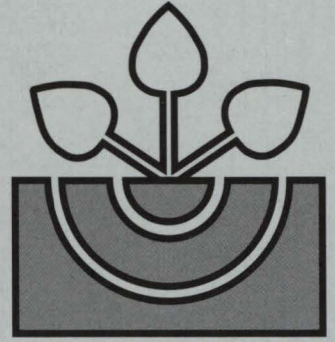


DBG



MITTEILUNGEN

DEUTSCHE

BODENKUNDLICHE

GESELLSCHAFT

DBG · Band 108 · 2006 · ISSN - 0343-1071

Schriftleitung: P. Hugenroth, Oldenburg

**MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

Band 108

2006

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

REFERATE

**Des gemeinsamen Workshops der AG „Bodenökologie“ und der
AG „Bodenökologie“ der GfÖ
„Upscaling: Soil Organisms and Soil Ecological Processes up to the
Landscape Scale“
23. und 24. Februar 2006, Vechta**

REFERATE

**Workshop Kommission V
„Die Bodenkarten 1 : 50.000 der Bundesrepublik Deutschland –
Methoden der Erstellung, Qualität und Möglichkeiten der Auswertung“
11. und 12. April 2006, Hannover**

REFERATE

**Workshop AG „Bodenerosion“
„Bodenerosion durch Wasser und Wind –
Modelle, Gegenmaßnahmen und Nachweismöglichkeiten“
10. bis 12. Mai 2006, Leipzig**

REFERATE, POSTER

**Kolloquium AG „Bodenschätzung und Bodenbewertung“
12. bis 14. September 2006, Oldenburg**

REFERATE, POSTER

**Der gemeinsamen Sitzung der Kommissionen III und VIII
„Leistungen und Gefährdungen von Bodenorganismen in genutzten Böden“
27. bis 29. September 2006, Braunschweig**

NACHTRAG

75 Jahre Hallenser Lackfilmmethode zur Präparation von Bodenprofilen

INHALT Band 108

Referate des gemeinsamen Workshops der AG „Bodenökologie“ und der AG „Bodenökologie“ der GfÖ

„Upscaling: Soil Organisms and Soil Ecological Processes up to the Landscape Scale“ 23. und 24. Februar 2006, Vechta

BEYLICH, A.; G. BROLL; U. GRAEFE; H. HÖPER; J. RÖMBKE; A. RUF; B.-M. WILKE	Mapping Soil Organism Communities – A Tool to Integrate the Assessment of the Soil Habitat Function into Planning Processes	3-4
GOEDE, DE R.G.M.; L. BRUSSAARD	Initiatives for Upscaling Soil Biota-Soil Processes Interactions to the Landscape Scale in The Netherlands	5
GRAEFE, U.; A. BEYLICH	Humus Forms as Tool for Upscaling Soil Biodiversity Data to Landscape Level?	6-7
HARTMANN, A.; M. ROTHBALLER; B. HENSE; C. KUTTER; H. MÜLLER; M. SCHMID	Qualitative and Quantitative <i>in situ</i> Assessment of Bacterial Colonization and Interaction in the Rhizosphere Using Fluorescence Labeling Techniques and Laser Scanning Microscopy	8-9
MUHAMMAD, S.; T. MÜLLER; R.G. JOERGENSEN	Soil Biological Properties in Saline and Alkaline Arable Soils from the Pakistani Punjab	10-11
JOSCHKO, M.; C.A. FOX; P. LENTZSCH; R. GEBBERS; J. TIMMER; J. KIESEL	Spatial Variability Pattern as Key to Upscaling	12-13
MARHAN, S.; M. ERBS; A. FANGMEIER; Y. KUZYAKOV; E. KANDELER; D. DEMIN	Soil Microorganisms and Carbon Turnover in an Arable Field under Elevated Atmospheric CO ₂	14-15
MRKONJIC FUKA, M.; M. ENGEL; J.C. MUNCH; M. SCHLOTER	Spatial and Seasonal Variability of Proteolytic Genes and Activity in an Arable Field	16
POLL, C.; J. INGWERSEN; M. STEMMER; M.H. GERZABEK; E. KANDELER	Mechanisms of Solute Transport Affect Small-scale Abundance and Function of Soil Microorganisms in the Detritosphere	17
REICHSTEIN, M.	Modelling Soil Ecological Processes, Decomposition and Carbon Balance: Scaling from Process to Regional Level	18-19
RUESS, L.; A. MICHELSEN	Diversity of Decomposer Food Webs in Arctic Soils – Relation to Soil Processes	20
SCHOLTEN, T.	Data-based Modelling of Soil Properties on a Landscape Scale	21
SCHRADER, S.; T. GAUGER; C. RÖSEMANN	Linking Soil Biological Processes and Atmospheric Deposition on Different Scales – Perspectives for Future Research	22-23
SCHRÖDER, B.	Modelling in Landscape Ecology – Regionalisation by Means of Habitat Modelling	24-25
SULIEMAN, H.N.A.	Crop Residues Decomposition by Earthworms (<i>Lumbricus terrestris</i> L.)	26
TSCHERKO, D.; E. KANDELER; A. BARDOSSY	Modelling Soil Quality Based on Soil Microbial Biomass, Enzyme Activity and Fuzzy Set Classification	27-28
WÖLLECKE, J.; S. GEBHARDT; R.F. HÜTTL	Distribution Pattern of Ectomycorrhizae on Different Scales	29-30

Referate des Workshops der Kommission V

„Die Bodenkarten 1 : 50.000 der Bundesrepublik Deutschland – Methoden der Erstellung, Qualität und Möglichkeiten der Auswertung“

11. und 12. April 2006, Hannover

BAURIEGEL, A.; D. KÜHN; J. HERING	Das Flächendatenkonzept des Landes Brandenburg	33
BEHRENS, T.; K. SCHMIDT; H. KIPKA; T. SCHOLTEN	Prognose und Korrektur von Bodenkarten mit Techniken des Data Minings	34-35
BRANDTNER, W.; F. REINHARDT	Digitale Bodenkartierung am Beispiel der BK L5130 Erfurt West	36-37
DEHNER, U.	Geothermische Energie aus dem Boden – eine Auswertung der BK 50, Rheinland-Pfalz	38-39
FRIEDRICH, K.; K.-J. SABEL	Die Bodenflächendaten 1 : 50.000 von Hessen - Aspekte der Zielsetzung und Qualitätssicherung	40-41
GOLDSCHMITT, M. GUNREBEN, M.	Stand der BK50 in Rheinland-Pfalz Möglichkeiten und Grenzen der Auswertung von Bodenkarten im Maßstab 1 : 50.000 am Beispiel von schutzwürdigen Böden in Niedersachsen	42-43 44-45
HANNEMANN, J.	Objekt- und Ebenenprinzip bei der GIS-gestützten Erstellung der BK50	46-47
HARTMANN, K.-J.	Entwicklung und Bereitstellung bodenkundlicher Informationen in Sachsen-Anhalt	48-49
NESTROY, O.	Bodenkarten 1 : 50.000 und großmaßstäbiger: Erstellung und Umsetzung – ein Werkstattbericht	50-51
SCHULZ, R.; N. ASCHE	Die Nutzung der BK50 bei der Forstlichen Standorterkundung in NRW	52-53
STEINRÜCKEN, U.; T. BEHRENS; T. SCHOLTEN; N. DEMUTH	Die Prognose von Abflussprozesspotenzialen auf Basis der Bodenkarte 1 : 50.000, Rheinland Pfalz	54-55

Referate des Workshops der AG „Bodenerosion“

„Bodenerosion durch Wasser und Wind – Modelle, Gegenmaßnahmen und Nachweismöglichkeiten“

10. bis 12. Mai 2006, Leipzig

BACH, M.; R. DUTTMANN	Anwendung der DIN 19706 zur Abschätzung der Bodenerosionsgefährdung durch Wind als Grundlage für eine nachhaltige Landnutzungsplanung Das Beispiel Goldelund	59-60
DEUMLICH, D.; J. KIESEL; L. VÖLKER	Erosionsgefährdungseinstufung zur Erfüllung von Cross Compliance im Bundesland Brandenburg	61-62
DEUMLICH, D.; J. KIESEL; J. THIÈRE; L. VÖLKER	Berechnung von Hangneigungsflächentypen für Feldblöcke in Brandenburg	63-64
KÄNDLER, M.; I. BÄRLUND; C. SEIDLER	Anwendung des Modells EROSION 2D auf Tonböden in Südwestfinland	65-66
KITKA, G.; A. FARSANG; K. BARTA	Erosion Modelling with E3D to Serve of Watershed Management in the Velence Mountains	67-68
KOSCHITZKI, T.; D. WURBS	Die Anwendung eines ABAG-basierten modularen Modellansatzes zur Abschätzung von Bodenabtrag, Transportpfaden und Sedimenteintrag in die Gewässer	69-70

MÖLLER, M.	Detektion von Ackerschlagobjekten aus Fernerkundungsdaten als Bezugseinheiten der Bodenerosionsbewertung	71-72
PRASUHN, V.	Evaluation der Ökomaßnahmen in der Schweiz – Fallstudie Bodenerosion	73-74
RÜTER, S.	Modellanalytische Untersuchungen zum Einfluss der Landschaftsstruktur auf die Oberflächenabflussretention	75-76
SANDERS, S.; T. MOSIMANN	Erosionsschutz durch Intervallbegrünung in Fahrgassen: Wirkung der Bodenbearbeitung und der Fahrgassenrichtung	77-78
SCHRÖDER, A.; M. V. WERNER; M. THIEME SEIDEL, N.	Krippen/Oberelbe: Maßnahmenentwicklung unter ‚schwierigen‘ Standortverhältnissen Wirkung verschiedener Landnutzungen auf den Direktabfluss – Simulationen mit EROSION 3D - Arbeitsstand	79-80 81-82
UNTERSEHER, E.; R. CESARZ; T. HÖLSCHER; K. MÜLLER-SÄMANN WEIGERT, A.	Anwendung des Modells „EROSION 3D“ in badischen Lössgebieten Modellierung winterlicher Erosions- und Abflussprozesse mit dem Modell EROSION 3D	83-84 85-86
WERNER, M. VON; A. SCHRÖDER; W. SCHMIDT	Softwaretool zur weitgehend automatisierten Ableitung der Eingabeparameter für EROSION 3D aus Datengrundlagen des Freistaates Sachsen	87-88
WESTPHAL, H.; T. MOSIMANN	Einfluss von Klimaänderungen auf die Bodenerosion in Niedersachsen – Simulation der Entwicklung des Erosionsgeschehens mit EROSION 3D auf der Grundlage der Klimaprognose des Modells REMO	89-90

**Referate und Poster des Kolloquiums der AG „Bodenschätzung und Bodenbewertung“
12. bis 14. September 2006, Oldenburg**

RÖTSCHER, T.; O. CHRISTEN; J. SPILKE	Zusammenhänge zwischen Wertzahlen der Bodenschätzung und dem Naturalertrag auf einem Ackerschlag in Thüringen	93-94
NESTROY, O.	Zur Bewertung von Kultusolen nach der Österreichischen Bodenschätzung	95-96
ULONSKA, H.-J.	Die außersteuerliche Nutzung von Bodenschätzungsdaten im Kontext der Europäischen Wasser-rahmenrichtlinie	97-98
GUNREBEN, M.; D. PRAUSE	Die Nutzung von Boden(schätzungs)daten in der bodenkundlichen Beratung	99-100
SENGER, M.	Bodenerosionsschätzung – auf den Standort und die Nutzung kommt es an -	101-102
GIANI, L.	Verbreitung, ökologische Bewertung und Schutzwürdigkeit von Plaggeneschen	103-104
KALININA, O.	Degradation von Plaggeneschen und Konsequenzen für ihre ökologische Bewertung	105-106
KUNZMANN, S.; G. FRANK; U. MEYERHOLT; L. GIANI KNEIB, W.; A. RINKER	Bodenbewertung nach einem neuen Rangfolgemodell – am Beispiel der Stadt Achim Sicherung und Auswertung der Bodenschätzungsdaten in Schleswig-Holstein	107-108 109-110

SAUER, S.; R. MILLER; M. PETER; T. VORDERBRÜGGE	Maßnahmen der Qualitätssicherung bei der bodenkundlichen Interpretation digitaler Bodenschätzungsdaten	111-112
HARTMANN, K.-J.; U. DEHNER	Bereitstellung bodenkundlicher Parameter und Kennwerte für Klassenzeichen der Bodenschätzung	113-114
KESKIN, B.; L. GIANI	Aspekte der Bodenschätzung in der Türkei	115-116
GUNREBEN, M.	Land unter – Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung in Niedersachsen	117-118

