

Z81/65

MITTEILUNGEN

der

**DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**



Band 65

1991

I S S N - 0343-107X

Schriftleitung: P. Hugenroth, Oldenburg

Unredigierte Mitgliederinformationsschrift

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

MITTEILUNGEN

der

DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN GESELLSCHAFT

Referate

Sitzung der AG BODENEROSION

17. und 18. April 1991

BREMEN

Referate

Sitzung der Kommission V

23. und 24. April 1991

EBERSWALDE

Exkursionsführer

TAGUNG EBERSWALDE

I N H A L T

BAND 65

	Seite
I. AG BODENEROSION - BREMEN	
BEINHAUER, R.: u. B. KRUSE:	Über die Erosivität des Klimas durch Windeinfluß 9
CAPELLE, A.:	Die Verbreitung der Bodenerosion durch Wind in Niedersachsen und Bremen 13
DÜWEL, O., W. SCHÄFER u. H. KUNTZE:	Aggregatstabilität, Krustenbildung, Ober- chenrauigkeit und die Bedeutung für den Bodenabtrag durch Wind 15
FRIELINGHAUS, M.:	Winderosionsgefährdung im nordostdeut- schen Tiefland 19
HASSENPFUG, W.:	Die Winderosion in Schleswig-Holstein 23
HASSENPFUG, W. u. L. VETTER:	Der Beitrag der Fernerkundung zur Quantifizierung der Bodenverwehung 29
JANSSEN, W.:	Prognostische Beschreibung eines Trans- portprofils bei Winderosion auf einem Ackerboden 33
KRUSE, B.:	Ein 1-Schichtenmodell zur Bestimmung des äolischen Bodenabtrags auf Sandböden - Kurzbeschreibung einer 1. Modellversion 37
NEEMANN, W., W. SCHÄFER u. H. KUNTZE	Bestimmung der Erodierbarkeit des Bodens 43
SCHÄFER, W.:	Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind. - Vorstellung eines BMFT-For- schungsprojektes - 47
SPAAN, W.P. & C.J. STIGTER:	Measuring Wind Erosion With Simple Devices: 51 A Synopsis
II. KOMMISSION V - EBERSWALDE	
ADLER, G.H.:	Probleme der Auswertung mittelmaßstäbiger Bodenkarten im Bodeninformationssystem 59
ALTERMANN, M., C. KNAUF, D. KÜHN & H. SCHRÖDER	Bodenkartierung in Sachsen-Anhalt - Stand und Perspektiven 63
DIEMANN, R.:	Landschaftsökologische Aspekte bei umwelt- relevanten Bodenkartierungen 65

FINNERN, H.:	Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern. Grundlage für den Bodenschutz	71
FRIELINGHAUS, M. u. U. RATZKE:	Kartierung erosionsgefährdeter und -geschädigter Ackerflächen im Einzugs- gebiet des Uckersees	75
FUTTERLIEB, Gerda:	Zur Problematik der Standortkennzeichnung von Kippenflächen des Braunkohlenbergbaues	79
GEHRT, E. u. H. SPONAGEL:	Forderungen an eine bundesweit vergleich- bare Bodenkartierung unter Berücksichtigung von Bodeninformationssystemen	83
GLÖSS, St.:	Kennzeichnung und Lokalisierbarkeit ver- tikaler Bodenverdichtungsmuster mit Durchdringungswiderstandsmessungen	87
HIEROLD, W. u. I. LIEBEROTH:	Zur Substratdifferenzierung von Böden in unteren Lagen des Mittleren Erzgebirges und ihre Einordnung in die deutsche Boden- systematik	91
MÜLLER, L. u. P. TILLE:	Dauerbeobachtungsflächen auf Auenböden des Oderbruches - Ein Vorschlag	95
RAU, D. u. H. SCHRAMM:	Die "Bodengeologischen Übersichtskarten" Thüringens i.M. 1:100.000	99
SCHEMSCHAT, B., W. D. KNEIB u. F. SPEETZEN:	Ein geografisches Informationssystem als Werkzeug der Bodenschutzplanung dargestellt am Beispiel der Hansestadt Lübeck	109
SCHMIDT, R.:	Möglichkeiten und Grenzen der Kartierung der Struktur der Bodendecke in unterschied- lichen Maßstäben	107
SELIGE, Th. u. T. HARRACH:	Kartierung und Beurteilung verdichteter Neulandböden mittels Pflanzenbonitur und Flugzeugscanner (MSS)	111
TENHOLTERN, R. T., T. HARRACH u. G. DUMBECK:	Kartierung von Bodenvernässungen auf land- wirtschaftlich genutzten Auftragsböden im rheinischen Braunkohlenrevier mit Hilfe von Luftbildern	113

III. Exkursionsführer für die Tagung der Kommission V	119
KOPP, D., M. PFAFF, B. STROHBACH und R. SCHMIDT:	
Bodennutzung und Bodenschutz im Biosphären Reservat	
Schorfheide Chorin	

Referate

Sitzung der AG BODENEROSION

17. und 18. April 1991

BREMEN

Über die Erosivität des Klimas durch Windeinfluß

von

BEINHAUER, R. u. B. KRUSE^{*})

Unter Erosivität des Klimas durch Windeinfluß soll der potentielle Abtrag von Material aus der oberen Bodenschicht als Funktion von Windabtragskräften und der Bodenoberflächenfeuchte verstanden werden. Hierbei wird vorausgesetzt, daß keine Modifikationen durch Topographie (Hügel, Hecken, Überströmungen), kein Bewuchs (Wald, landwirtschaftliche Kulturen) und ein offener Boden (keine Verkrustung, keine hohe Aggregatstabilität etc.) vorliegen. Die Windstationen sollten bezüglich ihres Windeinzugsbereiches hinsichtlich Rauigkeitslänge (z_0 , in m) und ihrer Verdrängungshöhe (d , in m) normiert sein.

Die täglichen Windabtragskräfte werden durch Summation der stündlichen Windintegrale der Form

$$SFU_{6,7,8} = \sum_{n=1}^{24} (FF_n - FFT) \cdot FF_n^2 \quad (1)$$

gebildet, wobei FF_n die jeweiligen stündlich gemittelten Windgeschwindigkeiten in 10 m Höhe sind. Die Windintegrale gehen nur in die Tagessumme ein, wenn zum einen die angenommenen Schwellengeschwindigkeiten FFT von 6, 7 oder 8 ms^{-1} überschritten werden und zum anderen die Bodenoberfläche mindestens in einer Dicke von 2.5 mm abgetrocknet ist, was etwa dem 10fachen des mittleren Einzelkorndurchmessers größerer Körner entspricht.

Die Bodenoberflächenfeuchte ist u.a. eine Abhängige von Niederschlag, Verdunstung, Versickerung, kapillarem Aufstieg und

^{*}) Agrarmeteorologische Beratungs- und Forschungsstelle Quickborn, Heinrich-Hertz-Str. 20, 2085 Quickborn

Bodeneigenschaften. Es wurde ein Mehrschichtmodell entwickelt (Kruse, 1991), in dem diese Faktoren eingehen und als Ergebnis die Abtrocknungsdicke der Bodenoberfläche liefert. Diese Trockenzeiten wurden mit den Windintegralen zeitlich übereinandergelegt.

Für vieljährige Perioden ergaben sich Winderosionszeiten, die in Tab. 1 durch das Datum des Ereignisses, der Zahl der Stunden mit Windgeschwindigkeiten mit mehr als 6 ms^{-1} (NEF6), der klimatischen Wasserbilanz für diesen Tag (KWB in mm), der Schichtdicke der trockenen Bodenoberfläche (DDRY in mm), den Windgeschwindigkeiten (FF09, FF12, FF15 in ms^{-1}) um 9, 12, 15 Uhr dieses Tages, den genannten Windintegralen ab Schwellenwerten von 6, 7, 8 ms^{-1} (SFU6, SFU7, SFU8) gekennzeichnet sind. Die Modellrechnungen wurden zum Teil qualitativ mit Angaben von Hassenpflug verifiziert, der eine Reihe der Ereignisse in der Vergangenheit beobachtet hat bzw. Angaben anderer Quellen beisteuern konnte. Daneben treten eigene Beobachtungen auf, die im Rahmen eines Forschungsprojektes Winderosion, Verbundprojekt Winderosion in Norddeutschland, gefördert vom Bundesminister für Forschung und Technologie, Bonn, gemacht werden konnten.

Diese Berechnungen wurden für die Stationen Leck (Nordfriesland), Jever (Ostfriesland, beide Nordseebereich), Bremen (Weserniederung) und Hannover durchgeführt. Die monatlichen Windwirkungsintegrale über trockener Bodenoberfläche mit einem Schwellenwert von 7 ms^{-1} gibt Abb. 1 wieder. Danach liegt ein Schwerpunkt der Erosivität jahreszeitlich in den Monaten März bis Mitte Mai und ein zweiter, schwächerer im Monat September. Ein näherer Vergleich einiger ausgewählter Winderosionsereignisse (Tab.2) mit den jeweils am Ort höchsten Windintegralen zeigt, daß die Winderosionsereignisse mehrtägig sind und dem gleichen Windereignis zugeordnet werden können. Dabei kann das jeweils höchste Windintegral an verschiedenen Orten zu einem unterschiedlichen Datum eingetreten sein. Die Zusammenfassung der Windintegrale mit den Schwellenwerten 6, 7 und 8 ms^{-1} für die vier Windstationen charakterisiert den Unterschied der vier Standorte signifikant. Dies zeigen noch einmal die in

bezug auf die Station Bremen normierten Windintegrale (Tab. 2, unten).

Bildet man den Quotienten aus dem vieljährigen Jahreswindintegral mit dem Schwellenwert 7 ms^{-1} und der Anzahl trockener Tage pro Jahr, so ergibt sich für Bremen der Wert 16, für Hannover der Wert 22, für Leck der Wert 31 und für Jever der Wert 65. Diese Werte der Erosivität des Klimas durch Windeinfluß kennzeichnen das Verhältnis einer Station zwischen dem Windgefüge und der trockenen Bodenoberfläche, die vor allem durch Niederschlag und Verdunstung geprägt ist. Diese Größen der Erosivität lassen einen repräsentativen Vergleich der Stationen zu. Sind diese Stationen, wie eingangs erwähnt, "umgebungswindnormiert", dann sind sie auch repräsentativ für den Raum in dem sie liegen. Es ist also mit diesem Verfahren möglich, die Erosivität des Klimas weltweit zu bestimmen, weil auch die Eingabedaten bewußt einfach gehalten wurden. Ferner ist ein Vergleich der Erosivität des Klimas durch Windeinfluß verschiedener Gebiete möglich.

L i t e r a t u r

- Kruse, B.: Oberflächenfeuchtemodell und Windberechnungen, 1991, unveröff., Deutscher Wetterdienst, Seewetteramt - Windarchivdaten, Offenbach - Klimadaten.
Hassenpflug, W.: Beobachtungen von Winderosionsereignissen, 1991, schriftl. Mitteilung.

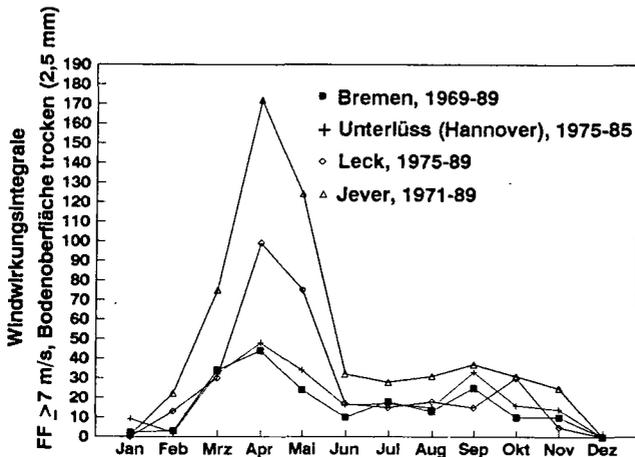


Abb: 1 Erosivität Klima - Monatliche Windwirkungsintegrale Windgeschwindigkeit $\geq 7 \text{ m/s}$ und trockener Bodenoberfläche (2,5 mm) 4 Stationen, Nordwestdeutschland, 1969,75-89

Tab.: 1

Ausgeglichte Winderosionsereignisse mit charakteristischen
Kennwerten und Ihre Realisationen,
Raum Bremen 1969 - 89.*

Datum	NEF6 Std.	KWB mm	DDRY mm	FF09 m/s	FF12 m/s	FF16 m/s	SFU6	SFU7	SFU8	
09.03.69	18	-9	5.4	9.6	9.6	8.9	3603.7	2463.7	1302.1	Hpl
13.03.69	23	.6	7.7	8.1	8.6	9.6	4083.4	2499.6	1174.3	Hpl
22.09.69	18	-5	133.1	9.4	9.8	9.1	4686.3	3241.7	1868.1	
27.09.69	18	-9	140.7	9.1	10.0	8.9	3435.6	2197.8	1098.0	
30.03.69	16	.0	6.7	6.6	8.2	8.6	2223.8	1301.6	620.6	Hpl
08.05.70	13	-4.2	7.6	6.7	7.3	8.1	980.8	379.2	20.0	Hpl
08.05.70	17	-6.7	16.3	6.0	6.7	7.2	692.1	126.6	0.0	Hpl
12.05.70	9	-1.0	2.6	6.0	7.4	6.3	186.7	26.9	0.0	Hpl
17.04.71	16	-9	16.9	7.6	9.8	10.3	2693.9	1911.0	1071.3	
23.04.71	15	5.2	33.6	6.7	8.2	8.9	3648.9	2492.7	1350.4	Hpl
26.04.71	11	-1.0	40.7	3.6	6.0	10.6	2310.2	1667.3	1087.4	
29.04.71	17	-1.6	41.8	9.8	10.3	10.3	4684.6	3306.1	2043.6	
10.05.71	4	-3.6	78.7	2.8	2.9	3.0	73.0	0.0	0.0	Hpl
11.03.72	24	-1.0	4.0	10.8	11.8	10.3	12063.4	9563.6	7120.7	
26.04.72	20	-1	10.8	6.7	7.2	8.6	2573.7	1433.0	524.5	
01.04.73	18	1.8	3.6	9.6	9.4	10.6	3883.7	2746.3	1777.2	
01.09.73	20	.4	272.1	6.6	9.8	10.0	3296.5	2039.7	1123.8	
03.09.74	16	-2.6	119.4	9.0	10.2	8.3	3222.6	2183.7	1280.6	
05.05.75	19	-3.6	3.9	8.2	8.8	9.6	3596.7	2364.4	1346.2	
22.05.76	15	-7	15.8	6.6	10.0	9.3	3473.9	2382.6	1414.4	
01.03.76	22	-1.2	6.6	7.6	11.2	13.4	12759.5	10294.6	7902.8	
02.04.76	9	2.0	2.9	7.7	11.6	8.4	2802.9	2027.6	1346.9	
24.04.76	12	-2.4	43.8	7.2	9.6	9.6	3070.2	2138.1	1247.5	Hpl
25.04.76	13	-3.6	46.6	6.0	9.6	9.8	3141.0	2193.2	1296.7	
26.04.76	20	-2.0	26.3	9.0	8.6	7.9	2532.3	1366.3	364.6	AG SL/Hpl
09.04.79	16	-1.8	3.8	7.2	9.0	8.4	3639.1	2312.2	1192.3	
08.04.80	15	.3	7.0	6.5	8.3	8.4	3854.2	2486.7	1462.6	Pabesch
18.04.80	16	1.7	34.8	6.8	6.9	7.6	1634.3	749.6	256.6	
24.04.80	19	3.3	39.4	6.7	8.3	10.0	3840.1	2661.9	1637.4	
21.04.81	20	-9	47.6	9.1	10.3	10.0	4360.5	2967.8	1777.4	Müller, B.
11.05.81	19	-6.0	79.1	9.4	11.1	10.9	4353.7	3105.4	2026.5	
26.04.82	17	-1.3	44.3	9.3	9.7	9.0	3444.4	2256.0	1132.5	
10.03.83	24	.1	3.6	6.7	8.6	9.0	4180.8	2602.0	1354.8	
11.03.83	19	-8	3.7	8.7	10.8	10.2	7159.0	6397.2	3666.9	
03.09.83	19	2.3	260.5	10.4	11.8	11.6	7167.8	5484.3	3986.2	
05.09.83	21	-1.6	261.8	10.3	12.6	12.6	9644.0	7590.5	6666.2	
06.09.83	11	.7	262.8	5.6	8.1	11.2	3841.4	2847.1	1933.0	
10.04.86	19	-8	7.2	9.2	11.9	9.4	4328.4	3001.5	1956.0	
10.04.88	18	-1.5	13.6	6.7	9.9	10.2	4393.4	3073.6	1844.6	
12.05.88	14	-5.0	78.1	6.7	8.3	8.6	1769.5	1020.2	456.1	Müller, B.
13.05.88	13	-6.5	83.2	6.2	6.2	8.8	1656.8	886.4	326.1	Müller, B.
14.05.86	12	-6.0	88.8	4.6	6.1	8.1	1146.6	627.5	19.7	eig.Messg.
15.08.86	11	-6.0	94.6	3.9	7.4	7.1	600.4	279.6	6.6	eig.Messg.
04.04.89	24	-1.6	18.1	9.6	10.6	10.6	7085.6	6037.1	3100.0	Müller, B.
06.05.89	17	-1.4	18.8	10.0	11.4	9.3	6276.9	3654.9	2544.4	eig.Messg.
03.04.89	18	-1.7	14.6	6.8	8.1	7.3	1220.1	370.0	13.1	eig.Messg.

* Legende siehe Tab. 2

Tab.: 2

Vergleich von 3 Windintegralen (SFu6, SFu7, SFu8), trockener
Bodenoberfläche und 4 norddeutschen Standorten
in der Zeit März, April, 20. Mai, September 1976 - 89.*

Datum	NEF6 Std.	DDry mm	SFu6	SFu7	SFu8	Stationen	Anmerk. realisiert
05.05.75	20	3.9	3588	2364	1345	Bremen	
06.05.75	16	6.0	3810	2656	1679	Hannover	
06.05.75	24	3.2	12674	10029	7414	Jever	
07.05.75	21	10.4	3579	2242	1007	Leck	
26.04.78	20	26.3	2532	1368	354	Bremen	
26.04.78	20	30.6	3156	2040	1088	Hannover	
26.04.78	18	18.2	7753	5957	4265	Jever	
27.04.78	24	16.3	10606	8176	5750	Leck	AG SL/Hpl
21.04.81	20	47.5	4360	2957	1777	Bremen	
21.04.81	19	46.6	5185	3684	2329	Hannover	
21.04.81	24	39.2	3889	2428	1163	Jever	
26.04.81	19	26.7	3122	1819	707	Leck	Müller, B.
12.05.88	14	78.1	1759	1020	455	Bremen	eigene
12.05.88	14	68.8	4330	3184	2115	Hannover	Messung.
12.05.88	19	74	5134	3697	2380	Jever	eigene
12.05.88	20	28.9	5432	3968	2653	Leck	Messung.
04.04.88	24	16.1	7085	5037	3100	Bremen	eigene
04.04.88	24	9.7	10360	7977	5683	Hannover	Beobach-
04.04.88	24	16	18740	15775	12866	Jever	tungen
05.04.88	24	9.6	34031	29769	25467	Leck	
0 aus 13 Jahren			4023	2678	2472	Bremen	
			5720	4168	2730	Hannover	
			9204	7211	5755	Jever	
			9488	7568	5746	Leck	
Bremen = jeweils 1 gesetzt:			1,42	1,56	1,12	Hannover	
			2,28	2,69	2,33	Jever	
			2,36	2,80	2,32	Leck	

* NEF6 = Std. >=6 m/s
DDry = Bodenschicht trocken, mm
SFu6 = Windintegral >=6 m/s
SFu7 = Windintegral >=7 m/s
SFu8 = Windintegral >=8 m/s

KWB = Klimatische Wasserbilanz
FF09, 12, 15 = Windgeschwindigkeit 9, 12, 15 Uhr

**Die Verbreitung der Bodenerosion durch
Wind in Niedersachsen und Bremen**

A. Capelle*

Aus den bodenkundlichen Parametern Bodenart, Feuchtestufe und Humusgehalt bzw. Torfart und Humositätsgrad wurde ein Einstufungsschema für die Erosionsgefährdung der Mineral- bzw. Moorböden durch Wind entwickelt. Die Parameter charakterisieren die Standorte und ermöglichen eine qualitative Abschätzung ihrer potentiellen Erosionsgefährdung. Der Einsatz einer Großrechenanlage erlaubt die flächenmäßige Erfassung der erosionsgefährdeten Böden auf der Standortkarte 1 : 200 000 von Niedersachsen und Bremen. Hiernach lassen sich für die Bodenerosion durch Wind der höchsten Gefährdungsstufe 20,7 % und der zweithöchsten 25,4 % der Landesfläche zuordnen. Sie tritt mehr oder weniger regelmäßig auf allen trockeneren Geeststandorten und ackerbaulich genutzten Mooren in Erscheinung. Die Ergebnisse des Vortrags sind ausführlich publiziert bei CAPELLE & LÜDERS (1984) und CAPELLE (1990).

Literatur

Capelle, A., 1990: Die erosionsgefährdete Landesfläche in Niedersachsen und Bremen. Z. F. Kulturtechnik und Landesentwicklung. 31, 11-17

Capelle, A. & R. Lüders, 1984: Die potentielle Erosionsgefährdung der Böden durch Wind in den norddeutschen Geest- und Moorlandschaften. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung. 25, 243-248

* Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Stilleweg 2,
D - 3000 Hannover



Aggregatstabilität, Krustenbildung, Oberflächenrauigkeit und die Bedeutung für den Bodenabtrag durch Wind

von

DÜWEL, O., W. SCHÄFER u. H. KUNTZE*)

I. Einleitung

In der "Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung für Wind" (ABGW) von WOODRUFF & SIDOWAY (1965) werden 11 Primärfaktoren, die auf den Bodenabtrag wirken, zu fünf Equivalent-Faktoren zusammengefaßt, um die Bestimmung und Quantifizierung zu vereinfachen.

Zu den Primärfaktoren gehören u.a. der Aggregierungszustand eines Bodens (incl. der Aggregatstabilität), die mechanische Stabilität einer Kruste sowie die Rauigkeit der Bodenoberfläche. Diese genannten Primärfaktoren finden sich in den Equivalenten "Bodenerodierbarkeitsfaktor" und "Oberflächenrauigkeitsfaktor" wieder. Die Krustenbildung bleibt unberücksichtigt.

Im Rahmen des vom BMFT geförderten Projektes zur Quantifizierung des Bodenabtrags durch Wind werden die einzelnen Faktoren in ihrer Bedeutung und auf ihre Übertragbarkeit auf Norddeutsche Verhältnisse überprüft.

II. Vergleich der Parameter (WOODRUFF & SIDOWAY - BMFT)

Eine Übersicht über die in der amerikanischen ABGW vorgeschlagene Ermittlung der o.g. Faktoren im Vergleich zu den im BMFT-Projekt ermittelten bzw. geplanten Vorgehensweisen geben die Tabellen 1 - 3:

Tab. 1: Bodenerodierbarkeitsfaktor

WOODRUFF & SIDOWAY (1965)	BMFT (NEEMANN, 1990)
Bestimmung der nicht erodierbaren Bodenfraktion (>0,84mm),	Berechnung der Bodenfraktion > 0,63 mm (empirisch)
Bodenerodierbarkeits-Faktor wird direkt aus einer Tabelle abgelesen ($t \cdot h^{-1} \cdot a^{-1}$)	Berechnung des K - Faktors mit Hilfe einer empirisch ermittelten Formel (dimensionslos)

* Bodentechnol. Inst. des Nieders. Landesamtes f. Bodenforschung, Friedr.- Mißlerstr. 46/50, 2800 Bremen

Tab. 2: Mechanische Stabilität einer Kruste

WOODRUFF & SIDDOWNAY (1965)	BMFT
unberücksichtigt	Bestimmung der Neigung eines erosionsgefährdeten Sandbodens zur Krustenbildung mittels eines einaxialen Druckversuchs

Tab. 3: Oberflächenrauigkeit

WOODRUFF & SIDDOWNAY (1965)	BMFT, geplant
<p>Messung der Höhe und des Abstands von Furchen, Z wird aus Graphik abgelesen</p> <p>(basiert auf sehr engen Randbedingungen: 1. Standartfurchen 2. WG :50 mi/h = 22 m/s 3. in :50 ft = 15 m Höhe 4. Winkel: 45°</p>	<p>Messung der Oberflächenrauigkeit mittels eines Laser gestützten Mikroreliefmeters</p> <p>Ermittlung eines einfachen Parameters zur Beschreibung von Z (z.B. Mittelwert, Standartabw., min.- max. Peakhöhe, Peakfrequenz)</p>

III. Methodik

- Untersuchte Böden

25 aktuell winderosionsgefährdete Sandböden mit
< 15 Gew.% T+U, 0-5 % Gew.% gS, 1-10 Gew.% org. Subst.

- Aggregierung und Aggregatstabilität

Bestimmung mittels einer Trockensiebung,
Berechnung der "Gewogenen Mittleren Durchmesser", der Bodenfraktion > 0,63 mm sowie eines mechanischen Stabilitätsindex (SCHÄFER et al., 1990)

- Krustenbildung

Entwicklung und Durchführung eines einaxialen Druckversuchs an künstlichen Aggregaten unterschiedlicher Dichte zur Ermittlung der einaxialen Druckfestigkeit (SCHÄFER et al., 1990)

- Rauhgigkeit der Bodenoberfläche

Abtasten der Bodenoberfläche mit einem Laser-Mikroreliefmeter, ähnlich den von RÖMKENS et al. (1988) und HUANG et al. (1988) vorgestellten Mikroreliefmeters, Abb. 1 und Abb. 2 verdeutlichen das Funktionsprinzip und erste Meßergebnisse (unter Laborbedingungen entstanden)

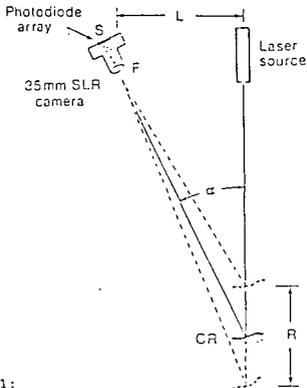


Abb. 1:
Funktionsprinzip des Mikroreliefmeters
(entnommen HUANG et al., 1988)
Der Laser wirft einen Lichtpunkt auf die Oberfläche,
der je nach Oberflächenhöhe auf einer Photodiode
abgebildet wird. Die Auslenkung des Lichtpunktes ist
eine Funktion der Oberflächenhöhe.



Abb. 2: Testbild, im Labor aufgenommen
Winkel (Kamera und Laser): ca. 30°
Fläche : 128×128 mm
Faster : 1 * 1 mm
max. Höhe : 50 mm

IV. Ergebnisse

1. Aggregatstabilität

Je höher die Aggregatstabilität, desto geringer ist die Gefahr, daß vorhandene Aggregate durch Abrasion zerstört werden, desto geringer ist die Erodierbarkeit auch auf großen Flächen. Auch in den winderosionsgefährdeten Sandböden Nordwestdeutschlands liegen z.T. erhebliche Bodenanteile als Aggregate vor (Bodenfraktion > 1 mm : $x = 32$ Gew.%), wobei der Gehalt an Bodenanteilen > 1 mm stark variiert (min= 4 Gew.%, max= 86 Gew.%) und abhängig ist vom Gehalt des Bodens an Ton + Schluff sowie der org. Substanz.

Die Stabilität der Aggregate wird durch einen mechanischen Stabilitätsindex gekennzeichnet, der sich zur Beschreibung der Stabilität der "Sand-Humusaggregate" bewährt hat.

Mit Hilfe einfacher Bodenparameter (Körnung und org. Substanz) kann die Aggregatstabilität und der Aggregatanteil eines Bodens bestimmt werden. Diese beiden Faktoren gehen in die Berechnung des Bodenerodierbarkeitsfaktors (vgl. NEEMANN, 1990) ein.

2. Mechanische Stabilität der Kruste

Einaxiale Druckversuche belegen die unterschiedliche Neigung der untersuchten Sandböden zur Krustenbildung bei zunehmender Dichtlagerung. Die einaxiale Druckfestigkeit ist erwartungsgemäß positiv mit der Dichte der künstlich gefertigten Aggregate korreliert. Außerdem variiert die einaxiale Druckfestigkeit mit dem Ungleichförmigkeitsgrad der Böden, sowie wiederum mit dem Gehalt an org. Substanz und an Feinanteilen ($<0.063\text{ mm}$). Untersuchungen an humusfreien Proben (durch Veraschung) lassen einen nahezu vollständigen Stabilitätsverlust der künstlichen Aggregate erkennen.

V. Ausblick

Messung der Oberflächenrauigkeit

Die Rauigkeit der Bodenoberfläche ist ein Primärfaktor, der die durch den Wind transportierte Menge direkt beeinflusst (vgl. CHEPIL & WOODRUFF, 1963). In dem BMFT - Projekt ist geplant, die Oberflächenrauigkeit mit Hilfe eines lasergestützten Mikroreliefmeters unter Feldbedingungen zu messen, und sie in Beziehung zu Bodenabträgen zu setzen (ermittelt aus Versuchen in einem transportablen Windkanal, z.Zt. im Bau). Einfache Parameter (z.B. stat. Kenngrößen) sollen zur Beschreibung der Oberflächenrauigkeit herangezogen werden. Ziel ist es, nach Möglichkeit Bearbeitungsverfahren zu ermitteln, bei denen die Erodierbarkeit durch den Wind minimiert wird.

VI. Literatur

- Chepil, W.S. & N.P. WOODRUFF (1963): The Physics of Wind Erosion and its Control.- Advances in Agronomy 15: 211-302
- Huang, C., I. White, E.G. Thwaite & A. Bendelli (1988): A Non-contact Laser System for Measuring Soil Surface Topography.- Soil Sci. Soc. Am. J. 52: 350-355
- Neemann, W. (1990): Bestimmung des Bodenerodierbarkeitsfaktors für winderosionsgefährdete Böden Norddeutschlands - Ein Beitrag zur Quantifizierung der Bodenverluste.- Dissertation Göttingen
- Römken, M.J.M., J.Y. Wang & R.W. Darden (1988): A Laser Microreliefmeter.- Transactions of the ASAE 31(2): 408-413
- Schäfer, W., O. Düwel & H. Kuntze (1990): Bildung und Stabilität von Aggregaten in Sandböden.- Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 62:83-86
- Woodruff, N.P. & F.H. Siddoway (1965): A Wind Erosion Equation.- Soil Sci. Soc. Am. Proc. 29: 602-608

Winderosionsgefährdung im nordostdeutschen Tiefland

von
Frielinghaus, M.¹⁾

Nach Angaben der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK 1985) sind ca. 28 % des Ackerlandes auf dem Territorium der ehemaligen DDR winderosionsgefährdet.

Sandstandorte	-	Mecklenburg/Brandenburg:	619,9 Tha
Lößstandorte	-	Sachsen Anhalt	: 400,3 Tha
Lößstandorte	-	Thüringen	: 82,9 Tha
Lößstandorte	-	Sachsen	: 345,3 Tha

Zur Erfassung von damit verbundenen Onsite- und Offsiteschäden als Voraussetzung für eine effiziente Risikoabschätzung werden seit 1988 Messungen auf sickerwasser- und grundwasserbeeinflussten Sandstandorten (Leptic Podsol/Eutric Podzoluvisol) und Auenlehmstandorten (Eutric Fluvisol) durchgeführt. Im Jahr 1989 mit erhöhter Winderosität wurden $> 5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ auf unbedeckten Ackerflächen im Meßgebiet verlagert. Obwohl weit höhere Mengen konstatiert wurden, bleibt eine präzise Zuordnung zur Flächengröße des Einzugsgebietes aus meßtechnischen Gründen ungenau. Als gesichert kann ein Abtrag von $4 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ in 3 Tagen im März 1989 mit Windgeschwindigkeiten $> 10 \text{ m} \cdot \text{sec}^{-1}$, gemessen in 10m Höhe, gelten. Darin wurden 32 kg Kohlenstoff, 3 kg Stickstoff, 2,5 Kalziumcarbonat, je 0,5 kg Phosphor und Kalium gemessen. Die verwendete Meßvorrichtung (Deflameter) erlaubt eine höhenabhängige Erfassung der transportierten Menge und der darin enthaltenen Inhaltsstoffe (Abb. 1).

Der Vergleich zwischen dem an der Bodenoberfläche saltierenden und am Feltrand abgelagerten Material und dem in über 0,40 m Höhe aufgefangenem Sediment zeigt die Abnahme der transportierten Menge mit dem Anstieg der Transporthöhe. Die Konzentration an Ton und Schluff, Kohlestoff und Stickstoff im verlagerten Boden nimmt

¹⁾ Forschungszentrum f. Bodenfruchtbarkeit O-1278 Müncheberg

dagegen mit der Höhe zu und liegt signifikant über dem Gehalt der Ackerkrume an diesen Stoffen.

Abgesehen von beim Sedimenttransport durch Windschliff entstehende mechanische Schäden an jungen Pflanzen werden durch eine Sortierung der am Standort anstehenden Oberböden Schaden an der Fruchtbarkeit sowie eine weitere Zunahme der Flächeninhomogenität (Onsiteschaden) hervorgerufen.

Da in dem feinen Sediment, das aus der Ackerfläche ausgetragen wurde, neben den Nährstoffen -Spuren von Prometryn und Simazin (je $0,8 \text{ mg.kg}^{-1}$ Boden) vorhanden waren, sind Offsiteschäden durch die Akkumulation des abgetragenen Materials in vergesellschafteten Kleinbiotopen sowie Gräben und Gewässern nicht auszuschließen.

Ursachen für die verstärkten Bodenverlagerungen sind:

- große Windoffenheit durch "Ausräumung" der Landschaft,
- Zunahme einheitlich bewirtschafteter Ackerflächen mit Ausdehnungen über 500 m,
- häufige tiefe Bodenbearbeitung mit durch Humusmineralisierung verursachter Strukturlabilität,
- hohe Hackfruchtkonzentration in einzelnen Gebieten,
- Veränderung des Wasserregimes durch komplexe Meliorationen (Entwässerung) von grundwasserbeeinflussten Sanden.

Da die im Pleistozän entstandenen oder überprägten Standorte des nord-ostdeutschen Tieflandes sehr heterogen sind, bringen bisherige Ergebnisse der Bestimmung der Erosionsgefährdung aus Standortgrunddaten nur eine erste Einschätzung (Tabelle 1).

Das Inventar der Bodenformen eines aus den Parametern Bodensubstrat und Hydromorphieflächentyp als hoch gefährdet bewerteten Ackerschlag (Abb. 2) deutet darauf hin, daß die Aufklärung des Winderosionsprozesses einer präzisen Risikoabschätzung vorausgehen muß. Die Faktoren Winderosität, Bodenerodibilität, Windoffenheit, Oberflächenrauigkeit sowie Bodenbedeckung sind in Beziehung zum Bodenabtrag und -auftrag zu setzen und zu quantifizieren. Für die heterogen Jungmoränenstandorte wird der Bodenbedeckung vorrangige Bedeutung zugemessen, weil sie der zukünftig am kostengünstigsten zu verändernde Faktor ist.

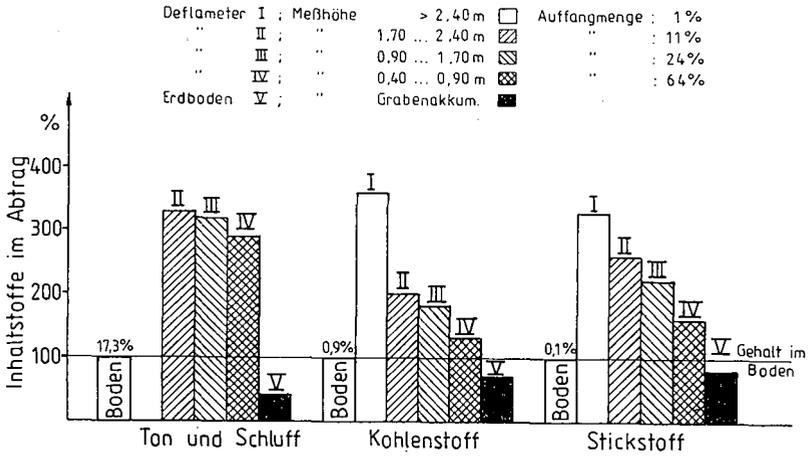


Abb. 1: Höhendifferenzierter Gehalt an Ton und Schluff sowie Kohlenstoff und Stickstoff im verlagerten Sediment im Vergleich zum Standort.

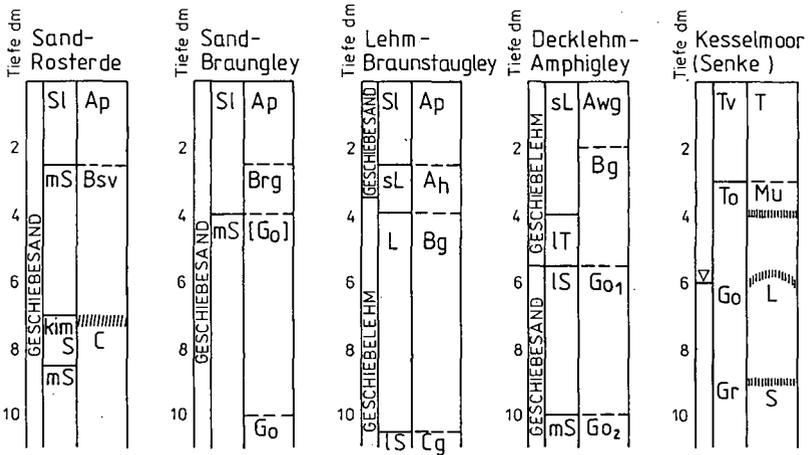


Abb. 2: Bodenformeninventar innerhalb eines Ackerschlags mit hoher Erosionsgefahr

Bestimmung der Erosionsgefährdung (Wind) aus Standortgrunddaten (SK 1)

Bodensubstrat / Feinanteil (FA) (< 0,0063mm)	Schl. Nr. Substrat- flächentyp SK 1	'Hydromorphieflächentypen *				
		S3 G3 GS3	S2 G2 GS2	GN2 SN2 S1 G1	GN1 SN1 GS1	N1 N2
		Ökologischer II-III	IV	Feuchtegrad** V	VI	VII-VIII
Lehm-u. Schlufflehm Lehm - Schwarzerden Ton = 26 % FA	11, 14, 20, 21, 42, 65-69, 71, 76, 77, 80, 81, 84, 88, 89	0	0	1	1	2
Sandiger Lehm u. lehmiger Schluff 16-25 %FA Niedermoorböden	6-10, 12, 13, 41, 63, 64, 96, 97 28-39	0	1	2	3	4
schwach u. stark lehmiger Sand, Sand < 15 % FA	1-5 22-27 56-62	0	1	3	4	4
		0= nicht 1=gering 2=mäßig 3=stark 4= sehr stark gefährdet				

SK 1 = Schlagkarte 1 ; * = MMK (1983) ; ** = Bodenkartieranleitung

Die Winderosion in Schleswig-Holstein

von

HASSENPLUG, W. *)

1. Einleitung

Schleswig-Holstein ist neben Niedersachsen das am stärksten von der Winderosion (Bodenerosion durch Wind, Bodenverwehung) betroffene Bundesland. Erfassung, Erforschung und Bekämpfung dieses ökologisch und ökonomisch bedeutsamen Prozesses sind sehr unterschiedlich entwickelt. Aus der Zeit nach dem 2. Weltkrieg gibt es praxisorientierte Erhebungen und Untersuchungen, die grundlegend für die agrarstrukturelle Umgestaltung der Agrarlandschaft im Rahmen des Programm Nord geworden sind (IWERSEN 1954; eine zusammenfassende Auswertung durch RICHTER 1965, S.335-342). Später wurde das Luftbild als Informationsträger zur Schadenserfassung herausgestellt (HASSENPLUG und RICHTER 1972), und erst in jüngster Zeit wurden auf dem Hintergrund stärkerer Beachtung des Bodenschutzes auch weitergehende Forschungsansätze vorangetrieben. Sie werden im folgenden übersichtsweise dargestellt.

