstation Großbrinjen zur Erfassung des Pflanzenwasserverbrauches - Aufgaben, Beschreibung und erste Ergebnisse. - In: Z. f. Meteorologie 34(1984), S. 256-265

ROTH, D.; GÜNTHER, R.; BREITSCHUH, G.: Untersuchungen zum Wasserverbrauch von Winterweizen, Sommergerste, Zuckerrüben und Kartoffeln unter Feldbedingungen auf einem tiefgründigen Lößstandort. - In: Bodenkultur 40(1989), S. 305-319

Exkursion K

Ökologisch-Botanischer Garten der Universität Bayreuth (im Aufbau)

Günther Rossmann *)

1. Geschichte

Die Universität Bayreuth ist eine Neugründung der 70er Jahre und nahm ihren Lehrbetrieb im Jahre 1975 in Baracken und Ausweichquartieren auf. Bayreuth hatte zur Zeit der Markgräfin Wilhelmine, einer Schwester Friedrichs des II. von Preußen, schon von 1742 bis 1743 eine Universität, die aber wegen Streitereien und Unstimmigkeiten zwischen Studenten und Soldaten nach 471 Tagen Bestand vom Markgrafen kurzerhand nach Erlangen verlegt wurde. Geblieben sind aus dieser Zeit u.a. großzügige Parkanlagen (Fantaisie, Eremitage, Neues Schloß) mit alten Baumbeständen und der Exerzierplatz, auf dem jetzt die neue Universität errichtet wird.

2. Lage und Bodenverhältnisse

Die Universität mit dem Ökologisch-Botanischen Garten (ÖBG) liegt im Südosten der Stadt Bayreuth auf einem leichten Hügel (361 m NN), der östlich und westlich durch Aubach- und Sendelbachtal begrenzt wird. Im Süden geht diese Erhöhung in eine weite Talmulde über, die ihrerseits wieder durch den weiter südlich gelegenen Sophienberg (593 m NN) begrenzt wird. In einer reizvollen Landschaft mit kleinen Baumgruppen und Wäldchen sind einzelne Bauerngehöfte eingesprengt, die Randhöhen mit Fichten- und Kiefernwäldchen gekrönt. Obwohl potentiell zur Laubwaldzone gehörend, wird das Landschaftsbild vorwiegend durch Nadelgehölze geprägt. Durch das Abfließen der Kaltluft vom Sophienberg und den umliegenden Höhen in dieses flache Becken wird dieses jedoch im Winterhalbjahr zu einem ausgesprochenen Kältesee mit ausgeprägten Spät- und Frühfrostdagen.

Die Stadt Bayreuth, im Osten vom Fichtelgebirge nur durch einen Höhenzug aus Muschelkalk (berühmte Bindlacher Fossilfundel) und einen Grabenbruch, die sogenannte Fränkische Linie, getrennt, liegt selbst im Keuperbruchschollenland und wird im Süden und Westen durch Gesteine der Juraformationen begrenzt. Im Nordosten wird der Muschelkalkkrücken durch die Münchberger Gneissmassen abgelöst, im Norden schließen sich die paläozoischen Gesteine des Frankenwaldes an. Altvulkanische Diabase, Serpentine und Eklogite, Gneise, Phyllite, Quarzite, Devonische Schiefer, farbenprächtige Flaserkalke, Kohlenkalke usw. stehen im Umkreis von ca. 50 km um Bayreuth an; dazu bildet südlich des Fichtelgebirges eine Reihe junger, tertiärer Vulkane eine eindrucksvolle Vulkanlandschaft. Die Beschaffung verschiedenster Felsen und Gesteine für den Ökologisch-Botanischen Garten (Darstellung von unterschiedlichen Vegetationsbildern und von

*) Ökologisch- Botanischer Garten, Universität Bayreuth, Postfach 10 12 51, 8580 Bayreuth

biologischen Zusammenhängen z.B. Pflanze, Standort, Boden, Ausgangsgestein usw.) ist daher mit relativ einfachen Mitteln zu bewerkstelligen.

Ein großes Problem ist neben der klimatischen Lage der natürliche Bodenaufbau im Bereich des ÖBG. Die Skala der Bodenarten reicht von schwersten roten und violetten Letten über geflammte Mergel, grüne Tone bis zu weißen Feinsanden, Arkosesandstein und roten und gelben Grobsanden. Da durch die Schollenbildung große Versprünge im Bodengefüge vorhanden sind, bildeten sich kleinräumig verschiedene wasserführende und wasserstauende Schichten, was zu nicht geringen Schwierigkeiten bei den Baumaßnahmen, aber auch bei der Anlage von Wegen und Vegetationsflächen im Botanischen Garten führt. (Nach genauer Kartierung und unter Ausnutzung der natürlichen Gegebenheiten wurden z.B. die 5000 m² Teichflächen so geplant, daß sie in den schwersten Letten liegen, so daß hier auf eine Bodenabdichtung verzichtet werden konnte. An der ursprünglich vorgesehenen Stelle wäre ein Bau nicht oder nur mit großen Kosten möglich gewesen). Wegen der rauhen, kontinental getönten Lage am Fuß des Fichtelgebirges war es nötig, im Laufe von Jahren für den Botanischen Garten ein an Bayreuther Klimaverhältnisse angepaßtes, umfangreiches Pflanzensortiment aufzubauen, was auch dank des Internationalen Samenaustausches und mit Hilfe von Zehntausenden von Aussaaten mit nachfolgender natürlicher Frostauslese weitgehend gelang. (So beträgt der Gehölzbestand des ÖBG z.Zt. zwischen 70- und 80tausend Pflanzen, die sich zum Teil noch in den Anzuchtquartieren befinden).