**Referate und Poster der gemeinsamen Sitzung der Kommissionen III und VIII
„Leistungen und Gefährdungen von Bodenorganismen in genutzten Böden“
27. bis 29. September 2006, Braunschweig**

KLOFAT, S., D.; S. SCHRADER; J. BRUNOTTE	Zusammenhang zwischen Regenwurmaktivität und ausgewählten Bodenparametern im Feldversuch mit unterschiedlicher Bodenbearbeitung	121-122
METZKE, M.; M. POTTHOFF; M. QUINTERN; J. HEß; R.G. JOERGENSEN	Earthworm Communities in Systems of Reduced Tillage in an Organic Rotation	123-124
MUHAMMAD, S.; T. MÜLLER; R.G. JOERGENSEN	Abbau von Kompost in Böden des pakistanischen Punjab entlang eines Gradienten in Salinität	125-126
STICHT, C.; S. SCHRADER; A. GIESEMANN; H.-J. WEIGEL	Einfluss der atmosphärischen CO ₂ -Anreicherung auf die Collembolengemeinschaft eines Agrarökosystems	127-128

Nachtrag

JAHN, R.	75 Jahre Hallenser Lackfilmmethode zur Präparation von Bodenprofilen	131-132
----------	--	---------

Inhalt nach Autoren

BACH, M.; R. DUTTMANN	59-60
BAURIEGEL, A.; D. KÜHN; J. HERING	33
BEHRENS, T.; K. SCHMIDT; H. KIPKA; T. SCHOLTEN	34-35
BEYLICH, A.; G. BROLL; U. GRAEFE; H. HÖPER; J. RÖMBKE; A. RUF; B.-M. WILKE	3-4
BRANDTNER, W.; F. REINHARDT	36-37
DEHNER, U.	38-39
DEUMLICH, D.; J. KIESEL; J. THIERS; L. VÖLKER	63-64
DEUMLICH, D.; J. KIESEL; L. VÖLKER	61-62
FRIEDRICH, K.; K.-J. SABEL	40-41
GIANI, L.	103-104
GOEDE, DE R.G.M.; L. BRUSSAARD	5
GOLDSCHMITT, M.	42-43
GRAEFE, U.; A. BEYLICH	6-7
GUNREBEN, M.	44-45
GUNREBEN, M.	117-118
GUNREBEN, M.; D. PRAUSE	99-100
HANNEMANN, J.	46-47
HARTMANN, A.; M. ROTHBALLER; B. HENSE; C. KUTTER; H. MÜLLER; M. SCHMID	8-9
HARTMANN, K.-J.	48-49
HARTMANN, K.-J.; U. DEHNER	113-114
JAHN, R.	131-132
JOSCHKO, M.; C.A. FOX; P. LENTZSCH; R. GEBBERS; J. TIMMER; J. KIESEL	12-13
KALININA, O.	105-106
KÄNDLER, M.; I. BÄRLUND; C. SEIDLER	65-66
KESKIN, B.; L. GIANI	115-116
KITKA, G.; A. FARSANG; K. BARTA	67-68
KLOFAT, S., D.; S. SCHRADER; J. BRUNOTTE	121-122
KNEIB, W.; A. RINKER	109-110

KOSCHITZKI, T.; D. WURBS	69-70
KUNZMANN, S.; G. FRANK; U. MEYERHOLT; L. GIANI	107-108
MARHAN, S.; M. ERBS; A. FANGMEIER; Y. KUZYAKOV; E. KANDELER; D. DEMIN	14-15
METZKE, M.; M. POTTHOFF; M. QUINTERN; J. HEß; R.G. JOERGENSEN	123-124
MÖLLER, M.	71-72
MRKONJIC FUKA, M.; M. ENGEL; J.C. MUNCH; M. SCHLOTTER	16
MUHAMMAD, S.; T. MÜLLER; R.G. JOERGENSEN	10-11
MUHAMMAD, S.; T. MÜLLER; R.G. JOERGENSEN	125-126
NESTROY, O.	50-51
NESTROY, O.	95-96
POLL, C.; J. INGWERSEN; M. STEMMER; M.H. GERZABEK; E. KANDELER	17
PRASUHN, V.	73-74
REICHSTEIN, M.	18-19
RÖTSCHER, T.; O. CHRISTEN; J. SPILKE	93-94
RUESS, L.; A. MICHELSEN	20
RÜTER, S.	75-76
SANDERS, S.; T. MOSIMANN	77-78
SAUER, S.; R. MILLER; M. PETER; T. VORDERBRÜGGE	111-112
SCHOLTEN, T.	21
SCHRADER, S.; T. GAUGER; C. RÖSEMANN	22-23
SCHRÖDER, A.; M. V. WERNER; M. THIEME	79-80
SCHRÖDER, B.	24-25
SCHULZ, R.; N. ASCHE	52-53
SEIDEL, N.	81-82
SENGER, M.	101-102
STEINRÜCKEN, U.; T. BEHRENS; T. SCHOLTEN; N. DEMUTH	54-55
STICHT, C.; S. SCHRADER; A. GIESEMANN; H.-J. WEIGEL	127-128
SULIEMAN, H.N.A.	26
TSCHERKO, D.; E. KANDELER; A. BARDOSSY	27-28

ULONSKA, H.-J.	97-98
UNTERSEHER, E.; R. CESARZ; T. HÖLSCHER; K. MÜLLER-SÄMANN	83-84
WEIGERT, A.	85-86
WERNER, M. VON; A. SCHRÖDER; W. SCHMIDT	87-88
WESTPHAL, H.; T. MOSIMANN	89-90
WÖLLECKE, J.; S. GEBHARDT; R.F. HÜTTL	29-30

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

REFERATE

**Des gemeinsamen Workshops der AG „Bodenökologie“ und
der AG „Bodenökologie“ der GfÖ
„Upscaling: Soil Organisms and Soil Ecological Processes up to the
Landscape Scale“
23. und 24. Februar 2006, Vechta**

Band 108

2006

Mapping soil organism communities – A tool to integrate the assessment of the soil habitat function into planning processes

Anneke Beylich¹, Gabriele Broll², Ulfert Graefe¹, Heinrich Höper³, Jörg Römbke⁴, Andrea Ruf⁵, Berndt-Michael Wilke⁶

Introduction

The purpose of the German Soil Protection Act is to protect or restore natural soil functions on a permanent sustainable basis. No provisions are given for the habitat function for soil organisms (PÖU 2003). The technical committee "Biological Assessment of Soils" of the German Soil Association (Bundesverband Boden e.V.) has

The method is based on the relations between abiotic soil properties (pH, soil moisture regime, soil texture), humus forms and land use on the one hand and the presence of specific soil organism community types on the other hand (Fig. 1). Field investigations are only recommended at selected sites if e.g. the available data are insufficient, rare species / community types are expected or the given information suggests severe disturbances.

So far we distinguish 14 soil organism community types with a typical species composition of the soil fauna and associated typical humus forms:

"A" community types: Mull humus forms, anecic and/or endogeic earthworms present.

"B" community types: Moder or mor humus forms, anecic and endogeic earthworms missing.

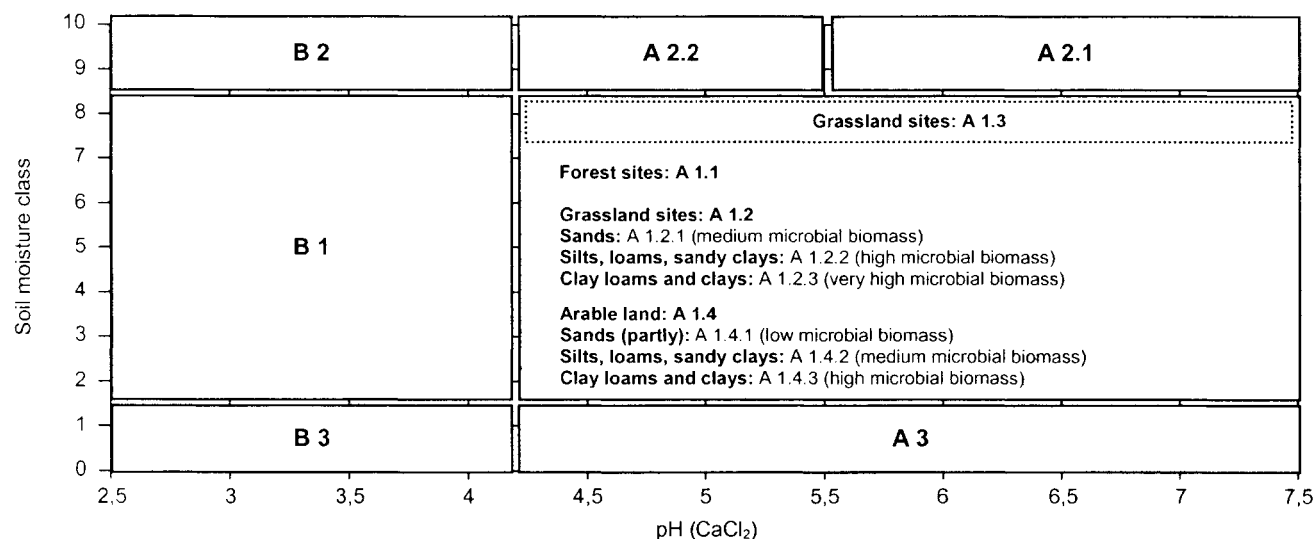


Figure 1: Occurrence of soil organism community types (A1.1 – B3), depending on soil moisture, pH and general land use (comp. Sommer et al. 2002).

developed a method for the assessment of soil quality with respect to its habitat function in the frame of planning processes (Beylich et. al 2005). A main component of the method is the mapping of soil organism communities as a prerequisite for the subsequent evaluation process.

Method Description

The method proposed here is meant to be part of the overall soil assessment procedure within a planning process on medium and large scales (1:50.000 - 1:5000). It should meet the following requirements:

- to map the distribution and spatial arrangement of soil organism communities in cartographic units,
- to display sites that have to be protected because of their special or rare soil organism communities,
- to detect areas where soil organism communities suffer already from disturbances,
- to forecast the effects of soil deteriorating measures on soil organism communities.

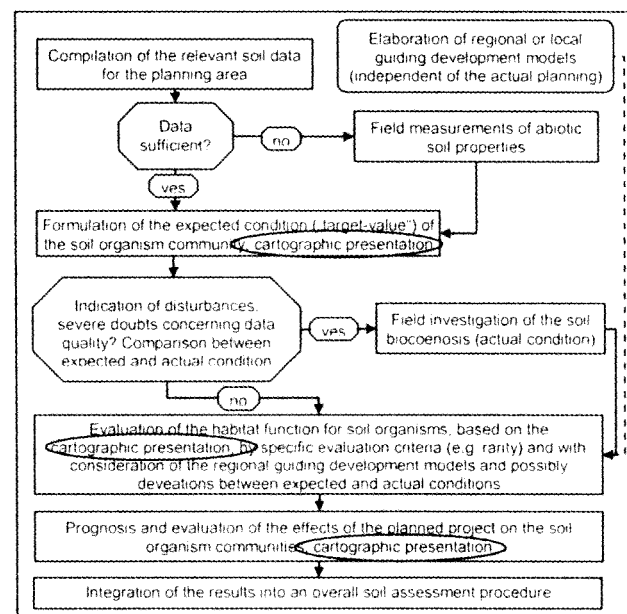


Figure 2: Assessment and evaluation of the habitat function of soils in planning procedures

¹IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 59, 22337 Hamburg, anneke.beylich@ifab-hamburg.de

²Univ. Vechta, ISPA, Dept. of Geocology, PO Box 1553, 49364 Vechta

³Geol. Survey Lower Saxony, Friedrich-Missler-Str. 49-50, 28211 Bremen

⁴ECT Ökotoxikologie GmbH, Böttgerstr. 2-14, 65439 Flörsheim

⁵Univ. Bremen, UFT, Dept. 10, PO Box 330440, 28334 Bremen

⁶Berlin Univ. of Technol., Inst. of Ecology, Franklinstr. 29, 10587 Berlin

The further differentiation is based mainly on the occurrence/absence of species of the soil mesofauna. The communities of agriculturally used sites are additionally differentiated by different levels of microbial biomass depending on the clay content. The soil fauna groups taken into account for the definition of community types are earthworms, enchytraeids, oribatid and gamasid mites, millipedes and isopods.