2.1 Qualitative Schadensdokumentation

Seit Jahrhunderten sind Verwehungsereignisse dokumentiert worden, indem Schäden den vorgesetzten Verwaltungsinstanzen gemeldet worden sind. Schadensmeldungen der jüngeren Zeit sind von IWERSEN 1950 kartographisch zusammengestellt und von RICHTER 1965 in seine bundesweite Karte der Bodenerosionsanfälligkeit übernommen worden. Der Verbreitungsschwerpunkt der Bodenverwehung auf den sandigen Böden der Geest ist auf dieser Karte schon deutlich zu erkennen. Noch heute wird fast jedes bemerkbare Verwehungsereignis wie zuletzt am 16.4.91 in der lokalen Presse dokumentiert.

2.2 Darstellung der Erosionsgefährdung

Der Prozeß der Verwehung wird durch Faktoren gesteuert, die sich zu den drei komplexen Erodierbarkeit der Böden, Erosivität des Klimas und Rauigkeit von Boden und Geländeoberfläche zusammenfassen lassen.

Aus möglichst genauer Kenntnis dieser Faktoren und ihres Zusammenwirkens kann auf das mögliche Ausmaß der Bodenverwehung geschlossen werden.

+ Institut für Geographie, PH Kiel, Olshausenstr. 75, 2300 Kiel

RICHTER 1965 hat mit vergleichsweise unvollständigen und grob aggregierten Daten eine solche Karte der mittleren Bodenerosionsgefährdung auf der Grundlage der naturräumlichen Einheiten erstellt (RICHTER 1965, Karte 9); sie umfaßt räumlich die gesamte Bundesrepublik und thematisch auch die Bodenerosion durch Wasser.

Differenziertere Darstellung (vgl. CAPELLE und LÜDERS 1981, auf der Grundlage eines Bewertungsschemas für Bodenart, Humusgehalt und Feuchtestufen für Niedersachsen entwickelt und für die Topographische Karte 1: 25 000, Blatt 3513 Bramsche auch realisiert), liegen für Schleswig-Holstein nicht vor.

Sie wären - gerade angesichts der wesentlichen Veränderungen einiger Verwehungsfaktoren in den letzten Jahrzehnten - besonders wünschenswert. So hat sich der Schwerpunkt der Bodennutzung von der verwehungsfördernden Ackernutzung zur Grünlandnutzung verlagert; im Rahmen des Programms Nord ist ein umfangreiches Netz von Windschutzhecken und Gehölzen angepflanzt worden (von 1953 bis 1978 allein 9 000 km; die gleichzeitigen umfangreichen Knickrodungen betrafen vor allem die bindigeren weniger verwehungsgefährdeten Böden.

2.3 Bodendauerbeobachtungsflächen

Im Rahmen des Konzeptes der Bodendauerbeobachtungsflächen wurde Ende 1990 vom Ministerium für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein eine Fläche festgelegt, auf der in besonderem Maße mit Veränderungen durch Bodenverwehung zu rechnen ist (BDF 04 Goldelund). Die Auswahl dieser Fläche erfolgte in Zusammenarbeit von Geologischem Landesamt Schleswig-Holstein (Finnern, Cordsen) und dem Institut für Geographie der PH Kiel (Hassenpflug) unter Heranziehung der Schadenskartierung 1: 5 000 (s.u) und von Satellitenbildern zur Ermittlung der aktuellen Acker-Grünland-Verteilung auf der Geest. Durch die über das Institut koordinierte Zusammenarbeit mit dem BMFT-Verbundvorhaben "Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind" (s.u.) wurde die Einrichtung einer Meßstelle möglich, mit der unmittelbar neben der Fläche Sedimenttransport und meteorologische Parameter erfaßt werden können.

2.4 Die Schadenskartierung 1:5000

Eine großmaßstäbige Kartierung der Auswirkungen der Bodenverwehung (hier abgekürzt als Schadenskartierung bezeichnet), erlaubt es, sowohl Merkmalsausprägungen für das Ausmaß der Verwehungsintensität als auch solche der jeweils wirksamen Faktorkombination zu erfassen. LESER und PRANSUHN (1990) haben jüngst für die Bodenerosion durch Wasser auf die bleibende Bedeutung solcher Kartierungen gerade angesichts moderner Ansätze wie Modellierung, Simulation,

Satellitenfernerkundung und dergl. hingewiesen. Durchgeführt wurde die Kartierung in der Projektgruppe Bodenverwehung im Institut für Geographie der Pädagogischen Hochschule Kiel (Hassenpflug, Mnich, Kopp) mit Unterstützung durch AB-Maßnahmen und Forschungsfördermittel des Landes Schleswig-Holstein auf der Grundlage von Luftbildern mit Verwehungsspuren aus dem März 1969 (eine weitere Kartierung mit Luftbildern vom

März 1960 steht noch aus). Nur dank der Dokumentation im Luftbild war es möglich eine hinreichend große Zahl von Fällen zu erfassen, die zur statistischen Auswertung komplexer Systeme erforderlich ist; Informationsverluste, die durch den zeitlichen Abstand zum Ereignis auftraten, mußten dabei hingenommen werden.

Erfaßt wurden 994 Fälle auf 146 qkm (7 Verwehungsfällen pro qkm). Sie verteilen sich auf 58 Blatt der DGK5 (vgl. Abb.1). Die vergleichende Erfassung der Verwehungsfälle von 1960 erbrachte im gleichen Gebiet 478 Fälle (3 Fälle pro qkm). Die geringere Zahl im Vergleich zu 1969 ist offensichtlich auf geringere Erosivität der Witterung zurückzuführen (vgl. BEINHAUER in diesem Heft). Schon durch bloßen Augenschein ist dabei ersichtlich, daß der feldgrenzüberschreitende Sandtransport 1960 deutlich geringer gewesen ist. Genauere Zahlen dazu sind im Rahmen der statistischen Auswertung zu erwarten.

2.5 Schadenskartierung und Modellierung

Seit 1987 wird unter der Koordination des Niedersächsischen Landesamtes für Bodenforschung (Prof. Dr. Kuntze, Bremen) eine BMFT-Verbundvorhaben "Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind" durchgeführt, an dem auch das Institut für Geographie der Pädagogischen Hochschule Kiel seit 1990 (mit dem Schwerpunkt Fernerkundung) beteiligt ist.

Gesamtziel dieses Forschungsprojektes ist die Entwicklung eines Modells zur quantitativen Beschreibung des Sedimenttransports durch Wind im norddeutschen Flachland. Durch den Einsatz von Sedimentfallen ist dieses Vorhaben in der Lage, auch noch Verwehungsereignisse zu erfassen, die unterhalb der Erkennbarkeitsschwelle von Luftbildern bleiben. Andererseits ist der Einsatz von Sedimentfallen aus praktischen und ökonomischen Gründen nur punktuell möglich. Die umfangreiche Schadenskartierung (s.o.) kann hier sowohl zur Lieferung von Grundlagendaten für das Modell wie auch zu dessen Validierung verwendet werden.

3. Literatur

BLUME, H.-P. (Hrsg.)(1990): Handbuch des Bodenschutzes. Landsberg.

CAPELLE, A. und LÜDERS, R. (1981): Erfassung und Beurteilung der Erosionsgefährdung des Bodens durch Wind anhand bodenkundlicher und meteorologischer Parameter. In: Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 30, 307-318

HASSENPFUG, W. und RICHTER, G. (1972): Formen und Wirkungen der Bodenabspülung und -verwehung im Luftbild. Bonn-Bad Godesberg (Selbstverlag der BfLR).

HASSENPFUG, W. (1981): Die Flächen- und Mengenbilanz eines Sandsturmes auf der Schleswiger Geest - eine Abschätzung aus Luftbildern. In: Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 30, 335-340.

IWERSEN, J. (1953): Windschutz in Schleswig-Holstein, aufgezeigt am Beispiel der Schleswiger Geest. Gottorfer Schriften II. Schleswig (AG Landes- und Volkstumsforschung).

LESER, H. und V. PRASUHN (1990): Möglichkeiten der Erosionsschadenskartierung im Felde und daraus entwickelte Schadens- und Gefährdungskarten. Überlegungen zu deren methodischen und arbeitstechnischen Prinzipien. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 61, 25-34.

RICHTER, G. (1965): Bodenerosion, Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Forsch. z. dt. Landeskd. 152, Bonn-Bad Godesberg (Selbstverlag BfLR).

Text zu Abb.1:

Ausschnitt aus der Schadenskartierung 1969 - DGK5 Blatt 0660 Goldelund. Abstand der Randmarkierungen: 200 m.

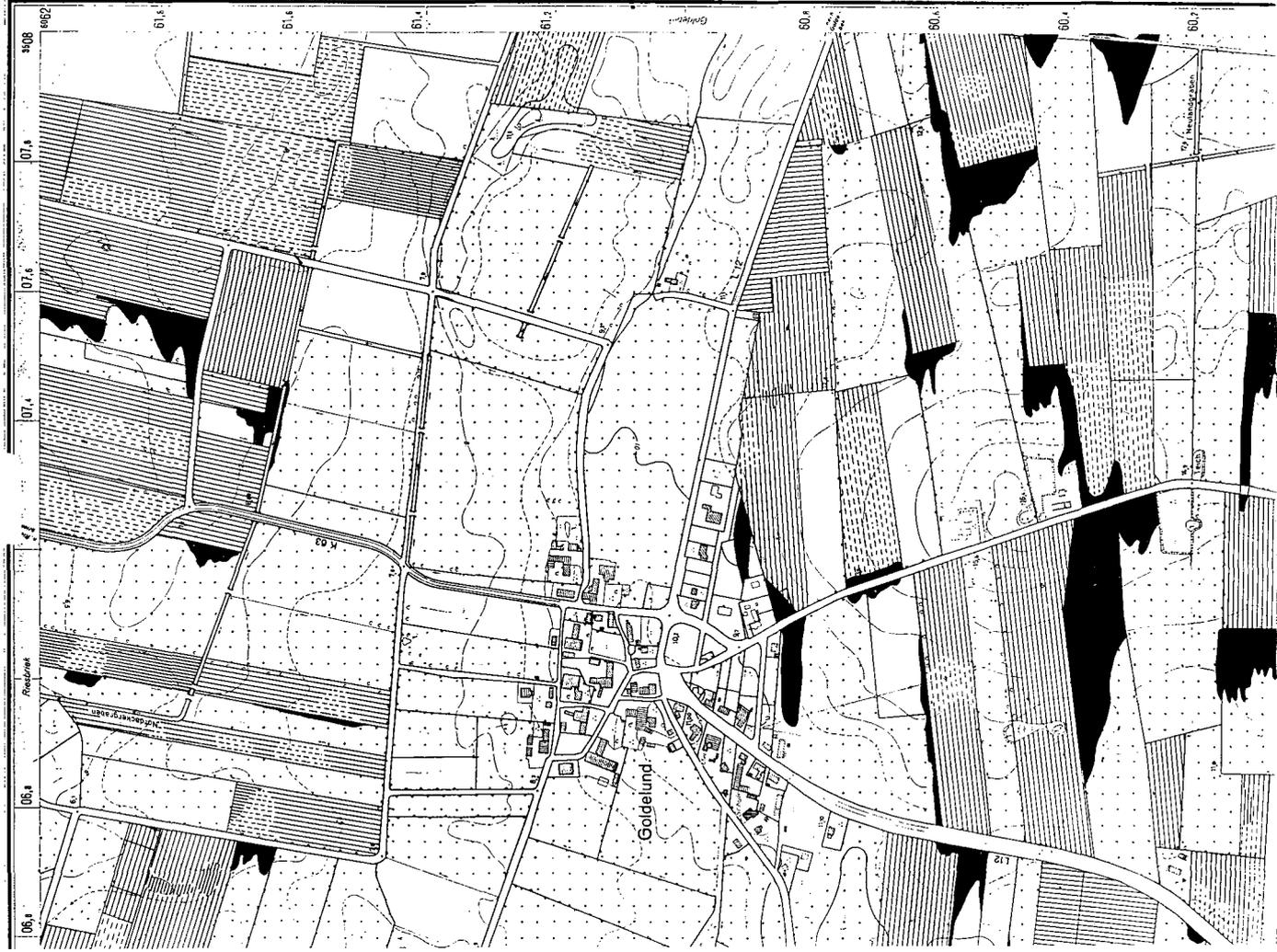
Schwarz: untergrundverdeckende Sandakkumulation leewärts (westlich) von Ackerflächen.

Punktiert: Grünland

Schraffur: Acker, schraffiert in Bearbeitungsrichtung
eng schraffiert: dunkle Ackerflächen
hell schraffiert: helle Ackerflächen

3506 Rechts 60 Hoch Goldelund

Abb. 1



**Der Beitrag der Fernerkundung zur Quantifizierung
der Bodenverwehung**

von

HASSENPFUG, W. und L.VETTER^{*)}

1. Einleitung

Das Gesamtziel des BMFT-Verbundvorhabens "Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind" (KUNTZE 1990) ist es, ein Modell zur quantitativen Beschreibung des Sedimenttransports durch Wind im norddeutschen Flachland zu entwickeln. Die Hauptziele der zweiten Projektphase ab 1990 sind es,

- die bisher noch nicht erfaßten Faktoren der Bodenabtragungsgleichung - Rauigkeitsfaktor (Z), Feldlänge/-größe (L) und Vegetationsfaktor (V) in die bereits entwickelten Formelansätze zu integrieren und
- ein Instrumentarium zu erarbeiten, um die bisherigen Punktmessungen in die Fläche zu übertragen.

Fernerkundungsverfahren und -daten sind aufgrund bestimmter Merkmale geeignet, diese Ziele des Vorhabens zu fördern. Diese Merkmale sind:

- Fernerkundungsdaten sind flächendeckend.
- Fernerkundungsdaten können zu bestimmten Faktoren der Bodenabtragungsgleichung flächendeckende Daten homogener Art und aktuellen Standes liefern.
- Fernerkundungsdaten der Erderkundungssatelliten enthalten darüber hinaus einzigartige Informationen spektraler Art, die

+ Institut für Geographie, PH Kiel, Olshausenstr. 75,
2300 Kiel

aus anderen Landschaftsinformationsquellen nicht zu entnehmen sind.

- Speziell Satellitendaten liegen schon in digitaler Form vor und erleichtern so den Aufbau digitaler Datenbestände.

In den folgenden Punkten können Fernerkundungsdaten zur Erreichung der Vorhabensziele eingesetzt werden:

2.1 Verbreiterung der Meßbasis und Abschätzung der kleinräumigen Varianz der Verwehungsintensität

Die Erfassung der Sediment-Transportraten durch registrierende Sedimentfallen erfolgt im Bezug auf das Untersuchungsgebiet Norddeutschland äußerst punktuell. Schon die Streuung der Verwehungsintensität innerhalb des Meßfeldes kann mit der bestehenden Versuchsanordnung nicht optimal erfaßt werden. Durch Einbezug der luftbildgestützten Schadenskartierung (Hassenpflug in diesem Heft) wird es möglich, solche Streuungsmaße innerhalb eines Feldes sowie zwischen verschiedenen Feldern anhand von Parametern wie der Sandfahnenlänge zu ermitteln.

Durch die zeitliche Begrenzung des Verbundvorhabens ist es höchst unsicher, daß die volle Breite möglicher Verwehungsintensitäten bis hin zu extremen Werten natürlicherweise auftritt. Auch hier kann die Schadenskartierung, die solche Ereignisse dokumentiert hat, vergleichend herangezogen werden.

2.2 Flächenhafte Erfassung von Faktoren der Bodenabtragsgleichung

Durch eine Landnutzungskartierung auf der Grundlage multispektraler Satellitendaten (LANDSAT THEMATIC MAPPER und SPOT) können aktuelle Grundlagen für den Rauigkeitsfaktor Z - in Verbindung mit einem digitalen Geländemodell - , für den Faktor Feldlänge/-

größe: L sowie den Vegetationsfaktor V in digitaler Form bereitgestellt werden. Zu lösen ist dabei das methodische Problem einer geeigneten Parametrisierung.

Durch die Wahl der Maßstabs- und Auflösungsebene des Satelliten -und entsprechenden Verzicht auf das Luftbild als zentralen Informationsträger - besteht jederzeit die Möglichkeit, auch für größere Teile Norddeutschlands auf gleichartige digitale Daten zurückgreifen zu können und so die Übertragbarkeit der in der Modellfläche gewonnenen Resultate in die Fläche zu erleichtern.

Auch hier erlaubt die digitale Datenform weitergehende Berechnungen wie etwa für jeden Punkt eines Feldes die Bestimmung des Abstandes zur nächsten Nutzungsgrenze in jeder beliebigen Richtung.

2.3 Der mögliche Informationsgehalt spektraler Signaturen von Böden

Die starke spektrale Differenzierung vegetationsfreier Ackerflächen stellt ein bisher ungenutztes Informationspotential dar. Es ist Arbeitshypothese des Teilvorhabens Fernerkundung, daß dieses zur Erklärung von Intensitätsunterschieden beim äolischen Sedimenttransport herangezogen werden kann, etwa durch Korrelation zum K -Faktor. Störende spektrale Mehrdeutigkeiten müssen soweit wie möglich durch regionale Differenzierung - etwa in bodenkundliche Einheiten - und Heranziehung weiterer Zusatzinformationen gemildert werden. Auch damit ist ein Weg zu flächenhaften Aussagen eröffnet.

3. Literatur

CORDBSEN, E., LAMP und WITTJE (1983): Faktoren der spektralen Remission von Bodenoberflächen und ihre Nutzbarkeit für die Bodenkartierung. In: Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 38, 473-478.

HELLER, E. (1987): Untersuchungen zur aktuellen Winderosion in ausgewählten Regionen Nord-Niedersachsens. Diplomarbeit im Inst. f. Geogr. d. Univ. Göttingen.

KUNTZE, H. (Koordinator) (1990): Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind I. Unveröffentlichter Projektbericht an das BMFT.

SEEVERS, P.M. et al (1975): Use of ERTS-1 imagery to interpret the wind erosion hazard in Nebraska's sandhills. J. Soil Water Conserv. 30, 181-183.

Prognostische Beschreibung eines Transportprofils
bei Winderosion auf einem Ackerboden

von

W. JANSSEN *)

In dieser kurzen Zusammenfassung soll eine Möglichkeit aufgezeigt werden, aus parallel durchgeführten Wind- und Sedimenttransportmessungen in vier Höhen ein vollständiges Transportprofil mit der Höhe herzuleiten und dieses wiederum in Beziehung zum wirkenden Windfeld zu bringen, um eine prognostische Gleichung zur quantitativen Beschreibung des Sedimenttransportes aufzustellen. Um komplizierende Aspekte wie Entfernung von der Feldgrenze und Zustand des Bodens bei der Berechnung vernachlässigen zu können, deren Einfluß als Summe in den freien Parametern enthalten ist, wurde ein in Garrel (Weser-Ems-Gebiet) gemessenes Erosionsereignis vom 17.8.1990 gewählt, bei dem diese Faktoren konstant waren.

Der Sedimenttransport setzt sich idealisiert aus dem Saltationstransport in den tiefen Schichten und dem Suspensionstransport in den höheren Schichten zusammen. Der vertikale Aufbau des Saltationsprofils läßt sich nach Williams durch eine Funktion der Form

$$q_{sal}(z) = q_{sal0} e^{-b z} \quad (1)$$

beschreiben, wobei $q_{sal}(z)$ der Transport in Höhe z , q_{sal0} der Transport am Boden und b die Steilheit des Profils ist. Die Variablen q_{sal0} und b hängen von der Bodeneigenschaft und im besonderem Maße von der Stärke des wirkenden Windfeldes ab, die in der Meteorologie in Form der Schubspannungsgeschwindigkeit u_* ausgedrückt wird. Aus eigenen Messungen konnte die Abhängigkeit der Variablen q_{sal0} und b von u_* bestimmt werden, so daß die verbleibenden zwei Variablen J_1 und J_2 in Gl. (2) lediglich von den Bodeneigenschaften abhängen.

In Gl. (2) steht u_{*t} für die Schwellenschubspannungsgeschwin-

*) Agrarmeteorologische Forschungs- und Beratungsstelle Quickborn, Heinrich-Hertz-Str. 20, 2085 Quickborn

$$q_{sal}(z) = J_1 (u_* - u_{*c}) e^{-\frac{J_2}{u_*^2} z} \quad (2)$$

digkeit, ab der Saltationstransport auftritt. Aus den Messungen konnten die Konstanten J_1 und J_2 für gut sortierten Sandboden bestimmt werden, so daß der Sandtransport in beliebiger Höhe bei bekanntem u_* mit einem Korrelationskoeffizienten von 0.99 prognostiziert werden konnte. Erosionsprozesse auf Ackerböden sind sehr viel komplexer als Erosionen an Sandstränden, jedoch wird auch hier in den untersten Schichten ein Großteil des Massentransportes über die Saltation bewerkstelligt, so daß Gl. (2) einen Ansatzpunkt zur Beschreibung des unteren Transportprofils bietet.

Suspensionsprofile lassen sich bisher nur aus Transportmessungen in mindestens zwei Höhen für die ganze Vertikale interpolieren, wobei eine prognostische Vorhersage wegen der fehlenden Anbindung zum Saltationsprofil, welches praktisch die untere Randbedingung für die Suspensionsschicht liefert, nicht möglich war. Suspensionsprofile werden durch folgende Gl. (3) beschrieben,

$$q_{sus}(z) = q_{sus}(z_1) \frac{u(z)}{u(z_1)} \left(\frac{z}{z_1}\right)^{-\frac{w}{0.4 u_*}} \quad (3)$$

wobei $q_{sus}(z_1)$ der gemessene Suspensionstransport in der Höhe z_1 , u die bei Windmessungen bekannte Windgeschwindigkeit in den jeweiligen Höhen und w die Fallgeschwindigkeit der sich in der Luft befindlichen Körner ist. In der Praxis wird w mit Hilfe einer zweiten Meßhöhe berechnet, weil eine Angabe eines w bei einem breitem Kornspektrum schwierig ist. Hierbei wird für das ganze Profil ein konstantes w angenommen, was streng genommen nicht richtig sein kann, da mit steigender Höhe in der Luft der mittlere Durchmesser des Kornspektrums immer kleiner wird, was ein kleiner werdendes w zur Folge hätte.

Anhand der gemessenen Wind- und Transportdaten auf der Dauerbeobachtungsfläche Garrel vom 17.8.1990 soll nun im Folgenden der Versuch unternommen werden, ein komplettes Transportprofil in Abhängigkeit von u_* für den speziellen Ackerboden an einem festen Ort (etwa. 100 m von Feldgrenze entfernt) herzuleiten.

Hierbei wird der Saltationstransport $q_{\text{sal}}(z)$ über Gl. (2) nach Anpassung der freien Konstanten prognostisch für das Höhenintervall $0 < z \leq z_1$ berechnet und $q_{\text{sal}}(z_1)$ geht in Gl. (3) für $q_{\text{sus}}(z_1)$ als Randbedingung für die Schicht $z > z_1$ ein.

In Tab. 1 sind die ausgewerteten Schubspannungsgeschwindigkeiten und die um die Einfangverluste korrigierten Fangergebnisse (s. Janssen, W. und Tetzlaff, G.) der vier Sedimentfallen sowie die Ergebnisse der prognostischen Berechnung in zeitlicher Reihenfolge zusammengestellt. Die Genauigkeit der Fangergebnisse liegt bei ca. 20mg, was einige negative Werte in Tab. 1 erklärt. Auf dem ersten Blick ist die starke Kopplung zwischen der Schubspannungsgeschwindigkeit u_* und den Einfangergebnissen in g erkennbar. Außerdem wird der Vorteil einer hohen Zeitauflösung sichtbar, weil zum einen mehr Datenmaterial gewonnen und zum anderen die zeitliche Flexibilität der Erosionsprozesse besser aufgelöst werden. In der Saltationsschicht befand sich nur die in $z_1 = 0.045$ m aufgestellte Falle, deren Einfangergebnisse zur Bestimmung der freien Variablen J_1 , J_2 und u_{*t} aus Gl. (2) herangezogen wurden, die aufgrund der gleichbleibenden Entfernung zur Feldgrenze und des Bodenzustandes für die gesamte Zeitspanne als konstant angenommen werden können. Ein Korrelationskoeffizient von 0.91 zwischen $q_{\text{sal}}(z_1)$ und u_* wurde erzielt, wenn für J_1 der Wert 5.41 kgm^{-3} , für J_2 der Wert 17.9 ms^{-2} und für u_{*t} der Wert 0.29 ms^{-1} eingesetzt wird. Bei der Berechnung der Fallgeschwindigkeit w der Körner in der Suspensionsschicht wurde für jede Höhe oberhalb der Saltationsschicht ($z_2 = 0.22$ m, $z_3 = 0.52$ m, $z_4 = 1.02$ m) jeweils in Bezug zur Höhe $z_1 = 0.045$ m ein optimales mittleres w berechnet. Dabei sank der Korrelationskoeffizient von 0.96 auf 0.83 ebenso wie das mittlere w von 0.32 auf 0.29 ms^{-1} mit zunehmender Höhe. Für die prognostische Berechnungen der Einfangzuwächse in Abhängigkeit von u_* wurde der Einfachheit halber ein mittleres w von 0.305 ms^{-1} angenommen. Wie die Ergebnisse in Tab. 1 zeigen, ist die prognostische Berechnung eines aus Saltation und Suspension gebildeten Sedimenttransportprofils mit diesen einfachen Ansätzen möglich und reproduziert zufriedenstellende Ergebnisse. Starke Abweichungen werden vorwiegend durch die ungenaue Saltationsberechnung ausgelöst, weil diese ebenfalls als Randbedingung in die Suspensionsberechnungen eingehen.

Literatur:

- Janssen, W., Tetzlaff, G.: Entwicklung und Eichung einer registrierenden Suspensionsfalle. Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung, erscheint Frühjahr 1991
- Williams, G. (1964): Some Aspects of the Eolian Saltation Load. Sedimentologie 3.

Zeit in GMT	Schubsp.-geschw. in m/s	eingef. Masse in g in 0.045 m	prognost. Masse in g in 0.045 m	eingef. Masse in g in 0.22 m	prognost. Masse in g in 0.22 m	eingef. Masse in g in 0.52 m	prognost. Masse in g in 0.52 m	eingef. Masse in g in 1.02 m	prognost. Masse in g in 1.02 m
10:30	0.412	30.823	21.536	2.194	1.617	0.409	0.378	0.17	0.119
11:00	0.406	23.995	17.766	1.819	1.276	0.393	0.292	0.095	0.09
11:30	0.428	32.549	34.476	2.512	2.892	0.599	0.719	0.173	0.238
12:00	0.42	36.087	27.448	2.548	2.18	0.483	0.526	0.165	0.17
12:30	0.358	2.767	2.41	0.178	0.116	0.042	0.021	0.078	0.006
13:00	0.176	0.028	0	0.003	0	-0.005	0	-0.005	0
13:30	0.273	0.015	0	0.012	0	-0.008	0	-0.001	0
14:00	0.449	63.786	59.075	8.005	5.665	1.868	1.514	0.433	0.531
14:30	0.389	2.606	9.73	0.409	0.613	0.193	0.13	0.131	0.038
15:00	0.394	9.679	11.726	0.762	0.768	0.121	0.167	0.04	0.05
15:30	0.437	31.815	43.86	2.916	3.902	0.566	1.002	0.168	0.34
16:00	0.392	4.982	10.894	0.289	0.703	0.067	0.151	0.104	0.045
16:30	0.316	0.277	0.057	0.014	0.002	0.007	0	-0.001	0
17:00	0.211	0.009	0	-0.017	0	-0.008	0	0.002	0
17:30	0.211	0.003	0	-0.002	0	0.002	0	0.001	0
18:00	0.344	1.097	1.049	0.019	0.044	0.039	0.007	0.001	0.002
18:30	0.319	0.141	0.099	0.019	0.003	0.013	0	0.017	0
19:00	0.279	0.032	0	0.015	0	0.007	0	0.007	0
19:30	0.256	0.011	0	-0.001	0	-0.007	0	-0.002	0

Tab.1: Zeigt 30 minütigen mittleren Schubspannungsgeschwindigkeiten und die jeweiligen in vier verschiedenen Höhen eingefangenen sowie prognostisch berechneten Sedimentmassen. Die gemessenen Daten stammen von einem Erosionsereignis vom 17.8.1990, welches auf einem Ackerboden in Garrel vermessen wurde.

EIN 1-SCHICHTENMODELL ZUR BESTIMMUNG DES ÄOLISCHEN BODENABTRAGS
AUF SANDBÖDEN - KURZBESCHREIBUNG EINER 1. MODELVERSION

von
BURKHARD KRUSE¹

I. EINFÜHRUNG IN DIE MODELLKONZEPTION

Im Rahmen des vom BMFT geförderten Forschungsverbundvorhabens "Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind II" ist an der Agrarmeteorologischen Beratungs- und Forschungsstelle Quickborn seit dem Frühjahr 1990 die Entwicklung eines Bodenabtragsmodells auf mathematisch-physikalischer Grundlage begonnen worden. Die Vorteile eines solchen Modelltyps gegenüber einem empirisch entwickelten Modell, wie es z.B. 1965 von WOODRUFF und SIDDOWAY vorgestellt worden ist, sind offensichtlich und schon häufig diskutiert worden (vgl. KRUSE, 1991). Deshalb soll hier auf ihre Erörterung verzichtet werden. Die Nachteile und Schwierigkeiten eines physikalischen Modellentwicklungskonzepts ergeben sich aus der starken Komplexität der mechanischen Erosionsvorgänge, die bezüglich einiger Teilprozesse bis heute nur unzureichend erforscht sind. Daher wird das Ziel, ein anwendbares Abtragsmodell ausschließlich auf theoretisch-physikalischer Grundlage herzuleiten und zu entwickeln, in einem überschaubaren Zeitraum nicht erreichbar sein. Eine realistische Lösung der gestellten Aufgabe kann somit nur über die Entwicklung eines "gemischten Modelltypus" angestrebt werden. Ein solcher "Mischtyp" eines physikalisch begründeten Erosionsmodells soll in seinen wesentlichen Strukturelementen, wie den grundlegenden Gleichungen und Modellvariablen von mathematisch-physikalischer Art sein. Viele Teilprozesse können zunächst durch empirisch hergeleitete Funktionen beschrieben und mit solchen Parametrisierungsansätzen als Teilmodule in das Basismodell integriert werden. Mit dieser Entwicklungsstrategie ist es möglich die Fülle der schon in der Literatur veröffentlichten empirischen Ansätze und Ergebnisse bei der Modellentwicklung zu berücksichtigen.

II. EROSION, MASSENBILANZ UND HORIZONTALE SEDIMENTFLÜSSE

Ein physikalisches Abtragsmodell der Winderosion, sollte die wesentlichen Erscheinungen und Gesetzmäßigkeiten des äolischen Bodenabtrags, soweit sie bisher durch Veröffentlichungen bekannt geworden sind, modellmäßig quantitativ reproduzieren. Die wichtigsten sollen hier stichpunktartig aufgelistet werden:

(1) Die äolische Bodenerosion ist immer mit deutlich ausgeprägten horizontalen Sedimenttransporten verbunden, die dicht über der Bodenoberfläche ihre größte Intensität haben (s. CHEPIL und MILNE, 1941). Die Intensität der Erosion bzw. des Bodenverlustes ist dabei proportional zur Intensitätszunahme des hori-

zontalen Sedimenttransportstromes in Transportrichtung (vgl. CHEPIL, 1946). Diese Intensivierung des Transports vom luvseitigen Ende eines erodierbaren Feldes zum leeseitigen Ende hin ist von CHEPIL (1957) als "Avalanching-Effekt" bezeichnet worden.

(2) Der Wind hat wie die Strömungen anderer Fluide eine begrenzte Transportkapazität, die im wesentlichen von der Windgeschwindigkeit dicht über der Bodenoberfläche abhängt. Daher ist der Bodenverlust auf einer erodierbaren Fläche und die mit ihm verbundene Zunahme des Sedimentstroms in Transportrichtung mengenmäßig durch jene oben erwähnte Sättigungsschwelle nach oben begrenzt (s. BAGNOLD, 1941; CHEPIL, 1945).

(3) Die begrenzte Transport- und Erosionskapazität des Windes wird durch einen negativen Rückkopplungsprozeß des Sedimenttransportstroms bewirkt, bei dem die Windgeschwindigkeit und der Windschub dicht über der Bodenoberfläche vermindert werden, bis sie einen bestimmten Minimalwert erreicht haben (s. BAGNOLD, 1941; CHEPIL, 1945; OWEN, 1964).

(4) Der eigentliche Erosionsprozeß wird durch zwei unterschiedliche Mechanismen ausgelöst und gesteuert: dem "Fluid Impact", der direkten Wirkung des strömenden Fluids auf die Sedimentpartikel über Schub- und Hubkräfte, und dem "Particle Impact", der indirekten Wirkung der Strömung über das Bombardement der saltierend transportierten Teilchen auf die Bodenoberfläche (s. BAGNOLD, 1941).

Aus den oben ((1), (2), (3)) angeführten Beobachtungsergebnissen ist die besondere Bedeutung des bodennahen horizontalen Sedimenttransports für die Quantifizierung und Modellierung des äolischen Bodenabtrags zu ersehen. Daher ist es sicher sinnvoll, die vertikal integrierte Horizontaltransportrate Q , wie sie seit den Veröffentlichungen von BAGNOLD (1941) als die Beschreibungsgröße für den Sandtransport Anwendung findet, als grundlegende Modellvariable zu verwenden.

Wenn es möglich ist für die Quantifizierung der Erosionsprozesse die Beschreibungsmethode für Kontinua (stetig differenzierbare Feldvariable) zu verwenden, können die hier wichtigen physikalischen Gesetze in eine sogenannte Flußform transformiert werden. Die Erhaltung der Masse für das System {Boden + Sedimentstrom} wird dann durch die folgende Kontinuitätsgleichung in einem zweidimensionalen kartesischen Koordinatensystem beschrieben:

$$\left(\frac{dm}{dt}\right)_{\text{ER}} = \frac{\partial Q_x}{\partial x} + \frac{\partial Q_y}{\partial y} - (C_T \cdot w_T)_{\text{susp}} \quad (1)$$

Die Kontinuitätsgleichung für einen zweidimensionalen, stationären Sedimenttransportstrom $Q(x, y)$ beschreibt den oben in (1) erwähnten Zusammenhang zwischen der Zunahme der Transportrate in Flußrichtung und der differentiellen Erosionsrate $(dm/dt)_{\text{ER}}$ mathematisch. Sie kann als die Basisgleichung des Modells angesehen werden. Der letzte Term auf der rechten Seite der Gleichung beschreibt den vertikalen Ausfluß der leichten Sedimentteilchen des Suspensionstransports durch eine fiktive obere Grenzfläche der bodennahen

Saltationsschicht in der Höhe $z = z_T$. Wenn man den Suspensionsverlustterm zunächst unberücksichtigt läßt, können die übrigen Variablen in der folgenden Weise definiert werden:

$(dm/dt)_{ER}$ [kg/(m²·sec)] ist die differentielle Erosionsrate (differentielle Massenänderung der Bodenmasse an der Bodenoberfläche pro Einheitsfläche und Zeiteinheit)

$Q = (Q_x, Q_y)$ ist das horizontale, zweidimensionale Vectorfeld der horizontalen Sedimenttransportrate [kg/(m·sec)]

$$\text{with } Q(x,y,t) = \int_{z=0}^{z=z_T} q(x,y,z,t) dz$$

$q = (q_x, q_y)$ [kg/(m²·sec)] die vertikal abhängige differentielle, horizontale Sedimenttransportdichte mit $q = c \cdot (u,v)$;

III. HERLEITUNG EINER VEREINFACHTEN ABTRAGSFORMEL FÜR KOHÄSIONSFREIE SANDBÖDEN AUF HOMOGENEN, EBENEN FLÄCHEN

Für viele Anwendungen und für grundsätzliche theoretische Untersuchungen ist eine eindimensionale Modellversion für einen horizontalen Profilschnitt in Wind- und Transportrichtung ausreichend. Wenn die x-Richtung in die Transportrichtung gedreht wird, ergibt sich mit $Q(x,t) = Q_x$ die folgende Form der Kontinuitätsgleichung:

$$\left(\frac{dm}{dt}\right)_{ER} = \frac{\partial Q(x)}{\partial x} \quad (2)$$

Das eigentliche Problem bei der Modellentwicklung liegt jetzt in Aufgabe, für die differentielle Erosionsrate eine mathematisch formulierte Gleichung von der Art zu finden, daß sie zusammen mit der Kontinuitätsgleichung (2) ein schließbares Gleichungssystem bildet. Eine derartige Beziehung konnte bisher für den entarteten Spezialfall kohäsionsfreier Sandböden mit ebenen Oberflächen über die Formulierung vereinfachter Beziehungen für die mechanischen Erosions- und Transportprozesse hergeleitet werden (KRUSE, 1991b). Diese Beziehungen basieren bisher teilweise auf einer formalen Herleitung aus den physikalischen Gesetzen der Mechanik und zum anderen Teil noch auf mehr oder weniger willkürlichen Ad-hoc-Annahmen, die unter Berücksichtigung der bisher bekannten Beobachtungsergebnisse vernünftig zu sein scheinen. Mit einigen vereinfachenden Annahmen und Umformungen dieses Gleichungssystems gelangt man zu einer partiellen Differentialgleichung, die die differentielle, horizontale Zunahme der Transportrate $Q(x)$ als Funktion weniger, prinzipiell bestimmbarer Größen folgender Weise beschreibt:

$$\frac{\partial Q}{\partial x} = \left(K_0 + \left(\frac{\partial K}{\partial Q}\right)_{PI} Q \right) \cdot \left(F U_0 - \left(\frac{\partial F U}{\partial Q}\right) Q \right) \quad (3)$$

Die beiden Klammern auf der rechten Seite representieren den Bodenerodierbarkeitsfaktor (1. Klammer) und den Windwirkungs-

faktor (2. Klammer) mit den folgenden Koeffizienten:

$K_0 = f_1(\dots)$: Koeffizient der nicht rückkopplungs-modifizierten Bodenerodierbarkeit (Erodierbarkeitswirkung des "Fluid Impact")

$\left(\frac{\partial K}{\partial Q}\right)_{PI} = \frac{f_2(\dots)}{u_*^3}$: Koeffizient der (positiv) rückkopplungs-modifizierten Bodenerodierbarkeit (Erodierbarkeitswirkung des "Particle Impact")

u_* [m/sec] ist die sogenannte Schubspannungsgeschwindigkeit, ein Scalingparameter für das logarithmische Windprofil. Sie bestimmt zugleich das Windgeschwindigkeitsprofil über dem Erdboden und die Schubspannung, die auf den Erdboden wirkt.

$FU_0 = (u_* - u_{*r})^2 \cdot u_*$: Koeffizient der nicht rückkopplungs-modifizierten Windwirkung (= Windwirkung ohne Sedimenttransport)
 u_{*r} [m/sec] ist dabei der Schwellenwert von u_* für den Erosions- bzw. Transportbeginn. Er ist wie die Koeffizienten des Bodenerodierbarkeitsfaktors eine Funktion der Sediment- und Untergrundeigenschaften.