3. Zeitafel über den Aufbau des Ökologisch-Botanischen Gartens

- 1972 Beschluß des Bayerischen Landtages über die Gründung der 7. Landesuniversität in Bayreuth
- 1975 Aufnahme des Lehrbetriebes. Beschluß des Bayerischen Kultusministeriums, an der Universität Bayreuth einen Ökologisch-Botanischen Garten zu errichten. Festlegung des Gartenkonzeptes (Prof. E. BECK).
- 1978 Beginn des ÖBG durch Bau der ersten beiden Anzuchthäuser und die Einstellung der ersten Gärtner sowie Berufung des Direktors (Dr. G. ROSSMANN).
- 1979 Aufbau des vorläufigen Anzuchtgeländes und Frühbeetquartiers. Intensive Planung und Erstellung einer Haushaltsunterlage Bau.
- 1980 Baustopp für sämtliche Universitätsbauten in Bayern. Gefahr der Streichung des Projektes ÖBG. Abbau von Gewächshäusern in Memmingen und Verfrachtung nach Bayreuth.
- 1981 Zustimmung des Wissenschaftsrates zum Weiterbau des ÖBG in mehreren Abschnitten. Anmietung von 4 ha Pachtgeände für die Erweiterung der Anzucht. Bezahlung aus privaten Mitteln.
- 1982 Langsame Wiederaufnahme der Bautätigkeit und Generalerschließung des Geländes. Zehntausende von Gehölzen und Stauden (auf 5,8 ha Anzuchtfläche), die vorwiegend aus Samen von Wildaufsammlungen herangezogen wurden, warten auf ihren endgültigen Standort.
- 1983 Bau des Labor- und Betriebsgebäudes sowie der Gerätehalle. Auslagerung eines Teils der Bestände an Gewächshauspflanzen in Gärtnereien. Aufschieben des Asienhügels.
- 1984 Bezug des Laborgebäudes durch das wissenschaftliche und gärtnerische Personal. Abschieben des gesamten Mutterbodens. Beginn des Baues des ersten Abschnittes der Vegetationskundlichen Station (Asienhügel 1,8 ha). Aushub der Baugrube des Technikellers (1180 m²).

- 1985 Beginn des Baues der Demonstrationsgewächshäuser (3000 m²). Einbau von 1200 t Felsen im Asienhügel und Schaffung von Schuttfuren nach geomorphologischen und ökologischen Gesichtspunkten. Erstbepflanzung mit Gehölzen als Windschutz.
- 1986 Anpachtung eines am Rande des ÖBG gelegenen Bauernhofes (durch den Universitätsverein) und Aufbau der Landwirtschaftlichen Versuchsfelder, der Nutzpflanzenabteilung und des Bauerngartens (6 ha). Beginn der Bepflanzung des Asienhügels der Vegetationskundlichen Station mit Stauden. Versuch der Schaffung von Florenbildern ausgewählter asiatischer Gebirge. Bau der Japanabteilung mit verschiedenen vulkanischen Gesteinen. Bau der Großgewächshäuser "Wälder der Tropen", Mangrove- und Sumpfpflanzen.
- 1987 Gewächshausverglasung und Technikeinbau. Gewächshäuser Nebelwald, Tropenwald, Mangrove, Hartlaub, Sukkulenten, Alpine Pflanzen und Überwinterung weitgehend fertiggestellt. Sonderhaus "Hochgebirge der Tropen" noch im Bau. Schieben des terrassenartig angelegten Amerikahügels (2. Teil der Vegetationskundlichen Station). Verlegung der Hauptdrainagen im Freiland, Aushub von Teichflächen. Besetzung der 2. Wissenschaftlerstelle am ÖBG (Dr. K. KRAMER).
- 1988 Ausbau des Freilandes mit Bau der Hauptwege, der Teiche, des Amerikahügels und eines Teils der Abteilung Europa der Vegetationskundlichen Station (Verlandungsgesellschaften, Heiden und Feuchtheiden, Strand- und Dünengesellschaften, "Nacheiszeitliche Wiederbewaldung"). Ausbau der Nutzpflanzenabteilung (einschließlich Medizinalpflanzen). Weiterführung des Innenausbaues der Demonstrationshäuser und des Technikellers.
- 1989 Beginn des Baues der Lysimeteranlage (28 Becken), Grundwasserversuchsanlage (8 Becken) und weiterer Anzuchthäuser (5 Erdhäuser, 2 Normhäuser) sowie der beheizbaren Frühbeetanlagen. Innenauskleidung und Gestaltung des Tropenwaldhauses mit Basaltsäulen und des Nebelwaldhauses mit Lava, Bau eines Bachlaufes mit 14 Wasserfällen. Zurückholen von Tausenden von Kübelpflanzen aus den Außenstationen und Einsenken im Freiland. Bepflanzung der Amerikaabteilung (ca. 2 ha) mit Gehölzen (Gruppen Orgeon, Kalifornien, Arizona, Rocky Mountains, Prärieflächen, Laub- und Auewälder des östl. Nordamerika). Erste umfangreiche genetische Versuche mit Nachtkerzen (RENNER-Sortiment, ROSSMANN/SCHÖTZ).
- 1990 Übergabe der Demonstrationsgewächshäuser an den ÖBG. Weiterbau der Lysimeteranlage und Anzuchthäuser, des Spezialhauses "Hochgebirge der Tropen" (mit der Möglichkeit nächtlicher Temperaturabsenkung bis 0°C und Totalverdunkelung). Beginn des Baues eines beheizbaren Freilandbeckens. Fertigstellung des Gas-Blockheizkraftwerkes für Notheizung und Notstrom. Gestaltung des Eingangsbereiches.
- Voraussichtliche Fertigstellung des ÖBG der Universität Bayreuth etwa 1993/94. Größe 16 ha und Versuchsflächen, 4000 m² Gewächshausflächen und fachtechnische Mitbetreuung von 800 m² Versuchshausfläche.