The mapping and evaluation of the expected condition is followed by the prognosis of the effects of the planned measures on the soil habitat and the integration of the results into the overall soil assessment (Fig. 2).

Method Application

If the necessary data concerning the abiotic soil properties are digitally available in a soil database, a map of the soil organism community types can be easily generated with a GIS (Geographic Information System). The map in figure 3 shows an area in the Northwest of Germany with predominantly agricultural land use. 13 of the possible 14

- development planning in areas with moderate contamination,
- approval procedures for potentially polluting industrial plants.

Further fields of application:

- environmental impact assessment,
- flood control measures (e.g. polder construction, setting back of dykes),
- farmland consolidation,
- planning of compensatory measures necessary due to environmental impacts by the planned project.

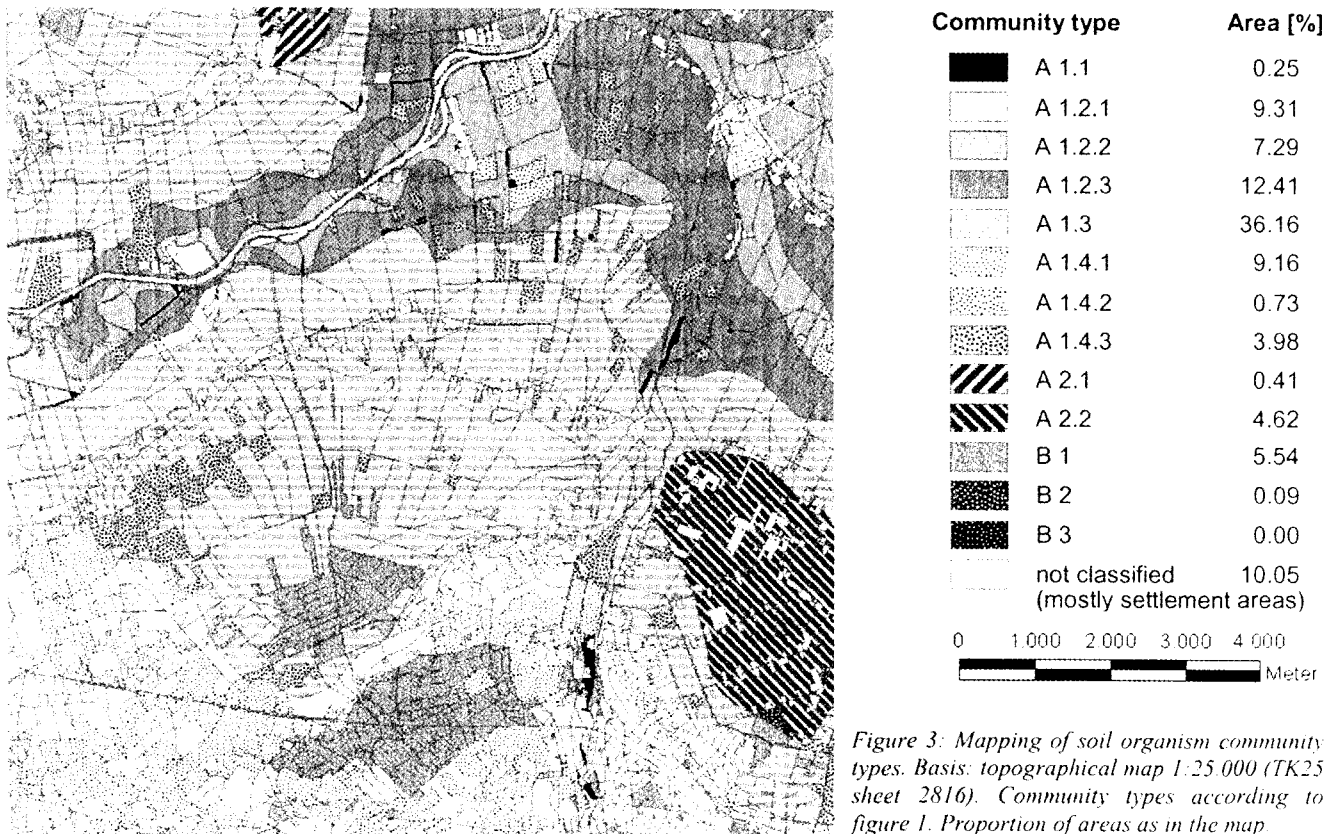


Figure 3: Mapping of soil organism community types. Basis: topographical map 1:25 000 (TK25 sheet 2816). Community types according to figure 1. Proportion of areas as in the map

soil organism community types are present in the map section. The agricultural land use causes fragmentation and isolation of community types at some spots. The aspect of rejoining the affected sites can be integrated into the process of choosing sites for compensatory measures.

One possible evaluation criterion within planning processes is the rarity of community types. The proportion of area of different community types can be calculated with a GIS. The results for the map section (fig. 3) are shown in the legend. The frequency of the community types is naturally different when considering different scales (e.g. natural landscape or state). Consequently the evaluation might produce different results for different scales. At any rate, the evaluation must be based on the development models (Entwicklungsziele, Leitbilder) drawn up for the region.

Conclusions

The integration of soil organism communities into soil evaluation has the potential of promoting restoration measures and land use recommendations based on soil biological aspects, especially in cases where a hazard for humans and crops is not yet given. This can be relevant for:

- forestry planning,

Starting points for further development:

- completion of soil data bases as not all data on abiotic soil properties are available in the required map scales,
- purposeful and comprehensive data analysis concerning ecological behaviour of soil fauna species to corroborate community type definitions,
- field validation.

References

- Beylich, A., Broll, G., Graefe, U., Höper, H., Römbke, J., Ruf, A., Wilke, B.-M. (2005): Biologische Charakterisierung von Böden. Ansatz zur Bewertung des Bodens als Lebensraum für Bodenorganismen im Rahmen von Planungsprozessen. BVB-Materialien Band 13, Berlin, 78 p.
- PÖU (Planungsgruppe Ökologie und Umwelt) (2003): Zusammenfassung und Strukturierung von relevanten Methoden und Verfahren zur Klassifikation und Bewertung von Bodenfunktionen für Planungs- und Zulassungsverfahren mit dem Ziel der Vergleichbarkeit. Endbericht, im Auftrag der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO). 87 p.
- Sommer, M., Ehrmann, O., Friedel, J. K., Martin, K., Vollmer, T., Turian, G. (2002): Böden als Lebensraum für Organismen. Regenwürmer, Gehäuselandschnecken und Bodenmikroorganismen in Wäldern Baden-Württembergs. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte 63, 163 p.

Initiatives for upscaling soil biota-soil processes interactions to the landscape scale in The Netherlands

R.G.M. de Goede¹ & L. Brussaard¹

Abstract

At the Department of Soil Quality we study effects of soil fauna on ecosystem services like soil structure, soil fertility, and water dynamics. So far this research was restricted to pot experiments and small scale field experiments. The results showed that soil faunal activity and species diversity can significantly contribute to these ecosystem services and can therefore be of interest to farmers and environmental conservation. However, intensification of farming practices has resulted in a dramatic decrease in biodiversity and unsustainably high nutrient losses to the environment. And farmers will only invest in soil biodiversity if the returns for such actions outweigh the returns from current non-sustainable practices. Therefore, it is necessary to make a next step and to expand the effects of below-ground biodiversity on such ecosystem services from the individual plot or field scale to farm and landscape scale and link these with farm economics.

In January 2006 we started a project that aims to quantify the contribution of earthworm activity to soil nutrient dynamics under field conditions in dairy farming grasslands, with special attention to nitrate leaching risks. The potential nitrate leaching will ultimately be estimated at the landscape scale.

Another project (not started yet) will focus on the contribution of soil biodiversity to soil fertility and soil structure in an area dominated by arable fields on heavy clay soils. Since 2004 the green veining of the area has been optimized to support higher populations of predatory and parasitic insects that can contribute to control of outbreaks of above-ground pests and diseases. We are interested to know if such spatial

“furnishings” of agro-landscapes affect soil ecosystem services and add value to soil biota-friendly management of the arable fields.

In both projects we aim to translate spatial and management conditions of functional below-ground biodiversity to economic benefits for the farmer and to the region.

¹ Department of Soil Quality
Wageningen University
P.O. Box 47
6700 AA Wageningen
The Netherlands
phone: +31 (0) 317 485048
email: ron.degoede@wur.nl

Humus forms as tool for upscaling soil biodiversity data to landscape level?

Ulfert Graefe¹ and Anneke Beylich¹

Abstract

The relation between humus forms and general features of the soil faunal community is well founded knowledge in soil science and soil biology. As the direct exploration of soil communities is limited to the local scale, mapping of humus forms can be a tool for upscaling and prediction of soil biodiversity at regional or landscape scales. Existing inconsistencies in classification systems that hamper an easy translation of humus forms into soil biodiversity are addressed.

Soil life is essentially connected to the humus layer and the topsoil, forming together the humus profile. This uppermost part of the soil profile, classified as humus form, is immediately affected by environmental impacts such as land use, eutrophication, acidification, heavy metal input and climate change. As humus forms develop at shorter time scales than soil types, both do not always coincide in a regular way and therefore need to be classified independently (Fig. 1).

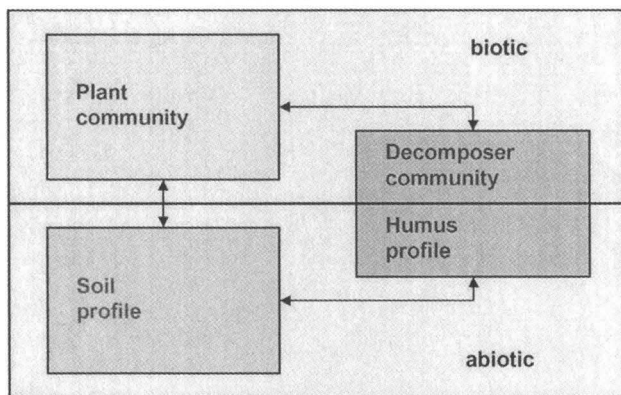


Figure 1: Ecosystem components of high complexity that are subjects of separate classifications.

The function of soil animals in humus forming processes is a focal issue in soil ecology (e.g. Bal, 1982; Belotti and Babel, 1993; Ponge, 2003). Current classification systems of humus forms (e.g. Green et al., 1993; Jabiol et al., 1995) recognize the role of soil animals by using observable signs of their activity for the description of humus horizons. The series Mull, Moder, Mor is understood as sequence of decreasing soil animal activity and soil biodiversity (Fig. 2).

Figure 2 illustrates a recent proposal from the “European humus research group”. The group seeks to find common rules for the classification of humus forms at the European level (Jabiol et al., 2004). The main types correspond well to general lines of the soil faunal community. Only the separation of Mor and Moder is somewhat problematic from a zoological point of view, since both bear a largely similar species composition. Investigations on soil fauna using specific extraction methods often reveal even at Mor sites an astonishing mesofaunal abundance that cannot be detected macroscopically (Graefe, 1994, 2004). According to Baritz

(2003) transitional forms between Mor and Moder have become the most abundant forest humus forms in northern German lowlands due to the high nitrogen deposition and resulting levelling effects on the soil chemical condition. This may be another reason not to separate Mor and Moder at the highest hierarchy level.

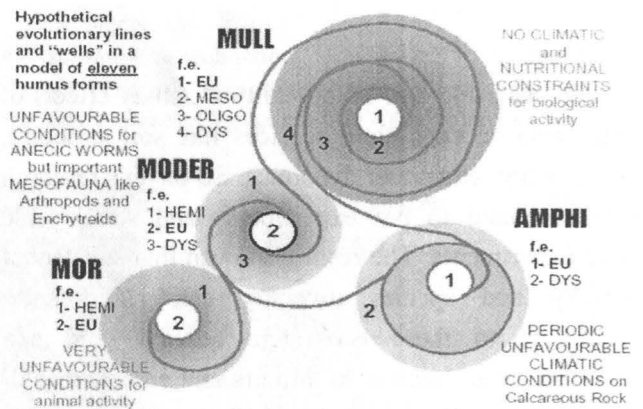


Figure 2: First approach to a classification of humus forms at the European level (from Jabiol et al., 2004).