$\left(\frac{\partial FU}{\partial Q}\right) = f_3(\dots) \cdot \left(1 - \frac{2 u_* (u_* - u_{*r})}{u_*^2 + u_{*r}^2}\right)$: Koeffizient für die Rückkopplungsschwächung der Windwirkung (Rückwirkung der vom Wind zuleistenden

Transportarbeit auf die Schubspannung über der Bodenoberfläche (vgl. II., Stichpunkte (2) und (3)).

Wenn die Koeffizienten auf einer erodierbaren Fläche als räumlich konstant angenommen werden können, läßt sich eine einfach bestimmbare analytische Lösung der obigen Differentialgleichung angeben. Sei der luvseitige Rand des erodierbaren Feldes bei $x = 0$, dann ergibt sich mit der Randbedingung $Q(x=0) = 0$ die Lösung:

$$Q(x) = A_0 \cdot FU_0 \cdot \frac{K_0 \cdot (\exp(\gamma x) - 1)}{K_0 \cdot \exp(\gamma x) + \left(\frac{\partial K}{\partial Q}\right)_{PI} \cdot A_0 \cdot FU_0} \quad (8)$$

$$\text{mit } A_0 = \frac{1}{\left(\frac{\partial FU}{\partial Q}\right)}, \quad \gamma = K_0 \cdot \left(\frac{\partial FU}{\partial Q}\right) + \left(\frac{\partial K}{\partial Q}\right)_{PI} \cdot FU_0$$

Diese analytisch formulierbare Lösung zeigt sehr deutlich die charakteristischen Eigenschaften des räumlich veränderlichen Sedimenttransports $Q(x)$, die (entsprechend der Beziehung (2)) mit einem flächenhaften Bodenabtrag durch Wind auf homogenen, ebenen Sandflächen verbunden sind. Somit entspricht dieses erste Modellergebnis den Anforderungen, die im Abschnitt II unter den Stichpunkten (1) - (2) aufgeführt worden waren. Die Abb.1 zeigt den für Dünensande charakteristischen Formtyp eines $Q(x)$ -Profils, das von BAGNOLD (1941) im Windkanal ermittelt wurde und an das die obige Lösung (9) mit variablen Koeffizienten angepaßt wurde. Während hier auf stark erodierbarem Dünensand das

Sättigungsgleichgewicht schon nach ca. 7m erreicht ist, ist ein derartiger Zustand auf schwächer erodierbaren Ackerflächen erst nach einigen hundert Metern zu erwarten.

Plot of Fitted Model for the Horizontal
Variation of $Q(x)$

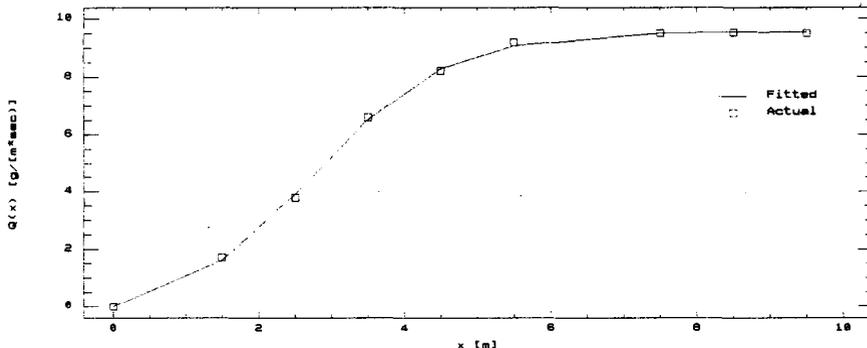


Abb. 1: Darstellung eines von BAGNOLD (1941) im Windkanal gemessenen Profils der Transportrate $Q(x)$ (durchgezogene Linie) an das die analytische Lösung (8) (eckige Punkte) mit einem nichtlinearen Regressionsverfahren für die freien Koeffizienten f_1 , f_2 und f_3 angepaßt wurde (KRUSE, 1991a).

V. LITERATUR

- BAGNOLD, R.A. (1941): The Physics of Blown Sand and Desert Dunes, Methuen, London.
- CHEPIL, W.S. and MILNE, R.A. (1941): Wind erosion of soils in relation to size and nature of exposed aerea. Sci. Agr., 21, 479-487.C
- CHEPIL, W.S. (1945): Dynamics of Wind Erosion III. Transport Capacity of Wind. Soil Sci. 60., 475-480.C
- CHEPIL, W.S. (1946): Dynamics of wind erosion: V. Cumulative intensity of soil drifting across eroding fields. Soil Sci., 61, 257-263.C
- CHEPIL, W.S. (1957c): Width of field strips to control wind erosion. Kansas Agr. Expt. Sta. Tech. Bull. 1185.C
- KRUSE, B. (1991a): A physically based wind erosion model for estimating the actual soil loss of eroding fields. (Eingereicht zum 'International Wind Erosion Workshop of CIGR', Budapest, Sept. 1991).
- KRUSE, B. (1991b): A model of eolian sand erosion on flat surfaces (in Vorbereitung).
- NEEMANN, W., SCHÄFER, W. and KUNTZE, H. (1991): Determination of the erodibility of sandy soils. (Eingereicht zum 'International Wind Erosion Workshop of CIGR', Budapest, Sept. 1991).
- OWEN, P.R. (1964): Saltation of uniform grains in air. J. Fluid. Mech., 20, Part 2, 225-242.C
- WOODRUFF, N.P. and SIDDOWN, F.H. (1965): A wind erosion equation. Soil Sc. Soc. Proc., 29, 602-608.C

Bestimmung der Erodierbarkeit des Bodens

von

NEEMANN, W., W. SCHÄFER u. H. KUNTZE^{*})

Potentielle und aktuelle Bodenverluste durch Wind in Norddeutschland sollen mit Hilfe eines Modells quantifiziert werden (s. KRUSE, 1991). Die Bodenerodierbarkeit, die von verschiedenen Bodenfaktoren bestimmt wird (Körnung, Aggregation, Aggregatstabilität, Humusgehalt, Humusform, Bodenkruste, Feuchtigkeit a. d. Bodenoberfläche etc.), stellt einen wesentlichen Parameter eines solchen Modells dar.

Zur Bestimmung der Erodierbarkeit der Böden wurden Windkanalversuche durchgeführt.

Der Aufbau des Windkanals und seine strömungsmechanischen Bedingungen sind bei SCHÄFER et al. (1989) und NEEMANN et al. (1989) beschrieben. Die eingesetzten Windgeschwindigkeiten orientierten sich an den bei Erosionsereignissen im Freiland gemessenen Windstärken. Insgesamt wurden 13 trockene, unverkrustete (entsprechend einer frisch bearbeiteten Ackerkrume) Sandböden aus Winderosionslagen in Norddeutschland untersucht (s. NEEMANN et al., 1989).

Die Böden wurden vor den Versuchen unterschiedlich stark gesiebt,

ohne Siebung (n=1), 8mm (n=1), 6mm (n=1),
3mm (n=13), 2mm (n=1), 1mm (n=9)

um den Einfluß der Bodenstruktur (Aggregation) auf die Erodierbarkeit kenntlicher zu machen. Daraus resultierten insgesamt 26 unterschiedliche Varianten.

Die Windkanalversuche machten große Unterschiede hinsichtlich der Erodierbarkeit der Sandböden deutlich, die in Anlehnung an WISHMEYER durch einen K-Faktor gekennzeichnet wurde. Dieser ist dimensionslos, gibt die Relationen unterschiedlicher Erodierbarkeit wieder und reicht bei den untersuchten Böden von 0.1 bis 4.7 (NEEMANN, 1991).

Obwohl sich die im Windkanal bestimmten Bodenerodierbarkeitsfaktoren nicht direkt auf Feldbedingungen übertragen lassen, geben sie die Tendenzen unterschiedlicher Erodierbarkeit auch für Feldverhältnisse recht gut wieder (NEEMANN, 1991). Eine exakte Eichung an Feldmessungen ist noch erforderlich.

Im Folgenden wird gezeigt von welchen Bodeneigenschaften der Bodenerodierbarkeits- oder K-Faktor trockener, unverkrusteter Sandböden abhängt und wie er sich aus einfachen Bodenkenndaten ableiten läßt.

K-Faktor und Bodentextur

Der Einfluß der Textur auf die Bodenerodierbarkeit trockener Sandböden läßt sich am besten durch den "Gewogenen Mittleren Durchmesser der Textur (GMD_w)" (s. CHISCI et al., 1989) beschreiben (s. Abb. 1). Dies ist ein mittlerer Korndurchmesser, der die größeren Kornfraktionen (ms und gs) stärker wichtet, da eine Änderung im größeren Körnungsspektrum den K-Faktor am stärksten beeinflußt (NEEMANN et al., 1989).

In Abb. 1 ist die Beziehung dargestellt. Sie ist hoch signifikant

^{*} Bodentechnolog. Inst., Friedr.-Mißler Str. 46/50, 2800 Bremen 1

($r=-0.86$), der K-Faktor nimmt mit steigendem GMD_t exponentiell ab. Mit wachsendem Korndurchmesser werden zum einen größere Schubkräfte zum Ablösen der Partikel benötigt und zum anderen bieten die größeren, verharrenden Körner den kleineren, verwehbaren Partikeln in ihrem Lee einen Windschutz.

K-Faktor und Aggregation

Als Maß für die Aggregation hat sich der Aggregatanteil $> 0,63$ mm Durchmesser am geeignetsten erwiesen, da er die engste Beziehung zum K-Faktor ($r=-0.93$) aufweist. In Abb. 2 ist der Zusammenhang graphisch dargestellt. Mit steigendem Aggregatgehalt der Krumen geht der K-Faktor exponentiell zurück. Bodenpartikel $> 0,63$ mm erwiesen sich bei den eingesetzten Windgeschwindigkeiten als nicht verwehbar, sodaß sie dem Boden wie große, verharrende Sandkörner (s.o.) einen gewissen Schutz bieten können. Zwei Böden weichen jedoch deutlich von der Regressionskurve ab. Es handelt sich hierbei um Sandmischkulturen mit einem hohen Torfanteil. Die Torfaggregate verfügen über eine erheblich niedrigere Dichte ($0,8 \text{ g/cm}^3$) als vergleichbare Aggregate "natürlicher" Sandböden ($1,6 \text{ g/cm}^3$) und sind aufgrund ihres geringeren Gewichts leichter verwehbar.

Ableitung des K-Faktors aus Bodenkenndaten

Der K-Faktor trockener, unverkrusteter Sandböden kann mit Hilfe einer multiplen linearen Regression (Gl. 1) berechnet werden, in die der GMD_t und der Aggregatgehalt $> 0,63$ mm eingehen. Der K-Faktor ist logarithmiert, da zu den beiden Bodenparametern eine exponentielle Beziehung besteht (s. Abb. 1 + 2), die für die Berechnung linearisiert sein muß. Ab Aggregatanteilen < 4 Gew.% wird ein Korrekturfaktor benötigt, weil der K-Faktor sonst unterschätzt wird. Die Berechnung ist mit einem Bestimmtheitsmaß von 92% gut abgesichert.

$$(1) \log K = 1,24 - 4,21 \cdot GMD \text{ Textur (mm)} - \\ 0,04 \cdot \text{Aggregatgehalt } > 0,63 \text{ mm (Gew.\%)}$$

Korrekturfaktor:

$$\text{Aggregatgehalt } > 0,63 \text{ mm } < 4 \text{ Gew.\%} \implies K \cdot 1,20$$

$$R^2 = 0,92$$

Während der GMD_t aus Körnungsdaten bestimmt werden kann, die in unterschiedlicher Form und Genauigkeit für Norddeutschland vorliegen, gibt es für den Anteil an Aggregaten $> 0,63$ mm keine Datenbasis auf die zurückgegriffen werden könnte.

Der Anteil an Aggregaten $> 0,63$ mm (nach vorheriger 3mm Siebung) wird deshalb nach Gl. 2 aus Humusgehalt und Ton+Schluff/Feinsandverhältnis mit einem Bestimmtheitsmaß von 65% berechnet (Gl. 2 basiert auf einer Stichprobe von 47 erosionsgefährdeten Sandböden).

$$(2) A = -2,42 + 8,6 \cdot \log \text{ Humusgehalt (Gew.\%)} \\ + 44,5 \cdot [T+U/(fS+fFS)] \text{ (Gew.\%)}$$

$$A = \text{Aggregatgehalt } > 0,63 \text{ mm in Gew.\%} \\ \text{(nach 3 mm Vorsiebung)}$$

$$R^2 = 0,65$$

Die Aggregatstabilität ist ein weiterer wesentlicher Parameter der Bodenerodierbarkeit, da nur stabile Aggregate dem Bombardement auftreffender saltierender Bodenpartikel (s. SCHÄFER, 1991) standhalten können und so dem Boden einen nachhaltigen Schutz verleihen (Windbremsung, Schutzwirkung für erodierbare Partikel unter und im Lee der stabilen, nicht erodierbaren Aggregate). Der mechanische Streß der eingesetzten Siebung (hier 3mm) soll das Bombardement von Bodenpartikeln in standardisierter Stärke imitieren.

Für die Berechnung des K-Faktors nach Gl. 1 + 2 werden also lediglich Daten zu Körnung und Humusgehalt benötigt. Der auf diese Weise berechnete K-Faktor für trockene, unverkrustete (frisch bearbeitete) Sandböden berücksichtigt die Textur und Aggregation und als dritten Parameter, wenn auch indirekt (als Äquivalent) die Stabilität der Aggregate.

Da in Datenbanken die für eine Berechnung n. Gl. 1 + 2 benötigten Laborwerte nur sehr begrenzt vorliegen, sollen die aus den Windkanalversuchen abgeleiteten Erkenntnisse auf kartierbare Einheiten übertragen werden, um eine möglichst großflächige Anwendung zu ermöglichen.

Dazu wurden für eine Stichprobe von 291 im Labor untersuchten erosionsgefährdeten Sandböden Norddeutschlands nach Gl. 1 + 2 die K-Faktoren berechnet und nach Bodenartenuntergruppen klassiert (s. Tab. 1). Bei feinsandigen Böden (fS, fSms) wurde zusätzlich nach Humusgehalten > bzw. < 4 Gew.% differenziert, da hier im Gegensatz zu anderen Untergruppen signifikante Unterschiede nachweisbar waren. Leider war keine Trennung in schluffige und lehmige Sande möglich, da Ton und Schluff als Summe in die Berechnung eingehen. Auch können keine Angaben für mSgs und Sl(u)3 gemacht werden, da die durch die Windkanalböden abgesicherten Bereiche überschritten werden.

Die feinsandigen Böden sind mit K-Faktoren von 1.85 (fS) bis 0.76 (fSms) mit Abstand am stärksten verwehbar. Mit steigendem Mittelsand- und Ton+Schluffanteil sinkt die Erodierbarkeit deutlich. Höchste (fS) und niedrigste Erodierbarkeit (mS) unterscheidet sich durch Faktor 15.

Die Standardabweichungen innerhalb der einzelnen Untergruppen machen jedoch deutlich, daß die Bestimmung der Bodenerodierbarkeit allein aus der Bodenart immer mit Fehlern behaftet ist.

Tab. 1: K-Faktoren trockener, unverkrusteter Sandböden für kartierbare Bodenarten und Humusgehalt

Bodenart	Humusgehalt (Gew.%)	n	K - FAKTOR	
			\bar{x}	s_{\pm}
fS	< 4	12	1.85	0.47
	> 4	16	1.18	0.28
fSms	< 4	35	1.05	0.47
	> 4	22	0.76	0.25
mSfs		105	0.25	0.17
Sl(u)2		83	0.17	0.25
mS		6	0.12	0.06
Sl(u)3		9	-	-
mSgs		3	-	-

Literatur:

- Chisci, G., P. Bazzoffi u. J.S.C. Mbagwu, 1989: Comparison of aggregates stability indices for soil classification and assessment of soil management practices. Soil Techn., Catena 2., Cremlingen.
- Kruse, B., 1991: s. Beitrag in diesem Band
- Neemann, W., 1991: Bestimmung des Bodenerodierbarkeitsfaktors für winderosionsgefährdete Böden Norddeutschlands - Ein Beitrag zur Quantifizierung der Bodenverluste. Geol. Jb., Reihe F, z. Druck eingereicht.
- Neemann, W., W. Schäfer u. H. Kuntze, 1989: Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind - Windkanalmessungen. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 59/II, 1117-1120.
- Schäfer, W., 1991: s. Beitrag in diesem Band
- Schäfer, W., W. Neemann u. H. Hoyer, 1988: Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind. Mitteilg. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 56, 63-66.
- Schäfer, W., W. Neemann u. H. Kuntze, 1989: Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind - Feldmessungen. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 59/II, 1131-1134.

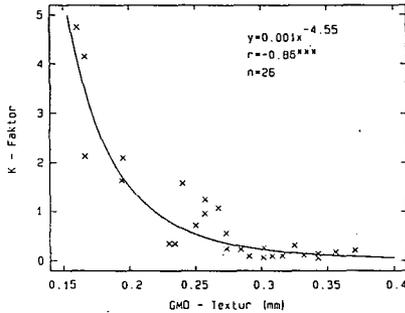


Abb. 1: Der Bodenerodierbarkeitsfaktor in Abhängigkeit vom "Gewogenen Mittleren Durchmesser der Textur" der erosionsgefährdeten Sandböden

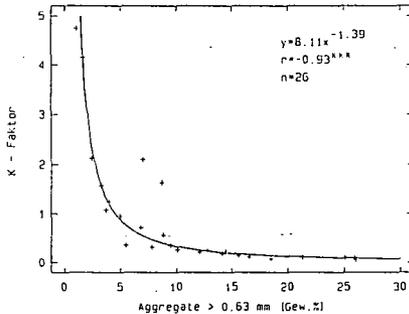


Abb. 2: Der Bodenerodierbarkeitsfaktor in Abhängigkeit vom Anteil an Aggregaten > 0.63 mm in den erosionsgefährdeten Sandböden

Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind

- Vorstellung eines BMFT - Forschungsprojektes -

W. Schäfer*

1. Einleitung

Die potentiell winderosionsgefährdeten Böden und Landschaften sind durch die seit den 50er Jahren durchgeführten Untersuchungen verschiedener Autoren (STECKHAN (1950); GROSSE (1950); RICHTER (1965); CAPELLE & LÜDERS (1984)) recht gut bekannt. Der heutige Stand der Kenntnisse wird von den Autoren CAPELLE (1991), HASSENPLUG (1991) und FRIELINGHAUS (1991) (in diesem Band) für den norddeutschen Raum dargestellt. Danach ist für die Gebiete Niedersachsen (989.646 ha), Schleswig - Holstein (300.000 ha), Brandenburg (442.000 ha) und Mecklenburg - Vorpommern (177.000 ha) von insgesamt ca. 2 Mio ha potentiell stark winderosionsgefährdeten Böden auszugehen.

Ein Forschungsdefizit (vor allem im Vergleich zur Wassererosionsforschung) besteht in der Quantifizierung der zu erwartenden Bodentransporte und -abträge durch Wind. Der bisherige Stand der Arbeiten des BMFT - Verbundvorhabens wird im folgenden zusammenfassend dargestellt.

2. Ziel der Arbeiten

Forschungsziel ist die Erstellung eines Modells zur Beschreibung des Sedimenttransportes bzw. Bodenabtrages durch Wind. Ausgangspunkt der Arbeiten ist die empirische Bodenabtragungsgleichung von WOODRUFF & SIDOWAY (1965) (siehe Übersicht 1), wobei wesentliche Elemente dieser Gleichung durch ein mehr mathematisch - physikalisches Modell ersetzt werden sollen (vgl. KRUSE (1991), in diesem Band).

3. Stand der Arbeiten

Zur Schaffung einer ersten Datenbasis konzentrierten sich die bisherigen Arbeiten auf die Messung des Sedimenttransportes in Abhängigkeit vom Boden (Bodenart, Humusgehalt, Aggregierung) und den Kräften des Windes (Windgeschwindigkeit, Schubspannungsgeschwindigkeit, Turbulenz).

* NLFb - Bodentechnologisches Institut, Friedr.- Mißler - Str.46/48, 2800 Bremen

Zur Messung des Sedimenttransportes mußten zunächst geeignete Sedimentfallen konstruiert und geeicht werden (JANSSEN & TETZLAFF, 1991). Die Sedimenttransportmessungen in Abhängigkeit von der Höhe über der GOF erlauben die Beschreibung von vertikalen Sedimenttransportprofilen bzw. des vertikal integrierten Sedimenttransportes (vgl. JANSSEN, 1991 (in diesem Band)). Durch Bilanzierung der Sedimenttransporte zwischen mehreren Meßpunkten auf einer Ackerfläche konnten erste Quantifizierungen des Bodenabtrags vorgenommen werden (KUNTZE et al., 1989).

Zur Bestimmung der Erodierbarkeit von Böden wurden Windkanalversuche durchgeführt (NEEMANN et al., 1991 (in diesem Band)). Es ist die gegenwärtige Aufgabe, die im Windkanal ermittelten Bodenerodierbarkeitsfaktoren ("K-Faktoren") an Feldmessungen zu eichen und in das von KRUSE (1991) (in diesem Band) erarbeitete mathematisch - physikalische Modell zu integrieren. Aus dem Aufbau der Windkanalversuche ergibt sich, daß die von NEEMANN ermittelten K - Faktoren etwa dem Koeffizienten K_0 (vgl. Gleichung 3 in KRUSE, 1991) in der Abtragsformel nach KRUSE entsprechen. Mit den bisher bestimmten K-Faktoren läßt sich also nur die Erodierbarkeitwirkung des "Fluid - Impact" beschreiben. Die Erodierbarkeitwirkung des "Particel - Impact" (vgl. KRUSE, 1991) wird bestimmt durch die Aggregation und Aggregatstabilität des Bodens. Vorarbeiten zur Erfassung dieser Kenngrößen werden von DÖWEL et al. (1991 (in diesem Band)) vorgestellt.

Die Bodenfeuchte direkt an der Bodenoberfläche wird in erster Linie von der Witterung bestimmt, wobei die spez. Bodeneigenschaften der Sandböden (Wasserspeicherkapazität, kapillare Nachlieferung) lediglich modifizierend wirken. In den Feldexperimenten des BMFT - Projektes wird die Bodenfeuchte an der Bodenoberfläche direkt mit einem Infrarotreflexionsphotometer gemessen (SCHÄFER, 1989). Ein von KRUSE entwickeltes Mehrschichtenmodell zur Beschreibung der Abtrocknung der Bodenoberfläche wird von BEINHAUER (1991) (in diesem Band) vorgestellt.

4. Ausblick

Neben der Fortführung der o.g. Arbeiten konzentrieren sich die Arbeiten im 2. Förderungsabschnitt des BMFT - Projektes auf die Erfassung des Einflusses der Rauhigkeit (von Boden und Gelände), von Windhindernissen (z.B. Hecken), der Feldlänge in Windrichtung (bzw. Feldgröße) und der Bodenbedeckung (Vegetation) (vgl. Übersicht) auf den Sedimenttransport.

5. Literatur

Beinhauer, R. & B. Kruse, 1991: Über die Erosivität des Klimas durch Windeinfluß. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band

Capelle, A., 1991: Die Verbreitung der Bodenerosion durch Wind in Niedersachsen und Bremen. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band

- Capelle, A. & R. Lüders, 1984: Die potentielle Erosionsgefährdung der Böden durch Wind in den norddeutschen Geest- und Moorlandschaften. Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung, 25, 243-248
- Düwel, O., W. Schäfer & H. Kuntze, 1991: Aggregatstabilität, Krustenbildung, Oberflächenrauigkeit und die Bedeutung für den Bodenabtrag durch Wind. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band
- Frielinghaus, M., 1991: Winderosionsgefährdung im nordostdeutschen Tiefland. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band
- Grosse, B. 1950: Die Winderosion in Norddeutschland und ihre Bekämpfung. Neues Archiv Niedersachsen, H.17, 336-342
- Hassenpflug, W., 1991: Die Winderosion in Schleswig - Holstein. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band
- Janssen, W., 1991: Prognostische Beschreibung eines Transportprofiles bei Winderosion auf einem Ackerboden. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band
- Janssen, W. & G. Tetzlaff, 1991: Entwicklung und Eichung einer registrierenden Suspensionsfalle. Z. f. Kulturtechnik und Landentwicklung, 32(3), 167-179
- Kruse, B. 1991: Ein 1-Schichtenmodell zur Bestimmung des äolischen Bodenabtrags auf Sandböden. -Kurzbeschreibung einer Modellversion. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band
- Kuntze, H., R. Beinbauer & G. Tetzlaff 1989: Quantifizierung der Bodenerosion durch Wind. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 59/II, 1089-1094
- Neemann, W., W. Schäfer & H. Kuntze, 1991: Bestimmung der Erodierbarkeit des Bodens. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., in diesem Band
- Richter, G., 1965: Bodenerosion, Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland. Forschg. z. Deutsch. Landeskd., 152, Bonn - Bad Godesberg
- Schäfer, W., 1989: Zur Bestimmung der Oberflächenfeuchte des Bodens mit einem Infrarotreflexionsphotometer. Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 59/I, 233-238
- Steckhan, H., 1950: Bodenabtrag durch Wind in Niedersachsen - Eine Gefahr für die Landeskultur. Neues Archiv f. Niedersachsen 17, Göttingen, 313-335
- Woodruff, N.P. & F.H. Siddoway, 1965: A wind erosion equation. Soil Sci. Soc. Proc. , 29, 602-608

Gegenüberstellung der Eingangsparameter der "Allgemeinen Bodenabtragungsgleichung durch Wind" und der Meßgrößen des BMFT-Projektes

1. Allgemeine Bodenabtragungsgleichung durch Wind (ABGW):
(WOODRUFF & SIDOWAY, 1965)

$$WE = f(I, U, Z, L, V)$$

2. Eingangsparameter bzw. Meßgrößen

ABGW	BMFT
WE = Bodenabtrag (t/ha)	
(langj. mittlerer Abtrag) abgeleitet aus Feld- beobachtungen und Windkanal- messungen	(Ereignisbezogener Abtrag) Feldmessungen mit Sediment- fallen, Kartierung und Feldbeobachtungen, Windkanalmessungen
I = Bodenerodierbarkeitsfaktor	
Teilchen >0,84 mm	"K-Faktor": K_0^* (empirische Ermittlung im Windkanal): Teilchen >0,63 mm, Humus- gehalt, Körnung (GMD der Textur, T+U/fS-Verhältnis) K_1^* (wird z.Zt. ermittelt): Aggregation, Aggregat- stabilität *K0 Fluid-Impact, (Kruise) K1 Particel-Impact
U = Klimafaktor	
- Jahresmittel der Wind- geschwindigkeit	- Windgeschwindigkeit Schubspannungs- geschwindigkeit Turbulenz
- KWB für die Bodenfeuchte	- Für Bodenfeuchte: a) direkte Messung b) Modellierung -b1) Klima, Niederschlag, Verdunstung -b2) Bodeneigenschaften: - kap. Nachlieferung - Wasserspeicherkap.
Z = Bodenrauigkeitsfaktor	
Höhe und Abstand von Furchen	n.b. (wird z.Zt. bearbeitet)
L = Feldlänge	
Angabe in Metern	n.b. (wird z.Zt. bearbeitet)
V = Vegetation	
Angabe in kg/m ²	n.b. (wird z.Zt. bearbeitet)

MEASURING WIND EROSION WITH SIMPLE DEVICES: A SYNOPSIS

by

SPAAN, W.P.*) & C.J. STIGTER*.)

1. INTRODUCTION.

Recently advanced electronic sensors for the registration of wind erosion transport have been developed. Direct methods to determine sediment transport in relation to actual field conditions are operational. In Wageningen, The Netherlands, the SALTIPHONE, a sediment sampler based on the principle of a microphone has been built (SPAAN 1991) and in Bremen, Germany the SUSIKA, a sampler based on an electronic balance. In the USA, the USDA is elaborating the ERODING MASS MONITOR, a new and innovative field instrument, which determines particle transport by means of a piezoelectric crystal.

All those instruments record sediment transport and the accompanying environmental conditions simultaneously and store the data electronically. This has the following advantages:

- * the automatic sampling with limited supervision.
 - * the devices determine the initiation of the sediment transport.
 - * the devices quantify the sediment transport during the storm.
- The new devices contribute in the understanding of the wind erosion process. Though considerable progress has been made, there still is a big need for simple low cost multipoint equipment for quantification of net sediment transport, as the new electronic devices are relatively expensive. In order to determine the spatial variability in the field a lot of sensors have to be used to obtain reliable results. Moreover simple low-cost catchers are easy to construct with local available material and diminish the need for advanced equipment.

2. TYPES OF SIMPLE DEVICES.

Devices to measure wind erosion transport are based on different modes of movement of soil particles: saltation, creep and suspension. This has consequences for the measuring section and thus for the design of the instrument. Sand samplers or traps to measure saltating particles mostly have a vertical intake surface to catch the moving grains at different heights above the soil surface (vertical samplers). Creeping sand is caught in samplers only having a horizontal intake section at soil surface level (horizontal samplers).

From the construction point of view three types of vertical samplers can be distinguished:

- * samplers with a narrow vertical slot, fixed direction or self-orienting, sometimes having different compartments for profile measurements;
- * series of containers with circular symmetrical horizontal intake surfaces, on top of each other with regular interval for profile measurements;
- * series of containers with vertical intake surfaces, put with their openings in the direction of the wind or self orienting, with irregular distances, for profile measurements.

Horizontal traps installed just below or at the soil surface collect both saltating and creeping material. Basically there are two types of horizontal samplers: boxes with rectangular intake surfaces and bottles with a circular or rectangular hole in the lid.

3. DESCRIPTION OF WIND EROSION DEVICES

Vertical traps.

Vertical slot type.

-BAGNOLD (1954) used a 1.05 m high fixed vertical trap with a width of 0.20 m. The inlet of the measuring section is 0.75 m high and 12.7 mm wide (fig. 1). The base of the inlet is installed on the soil surface with the front of the trap in the windward direction. Saltating and creeping grains enter the trap. Particles caught, are stored in the ground container.

*) Dept. of Irrigation and Soil and Water Conservation and T.T.M.I. Project, Dept. of Meteorology, Wageningen Agricultural University, The Netherlands

The USDA Wind Erosion Laboratory in Manhattan, Kansas, developed a self orienting (rotating) Bagnold sampler. The sampling slot rotates on a vertical shaft. Experiments have shown, that only 65% of the potential air discharge passes through the sampler.

MERVA & PETERSON (1983) modified the slot of the self orienting Bagnold sampler. A check of the air flow showed that 95 % of the flow entered the sampler.

-For wind tunnel use JONES & WILLETTTS (1979) constructed a sand trap of perspex and metal and includes at its base a manually throttled valve, which controls the air inflow rate of the device. The inlet opening is 150 x 20 mm, the base of the inlet level with the soil surface.

-LEATHERMAN (1978) used a 0.915 m pvc pipe (i.d. 39.7 mm), dug into the soil for 0.61 m. Slots of 300 mm high are in the front and at the back side with the lower part of the inlet at soil surface level. The Wageningen research tried out two different inlet widths: (7 and 18 mm), both with an outlet opening of 18 mm. The back side slot was covered with 65 µm sieve screen to provide through-flow of the air. Sand particles are caught in a removable innertube. The tube has to be set into the wind direction.

Container type, regular interval, circular symmetrical

-DE FLOEY (1980) mounted 25 circular cake pans, Ø 0.19 m, on top of each other on a central rod. The spacing between the pans is 25 mm. The assembled collector measured 0.60 m in height. The containers trap the grains independently of the wind directions.

-In order to reduce disturbance of the air flow OLDENZIEL (1983) modified the DE FLOEY-sampler by taking plastic coffee cups (KOKOP) instead of cake pans. KOKOP has a diameter of 70 mm, tapering down to 40 mm at the bottom, and a height of 79 mm. The spacing between the cups is 30 mm.

-VAN DER VEER (1987) and EL-TAYEB MOHAMED (1991) improved the reproducibility and stability of the Oldenziel trap by putting circular plastic blocks (diameter 40 mm) to the central pole to have less vibration and exact spacing of 30 mm between the subsequent cups.

-Sticking to the same idea, HOLLEMANS (1990) composed a catcher from plastic soup-cups (SOKOP). The soup-cups appeared to have some advantages in comparison to the coffee-cups. Because soup-cups have two handles, assembly is rather simple. Each cup is fixed at two poles and therefore very stable in the wind flow. The poles are fixed to a massive ground-plate. In order to make the disturbance to the airflow symmetrical, consecutive cups alternate 90° in position. Pieces of plastic tube on the poles hold the cups 22 mm apart (fig. 2). When the trap is filled up with sediment, the cups are put together, facilitating an easy transport.

Container type, irregular interval

-WILSON & COOKE (1980) mounted six small bottles on wind vanes which may turn independently around a central aluminium pole. The bottles serve as a receptacle for wind driven particles which enter into the bottle through an inlet pipe; the air escapes by a second tube. Sampling takes place at different heights between 0.15 and 1.52 m. In the field the inlets always point into the wind. The airflow in the bottle is very low, sedimentation will take place.

-Similar to the above mentioned principle SCHAFER et al. (1990) fastened six bottles to a frame of copper pipes (Ø 14 mm). The difference with the Wilson & Cooke sampler is that they used one central wind vane (fig. 3). The catch-openings are installed at 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.6, and 1 m above the soil surface (SPAAN et al 1990).

-FRYREAR (1986) developed the so called BSNE (Big Spring Number Eight). He mounted eight samplers with individual wind vanes around a central pole. The sampler is constructed of 28-gauge galvanized metal, galvanized 18-mesh screen, and stainless steel 60-mesh screen. Dust laden air passes through the sampler opening (20 x 50 mm). Once inside, the air speed is reduced and the particles settle in a collection pan. Air discharges through mesh screen on top of the sampler.

-In the wind tunnel WILLIAMS (1964) used a sediment trap composed of four rectangular boxes. The boxes are 0.30 m long and have an opening into the wind of 100 mm in width and 10 mm in height. The boxes are installed at 25, 55, 95 and 155 mm above the surface. The trap catches the surface creep and saltating material moving below 10 mm with an opening at the tunnel floor of 10 mm in height and 100 mm in width. All boxes are completely closed, except for the area normal to the wind flow.

-UGGLA & FIASCIK (1964) composed a sampler, the Deflameter, with four catch boxes. The slots of the boxes are at heights of 0.10-0.53 m, 0.59-1.02 m, 1.08-1.51 m, and 1.57- 2.00 m. The backside of the catcher is wider than the front in order to decrease the velocity of the throughflow and covered with flannel to keep the small particles in. The bottom part of the boxes is filled with water to intercept the particles.

Continuously recording sampler

-DE FLOEY (1980) developed the Psammograph in order to record chronology and intensity of saltation transport. Grains in saltation pass through a 3 mm wide, 30 mm long vertical slit of an externally wind oriented cylinder and are caught on adhesive tape, which is fixed on a drum with a diameter of 0.17 m driven by a internal clockwork.

The above mentioned devices have been constructed to sample saltation transport and sometimes a part of the creep, depending on the scour around the instrument. The vertical sediment profile can be determined by catching particles at different levels.

Horizontal traps.

-BAGNOLD (1954) used a rectangular iron box (900 * 250 * 100 mm). Eight small partitions (30 mm high and 100 mm apart) are fixed at the bottom of the box in order to stabilize the caught sand (fig. 4). The box is buried with the top of the box at soil surface level. The trap is catching creep (mainly in the front part of the box) as well as saltation transport.

-HORIYAMA & SHEN (1960) used a box (length 500 mm; width 300 mm and a depth of 300 mm). The box is divided in seven parts. The partitions have the same height as the box. The creeping sand is caught in the up-wind compartments. This allows a separation of saltation and creep.

-BAGNOLD (1954) introduced a ground trap for creep investigations. The ground trap consists of a bottle with in its lid an opening of 13,5 * 3,6 mm. The bottle is buried with the lid at soil surface level.

-TERWINDT (1977) took jam pots with in the lid an opening of 25 * 5 mm. The installation concept is the same as the Bagnold ground trap.

-VAN DER VEER (1987) and EL-TAYEB MOHAMED (1991) did a wind tunnel investigation using big "underground" containers with a circular hole (diameter 33 mm) in the lid. This makes them independent of the wind direction. The surface around the hole was modified with a plastic sheet on soil surface level to smooth the creep and to prevent the sand grains ... rolling in from behind.

Other methods.

-Cumulative measurement of wind erosion or deposition can be achieved by using erosion pins. The erosion pin is a metal bar, preferably made of stainless steel. The pins are installed vertically into the soil.

-WILSON & COOKE (1980) connected two erosion pins with a movable horizontal bar. They determined the change of the soil surface on the least disturbed area between the two pins.

4. SELECTION OF SIMPLE DEVICES

To make a choice from the presented catchers or traps a set of requirements has been established:

- a. the instruments should provide a large enough area inside the trap with reduced velocity to absorb the soil particles;
- b. for throughflow, the air should flow into the inlet freely enough to correspond closely with flow conditions on the bed;
- c. the shape of the trap must give a relatively small disturbance to the flow pattern;
- d. scour around the trap should be avoided;
- e. simple construction and low-cost;
- f. weatherproof;
- g. easy to operate;
- h. measuring without continuous supervision;
- i. self-orienting into the wind or axis-symmetrical

In table 1. and 2. a review is given of the characteristics of several vertical and horizontal catchers respectively.

5. CONCLUSIONS.

For measurements of course saltation material the SOKOP is a good choice, because it provides detailed information of saltation transport of the first 0.30 m above the surface, quantitatively the most important part of the sediment profile. This trap is also user friendly, cheap and stable.

In circumstances with fine soil material, that can be lifted high above the surface, the following three samplers with a big measuring range are appropriate: Wilson & Cooke, Schäfer and Fryrear. Changing containers of the Schäfer trap is very easy and quick.

An accurate determination of creep is very difficult. Caught samples are often a mixture of both creep and saltation material.

Table 1 Review of the characteristics of simple vertical samplers

vertical sediment catcher	creep	salination	suspension	particle retention inside	through/low	aerodynamic shape	scour	manufacturing costs	weatherproof	easy to operate	supervision	self directing
vertical snot												
Bagnold	0	+	-	+	-	+	0	+	+	+	-	-
Rotating Bagnold	0	+	0	++	+	+	0	-	+	+	0	+
Merva & Petterson	0	+	0	++	++	+	0	-	+	+	0	+
Janes & Willets	0	+	-	++	+	+	0	+	+	+	0	-
Leatherman	0	+	-	+	+	0	-	++	+	++	-	-
circular container												
regular distance												
De Ploey	n.o.r.	+	-	0	+	-	0	+	-	0	+	n.o.r.
Oldenzel	n.o.r.	+	-	0	+	0	0	++	+	0	+	n.o.r.
Van der Veer/EI-Tayeb	n.o.r.	+	-	0	+	0	0	++	+	0	+	n.o.r.
Hallemans	n.o.r.	+	-	+	+	0	0	++	+	+	+	n.o.r.
container												
irregular distance												
Williams	+	+	-	-	-	+	0	0	+	+	-	-
Wilson & Cooke	n.o.r.	+	0	+	+	+	0	++	+	++	+	+
Schoefer	n.o.r.	+	0	+	+	+	0	++	+	++	+	+
Fryrear	n.o.r.	+	+	+	++	+	0	+	+	+	+	+
Uggla & Piascik	n.o.r.	+	0	+	+	-	0	0	+	+	+	+
chronology												
De Ploey	n.o.r.	+	-	-	-	--	0	+	+	+	+	+

++ very good

+ good

0 moderate

- bad

-- very bad

n.o.r. not of relevance

Table 2 Review of the characteristics of simple horizontal sediment samplers

horizontal sediment catcher	creep	salination	particle retention inside	throughflow	manufacturing costs	weatherproof	easy to operate	supervision	self directing
Bagnold box	+	+	0	0	+	+	0	-	-
Honkawa & Shen box	+	+	+	-	+	+	0	-	-
Bagnold ground trap	+	+	+	-	++	+	0	-	-
Terwindt jam pot	+	+	+	-	++	+	0	-	-
Van der Veer/EI-Tayeb container	+	+	+	-	+	+	0	-	0

++ very good

+ good

0 moderate

- bad

-- very bad

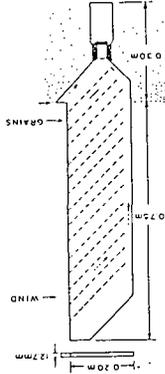


Figure 1. Fixed Bagbold-type trap.
Source: after Bagbold (1954).