4. Personal

Größter Engpaß für den weiteren Aufbau ist die Stellensituation. Statt der benötigten etwa 75 Mitarbeiter stehen bis jetzt nur 26,5 Stellen zur Verfügung.

5. Einteilung

Freiland

Der Garten ist in 9 Stationen gegliedert, die ihrerseits wieder in Abteilungen und Gruppen aufgeteilt sind. Die flächenmäßig größte ist mit etwa 6 ha die Vegetationskundliche Station, von der hier eine bereits weitgehend fertiggestellte Abteilung ausführlicher vorgestellt werden soll. So besteht z.B. die Asienabteilung (2 ha) aus folgenden Vegetationsgruppen: Pflanzen japanischer Mischwälder; Pflanzen japanischer Gebirgswälder; Pflanzen japanischer Laubwälder; Pflanzen japanischer Vulkangebiete; Pflanzen japanischer Feuchtgebiete; Pflanzen Sachalins; Pflanzen Koreas; Laubwälder und Freiflächen, Nadelwälder; Pflanzen der Baikalseeregion; Pflanzen des Altai; Pflanzen Ost-Sibiriens; Pflanzen Mittel-Sibiriens; Pflanzen West-Sibiriens; Pflanzen des Ural; Pflanzen Turkmeniens; Pflanzen der zentralasiatischen Steppen (Kasachstan); Pflanzen des Tienschan-Gebirges; Pflanzen des Pamir Alai; Pflanzen Kashmirs; Pflanzen Bhutans; Pflanzen Sikkims; Pflanzen Nepals; Pflanzen Tibets; Pflanzen Burmas; Pflanzen Yunnans; Pflanzen der Mandchurei und des Ussurgebietes; Pflanzen Ost-Chinas; Pflanzen Mittel-Chinas; Pflanzen West-Chinas; Pflanzen Pakistans und Afghanistans; Pflanzen Persiens; Pflanzen der Pontischen Region und des Kaukasus; Pflanzen Armeniens und der Krim; Pflanzen Kleinasiens (einschließlich Trockengebiete). Die Asienabteilung allein enthält mehr als 1200 t Felsen, nämlich: Nephelinite mit Olivin; Basalte (zerbrochene Säulen); Basaltbomben in Vulkanaschen; Rhyolithe und Rhyolithgruse; Blasenlava; Hellen Granit; Kissendiabase und Diabasbrekzien; Serpentine; Serpentine; Eisenschiefer; Diabaskugeln (Kissendiabas) mit Seladoniten und Prasem; Diabas; Karneole; Asbeste; Flaserkalke; Kambrische und Präkambrische Marmore; Kambrische Streifenmarmore; Kambrische und Präkambrische Grünschiefer; Epidot-Albit-Mischgesteine mit Kupfereinlagerungen; Phyllite; Lydite.

Von der Europaabteilung wurde bereits die Anlage mit ukrainischen Steppenpflanzen fertiggestellt; die balkanische Steppenflur ist im Bau befindlich, ebenfalls die Heideflächen.

Die Amerikaabteilung (2 ha) zeigt die Pflanzengruppen des westlichen Nord-Amerika (Oregon, Kalifornien, Arizona und Rocky Mountains), von Canada, dem Mittelwesten, von den Prärien bis zu den Laub- und Auewäldern des östlichen Nordamerika.

Zwei ökologische Stationen (eine davon vorwiegend experimentell), eine Systematische Station, eine Genetische Station und je eine Station für Nutzpflanzen (einschließlich Bauerngarten) schließen sich an. Die 8. Station sind studentische Versuchsflächen, und die 9. Station umfaßt die Gewächshäuser mit subtropischer (im Sommer im Freiland) und tropischer Vegetation.

Gewächshäuser

Die Gewächshäuser (zusammen 4000 m²) gliedern sich in Anzuchthäuser (für Besucher nicht zugänglich) und Demonstrationshäuser. Dazu kommen 800 m² Versuchshäuser der Lehrstühle der Fakultät für Biologie, Chemie und Geowissenschaften, die vom ÖBG fachtechnisch mitbetreut werden. Die Demonstrationshäuser haben eine Firsthöhe von 10-16 m und werden durch Einblasen von Warmluft beheizt (bei 4 Häusern ist die Befeuchtung durch Computersteuerung regelbar). Die Häuser sind in Form eines Rundganges angeordnet und gliedern sich in: Eingangshalle, Hartlaubgehölze, Überwinterung, Sukkulenten, Aquarienpflanzen, Pflanzen tropischer Hochgebirge, Mangrovegehölze, Pflanzen der Tropenwälder und Nebelwälder. Etwas seitlich ist ein kleines "Alpinehaus" vorhanden. Ein langer Pflanzraum verbindet die

Großgewächshäuser mit den Anzuchthäusern. Durch das Zurückholen der ausgelagerten Pflanzen herrscht bereits jetzt in den vorhandenen Häusern eine drangvolle Enge.