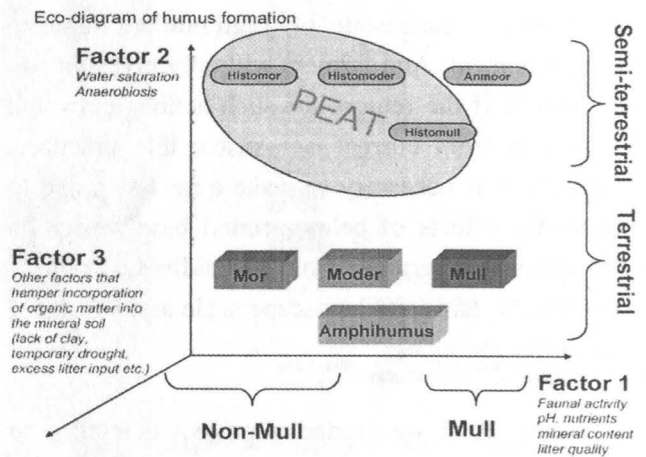


Figure 3: Second approach to a classification of humus forms at the European level (from Englisch et al., 2005).

A further approach, based on discussions after the second meeting of the European humus research group, differentiates between Mull and “Non-Mull” and introduces semi-terrestrial humus forms at a second axis (Fig. 3). Problematic is the designation of peat as humus form, because this would include also deeper organic horizons that have developed at historical time scales and do not reflect actual processes and functioning. Drained and fertilised peat soil (Histosol), on the other hand, can have an aeromorphic mull-like topsoil with an animal community which is not very different from that of a Mull in mineral soil (Graefe, 1993).

The dichotomy between Mull and Non-Mull is justified because of the distinctive role anecic and endogeic earthworms play by incorporating and mixing organic matter into the topsoil and thus creating the biologically active A horizon that is typical of Mull. The occurrence of these functional earthworm groups is largely limited to pH-values above 4.2. Below this value most organisms that live in close contact to the soil solution avoid the mineral soil because of its toxic properties (Graefe et al., 2002).

While the species composition of earthworm communities does abruptly change close to pH 4.2, which is the borderline between the aluminium and the exchanger buffer range, only minor changes along the gradient of soil reaction occur on either side of this threshold (Graefe et

¹ IFAB Institut für Angewandte Bodenbiologie GmbH, Sodenkamp 62, 22337 Hamburg, Germany, ulfert.graefe@ifab-hamburg.de, anneke.beylich@ifab-hamburg.de

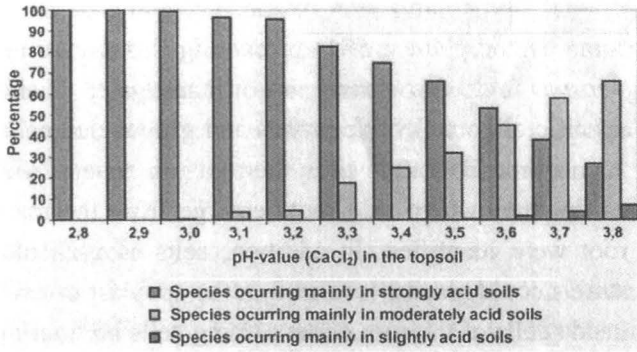


Figure 4: Effect of pH on the species composition of microannelids in forest soils. Data from monitoring sites in North Rhine-Westphalia (after Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen, 2003).

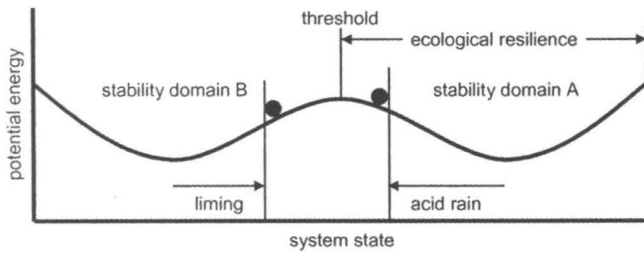


Figure 5: Stability in the landscape with two basins of attraction along the gradient of soil reaction. Press disturbances such as acid rain and liming may shift the soil community into another domain.

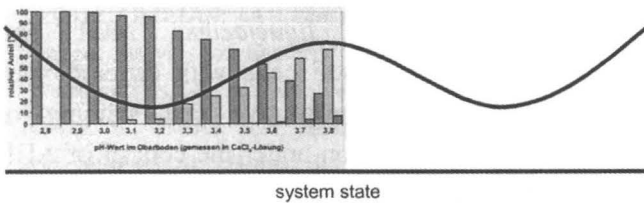


Figure 6: Placement of measured community parameters at soil monitoring sites over the model of ecological resilience with two basins of attraction along the gradient of soil reaction.

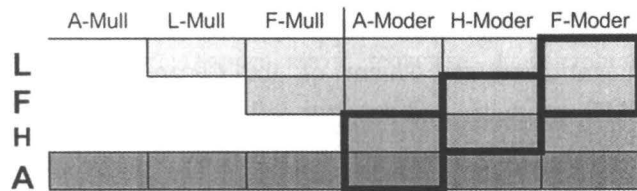


Figure 7: Scheme of the continuum of humus horizons and humus forms. Mull humus forms are termed according to the presence of horizons. Moder humus forms are termed according to the deepest biologically active horizon in which large proportions of the mesofauna and fine roots do concentrate.

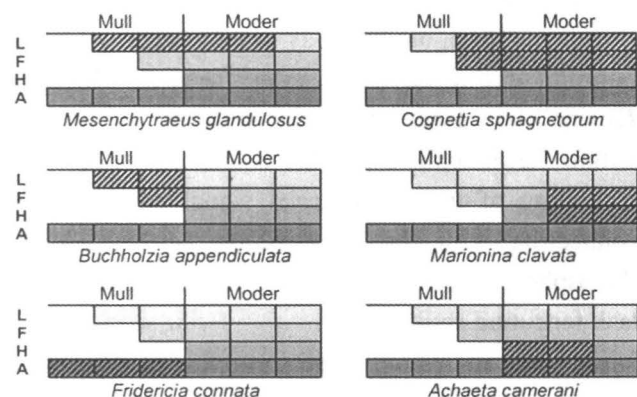


Figure 8: Examples of the occurrence of microannelid species (hatched) in the continuum of humus horizons and humus forms.

al., 2002; Sommer et al., 2002). A similar behaviour is shown also by enchytraeids, but their species changeover is more gradual (Fig. 4).

It thus appears that, referring to the model of ecological resilience (Peterson et al., 1998; Brand, 2005), there are two "basins of attraction" at the community level, where presence and abundance or absence of anecic and endogeic earthworms are the driving forces, which basically organize the structure of the soil community (Fig 5). In terms of humus forms they correspond to Mull and Moder/Mor respectively. Press disturbances such as acid rain or liming (Bengtsson, 2002) may shift the species composition (Fig. 6) gradually within the range of a domain (humus form) or may push it into a new domain surpassing the threshold of ecological resilience.

More detailed insights into humus forming processes are obtained by relating humus horizons to activity profiles either of microorganisms or of the mesofauna (e.g. Baritz 2003; Ponge, 1999, Graefe, 2004). Figure 7 shows a generalized scheme of horizons and humus forms in which Moder forms are separated according to different gradients of biological activity in the profile. F-Moder corresponds to a low activity in the OH horizon, which is often referred to as Mor. The organic matter is almost completely humified and can have a very old date of origin.

The scheme is also used to describe the main occurrence of single species in the continuum of humus horizons and humus forms (Fig. 8). Practically all species prefer or are restricted to specific horizons. Their ranges indicate comparable ecological conditions. An A horizon structured by endogeic earthworms supports a similar combination of species whether it belongs to a soil in forest, grassland or arable land (A-Mull).

References

Bal, L. (1982): Zoological ripening of soils. Agric. Res. Rep. 850, Centre for Agricultural Publishing and Documentation, Wageningen, 365 p.

Baritz, R. (2003): Humus forms in forests of the northern German lowlands. Geol. Jb. Sonderhefte, SF 3, 190 p.

Belotti, E., Babel, U. (1993): Variability in space and time and redundancy as stabilizing principles of forest humus profiles. Eur. J. Soil Biol. 29: 17-27.

Bengtsson, J. (2002): Disturbance and resilience in soil animal communities. Eur. J. Soil Biol. 38: 119-125.

Brand, F. (2005): Ecological resilience and its relevance within a theory of sustainable development. UFZ-Report 03/2005, Leipzig, 223 p.

Englisch, M., Katzensteiner, K., Jabiol, B., Zanella, A., de Waal, R., Wresowar, M. (2005): An attempt to create a classification key for BioSoil. Unpublished draft.

Graefe, U. (1993): Die Gliederung von Zersetzergesellschaften für die standortökologische Ansprache. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 69: 95-98.

Graefe, U. (1994): Humusformengliederung aus bodenzoologischer Sicht. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 74: 41-44.

Graefe, U. (2004): Das vertikale Verteilungsmuster der Kleinringelwurmzönose als Indikator der Prozessdynamik im Humusprofil. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 103: 27-28.

Graefe, U., Elsnar, D.-C., Gehrman, J., Stempelmann, I. (2002): Schwellenwerte der Bodenversauerung für die Bodenbiozönose. Mitt. Dtsch. Bodenk. Ges. 98: 39-40.

Green, R. N., Trowbridge, R. L., Klinka, K. (1993): Towards a taxonomic classification of humus forms. Forest Science Monograph 29, 49 p.

Jabiol, B., Brêthes, A., Ponge, J.-F., Toutain, F., Brun, J.-J. (1995): L'humus sous toutes ses formes. ENGREF, Nancy, 63 p.

Jabiol, B., Zanella, A., Englisch, M., Hager, H., Katzensteiner, K., Waal, R. W. de (2004): Towards an European classification of terrestrial humus forms. Paper presented at Eurosoil 2004, Freiburg, Germany. http://kuk.uni-freiburg.de/hosted/eurosoil2004/full_papers/id372_Jabiol_full.pdf

Landesumweltamt Nordrhein-Westfalen (2003): Bodenbiologie: Leben im Dunkeln. LUA-Infoblatt Nr. 13.

Peterson, G., Allen, C. R., Holling, C. S. (1998): Ecological resilience, biodiversity, and scale. Ecosystems 1: 6-18.

Ponge, J.-F. (1999): Horizons and humus forms in beech forests of the Belgian Ardennes. Soil Sci. Soc. Am. J. 63: 1888-1901.

Ponge, J.-F. (2003): Humus forms in terrestrial ecosystems: a framework to biodiversity. Soil Biol. Biochem. 35: 935-945.

Sommer, M., Ehrmann, O., Friedel, J. K., Martin, K., Vollmer, T., Turian, G. (2002): Böden als Lebensraum für Organismen – Regenwürmer, Gehäuselandschnecken und Bodenmikroorganismen in Wäldern Baden-Württembergs. Hohenheimer Bodenkundliche Hefte 63: 163 p.

Qualitative and quantitative *in situ* assessment of bacterial colonization and interaction in the rhizoplane using fluorescence labeling techniques and laser scanning microscopy

A. Hartmann¹, M. Rothballer¹, B. Hense², C. Kutter², H. Müller², M. Schmid¹

The ecological function of microorganisms is steered by their microenvironment in the soil structure and microcompartments. Synecological studies of microbes and their activities in the respective native (micro) habitats are only possible using microscopic tools which are applicable in complex systems. Confocal laser scanning microscopy eliminates most of the autofluorescence of the natural sample by generating optical sections. In addition, quantitative image analysis tools allow to reconstruct 3D-images and to derive quantitative data about microbial colonization densities and *in situ* activities as well as specific interactions in the particular habitat on the single cell level.

The colonization of the rhizoplane of plant roots by microbes was investigated in detail by using confocal laser scanning microscopy. Microbes can be specifically labeled *in situ* either using general fluorogenic DNA-stains, like acridine orange or DAPI (3',5'-diamidino phenylindole) or using specific immunofluorescence staining techniques (METZ et al., 2003) and/or molecular genetic tools. The use of rRNA-directed fluorescence oligonucleotide probes allows the identification from phylum to species level using the fluorescence *in situ* hybridization; this approach is applicable also for uncultured bacteria (LUDWIG et al., 1997). Finally, the specific labeling by the *gfp*- or *rfp*-genes coding for the green or resp. red fluorescence protein can be applied either as constitutive staining of certain populations or to assess the expression of specific genes using so-called "reporter constructs" generated by *in vitro* genetic engineering (ROTHBALLER et al., 2003, HARTMANN et al., 2004).