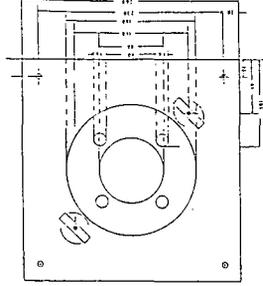
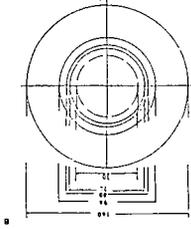
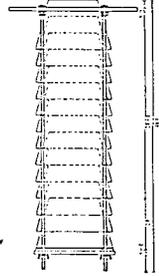


Figure 2. 50x50mm catchment trap (cup model): a. vertical cross section; b. horizontal cross section; c. ground plan.
Source: after Spain (1990).

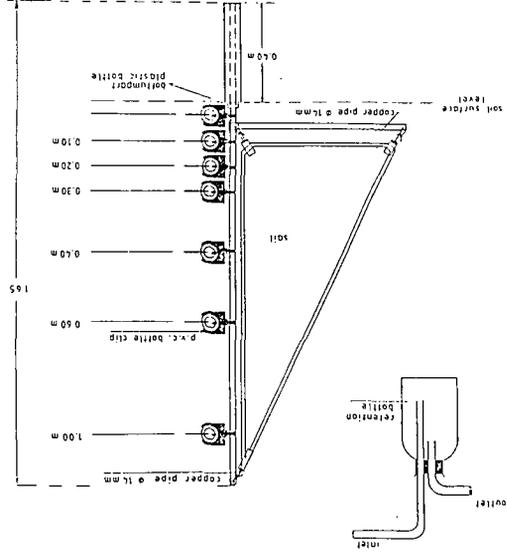


Figure 3. Schemer catcher.

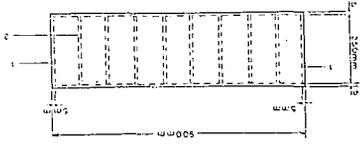


Figure 4. Bagbold box.

Referate

Sitzung der KOMMISSION V

23. und 24. April 1991

EBERSWALDE

Probleme der Auswertung mittelmaßstäbiger
Bodenkarten im Bodeninformationssystem

von

Adler, G. H.*)

Die bisherigen Untersuchungen zur Erfassung des aktuellen Zustandes der Böden in den neuen Bundesländern zeigen, daß auf etwa drei Millionen Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche der Boden, bedingt durch Wind- und Wassererosion, Verdichtung, Vernässung und Versauerung, geschädigt ist. Zugleich sind erhebliche Teile der unter Wald liegenden Böden durch Stoffeinträge beeinträchtigt. Durch den Braunkohlenbergbau wurden jährlich ca. 4 000 Hektar land- und forstwirtschaftlich genutzte Fläche zerstört. Insgesamt betrifft das bisher annähernd 140 000 Hektar. In großen Gebieten der neuen Bundesländer führen diese Schädigungen zu einer erheblichen Beeinträchtigung von Ökostabilität und Produktivität der Böden. Während die Zerstörung der Böden leicht möglich war, vollzieht sich ihre Neubildung und Regeneration nur mit hohen Aufwendungen und in außerordentlich langen Zeiträumen.

Unter diesen Bedingungen gewinnt in den ostdeutschen Bundesländern die umgehende Schaffung von Voraussetzungen zur Erarbeitung fundierter Entscheidungen und Maßnahmen zum Schutz der Böden höchste Priorität. Mit der Eingliederung der Verwaltungseinheiten aller neuen Bundesländer in die förderativen Strukturen Deutschlands, steht die zügige Umsetzung bodenschutzrelevanter Fragestellungen in Handlungsstrategien des Bundes und der Länder im Mittelpunkt aller Probleme. Es geht um die Förderung von Aktivitäten, die zur schnellen Nutzung der vorliegenden Bodendaten aus flächendeckenden Kartierungen führen. Zugleich müssen die Bemühungen auf die Ge-

*) Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg
Fachbereich Bodenkunde und Bodenschutz Eberswalde
Schicklerstraße 3 - 5, O-1300 Eberswalde-Finow

staltung eines einheitlichen Systemkonzeptes ihrer Speicherung und Auswertung gerichtet sein. In der ersten Phase können in einem relativ kurzen Zeitraum die Datenfonds der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) in ein länderbezogenes Bodeninformationssystem eingespeichert werden. Auf dieser Basis ist die Bestimmung der Bodenverbreitung, der Eigenschaften und der Belastbarkeit der Böden in den neuen Bundesländern für einen weitgespannten Nutzerkreis möglich. Anhand mittelmaßstäbiger Bodendaten und zielbezogener Auswertungsalgorithmen ist die Bestimmung von Rang- und Reihenfolgen der Maßnahmen, die zur Eindämmung fortlaufender Schädigungen bzw. zur Wiederherstellung von Bodenfunktionen notwendig sind, mit ausreichender Genauigkeit und in angemessenen Zeiträumen möglich.

Mit dem Ziel der Übertragung bereits vorliegender Konzeptionen zur Gestaltung eines Bodeninformationssystems hatte eine Studiengruppe des Fachbereiches Bodenkunde und Bodenschutz Eberswalde die Gelegenheit, am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung in Hannover die Komponenten des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS mit Bodendaten aus den neuen Bundesländern zu testen. Im Ergebnis dieser durch das Umweltbundesamt Berlin geförderten Arbeiten liegt ein Tätigkeitsbericht und eine Übertragbarkeitsstudie vor.

Die dort dargestellten Ergebnisse lassen erkennen, daß NIBIS als Rahmen zum Aufbau länderbezogener Bodeninformationssysteme im ostdeutschen Raum geeignet ist. Die vorliegenden analogen und digitalen Datenbestände der MMK können problemlos gespeichert und über die Methodenbank auch einer länderübergreifend kompatiblen Datenauswertung zugeführt werden.

Von grundsätzlicher Bedeutung ist in diesem Zusammenhang die Erfassung der Nutzeranforderungen. Der Bedarf an bodenkundlichen Daten und der darauf aufbauenden Auswertungsmethoden, gegenwärtig bezogen auf Boden- und Auswertekarten im Maßstab 1 : 200 000 bis 1 : 500 000, ist weder auf Länder- noch auf Bundesebene in ausreichendem Maße bekannt. Es wird bei der Relevanzprüfung vorliegender MMK-Datenfonds und methodischer Lösungen der Auswertemodelle in den neuen Bundesländern deshalb vorgeschlagen, zunächst vom geschilderten Belastungszustand der Böden, jedoch unter Beachtung

regionaler Schwerpunkte, auszugehen. Bei der Festlegung inhaltlicher Prioritäten stehen im angegebenen Maßstabbereich zunächst die komplexen Länderaufgaben bezüglich Raumplanung, Flurbereinigung, Gewässer- und Grundwasserschutz im Vordergrund der Bearbeitung.

Am Beispiel des Landes Brandenburg wurden bisher folgende Themen mit NIBIS bearbeitet bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Anarbeitungsstand:

- Anbau- und Bewirtschaftungseignung,
- potentieller landwirtschaftlicher Ertrag (Ernte- und Reinertrag) unter Beachtung mesoklimatischer Einflüsse zur Bestimmung der agronomischen Leistungsfähigkeit der Böden,
- Umwidmungseignung bisher landwirtschaftlich genutzter Böden,
- Gruppierung der Böden nach Substratschwere und Wasserverhältnissen,
- Erosionsgefährdung der Böden nach Wasser und Wind,
- Natürlichkeitsgrad der Böden nach Anteilen ökologisch wertvoller Biotope,
- Gefährdungspotentiale des bisherigen landwirtschaftlichen Pflanzenbaus bezüglich Stickstoff.

Es ist zu erwarten, daß diese Auswertungsergebnisse zukünftig nicht allein für die o. g. Nutzerebene benötigt werden. Es geht um die mehrstufige Auswertung von Bodendaten über die Nutzereinheiten und zugleich über die Klassifikationseinheiten des Bodens hinweg. Die Nutzereinheiten gliedern sich in Übereinstimmung mit den Vorstellungen zum Unterteilungsschema des NIBIS in parzellenscharfe Einheiten, Versuchsfeld, Schlagteil, Schlag, Pflanzenbaubetrieb, Gemeinde und Kreis. Diesen Nutzflächeneinheiten lassen sich äquivalente Klassifikationseinheiten der Bodendecke von der Bodenform (topologische Dimension) bis zu den Bodengesellschaften (chorologische Dimension) zuordnen. Werden die Klassifikationseinheiten direkt bewertet, so ist davon auszugehen, daß die Eingangsgrößen der Auswertemodelle auf der topologischen Ebene unter Berücksichtigung taxonomischer Kriterien bestimmt werden können. Geschieht das auf der Ebene chorologischer Einheiten, d. h. liegt eine charakteristische Vergesellschaftung von Bodenformen vor oder stehen bereits Flächentypen des Substrats/Substratschichtung, der Wasser-

verhältnisse sowie der Hangneigung zur Verfügung, so spiegeln die Eingangsgrößen der Auswertemodelle dagegen die flächenbezogene Arealstruktur wider.

Äquivalente Überlegungen zur Gestaltung des Nutzungskonzeptes des NIBIS werden mit der Bestimmung von Kategorien der Bodenansprache von SPONAGEL und GEHRT angestellt. Es wird primär zunächst die Schaffung einer möglichst umfassenden Datenbasis gefordert, die auf einer großmaßstäbigen Basiskarte fußt. Zugleich müssen jedoch, möglichst über automatisch wirkende Ableitungsmethoden, im Bodeninformationssystem aus dem Datenpool der Basiskarte Bodendaten für unterschiedliche Nutzerniveaus von der unteren (parzellenscharfe Einheiten), über die mittlere (Regierungsbezirke, Landkreise) bis zur oberen Ebene (Landesebene) gewonnen und auf diesen Niveaus auch abgelegt werden.

Während in allen ostdeutschen Bundesländern bisher die Zuweisung von Bodendaten bzw. ihrer Aggregationen auf der Ebene von Nutzungseinheiten erfolgte, z. B. in Form der Bestimmung von Bodendaten für konkrete landwirtschaftliche Schläge in der betrieblichen Schlagkartei oder bei der Bestimmung von Anteilen der Kartierungseinheiten an der Gemeinde- oder Betriebsfläche, ist es im NIBIS möglich; die Sachdaten im Verband mit den Geometriedaten der Kartierungseinheiten den Auswertungsalgorithmen zuzuführen. Bewertungen von Bezugseinheiten der Nutzer erfolgen im NIBIS durch rechnerinterne Verschneidung ihrer digital erfaßten Konturen mit den bereits im geographischen Informationssystem GIROS vorliegenden digitalen Grenzen der MMK-Einheiten.

Unabhängig von der Vorgehensweise zur Auswertung mittelmaßstäbiger Bodenkarten sind verstärkt inhaltliche Probleme zu beachten, die z. B. die Paßfähigkeit der Eingangsdaten der MMK und entsprechender Bodendaten der alten Bundesländer betreffen.

Unter Beachtung dieser Probleme, die bei der Auswertung von MMK-Bodendaten im NIBIS auftraten, sind in den neuen Bundesländern die bereits vorliegenden Datenfonds der MMK schnell erschließbar. Zugleich sollten diese Daten länderspezifisch durch die Bodenkartierung und die Einrichtung von Dauerbeobachtungsflächen ergänzt werden.

Bodenkartierung in Sachsen-Anhalt - Stand und Perspektiven

von

ALTERMANN, M.,^{*)} KNAUF, C.,^{**)} KOHN, D.,^{***)} SCHRODER, H.^{**)}

1. Stand der Bodenkartierung (siehe Abb. 1)

Die Bodenkartierung wurde im heutigen Land Sachsen-Anhalt (etwa ehemals die Bezirke Halle und Magdeburg) von verschiedenen Institutionen durchgeführt, und zwar von der Geologie, der Forstwirtschaft und von Meliorationsbetrieben. Unterschiedliche Aufgaben- und Zielstellungen der genannten Bereiche hatten differenzierte methodische Ansätze und damit zwangsläufig voneinander abweichende Kartierungsergebnisse zur Folge.

Die Boden- und Standortkartierungen des Geologischen Dienstes bzw. des Betriebes Geologische Forschung und Erkundung Halle begannen etwa 1960. Bis 1968 wurden im Rahmen der geologischen Meßtischblattkartierung bodenkundliche Erläuterungsanteile mit dem Ziel erarbeitet, dem Nutzer geologischer Meßtischblätter auch bodenkundliche Parameter zu vermitteln und den Anwendungsbereich geologischer Karten zu erweitern.

Zusammen mit der geologischen Landesaufnahme erfolgte die Erarbeitung der Bodenformenkarte Beetzendorf (3232) 1:25 000 (Schröder 1973). Durch dieses zu erst in Thüringen praktizierte Verfahren der gleichzeitigen geologischen und bodenkundlichen Meßtischblattaufnahme wurden die bei den Geländearbeiten geschaffenen Aufschlüsse umfassend ausgewertet. Durch den Abbruch der geologischen Meßtischblattkartierung konnte dieser Weg nicht weiter verfolgt werden.

Mit der Schaffung von landwirtschaftlichen Großbetrieben auf dem Territorium der ehemaligen DDR wandelten sich die Produktionsziele und damit die Anforderungen an die landwirtschaftliche Bodennutzung entscheidend. Der Bodenfor schung und damit auch der Bodenkartierung wurde das Ziel gestellt, wissen schaftliche Grundlagen für eine Produktionssteigerung bereitzustellen. Um fangreiche Kartierungen liefen in Sachsen-Anhalt, insbesondere in der Nordhälfte (ehemaliger Bezirk Magdeburg) zur Vorbereitung von Meliorations maßnahmen (Entwässerung, Flurmelioreation) und zur effektiven Gestaltung der landwirtschaftlichen Produktion. So liegen für etwa 100 000 ha landwirt schaftlicher Nutzfläche Bodenkarten i.M. 1:10 000 vor, die Bodenformen mit einer starken Substratdifferenzierung ausweisen. Diese nicht gedruckten Karten, fußen auf der Auswertung der Reichsbodenschätzung (Auswertung der Grablochbe scribe) und geologischer Unterlagen sowie auf umfangreichen Schurf- und Bohrprogrammen. Darüber hinaus wurden - insbesondere für Landwirtschafts betriebe im ehemaligen Bezirk Halle - im Rahmen der standortkundlichen Schlagkennzeichnung Bodenkarten als Manuskripte i.M. 1:10 000 auf der Basis vorhandener Unterlagen (i.w. geologische Karten und Bodenschätzungskarten) erarbeitet. Für den gesamten ehemaligen Bezirk Magdeburg wurden die Grabloch-

^{*)} Institut für Standortkunde und Agrarraumgestaltung der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Weidenplan 14, 0-4020 Halle

^{**)} Geologisches Landesamt Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 34, 0-4060 Halle

^{***)} BGR, Außenstelle Berlin, Invalidenstr. 44, 0-1040 Berlin

beschriebe der Reichsbodenschätzung aus den Archiven herausgezogen, gemäß den geltenden Nomenklaturen umgedeutet und auf Bodenschätzungskarten 1:10 000 dokumentiert.

Neben betriebsübergreifenden Bodenkartierungen im M. 1:25 000 liegen auch Betriebsstandortkarten gleichen Maßstabs für Landwirtschaftsbetriebe vor. Damit wurde das Ziel verfolgt, den Betrieben wissenschaftliche Grundlagen zur effektiven und schonenden Bodennutzung zu übergeben. Aus diesen Unterlagen sind auch thematische Betriebskarten, so z.B. die Karte der Flurgestaltung abgeleitet worden. Die Betriebsstandortkarten liegen für alle Landwirtschaftsbetriebe des Harzes, für weitere Betriebe des Harzvorlandes und für den Kreis Querfurt vor. Sie gliedern sich in die Bodenkarten 1:25 000 (Karte der Bodengesellschaften) und in die Karte der Hangneigungsverhältnisse 1:25 000. Kartierungseinheiten für die Bodengesellschaften sind die definierten Standortregionaltypen der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK), die jedoch für den Kartenmaßstab 1:25 000 weiter differenziert sind. Der Karteninhalt ist in ausführlichen Legenden erläutert, in Analysenkatalogen sind für die Kartierungseinheiten bodenphysikalische und bodenchemische Parameter zusammengestellt. Die Kartenerarbeitung erfolgte durch die Auswertung der Bodenschätzung, umfangreiche Geländeuntersuchungen (Schürfe, Peilstangenbohrungen) sowie teilweise auch durch Hinzuziehung der Luftbilder (ALTERMANN, PRETZSCHEL, BÜHME 1986).

In den 60er Jahren wurde das Konzept einer bodengeologischen Übersichtskarte 1:100 000 entwickelt. Für den südöstlichen Teil Sachsen-Anhalts liegt die bodengeologische Karte 1:100 000 Blatt Leipzig vor. Dargestellt sind bodengeologische Einheiten, die aus dem Bodentyp (oder Subtyp), der Ausprägung der pleistozänen oder holozänen Deckschichten (z.B. Lößdecke, Sandlößdecke, Auenlehmedecke) und der Zusammensetzung der liegenden Substrate gebildet wurden. Durch die gezielte Zuordnung der Darstellungselemente Farbe (Bodentyp), Strukturraster der Farbe (Deckschicht) und schwarze Signaturraster (Liegendes) gelang eine Karte mit hohem Informationsgehalt und differenzierter Darstellung (MAUTSCHKE, ALTERMANN, SCHUBERT, KNAUF, SCHRÖDER u. WONSCHKE 1981). Für die Umgebung von Halle existiert außerdem eine Bodenübersichtskarte (Leitbodenformen) i.M. 1:75 000 (ALTERMANN 1972).

Die bodengeologische Übersichtskartierung wurde 1968 abgebrochen. Die in den Jahren 1974-1980 erarbeitete Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung i.M. 1:100 000 liegt flächendeckend für die landwirtschaftliche Nutzfläche gedruckt vor. Auf diesen Karten sind Standortregionaltypen, die durch Bodengesellschaften, bestimmte Substrat- und Wasserverhältnisse sowie Reliefbedingungen definiert sind, ausgewiesen (SCHMIDT 1978). Darüber hinaus liegen Manuskripte für Bodenübersichtskarten vor, deren Herausgabe aber bisher nicht möglich war. Hier sollen nur Manuskripte der Bodenformenkarten 1:25 000 für den M. 1:100 000 des Gebiets der Altmark genannt werden.

Durch den Abbau von Rohstoffen, insbesondere von Braunkohle im Tagebau im südlichen Teil Sachsen-Anhalts wurden und werden Böden devastiert und Kippen und Halden geschüttet. Zur optimalen Gestaltung der Bergbaufolgelandschaften, insbesondere für Aussagen zur Eignung dieser Kippsubstrate zur land- oder forstwirtschaftlichen Folgenutzung ist es erforderlich, eine Kartierung dieser Flächen vorzunehmen. Mit der bodengeologischen Kartierung und Beurteilung der Kippflächen erfolgt eine detaillierte Kennzeichnung der Zusammensetzung, Verbreitung und Mächtigkeit der Kippsubstrate in den oberen zwei Profilm Metern. Die Kartierungseinheiten sind aus einer Klassifikation der Kippböden abgeleitet, und sie beinhalten den Substrataufbau nach Körnung, Kohle- und Kalkgehalt sowie den vertikalen Substratwechsel (WONSCHKE, OEHME, HAUBOLD, KNAUF, SCHMIDT, FROBENIUS, Altermann 1981). Für ca. 10 000 ha Kippen- und Haldenflächen liegen bodengeologische Karten in den M. 1:2500 bis 1:10 000 vor.

Für die Waldflächen Sachsen-Anhalts gibt es die Karten der forstlichen Standortkartierung im M. 1:10 000. Die Ergebnisse der Reichsbodenschätzung (Klassenflächen) liegen zusammengefaßt in Karten 1:10 000. In der Vergangenheit wur-

den von den Meliorationsbetrieben projektbezogene, großmaßstäbige Karten erarbeitet, auf denen Meliorationseinheiten ausgewiesen sind.

2. Nächste Aufgaben der Bodenkartierung

Im Bundesland Sachsen-Anhalt besteht ein großer Handlungsbedarf für Maßnahmen zur Erhaltung und zum Schutz der Böden. Das liegt vor allen Dingen darin begründet, daß in diesem Gebiet Bodenprovinzen mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit und intensiver landwirtschaftlicher Produktion mit vielerlei Gefährdungen für den Boden, Ballungsräume mit vielfältigen Belastungen und große Devastierungsgebiete zusammentreffen. Zur Umsetzung von Bodenschutzkonzeptionen sind Boden- und Standortdaten unentbehrlich. Für die Fortführung der Boden- und Standortkartierung in Sachsen-Anhalt zeichnet sich folgender Weg ab:

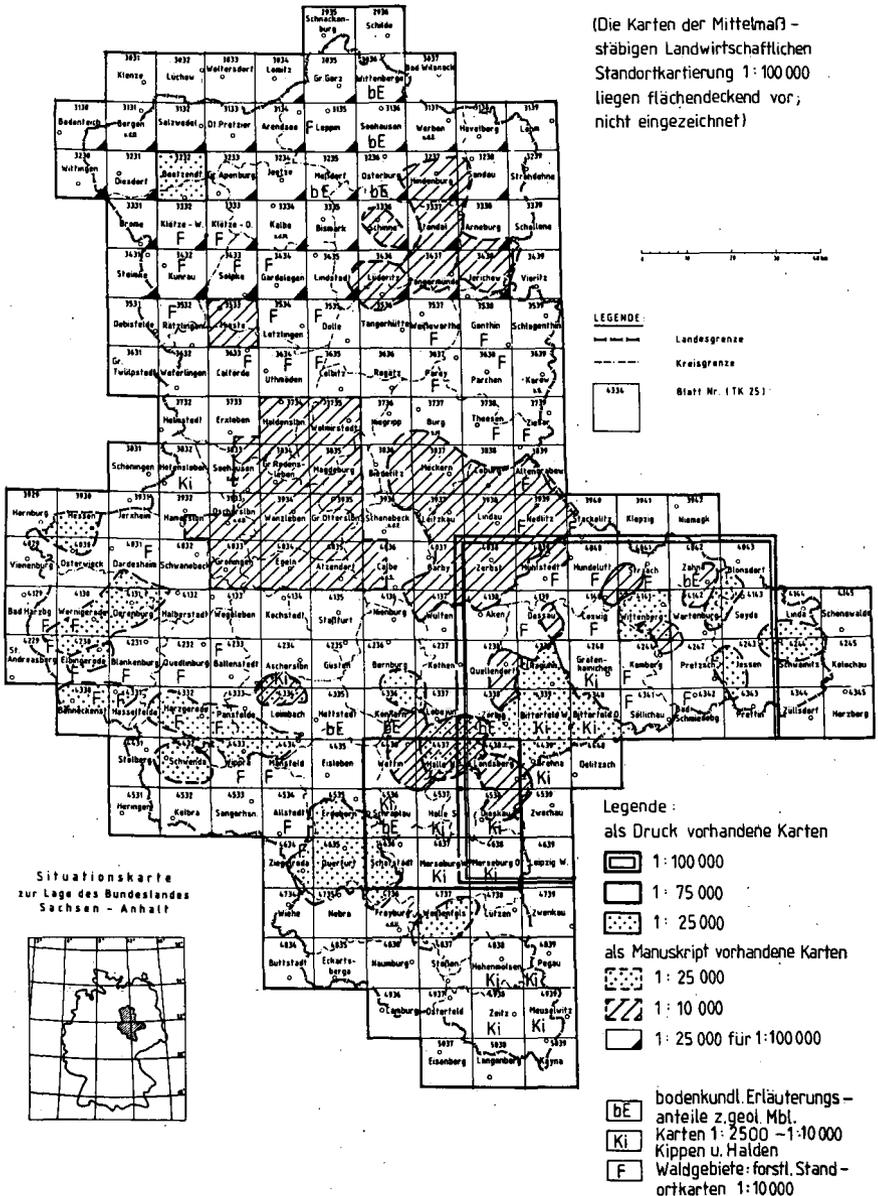
- Erarbeitung einer flächendeckenden Bodenkarte 1:50 000:
Die Unterlagenfülle insbesondere an Manuskriptkarten ermöglicht für die Hälfte der Fläche Sachsen-Anhalts die Herausgabe von Bodenkarten i. M. 1:50 000. Mit nur geringem Geländeaufwand müßten diese genannten Unterlagen auf ein gleiches Niveau gebracht werden. Dringend notwendig dafür ist die Erstellung einer Rahmenlegende. Neuaufnahmen für dieses Kartenwerk 1:50 000 sollten erst begonnen werden, wenn der überwiegende Teil von Boden- und Standortdaten (insbesondere Kartenmanuskripte, Daten von mehreren Tausend Bodenprofilen, Ergebnisse der detaillierten Auswertung der Reichsbodenschätzung, Labordaten) in einem Bodeninformationssystem gespeichert ist, um den Aufwand zu minimieren.
- Erarbeitung von Bodenkarten 1:25 000:
Karten dieses Maßstabes (Neuaufnahmen) sollten sich vorerst auf die Gebiete beschränken, wo dringender Handlungsbedarf Detailaussagen erfordert.
- Erarbeitung einer Bodenkarte 1:200 000:
Dieses bundesweite Kartierungsprogramm kann in Sachsen-Anhalt ohne Schwierigkeiten aus dem vorliegenden Datenfonds realisiert werden. Auch hierfür ist die Erarbeitung einer Rahmenlegende dringentlich.

Neben diesen Kartenwerken werden in den nächsten Jahren in größerem Maße Inselkarten mit spezieller Zielstellung und Aussage - insbesondere für Belastungs- und Ballungsgebiete - erforderlich. Das neu gegründete Geologische Landesamt Sachsen-Anhalt wird sich diesen Herausforderungen stellen und zur Bewältigung der umfangreichen Aufgaben ein breites Zusammenwirken mit vielen im Territorium tätigen Disziplinen anstreben.

Literatur:

- ALTERMANN, M.: Die Bodenkarte der Umgebung von Halle (S.) (i.M. 1:75 000) - Inhalt, Darstellung und Auswertungsmöglichkeiten. - Petermanns Geogr. Mitt., Gotha 116 (1972) 4, S. 315-318, mit 1 Kartenbeilage.
- ALTERMANN, M.; PRETZSCHEL, M.; BÜHME, G.: Standortkennzeichnung mittels Betriebsstandortkarten und deren Auswertung f. Landwirtschaftsbetriebe. - Kongreß- und Tagungsberichte der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg; WB 1986/51 (S 53) "Bodenkartierung und Landwirtschaft"; S. 21-46.
- MAUTSCHKE, J.; SCHUBERT, A.; ALTERMANN, M.; SCHRÖDER, H.; KNAUF, C.; WONSCHKE, M.: Bodengeologische Übersichtskarte Leipzig i.M. 1:100 000 mit Erläuterungen. - Zentrales Geologisches Institut Berlin 1971; Erläuterungen 1980.
- SCHMIDT, R.: Prinzipien der Standortgliederung d. Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung der DDR. - Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 22 (1978), S. 459.
- SCHRÖDER, H.: Bodengeologische Karte der Deutschen Demokratischen Republik 1:25 000, Blatt Beetzendorf (3232); Zentrales Geologisches Institut Berlin 1973; Erläuterungen 1980.
- WONSCHKE, M.; OEHME, W.-D.; HAUBOLD, W.; KNAUF, C.; SCHMIDT, K.E.; FROBENIUS, A.; ALTERMANN, M.: Die Klassifikation der Böden auf Kippen und Halden in den Braunkohlerevierern der DDR. - Neue Bergbautechnik, Leipzig 11 (1981) 1, S. 42-48.

Abb.1 Zusammenstellung der vorhandenen Boden- und Standortkarten Sachsen-Anhalts



Landschaftsökologische Aspekte bei umweltrelevanten Boden-
kartierungen

von
Diemann, R.⁺

Die Untersuchung der anthropogenen Degradation und Belastung der Böden insbesondere durch Ackerbau, Agrochemie und Industrieemissionen führte zur Entwicklung der Bodenprozeßforschung als einer speziellen Richtung. Aufwandbedingt sind derartige Untersuchungen, sofern sie über laborative oder stationäre Messungen hinausgehen, auf einzelne Testareale und allenfalls auf Modellgebiete beschränkt. Aus den Erfordernissen des Bodenschutzes und der Boden-sanierung notwendige flächenbezogene Verallgemeinerungen und Schlußfolgerungen müssen deshalb über Kartierungen erfolgen, die möglichst von vorherein prozeßorientierte Aussagen ermöglichen. Diesem Ziel dienen erkundungsmethodisch orientierte und in das vom BMFT getragene Verbundprojekt für das Ballungsgebiet Leipzig-Halle-Bitterfeld integrierte F+E-Arbeiten, bei denen Luftaufnahmen ein wichtiges Arbeitsmittel darstellen (vgl. DIEMANN; GRUHN 1991).

Sowohl die Kartierungen von Böden (s. EHWALD 1968; LIEBEROTH 1982) als auch von Naturräumen (s. HAASE u.a. 1990) und selbst landschaftsökologischer Einheiten (s. NEEF 1965, HAASE 1968, LESER; KLINK u.a. 1988) beschränken sich im wesentlichen auf eine komponentenbezogene Inventarisierung, z. B. mittels Bodenform als einer an die Bedürfnisse einer Kartierung angepaßten bodensystematischen Kategorie. Die Kennzeichnung oder Interpretation einzelner Größen des Landschaftshaushaltes, dynamischer Eigenschaften und schließlich komplexer Verhaltens- bzw. Haushaltstypen basiert somit auf dem Inventar der Kartierungseinheiten und wird auf deren Areale bezogen. Diese Bindung an Kartierungseinheiten oder Raumtypen bleibt auch dann erhalten, wenn bei der Arealstrukturanalyse nach

⁺Dr. Rolf Diemann, Institut für Standortkunde und Agrarraumgestaltung der Universität Halle-Wittenberg, Adam-Kuckhoff-Str. 15, 0-4020 Halle (S.)

HAASE (1976), HERZ u.a. (1984) und HERZ (1984) besonders die Beziehungen zwischen räumlicher Struktur und prozeßualem Geschehen verfolgt wird (vgl. auch SCHMIDT 1986, 1987).

Flächenbezogene Untersuchungen zum Nährstoff- und Wasserhaushalt gaben Anlaß, wie bei hydrologischen Untersuchungen auf Einzugsgebiete zu orientieren. So verweist SCHLICHTING (1975) auf die Bedeutung des Standortmosaiks in den Grenzen von Einzugsgebieten. NEUMEISTER (1988, S. 193 ff.) stellt derartige Felduntersuchungen zum Wasser als raum- und zeitintegrale Meßgröße in Einzugsgebieten zusammen. MOSIMANN (1984) hebt die Bedeutung unterschiedlicher Bezugseinheiten hervor: Über Pedo-/Physiotopgefüge wird die Wasser- und Stoffverteilung erfaßt, über Einzugsgebiete dagegen die U m v e r t e i l u n g .

Einen Ansatz für die stärkere Berücksichtigung landschaftsökologischer Aspekte bei Bodenkartierungen ergaben Luftbildinterpretationen (SCHRÖDER; VILLWOCK 1985, DIEMANN; ODZUCK; GRUHN 1988). Für einen Ausschnitt des Untersuchungsgebietes im Thüringer Becken von DIEMANN; ODZUCK; GRUHN (1988) konnten nach Koppelungstypen als den Grundformen der räumlichen Anordnung (s. SCHMIDT 1978, HAASE u.a. 1990) folgende landschaftsökologische Einheiten auf Grundlage des Luftbildes ausgeschieden werden:

Koppelungstyp (Gefügestil)	Landschaftsökologische Einheiten (Raumtypen)
Plattengefüge (Inzidenzgefüge)	P: Substratbestimmt mit sehr schwachen lateralen Prozessen
Platten-Hanggefüge (Inzidenz-Catenagefüge)	P-H ₁ : Substratbestimmt mit flächenhaften lateralen Prozessen (im Mikroreliefbereich)
	P-H ₂ : Schwache bis mittlere substratmodifizierte Prozesse
Hanggefüge (Catenagefüge)	H ₁ : Reliefbestimmte starke substratmodifizierte Prozesse
	H ₂ : Reliefbestimmte flächenhafte und lineare laterale Prozesse
	H ₃ : Relief- und substratbestimmte Prozeßkombinationen durch unterschiedliche Einflußgrößen (bedingt durch ein Zerschneidungsrelief).

Diese landschaftsökologischen Einheiten spiegeln Richtung und Stärke der substratbestimmten und/oder reliefgesteuerten Landschaftsdynamik des UG wider. Sie sind als homogen (oder quasihomogen) in

Hinblick auf Prozesse an der Bodenoberfläche anzusehen. Ihre Begrenzung weicht von der inhaltlich substanziiell-strukturell ausgerichteten Pedonanochoen ab, was die Eigenständigkeit der jeweils verwendeten Kartierungskriterien unterstreicht.

Für die weitere großmaßstäbige Detaillierung dieses Ansatzes sind die Einzugsgebiete unterster Ordnung wichtig, wie sie KRAMER (1989) bearbeitete. Dabei erhält die morphographische Reliefanalyse eine besondere Bedeutung (KUGLER 1988, KRAMER, SOBE 1989, SOBE 1990), und zwar vor allem bezüglich der durch reliefbedingte laterale Umverteilung angelegten Quellen-Senken-Beziehungen in agrarlandschaftlichen Ökosystemen, die es kartierungsmäßig nachzuweisen gilt. Neue und praxisnutzbare Ergebnisse sind allerdings nur zu erwarten, wenn die beiden Forschungsrichtungen der Arealstruktur- und der Prozeßanalyse eng verknüpft werden, wie SCHMIDT (1987, S. 202) bemerkt.

Literatur

- DIEMANN, R.; ODZUCK, T.; GRUHN, S. 1988: Standortkundliche Untersuchungen in der Agrar-Industrie-Vereinigung Berlstedt auf der Grundlage multitemporaler Luftaufnahmen. Tag.-Ber.Akad. Landwirtschaftswiss.DDR 270, 125-133.
- DIEMANN, R.; GRUHN, S. 1991: Boden- und Standortkartierung auf der Basis von Luftaufnahmen. Wiss. Z. Univ. Halle, Math.-nat. R 40, 2, 21-26.
- EHWALD, E. 1968: Die großmaßstäbliche landwirtschaftliche Boden- und Standortkartierung und ihre Auswertung. Fortschrittsber.Landwirtsch. 6, 6.
- HAASE, G. 1968: Inhalt und Methodik einer umfassenden Standortkartierung auf der Grundlage landschaftsökologischer Erkundung. Wiss. Veröff. Deutsch. Inst. Länderkunde Leipzig 25/26, 309-349.
- HAASE, G. 1976: Die Arealstruktur chorischer Naturräume. - Petermanns Geogr. Mitt. 120, 2, 130-135.
- HAASE, G. u.a. 1990: Naturraumerkundung und Landnutzung. Beitr. z. Geographie 34.
- HERZ, K. 1984: Theoretische Grundlagen der Arealstrukturanalyse. Wiss. Z. Pädag. Hochsch. Dresden Themat. R. 18, 7-33.
- HERZ, K. u.a. 1980: Analyse der Landschaft. Studienbücherei Geographie 6, Gotha/Leipzig.
- KRAMER, M. 1989: Zur natürlichen Funktion von Dellen in landwirtschaftlichen Geländeschlägen des Mittelsächsischen Lößhügellandes. Wiss. Abh. Geogr. Ges. DDR 20, 175-185.
- KRAMER, M.; SOBE, U. 1989: Landschaftliche Ausstattungsstruktur und Standortcharakteristik landwirtschaftlicher Geländeschläge im Mittelsächsischen Lößhügelland. Wiss. Z. Pädag. Hochsch. Dresden Math.-nat. R 23, 121-133.

- KUGLER, H. 1988: Nutzungsorientierte großmaßstäbige geomorphologische Kartierung. *Geomethodica* 13, 25-59.
- LESER, H.; KLINK, H.-J. u.a. 1988: Handbuch und Kartieranleitung Geoökologische Karte 1:25 000. *Forsch. z. Deutsch. Landeskd.* 228, Trier.
- LIEBEROTH, I. 1982: *Bodenkunde*, Berlin.
- MOSIMANN, T. 1984: *Landschaftsökologische Komplexanalyse*, Stuttgart.
- NEUMEISTER, H. u.a. 1988: *Geoökologie*, Jena.
- SCHLICHTUNG, E. 1975: Bedingungen und Bedeutung landschaftsökologischer Umsatz- und Bilanzuntersuchungen. *Forstw. Cbl.* 94, 273-280.
- SCHMIDT, R. 1978: Geoökologische und bodengeographische Einheiten der chorischen Dimension und ihre Bedeutung für die Charakterisierung der Agrarstandorte der DDR. *Beitr. z. Geographie* 29/1, 81-156.
- SCHMIDT, R. 1986: Bodengeographische Grundlagen der Bodenprozeßforschung in heterogenen Einheiten der Bodendecke. *Tag.-Ber. Akad. Landwirtschaftswiss. DDR* 245, 23-30.
- SCHMIDT, R. 1987: Bodenprozesse und Struktur der Bodendecke. *Wiss. Abh. Geograph. Ges. DDR* 19, 193-203.
- SCHRÖDER, H.; VILLWOCK, G. 1985: Muternanalyse in Luftbildern zur Kennzeichnung physisch-geographischer Prozesse auf landwirtschaftlichen Nutzflächen. *Petermanns Geogr. Mitt.* 129, 271-278.
- SOBE, U. 1990: Untersuchungen zur natürlichen landschaftlichen Funktion von Reliefeinheiten. *Hall. Jb. f. Geowiss.* 15, 93-101.

Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern.
Grundlage für den Bodenschutz

von
H. Finnern*

Nach dem 2. Weltkrieg wurden in Nachfolge für das Reichsamt für Bodenforschung in den einzelnen Bundesländern der Bundesrepublik Deutschland Geologische Landesämter bzw. Ämter für Bodenforschung gegründet.

Im Zuge der Ernährungssicherung, aber auch für planerische Zwecke, bestand große Nachfrage nach thematischen Karten, nach Bodenkarten insbesondere.

Durch Organisationserlaß wurden die Geologischen Landesämter mit der hoheitlichen Bodenkartierung/Landesaufnahme betraut.

In dem föderativen Staat erfolgten diese Bodenkartierungen nicht nur in unterschiedlichen Maßstäben sondern auch mit unterschiedlicher Priorität. Erinnerung sei in diesem Zusammenhang - schon beginnend in den 50er Jahren - z.B. an die Emslandkartierung in Niedersachsen, an die geologisch-bodenkundlichen Stadtrandkartierungen in Nordrhein-Westfalen, an die Weinbergskartierungen in den süddeutschen Ländern oder an die Programm-Nord-Kartierungen in Schleswig-Holstein.