6. Organisation und Aufgaben

Der Ökologisch-Botanische Garten ist eine zentrale wissenschaftliche Einrichtung der Universität und nicht fakultätsgebunden. Für die wissenschaftliche und technische Gesamtleitung und für die Planung und Aufbau ist ein Ltd. Akademischer Direktor (Dr. G. ROSSMANN) zuständig, der von einem Oberkonservator (Dr. K. KRAMER) und einer weiteren wissenschaftlichen Mitarbeiterin (Frau Dr. U. BERTRAM) unterstützt wird. Insgesamt sind vier Wissenschaftler vorgesehen. Für die Baumaßnahmen zeichnet das Landbauamt Bayreuth verantwortlich.

Zur wissenschaftlichen Ausstattung des Gartens gehören ein Öko-Physiologisches und ein Cytologisch-Embryologisches Labor. Dazu stehen eine große Diathek (mit ca. 6500 Farbdias) und eine umfangreiche Sammlung fossiler Hölzer (ca. 20 000 Stücke) aus der Triaszeit (Keuper) aus der Umgebung von Bayreuth (und den Flächen des ÖBG) für Lehre und Forschung zur Verfügung. (Allein die Auswertung der Kieselholzsammlung wird nach Expertenaussagen Jahrzehnte dauern). Für experimentelle Arbeiten sind eine Lichtkammer, eine Lysimeteranlage (zur Untersuchung des Mineralstoffwechsels) und eine Grundwasserversuchsanlage vorhanden. Eine meteorologische Station befindet sich im Bau. Dauerversuchsflächen auf verschiedenartigen Böden sind für die nächsten Jahre geplant.

Der Ökologisch-Botanische Garten beteiligt sich auf freiwilliger Basis an Forschung und Lehre durch eigene Versuche, Vorlesungen, Übungen, Gartenführungen, Exkursionen und Beratungen. Eine Hauptaufgabe des ÖBG ist es, die Lehrstühle der Biologie, Geoökologie und Chemie in Forschung und Lehre zu unterstützen und durch die Bereitstellung von Anschauungsmaterial und Demonstrationspflanzungen zum Verständnis biologischer Zusammenhänge beizutragen.

Das Schwerpunktprogramm über Waldschadensforschung und der Sonderforschungsbereich der Deutschen Forschungs-Gemeinschaft über "Gesetzmäßigkeiten und Strategien des Stoffumsatzes in ökologischen Systemen" werden nach Kräften unterstützt.

Neben der Erfüllung rein wissenschaftlicher Bedürfnisse der Universität soll der Ökologisch-Botanische Garten auch der Öffentlichkeit als Bildungszentrum und Erholungsraum dienen, besonders aber den Schulen der näheren und weiteren Umgebung wertvolle Unterrichtshilfen bieten. Eine weitere wichtige Aufgabe ist die Mithilfe bei der Erhaltung vom Aussterben bedrohter Arten.

Exkursion L: Landwirtschaftliche Lehranstalt Bayreuth

Betriebsdaten Bezirkslehrgut Bayreuth (Stand: März 1991)

1. Natürliche Gegebenheiten

Höhenlage	340 m
Jahresniederschläge	Durchschnitt 670 mm
Jahrestemperatur	Durchschnitt 7,9°C
Bodenwertzahlen	30-44
Hektar-Einreihungswert	DM 1.200.--
Feldentfernung	bis 9 km

2. Arbeitskräfte

Außenbetrieb:	Gutsverwalter
	2 Schlepperfahrer
	3 Lehrlinge
Innenbetrieb:	2 AK Rinderstall
	1 AK Schweinestall
	0,2 AK Hühnerstall

3. Mechanisierung

5 Schlepper (45-150 PS)
 Mähdescher 3,90 m
 Hochdruckpresse mit Ballenschleuder
 Felkdhäcksler für Anweklsilage
 Silomaisernte über Lohnunternehmer.

4. Anbauflächen

LN 175 ha, davon 115 ha Ackerland, 60 ha Grünland

Anbau 1991:

Winter-Roggen	11 ha	Winter-Raps	15 ha
Winter-Weizen	18 ha	Ackerbohnen	4 ha
Winter-Gerste	16 ha	Erbsen	4 ha
Sommer-Gerste	15 ha	Silomais	13 ha
Hafer	10 ha	Futtermühen	1 ha
Sommergemenge	8 ha		

Von der LN werden 20 ha Ackerland, 3 ha Wiese und 3 ha Weide ökologisch (biologisch-organisch) bewirtschaftet. Die Umstellung war 1990 abgeschlossen.

5. Viehhaltung

Rinder: 40 Kühe, 60 Mastbullen, 30 Jungvieh
Schweine: 35 Sauen, 560 Mastschweine Jahreserzeugung
Hühner: 900 Legehennen

Viehbesatz: 1 GV/ha LN

6. Fruchtfolge

Keine strenge Fruchtfolge, Grundlage ist jedoch die verbesserte 3-Felder-Fruchtfolge.