The colonization of the rhizoplane of wheat roots by the plant growth promoting rhizobacterium *Azospirillum brasilense* was investigated using specific oligonucleotide probes and *gfp*-labeled cells. As major colonization sites, the root hair zone as well as the sites where side roots emerge from the main root were identified. In addition, cells of particular strains could also be localized in the apoplast or even inside cells of the root cortex. Using cells harbouring gene constructs with fusions of the *gfp*-gene to the promoter of the key gene - indole pyruvate dehydrogenase, *ipdC* - of indole acetic acid biosynthesis, the *in situ* expression of auxin biosynthesis in single cells of *A. brasilense* could be tested. It could be demonstrated, that the *ipdC*-gene was expressed in rhizoplane colonizing cells, albeit at different levels in different strains (ROTHBALLER et al., 2005).

Using differential *gfp*-/*rfp*-labelling, the *in situ* assessment of *N*-acylhomoserine lactone mediated signalling of bacterial populations was investigated. *Serratia liquefaciens* MG1 and *Pseudomonas putida* IsoF cells with different *gfp*- and *rfp*-labels for constitutive cell staining or inducible gene expression under the control of AHL were applied in the rhizosphere of tomato and wheat plants. The evaluation of series of CLSM-images using the CMEIAS-software specifically developed for microbial colonization studies (LIU et al., 2001) and geostatistical approaches revealed the quantitative assessment of the distances between AHL-producer and reporter cells (GANTNER et al., 2006). While most of the AHL-induced cells were located close (2-5 μm distance) to an AHL-producing *P. putida* cell, there were also cells 40 to 70 μm away from the next producer cell. This allows the conclusion that AHL-signals from single cells or cell assemblages colonizing a particular spot on the rhizoplane reach out far away to other cells. Possibly, quorum sensing has to be rather seen as "diffusion sensing" or "local efficiency sensing" of bacteria within the rhizoplane or other colonization sites. The modelling of *in situ* bacterial signal production in connection with the colonization patterns in the rhizosphere or in microbial biofilms is a challenging task for future studies.

In conclusion, these examples of qualitative and quantitative *in situ* analysis of bacterial colonization and activity patterns illustrate the potential for further assessment of these spatially very

¹ GSF, Institut für Bodenökologie
Abteilung für Rhizosphärenbiologie
Ingolstädter Landstr. 1
85764 Oberschleißheim

² Institut für Biomathematik und Biometrie, Ingolstädter
Landstrasse 1, 85764 Neuherberg / München

high resolving microscopy analyses in particularly active soil microhabitats. These kinds of studies could be extended to microhabitats such as decaying organic particles, earthworm casts or microbial biofilms on aggregate or pore surfaces in soils.

References

- Gantner, S. Schmid, M., Dürr, C., Schuegger, R., Steidle, A., Hutzler, P., Langebartels, C., Eberl, L., Hartmann, A., Dazzo, F. B. (2006) In situ spatial scale of calling distances and population density-independent *N*-Acylhomoserine lactone mediated communication by rhizobacteria colonized on plant roots. *FEMS Microbiology Ecology* 56, 188-194.
- Hartmann, A., Pukall, R., Rothballer, M., Gantner, S., Metz, S., Schloter, M., Mogge, B. (2004) Microbial community analysis in the rhizosphere by *in situ* and *ex situ* application of molecular probing, biomarker and cultivation techniques. In: *Plant Surface Microbiology* (eds.: A. Varma, L. Abott, D. Werner, R. Hampp) Springer Verlag, Berlin, pp. 449-469.
- Liu, J., Dazzo, F. B., Glagoleva, O., Yu, B., Jain, A. K. (2001) CMEIAS: A computer-aided system for the image analysis of bacterial morphotypes in microbial communities. *Microb. Ecol.* 41, 173-194.
- Ludwig, W., Bauer, S.H., Bauer, M., Held, I., Kirchhof, G., Schulze, R., Huber, I., Spring, S., Hartmann, A., Schleifer, K.H. (1997) Detection and in situ localization of representatives of a widely distributed new bacterial phylum. *FEMS Microbiol. Lett.* 153, 181-190.
- Metz, S., Beisker, W., Hartmann, A., Schloter, M. (2003) Immunoassay to screen *in situ* expression of the dissimilatory copper nitrite reductase. *J. Microbiol. Meth.* 55, 41-50.
- Rothballer, M., Schmid, M., Hartmann, A. (2003) *In situ* localization and PGPR-effect of *Azospirillum brasilense* strains colonizing roots of different wheat varieties. *Symbiosis* 34, 261-279.
- Rothballer, M., Schmid, M., Fekete, A., Hartmann, A. (2005) Comparative *in situ* analysis of ipdC-gfpmut3 promotor fusions of *Azospirillum brasilense* strains Sp7 and Sp245. *Environ. Microbiol.* 7, 1839-1846.

Soil biological properties in saline and alkaline arable soils from the Pakistani Punjab

Sher Muhammad^{1*}, Torsten Müller²
Rainer Georg Joergensen¹

Introduction

Since temperature controls many processes in soil, especially microbiologically mediated ones, the higher temperatures in tropical and subtropical regions lead to faster turnover rates of microbial biomass and soil organic matter in comparison to temperate Northern Europe, shortening the time taken for ecosystems to respond to changes in management practices (GRISI et al. 1998). In arid or semi-arid subtropical regions such as Arabia or Pakistan, temperature effects on soil microorganisms are often counteracted by strong and rapid changes in soil moisture content, due to dry and rainy seasons or irrigation management considerably affecting soil biological processes (WICHERN et al., 2004).

In arid and semi-arid Pakistan, salinisation affects 30% of arable land and is a major threat to plant growth (QURESHI & BARRET-LENARD 1998). Low levels of soil organic matter intensify the negative effects of salinisation. In contrast to soil physical and chemical properties, soil microbiological aspects related to saline environments have been less intensively studied, but recent studies clearly revealed the adverse effects of salinisation on the soil microbial biomass (RIETZ & HAYNES 2003).

Soil chemical and soil biological properties were analysed in soil from 30 Pakistani arable sites differing in salinisation and in soil pH. The soil biological properties were differentiated into indices for microbial activity (basal respiration) and microbial biomass (C, N, and P), with the aim of assessing their potential as soil fertility indices.

Materials and Methods

Soils were collected from 30 rain-fed arable sites of the province Punjab, central Pakistan. The local climate is characterised by a very hot summer from June to August with maximum mean monthly temperatures up to 49°C and a cool period from October to February with minimum mean monthly temperatures down to 2.6°C. The annual precipitation varies between 370 and 1180 mm at the different sites, about 50% comes in July. Four independent

¹ Department of Soil Biology and Plant Nutrition, University of Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Germany

² Institute of Plant Nutrition, University of Hohenheim, Fruwirthstr. 20, 70593 Stuttgart, Germany

* Present address: Department of Soil Science, Murree Road, University of Arid Agricultural, Rawalpindi, Pakistan

samples were taken from each site. The soils were sampled at 0-15 cm depth and sieved (< 2 mm). Soil pH was measured in water. The contents of salt, soil organic C, total N, total P, and NaHCO₃ extractable P (P-Olson) as described by MUHAMMAD (2005). Soil microbial biomass C, N, and P were estimated by fumigation extraction (JÖRGENSEN 1995).

Results

Soil pH showed strong negative effects on soil organic C and consequently on the soil organic C-to-total P ratio (Table 1). The salt content showed strong negative effects on the basal respiration rate (Table 1, Figure 1) and the microbial biomass C-to-soil organic C ratio (Table 1, Figure 2). Both relationships showed strong variability between the 30 sites, but also strong variability between the four sampling subplots.

Table 1. Soil chemical and soil biological properties in 120 soil samples taken from 30 arable sites: Median, IQR (interquartile range), minimum, maximum, and significant correlation coefficients ($P < 0.05$) with soil pH (H₂O) and salt content; bold $P < 0.01$.

Property	Median	IQR	Min	Max	r(pH)	r(salt)
pH	9.2	0.8	8.0	10	1.00	ns
Salt (mg/g)	3.9	3.4	1.2	52	ns	1.00
C _{org} (mg/g)	4.4	2.0	1.3	8	-0.34	ns
N _t (mg/g)	0.45	0.32	0.20	1	-0.22	ns
P _t (mg/g)	0.66	0.16	0.51	1	ns	ns
P _{ex} (µg/g)	6.6	4.7	1.5	16	0.19	ns
C _{mic} (µg/g)	94	58	16	254	-0.19	-0.19
N _{mic} (µg/g)	11	8	1.8	28	ns	ns
P _{mic} (µg/g)	4.6	1.3	2.1	7	ns	ns
CO ₂ -C *	17	10	5.5	48	-0.18	-0.48
C _{org} /N _t	9.0	3.6	3.9	16	ns	ns
C _{org} /P _t	6.7	3.1	1.5	13	-0.27	ns
(C/N) _{mic}	8.7	5.1	3.1	21	ns	ns
(C/P) _{mic}	20.5	14.8	3.1	77	-0.20	-0.28
C _{mic} /C _{org} (%)	2.3	1.5	0.4	5	ns	-0.31

*(µg/g/d); abbreviations: org = organic, t = total, ex = 0.5 M NaHCO₃ extractable, mic = microbial, ns = non significant

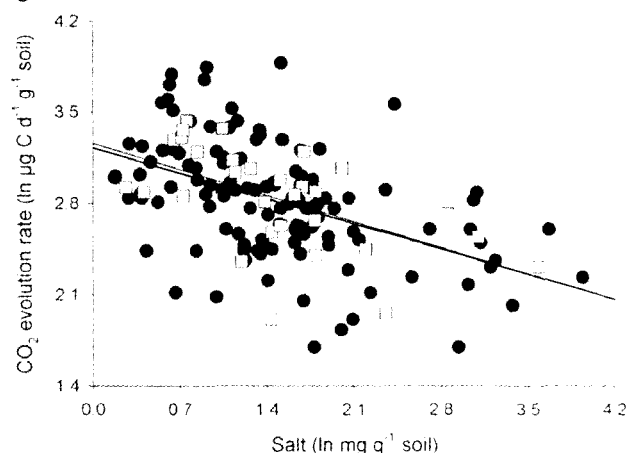


Figure 1: Relationship between CO₂ evolution rate (basal respiration) and salt content in the 120 soil samples (filled circles: $Y = 3.23 - 0.28 X$; $r = -0.48$) or at the 30 sites (open squares: $Y = 3.26 - 0.284 X$; $r = -0.55$)

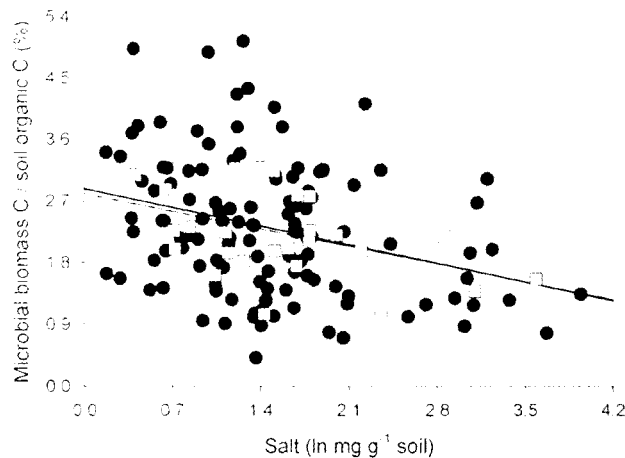


Figure 2: Relationship between the microbial biomass C-to-soil organic C ratio and salt content in the 120 soil samples (filled circles: $Y = 2.88 - 0.39X$; $r = -0.31$) or at the 30 sites (open squares: $Y = 2.81 - 0.37X$; $r = -0.46$)

Discussion

The soils from the Pakistani Punjab under rain-fed arable land-use management can be characterized by low contents of soil organic matter, soil microbial biomass, and NaHCO_3 extractable P, but high contents of total P. The average content of microbial biomass C in the present Pakistani soils constituted less than 30% of the worldwide average (WARDLE 1998). Microbial biomass C concentrations between 300 and 400 $\mu\text{g g}^{-1}$ are common in many subtropical soils from India (SRIVASTAVA & SINGH 1989; GHOSHAL & SINGH 1995) and Oman (WICHERN et al., 2004). However, low microbial biomass C contents are also not unusual, mean values between 100 and 160 $\mu\text{g g}^{-1}$ soil being measured in Alfisols from Nigeria (WICK et al. 1998) and in Andosols from Nicaragua (JOERGENSEN & CASTILLO 2001). No strong direct effects of salinity and alkalinity on microbial biomass indices could be observed contrasting the results of RIETZ and HAYNES (2003).