Dabei zeigte sich auch sehr bald die Zweckmäßigkeit einer Abstimmung und eines Erfahrungsaustausches unter den Bodenkundlern der Geologischen Landesämter/Ämter für Bodenforschung und der Bildung einer sogenannten Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde. Grundlage der Kartierarbeiten bildeten die "Kartieranweisungen" in den einzelnen Bundesländern, bis mit der 1965 erschienenen Kartieranleitung ein erster gemeinsamer Leitfaden die Richtlinie für die Kartenaufnahme, die Ansprache und Aufzeichnung der Bodenmerkmale sowie für deren Darstellung in Karte, Legende und Erläuterung bestimmte.

Bereits 6 Jahre später -1971- erschien die 2. Auflage der Bodenkundlichen Kartieranleitung, die nicht nur bei der Bodenkartierung 1:25 000 Verwendung fand, sondern auch bei der

*) Geologisches Landesamt S.-H., Mercatorstr. 7, 2300 Kiel-1

Aufnahme in anderen Maßstäben und bei sonstigen bodenkundlichen Arbeiten. Daneben entstand bereits vom Arbeitskreis für Standortkartierung in der Arbeitsgemeinschaft Forsteinrichtung eine 1958 erschienene Veröffentlichung, der 1966 eine 2. Auflage - Forstliche Standortaufnahme - folgte, wobei die bodenkundlichen Grundlagen der Bodenkundlichen Kartieranleitung übernommen wurden.

Die z.Zt. für die Bodenkartierung die Grundlage bildende Bodenkundliche Kartieranleitung - kurz KA 3 - erschien 1982 als 3. Auflage, wesentlich überarbeitet, ergänzt und umfangreicher. 1980 erschien die Forstliche Standortaufnahme, 4. Auflage, wobei u. a. Grundlage für die bodensystematische Gliederung der Böden, die von der Kommission V der DBG erarbeitete Systematik der Böden ist.

Es ist wichtig, wenn es um die Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern geht, daran zu erinnern, daß bereits 1952 der Arbeitskreis für Bodensystematik der Kom. V der DBG begründet wurde durch den damaligen Präsidenten der DBG Fritz Scheffer und von 1952 - 1989 mit dem Federführenden Eduard Mückenhausen. In enger Abstimmung mit dem o. a. Arbeitskreis einerseits und der Bodenkundlichen Kartieranleitung andererseits stehen die entsprechenden DIN Arbeiten (Deutsches Institut für Normung) im Fachnormenausschuß Wasserwesen, hier speziell DIN 19 680 - 19 686, DIN 4220 sowie DIN 4047.

Nicht unerwähnt bleiben soll der Hinweis, daß die für die Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern zusammengeschlossene Arbeitsgemeinschaft Bodenkunde, der Zusammenschluß der Leiter der bodenkundlichen Organisationseinheiten der Geologischen Landesämter unter den Präsidenten und Direktoren der GLÄ seit damals fortbesteht, seit 1983 jedoch umbenannt wurde in ad hoc Arbeitsgruppe Bodenkataster. Eine Unterarbeitsgruppe überarbeitet z.Zt. die vorliegende Kartieranleitung.

In diesem Zusammenhang erhoffen wir uns eine baldige Mitarbeit sowohl in der Arbeitsgruppe Bodenkataster, als auch in der Unterarbeitsgruppe Kartierausschuß durch Fachleute aus den neuen Bundesländern, so, wie bereits erste Kontakte und Absprachen im Arbeitskreis für Bodensystematik erfolgen konnten zu unserer aller Nutzen.

Bei der Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern erbringen außer den Mitarbeitern in den Geologischen Landesämtern/Ämtern für Bodenforschung beispielsweise die Hochschulinstitute - nicht nur durch die Bodenkundlichen Kartierkurse, sondern vielfältig durch Spezialaufnahmen durch Diplom- und Promotionsarbeiten Bodenkartierungen, meist in Form von großmaßstäbigen Karten.

In den letzten Jahren sind darüberhinaus auch bodenkundliche Kartierungen durch besonders ausgebildete Bodenkundler aus Privat-Büros - in enger Fühlungnahme mit den staatlichen Ämtern - durchgeführt worden. Bei der Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern werden auch urban, gewerblich und industriell überformte Flächen (Stadtböden) mit einbezogen. Hier hat sich der Arbeitskreis Stadtböden der DBG - seit einigen Jahren erst eingerichtet - über die bestehende Bodenkundliche Kartieranleitung hinaus durch die vom Umweltbundesamt (UBA) geförderte Stadtbodenkartierung verdient gemacht. Die als UBA-Texte 18/89 vorgelegte Arbeit wird z.Zt. in mehreren Pilotprojekten erprobt.

Darüberhinaus finden sich noch eine Vielzahl von Aufnahmen dieser Maßstäbe in der Bearbeitung.

Aus Vorinformationen und aus der eigentlichen Geländeaufnahme, der bodenkundlichen Kartierung, entstehen eine Fülle von Erkenntnissen über die Böden, zusätzlich durch bodenchemische und bodenphysikalische Daten angereichert. Sie stellen einen großen Informationswert dar. Bodenkarten dienen in erster Linie praktischen Belangen und bilden Grundlage für alle Fragen des Bodenschutzes. Bei den o.a. Maßstäben

<u>Stand der Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern</u>		
Stand: 01.01.91		
Maßstab		
Bundesland	1: 25 000	1: 50 000
Baden- Württemberg	9	2
Bayern	31	14
Berlin (West)	—	1
Hamburg	—	1
Hessen	28	2
Niedersachsen und Bremen	146	—
Nordrhein- Westfalen	20	58
Saarland	—	—
Schleswig- Holstein	50	1
Rheinland- Pfalz	4	—

sind die Bodenkarten in den einzelnen Bundesländern weitestgehend gleich in der Klassifikation, Darstellung, Farbgebung, jedoch unterschiedlich im Umfang der Legenden und in der Auswertung.

Unvollständig wären die Angaben der Bodenkartierung in den Alt-Bundesländern, wenn nur die Maßstäbe 1:25 000 und 1:50 000 Berücksichtigung fänden. So liegen in der großmaßstäbigen Bodenkartierung (1:5 000 bzw. 1:10 000) eine Vielzahl von Bodenkarten vor. Darüberhinaus finden sich in den einzelnen Bundesländern kleinmaßstäbige Bodenkarten (1:200 000 bis 1:600 000) für Teilbereiche bzw. flächendeckend.

Bodenkundliche Flächenaufnahmen im Maßstab 1:25 000 / 1:50 000 sind unverzichtbar, aber sehr zeitaufwendig. Als Übergangslösung soll daher eine Karte 1:200 000 einheitlich für das gesamte Bundesgebiet in angemessener Frist erstellt werden. An der Verwirklichung dieses Projektes arbeitet z.Zt. die Arbeitsgruppe Bodenkataster. Wo bereits Bodenkartierungen vorliegen ist die Umsetzung leichter als in unkartierten Gebieten. Hier sind Grund-Inventuraufnahmen einerseits und Detailaufnahmen mit Catenen andererseits Möglichkeiten schnellerer Flächeninventur.

Die Bodenschutzkonzeption der Bundesregierung vom 07.03.1985 (Bundestagsdrucksache 10/2977) bietet den Handlungsrahmen für den Ausgleich der vielfältigen Nutzungsansprüche an den Boden. Die von der Umweltministerkonferenz (24.04.85) eingesetzte Sonderarbeitsgruppe Informationsgrundlagen Bodenschutz (SAG) hat im Materialienband 47 ebenfalls die Bodenkartierung im Maßstab 1:25 000 bzw. 1:50 000 mit der Übergangslösung 1:200 000 formuliert. Denn ohne Kenntnis der Böden ist ein Bodenschutz nicht möglich und eine fach- und sachgerechte Bodenkartierung ist die Grundvoraussetzung.

Literatur

- AG BODENKUNDE (1982) : Bodenkundliche Kartieranleitung,
Hannover 3. Auflage
AK STANDORTSKARTIERUNG (1980) : Forstliche Standortsaufnahme,
Landwirtschaftsverlag Münster-Hiltrup, 4. Auflage
FINNERN, H. (1987) : Die bodenkundliche Kartierung in der
Bundesrepublik als Grundlage für ein Bodeninformationssystem,
Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Ges. 53, 151-160

Kartierung erosionsgefährdeter und -geschädigter
Ackerflächen im Einzugsgebiet des Uckersees

von
Friclinghaus, M.¹⁾ und U. Ratzke²⁾

Für die Erarbeitung von Flurgestaltungskonzeptionen in erosionsgefährdeten Gebieten mit ausgeprägter Relief- und Substratheterogenität sind Bodenkarten die Voraussetzung für eine standortspezifische Risikoabschätzung der Stoffbelastung von Ökosystemen. Erst auf dieser Grundlage ist die Einleitung effizienter Boden- und Gewässerschutzmaßnahmen möglich.

Das kartierte Beispielsgebiet ist Teil des uckermärkischen Jungmoränengebietes östlich des Unter-Uckersees. Es umfaßt ca. 35 km². Die Wasserqualität des Sees hat sich in den vergangenen Jahren infolge eines hohen Nitrat- und Phosphatgehaltes von der Güteklasse 2 zu 3 (Tendenz 4) verändert. Die Nährstoffeinträge stammen zum Teil von den intensiv ackerbaulich genutzten, hängigen Flächen im Einzugsgebiet. Die Oberfläche der Uckermark erhielt ihre endgültige Formung im Jungpleistozän vor etwa 10.000 bis 12.000 Jahren und ist wesentlich durch eine von Südost nach Nordwest durch das Gebiet verlaufende große Endmoräne und weitere zahlreiche Endmoränenstapfeln geprägt. In den Endmoränenzügen fallen Kuppen und Hügel in langen Bögen, aber auch gruppenweise oder einzeln ins Auge. Weitere eiszeitliche Bildungen sind Sölle und Senken als Kleinbiotope in den Ackerflächen, die den ökologischen Wert der Landschaft erhöhen.

Die Böden dieses Gebietes nehmen im gesamten Norddeutschen Tiefland eine Sonderstellung ein. Sie sind aus kalkreichem und fein gekörntem Geschiebemergel der Weichseleiszeit hervorgegangen. Unter dem Einfluß eines zur Trockenheit neigenden Klimas (mittlerer Jahresniederschlag um 500 mm) haben sich fruchtbare Parabraunerden mit Übergängen zu schwarzerdeähnlichen Böden wie Grieserde und Schwarzstaugley entwickelt. Diese Böden werden seit frühneolithischer Zeit (vor > 4.000 Jahren) für den Ackerbau genutzt. Damit setzte eine anthropogen forcierte Bodenerosion ein, die vor allem seit Mitte des 19. Jahrhunderts stetig und ab 1970 durch eine intensive Pflanzenproduktion weiter zugenommen hat. Laterale Stofftransporte wie Rillen- oder Flächenerosion haben die bereits vorgegebene Flächenheterogenität verschärft und die Bewirtschaftbarkeit der Ackerflächen erschwert. Im Ergebnis der sich überlagernden Erosionsprozesse entstanden typische Abtrags- und Auftragsbereiche.

Da die wassererosionsbedingte Boden- und Nährstoffverlagerung darüber hinaus zur Eutrophierung von zahlreichen vergesellschafteten Kleingewässern führt, muß sie durch angemessene acker- und pflanzenbauliche sowie flurgestalterische Maßnahmen eingedämmt werden. Eine Bestimmung der Erosionsgefährdung und der bereits eingetretenen Degradierung von Teilflächen ermöglicht angepaßte Schutzmaßnahmen. Wegen der Standortspezifität wurde dazu ein spezieller Weg gewählt, für den nachfolgend aufgeführte Standortunterlagen zur Verfügung standen:

1) Forschungszentrum f. Bodenfruchtbarkeit O-1278 Müncheberg

2) WtZ Hohenzieritz, O-3000 Neubrandenburg

Bodenschätzungskarten	1 : 10 000
Hangneigungskarten	1 : 10 000
Grundlagenkarte Landwirtschaft	1 : 10 000
Luftbildaufnahmen	1 : 10 000 (Frühjahr 1987)
Topographische Karte	1 : 10 000

Aus diesen Unterlagen entstanden eine präzierte Bodensubstratkarte, eine Erosionsgefährdungskarte sowie eine Karte mit degradierten Arealen als Deckfolien.

Bodensubstratkarte

Die Klassifizierung und Uminterpretation der Bodenschätzungsergebnisse in Bodensubstrate erschien aus folgenden Gründen zweckmäßig:

1. Korrektur damaliger Schätzung durch Überprüfung; 2. genauere Kennzeichnung durch Zuordnung zu den Substraten (z. B. "Sandtieflehm" = sandige Oberkrume über lehmigem Unterboden) anstatt einer mittleren Bodenart für das gesamte Bodenprofil; 3. Vereinheitlichung verschiedener Klassenflächen der Bodenschätzung, die für das gleiche Bodensubstrat stehen (Lehm: SL 5; sL 3, 4, 5; L 3, 4, 5;), da die Wassererosion hier bereits nivellierend gewirkt hat. Mit Hilfe der Höhen- und Tiefenlinien sowie aktueller Geländeelemente war es möglich, die Bodensubstrate lagerichtig in die Flächenräume der Karte einzupassen.

Für folgende Teilflächen konnte durch diese Methodik eine prozeßbezogene Darstellung erreicht werden:

- Abgerundete Lehmkuppen mit den Klassenzeichen SL 4 (vereinzelt) SL 5 und 6, sL 5 und 6, L 5 und 6 (Bodensubstrat "roher Lehm") wurden durch den Höhenlinienverlauf als "Abtragsflächen" kartiert.
- Kolluvialsubstrate "Lehmsand" wurden durch den Tiefenlinienverlauf als "Auftragsflächen" (K = Kolluvium) kartiert.
- Vielfältige Hangbodensubstrate wurden durch Ähnlichkeitsvergleich der Klassenflächenkonturen mit Krümmungs-, Kamm- bzw. Tiefenverläufen präzisiert.
- Erodierete Lehmkuppen (Bodensubstrat roher Lehm) und kolluviale Lehmsandssubstrate wurden mit Hilfe der Luftbilder überprüft.

Bodenerosionskarte

Aus Hangneigungsstufen (Hangneigungskarte 1 : 10 000) und präzierter Bodensubstratkarte erfolgte die Bestimmung der standortbedingten Wassererosionsgefährdung in den Stufen 1 bis 4 (Tab. 1).

Flächen gleicher Gefährdung wurden umrandet und in einer Deckfolie dargestellt. In der hier verwendeten Einstufung wurden Analysenergebnisse von 125 Bodenschichten in 33 Bodenprofilen aus dem Umfeld des Beispielsgebietes berücksichtigt, die bereits Kenntnisse über den abgelaufenen Erosionsprozeß einschließen. Während in der Bodenschätzung der Gehalt der Böden an Grobsand, Feinsand, Staubsand sowie abschlämbaren Teilchen der Einteilung der 11 Bodenarten zugrunde liegt, stimmt diese Korngrößeneinteilung mit der heutigen Klassifizierung nicht mehr überein. Die Schluff-Fraktion von 0,002 bis 0,02 bzw. 0,063 mm ist bei der Einteilung nicht berücksichtigt. In den nicht oder wenig von der Erosion beeinflussten Böden (61 % der Analysen) liegt der Schluffgehalt um 30 %. Sandige Bodensubstrate (15 % der

Analysen) ergeben vergleichsweise dazu Schluffgehalte weit unter 30 %. Bei einem Viertel der untersuchten Böden (24 % der Analysen) liegt der Schluffgehalt über 50 %, was zur Einstufung in lehmigen Schluff und Schlufflehm berechtigt. Diese Böden liegen in den Mulden und kennzeichnen den erfolgten Auftrag (Kolluvialböden).

Besonders gefährdete, durch hohe Reliefenergie vorgeprägte Flächen und alle bereits degradierten, meist schwarmartig verbreiteten Lehmkuppen wurden gesondert dargestellt.

Die Bodenschätzer hatten bereits bei den durch Wassererosion stark beeinflussten Böden infolge der Verkürzung des Bodenprofils sowie der geringen Krümmenmächtigkeit bis zu 5 Wertepunkte (gleich Bodenpunkte) abgezogen, was etwa einer Verschlechterung um eine Zustandstufe in der jeweiligen Bodenart gleichkommt. In den 40 Jahren nach der Schätzung haben sich durch erosionsbedingte Stoffverlagerungen diese Zustandsstufen weiter verschlechtert. Demgegenüber wurden Auftragsflächen (Mulden, Senken) infolge der Humus- und Schluffakkumulation um 3 bis 5 Wertepunkte höher eingestuft als nicht erosionsbeeinflusste Vergleichsböden, d. h. die mit dieser Akkumulation in der Regel verbundene negative Veränderung physikalischer Bodenbedingungen konnte nicht berücksichtigt werden.

Aus diesen Erfahrungen ergibt sich die Notwendigkeit, in einem Nachschätzungsverfahren entsprechende Korrekturen erosionsbeeinflusster Bodenflächen zu berücksichtigen.

Tab. 1: Kennzeichnung der standortbedingten Wassererosionsgefährdung der Ackerflächen auf der Grundlage von überprüften Bodenschätzungskarten

FAT*	dominierende Körnungsart	Hangneigungsgr. % Grad	1 >4...9 >2...5	2 >9...11 >5...6	3 >11...14 >6...8	4 >14...18 >8...10	5 >18...23 >10...13	>6 >23 >13
> 35	Ton, (uT, sT, lT, T)		0**	0	1	1	2	4
> 7	Sand (S)		0	1	1	1	2	4
21-25 26-34	Sandlehm (lS bis sL) Lehm (L)		1	1	2	3	3	4
> 20 8-10	Schluff (u, lU, uL) Lehmsand (uS, l'S, lS, lS)		1	2	3	4	4	4

* = Feinanteil (Teilchen <0,0063 mm Durchmesser)

** = Erosionsgefährdungsstufen

0 = nicht gefährdet 3 = stark gefährdet

1 = gering gefährdet 4 = sehr stark gefährdet

2 = mäßig gefährdet

Zur Problematik der Standortkennzeichnung von Kippenflaechen
des Braunkohlenbergbaues

von

Gerda Futterlieb⁺)

In den Standortkarten der Mittelmaszstaebigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) erfolgte bisher keine Fortschreibung der durch den Braunkohlentagebau neu endstandenen Kippenstandorte. Infolgedessen fehlt im Gebiet des westelbischen Braunkohlenabbaureviere fuer ca. 4000 bis 6000 ha ackerbaulich genutzte Kippenflaechen die Standortkennzeichnung. Auf weiteren ca. 1800 ha landwirtschaftlich genutzten Kippenflaechen in diesem Gebiet fuehrt die gegenwaertige Standortkennzeichnung zu einer gravierenden Fehleinschaetzung der Standortbedingungen. Diese Standortkennzeichnung muss korrigiert werden. Hinzu kommt, dass einige der auf Kippenstandorten auftretenden Bodenformen mittels der Standortkennzeichnung nach TGL 24 300 und auch der der Reichsbodenschaetzung nicht gekennzeichnet werden koennen. Im Zuge der Vereinheitlichung der Bodenklassifikationssysteme bietet es sich deshalb an, auch eine Ueberarbeitung der Standortkennzeichnung fuer Kippenstandorte vorzunehmen.

Dabei muessen folgenden Besonderheiten beruecksichtigt werden:

1. Das Auftreten einer Vielzahl und auf natuerlichen Boeden unbekannter Substrate, Substrattypen und Bodenformen.

Nach TGL 24 300 koennen auf Kippenstandorten 91 verschiedene Substratarten, ca. 200 verschiedene Substrattypen und etwa 300 Bodenformen unterschieden werden (ohne Gemengebodenformen). Von diesen konnten auf nur 15 untersuchten MMK-Arbeitskarten (1:25 000) 38 Substratarten, 40 Subtrattypen und 60 Bodenformen nachgewiesen werden.

Da die Boden- und Substratverhaeltnisse der Kippen von den Deckgebirgsverhaeltnissen und den Abbautechnologien bestimmt werden, und auch weiterhin Kippenflaechen entstehen, muss das

+) Institut fuer Landschaftsforschung und Naturschutz,
Abt. Doelzig, Am Kanal 5, 0-7103 Doelzig

System der Standortkennzeichnung soweit offen sein, dass nicht nur die bereits vorhandenen, sondern auch zukunfftige Standorte klassifiziert werden koennen.

2. Die klein- und kleinstraeumige Vergesellschaftung oekologisch extrem unterschiedlicher Substrate und Bodenformen (Gemeengebodenformen und Wechselstandorte nach WUENSCHKE ...1981). Fuer solche Substrate bzw. Bodenformen gibt es gegenwaertig keine Moeglichkeit der Standortkennzeichnung.
3. Das flaechenhafte Auftreten stark schwefelhaltiger (vegetationsfeindlicher) Substrate im Bereich 0 bis 20 dm GOF. Ueberdeckungen solcher Substrate mit schwefelarmen Substraten (Kulturboden) bewirken, dass Bodenformen mit Substrat- und oekologischer Schichtung entstehen, die von anderen Standorten gleicher bodenartlicher Zusammensetzung nach der gewaertigen Standortkennzeichnung nicht unterschieden werden koennen.
Die grundmellorierten schwefelhaltigen Substrate (d.h. nicht mit Kulturboden ueberdeckte, durch einmischen von Kalk, kalkhaltiger Asche oder kalkreichen Kulturbodensubstrat mellorierte Substrate) haben eine oekologischen Schichtung, ohne dass dies im Substrattyp deutlich wird. Gleichzeitig erfolgt in diesen Boeden eine intensive Gipsbildung, infolge dessen einige Standorteigenschaften zumindest modifiziert werden. Diese Standorte gehoeren moeglicherweise einer voellig neuen Bodenklasse an.
4. Die im Verlaufe der Bodenentwicklung moegliche Veraenderung der Hydromorphie dieser Standorte. Infolge zunehmender Dichtlagerung des Substrats (Sackungen, Verdichtung, Gefuegeumbildung) koennen sich Stau- und/oder Haftnaesseschichten bilden und damit Bodenentwicklungen in Richtung der Staunaesseboeden bewirken. Mit der Ausbildung solcher Stauschichten veraendert sich der Bodentyp also wesentlich frueher als es durch die entsprechenden Hydromorphiemerkmale ausgewiesen wird. D.h., die Kennzeichnung als Stauwasserboden muss bereits vor dem Auftreten der Hydromorphiemerkmale erfolgen.
5. Die schnelle Veraenderung des Bodentyps im Verlaufe der Rekultivierung und das Nebeneinander und Ineinanderuebergehens genetisch aufeinanderfolgender Bodentypen auf Arealen gleichen Substrats. Unter den bisherigen Rekultivierungsbedingungen war auf ackerbaulich genutzten Flaechen zwischem dem 7. und 10. Bewirtschaftungsjahr mit der Auspraegung eines deutlich erkennbaren Humushorizontes zu rechnen. Damit aendert sich auch

der Bodentyp. Da die Kippen aber aus Segmenten unterschiedlichen Alters (Jahresscheiben) bestehen, vollzieht sich die Wandlung des Bodentyps auf den einzelnen Segmenten auch zu unterschiedlichen Zeiten. Damit ist eine staendige Korrektur der Bodenkarten notwendig.

Hinsichtlich des Substrataufbaues lassen sich, in Anlehnung an die Systematik der Kippbodenformen nach WUENSCHKE ... (1981) folgende Grundtypen fuer Kippen unterscheiden:

1. Kippen mit Oberboden aus Kulturbodesubstraten
2. Kippen mit Oberboden aus meliorierten vegetationsfeinlichen Substraten
3. Kippen mit klein- und kleinstraemiger Substrat- und/oder oekologischer Heterogenitaet des Oberbodens

Auf allen Typen kommen sowohl sandige, lehmige als auch kohlehaltige Substrate vor. Es bietet sich deshalb an, die weitere Gruppierung der Kippenstandorte innerhalb dieser Grundtypen vorzunehmen und zwar nach:

- Mächtigkeit der kulturfähigen Bodenschicht ($\leq 3/4$ dm (A), $> 3/4$ dm ... 6 dm (B), > 6 dm ... 10/12 dm (C))
- oekologischem Charakter der Unterbodens (schwefelsauer, Sondersubstrate...)
- Neigung zu wasserstauer Dichtlagerung im Unterboden/Untergrundes (durchlässig, stauend)
- Substratgruppen entsprechend des vorherrschenden Charakters des Substrats (Tab.).

Tab. Substratgruppen fuer Kippensubstrate nach ihrem vorherrschenden Charakter¹

Symbol	Substratgruppe
1	vorwiegend sandiger Charakter
2	vorwiegend lehmsandiger Charakter
3	vorwiegend sandlehm- und lehmschluffiger Charakter
4	vorwiegend lehm- und schlufflehmiger Charakter
5	vorwiegend toniger Charakter

¹ Unter Charakter des Substrats wird das vorherrschende physikalische (bindige) und physikochemische (sorptive) Verhalten der Substrate verstanden.

Im Ergebnis dieser Verfahrensweise ergeben sich fuer die Kippstandorte:

1. 3 Standorteinheiten "Kippe", naemlich:

- KK-Standorte (Kippboeden aus kulturfaehigen Substraten)
- KM-Standorte (Kippboeden aus grundmeliorierten Substraten)
- KH-Standorte (Kippboeden mit produktionseinschraenkender Substratheterogenitaet).

2. Substrattypen durch die Kombination der Kennziffer der Substratgruppe mit dem Kennbuchstaben des Kippentyps und der Substratmaechtigkeit (z. B. KK 1 A = sandiges kulturfaehiges Kippsubstrat, $\leq 3/4$ dm maechtig; KM 3 B = lehmiges mit Kalk grundmelioriertes Kippsubstrat, ≤ 6 dm maechtig; KH 2 C = heterogenes, vorwiegend lehmsandiges Kippsubstrat, $> 6 \dots 10/12$ dm maechtig).

3. Standorttypen durch Zusammenfassung der Substrattypen nach Anbaueignung, substratbedingten Produktionseinschraenkungen und der Kennzeichnung des Charakters des Unterbodens durch die Zusatzmerkmale:

- a = Unterboden durchlaessig
- b = Unterboden stauend
- c = Produktionseinschraenkende Besonderheiten im Substrataufbau.

Z.B.: KK 1 a = Sandige kulturfaehige Substrate, $\leq 3/4$ dm maechtig mit durchlaessigen Unterboden sowie sandbestimmte Gemengesubstrate, < 6 dm maechtig mit vorwiegend durchlaessigen Unterboden; KM 4 b = mit Asche grundmelioriertes lehm- und schlufflehmbestimmtes schwefelsaures Substrat mit stauenden Unterboden, ≥ 6 dm maechtig, sowie Standorte aus lehmbestimmten Gemengebodenformen mit ueberwiegenden Anteilen schwefelsaurer Substrate, mit Aschemelioriert.

Literatur

TGL 24 300 : Standortaufnahme von Boeden, Blatt 07: Substratarten und Substrattypen. -1986, 5 S.

WUENSCHKE, M., W.-D. OEHME, W. HAUBOLD, u.a.: Die Klassifikation der Boeden auf Kippen und Halden in den Braunkohlenrevieren der DDR. Neue Bergbautechnik 11(1981)1, S.42 - 48

**FORDERUNGEN AN EINE BUNDESWEIT VERGLEICHBARE BODENKARTIERUNG
UNTER BERÜCKSICHTIGUNG VON BODENINFORMATIONSSYSTEMEN**

E. Gehrt & H. Sponagel*

1. EINLEITUNG

Die Bodenkartierung in den einzelnen Bundesländern erfolgt bei den geologischen Landesämtern in eigener Verantwortung. Voraussetzungen für vergleichbare Kartier- und Auswertungsergebnisse sind Abstimmungen zu den Methoden sowohl innerhalb eines Landes (z.B. Geologische Landesämter, Ämter für Agrarstruktur, Forstliche Standortkartierung etc.) als auch zwischen den Bundesländern.

Die Entwicklung in der Bodenkunde, insbesondere die Erfordernisse des Bodenschutzes, machen neben Abstimmungen auch länderübergreifende Konzepte notwendig, um die Vergleichbarkeit der bodenkundlichen Kartenwerke und Auswertungsmethoden zu verbessern. Ein Beispiel dieser Forderung ist der Beschluß der Umweltminister des Bundes und der Länder (NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM 1989) Konzepte für eine Harmonisierung aller Arbeiten zum Zwecke des Bodenschutzes zu erarbeiten.

Ein aktueller bezug ist an den Grenzen zwischen den alten und neuen Bundesländern gegeben. Zwischen Niedersachsen, Sachsen-Anhalt und Mecklenburg-Vorpommern ist bei über 30 Blättern der Bodenkarten 1:25000 (BK25) eine länderübergreifende Kartierung notwendig. Neben den BK25 wird die Notwendigkeit auch bei der Kartierung der Bodenübersichtskarte 1:200000 deutlich, die in den nächsten Jahren bundesweit erstellt werden soll.

2. STAND DER KARTIERANLEITUNG UND AUFGABEN DER KARTIERUNG

Die Bodenkartierungen der Länder lassen sich in Abhängigkeit zu den Fragestellungen grob nach den Maßstabebenen (Projekt- und Detailkarten = M 1:1000 bis 1:5000; Landesaufnahme = M 1:25000 bis 1:50000; Bodenübersichtskarten = M 1:200000 bis 1:500000) ordnen, die inhaltlich und räumlich in Beziehung stehen.

Eine gemeinsame Grundlage (Richtlinie) für die bodenkundliche Aufnahme im Gelände und die Auswertung der Ergebnisse wurde mit der KARTIERANLEITUNG BODENKUNDE (1984) von den Landesämtern und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe erarbeitet. Daneben bestehen länderspezifischen Anpassungen und Erweiterungen. In den neuen Bundesländer galt bisher die TGL (24300/02 bis /16 "Standortaufnahme von Böden"). In diesen Anleitungen werden die potentiell im Gelände zu beschreibenden Basisdaten beschrieben und definiert. Sie werden zur Zeit im Zusammenhang mit der Neuaufgabe der Kartieranleitung Bodenkunde (KA4) diskutiert und überarbeitet. Es zeigt sich, daß hier z.T. ein erheblicher Abstimmungsbedarf in bezug auf einzelne Definitionen besteht. Als Beispiel sei nur die Klassenteilung der Bodenarten oder die Bodensystematik genannt.

* Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung,
Stilleweg 2, 3000 Hannover 51

3. DEFIZITE UND LÖSUNGSANSÄTZE

Während in der KA3 und anderen Kartieranleitungen insbesondere inhaltlich eine Vielzahl von Definitionen und Auswertungsmethoden beschrieben werden, erfolgt keine verbindliche Festlegung in bezug auf die Mindestanforderungen. Im folgenden soll versucht werden anhand eines generalisierten Arbeitsflusses diese Mindestanforderungen zu benennen.

Der folgende Arbeitsablauf dürfte im Prinzip auf alle Bodenkartierungen zutreffen und anwendbar sein und wurde in dieser Form schon um die Jahrhundertwende beschrieben (ROESCHMANN et al. 1991):

0. Am Anfang der Kartierung wird in der Regel eine Sichtung und Auswertung vorhandener Unterlagen stehen.
1. An diese Auswertung schließt die Kartierung im Gelände an.
2. An einzelnen Profilen lassen sich exemplarisch Laboruntersuchungen zur Absicherung und Ergänzung der Geländeerhebungen vornehmen.
3. Anhand der Kartierung und aufgrund vorhandener Unterlagen ist ein Entwurf der Bodenkarte (Grenzentwurf und Inhaltsbeschreibung) möglich.
4. Die Bodenkarte ist Grundlage für Auswertungen entsprechend der vorgegebenen Fragestellungen.

Nach unseren Vorstellungen sind zu den oben angeführten Punkten im einzelnen folgende Angaben erforderlich und werden zur Diskussion gestellt:

1. Mindestdatensatzes (Basisdaten) bei der Geländeerhebung in definierter Struktur
2. Beprobung und Analyse nach standardisierten Methoden
- 3a. Arealabgrenzung in den verschiedenen Maßstabsebenen nach definierten Regeln und Generalisierungsstufen
- 3b. Legende in definierter Struktur und definierter Flächeninhaltsbeschreibung
4. Standardisierte Auswertungsmethoden

Dies sind Mindestanforderungen, die nach den regionalen Gegebenheiten erweitert oder modifiziert werden müssen oder können.

zu 1.) Im Prinzip sind hier die Daten zu erfassen, die als Grunddaten für Auswertungen zur Verfügung stehen müssen. Neben den Titeldaten (Kartierer, Datum, Relief, Nutzung, Nummer der TK25, TK5 und Bohrpunktnummer) sind damit im Gelände die Profildaten (Bodentyp, Humusform, Grundwasserstände, Vernässungsgrad) und die horizontbezogenen Angaben (Horizont, Untergrenze des Horizontes, Fein- und Grobbodenart, Humusgehalt, Zersetzungsgrad, Art und Verteilungsform von Eisen, Farbe, Carbonatgehalt, Lagerungsdichte, Feuchte und Angaben zur Geogenese und Stratigraphie, bei Profilaufnahmen in Aufschlüssen und Schürfen darüberhinaus die Gefügestruktur) zu beschreiben.

zu 2.) Die Probennahme im Gelände, wie auch die Analyse muß nach vergleichbaren Methoden erfolgen, da nur so eine einheitliche Eichung und Auswertung gewährleistet ist. Hier sind die Mindestanforderungen noch zu definieren.

zu 3a.) Um eine Bestimmung in diesem Punkt zu erreichen ist eine anwendbare pedoregionale Gliederung (Definition der Inhalte, Wirkungsfaktoren und Abgrenzungskriterien) erforderlich. Ein erster Entwurf allgemeiner Definitionen für 7 Aggregierungsstufen wird z.Z. diskutiert (GEHRT et al. 1990). Die konkrete Benennung von Abgrenzungskriterien und Inhalten ist zunächst nur für die stärker generalisierten Stufen durchführbar (GEHRT et al. 1991).

zu 3b.) Die vergleichbare Beschreibung der Inhalte setzt Angaben zu der pedoregionalen Einordnung (Generalisierungsgrad, Bodengesellschaft mit Flächenanteilen und Verteilungsart), zur vorherrschenden Nutzung, zur Profilkennzeichnung (Bodentyp, Bodenart, Geologie, Grund- u. Stauwasser, Vernässungsgrad) sowie zur Horizont- und Schichtbezogenen Daten (vgl. Punkt 1) voraus (vgl. BOESS & MÜLLER 1989). Ableitbare Daten können aufgenommen werden, sind hier jedoch nicht zwingend erforderlich.

zu 4.) Die Standardisierung der Auswertungsmodelle und Methoden ist letztlich die Voraussetzung für die Bereitstellung von Entscheidungshilfen die länderübergreifend vergleichbar sind. Ein Beispiel wie eine solche Angleichung von Auswertungsmethoden aussehen kann, ist bei MÜLLER (1990) beschrieben.

Unabhängig von der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit der Landesämter sind damit wohl die Punkte beschrieben, die eine Kompatibilität sowohl länderübergreifend als auch zwischen den verschiedenen Kartenwerken eines Landes sicherstellen. Da diese Mindestanforderungen maßstabsunabhängig sind, können sie auf dem jeweils leistbaren Maßstabniveau angewendet werden.

4. VORTEILE DES BODENINFORMATIONSSYSTEMS FÜR DIE LÄNDERÜBERGREIFENDE BODENKARTIERUNG

Ein weiteres Defizit der konventionellen Kartiermethoden ist die bekannte Tatsache, daß die flächendeckende Kartierung im Maßstab 1:25000 noch einige Jahrzehnte in Anspruch nehmen würde und damit auf wichtige Ansprüchen des Bodenschutzes nicht reagiert werden könnte. Eine sinnvolle Beschleunigung der Arbeiten ist nicht erreichbar, indem die oben aufgeführte Datenerhebung oder Datendokumentation eingeschränkt wird. Dies würde lediglich zu einer schlechteren Auswertbarkeit (vgl. Punkt 5) führen.

Ein Lösungsansatz ist die Einbindung der Arbeiten in ein Bodeninformationssystem. Hiermit eröffnen sich eine Vielzahl von Möglichkeiten, die schon in anderen Beiträgen mit dem Gesamtkonzept des NIBIS vorgestellt wurden (OELKERS & VINKEN 1988). Im Bereich der Kartiervorbereitung ergibt sich damit die Möglichkeit der Zusammenführung und systematischen Auswertung der Fremdunterlagen und eine gezieltere Vorbereitung der Geländearbeit.

Damit ist eine wesentliche Beschleunigung der Arbeiten möglich. Die Kartierung wird auf Grundlage der vorhandenen Information gezielt in ausgewählte (repräsentative) Gebiete gelenkt, die intensiv untersucht werden. Aufgrund der Detailkenntnisse und der vorhandenen Unterlagen ist ein Gesamtgrenzentwurf möglich. Die Absicherung des Vorentwurfes erfolgt durch eine exemplarische Überprü-

fung. Das Ergebnis wird letztlich in einer Bodenkarte (Grenzentwurf und Legende) festgehalten. Die Kenntnisse aus den Detailkartierungen werden in Regelwerken dokumentiert und auf diese Weise die Interpretation der Fremddaten kontinuierlich verbessert.

Ohne hier im Detail weiter auf den Arbeitsfluß im Rahmen von Bodeninformationssystemen eingehen zu wollen, soll noch auf die verschiedenen Vorteile im Zusammenhang mit der länderübergreifenden Bodenkartierung hingewiesen werden:

- vereinfachter Datenaustausch im Bereich der länderübergreifenden Kartenblätter
- Datenzusammenführung für länderübergreifende Fragestellungen
- Arbeitersparnis durch systematische Auswertung vorhandener Unterlagen
- Austausch von Programmen zur systematischen Auswertung vorhandener Unterlagen
- Arbeitersparnis durch Austausch und Übernahme von Auswertungsmethoden
- Verknüpfung der Daten mit verschiedenen Maßnahmen der Länder im Rahmen des Bodenschutzes

5. Literatur

- Boess, J. & U. Müller (1989):** Erläuterungsheft zur digitalen bodenkundlichen Standortkarte von Niedersachsen und Bremen 1:200000 (BSK200) und zu ihren Auswertungsmöglichkeiten (NLfB), Hannover
- Gehrt, E., H. Sponagel, K.-H. Oelkers & K.-J. Sabel (1990):** Kategorien der Bodengesellschaften, ihre Definition und Zuordnung zu den bodenkundlichen Kartenwerken, (NLfB, unveröff. Manuskript)
- Gehrt, E., H. Sponagel, K.-H. Oelkers (1991):** Ein Vorschlag zur pedoregionalen Gliederung und Systematik von Bodengesellschaften, dargestellt am Beispiel der Bodengroßlandschaften von Niedersachsen. - Mittlgn. Dtsch. Bodenkdl. Ges., - (in Vorbereitung).
- Müller, U. (1990):** Die Methodenbank des NIBIS; eine analoge Zusammenstellung der verfügbaren Auswertungsmethoden. Hannover (NLfB, Archiv- Nr. 107670)
- Niedersächsisches Umweltministerium (1989):** Vorschlag für die Einrichtung eines länderübergreifenden Bodeninformationssystems, AG "Bodeninformationssysteme" der SAG "Informationsgrundlagen Bodenschutz" der Umweltministerkonferenz
- Oelkers, K.-H. & R. Vinken (1988):** Neue Wege bei der Bereitstellung von Entscheidungsgrundlagen für den Bodenschutz im Rahmen eines Bodenkundlichen Dienstes. - In: Rosenkranz, D., G. Einsele & H.-M. Harress: Bodenschutz, Berlin
- Roeschmann, G., J. Benzler & K.-H. Oelkers (1991):** Die Entwicklung der Bodenkartierung in Niedersachsen von der Herstellung analoger Karten bis zum Bodeninformationssystem. Geo. Jb. (im Druck), Hannover

Kennzeichnung und Lokalisierbarkeit vertikaler Bodenverdichtungsmuster mit Durchdringungswiderstandsmessungen

von
St. Glöss¹⁾

Einleitung

Der Durchdringungswiderstand als Kenngröße für die Durchwurzelbarkeit besitzt die Nachteile, hohe Meßwertstreuungen aufzuweisen, von einer Vielzahl von Bodeneigenschaften beeinflusst zu werden und deshalb nicht immer eindeutig interpretierbar zu sein (HORN, 1984). Vorteile sind die einfache Handhabung sowie die kontinuierliche Meßwernerfassung im Bodenkörper unter Feldbedingungen. Es werden Ergebnisse vorgestellt, die negativ wirkende Eigenschaften der Methode begrenzen und neue Möglichkeiten der flächenhaften Kennzeichnung von Bodenverdichtungen aufzeigen.