7. Düngeraufwand

210,- DM/ha LN (einschließl. der ökologisch bewirtschafteten Flächen)

Rund 80% der Fläche befinden sich in der Versorgungsstufe "hoch bis sehr hoch". Diese erhalten seit 1982 keinen Grunddünger mehr. In der Stufe "niedrig" liegen noch einige in den letzten Jahren zugepachtete Felder.

8. Pflanzenschutz

160,- DM/ha (auf konventionell bewirtschaftetem Ackerland).

Keine Anwendung von Halmverkürzern; Fungizide und Insektizide nur in Ausnahmefällen. Silomaisanbau mit Bandspritzung und Hacken.

9. Ertragsniveau

Winter-Gerste	40-55 dt/ha	Hafer	30-50 dt/ha
Winter-Roggen	30-45 dt/ha	Winter-Raps	20-30 dt/ha
Winter-Weizen	40-60 dt/ha	Ackerbohnen	15-25 dt/ha
Sommer-Gerste	30-45 dt/ha	Erbsen	10-25 dt/ha

Die Erträge der ökologisch bewirtschafteten Flächen gingen teilweise bis 50% zurück, es ist aber ein langsamer Anstieg festzustellen.

Bodenuntersuchungsergebnisse der Vorfühfelder (Untersuchungsjahr 1988)

Geißkrönig	pH	6,2 - 6,3
	P ₂ O ₅	30 - 33
	K ₂ O	35 - 45
Forst	pH	6,4 - 6,7
	P ₂ O ₅	6 - 7
	K ₂ O	10 - 17

Exkursion M: Bodendauerbeobachtungsfläche Goldkronach

Waldboden-Dauerbeobachtungsflächen

Ein Beitrag zum vorsorgenden Bodenschutz

Ausgangslage und Zielsetzung

Niedrige Basensättigungsverhältnisse bei gleichzeitig hohen Protoneneinträgen (durchschnittlich 0.5 kmol/ha und Jahr, Spitzen bis 2.6 kmol/ha 1987 bzw. 1989) in den Hochlagen des Bayerischen Waldes gaben Anlaß zu Überlegungen, wie sich Böden unter diesen Verhältnissen evtl. verändern. Deshalb wurden von der Bayerischen Forstlichen Versuchs- und Forschungsanstalt Versuchsflächen angelegt, um Zustandsänderungen der Böden durch Schadstoffbelastung, Änderung im Nährstoffhaushalt, in der Bodenphysik und der Radionuklidbelastung frühzeitig erkennen zu können (Waldboden-Monitorsystem), um daraus rechtzeitig Maßnahmen zur Behebung zu entwickeln. Zielsetzung ist es:

- Einen Überblick über das Nährstoff- und Schadstoffpotential flächenbedeutsamer Standorte und entsprechend aufstockender Bestände bayerischer Wälder zu erhalten,
- Zusammenhänge zwischen Basensättigung/Humuszustand/pH-Wert einerseits und Ernährungs- und Gesundheitszustand der aufstockenden Bestände sowie der Bodenvegetation in von neuartigen Waldschäden unterschiedlich stark betroffenen Waldgebieten andererseits zu erkennen sowie
- die Schwermetallbelastung und die Radionuklidbelastung von Waldstandorten zu ermitteln.

Darauf aufbauend sollen Untersuchungsmethoden und Kenndaten erarbeitet werden, die für eine einfache, kostengünstige und zuverlässige Einschätzung der Ernährungs- und Schadstoffsituation geeignet sind. Schließlich soll durch regelmäßige Wiederholung der Untersuchungen, möglichen Veränderungen in der Stoffbilanz einschließlich der Migration von Radionukliden (Cs 134 und Cs 137) nachgegangen werden.

15 bis 20 solcher Flächen werden in das Waldklimamessnetz integriert. In diesem werden Klimadaten, Depositionsraten ermittelt, Sickerwasserqualität bestimmt und damit die Grundlagen für Stoffbilanzen in den Systemen erarbeitet.

Erläuterungen zum Profil:

Bodendauerbeobachtungsfläche - Goldkronach

Lage

Die Boden-Dauerbeobachtungsfläche befindet sich im Bereich der Westabdachung des Fichtelgebirges, auf einem breiten Rücken in plateauartiger Lage, in 690 m ü. NN, im Forstamt Goldkronach (Distr. I Grefreiser Wald, Abt. 13 Rückholz, b¹).

Bodenausgangsmaterial

Quarzitische und phyllitische Gesteine des Altpaläozoikums (Epigneise, Frauenbachquarzite). Das Vorkommen tertiärer Restverwitterungen ist an bestimmte Reliefsituationen gebunden.

Nutzung

Der aufstockende Bestand ist ein Fichten-Kiefernforst (Altdurchforstung) mit einem Alter zwischen 86 bis 118 Jahren im Durchschnitt 104 Jahren und einer Bon Fi III,5 (Wied.m.) Bon Ki III,5 (Wied.m.). Alte Schürfgruben in der Umgebung der Fläche zeigen, daß in früheren Jahren Kaolinsande abgebaut wurden.