The microbial biomass C-to-P ratio of the present group of soils is within the range known for subtropical soils, especially in India (GOSHAL & SINGH 1995). The microbial biomass C-to-P ratio is generally higher in these subtropical arable soils than in humid temperate soils, values around 20 to 30 are common, indicating low P availability to the soil microbial community (MUHAMMAD 2005). In contrast to most observations in temperate humid climates (JOERGENSEN et al. 1995), the microbial biomass C-to-P ratio exceeds the soil organic C-to-total P ratio markedly as in the volcanic ash soils of Nicaragua (JOERGENSEN & CASTILLO 2001). Low availability of P to soil microorganisms seems to be the main reason for the high elemental quotients in the microbial biomass of the present soils.

The microbial biomass C-to-soil organic C ratio was in the range of arable soils from temperate humid climate at neutral pH (ANDERSON & DOMSCH 1989). This indicates that saline and alkaline soil

conditions did not reduce the accessibility of organic matter to soil microorganisms. Only basal respiration was negatively affected by salinity indices, but not by soil pH. High levels of the metabolic quotient $q\text{CO}_2$ indicate that the microorganisms are generally stressed by the saline and alkaline conditions, leading to low substrate use efficiencies. This intensifies the threat of further losses in soil fertility by the reduction in soil organic matter levels.

Acknowledgements

We thank Gabriele Dormann and Karin Schmidt for their skilled technical assistance. Sher Muhammad thanks especially "InWent" and "DAAD" for supplying grants.

References

- ANDERSON TH, DOMSCH KH (1989) Ratios of microbial biomass C to total organic carbon in arable soils. *Soil Biol Biochem* 21:471-479
- GHOSHAL N, SINGH KP (1995) Effects of farmyard manure and inorganic fertiliser on the dynamics of soil microbial biomass in a tropical dryland ecosystem. *Biol Fertil Soils* 19:231-238
- GRISI B, GRACE C, BROOKES PC, BENEDETTI A, DELL'ABATE MT (1998) Temperature effects on organic matter and microbial biomass dynamics in temperate and tropical soils. *Soil Biol Biochem* 30:1309-1315
- JÖRGENSEN RG (1995) Die quantitative Bestimmung der mikrobiellen Biomasse in Böden mit der Chloroform-Fumigations-Extraktions-Methode. *Göttl Bodenkundl Ber* 104:1-229
- JOERGENSEN RG, CASTILLO X (2001) Interrelationships between microbial and soil properties in young volcanic ash soils of Nicaragua. *Soil Biol. Biochem.* 33, 1581-1589.
- JOERGENSEN RG, KÜBLER H, MEYER B, WOLTERS V (1995) Microbial biomass phosphorus in soils of beech (*Fagus sylvatica* L.) forests. *Biol. Fertil. Soils* 19, 215-219
- MUHAMMAD S. (2005) Microbial Phosphorus dynamic by the decomposition of organic substrates, especially in saline and alkaline soils of Pakistani Punjab. PhD-thesis: <http://opus.uni-kassel/opus/volltexte/2005/218>, University of Kassel
- QURESHI RH, BARRET-LENARD EG (1998) Saline Agriculture for Irrigated Land in Pakistan: A Handbook. ACIAR Monograph No.50
- RIETZ DN, HAYNES RJ (2003) Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. *Soil Biol Biochem* 35:845-854
- SRIVASTAVA SC, SINGH JS (1989) Effects of cultivation on microbial carbon and nitrogen in a dry tropical forest soil. *Biol Fertil Soils* 8:343-348
- WARDLE DA (1998) Controls of temporal variability of the soil microbial biomass: a global scale synthesis. *Soil Biol Biochem* 30:1627-1637
- WICHERN F, LUEDELING E, MÜLLER T, JOERGENSEN RG, BUERKERT A (2004) Field measurements of the CO_2 evolution rate under different crops during an irrigation cycle in a mountain oasis of Oman. *Appl Soil Ecol* 25:85-91
- WICK B, KÜHNE RF, VLEK PLG (1998) Soil microbiological parameters as indicators of soil quality under improved fallow management systems in south-western Nigeria. *Plant Soil* 202:97-107

Spatial variability pattern as key to upscaling

M. Joschko¹, C.A. Fox², P. Lentzsch¹, R. Gebbers³, J. Timmer⁴, J. Kiesel⁵

Introduction

For the upscaling of soil ecological data, like soil fauna distributions and their effects on ecosystem processes, new concepts are needed. A possible route to upscaling is to estimate or predict faunal activity in unsampled regions based on known fauna ecological preferences-soil property relationships with respect to abundance and biodiversity. Often, this is approached by applying pedotransfer functions derived from multiple regression analysis describing average reactions of soil organisms to soil property changes. However, relationships are scale dependent, and cannot simply be transferred from one scale to the other. In addition, relationships between organisms and soil may not be constant throughout a sampled region (Nielsen and Wendroth 2003). Therefore approaches may be helpful which consider the spatial context of organism-soil relationships and are adapted to the scale for which predictions are sought. The application of state-space analysis enables one to estimate parameters on unsampled positions (Wendroth and Nielsen 1994, Nielsen and Wendroth 2003). In the following, results are presented from a regional-scale study of earthworm biodiversity and its relation to soil properties (Joschko et al. 2006).

Material and Methods

At 50 positions along a 151 km transect through the northeastern agrolandscape earthworms were sampled (1/4 m²) in autumn 1996-1998 and related to soil properties which were determined in the vicinity of the earthworm samples (details in Lentzsch et al. 1999, Joschko et al. 2006). State-space analysis was carried out according to Nielsen and Wendroth (2003).

Results

¹ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Institut für Landschaftsstoffdynamik, 15374 Müncheberg.

² Agriculture and Agri-Food Canada, Harrow, Ontario, Canada.

³ Institut für Geowissenschaften, Universität Potsdam.

⁴ Freiburger Zentrum für Datenanalyse und Modellbildung.

⁵ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF), Institut für Landschaftssystemanalyse, 15374 Müncheberg.

Whereas earthworm abundances fluctuated randomly in all years, species number (1-4) and species composition (index 1-7) showed clear spatial patterns characterized by increasing trends along the transect. Similar trends were found in soil properties, such as Corg, Nt, pH, and clay content. With multiple regression analysis, only 55 % of variability of species number could be explained with soil properties. With state-space analysis, the 1996 earthworm species number along the transect could be related to species number, pH and Nt at previous locations ($r^2 = 0.97$ between estimated and measured values). Even when two out of three values of earthworm species number were omitted during estimation, the development of earthworm number along the transect could still be estimated. In cases, where data were not available, earthworm species numbers were interpolated by the state-space model; the estimation being based on soil properties pH and Nt (Fig. 1).

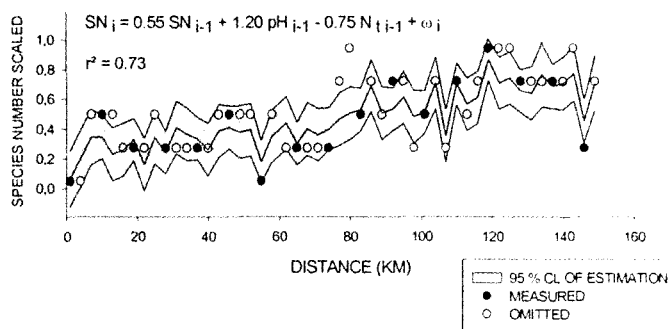


Figure 1: Estimation of species numbers 1996 along the transect with a combination of pH and Nt, when 2 out of 3 values are omitted; CL = confidence limits (Joschko et al. 2006).

Conclusion / Outlook

In contrast to approaches by which soil organism populations are predicted from soil properties based on average organism-soil relationships, spatial approaches applying state-space analysis allow the interpolation of soil organisms at unsampled positions based on locally assessed variability patterns of populations and soil properties. With adequately designed transect studies, a prediction of soil organism populations in large unsampled regions seems to be feasible. For practical purposes, the indirect assessment of soil properties characterizing soil habitats by means of geophysical measurements will be of special importance in large-scale studies. A further challenge concerns the implementation of this kind of information about soil organism-soil relationships into GIS.

References

- Joschko, M., Fox, C., Lentzsch, P., Hierold, W., Kiesel, J., Krück, S., Timmer, J. (2006): Spatial analysis of earthworm biodiversity at the regional scale. *Agriculture, Ecosystems, Environment* 112, 367-380.
- Lentzsch, P., Seyfarth, W., Behrendt, U., Hierold, W., Joschko, M., Kiesel, J., Müller, M., Tauschke, M., Ulrich, A., 1999. Genetisches Monitoring als Möglichkeit zur Bioindikation von Landschaften. *Archives of Agronomy and Soil Science* 44, 423-438.
- Nielsen, D.R., Wendroth, O. (2003): Spatial and temporal statistics.. *GeoEcology textbook*, Catena, Reiskirchen.
- Wendroth, O., Nielsen, D.R. (1994): State Space Analyse: Interpolation zur Identifizierung von Prozessen in Raum und Zeit. *Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft* 74, 243-246

Acknowledgements

Thanks are due to Don R. Nielsen, UC Davis, California, USA, for advice.

Soil Microorganisms and Carbon Turnover in an Arable Field under Elevated Atmospheric CO₂

Sven Marhan¹, Martin Erbs², Andreas Fangmeier³, Yakov Kuzyakov⁴, Ellen Kandeler¹, Dmitry Demin^{1,5}

Introduction

A better understanding of microbial mechanisms in the complex relationship of C input and C sequestration is needed under changing atmospheric carbon dioxide concentrations. Elevated CO₂ is assumed to increase the carbon input by plants into soil (Zak et al. 2000). This may alter microbial population structure and biomass (Freeman et al. 2004) and presumably turnover processes of soil organic matter (SOM). Agricultural ecosystems require about 28% of the land area of South Germany (Germany), but only little information is available on the effects of global climate change on microbial turnover processes in agroecosystems.

The aim of this study is to investigate the effects of an elevated atmospheric CO₂ level on microbial parameters and carbon turnover in a soil under spring wheat.

Material and Methods

The field experiment is performed in a Free Air Carbon dioxide Enrichment system (FACE) located on an arable field in Hohenheim (Baden-Württemberg, Germany). The soil is a Gleyic Cambisol, 9% sand, 69% silt, 22% clay; pH 6.8. Three treatments are established; plots with elevated atmospheric CO₂ level (~ 540 ppm CO₂, δ13C ~ -19‰) are compared with ambient plots (380 ppm CO₂, δ13C ~ -8‰) and control plots (ambient CO₂ level, but without fences), each treatment is replicated 5 times. Spring wheat sown in combination with several weeds typical for arable systems are annually

planted on the plots since 2002. Soil is tilled in spring before wheat sowing and inorganic NPK fertilizers are applied. Except the wheat stubbles which remain in the soil after harvest, no organic fertilizers are applied. Soil samples for microbiological analyses were taken from depths of 0-10, 10-20, 20-30 and 30-60 cm in March and October 2002, 2004 and 2005.

Soil microbial biomass (SMB) was determined by chloroform fumigation extraction (CFE), fungal biomass by ergosterol content analysis (Djajakirana et al. 1996), microbial community structure by phospholipid fatty acid analysis (PLFA; Frostegård et al. 1993), soil microbial processes by analysis of soil enzyme activities (Marx et al. 2001).

Lab. Experiment

For the incubation experiment, intact soil cores with and without wheat stubble were taken immediately after wheat harvesting in August 2004. CO₂ production of samples incubated in microcosms was measured at 15°C and subsequently 10°C to simulate decomposition during autumn and winter for the following 27 weeks.

δ13C signatures of plants, soil, CO₂ and microbial biomass were assessed via EA-IRMS.

Results and Discussion

Soil microbial biomass decreased with soil depth. Elevated CO₂ tended to increase SMB in the upper 20 cm of the soil (root horizon). This slight increase only occurred in autumn samples. Elevated CO₂ did not affect soil enzyme activities at any sampling date. Microbial community structure determination by PLFA profiles revealed an increased fungal PLFA in March 2004 (data not shown).