Untersuchungsgebiet und -methode

Die untersuchten Standorte befinden sich im Jungmoränengebiet Ostbrandenburgs und repräsentieren typische Boden- und Reliefverhältnisse. Sie werden ackerbaulich einheitlich, mit Getreide/Hackfruchtfolgen bewirtschaftet. Die benutzte elektronische Handdrucksonde mit digitaler Meßwernerfassung (MORSTEIN..., 1984) hat einen Spitzendurchmesser von 11,3 mm und einen Winkel von 30°. Pro Meßplatz (4 m²) wurden 10 Sondierungen ausgeführt. Die Mittelwerte der Durchdringungswiderstände von 15 Tiefenstufen im Bereich 30-60 cm (Intervall 2 cm) sowie die zusätzlich erfaßten Parameter Körnungsart, Reliefposition und Substrat-Horizontgruppe (nach VETTERLEIN, 1986) dienen als Datengrundlage. Zur Herstellung der Vergleichbarkeit der Meßwerte unterschiedlicher Substrate wurden tiefenstufenweise Durchdringungswiderstandsindex-Werte (D_i) errechnet:

$$D_i = \frac{\text{Meßwert}}{\text{Grenzwert}^{1)}$$

¹⁾ Die Grenzwerte (GULLICH..., 1990) gelten für die verwendete Sonde und betragen für die Verdichtungsklasse 3 ('Lockerung erforderlich') für S=5; 1'S=4,8; 1'S=4,6; 1'S_uS=4,4 und sL,L,uL=4,2 Nmm⁻¹.

Die Abfolge der 15 Durchdringungswiderstandsindex-Werte im Tiefenbereich 30-60 cm wurde als Muster aufgefaßt. Mit Hilfe numerischer Klassifikation (DAVIS, 1986 S. 502 ff.) erfolgte eine Gruppierung der Muster nach Ähnlichkeit.

Ergebnisse

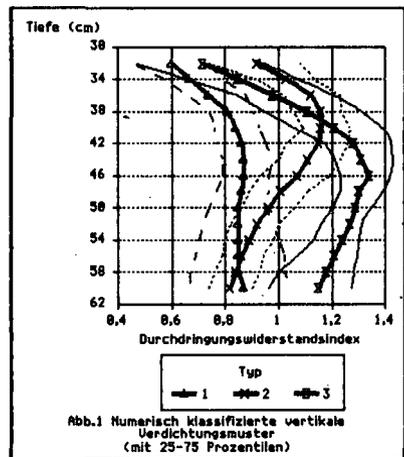
Aus insgesamt 280 Meßkurven von vier untersuchten Ackerflächen ließen sich 3 mittlere Kurven klassifizieren (Abb.1). Sie beschreiben folgende vertikale Verdichtungstypen :

Typ 1: Im gesamten Tiefenbereich wird der Grenzwert 1, der einen unbedingten Lockerungsbedarf symbolisiert, nicht erreicht. Pedons, die ein derartiges vertikales Muster aufweisen, gelten als **unverdichtet**.

Typ 2: Die Index-Werte >1 im Abschnitt 34-48 cm weisen die Profile als **pflugsohlen/krumenbasisverdichtet** aus. Im Unterboden liegt keine Strukturschädigung vor.

Typ 3: Der Kurvenverlauf, mit prägnantem Anstieg in den oberen 10 cm und nur unwesentlichem Rückgang im tieferen Bereich, charakterisiert Böden, die deutlich **krumenbasis- und unterbodenverdichtet** sind.

Die Mittelwerte der Tiefenstufen 32-36 und 40-52 cm aller 3 Kurven sind signifikant verschieden. In den Zwischenbereichen sind die Differenzen der jeweils entferntesten Werte signifikant ($\alpha = 0,05$). Varianzhomogenität besteht in den Tiefen 46-48 cm ($\alpha=0,25$). Zwischen den vertikalen Verdichtungsmustern einerseits, Körnungsarten und Substrat-Horizontgruppen andererseits, konnten signifikante Zusammenhänge mittels Kreuztabellenanalyse und Chi-Quadrat-Test



nachgewiesen werden. Eine gesicherte Beziehung zum Relief bestand nur unter Bedingungen catenal strukturierter räumlicher Bodenordnung.

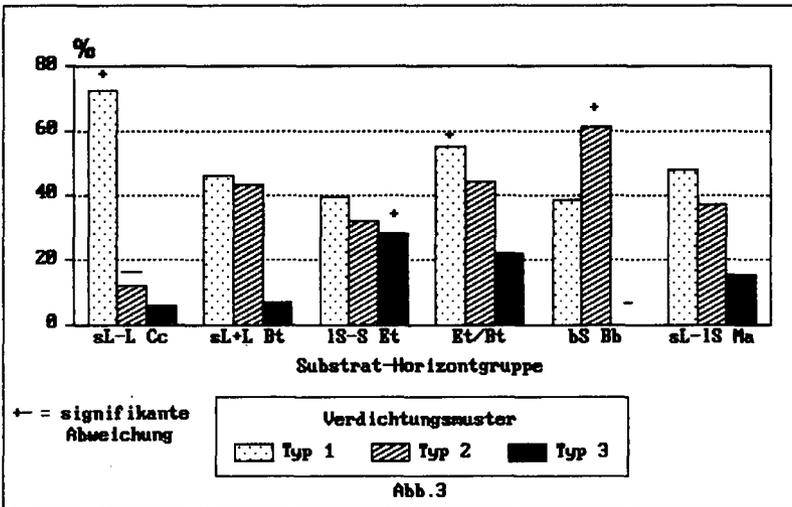
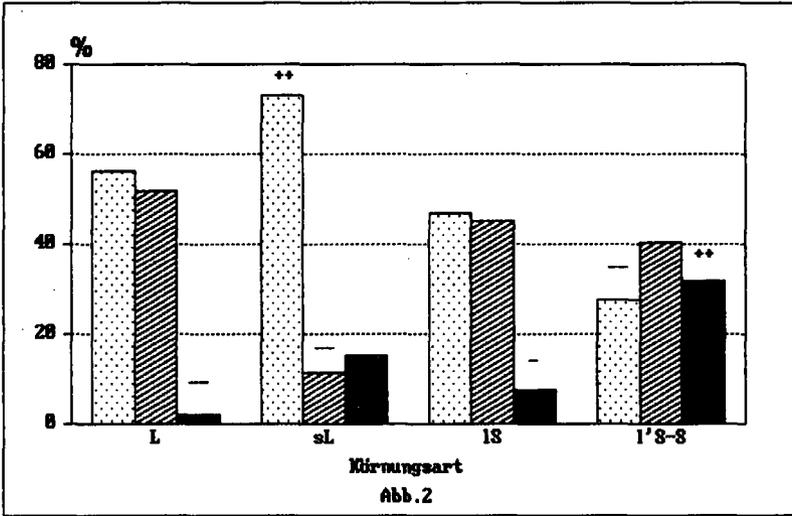


Abb.2 u.3 Vertikale Verdichtungsmuster für Körnungsarten und typische pleistozäne Substrat-Horizontgruppen

Diskussion und Schlußfolgerungen

Das Verfahren der Klassifizierung der Durchdringungswider-

standsindex-Verläufe und die Definition vertikaler Verdichtungsmuster setzt umfangreiche bodenphysikalische und Durchwurzelungsuntersuchungen zur Ermittlung von Durchdringungswiderstands-Grenzwerten für verschiedene Bodensubstrate voraus. Es beinhaltet folgende Vorteile: **1.** Einzelne Meßplätze (Pedons) können sicherer einem Bodenverdichtungstyp zugeordnet werden. Die hohe Variabilität der Meßgröße (BACHMANN u. HARTGE, 1990 ; BUSSCHER..., 1986) wird sowohl im Hinblick auf die Beurteilung von Einzelmessungen (vertikal) als auch die Kennzeichnung von Arealen (horizontal) beherrschbarer. Die hierarchische Zusammenfassung der Muster ermöglicht, je nach Genauigkeitsanforderungen der Punkt- und Areal Kennzeichnung, unterschiedlich viele vertikale Verdichtungsmuster mit abgestufter inhaltlicher Konkretheit zu definieren. **2.** Der Nachweis von Beziehungen zu stabilen Bodeneigenschaften erlaubt die Prognose der Disposition von Böden und Flächen zur Ausbildung von Verdichtungs zonen. **3.** Die Diagnose der antropogen induzierten Veränderung der Bodenstruktur gewinnt nicht nur unter pflanzenbaulichen, sondern zunehmend unter ökologischem Aspekten an Bedeutung. Die vorgestellte Methodik der Klassifizierung vertikaler Muster, der Kennzeichnung von Böden und Arealen erweitert das Methodenbesteck zur Lösung dieser Aufgabenstellung.

Literatur

- BACHMANN, J.; HARTGE, K.H.: Vergleich mehrerer Sondierungsverfahren zur Homogenitätsprüfung städtischer Böden.- In: Mitt. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch.- Göttingen 61 (1990) S. 57-60.
- BUSSCHER, W.J.; SOJKA, R.E.; SADLER, E.J.; DOTY, C.W.: Simplified data analysis for an inexpensive manual analogue penetrometer.- In: Computers and Electronics in Agriculture.- Amsterdam 1 (1986) 197-204.
- DAVIS, J.C.: Statistics and data analysis in geology.- John Wiley & Sons Inc.- New York, 1986.- 646 S.
- GULLICH, P.; WERNER, D.; ROGASIK, H. et.al.: Rechnergestützte Felddiagnoseverfahren zur Unterbodengefügemelioration.- F/E-Bericht/FZB Münchenberg.- Akad. der Landwirtschaft.-Wiss. DDR.- Münchenberg, 1990.- 32 S.
- HORN, R.: Die Vorhersage des Eindringwiderstandes von Böden anhand von multiplen Regressionsanalysen.- In: Z. f. Kulturtechnik und Flurbereinigung.- Berlin und Hamburg 25 (1984) S. 377-380.
- MORSTEIN, K.H.; KOTZLOWSKI, G.; SCHMIDT, H.: Voraussetzungen und Einsatzbedingungen für Entwicklung und Anwendung eines Handpenetrometers mit mikroelektronischer Datenerfassung und -auswertung zum Nachweis von Krümmenbasisverdichtungen.- In: Tag.-Ber.- Akad. Landwirtschaft.-Wiss. DDR.- Berlin (1984) 227.- S. 225-229.
- VETTERLEIN, E.: Bodenphysikalische Parameter auf der Grundlage von Substrat-Horizont-Gruppen.- In: Tag.-Ber.- Akad. der Landwirtschaft.-Wiss. DDR.- Berlin (1986) 245.- S. 241-248.
- TGL 24300/1-16 Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Böden.

Zur Substratdifferenzierung von Böden in unteren Lagen
des Mittleren Erzgebirges und ihre Einordnung in
die deutsche Bodensystematik

von

Hierold, W. u. I. Lieberoth¹⁾

EINLEITUNG

Bedingt durch die 40-jährige Teilung Deutschlands und die z.T. getrennten Wege in den Wissenschaften ergibt sich heute vielfach die Notwendigkeit zur Wiederableichung klassifikatorischer Systeme. Auch in der Bodensystematik entstanden in Ost- und Westdeutschland mehr oder weniger große Abweichungen im Gebrauch von Begriffen, in der Festlegung von Klassen, Gruppen, in hierarchischen Systemen etc., obwohl die gleichen Wurzeln (MÜCKENHAUSEN) leicht zu finden und eine Anpassung im Sinne der gemeinsamen Weiterentwicklung realistisch erscheint. Diese Aufgabe wird u.a. in der Systematikkommission der DBG unter Hinzuziehung ostdeutscher Mitglieder bereits bearbeitet. Sie sollte bis zum Erscheinen der 4. Auflage der Kartieranleitung (KA4) in den Grundzügen bewältigt sein.

In der DDR wurde ein Schlüssel zur Bildung von Hauptbodenformen als Kombination von bodensystematischer Einheit (Bodentyp) und Substrat(schichtungs-)typ entwickelt und weitgehend einheitlich in land- und forstwirtschaftlichen Kartierungen, in Lehre und Forschung angewendet.

Der Vortrag behandelt Leitlinien der Substratsystematik. Anhand eines Kartierungsbeispiels wird auf die Bedeutung der Substratschichtung für die Differenzierung von Bodentypen aufmerksam gemacht.

MATERIAL UND METHODE

Bei einer großmaßstäbigen Standortkartierung (1989) der Ackerfläche der LPG Kleinschirma bei Freiberg (Sachsen) waren 109 Schürfe, 283 Bohrpunkte und über 1700 Grablöcher der Bodenschätzung angesprochen und nach ostdeutscher Kartieranleitung

¹⁾ Fachbereich Bodenkunde u. Bodenschutz d. FZB Münchenberg, Schicklerstr. 3, 0-1300 Eberswalde-Finow 1

(TGL 24300) u.a. Hauptbodenformen zugeordnet worden. An diesem Material soll die Verfahrensweise und Zweckmäßigkeit der differenzierten Substratansprache als Ergänzung zur Bodentypenbenennung demonstriert werden. Insbesondere Bezug genommen wird auf die TGL 24300/07 (Substratarten und Substrattypen)¹⁾.

ERGEBNISSE UND DISKUSSION

In Abb.1 wird für Schürfe die Einordnung nach KA3 und TGL gegenübergestellt. Es wird deutlich:

- Nach TGL aufgenommene Profile können nicht einfach in Bodentypen oder -subtypen nach KA3 umbenannt werden. Eindeutig kann die Transformation nur über die Horizontinterpretation erfolgen.

Beispiel: Ein Braunstaugley als verbraunter, deutlich hydromorph geprägter Boden kann nach KA3 durch die Subtypen B-S, S-B, S-L, L-S ... den Bodentypen Braunerde (B), Parabraunerde (L) oder Pseudogley (S) zugeordnet werden, wobei zu klären ist, ob die Pseudovergleyung durch Haftnässe (SH) hervorgerufen wird.

- 40 Braunerdeprofile werden durch die KA3 nicht differenziert und fast ausschließlich den typischen Braunerden (Bn) zugeordnet.
- Braunerden und Staugleye (45 Profile) weisen enorme Substratunterschiede auf (Abb.1). So treten neben tiefgründig skelettarmen Braunerden auch skelettreiche auf, die z.B. in Kuppenposition schon ab 3 dm Tiefe über 50 Vol.% Grobschutt (Steine, Blöcke) enthalten:

vö/v1B Gebirgslöß über Berglehm-Braunerde (hier: skelettarm bis 1.20 m Tiefe)
vp/zB Bergsandlehm über Grus-Braunerde (hier: ab 7 dm > 50 % Zersatz = Feinskelett)
lnB Lehmschutt-Braunerde (hier ab 3dm >50 % Skelett).

Skelettanteil, vorherrschende Skelettgrößen und Schichtenfolge haben für Bodennutzung und ökologische Interpretation wesentliche praktische Bedeutung.

Allgemeine Vorgehensweise: Bei der Profilaufnahme werden für jede Schicht (mächtiger als 2 dm) neben der Körnungsart (= Bodenart) des Feinbodens u.a. auch die Skelettanteile geschätzt. Damit kann für jede Schicht eine Substratart benannt werden. Abb. 2 zeigt u.a. die Zuordnung zu Bodenarten (Feinboden), weitere Substratarten werden genannt. Ab welchen Volu-

¹⁾Ausführliche Diskussion zu den Hauptbodenformen siehe u.a.: LIEBEROTH, KOPP, SCHWANECKE (im Druck).

lt.deutscher Boden-
systematik (KA3)

lt.ostdeutscher Kartier-
anleitung (TGL)

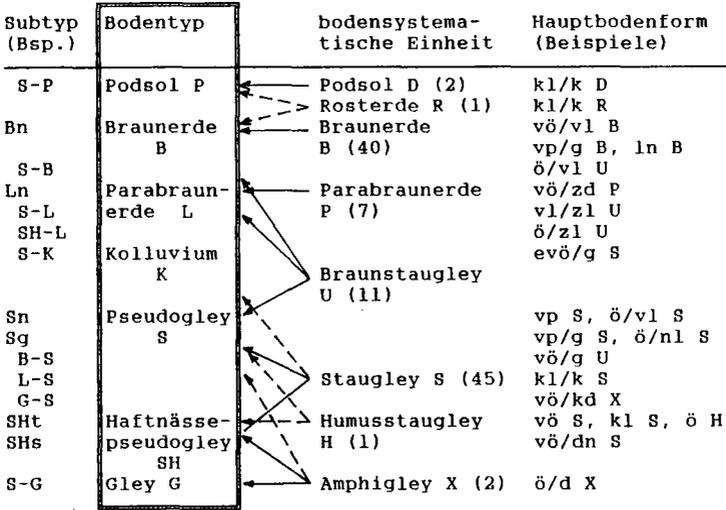


Abb.1 Stellung der Böden Kleinschirmas in der Bodensystematik (Vergleich Ost-West)

Körnungsart	rS, l'S, l'S	lS, uS	sL	L	U, lU, UL	T, sT, lT uT
'normale' Substratarten	Sand s	Lehmsand m	Sandlehm p	Lehm q	Schluff u	Ton t
Zusammenfassung	d		l		:	t
Skelett	vs	vm	vp	vq (vl)	vu	vt
k Kies z Grus w Schotter n Schutt		kd zd wd nd		kl zl wl nl		kt zt wt nt
Löß					ö	
					dö, vö	
gebändert	bs	bm				
Auenmaterial	os	om	ol	ou	ot	
kolluviales Mat.	ed		el	eu, eö	et	
kohlehaltiges M.	xs	xm	xl	xu	xt	
kalkhaltiges M.	cd		cl	cu	ct	
torfhaltiges M.	dh		lh	:	th	

Abb.2 Ausgrenzung von Substratarten nach Körnungsart und Zusatzmerkmalen

menanteilen bei steinigten Böden welche Substratarten definiert sind, gibt Abb. 3 wieder. Die verschiedenen möglichen Schichtenfolgen (als Substratfolgen benannt) werden dann nach definierten Tiefenstufen (2-4 dm, 4-8 dm, 8-12 dm...) und bei Generalisierung unterlagernder Substrate zu Substrat(-schichtungs)typen zusammengefaßt. I.d.R. werden Substrattypen zur Bildung von Hauptbodenformen nur bis 8 dm Tiefe differenziert angesprochen; Ausnahmen bilden u.a. tiefe Lehmunterlagerungen im Tiefland. Abhängig vom Generalisierungsniveau (Maßstabsfrage !) werden Zusammenfassungen oder differenzierte Benennungen bei der Substratschichtung zugelassen, d.h. Haupt- und weiter Lokalbodenformen ähnlich den Bodentypen und Subtypen gebildet.

Mengenstufen (Vol%)		0 ... 4	5	6	7	75
		10	25	50	75	
Fein- skelett	Kies			kd,kl,kt		k
	Grus (Zersatz)	va...vt		zd,zl,zt		z
Grob- skelett	Schotter			wd,wl,wt		w
	Schutt	va...vt		nd,nl,nt		dn,ln,tn ; n

Abb.3 Substratartenbildung bei Skelettbeimengungen

ZUSAMMENFASSUNG

An Beispielen wird gezeigt, daß Bodentypen wesentlich genauer differenziert werden können, wenn sie kombiniert mit dem Substrattyp als Hauptbodenform benannt werden. Die Substrattypenbildung erfolgt durch Ausweisung der Substratarten für die einzelnen Schichten und eine Typisierung der Schichtenfolgen.

Literatur:

ANONYM (1985): Fachbereichsstandard TGL 24300 Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte.-Berlin.
 AG BODENKUNDE (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA3).- Hannover.
 LIEBEROTH, I.; D. KOPP; W. SCHWANECKE (i.Dr.): Zur Klassifikation der Mineralböden bei der land- und forstwirtschaftlichen Standortkartierung. In: Petermanns Geogr. Mitt., im Druck).
 WÜNSCHE, M. u. M. ALTERMANN (1990): Zur Klassifikation der Kippenböden in den Braunkohlenrevieren des mitteldeutschen Raumes. In: Mitt. Dt. Bodenkdl. Gesellsch., 62, 163-166.

Dauerbeobachtungsflächen auf Auenböden
des Oderbruches -Ein Vorschlag-

von

Müller, L. und P. Tille +)

Einführung

Das im östlichen Brandenburg gelegene Oderbruch ist ein Flusspoldergebiet mit typischen tonreichen Auenböden unterschiedlicher Mächtigkeit. Das ca. 80000 ha große Gebiet wird überwiegend ackerbaulich genutzt. Es besitzt eine bemerkenswerte Naturlandschaft mit schützenswerten Biotopen.

Handlungsmaßnahmen zum Boden- und Gewässerschutz setzen u. a. quantitative Belege in Form von im Gelände erhobenen Daten voraus.

Bisherige Arbeiten (Heim und Müller, 1988,; Müller, Tille und Heim, 1991) demonstrieren die Abhängigkeit der die Bodenfunktionen widerspiegelnden Parameter vom mittelfristigen Grundwasserflurabstand.

Die Befunde zeigen deutliche Bodenentwicklungsprozesse, bei denen aber Tempo und Reversibilität weitgehend ungeklärt sind.

+) Fachbereich Wasserhaushalt und Gewässerschutz
im Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit
Müncheberg, W-. Pieck- Str. 72,
O-1278 Müncheberg

Das Gebiet wurde in den letzten Jahren durch fehlende Steuerung zu tief entwässert, bietet jedoch gute Möglichkeiten der Wiederanhebung der Grundwasserstände und damit der Einflußnahme auf die Bodenstruktur.

Konzept der Dauerbeobachtungsflächen

Es wird vorgeschlagen, zwei bereits gut vorerkundete Standorte nach Abb. 1 (Seelow, Ackerland) und Sophienthal (Grünland und Ackerland) zu Dauerbeobachtungsflächen zu entwickeln.

Im Gebiet Seelow dominieren tiefgründige Tone mit teilweiser Feuchthumusakkumulation, im Gebiet Sophienthal Decklehme mittlerer Mächtigkeit.

Ziel sollte die Quantifizierung der Bodenentwicklungsprozesse zum Aufbau eines Kontroll- und Steuerungssystems (Tab. 1) im Sinne eines Ökosystemmanagement sein. Das erfordert die Analyse der Stofftransport- und Speicherprozesse (nach Menge und Güte) entsprechend Abb. 2. Die Arbeiten sollten in regionale und überregionale Konzepte des Bodenmonitorings und des Aufbaus eines Bodeninformationssystems eingeordnet werden. Methodische Basis sind die Empfehlungen der DBG (Teil Bodenuntersuchung) und des DVWK (Teil Wasseruntersuchung). Untersuchungsschwerpunkt in der 1. Etappe sollte die Interaktion Wasserregime- Bodenstruktur bilden (Tabelle 2). Dazu ist es aus Gründen der biostatistischen Sicherung der Ergebnisse zweckmäßig, einige weitere bereits beprobte Bodenprofile in ein zeitlich gröberes Netz der Beobachtung einzubeziehen (Abb. 1).

Literatur:

Heim, H.; und L. Müller (1988): Felduntersuchungen des Gefüges alluvialer Tonböden als Grundlage zur Ermittlung des Entwässerungszustandes. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenkd., Berlin 32, 3, 149-158

Müller, L. P. Tille und H. Heim (1991): Untersuchungen zum Einfluß des Wasserregimes auf die Eignung tonreicher Böden des Oderbruches für die Agrarproduktion. Zeitschr. für Kulturtechnik und Landentwicklung, Hamburg und Berlin, 33, im Druck

Tabelle 1:

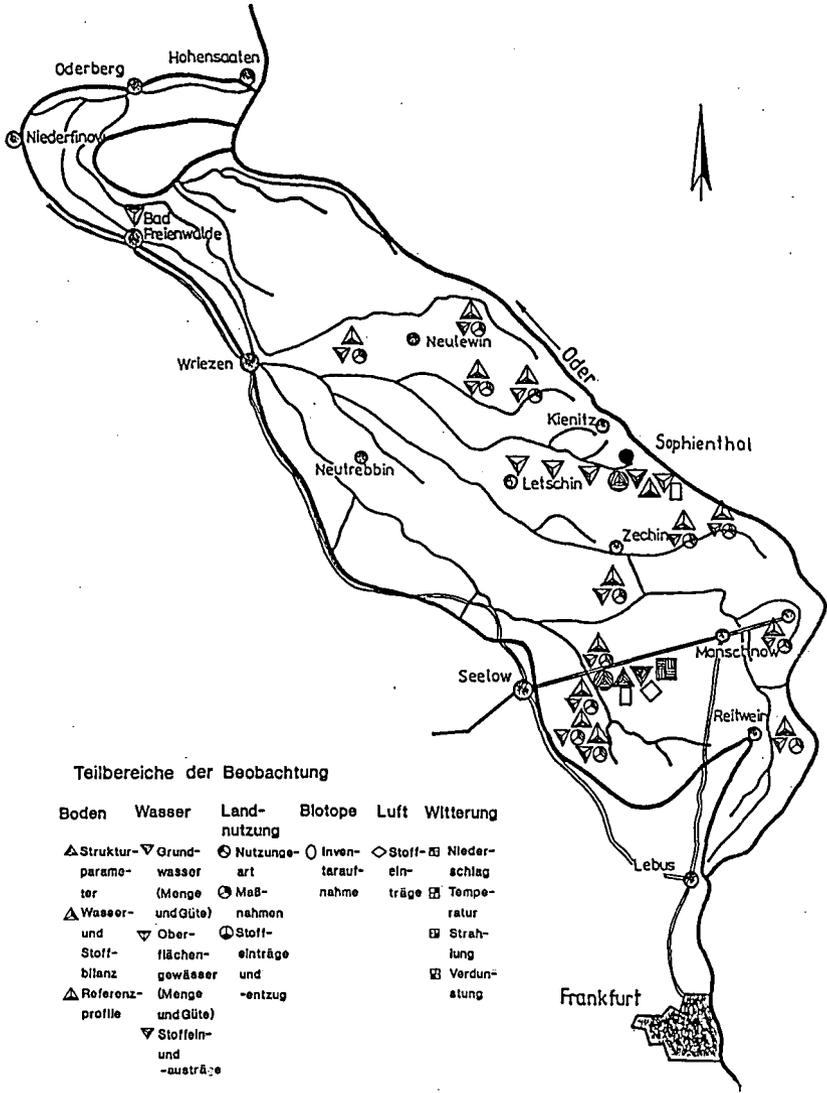
Einordnung der Arbeiten und Nutzung der Ergebnisse

	Regional	Überregional
Ein- ordnung	<ul style="list-style-type: none">● Programme der Umwelt- und Agrarforschung des Landes● Bodeninformationssystem des Landes	<ul style="list-style-type: none">● Länderübergreifendes Bodeninformationssystem● Internationale Monitoringprogramme mit Schwerpunkt Osteuropa
Nut- zung	<ul style="list-style-type: none">● Beweissicherungsverfahren● Planfeststellungsverfahren● Raumordnungsverfahren● Umweltverträglichkeitsprüfungen	<ul style="list-style-type: none">● Umweltdatenbanken (Methode- und Datenebene)● Weiterentwicklung der Forschungsmethodik Lehre und Ausbildung

Tabelle 2:

Aufgaben

- Prozeßforschung zur Wasserdynamik und Strukturentwicklung quellender und schrumpfender Böden als Grundlage für die mittelfristige Steuerung des Wasserregimes
- Vermeidung von Bodendegradierung
- Kontrolle der Umweltbelastung in einem Bspelsgebiet mit folgender Spezifik:
 - größtes geschlossenes Flußauengebiet
 - östliche Randlage mit deutlich kontinentaler Klimabeeinflussung
 - ständiger Drängewasserzufluß aus der Oder, damit potentiell permanenter Schadstoffeintrag
 - noch geringe Besiedlung und Luftschadstoffbelastung



Die „Bodengeologischen Übersichtskarten“ Thüringens i.M. 1:100 000

von
Rau, D. und H. Schramm[†]

Vorgeschichte

In Thüringen ist regionale Bodenkunde schon seit den 30er Jahren betrieben worden, und zwar bei der damaligen Geologischen Landesanstalt, die ihren Sitz in Jena hatte.

Aus der „Thüringischen Geologischen Landesanstalt“, später „Thüringisches Geologisches Landesamt“, ging nach dem Krieg die „Staatliche Geologische Kommission“ hervor und aus dieser schließlich der „VEB Geologische Forschung und Erkundung, Betriebsteil Jena“.

Die regionale Bodenkunde war während dieser Zeit in den genannten Folgeeinrichtungen des „Geologischen Landesamtes“, heute in der „Thüringischen Geologischen Landesuntersuchung GmbH“ fortwährend präsent.

Ende der 60er Jahre wurde in Jena die Konzeption für Boden-Übersichtskarten i.M. 1 : 100 000 entwickelt. Ein verhältnismäßig nur kleines Team von Bodenkundlern bewältigte die Aufgabe für alle drei thüringischen Bezirke Gera, Erfurt und Suhl in der kurzen Zeitspanne von 1969 bis 1974. Im Anschluß wurde ab 1974 an dem Kartenwerk der „Mittelmaßstäbigen landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK)“ gearbeitet.

Das Konzept, die Methodik der Erarbeitung

Die Erarbeitung der Karten stellte keine Gelände-Kartierungsaufgabe im eigentlichen Sinne dar. Die Übersichtskarten sind vielmehr im wesentlichen aus den vorhandenen Unterlagen entwickelt worden. Eine Hauptrolle spielte dabei die Bodenschätzung, wobei nicht nur die Bodenschätzungskarten, sondern auch, von Fall zu Fall, die „Blattsammlungen“ mit ihren Profilbeschreibungen in die Auswertung einbezogen wurden.

Die Auswertung - zielgerichtet auf Bodengesellschaften als Einheiten der Bodenkunde hin - ist möglich, wenn der Zusammenhang zur Geologie, insbesondere zur Quartärgeologie, zutreffend herausgearbeitet wird. In unserem thüringischen Raum gelingt es zumeist gut, die Tendenzen von „Bodenart, Zustandsstufe und Entstehungsart“ der Bodenschätzung in ihrer geologischen und geomorphologischen Relevanz zu erkennen und auszuwerten.

[†] Thüringische Geologische Landesuntersuchung GmbH
Saalbahnhofstraße 25, O-6900 Jena

Eine wesentliche Grundvoraussetzung für das Vorhaben bestand darin, die Löß-Verbreitung kartennäßig zu erfassen. Wir haben die Löß-Verbreitung aus der Bodenschätzung herausgezogen, wobei in Thüringen Löße und besonders Löß-Derivate nicht immer mit der „Entstehungsart“ L₀ ausgewiesen sind. Aber es gibt deutliche Hinweise über die Zuordnungskriterien „Bodenart“ und z.T. auch „Zustandsstufe“ auf die Löß-Verbreitung innerhalb bestimmter geologischer Formationen (z.B. des Vorkommen der Bodenart L als Insel innerhalb von LT und T im Oberen Muschelkalk oder von SL innerhalb von S oder LS im Mittleren Buntsandstein). Hier ist darauf hinzuweisen, daß die geologischen Maßstabsblätter Thüringens als sogenannte „abgedeckte“ Karten quartäre Deckschichten, insbesondere den Löß, nur dann ausweisen, wenn sie größere Mächtigkeiten besitzen.

Eine weitere wichtige Vorarbeit bestand in der Erforschung des Wandels der Löß-Bodentypen innerhalb Thüringens. Untersuchungen von RAU (1969), die Mitte der 60er Jahre abgeschlossen wurden, hatten ergeben, daß Löß-Schwarzerde, Löß-Braunschwarzerde, Löß-Griserde und Löß-Fahlerde vom trockenen Zentrum des Thüringer Beckens nach dessen niederschlagsreicheren Rändern hin in regelmäßiger Abfolge auftreten. Die Areale der Verbreitung dieser Löß-Bodentypen, sie korrespondieren mit klimatischen, orographischen und vegetationsgeschichtlichen Gegebenheiten, waren somit bekannt. Von der Bodenschätzung her ließen sich weitere gut auswertbare Zusammenhänge zu den Löß-Bodentypen, und zwar über die „Zustandsstufen“, nachweisen.

Für die Waldgebiete war die Bearbeitung einfacher, denn hier standen uns die Karten der Forstlichen Standorterkundung - damals in der ersten Bearbeitungsstufe - zur Auswertung zur Verfügung. Es lagen großmaßstäbige, auf flächendeckender Geländekartierung basierende detaillierte und genaue Unterlagen vor, die dem Vorhaben direkt nutzbar gemacht werden konnten.

Die für die Übersichtskarten aufgewendeten Feldarbeiten beschränkten sich auf Begehungen, 1 m-Handbohrungen und auf Schürfe in solchen Arealen, die von den Unterlagen her eine klare Zuordnung nicht ermöglichten.

Zusammenfassend ist zur Methodik der Erarbeitung folgendes zu sagen: Als erster Schritt wurde eine Konzeptkarte 1 : 25 000 entwickelt. Die Bearbeitungsschritte waren:

- Das Ausgrenzen der grundwassernahen Bereiche, also der Auen, Tälchen, Senken und Niederungen. Die Grundlage bildete das auf 1 : 10 000 vergrößerte Maßstabsblatt. Von der Bodenschätzung her wurde die „Entstehungsart“ A₁ mit in die Betrachtung einbezogen.

- Das Ausgrenzen der Löß-Verbreitung aus den Unterlagen der Bodenschätzung und der forstlichen Standorterkundung.
- Das Ausgrenzen der Bodeneinheiten auf der Basis der geologischen Karten 1 : 25 000 in Verbindung mit den Klassenzeichen der Bodenschätzung und den Einheiten der forstlichen Standorterkundung.

Während der Erarbeitung der Konzeptkarte erfolgte im Gelände die Überprüfung von Grenzkonturen. Gleichzeitig wurde die Legende entwickelt. Als Synthese aus Topographie, Geologie/Petrographie, Bodenschätzung und Geländearbeit entstand schließlich die Endfassung der Konzeptkarte i.M. 1 : 25 000. Sie bildete die Grundlage für das Zusammenstellungsoriginal i.M. 1 : 100 000.

Die Einheiten

Die Einheiten der Übersichtskarte sind als Bodengesellschaften konzipiert. Die Gliederung beruht vorrangig auf der Geologie der Ausgangssubstrate.

Auf der Übersichtskarte selbst ist lediglich eine Kurzkennzeichnung gegeben, und zwar die Leit-Bodenform oder das geologische Substrat plus dem Leit-Bodentyp. Dazu kommen knappe Angaben zu Bodengüte, Wasserhaushalt, vorherrschender Nutzungsart und, bei gegebener Relevanz, anderer hervortretender Eigenschaften.

Die Kurzkennzeichnung, die nur über das Wichtigste der Einheit informiert, wird durch eine ausführliche Kennzeichnung ergänzt, die in einer gesonderten Blattsammlung, der „Legenden-Kartei“, enthalten ist. Für jede Einheit ist auf einem Blatt im Format A 5 das enthaltene Inventar aufgeführt:

Die Geländedeposition, die Nutzung,
die geologische Einheit,
der Gesteinsaufbau,
der Bodenaufbau,
die Bodenformen.

Auf der Rückseite des Legenden-Blattes sind Kennwerte der Einheiten angegeben, die für die Nutzer der Karten von Bedeutung sind:

Unter Bodeneigenschaften die Spezifik für Wasserhaushalt und Wasserspeicherfähigkeit, für Nährstoffvorrat und -dynamik und für die Gefügeverhältnisse;

unter Melioration die Eignung und die Erfordernisse für Ent- und Bewässerung, Kalkung, ggf. Tieflockerung u.a.;

beides allerdings bezogen i.w. auf die Leit-Bodenform der Einheit. Weiter sind Angaben gemacht zu Anbaueignung, Ertragspotenz und

Ertragssicherheit.

Schließlich ist die Bodenschätzung nach den Klassenzeichen und Bodenzahlen im Durchschnitt, in der etwaigen Plus- und in der etwaigen Minusvariante angegeben.

Die Nutzer

Die Nutzer der thüringischen Boden-Übersichtskarten waren vor allem die bezirklichen Stellen der Landwirtschaft, der Wasserwirtschaft, der Geologie und - in besonders umfangreichem Maß - die Meliorationsprojektierung. Von den Landwirtschaftsbetrieben, also den LPG, wurden in erster Linie die „Konzeptkarten“ 1 : 25 000 angefordert. Sie benutzten diese als Grundlage für die Gestaltung ihrer Feldfluren, die Gülleverwertung, die Ent- und Bewässerung.

Rückblick und Vorausschau

Das Kartenwerk der Bezirks-Bodenkarten von Thüringen ist inzwischen zwanzig Jahre alt. Allein diese Tatsache gibt zu denken. Ein Vergleich mit entsprechenden Bodenkarten der alten Bundesländer läßt erkennen, wie relativ „provisorisch“ unsere Karten zu bewerten sind. Betrachten wir aber die den Karten zugrundeliegende Konzeption, so ist doch weitgehende Übereinstimmung festzustellen. Leider ist die Entwicklung der Bodenkartierung bei der „Geologischen Forschung und Erkundung“ in Thüringen in der Folgezeit, insbesondere aber in den zurückliegenden etwa acht Jahren, nicht in gewünschter Weise weitergegangen. Bedauerlich ist auch, daß die damals begonnene Auswertung der Bodenschätzung nicht systematisch fortgesetzt werden konnte.

Bei einer kritischen Wertung aus heutiger Sicht ergibt sich trotz vorhandener Unzulänglichkeiten die Tatsache, daß für das Land Thüringen ein flächendeckendes Boden-Übersichtskartenwerk vorhanden ist. Dieses Kartenwerk sollte eine brauchbare Basis für das Kartenwerk 1 : 200 000, das im Rahmen der gesamten Bundesrepublik erarbeitet werden soll, abgeben.

Eine künftige Abteilung Bodenkunde bei dem zu bildenden Geologischen Landesamt wird darin voraussichtlich mit einer ihrer ersten Aufgaben zu sehen haben.

Literatur:

- RAU, D. (1969): Untersuchungen an rezenten und fossilen Lössböden in Thüringen. - Geologie 18, 6, 691-699
- RAU, D. u. H. SCHRAMM u. H. PANTEL: Bodengeologische Übersichtskarten der Bezirke Gera (1969), Erfurt (1973) und Suhl (1974) i.M. 1 : 100 000 mit Legenden-Kartei. - Thür. Geolog. Landesuntersuchung GmbH (Jena)

Ein geografisches Informationssystem als Werkzeug
der Bodenschutzplanung
dargestellt am Beispiel der Hansestadt Lübeck

von

Schemschat, B., W.D. Kneib u. F. Speetzen *

Obwohl dem Boden als Grenz- und Übergangsraum zwischen Atmosphäre und Biosphäre einerseits und Geosphäre und Hydrosphäre andererseits eine entscheidende Bedeutung in naturnahen und urbanen Ökosystemen zukommt, ist seine Berücksichtigung in der Stadt- und Landschaftsplanung, der Landschaftspflege sowie im kommunalen Verwaltungshandeln bislang eher untergeordnet. Dies liegt sowohl an fehlenden Konzepten als auch an fehlenden Grundlagen durch die Bodenkartierung.