Potentielle natürliche Vegetation

Die potentielle natürliche Vegetation ist nicht eindeutig auszumachen. Es sind sowohl Vertreter des Weismos-Kiefernwaldes (Leucobryo-Pinetum (MATUSZ, 1962)) als auch des Reitgras-Fichten-Tannenwaldes (Vaccinio-Abietetum) vorhanden. Letzterer scheint jedoch nach der Standortbetrachtung den eigentlichen Typ darzustellen.

Bodenvergesellschaftung

Im Zentrum des breiten Rückens überwiegen reine Podsole in unterschiedlicher Ausprägung, die zu den Rändern hin mit Braunerde-Podsolen vergesellschaftet sind.

Bodensubstrat und Schichtung

Bestimmende Korngröße im Feinboden über alle Horizonte hinweg ist die Schlufffraktion, in den Horizonten Ahe, Ae und Bs mit einem etwas höheren Anteil der Tonfraktion. Im BvCv und Cv nimmt der Sandanteil zu Lasten der Tonfraktion zu. Ab dem Bs nach unten steigt der Skelettanteil stetig an.

Tonminerale

Quarz, Illit und Kaolinit, im Cv jedoch ohne Illit, sind die bestimmenden Minerale in der Tonfraktion.

Bodenentwicklung

Alle Voraussetzungen für die Entwicklung zum Podsol sind an diesem Standort gegeben (basenarme Ausgangsgesteine, kühlfeuchtes Klima, ± durchlässiges Substrat, saure Streu usw.). Der hohe Anteil des Fe_o und Fe_p in den Horizonten Ahe und Bs kennzeichnen jüngere, vermutlich noch aktuell anhaltende Podsolierungsvorgänge.

Standortstyp

Mäßig frischer, steinig, sandig, toniger Schluff. Aufgrund des relativ nährstoffarmen Ausgangssubstrates, der ungünstigen Humusform und der eingeschränkten Wasserspeicherfähigkeit gilt dieser Standort als nährstoffarm.

Exkursionspunkt

Lage: TK 1:25000 Blatt 5936 Bad Berneck, R: 44 83 760, H: 55 47 640

Klima: Niederschlag 900 - 1000 mm/Jahr; mittlere Jahrestemperatur 5-7 °C

Geologie: Ordovizische Epigneise u. Frauenbachschichten
→ tertiäre Restverwitterung

Relief: Neigung 3° Exposition NO ; Höhe 690 m über NN

Nutzung: Fichten-Kiefernforst, Altdurchforstung

Humusform: Rohhumus

Bodenklassifikation:

Soil Taxonomy: Spodosol (Ferrod)

FAO: Ferric Podzol

DBG: Podsol

Profilbeschreibung

Horizont	Tiefe cm	Farbe (frisch)	Textur	Gefüge	Durch- wurzelung	Bemerkungen
L	8-7					
Of	7-2	5 YR 2.5/1				Übergänge scharf
Oh	2-0					
Ahe	0-8	5 YR 2.5/3	x'tU	sub	stark	Übergänge wellig
Ae	8-18	5 YR 6/2	x'tU	sub-pol	schwach	Übergänge wellig
Bs	18-35	5 YR 5/8	xtU	sub	mittel	Übergänge fließend
BvCv	35-60	10 YR 5/4	xsU	sub	schwach	Übergänge fließend
Cv	60-100	10 YR 6/4	xsU	sub-ein	s. schwach	

Analysenergebnisse

Horizont	% Skelett > 2 mm	Textur in % der humus- u. carbonatfreien Feinerde										K _f cm d ⁻¹	d _{B,t} — Mg m ⁻³ —	d _{B,FE}
		Sand				Schluff				Ton				
		g	m	f	Σ	g	m	f	Σ					
L														
Of												0,11	0,10	
Oh														
Ahe	9	11	10	8	29	24	23	14	61	10	0,72	0,62		
Ae	8	11	10	8	29	25	22	12	59	12	1,16	0,99		
Bs	22	15	9	3	27	24	24	11	59	14	1,18	0,92		
BvCv	35	26	10	7	37	20	25	11	56	7	1,68	1,10		
Cv	46	11	10	9	30	27	27	9	63	7	2,07	1,05		

Horizont	PV %	Wassergehalt (%) bei pF				pH		Fe _d	Fe _o	Fe _p	Al _o
		0,3	1,8	2,5	4,2	H ₂ O	CaCl ₂				
L											
Of						3,4	2,7				
Oh											
Ahe						3,4	2,8	16,28	3,50	5,61	
Ae						3,8	3,1	32,10	10,47	12,09	
Bs						4,5	4,0	93,00	42,92	30,03	
BvCv						5,0	4,4	49,10	8,37	6,53	
Cv						5,1	5,0	49,78	6,72	5,49	

Horizont	C _{org} N _t		C/N	Carbonat	KAK mmol(+) kg ⁻¹		austauschbare Kationen in mmol(+) kg ⁻¹						BS %
	— g kg ⁻¹ —				g kg ⁻¹	pot.	akt.	Ca	Mg	K	Na	Al	
L													
Of	445,0	13,50	33	-		77,6	46,9	10,4	9,7	0,6	62,0	48,5	39,3
Oh													
Ahe	68,8	2,55	27	-		6,0	4,0	1,4	0,5	0,2	62,5	40,9	5,2
Ae	15,3	1,08	14	-		1,7	1,0	0,4	0,2	0,1	76,6	16,4	1,7
Bs	10,0	1,00	10	-		1,0	0,8	0,2	0,1	0,1	31,6	1,7	2,9
BvCv	3,0	0,70	4	-		1,1	0,6	0,2	0,1	0,3	10,7	0,1	8,8
Cv	3,0	0,70	4	-		1,1	0,8	0,2	0,1	0,2	8,9	0,1	10,5