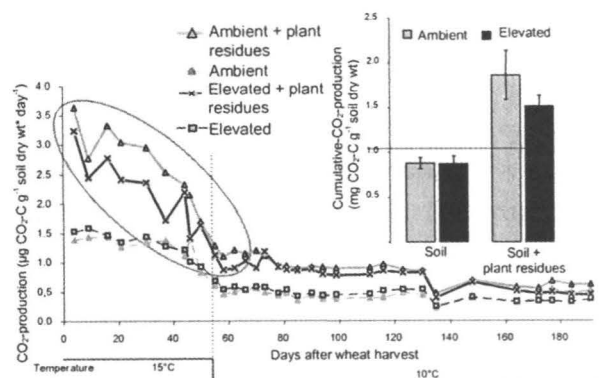


Fig. 1. Decomposition of wheat stubbles grown under elevated CO₂ was significantly reduced during the first 42 days of incubation, whereas the respiration of soil without visible plant residues was not affected.

¹ Institute of Soil Science
Emil-Wolff-Str. 27
D-70593 Stuttgart-Hohenheim
phone: +49 (0)711 459 2614
email: marhan@uni-hohenheim.de

² Institute of Special Crop Cultivation and Crop Physiology

³ Institute of Landscape and Plant Ecology, University of Hohenheim, Germany

⁴ Institute of Landscape Matter Dynamics, ZALF, Müncheberg, Germany

⁵ Institute of Basic Biology Problems of Russian Academy of Science (IBBP RAS) Moscow, Russia.

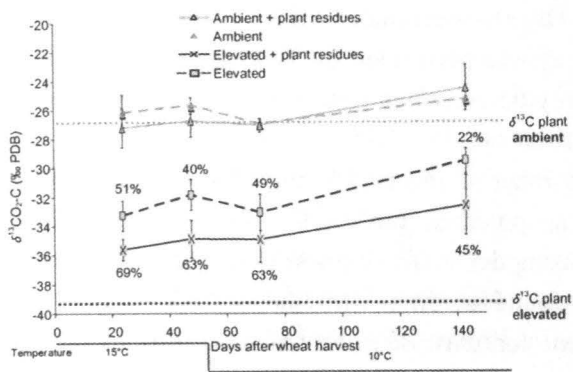


Fig. 2. Proportion of plant derived CO₂-C decreased during incubation from 69% to 45% in samples with wheat stubbles. About one third of this plant derived C remained after one simulated autumn and winter (27 weeks). Decreasing amounts of plant derived C in samples without visible plant residues during 20 weeks of incubation indicate a rapid turnover of fine roots.

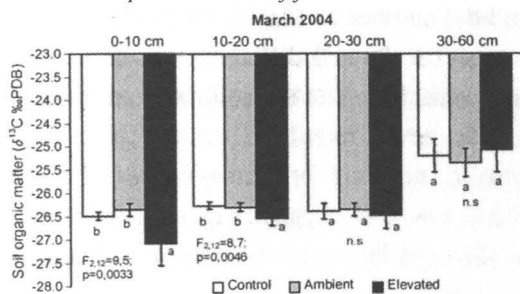


Fig. 3. Plant derived C was significantly incorporated in the soil organic matter pool only of the upper 20 cm (root horizon) after two years of exposure to elevated CO₂.

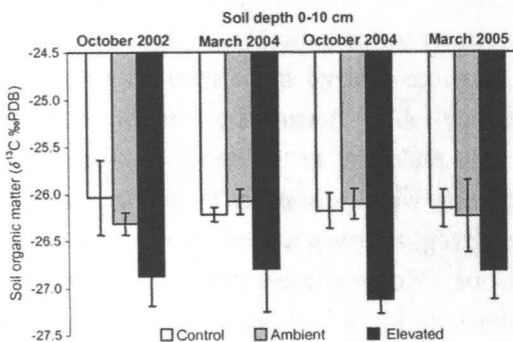


Fig. 4. The pool of newly formed soil organic matter did not increase during 3 years (of elevated CO₂). This may indicate a stable C pool formed by plant derived C which is saturated within the first year of the experiment; and only slightly decomposed and refilled again in the following vegetation period.

Conclusion

Three years of wheat growth under elevated CO₂ did not result in distinct changes in soil microbial biomass, community structure and enzyme activities in soil. Decomposition of residues of wheat plants grown under elevated CO₂ was reduced. Stable plant residual products possibly accumulate in the root zone of the soil (upper 20 cm). However, stable

isotopic measurements revealed that the input of plant derived C was generally highest in the first year of this experiment (2002), but remained at an almost constant level in the following years probably due to the low amount of residual input into the soil of this simulated agroecosystem. Due to increased plant biomass production in combination with reduced decomposability of the residues under elevated CO₂ SOM might be accumulated in arable soils in the future. Based on the findings of the presented experiments, together with data from the literature the role of arable soils of Baden-Württemberg as potential sink for atmospheric CO₂ will be modeled.

Acknowledgements

Thanks to Wolfgang Armbruster and Elke Dachtler for stable isotope analysis; Sabine Rudolph, Heike Haslwimmer and Julia Grob for laboratory work and help in the field. This study is financed by the state of Baden-Württemberg (BWK23003).

References

- Djakirana, G., Joergensen, R. G. & Meyer, B. (1996). Ergosterol and microbial biomass relationship in soil. *Biology and Fertility of Soils* 22: 299-304.
- Freeman, C., Kim, S.-Y., Lee, S.-H. & Kang, H. (2004). Effects of elevated atmospheric CO₂ concentrations on soil microorganisms. *The Journal of Microbiology* 42: 267-277.
- Frostegård, A., Bååth, E. & Tunlid, A. (1993). Shifts in the structure of soil microbial communities in limed forests as revealed by phospholipid fatty acid analysis. *Soil Biology and Biochemistry* 25: 723-730.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001). *Climate Change 2001. III.*
- Marx, M.-C., Wood, M. & Jarvis, S. C. (2001). A microplate flourimetric assay for the study of enzyme diversity in soils. *Soil Biology and Biochemistry* 33: 1633-1640.
- Zak, D. R., Pregitzer, K. S., King, J. S. & Holmes, W. E. (2000). Elevated atmospheric CO₂, fine roots and the response of soil microorganisms: a review and hypothesis. *New Phytologist* 147: 201-222.

Spatial and seasonal variability of proteolytic genes and activity in an arable field

M. Mrkonjic Fuka¹, M. Engel, J. C. Munch & M. Schloter

Abstract

In a process of proteolysis proteins are hydrolyzed into smaller nitrogen-containing-membrane-permeable products which living organisms can assimilate and metabolize. It is a major mechanism by which nitrogen is mobilized from organic compounds such being of prime importance in maintaining soil quality and plant productivity. In soil without mineral fertilization this process is, besides nitrogen fixation, the only way for plants to get access to essential nitrogen.

Proteolytic activity has been extensively investigated in the last few decades but almost nothing is known about size, diversity, distribution and regulatory mechanisms of the gene pool involved in soil proteolytic processes. The indigenous bacterial communities harbouring genes encoding for extracellular proteases play a critical role in regulating proteolysis and nitrogen mobilization in soils. Thus there is a major interest in exploring factors influencing its size, diversity and activity. For this purpose an arable field (Research Farm Scheyern, Oberbayern) under uniformly integrated management and cropped with potatoes was studied. The field shows pronounced soil heterogeneity with four different soil types. In April, July and October 2003 soil samples were taken from the four soil types at three different depths: D1 ($\approx 0 - 10$ cm), D2 ($\approx 10 - 30$ cm) and D3 ($\approx 30 - 40$ cm) according to the horization of the soil.

We applied culture independent methods for quantification and diversity analysis of subtilisin gene (sub) and neutral metalloprotease gene (npr) both encoding for extracellular proteases as well as 16S rRNA gene representing the size of bacterial population. Soil DNA was extracted and protease and 16S rRNA genes were amplified using sub, npr and 16S rRNA specific primers. Screening of abundance

of genes encoding for extracellular proteases was done by a quantitative PCR whereas diversity analysis was performed by T- RFLP assay. Potential proteolytic activities were measured using casein as a substrate

The number of 16S rRNA and sub/npr gene copies as well as potential proteolytic activity decreased by increasing depth. The highest values of all parameters were found at sites with the highest clay/silt and nutrient contents. Seasonal influence differed among measured parameters. Positive relation was observed between the sub or npr copies number and potential proteolytic activity only in sandy soil. No relation was found in soil with higher proportion of clayed particles (sub/activity) or relation was very weak (npr/activity). Positive relation was noticed between sub/npr and the number of 16S rRNA gene copies.

T- RFLP analysis showed differences of diversity of sub and npr genes based on the soil horization.

¹ GSF, Institut für Bodenökologie
Ingolstädter Landstr. 1
85764 Oberschleißheim
phone: +49-89-3187-4539
email: mirna.mrkonjic@gsf.de

Mechanisms of solute transport affect small-scale abundance and function of soil microorganisms in the detritusphere

C. Poll¹, J. Ingwersen², M. Stemmer³, M. H. Gerzabek⁴, E. Kandeler¹

Abstract

The spatial distribution of readily available substrates influences the mineralisation of C and N in soil. In the detritusphere, particulate organic matter offers new sites for microorganisms, whereas soluble substrates are transported into the adjacent soil. We investigated how mechanisms of solute transport affect microbial abundance and function and thereby C mineralisation in the detritusphere. In a first experiment, transport was restricted to diffusion, in a second experiment it was dominated by convection. Two levels of soil moisture were established in each experiment. When diffusion was the exclusive transport mechanism, the addition of maize litter induced distinct gradients in enzyme activities, soil organic C content and microbial biomass to a depth of 1.5-2.8 mm. Convection enlarged these gradients to 3.3-9.3 mm. The moisture regime modified the temporal pattern of diffusive C transport, microbial growth and enzyme release by inducing faster transport at high water contents. Convective transport seemed to be unaffected by soil moisture. Using a convective-diffusive transport model with first-order decay, it was possible to simulate the observed activity profiles. The results show that the spatial dimension of the detritusphere is governed by the ratio between decay rate of available substrates and transport rate. Bacteria and fungi showed differing utilization strategies as revealed by coupling PLFA analysis with stable isotope techniques. Fungi assimilated C directly in the litter, whereas bacteria took up the substrates in the soil and therefore

depended more on transport processes than fungi. Our results demonstrate the impact of physicochemical conditions on solute transport and the subsequent utilization by microorganisms in the detritusphere. Furthermore, the combination of enzymatic measurements and mathematical transport modelling may offer a new way to measure substrate decay rates in soil.

¹ Institute of Soil Science and Land Evaluation, Soil Biology Section, University of Hohenheim
phone:0711/459-2614
email: poll@uni-hohenheim.de

² Institute of Soil Science and Land Evaluation, Biogeophysics Section, University of Hohenheim

³ Institute for Plant Protection, Products Evaluation and Authorisation, Austrian Agency for Health and Food Safety

⁴ Institute of Soil Science, University of Natural Resources and Applied Life Sciences

Modelling soil ecological processes, decomposition and carbon balance: scaling from process to regional level

M. Reichstein¹

There are different modelling approaches to deal with decomposition and carbon balance within the complex soil system. The crucial question here is which processes and which parameters must and can be represented at the landscape or regional scale, and the art is to define a model of sufficient but not superfluous complexity (intermediate complexity model) to make maximum use of the available data. A comparison between photosynthesis and decomposition modeling elucidates, that the lack of a well-defined single functional unit and lacking information about microbial species suggests a substrate-oriented and more holistic (grey-box) approach with decomposition modeling (Table 1).

Table 1: Differing characteristics of the processes photosynthetic assimilation and decomposition and their consequences for modelling approaches.

Photosynthesis	Decomposition
<ul style="list-style-type: none"> • leaf as functional unit • CO₂ assimilation: 'simple' reaction kinetics and substrate, secondary metabolism not very important • species relatively well-known <p>→ species-oriented approach → reductionistic approach possible</p>	<ul style="list-style-type: none"> • very heterogeneous and no single functional unit • 'very complex' kinetics, as substrate is very diverse and high molecular • less than 10% of species described at all <p>→ substrate-orientated approach → holistic approach more appropriate</p>

For up-scaling, a continuum from data-oriented to process-oriented models exists. Data-oriented modeling approaches include data generalization techniques (Witten and Eibe, 2001) (e.g. artificial neural networks, correlation and regression trees, Kalman filters) and geostatistical approaches (Isaaks and Srivastava, 1989) (e.g. variogram analysis, co-kriging). These approaches have in common, that they aim at a minimum of prior theoretical

assumptions and 'let the data speak'. These approaches are efficient tools for summarizing data descriptions and have the ability to detect new patterns ('surprises') and generate new hypotheses extending conventional wisdom. On the other hand these approaches are contingent on large high-quality data-sets and strictly speaking have no extrapolation potential beyond the domain for which they were developed and trained. At the other end of the continuum the process-oriented models describe interactions between the systems' components according to more or less established theoretical knowledge and hypotheses. These models include dynamic state variables and are thus in principle able to extrapolate in space and time and to describe processes that are not easily observable at larger spatial scales (e.g. carbon sequestration). However, the link of these models to data is often insufficiently realized, i.e. only occasional evaluations of such models occur.