Das Ziel der Studie für das Umweltamt Lübeck war daher

- der Entwurf von Bodenökologischen Konzeptkarten aus den Daten bestehender Bodengrundinventuren und allen vorhandenen Vorinformationen, die Aussagen zum Boden zulassen, sowie
- die Definition von Bodenschutz-Vorranggebieten und
- die Ableitung von Handlungsempfehlungen in Form eines Maßnahmenkatalogs Bodenschutz als Grundlage für das Verwaltungshandeln.

Das Verfahren wurde sowohl zur Regionalisierung *übergreifender Bodenschutzziele* mit einer Darstellung im Maßstab 1:25.000, als auch zur Regionalisierung *konkreter Bodenschutzziele* als Grundlage spezieller Fachplanungen mit einer Darstellung im Maßstab 1:5.000 exemplarisch angewendet, methodisch umgesetzt und jeweils an einem Ausschnitt demonstriert.

Gemäß Bundesnaturschutzgesetz sollte ein ökologisch-naturräumlich orientierter Bodenfunktionsschutz Priorität haben. Auf der Grund-

* BSD Bodenschutzdienst für Städte und Gemeinden GmbH,
Wischhofstraße 1-3, 23 Kiel 14, Tel. 0431/729333

lage dieser externen Wertsetzung und rechtlichen Vorgabe lassen sich folgende generelle Bodenschutzziele formulieren:

- A Erhaltung von Bodenpotentialen und Bodenqualitäten
- B Verhinderung von Degradationen des Bodens
- C Ausschluß von vom Boden ausgehenden Risiken

Auch ohne eine kostenintensive Bodenkartierung im Gelände ist es möglich, in Ergänzung zu einer bestehenden Biotopkartierung als Ist-Betrachtung, die Potentiale des Bodens, beispielsweise für bestimmte Pflanzen- und Tiergesellschaften, sowie seine Empfindlichkeiten für Degradationen und mögliche, von ihm ausgehende, Risiken aus bodenkundlich relevanten Unterlagen abzuleiten, und somit einen Flächenbezug für die oben genannten generellen Bodenschutzziele herzustellen. Hierzu wurden die Böden auf der Grundlage der aus den bodenkundlich relevanten Unterlagen ableitbaren Merkmale typisiert und regionalisiert und zwar in

- Typen bzw. Einheiten des oberflächennahen Bodenwasserhaushaltes zur Kennzeichnung der ökologischen Potentiale des Bodens, sowie
- Typen bzw. Einheiten des Nutzungswandels und der Realnutzung zur Kennzeichnung der Überformungsart und des Überformungsgrades.

Die Verknüpfung der Typen des oberflächennahen Bodenwasserhaushaltes mit denen des Nutzungswandels und der Realnutzung sowie die Zuordnung der generellen Bodenschutzziele A-C ermöglicht die Definition und räumliche Zuweisung von Bodenschutz-Vorranggebieten, z.B.:

Zu A, Vorranggebiet Schutz von Potentialen und Qualitäten des Bodens in weitgehend anthropogen unbeeinflussten Bereichen: einzigartige bodenökologische Standorte wie Feuchtgebiete und Trockenstandorte, Standorte mit vielfältiger Eignung als Pflanzenstandort, besondere und seltene Typen der Geo- und Pedogenese wie Dünenstandorte.

Zu B, Vorranggebiet Schutz vor Degradationen des Bodens: Erosion und Problemstoffanreicherung im Boden.

Zu C, Vorranggebiet Schutz vor vom Boden ausgehenden Gefährdungen und Gefahren: Risiken durch Inhalation und Ingestion sowie über die Pfade Pflanze und Wasser (Grundwasser und Vorfluter).

In einem Maßnahmenkatalog werden den einzelnen Bodenschutz-Vorranggebieten entsprechend der jeweiligen Realnutzung Maßnahmen zugeordnet. Die Karte der Bodenschutz-Vorranggebiete und der Maßnahmenkatalog sollen als Leitfaden für das Verwaltungshandeln bei der kommunalen Umsetzung der generellen Bodenschutzziele dienen.

Bei der praktischen Umsetzung des dargestellten Verfahrenskonzeptes für die Bodenschutzplanung der Hansestadt Lübeck wurde das PC-orientierte geographische Informationssystem PIA eingesetzt. Es ermöglicht eine komfortable menuegesteuerte Erfassung und Bearbeitung von Punkt-, Linien- und Flächeninformationen. Für den Kartenausschnitt des Bearbeitungsmaßstabes 1:25.000 wurde die geologische Karte (1:25.000) sowie die auf der Deutschen Grundkarte (1:5.000) basierende Reliefgliederung digitalisiert. Für den Ausschnitt des Bearbeitungsmaßstabes 1:5.000 wurden zusätzlich die Einheiten der Reichsbodenschätzung (1:1.000 und 1:2.000), die forstliche Standortskarte (1:10.000) und die Biotopkartierung (1:5.000) digital erfaßt. Die kartographische Verknüpfung der Einzelinformationen führte für beide Bearbeitungsmaßstäbe jeweils zu einer Karte der Typen des oberflächennahen Bodenwasserhaushaltes.

Der Nutzungswandel und die Realnutzung wurde aus den Chronologen der topographischen Karte 1:25.000 bzw. aus der aktuellen TK 25 abgeleitet und ebenfalls digital erfaßt.

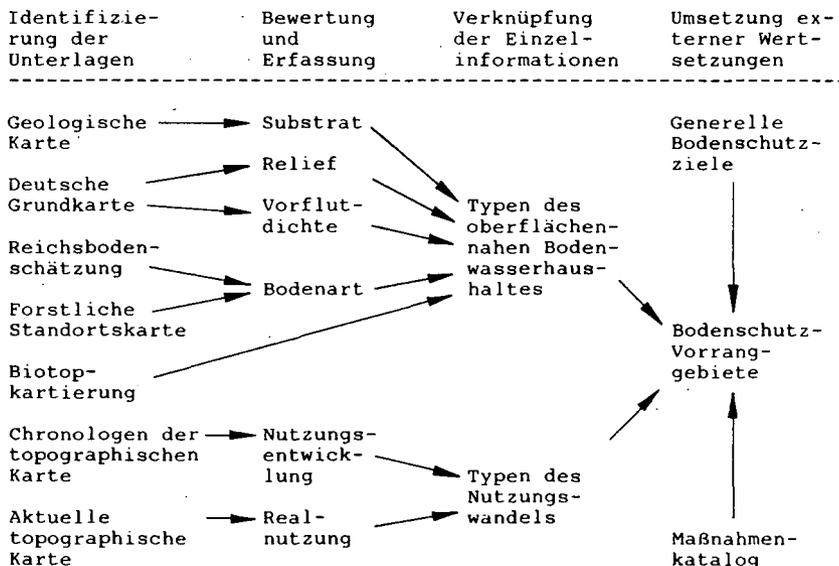
Durch Überlagerung bzw. Verschneidung der oberflächennahen Bodenwasserhaushaltstypenkarte mit der Nutzungswandeltypenkarte erfolgte für beide Bearbeitungsmaßstäbe jeweils die Erstellung der Karte der Bodenschutz-Vorranggebiete. Bei der Erstellung der thematischen Auswertungskarten kann der Differenzierungs- und Detaillierungsgrad mit Hilfe des Programmsystems PIA schnell jeweils der maßstabsabhängigen Darstellbarkeit angepaßt werden.

Die Einzelinformationen werden als Kartenaufleger digital gespeichert, sie stellen als Ganzes die digitale Konzeptkarte dar. Wie das Anwendungsbeispiel zeigt, bietet das Prinzip der digitalen Konzeptkarten den Vorteil einer schnellen Ergänzung und Korrektur (z.B. für eine Aktualisierung) sowie einer Verknüpfung der Einzelinformationen für die Erstellung von Auswertungskarten. Es

ermöglicht ferner eine schnelle Flächenberechnung der Karteneinheiten und eine schnelle Ausgabe von Arbeitskarten in beliebigem Maßstab und auf unterschiedlichen Materialien wie Papier, Transparent oder Folie, auch ein "plotten" in vorhandene Kartenvorlagen ist realisierbar.

Als Kartengrundlage für die Bodenschutzplanung des Umweltamtes Lübeck wurden die Ergebnisse der Auswertung als thematische Karten für die übergeordnete Planungsebene jeweils in eine topographische Karte 1:25.000 geplottet. Für die konkrete Planungsebene wurde hierzu als Vorlage die Deutsche Grundkarte 1:5000 ausgewählt.

Folgende Darstellung zeigt zusammenfassend die Arbeitsschritte bei der Kartenerstellung für die Bodenschutzplanung in Lübeck:



Literatur:

Kneib, W.D. und M. Schwarze-Rodrian (1987): Konzept des Bodenschutzes in der Stadt- und Landschaftsplanung, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 55/II: 783-784
Schemschat, B. und R. Wolff (1987): Auswertungsmöglichkeiten einer Bodenökologischen Basisdatei (1:20.000), Mitteilng. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 55/II: 843-844

Möglichkeiten und Grenzen der Kartierung der Struktur
der Bodendecke in unterschiedlichen Maßstäben

von
Schmidt, R.^{*)}

Für Qualität und Nutzbarkeit von Bodenkarten ist es ein generelles Problem, die Heterogenität der Bodendecke zu erfassen und widerzuspiegeln. Da eine exakte Wiedergabe der Variabilität von Bodeneigenschaften und Böden nur in sehr großen Maßstäben (1 : 2 000 und größer) möglich ist, kommt es darauf an, für Bodenkarten unterschiedlicher Maßstäbe Abstraktions- und Generalisierungsregeln zu entwickeln, die eine möglichst hohe Genauigkeit und die Reproduzierbarkeit der Aussagen gestatten (HAASE und SCHMIDT, 1985). In der Diskussion um Wert bzw. Mängel von Bodenkarten in den letzten Jahren hat sich herausgestellt, daß vor allem 2 Aspekte besonders zu beachten sind,

1. die Regionalisierung von Bodenparametern,
2. die Verallgemeinerung und Reproduzierbarkeit der Arealstruktur der Bodendecke.

Sie sind von entscheidender Bedeutung, um auf der Grundlage von Bodenkarten zuverlässige Flächendaten zu erzeugen und mittels Modell bzw. Bodeninformationssystem Bodenbewertungen für Bodennutzung und Bodenschutz vorzunehmen.

Untersuchungen an Bodengesellschaften des norddeutschen Tieflands (SCHMIDT, 1991) haben ergeben, daß Bodenparameter (Textur, Humus, pH u. a.) am sichersten und einheitlichsten ausgegrenzt werden können, wenn die Übereinstimmung von bodengenetischer Struktur und Prozeßstruktur gewährleistet ist. Für die Parametersicherheit bodenkundlicher Aussagen bedeutet das, die Homogenitätskriterien für die Grundeinheiten der Bodenkartierung relativ eng zu fassen und auf Lokalbodenformen (Kombination von Substrattyp und Bodentyp im

^{*)} Forschungszentrum für Bodenfruchtbarkeit Müncheberg,
Fachbereich Bodenkunde/Bodenschutz, Schicklerstr. 3
0-1300 Eberswalde-Finow

Sinne von LIEBEROTH, 1982) in typischer Reliefposition (z. B. Oberhang, Mittel-, Unterhang, Senke) zu orientieren.

Unter Zugrundelegung derartiger, in ihrer Parameterstruktur und -variabilität relativ einheitlicher Grundeinheiten, sind weitere Ableitungen sinnvoll. Sie bestehen in der Kombination bzw. Vergesellschaftung von Bodenformen mit charakteristischen Lage- und Nachbarschaftsbeziehungen, die in Catena- oder Kopplungstypen (HAASE et al., 1982) ihren Ausdruck finden. Es sind Kombinationen von Lokalbodenformen in typischen Reliefpositionen und charakteristischen Kopplungseigenschaften. Unter Beachtung dieser Grundsätze sind auch für chorische Einheiten Aussagen bezüglich Bodenparameter möglich.

Die Übersicht (Abbildung) faßt die dargestellten Prinzipien zusammen, untersetzt durch Kartierungsbeispiele aus den alten und neuen Bundesländern. Mit der Untergliederung in mehrere topologische und chorologische Einheiten wird angedeutet, daß innerhalb der jeweiligen Dimensionsstufe weitere Differenzierungen bestehen, auf die im einzelnen nicht eingegangen werden kann.

Bezüglich der Charakterisierung der Struktur der Bodendecke in Bodenkarten ergeben sich Schlußfolgerungen, die hinsichtlich der weiteren Entwicklung von Kartenwerken beachtet werden sollten:

1. Im Maßstab 1 : 10 000 und größer ist die Beziehung Pedotop-Oberflächenform mit hinreichender Sicherheit herzustellen, so daß eine relativ gute Übereinstimmung zwischen Bodenparametern und ausgegrenzten Kartiereinheiten besteht.
2. Der Maßstab 1 : 25 000 ist für die Erfassung der Struktur der Bodendecke in vielen Fällen problematisch. Aufgrund der geringen Flächengröße lassen sich Pedotope nur in Ausnahmefällen, die Beziehungen zwischen Bodendecke und Relief nur vergrößert darstellen. Die Parameterschwankungen innerhalb der Kartiereinheiten sind häufig relativ hoch und uneinheitlich.

3. Der Maßstabsbereich 1 : 50 000 bis 1 : 200 000 gewährleistet die Darstellung von Bodengesellschaften nach einheitlichen Kriterien. Durch die kombinierte Erfassung mehrerer, die Boden-
decke in der chorologischen Dimension bestimmender Eigenschaften (geologischer Bautyp, Relieftyp, Bodeninventar, Catenatyp bzw. Gefügestil) kann maßstabsbezogen ein hohes Aussageniveau erreicht werden.

Literatur

- HAASE, G. und R. SCHMIDT (1985): Konzeption und Inhalt der Karte "Böden" 1 : 750 000 im "Atlas DDR". Petermanns Geogr. Mitt. 129(3), 199 - 204
- HAASE, G. u. a. (1982): Kennzeichnung und Kartierung von Naturraumtypen im mittleren Maßstabsbereich. Wiss. Mitteilungen, Inst. f. Geographie und Geoökologie der AdW, Sonderheft 1, Leipzig, 152 S., Anl.
- LIEBEROTH, I. (1982): Bodenkunde. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag Berlin, 432 S.
- SCHMIDT, R. (1991): Genese und anthropogene Entwicklung der Bodendecke am Beispiel einer typischen Bodencatena des Norddeutschen Tieflands. Petermanns Geogr. Mitt. 135(1), 29 - 37

Übersicht: Darstellung der Struktur der Bodendecke in Bodenkarten

Di- men- sion	Einheit	Inhaltliche und raumstrukturelle Merkmale	Maßstab	Beispiele	
				neue Länder	alte Länder
	Standort- element	Einzelne Parame- ter (Textur, Hu- mus, pH, Nähr- größer	1:5000 und größer	Schlagüber- sichtskar- ten	Hof-Boden- Karten
topo- lo- gisch	PedotopI (Physio- typ) ⁺	Lokalbodenform in charakteristi- scher Reliefpo- sition	1:10000 und größer	Bodenkundliche Spezialaufnahmen	
	PedotopII	Bodenform/Boden- typ/Bodenkomplex nach taxonomi- schen Kriterien	1:10000 1:25000	Forstliche Standorts- karten 1:10000	Landesauf- nahme 1:25000 (BK25) (1:50000, BK50)
	Pedo- choreI (Nano-, cho- rolo- gisch	Vergesellschaft- tung von (Lokal-) Bodenformen in charakteristi- schen Kopplungs- typen	1:50000 bis 1:200000	MMK Forstliche Mosaiktypen 1:100000	Bodenkundl. Standort- karte Nie- dersachsens 1:200000 u. a.
	Pedo- choreII (Mikro-, Meso- Pedo- chore)	Vergesellschaft- tung von Boden- formen/Bodenty- pen in Beziehung zu Geologie, Re- lief, Hydrologie (Anordnungsmu- stertypen)	1:200000 bis 1:1 Mio	Bodenkarte Atlas DDR 1:750000	Bodenkarte BRD 1:1 Mio Soil Map of Middle Eu- rope 1:1 Mio

+ hohe Parametersicherheit

++ hohe Komplexität mit Reproduzierbarkeit der Arealstruktur

Kartierung und Beurteilung verdichteter Neulandböden mittels Pflanzenbonitur und Flugzeugscanner (MSS)

Th. Seligé und T. Harrach *

Am Beispiel von Zuckerrüben werden die Ergebnisse einer sechsstufigen Klassifizierung der Aufwuchsbonität durch Flugzeugscannerdaten vorgestellt und Zusammenhänge zu Bodeneigenschaften und Pflanzenmerkmalen aufgezeigt.

Das Ziel war die Entwicklung eines großflächig einsetzbaren Fernerkundungsverfahrens zur Kartierung und Beurteilung für Bodeneigenschaften anhand der Indikatorfunktionen des Pflanzenaufwuchses.

Im Rahmen des Braunkohle-Tagebergbaus im Rheinland sind Flächen von mehr als 6000 ha für die landwirtschaftliche Nutzung rekultiviert worden. Als Ausgangsmaterial für diese, als Neulandböden bezeichneten, Auftragsböden dient schluffreicher Löß mit gelegentlichen Beimengungen von Kies und Sand.

Durch Bewirtschaftung, vor allem aber das Rekultivierungsverfahren treten an den strukturlabilen Neulandböden, in unregelmäßigem Muster und kleinräumig verteilt, Verdichtungen im Bereich von 35 cm bis 80 cm Tiefe und teilweise darüberhin-aus auf. In den verdichteten Bereichen werden Rohdichten von mehr als 1,8 g/cm³ sowie Grobporenanteile > 50µm von weniger als 5% festgestellt. Als Parameter zur Beschreibung der Bodenverdichtung dient die **Packungsdichte** (DUMBECK 1986, HARRACH & VORDERBRÜGGE 1991).

Es wurde festgestellt, daß Horizonte mit hohen Packungsdichten die Durchwurzelbarkeit und somit den Wurzelraum begrenzen. Durch die verdichtungsbedingt eingeschränkte Durchwurzelung verringert sich die nutzbare Feldkapazität im Wurzelraum und damit das Wasser- und Nährstoffaufnahmevermögen, so daß es, insbesondere unter Wasserstreßbedingungen, zu stark differenziertem Pflanzenaufwuchs und nachfolgend zu Ertragseinbußen kommt (SELIGE 1987, VORDERBRÜGGE 1989). Für die Planung von Sanierungsmaßnahmen sollten diese punktuell gewonnenen Ergebnisse auf die Fläche übertragen und thematische Karten der standortbezogenen Meliorationsbedürftigkeit erstellt werden.

Mit einer, an bodenkundlichen und pflanzenökologischen Parametern geeichten, sechsstufigen Boniturmethode wurden die differenzierten Pflanzenbestände ausgewählter Ackerschläge erfaßt.

Da die Flächenleistung einer solchen **Aufwuchsbonitur** durch den hohen Personal- und Zeitaufwand begrenzt ist, sollte sie mit Fernerkundungsverfahren verknüpft wer-

*Institut für Bodenkunde und Bodenerhaltung, Wiesenstraße 3-5, D(W)-6300 Gießen

den und zur quantitativen Eichung von multispektralen Scanneraufzeichnungen eingesetzt werden.

Im Sommer 1989 wurden deshalb ca. 1000 ha Neuland mit einem 11-kanaligen optomechanischen **Flugzeugscanner** vom Typ Daedalus AADS-1268 ATM (AMANN 1986) aus 270 m Höhe befliegen. Dabei wurde eine geometrische Auflösung von 70-70 cm (!) erreicht wurde. Die radiometrische Auflösung umfaßt Spektralbereiche des sichtbaren Lichtes (VIS), des nahen (NIR), mittleren (MIR) und thermalen Infrarotes. Gleichzeitig wurden punktuell bodenkundliche und pflanzenökologische Merkmale ausgewählter Standorte erfaßt.

Enge Korrelationen wurden gefunden zwischen der Packungsdichte im Unterboden und der Durchwurzelung, zwischen Durchwurzelung und den Aufwuchsmerkmalen Blattmasse und Deckungsgrad sowie zwischen den Aufwuchsmerkmalen und verschiedenen Spektralbereichen. Da die Aufwuchsbonitur sich ihrerseits auf die Merkmale Blattmasse und Deckungsgrad stützt, korreliert die Pflanzenbonität ebenfalls mit den Spektralbereichen.

Nach der Aufbereitung und Entzerrung der Scannerdaten in einer digitalen Bildverarbeitungsanlage wurde mit einem Schwellwertverfahren und anhand der Aufwuchsbonitäten eine thematische, sechsstufige Klassifizierung der Scannerdaten durchgeführt.

Eine flächenhafte Beurteilung der physiologischen Wirksamkeit des Verdichtungs-zustandes der Böden im Untersuchungsgebiet konnte somit erreicht werden.

Die vorgestellten Ergebnisse werden an anderer Stelle ausführlich dargestellt.

Literatur:

- Amann, V. (1986)** *Multispektraler Linscanner DAEDALUS AADS 1268 (ATM) Leitfaden für den Datennutzer*. Interne Mitteilung der DFVLR, Oberpfaffenhofen
- Dumbeck, G. (1986)** *Bodenphysikalische und funktionelle Aspekte der Packungsdichte von Böden*. Dissertation, Gießen. 236 S.
- Harrach, T. & Th. Vorderbrügge (1991)** *Die Wurzelentwicklung von Kulturpflanzen in Beziehung zum Bodentyp und Bodengefüge*. Berichte über Landwirtschaft, Sonderheft (im Druck), Paul Parey Verlag
- Selige, Th. (1987)** *Bodenphysikalische Kennwerte und ihr Einfluß auf Durchwurzelung und Ertrag von Zuckerrüben auf unterschiedlich rekultivierten Böden aus Löß in der Niederrheinischen Bucht*. Diplomarbeit, Inst. f. Bodenkunde u. Bodenerh., Gießen. 121 S.
- Vorderbrügge, Th. (1989)** *Einfluß des Bodengefüges auf Durchwurzelung und Ertrag bei Getreide — Untersuchungen an rekultivierten Böden und einem langjährigen Bodenbearbeitungsversuch*. Dissertation, Gießen. 320 S.

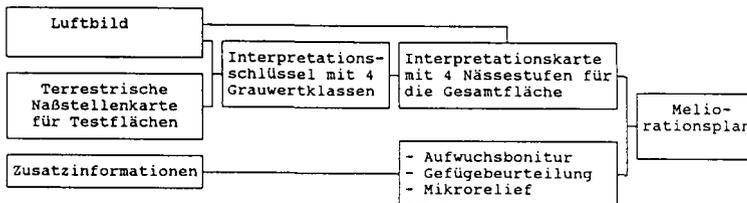
Kartierung von Bodenvernässungen auf landwirtschaftlich genutzten Auftragsböden im rheinischen Braunkohlenrevier mit Hilfe von Luftbildern

TENHOLTERN, R., T. HARRACH * und G. DUMBECK **

Auf den mit Löß rekultivierten landwirtschaftlich genutzten Abraumhalden und ehemaligen Tagebauflächen im rheinischen Braunkohlenrevier treten Bodenverdichtungen und Setzungen auf, die im Frühjahr zu Vernässungen führen. Sie verursachen Bewirtschaftungserschwernisse und schaden der Pflanzenentwicklung (TENHOLTERN, 1987). Die Melioration der Auftragsböden durch Dränung und Lockerung setzt die flächenhafte Erfassung der Schadstellen voraus.

Für die Naßstellenkartierung stehen in vielen Jahren nur wenige Tage während der Abtrocknung der Böden im Frühjahr zur Verfügung. In dieser Zeit lassen sich die vernäßten Bereiche von den schon abgetrockneten und befahrbaren Flächenteilen gut unterscheiden. Wegen des kurzen Untersuchungszeitraumes kann jedoch mit terrestrischen Methoden nur eine relativ kleine Fläche kartiert werden. Für die Meliorationsplanung größerer Flächen wird die terrestrische Naßstellenkartierung deshalb notwendigerweise mit der Aufnahme und Auswertung von Luftbildern kombiniert (Übersicht 1).

Übersicht 1: Ablaufplan der Naßstellenkartierung und Meliorationsplanung mit Hilfe von Luftbildern



Die **terrestrische Naßstellenkartierung** erfolgt auf den Testflächen im Raster von 12 x 12 m nach einem vierstufigen Schlüssel, der sich wesentlich auf die Konsistenz der Böden stützt, aber auch die Beschaffenheit der Bodenoberfläche und Merkmale der Pflanzenbestände berücksichtigt (Tab.1 und Abb. 1).

Zur selben Zeit werden die Rekultivierungsgebiete mit der flugzeuggestützten Reihenmeßkammer RMK A 15/23 der Fa. Zeiss und einem KODAK AEROCHROM MS Film aus einer Höhe von etwa 800 m fotografiert (ungefährer Maßstab 1:5000). Unterschiedlich stark abgetrocknete Flächen unterscheiden sich auf **panchromatischen Luftbildern** durch Grauwert und Textur. Vernäßte Bereiche erscheinen auf dem Luftbild dunkler als die schon abgetrockneten Flächenteile. Verschlammte Bodenoberflächen erscheinen dagegen heller als raue Oberflächen. Außerdem können auf den Luftbildern tiefe Fahrspuren und lückige Pflanzenbestände erkannt werden.

Auf den Luftbildern werden vier Kategorien nach Grauwert und Struktur unterschieden:

1. Flächen, die überwiegend hell erscheinen
2. Flächen, die überwiegend dunkel erscheinen

* Inst. f. Bodenkunde und Bodenerhaltung der Universität Gießen, Wiesenstraße 3-5, D-6300 Gießen

**Rheinbraun AG, Stüttingweg 2, D-5000 Köln 41

Tab. 1: Schlüssel für die Naßstellenkartierung

Grad d. Vernässung	Tragfähigkeit	Feuchte/Konsistenz	weitere Merkmale
nicht vernäbt	befahrbar, keine tiefen Fahrspuren, nur flache Fußabdrücke	trocken oder schwach feucht; fest oder halbfest	ungestörte Pflanzenentwicklung, helle oder dunklere Bodenfarbe
vernäbt	kaum befahrbar, tiefere Fahrspuren, tiefere Fußabdrücke	feucht; steifplastisch, ausrollbar, schwer knetbar	ungestörte oder kaum gestörte Pflanzenentwicklung, dunkle Bodenfarbe
stark vernäbt	nicht befahrbar, kaum begehbar, tiefe Fahrspuren, tiefe Fußabdrücke	stark feucht; weichplastisch, ausrollbar, optimal knetbar	gestörte Pflanzenentwicklung, Chlorosen, dunkle Bodenfarbe, Wasser in den Fahrspuren, Verschlammung in den Fahrspuren
sehr stark vernäbt	nicht begehbar, tiefes Einsinken beim Begehen	naß; breiig, quillt beim Pressen in der Faust zwischen den Fingern hindurch	stark gestörte Pflanzenentwicklung, Chlorosen, teilweise Fehlstellen, Oberflächenwasser, bzw. Oberflächenwasser einfluß erkennbar

3. Die stark dunklen Partien der in der Kategorie 2 erfaßten Flächen
4. Die aufgehellten Kernbereiche innerhalb der dunklen Zonen

Zur Erarbeitung des Interpretationsschlüssels werden die vom Luftbild gewonnenen Auswertungs-skizzen mit den Ergebnissen der Naßstellenkartierung verglichen. Das führt zu folgendem Ergebnis (Abb. 2):

1. hell: mit hoher Wahrscheinlichkeit unvernäßte Flächenteile
2. hell-dunkel: eventuell vernäßte Flächen
3. dunkel: mit hoher Wahrscheinlichkeit vernäßte Bereiche
4. aufgehellt: stark vernäßte, verschlammte Bereiche

Für die Meliorationsplanung werden neben der Naßstellenkarte zusätzliche Informationen benötigt (Übersicht 1). Aussagen über die Lockerungsbedürftigkeit und Lockerungsfähigkeit der Flächen ergeben sich in Kombination mit den Ergebnissen von Pflanzenbonituren im Sommer (SELIGE und HARRACH, 1991) und punktuellen Bodengefügebeurteilung. Für die Dränplanung ist außerdem ein Feinniveaulement zur Erfassung der Setzungen in der Rohkippe erforderlich.

Bei der makroskopischen Gefügebeurteilung in Schürfgruben wird vor allem die Lagerungsdichte des Bodens erfaßt. Die Lagerungsdichte (Packungsdichte) ist eine komplexe Größe, die sich aus dem Gefügetyp, der Lagerungsart, dem Makroporenanteil, dem mechanischen Eindringwiderstand und der Wurzelverteilung ergibt (HARRACH und VORDERBRÜGGE, 1991). Böden mit Lagerungsdichten größer PD 3 gelten als lockerungsbedürftig.

Die Abbildung 3 zeigt die Interpretationskarte für ein Rekultivierungsgebiet, in dem die Abtrocknung zum Befliegungszeitpunkt weniger weit fortgeschritten war, so daß nur die aufgehellten, stark vernäßten und verschlammten Flächenteile gut abgrenzbar sind (schraffierte Flächen). Die Abbildung 3 enthält außerdem die Position von 14 Schürfgruben, in denen eine Gefügebeurteilung durchgeführt wurde. Der Vergleich mit den in Abbildung 4 dargestellten Lagerungsdichten ergibt, daß

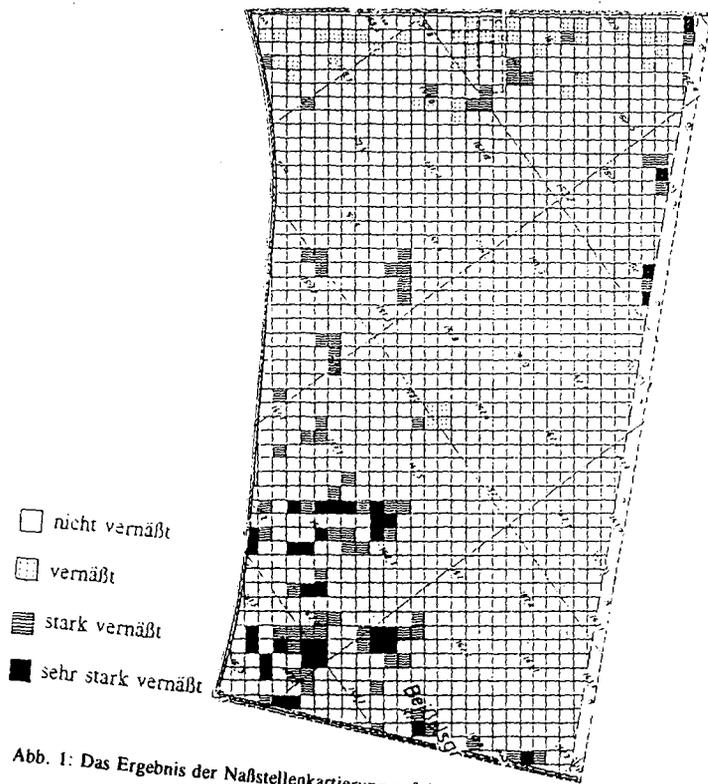


Abb. 1: Das Ergebnis der Nafstellenkartierung auf der Fläche 1 (Raster 12 x 12 m)

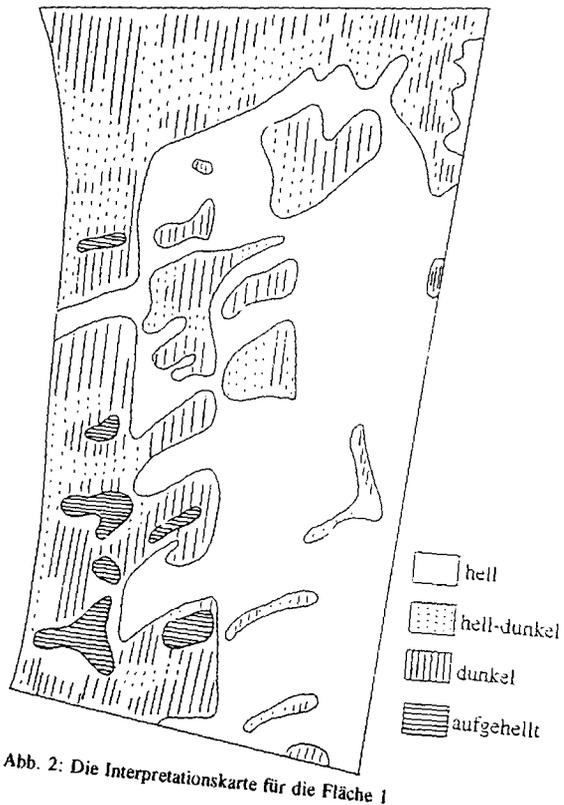


Abb. 2: Die Interpretationskarte für die Fläche 1

Bodenverdichtungen im wesentlichen nur in den durch die Luftbildauswertung ausgewiesenen vernünftigen Flächenteilen gefunden wurden. Die Profile 5 und 6 bilden die Ausnahme, wobei der Boden im Profil 6 nur bedingt lockerungsbefähigt und im Profil 5 aufgrund der Tiefenlage der Verdichtung nicht lockerungsfähig ist.

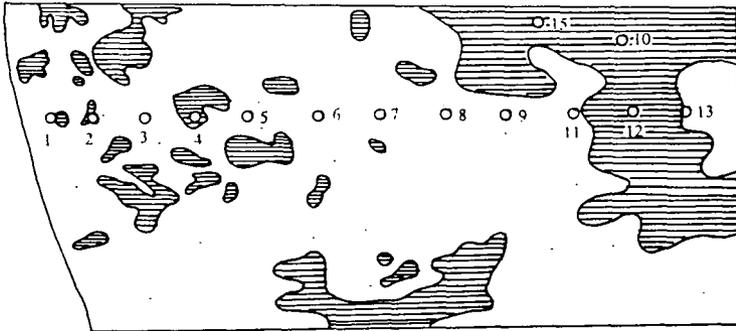


Abb. 3: Interpretationskarte für die Fläche 2 mit der Position der Schürftgruben (Legende s. Abb. 2)

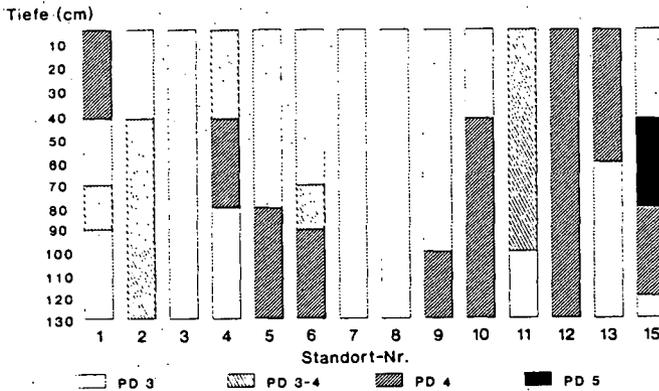


Abb. 4: Die Lagerungsdichte als Funktion der Tiefe für 14 Schürftgruben auf der Fläche 2

Die Auswertung von Luftbildern, die im Frühjahr zur Zeit der differenzierten Bodenabtrocnung aufgenommen wurden, ermöglicht die Unterscheidung von 4 Bodenfeuchteklassen. In Kombination mit den Ergebnissen von Pflanzenbonituren und Bodengefügeuntersuchungen wird dadurch die Meliorationsplanung für größere Rekultivierungsgebiete möglich.

Literatur

- HARRACH, T., Th. VORDERBRÜGGE (1991): Die Wurzelentwicklung von Kulturpflanzen in Beziehung zum Bodentyp und Bodengefüge. Berichte über Landwirtschaft 204, Sonderheft
- SELIGE, Th., T. HARRACH (1991): Kartierung und Beurteilung verdichteter Neulandböden mittels Pflanzenbonitur und Flugzeugsanner (MSS), Mitteilg. Deutsch. Bodenk. Ges., Bd. 64
- TENHOLTERN, R. (1987): Kartierung von Vernässungen auf rekultivierten Böden, ihre bodenphysikalische Kennzeichnung und die Erfassung ihrer pflanzenökologischen Wirkung. Diplomarbeit am Inst. f. Bodenkunde u. Bodenerhaltung d. Universität Gießen

Exkursionsführer
für die Tagung der
KOMMISSION V
in
EBERSWALDE
am 23. und 24.Mai 1991

BODENNUTZUNG UND BODENSCHUTZ IM BIOSPHÄRENRESERVAT
SCHORFHEIDE-CHORIN

Exkursionsführer für die Tagung der Kommission V
in Eberswalde am 23. und 24.Mai 1991

von

KOPP,D.***), M.PFAFF*), B.STROHBACH**) und R.SCHMIDT*)

-
- * Fachbereich Bodenkunde/Bodenschutz FZB Müncheberg,
Schicklerstr.3, 0-1300 Eberswalde-Finow
 - ** Forschungsanstalt für Forst- und Holzwirtschaft,
Möllerstr., 0-1300 Eberswalde-Finow
 - *** Forsteinrichtungsamt des Landes Brandenburg, Labor
Eberswalde, Schwappachweg 1, 0-1300 Eberswalde-Finow

Einführung

Auf Grund des Artikels 6 § 6 Nr. 1 des Umweltrahmengesetzes von 29.06.1990 in Verbindung mit §§ 12, 13 und § 15 des Bundesnaturschutzgesetzes wurde am 12.09.1990 die Verordnung über die Festsetzung von Naturschutzgebieten und einem Landschaftsschutzgebiet von zentraler Bedeutung mit der Gesamtbezeichnung

Biosphärenreservat 'Schorfheide - Chorin'

erlassen.

Nach der Verordnung gehören zum Biosphärenreservat 'Schorfheide - Chorin' mit seinen ca. 127 000 ha die landschaftlichen Raumeinheiten:

- die Choriner Endmoränenlandschaft mit dem Parsteiner See und dem Grunesiner Forst
- der Niederoderbruch und die Neuenhagener Oderinsel
- die Britzer Platte
- die Werbellin - Joachimsthaler Moränenlandschaft
- die Schorfheide
- die Grund- und Endmoränenlandschaft
- die Grund- und Endmoränenlandschaft um Melzow und Greifenberg
- die Ackerlandschaft Gerswalde - Stegelitz
- das Templiner Seengebiet. (§ 2, Abs. 1)

Die Unterschutzstellung dient dem Schutz, der Pflege und der Entwicklung der besonderen Vielfalt, Eigenart und Schönheit einer in Mitteleuropa einzigartigen Kulturlandschaft. (§ 4, Abs. 1)

Auf der Exkursionsroute Altenhof - Lichterfelde - Sandkrug - Bölkendorf - Altenhof werden an Hand von 4 Exkursionspunkten exemplarisch der Bodenzustand und die Bodenschutzprobleme in der Schutzzone IV (devartierte Flächen der Britzer Platte) und III (wirtschaftlich genutzte harmonische Kulturlandschaft) sowohl in Wald als auch in Ackerökosystemen vorgestellt.

Exkursionspunkt I

Thema: Güllehochlastfläche Altenhof (M. Pfaff)

Die vorgestellten Äcker in der Flur 1 und Flur 2 der Gemarkung Lichterfelde wurden in der Aufbauphase des Schweinezucht- und Mastbetriebes Lichterfelde als Güllehochlastfläche genutzt. Die Gülle enthielt ca. 1 ... 1,5 kg Stickstoff und 120 ... 180 g Phosphor pro Kubikmeter. Während der Hochlastphase sind zwischen 200 ... 300 mm/m Gülle pro Jahr auf die Güllehochlastflächen ausgebracht worden. Setzt man eine 3-jährige Güllehochlastphase innerhalb der letzten 20 Jahren an, sind ca. 11 000 kg/ha Stickstoff und 1 300 kg/ha Phosphor aus Gülle auf die Güllehochlastflächen ausgebracht worden. Die Menge liegt um mindestens 8 000 ... 9 000 kg/ha über dem üblichen Stickstoffaufwand in der intensiven Pflanzenproduktion für die letzten 20 Jahre.