Hohe Matzen: Elementbilanz eines stark geschädigten Fichtenökosystems und deren Beeinflussung durch neuartige Dünger

W. Schaaf^{*)}

Die Hohe Matzen erhebt sich am westlichen Rand des Wunsiedler Beckens im Fichtelgebirge. Der Standort liegt in 750m Höhe über N.N. in NNW-Exposition. Es handelt sich im Vergleich mit anderen Untersuchungsgebieten im Fichtelgebirge um den am stärksten geschädigten Standort (SCHAAF UND ZECH, 1990). Dies betrifft zum einen den ca. 60jährigen Fichtenbestand, der ausgeprägte Schadsymptome wie Nadelvergilbung, bedingt durch intensiven Mg-Mangel, und Nadelverluste zeigt. Zum anderen ist eine starke Bodenversauerung festzustellen. Der Bestand stockt auf Podsolen aus Granitgrus (s. Tab.1 und 2).

Tab.1: Chemische Charakterisierung des Podsolis aus Granitgrus am Standort Hohe Matzen

Horizont	Tiefe	pH(H ₂ O)	pH(KCl)	C	N	KAKp	KAKa	BS	Al	H
				(%)	(%)	(meq/kg)	(meq/kg)	(%KAKa)	(%KAKa)	(%KAKa)
Auflage	12 - 0	4.12	2.90	43.5	1.80	-	218.9	43.0	20.2	32.7
Ae	0 - 20	3.68	2.85	2.36	0.19	229	73.8	4.6	61.7	31.0
B _e	21 - 35	4.19	4.04	3.58	0.23	398	62.9	3.2	89.0	3.5
B _v	36 - 68	4.36	4.28	1.98	0.15	176	34.0	4.1	93.5	1.8
B _v C _v	69 - 90	4.32	4.07	0.35	0.13	59	28.9	4.5	90.0	4.8

Tab.2: Physikalische Charakterisierung des Podsolis aus Granitgrus am Standort Hohe Matzen

Horizont	Tiefe	Bodenart	%S	%U	%T	Skelett (%)	d _B (g/cm ³)	PV (Vol.%)	LK (Vol.%)	nFK (Vol.%)	TW (Vol.%)	K _f (cm/d)
Auflage	12 - 0	-	-	-	-	-	0.16	89.2	32.5	34.5	22.2	1338
A _e	0 - 20	uS	61.8	35.6	2.5	42.0	0.96	60.4	10.8	33.9	15.7	1757
B _s	21 - 35	uS	58.4	37.2	4.4	48.7	0.98	61.7	21.3	26.9	13.5	803
B _v	36 - 68	uS	63.9	30.9	5.2	46.0	1.14	55.5	23.2	11.5	20.8	823
B _v C _v	69 - 90	uS	70.9	25.3	3.8	26.1	1.44	44.2	15.8	17.2	11.2	1893

Gleichzeitig findet am Standort ein Eintrag von Luftschadstoffen statt (s.Tab.3), der besonders für N und S mit 30 bzw. 40 kg·ha⁻¹ als hoch zu bezeichnen ist (SCHAAF, 1991). Die Elementbilanz zeigt hohe Austräge von SO₄-S und NO₃-N, die die Einträge noch übertreffen. Diese negative Bilanz führt über den verstärkten Austrag von Anionen zu weiteren Basenverlusten und Versauerung. Hohe Nitratkonzentrationen (30-50 mg NO₃⁻¹) und DOC-Werte (30-50 mg DOC⁻¹) in der Bodenlösung weisen auf eine hohe Mineralisation hin.

Der Vergleich mit anderen Fichtenstandorten im Fichtelgebirge zeigt, daß mit dem Grad der Schädigung die pH-Werte sowie die Ca/Al- und Mg/Al-Verhältnisse in der Bodenlösung sinken, während die NO₃⁻, SO₄⁻, Al- und DOC-Konzentrationen deutlich ansteigen. Mit Zunahme der Schäden und des Grades der Bodenversauerung steigen die N-Austräge an.

Tab.3: Elementbilanz des Standorts Hohe Matzen (in kg ha⁻¹ a⁻¹)

	H	S	NH ₄ -N	NO ₃ -N	N _{tot}	Ca	K	Mg
Freiland	0.4	22.5	8.9	13.4	22.3	10.0	18.7	2.5
Interception	0.6	16.9	4.0	6.0	10.0	4.5	8.4	1.1
leaching			-1.4	-3.3	-4.7	9.6	4.9	0.3
Gesamtd deposition	1.0	39.3	12.9	19.5	32.4	14.5	27.1	3.6
Bestand	0.9	39.3	11.5	16.2	27.7	23.7	31.5	3.9
output	0.4	55.1	1.8	40.4	42.2	15.2	19.4	5.2

^{*)} Lehrstuhl für Bodenkunde und Bodengeographie, Universität Bayreuth, Postfach 101251, W-8580 Bayreuth

Zur Melioration des Standorts und einer möglichen Revitalisierung des Bestandes wurden an der Hohen Matzen im Mai 1988 Düngungsversuche angelegt (SCHAAF und ZECH, 1989). Dabei wurde mit der Verwendung neuartiger Düngerformulierungen versucht, die positiven Effekte der bisher erfolgreich eingesetzten Neutralsalz- und basischen Dünger zu kombinieren und durch eine erhöhte Löslichkeit eine größere Tiefenwirkung zu erzielen, ohne unerwünschtes Sulfat in den bereits stark versauerten Boden einzubringen. Zum Einsatz kamen drei unterschiedlich lösliche, basische Mineraldünger:

1. gebrannter Magnesit ($2.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} = 1140 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$; Hauptkomponente: MgO ; Körnung: 1-4mm)
2. granuliertes Mg-Hydroxid ($2.65 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} = 1040 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$; Hauptkomponente: $\text{Mg}(\text{OH})_2$; K.: 1-5mm)
3. Geosan^{*)} ($2.5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} = 265 \text{ kg Mg} \cdot \text{ha}^{-1}$; Hauptkomponente: MgCO_3 ; Körnung: 1-5mm)

Diese drei Düngungs- und eine Kontrollvariante wurden in je fünffacher Wiederholung angelegt. Die 20 Parzellen haben eine Größe von je 200 m^2 und wurden mit Niederschlagssammlern, Streulysimetern, Saugkerzen und Tensimetern in unterschiedlichen Bodentiefen ausgestattet.

Die Düngung führte in allen Fällen zu deutlichen Verbesserungen des chemischen Milieus der Bodenlösung. Die Mg-Konzentrationen konnten bis in 70cm Bodentiefe auf ein Vielfaches der Kontrollwerte erhöht werden. Die pH-Werte des Mineralbodeninputs liegen nach zwei Jahren 0.5-1.2 Einheiten, in 25cm Bodentiefe 0.2-0.6 Einheiten über den Werten der Kontrollvariante. Eine anfänglich noch über das bereits hohe Niveau der Kontrollflächen hinausgehende Nitratbelastung geht nach 18-24 Monaten zurück. Der Zeitpunkt dieses Rückgangs ist gekoppelt mit einer deutlichen pH-Anhebung (SCHAAF und ZECH, 1991).

Die Düngung bewirkt eine deutliche Erhöhung der austauschbaren Mg-Vorräte am Sorptionskomplex der organischen Auflage und im Mineralboden bis in 40cm Tiefe. In der Humusaufgabe werden Al und H fast vollständig von den Austauscherplätzen verdrängt. Zwei Jahre nach Ausbringung liegen noch 50-80% des ausgebrachten Mg in austauschbarer Form in organischer Auflage und Mineralboden vor.

Nach drei Vegetationsperioden reagiert der Bestand mit erhöhten Mg-Nadelspiegelwerten auf die Düngung. Auf den Mg-Hydroxid-Flächen steigen die Nadelgehalte von 0.68 auf $0.80 \text{ mg Mg} \cdot \text{g}^{-1}$, nach Geosandüngung liegen sie bei $0.90 \text{ mg Mg} \cdot \text{g}^{-1}$.

Die unterschiedliche Reaktivität der Dünger $\text{Mg}(\text{OH})_2 > \text{MgO} > \text{Geosan}$, ermittelt durch pH-stat.-Titration; SCHAAF, 1989) spiegelt sich deutlich in den Veränderungen der Zusammensetzung der Bodenlösung wider. So erreicht das lösliche Mg-Hydroxid durchgehend in allen Tiefen die höchsten Mg-Konzentrationen und führt zur deutlichsten pH-Anhebung. Gleichzeitig geht auf dieser Variante die Nitratbelastung am raschesten zurück und liegt danach unterhalb der Werte auf den Kontrollparzellen.

Literatur

- SCHAAF, W., 1989: Erste Ergebnisse von Düngungsversuchen mit gebranntem Magnesit, Magnesiumhydroxid und Geosan in gelbspitzigen Fichtenbeständen NO-Bayerns. Mitteln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 59/1, 459-464.
- SCHAAF, W. und W. ZECH, 1989: Erste Ergebnisse von Düngungsversuchen mit gebranntem Magnesit, Magnesiumhydroxid und Geosan in gelbspitzigen Fichtenbeständen NO-Bayerns. IMA-Querschnittseminar, Bayreuth, KfK-PEF 55, 153-166.
- SCHAAF, W. und W. ZECH, 1990: Nitrogen output of declining spruce stands in NE Bavaria. European Workshop on the Effects of Forest-Management on the Nitrogen-Cycle with Respect to Changing Environmental Conditions. GSF München, Tagungsband im Druck.
- SCHAAF, W., 1991: Fallstudie Hohen Matzen: Düngung mit Magnesit und Magnesiumhydroxid unterschiedlicher Löslichkeit. Symposium "Magnesiummangel in mitteleuropäischen Waldökosystemen", 7./8.4.91 in Salzburg, Tagungsband im Druck.
- SCHAAF, W. und W. ZECH, 1991: Einfluß von Neutralsalzen und basischen Düngern unterschiedlicher Löslichkeit auf bodenchemische Parameter, Wurzelwachstum und Ernährungszustand NO-Bayerischer Fichtenbestände. AFZ, im Druck.

^{*)} Geosan ist ein Komplexdünger, bei dem carbonatisches Mg mittels Wasserglas als Na-Silikat auf eine poröse Trägersubstanz aus vulkanischem Material gebunden ist.