Die Verregnung von Gülle in diesen Dimensionen führte während der Beregnung zu großen Geruchsbelästigungen. Auf der Beregnungsfläche trat auf Grund der geringen Infiltration der Gülle verstärkt Oberflächenabfluß auf, der zur Bildung von 'Gülettümpeln' führte. Die Gülettümpel existierten über die Hochlastzeit hinaus ganzjährig. Sie nehmen auf der Topographischen Karte 1 : 10 000 Stand 1982 (nach Abschluß der Hochlastphase) ca. 3 % der Gesamtfläche (ca. 5 ha) ein. Zum jetzigen Zeitpunkt existieren auf der Hochlastfläche in der Gemarkung Lichterfelde keine ganzjährigen Gülettümpel mehr. Die lokale Umverteilung der Gülle an der Bodenoberfläche, eine wesentliche Ursache der Gülettümpel, erzeugte auch eine räumliche differenzierte Grundwasserneubildung und ein räumlich differenziertes chemisches Millieu im Boden und in der Aerationzone. Bei einer Bilanzierung des Stickstoffkreislaufes werden Stickstoffverluste von 1/3 durch Emission während der Beregnung eine Stickstoffakkumulation von 5 % im Boden sowie ein Pflanzenbedarf von 1/3 der eingesetzten Menge angenommen. Das letzte Drittel der eingesetzten Stickstoffmenge ist wahrscheinlich mit dem Sickerwasserstrom in die tieferliegenden Bereiche der Aerationzone ausgewaschen worden. Unter besonders günstigen Bedingungen kann die Hälfte des versickerten Nitrates denitrifiziert worden sein. Unter den vorgelegten Annahmen ist bei einer jährlichen Grundwasserneubildung von 200 mm im Mittel der letzten 20 Jahre eine Konzentration von 200 ... 250 mg Nitrat pro Liter Grundwasser zu erwarten. Dieser Überschlag wird durch die Untersuchungsergebnisse einer Probebohrung gestützt (Abbildung 2). Es ist zu erkennen, daß sich ein großer Teil des Nitrats noch im Bereich der Aerationzone befindet und das Grundwasser noch nicht erreicht hat. Vor der Güllehochlastphase wurden auf der Güllehochlastfläche Dauerbeobachtungsflächen zur Untersuchung der Bodenentwicklung und Grundwasserbeobachtungsrohre im 1. Grundwasserleiter zur Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit angelegt und untersucht. Im folgenden werden wichtige Parameter vor der Güllehochlastphase und aus dem vergangenen Jahr verglichen (siehe Nötzel u.a. 1990).

Tabelle 1: Gegenüberstellung wichtiger Kennwerte der Ackerkrume aus den Jahren 1972 und 1989

Position	Flächen- anteil	pH-Wert		KAK		Humus		N-Vorrat		P-Vorrat		P, doppelt lactatlöslich	
		%		aval		%		kg/ha		kg/ha		mg/100 g	
Gevo- genes Mittel		5,6	5,6	4,5	5,1	1,3	1,25	3550	3600	2900	3350	13,8	13,4
Oh	20	6,4	6,0	4,7	6,3	0,9	1,35	3100	3850	3360	3360	10,8	16,5
Mh	70	5,5	5,6	4,4	4,7	1,4	1,15	3600	3500	2640	3000	14,4	11,7
Mu	10	4,8	4,6	4,7	5,2	1,5	1,70	4100	4000	3860	5780	15,3	18,9

Tabelle 2: Gegenüberstellung ausgewählter Kennwerte des Unterbodens aus den Jahren 1972 und 1989

	30 ... 60		... 120) 120 ... 200	
	1972	1989	1972	1989	1972	1989
pH-Wert gewogenes Mittel	5,8	5,7	5,7	5,3	6,8	6,8
Oh	6,5	5,6	7,1	6,2	7,3	7,5
Mh	5,7	5,9	5,4	5,2	7,0	7,0
Mu	4,6	4,5	5,1	4,3	4,5	4,2
P-Vorrat in kg/ha gewogenes Mittel	1240	2010	2010	2730	3200	3740
Oh	1200	1920	2690	3025	3900	4930
Mh	1225	1950	1250	2700	3075	3390
Mu	1485	2590	1970	2400	2690	3850

Beobachtungsergebnisse:

- In der Ackerkrume der Sandböden konnte ein hohes Intensivierungsniveau anhand der günstigen Versorgung mit Pflanzennährstoffen nachgewiesen werden.
- Die hohen Stickstoffgaben führten zu einer geringen Erhöhung der Stickstoffvorräte im Boden. Bereits zu Beginn der Gülleentsorgung war die Speicherfähigkeit für Stickstoff im Boden erreicht. Der gesamte überschüssige Stickstoff muß in tiefen Bodenschichten ausgewaschen worden sein.
- In den sandigen Unterbodensubstraten verringerte sich der pH-Wert auf Werte um 5. Damit sank die Sorptionsfähigkeit weiter ab. Tiefer liegende Horizonte mit einem hohen Kalkgehalt wirken zunächst als Sorptionsbarriere.
- Die Phosphatvorräte der Böden stieg während der Gülleentsorgung um 2 500 kg/ha an.
- Die Böden in den Mulden des Reliefs sind übermäßig eutrophiert und versauert. Da die Eutrophierung und Versauerung dort über die maximale Bohrtiefe von 20 dm hinausgeht, sind Nährstoffbelastungen des Grundwassers auch weiterhin zu erwarten !

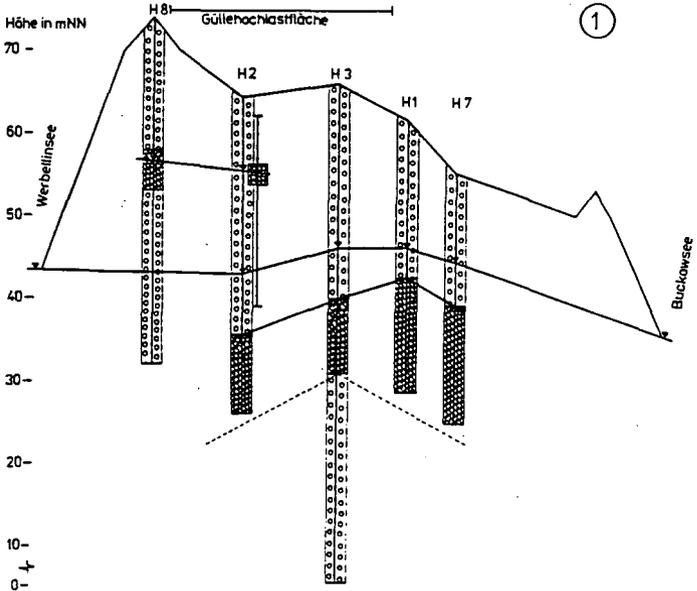
Sanierungskonzept:

I. Bodenzone

- Unabhängig von einer weiteren Bewirtschaftung der Flächen sind durch eine nachhaltige Kalkung die Optionsverhältnisse zu verbessern.
- Die hohen Stickstoff- und Phosphorvorräte in den Böden verbieten eine sofortige Flächenstilllegung.
- Die Extensivierung des Pflanzenbaus sollte schrittweise erfolgen. Es wird der Anbau humusmehrender Pflanzen mit einem Nettoexport von Stickstoff und Phosphor, eventuell mit der Einführung des Industriepflanzenbaus verbunden, empfohlen.
- Die Mulden des Reliefs (ca. 10 % der Gesamtfläche) sollten ausgegrenzt werden und bedürfen einer gesonderten Behandlung, um auch diese Böden sinnvoll landwirtschaftlich nutzen zu können.
- Um die Zugänglichkeit der einzelnen Flurstücke zu verbessern ist zumindest das ehemalige Wirtschaftswegenetz von 2 500 m wieder zugänglich zu machen. Diese Wirtschaftswege sind in einer geeigneten Weise mit Flurgehölzen zu begrünen.

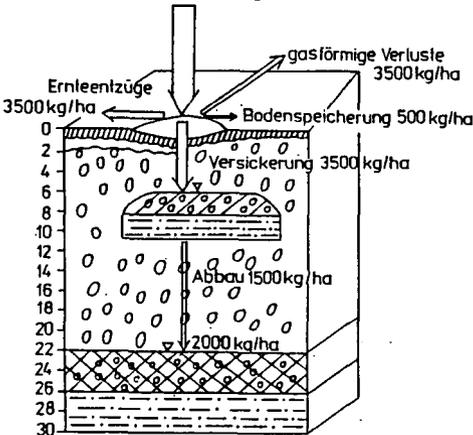
II. Erster Grundwasserleiter

- Die Schädigung des 1. Grundwasserleiters ist durch eine sachkundige hydrogeologische Erkundung in ihrem ganzen Ausmaß nachzuweisen.
- Das belastete Grundwasser sollte an die Oberfläche gehoben werden und dort einem geordneten Pflanzenbau als Bewässerungswasser dienen.
- Die Reinigung der Aerationzone kann durch eine zusätzliche Bewässerung und damit erhöhte Grundwasserneubildung noch verbessert werden.



Wahrscheinliche Stickstoffbilanz auf der Gütlehochlastfläche
Eintrag 11000 kg/ha

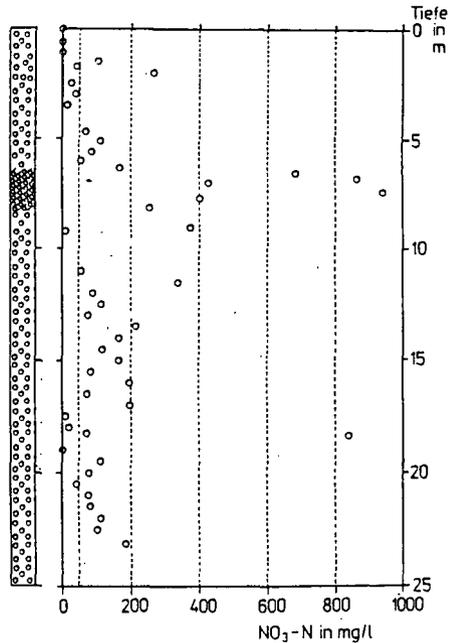
②



Gesamtfläche: 162 ha
 Bilanzglieder:
 Eintrag: 1800 Tonnen
 gasförmige Verluste: 575 .
 Ernteentzüge: 575 .
 Bodenspeicherung: 75 .
 Versickerung: 575 .
 Grundwasserneubildung: 6 500 000 m³
 mögl. Stickstoffkonzentration: ≈ 50 ppm ±
 ≈ 200 250mg NO₃/l

Analyse BDF - Altenhof

③



Exkursionspunkt II

Thema: Bodenzustandswandel im Rückblick und Ausblick, deren Widerspiegelung in den forstlichen Standortkarten und deren Folgen für die Wald- und Landnutzung am Beispiel eines einförmigen Bodenmosaiks auf höherer Talsandterrasse des Eberswalder Urstromtals. (D. Kopp)

Der Exkursionspunkt 1 liegt im Revier Lichterfelde, Abt. 441a* und stellt das Anfangsglied eines Geländeschnittes vom Schweinezucht- und Mastbetriebes in Richtung Osten dar.

Stammeigenschaften:

Bändersand-Braunerde (mit Feinsand-Band im Unterboden) mittlerer Nährkraft, schwach grundwasserbeeinflusst in ebener Lage; mäßig nährstoffhaltiger mittelfrischer Standort in mäßig trockenem Tieflandklima (Symbol M2m).

Zustandseigenschaften:

1960/61

Humusform: mäßig frischer Rohhumus

Zustands-Vegetationsform: Drahtschmielen-Kiefernbestand

1988

Humusform: mäßig frischer basenarmer Moder

Zustands-Vegetationsform: noch unbenannte artenarme Form mit drastischen N-Eutrophierungs-
zeigern

Zustandswandel von 1960/61 bis 1988:

+2 Stickstoffstufen (wahrscheinlich mit überwiegend erst seit 15 ... 18 Jahren)

0 Säure-Basenstufen

Nadelbefund 1987:

	N	P	K	Ca	Mg	S
Ernährungsstufe	2,90	0,17	0,55	0,20	0,07	0,17
	4,80	4,30	4,10	2,40	2,90	2,80

(3 ist die mittlere Stufe)

Zeigt starke N-Eutrophierung und nur mittlere bis geringe Ernährung mit Mg und Ca.

Vitalitätsbefund 1989:

Absterbeprozent 19 im Stangenholz am Exkursionspunkt (nur Individuen als tot angerechnet, die den Baumklassen 1 und 2 nach KRAFT zuzuordnen waren). Alle Kiefernbaumhölzer der Umgebung sind bereits wegen Absterben abgetrieben worden. Weiter leerwärts ist die auskämmende Wirkung des Waldes besonders an werkwärts exponierten Bestandsrändern sichtbar.

An den weiteren Weiserpunkten des Geländeschnittes wird ein Abklingen der Stickstoffantriebsstufe im Boden, ein Abklingen der Eutrophierungszeichen in der Bodenvegetation, ein Abklingen des Absterbeprozentes der Kiefer, ein Abklingen des Stickstoffgehaltes und ein Ansteigen des Magnesiumgehaltes in den Nadeln deutlich.

Gegenwärtig reicht der deutliche Emissionseinfluß des Schweinezucht- und Mastbetriebes mindestens bis zu 10 km Entfernung.

Die Untersuchungen zum Boden- und Vegetationswandel in Kiefernökosystemen auf forstökologisch primär mittlerem Standort in schlechtem Ausgangszustand lassen sich zu einem Entwicklungsmodell verallgemeinern. Darin steigt mit zunehmender Stickstoffakkumulation im Boden zunächst die Vitalität der Kiefernbestände an bis zu einem etwa beim Erreichen des rohhumusartigen Moders liegenden Optimum und sinkt dann rapid ab. Die Stickstoffakkumulation im Boden ist ein eskalierender Vorgang, mit einem Gleichgewicht zwischen Ein- und Austrag ist erst vom Moder an aufwärts zu rechnen.

Bei Fremdstoffen, die im Boden mit wesentlichem Anteil akkumulieren, so beim Stickstoff, ist die Akkumulationsrate auf zonalen Bezugsböden (hier Sand-Braunerde mit Rohhumus als Ausgangs-Humusform) zuverlässig zur Abgrenzung von Graden oder Stufen als Merkmale komplexer Immissions- und Depositionsform geeignet.

Aus der Gegenüberstellung von Ist-Humusform und bestockungsspezifischer Ziel-Humusform lassen sich unter Berücksichtigung des humusbedingten Einbindevermögens Grundwerte ökologischer Belastungsgrenzen (critical loads) für Stickstoff und andere Fremstoffe ableiten, die dann durch den Austrag mit dem Sickerwasser und den Ernteentzug ergänzt werden müssen.

Exkursionspunkt III a

Thema: Vielfältiges Bodenmosaik der jungpleistozänen Endmoräne unter naturnaher Vegetation mit den wichtigsten Bodenformen als topischen Bausteinen (D. Kopp, H. Strohbach)

Mosaiktyp (Stanmeigenschaften für Hauptfläche)

Haupttyp: Anhydromorphes Sand-Geschiebelehm-Mosaik auf Vollrelief, kräftig/mäßig nährstoffhaltig mit mäßig trockenem Tieflandsklima (Symbol: SLvK'm)

Komponentenbezogene Feintypen:

Bodenmosaiktyp, übergreifend: Sand-Braunerde/Lehm-Fahlerde-Mosaik Choriner Endmoräne

Formenausstattung: 25 ... 50 % Sand-Braunerde, je 5 ... 25 %, Lehm und Tieflehm-Fahlerde, je 5 ... 25 % Sand- und Staubsand-Bänderbraunerde, 1 ... 5 % Grand-Bänderbraunerde

Reliefmosaiktyp, übergreifend: flachhängiger Rücken, vom oberen Zwischen- bis mittl. Richtniveau, NW-SO-gerichtet.

Innere Gestaltung: bucklig

Substratwassermosaiktyp, übergreifend: Flurablauf-Sickerwasser-Mosaik.

Formenausstattung: einförmig grundwasserfern

Einbindig in die Nachbarschaft: ohne Zuzug, Abzug vorherrschend als Sickerwasser, mitherrschend als Stau- und Flurablaufwasser

Klimamosaiktyp, übergreifend: Großklimabereich beta; schwächer maritim beeinflusst (Neubrandenburg Klima)

Formenausstattung mit Anteilstufen für relief- und bodenbedingte Abwandlungen des Großklimas für Strahlung, Luftfeuchte, Frostgefährdung und Windverhagerung

Vegetationsmosaiktyp, übergreifend: Riesenschwingel-/Hainrispen-Traubeneichen-Buchenwald-Mosaik

Formenausstattung: Riesenschwingel-Traubeneichen-Buchen-Wald, Hainrispen-Traubeneichen-Buchen-Wald, Lungenkraut-Traubeneichen-Buchen-Wald, Weißmoos-Traubeneichen-Buchen-Wald

Topische Arealstruktur

Relief mit stark ausgeprägtem Kuppen-Muldenmuster. Boden vorwiegend regellos; bei bindigem Substrat sind die Senken regelhaft vermoort

Landschaftsgenetischer Hintergrund: Endmoräne des Pommerschen Stadiums der Weichsel-Kaltzeit

Vorgestellte Bodenformen des Mosaiks (siehe Standortskarte)

Stamm-Bodenform (aus Hauptform und Lokalform) und Humusform

1. Sand-Braunerde, Bodenseicher ... mit mäßig frischem Moder
(1972 mäßig basenhaltig mit V-Wert 27 % und pH_{KCL} von 5,05
1989 mit V-Wert 24 % und pH-Wert von 4,03 KCL
Stamm-Vegetationsform: Hainrispen-Traubeneichen-Buchenwald
Zustands-Vegetationsform: desgl.
2. Lehm-Fahlerde (Lehm-Parabraunerde), Darguner ..., mit nur ziemlich hoch gesättigtem Moder
Stamm-Vegetationsform: Riesenschwingel-Traubeneichen-Buchenwald
Zustands-Vegetationsform: desgl., aber mit Fazies des kleinblütigen Springkrauts vermutlich durch N-Deposition
3. Grand-Bänderbraunerde, Mahlendorfer ... mit nur ziemlich hoch gesättigtem Moder durch leichte Verhagerung
Stamm-Vegetationsform: Riesenschwingel-Traubeneichen-Buchenwald

Zu 1 ... 3: Zuordnung zur forstökologischen Gruppe siehe Ökogramm

Zu 1 ... 3: Langfristige Bestockungsziele siehe Auszug aus der Anbauwürdigkeit. Besonderheiten für Biosphärenreservat durch mündliche Erläuterung

Exkursionspunkt III b

Thema: Veränderungen von Bodeneigenschaften und Ernährungsbedingungen durch Säureinträge in Buchenbestände (H. Strohbach)

Der Exkursionspunkt befindet sich im Revier Theerofen. Ein Revier mit einem hohen Laubholzanteil in unmittelbarer Nähe zur Endmoräne.

Abb. F1: Die Depositionsbelastung wird durch Schwefel (26 kg/ha*a), Stickstoff (22 kg/ha*a) sowie Kalzium (22 kg/ha*a) bestimmt.

Abb. F2: Die Bodenform Sandtieflehm-Fahlerde ist flächenhaft dominierend. Meist sind beginnende Podsolierungsprozesse im Profil erkennbar. Al und Mn zeigen mit zunehmender Tiefe stärkere Veränderungen.

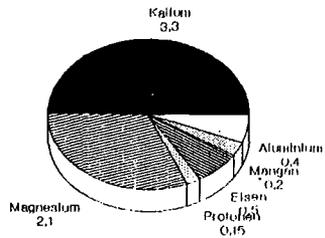
Abb. F3: Sauer wirkende Depositionen führen im Stammfußbereich zu deutlichen Veränderungen. Eine sehr starke Zunahme an: Protonen, Aluminium und Eisen ist nachweisbar. Die pH-Werte sinken auf 2,9. Im Stammfußbereich sind Podsole entwickelt, die Vegetation ist deutlich verändert.

Abb. F4: Schadstufenansprachen des Bestandes ergeben im Vergleich von 1989/1990 eine deutliche Verschlechterung der Belaubungsprozente um 2%. Eine Zunahme der mittel und stark geschädigten Bäume ist dafür verantwortlich. Im Kronenbereich sind Peitschen und Krallenformen der Zweige zu erkennen. Bei der Ernährung der Blätter fällt eine Zunahme der S-, Mn-, Mg-, P- und insbesondere N-Gehalte auf. Die Fe-, Al- und Ca-Gehalte gehen zurück.

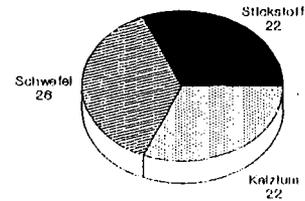
Auf Grund des ausreichenden Puffervermögens des vorgestellten Bodens können Depositionen auch zukünftig abgepuffert werden. Schäden am Bestand entstehen vorwiegend durch Extremsituationen (Mastjahre z. B. 1990, Dürre usw.).

Die Erschöpfung des Puffervermögens der Böden ist aber bereits im Stammfußbereich erkennbar.

Abb.F1 : Jährliche Niederschlagsdepositionen für das Gebiet Eberswalde für die Jahre 1984 - 1990 (Simon e.a. 1991)



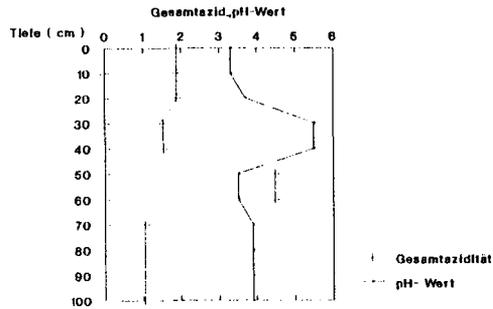
alle Angaben in Kg/ha*a



alle Angaben in Kg/ha*a

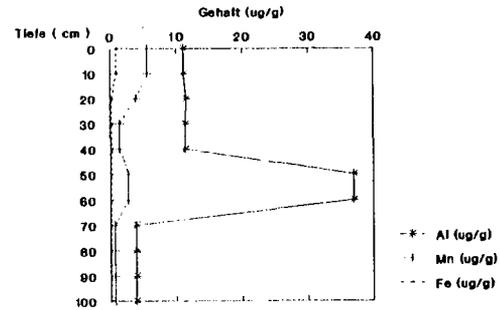
Abb.F2 : Bodenform Sandtieflerhm - Fahlerde

pH-Wert und Gesamtzitdität in verschiedenen Bodentiefen



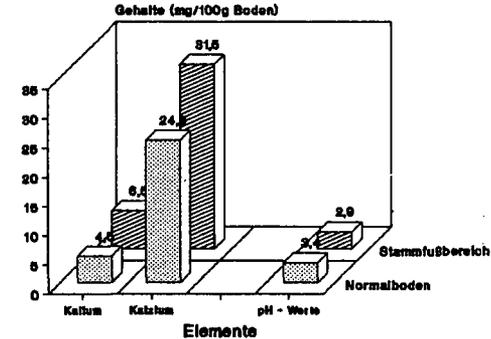
CharIn Rev. Theerofen

Eisen-, Mangan- und Aluminiumgehalte in verschiedenen Tiefen

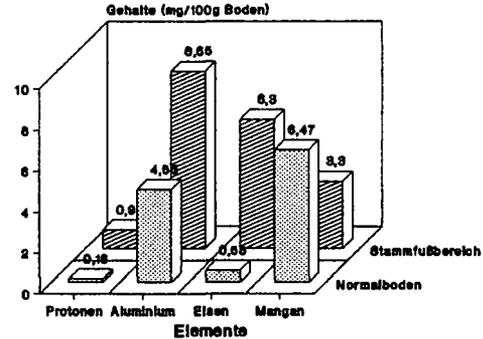


CharIn Rev. Theerofen

Abb.F3 : Einfluß des Stammablaufwassers auf die Versauerung des Bodens im Stammfußbereich der Rotbuchen

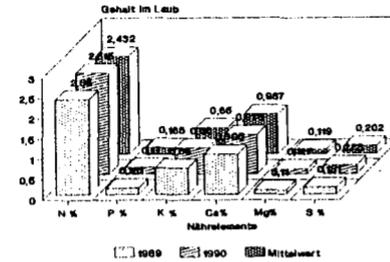
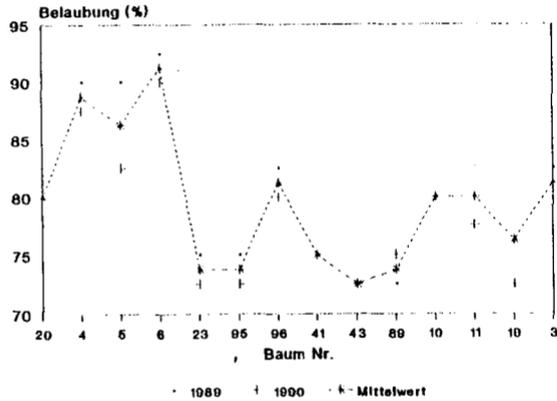


Chem Rev. Theoretien

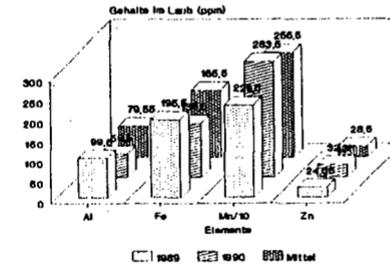


Chem Rev. Theoretien

Abb.F4 : Belaubung und Ernährung (Blatt) der Rotbuche



Charis Rev. Theobald



Charis Rev. Theobald

Exkursionspunkt IV

Thema: Die Bodendecke der Grundmoränengebiete - Bodenkundliche Charakteristik und Bodennutzung (R. Schmidt)

Die Grundmoränenlandschaft nördlich des Parsteiner Sees weist typische Züge der Bodendecke des Pommerschen Stadiums der Wechselvereisung auf: Der Geschiebemergel ist relativ mächtig (2 bis über 20 m), das Relief ist kleinflächig gegliedert, das Gewässernetz ist unausgeglichen und weist einen hohen Anteil an Binnenentwässerungsgebieten auf.

Im Exkursionsgebiet können zwei charakteristische Bodengesellschaften unterschieden werden:

1. Die Kombination von Lehm-Parabraunerde und Sandlehm-Braunstaugley ist charakteristisch für die flach welligen Grundmoränenplatten mit einer mittleren Reliefenergie von 2 - 10 m/km² und mit hohem Anteil vernäßter Senken und Sölle. Die Vergesellschaftung kann in einer Flach-Catena mit der in Abb. 1 dargestellten Abfolge verallgemeinert werden. Die Bodenfruchtbarkeitseigenschaften des Oberbodens sind relativ ausgeglichen. Charakteristisch ist die Vernässungsgefährdung; in nassen Jahren sind 5 - 15 % der Flächen frühjahrsüberflutet. Die Vernässung führt zur Zunahme der hydromorphen Merkmale, zu Gefügeschäden und Eutrophierung in den Senken.
2. Wesentlich kontrastreicher ist die Bodenvergesellschaftung der kuppigen und/oder zerschnittenen Grundmoränen mit Reliefenergien über 10 m/km². Die Abfolge von Sandlehm-(Para)Rendzina zum Moor ist z. T. auf weniger als 100 m Distanz anzutreffen. Eine solche Bodenabfolge kann durch eine Steil-Catena (Abb. 2) verallgemeinert werden, die dadurch gekennzeichnet ist, daß "Norm"-böden im Sinne von Böden mit ungestörtem Profilaufbau fast vollständig fehlen. Die Erosionsgefährdung ist extrem, über 70 % der Fläche sind entweder erodiert oder weisen kolluvialen Auftrag auf. Infolge des erhöhten Oberflächenabflusses und der Stoffverlagerung hat die Heterogenität der Bodendecke und der Bodenfruchtbarkeitseigenschaften z. T. erheblich zugenommen.

Am Beispiel der ausgewiesenen Bodenprofile und -catenen (Abb. 1, 2) werden Fragen der Transformation und Angleichung der Begriffe und Normenklaturen zwischen den alten und neuen Bundesländern erörtert (Bodenkundliche Kartieranleitung, 3. Auflage 1982 (KA 3); TGL 24 300 Fachbereichsstandard: Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Böden):

- Für die Zuordnung von Bodentypen und -subtypen nach TGL 24 300 zu den bodensystematischen Einheiten der KA 3 gibt es aufgrund der vorliegenden Definition und Horizontkombinationen hinreichende Voraussetzungen. Die Parallelisierung auf Typenniveau, ins besondere bei den terrestrischen Böden, ist in den meisten Fällen gegeben. Ein Teil der Typ-Bezeichnungen sollte bald möglichst angeglichen werden (Rendzina-Pararendzina, Staugley-Pseudogley).

- Komplizierter sind Vergleich und Transformation der Körnungsarten. Die Bodenartenansprache erfolgt nach KA 3 wesentlich differenzierter als nach TGL 24 300. Die Abgrenzung der Hauptgruppen (Sand, Lehm, Ton) stimmt nur teilweise überein. Bei den "mittleren Körnungsarten" (lehmiger Sand, sandiger Lehm) bietet die KA 3 wesentlich mehr Untergliederungsmöglichkeiten. Diese bringen die Substratabfolge teilweise besser zum Ausdruck (Abb. 1, 2), sind aber im Felde in dieser Differenzierbarkeit häufig nicht sicher anzusprechen. Die notwendige Vereinheitlichung sollte so erfolgen, daß regionale Besonderheiten berücksichtigt und vorhandene Datenbestände genutzt werden können (Transformationschlüssel, zeitweilige Beibehaltung des Körnungsartendreiecks TGL 24 300 und Doppelbestimmung u. a.).
- Die Klassifikation der Substratarten und Substrattypen nach TGL 24 300 gewährleistet einheitliche Bausteine der Substratkennzeichnung für verschiedene Verallgemeinerungsebenen, insbesondere für Bodenformen. Es wird vorgeschlagen, die Substrattypenkennzeichnung in den neuen Bundesländern beizubehalten und die Weiterentwicklung der Substrattypenkennzeichnung unter gesamtdeutschem Aspekt zu verfolgen.

Die Böden sind fruchtbare Ackerstandorte des pleistozänen Tieflands (Ackerzahlen 45 - 50), die jedoch schwierig zu bewirtschaften sind. Die Großflächennutzung mit Schlägen zwischen 60 und 120 ha auch auf diesen Standorten hat die Probleme noch verstärkt: Die von Natur aus heterogenen Bodenbedingungen konnten nicht berücksichtigt werden, so daß undifferenzierte Bearbeitung und Düngung sowie der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln zu einer Zunahme des Kontrastes der Bodenfruchtbarkeitseigenschaften geführt haben. So konnten beispielsweise durch Luftbildauswertung auf Großschlägen bis zu 25 % Ausfall- und Minderertragsflächen ermittelt werden.

Ausgehend von dieser Situation sollte die künftige ökologiegerechte landwirtschaftliche Bodennutzung folgende Schwerpunkte beachten:

- weitgehende Anpassung an die natürlichen Standortbedingungen,
- Verringerung der Heterogenität und Schaffung einheitlicher Bodenfruchtbarkeitsbedingungen innerhalb der Felder,
- Schutz der Böden vor Degradation (Bodenerosion, -verdichtung, -eutrophierung, -versauerung u. a.)
- Sicherung der Funktionstüchtigkeit integrierter oder benachbarter Ökosysteme wie Seen und Grundwasser, Wälder, Habitatinselfen, Naturschutzgebiete.

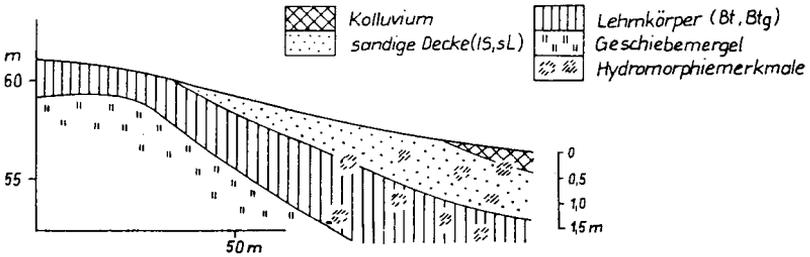
In diesem Sinne sollte der gegenwärtige Strukturwandel in der Landwirtschaft durch bodenkundliche Ergebnisse und Kartierungen unterstützt werden. Im Rahmen des Biosphärenreservates liegt der Schwerpunkt auf dem Gewässerschutz und dem Erhalt der Kulturlandschaft als Ganzes.

Schutzänderungen erfolgen deshalb bei den an sich fruchtbaren Böden vor allem unter dem Gesichtspunkt des Gewässerschutzes durch Anlage von Gehölzstreifen an Seeufern, Extensivierung im unmittelbaren Einzugsgebiet. Die Wiederherstellung der Funktionstüchtigkeit der Sölle als

natürliche Speicher in der Flur hat ebenfalls erhebliche Bedeutung für den Landschaftshaushalt und die Erhaltung wertvoller Biotope.

Tab. : Analysendaten ausgewählter Bodenprofile der Testfläche Bölkendorf nördlich des Partener Sees

Profil (Bodenform; Profilnummer)	Horizont	Tiefe cm	Ton %	Schluff %	Sand %	CaCo %	pH (KCL)	Humus %
Lehm-Parabraun- erde (22)	Ap	10	22	28	50	0,7	6,0	1,7
	Bt	70	24	33	43	0,0	6,1	0,4
Lehm-Fahlerde (23)	Ap	10	13	30	57	0,0	6,5	1,8
	Et	45	14	33	53	0,0	6,4	1,5
	Bt	60	20	34	56	0,0	6,4	0,4
	Bg	110	23	24	53	0,0	6,4	0,5
	Ccg	130	14	26	60	13,1	6,6	0,7
Sandlehm-Fahl- staugley (10)	Ap	10	10	32	58	0,0	6,3	1,4
	Eg'	45	7	35	58	0,0	6,2	0,3
	Bg	80	10	36	54	0,0	6,1	0,2
	Btg	110	20	30	50	0,0	6,0	0,2
Lehm-Staugley (08)	App'	10	12	36	52	0,0	5,9	1,3
	Eg	45	13	35	52	0,0	6,0	1,0
	Bg	70	21	28	51	0,0	5,9	0,4
	Btg	90	26	28	46	0,0	5,9	0,3
	Cg	120	24	31	45	0,0	5,7	0,2
Lehm-Rendzina (42)	Ap	10	20	31	49	2,7	8,0	1,9
	Cc	45	24	36	40	11,3	7,7	-
	Ccg'	90	18	36	46	10,4	7,7	-
Sandlehm- Rendzina (12)	Ap	10	19	27	54	4,7	6,7	1,6
	Cc	55	17	33	50	15,5	6,8	0,3
Lehm-Braun- staugley (11)	Ap	10	14	31	55	0,0	5,9	1,0
	Et/Bt	30	18	32	50	0,0	5,9	0,4
	Bt	50	27	28	45	0,0	6,1	0,4
	Btg	75	30	38	32	0,0	6,2	0,4
	Ccg	110	17	32	51	7,7	6,5	-
Sandlehm-Kollu- vialhalbgley (21)	Ap	10	10	28	62	0,0	6,7	1,7
	Ma	50	9	30	61	0,0	6,7	0,6
	Mg	110	10	30	60	0,0	6,6	0,3



TGL : Lehm-Parabraunerde Lehm-Fahlerde Sandlehm-Fahlstaugl. Lehm-Staugley
 KA3 : Parabraunerde Parabr.e.-Pseudogley Pseudogley
 FAO : Calcic Luvisol Haplic Luvisol Gleyic-Luvisol Stagnic Luvisol

TGL	②2	KA3	TGL	②3	KA3	TGL	⑩	KA3	TGL	⑧8	KA3		
Ap	L	s*L	Ap	sL	l*s	Ap	sL	l*s	Ap	Ap'	sL	l*s	Ap
Bt	L	s*L	Bt	sL	l*s	Bt	uS	u*s	Bt	Ahg	sL	l*s	SwAhe
Cc			Cc	L	s*L	Cc	sL	l*s	Cc	Eg	sL	l*s	AlSw
				Bt	L	s*L	Bt	Bg	Bt	Bg	L	s*L	Sw
				Bg	L	sL	Bg	Btg	Btg	Btg	L	stL	BtSd
				Ccg	sL	l*s	Ccg	Ccg	Ccg	Cg	L	s*L	SgLv
													SdCc

Bodengesellschaft :

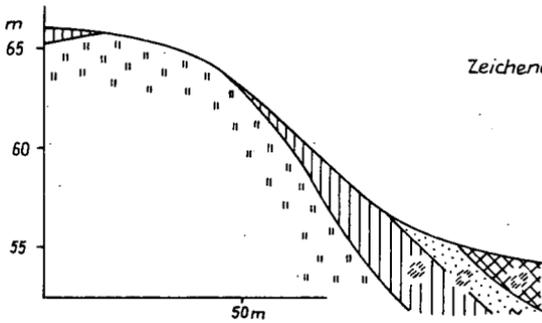
Bodenformenkombination: Lehm-Parabraunerde/Sandlehm-Braunstaugley-Platten-Hanggefüge
 (lP-lS) P/H = Symbol der MMK - Arbeitskarte 1:25 000

Standortregionaltyp : Teilweise staunasser Tieflehm und Lehm der welligen Platten
 D5b 2 = Symbol der MMK - Übersichtskarte 1:100 000

Symbole und Begriffe :

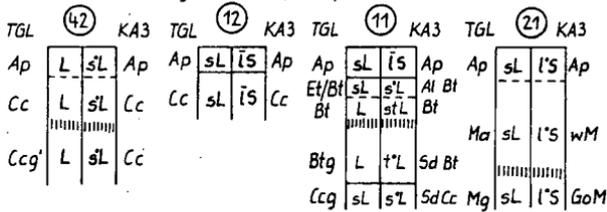
- TGL 24 300 = Fachbereichsstandard "Standortaufnahme von Böden", Berlin
- KA3 = Bodenkundliche Kartieranleitung ; 3. Auflage, Hannover 1982
- FAO/Unesco = Soil Map of the World, Revised Legend, Wageningen 1989
- MMK = Erläuterungen zur Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung, Eberswalde 1981

Abb. 1: Flach-Catena der schwach übersandeten Grundmoränen mit vorwiegend an- und halbhydromorphen Böden - bestimmende Böden und deren Vergesellschaftung



Zeichenerklärung: s. Abb. 1

TGL: Lehm-Rendzina Sandlehm-Rendz. Lehm-Braunstaugley Sandlehm-Kolluvialhalbgley
 KA3: Pararendzina Pseudogley-Parabr.e. Gley-Kolluvium
 FA0: Calcaric Regosol Gleyic Luvisol Cumulic Anthrosol



Bodengesellschaft :

Bodenformenkombination : Lehm-Rendzina/Sandlehm-Kolluvialhalbgley-Hanggefüge
 (IC-p) H = Symbol der MMK-Arbeitskarte 1:25 000

Standortregionaltyp : Lehm und Tieflehm der Platten und Hügel mit
 vernäbten Hohlformen

D5aZ = Symbol der MMK-Übersichtskarte 1:100 000

Symbole und Begriffe : s. Abb. 1

Abb. 2: Steil-Catena der lehmigen Grundmoränen mit vorwiegend
 anhydromorphen Böden
 - bestimmende Böden und deren Vergesellschaftung