A relatively new modeling technique, the multi-constraint Bayesian inverse modelling however provides a seamless link between data and process models and allows to integrate prior knowledge and new data (Gelman et al., 1997). In this approach, model parameters are inferred from observations such that the combined likelihood of parameters and of the occurrence of the observed data is maximized. (Under the assumption of Gaussian, independent errors) this is equivalent with the minimization of the Bayesian cost function:

$$J = \underbrace{\frac{1}{2} \sum_{i=1}^N \frac{(f(x_i, \mathbf{p}) - OBS_i)^2}{\sigma_{obs,i}^2}}_{\text{Trust in data}} + \underbrace{\frac{1}{2} \sum_{j=1}^P \frac{(p_j - \hat{p}_j)^2}{\sigma_{p,j}^2}}_{\text{Trust in a priori model parameters}}$$

where x are the model input data, p is the parameter vector of length P, OBS_{1..N} are the N observations, and the σ² are the uncertainties of the observed data and the model parameters. Hence, the quantification of the 'trust' (inverse of the σ² in the data and in the model parameters is pivotal to this approach. The idea of the multi constraint approach is that completely different types of observations can be ingested into this inverse modeling system and that multiple data streams allow a simultaneous

¹ Max Planck Institute for Biogeochemistry
P.O. Box 100164
07701 Jena
phone: +49-3641-576273
email: mreichstein@bgc-jena.mpg.de

constraining of different parts respectively parameters of the model (e.g. Reichstein et al., 2003). Robust data selection techniques allow the detection of data that are inconsistent with the model formulation; situations that can be either interpreted as a failure of the model structure or as a problem related to the data (Reth et al., 2005). Candidate integrative quantities against which soil carbon model inversion appears promising are for instance estimates of microbial biomass, soil CO₂ efflux, litter and soil carbon stocks, and humus forms.

On the basis of this background of available model-data integration techniques we propose a modeling framework that integrates data and process-oriented modeling techniques for up-scaling soil ecological properties and processes (Fig. 1). Key to this framework is the Bayesian model-data integration at both local and regional scales such that optimal use of the data information is made, while the process modelling allows for the description of dynamic processes and prediction of system behavior under changed conditions (e.g. carbon sequestration). Data-oriented approaches are pivotal to provide spatially distributed constraints for the process model, including appropriate techniques to quantify uncertainties of the regionalised variables.

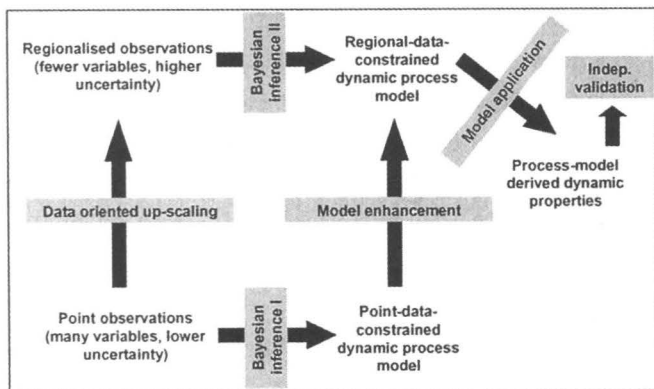


Fig. 1: Dual-step strategy to combine data- and process-oriented approaches for an optimal inference and description of soil ecological processes in a regional context.

References:

- Gelman, A., J.B. Carlin, H.S. Stern, and D.B. Rubin. 1997. Bayesian data analysis.
- Isaaks, E.H., and R.M. Srivastava. 1989. An introduction to applied geostatistics.
- Reichstein, M., J. Tenhunen, J.-M. Ourcival, S. Rambal, O. Roupsard, F. Miglietta, M. Pecchiari, A. Peressotti, G. Tirone, and R. Valentini. 2003. Inverse modelling of seasonal drought effects on canopy CO₂/H₂O exchange in three Mediterranean Ecosystems. Journal of

Geophysical Research 108, D23:4726, 16/1-16/16, doi:10.1029/2003JD003430.

Reth, S., M. Reichstein, and E. Falge. 2005. The effect of soil water content, soil temperature, soil pH-value and the root mass on soil CO₂ efflux – A modified model. Plant and Soil 268:21-33.

Witten, I.H., and F. Eibe. 2001. Data mining - practical machine learning tools and techniques with Java implementations Morgan Kaufmann, San Francisco.

Diversity of decomposer food webs in arctic soils – relation to soil processes

Liliane Ruess¹ & Anders Michelsen²

Nutrient limitation is a major constrain to plant production in arctic ecosystems. However, knowledge on the composition of soil food webs and the effects on nutrient cycling is scarce. Considering the huge carbon stocks in tundra soils, and the risk of accelerated decomposition and C emission caused by global warming, there is a strong need for a better understanding of these interactions. The present study investigates the decomposer fauna, in particular nematodes. It focuses on diversity and trophic structure and their relation to soil processes.

The performed experiments used two contrasting field sites, a dwarf shrub dominated tree-line heath (450 m a.s.l.) and a high altitude fellfield (1150 m a.s.l.) at Abisko, Swedish Lapland. We increased the influx of nutrients and energy in the soil over 4 growing seasons by NPK fertilization and addition of labile carbon (sugar). Additionally, two bactericides (penicillin, streptomycin) and a fungicide (benomyl) were applied to manipulate the bacterial and fungal component of the soil.

Overall, the environmental manipulations led to an increase of general opportunists and a decrease of K-strategists among the nematode populations. Species number, richness and diversity declined, most pronounced in treatments with benomyl. In contrast to the distinct changes in species structure, the trophic structure was only moderately affected. Relating these findings to the estimates of functional properties at the sites (e.g. microbial biomass, plant growth) suggests considerable redundancy among the nematode fauna. The impact of the perturbations was most severe at the climatically harsh high altitude fellfield, probably as a result of the lower initial biodiversity at that site. Comparably, investigations of the trophic structure of the decomposer food web by stable isotopes revealed fewer trophic links at the fellfield. This indicates that the influence of climate

change may be more pronounced in systems already stressed by extreme climatic conditions, likely due to their lower faunal redundancy.

¹ Institute of Soil Science, University of Hohenheim Emil-Wolff-Str. 27

D-70599 Stuttgart

phone: +49 (0)711/459-3118

email: ruess@uni-hohenheim.de

² Botanical Institute, University of Copenhagen, Denmark.

Data-based modelling of soil properties on a landscape scale

Thomas Scholten¹

Abstract

One of the most important issues of global change is the impact of land use and land cover on landscape functions like bio- and geodiversity. Concerning soil conservation, land degradation can be defined as a reduction of the soil's capacity to carry different ecological functions like sustaining plant and animal diversity, protecting environmental quality, and promoting human health.

In this context of natural resource management and environmental protection, an accurate data base of the three-dimensional distribution of soil properties and their link to ecological processes and functions is one of the most challenging and important tasks. To provide the required soil information the classical soil survey is replaced increasingly by using GIS, geostatistical procedures, and predictive soil modelling.

Artificial neural nets are widely used for pattern recognition in large databases. They are able to learn interdependencies between different spatial variables. After training the gained quasi-spatial knowledge can be used for upscaling and for prediction. The presentation focuses on the possibility to compute soil maps using artificial neural networks and other data-mining technologies like support vector machines, classified decision trees etc., and the accuracy of these predictive soil maps for different soil-landscapes. Test areas from Germany represent results for mid-altitude mountain ranges and flood plains. The hypothesis is that spatial data sets like relief, geology, land use, climate etc. contain enough information about soil formation and resulting soil properties to generate highly accurate functional soil information in the spatial domain.

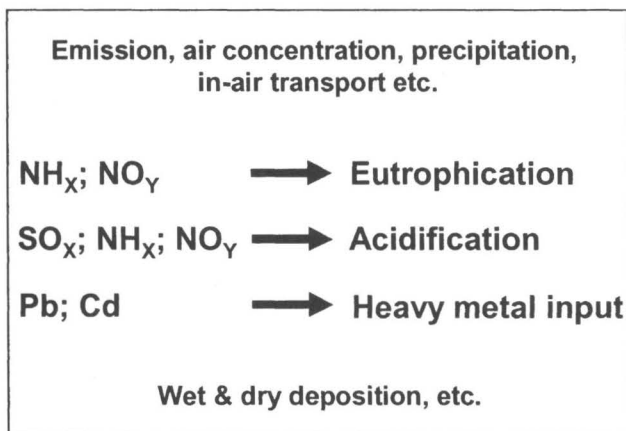
¹ Chair of Physical Geography and Soil Science
Institute of Geography
University of Tuebingen
Ruemelinstrasse 19-23, D-72070 Tuebingen, Germany
Tel. +49 7071 29 72400
Email: thomas.scholten@uni.tuebingen.de

Linking soil biological processes and atmospheric deposition on different scales – Perspectives for future research

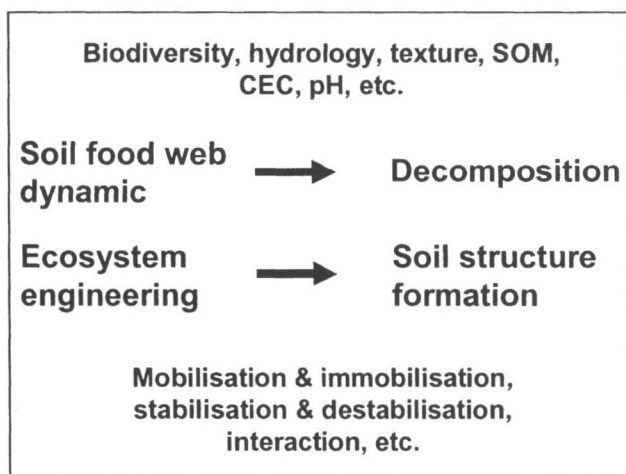
Stefan Schrader¹, Thomas Gauger¹ and Claus Rösemann¹

1. Scaling of processes in atmosphere and soil

Generally, processes in the atmosphere and in soil are considered on different spatial scales of [km²] grids (atmosphere) and [m²] grids (soil). In the atmosphere, especially deposition and related processes are environmentally important for the ground. Downscaling is conducted to find relations to ground structures mainly focussed on vegetation patterns and abiotic processes. The most relevant compounds and processes related to **DEPOSITION** are as follows:

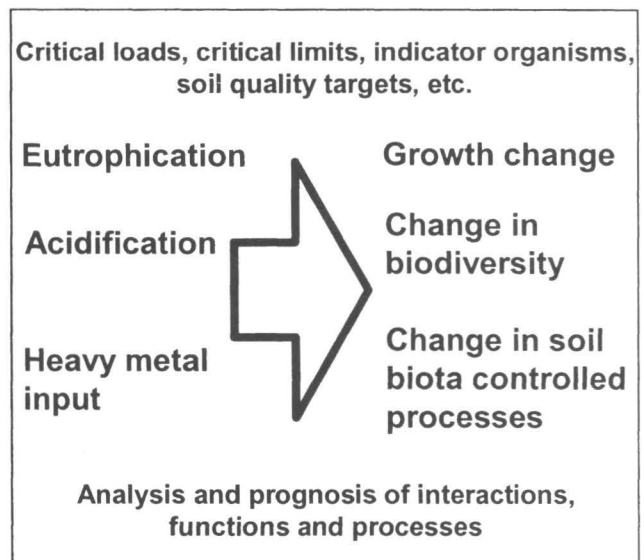


Contrary, upscaling is usually performed for properties and processes measured and analysed in **SOIL ECOLOGY**:



2. Atmosphere-soil-interface

Up to now, the link between atmosphere and soil has largely been neglected especially concerning spatial patterns and modelling on different scales. For example, studies on effects of N-deposition on soil organisms especially soil fauna are lacking. The following scheme gives examples of possible processes, which may occur in the **ATMOSPHERE-SOIL-INTERFACE**:



3. Linking and overlapping scales

Functionally and spatially, the atmosphere-soil-interface may be evaluated by overlapping scaling procedures (Fig. 1) conducting different GIS-applications. For upscaling, data aggregation and generalisation is needed to decrease data density. Whereas disaggregation and redistribution of data is needed in the case of downscaling procedures to

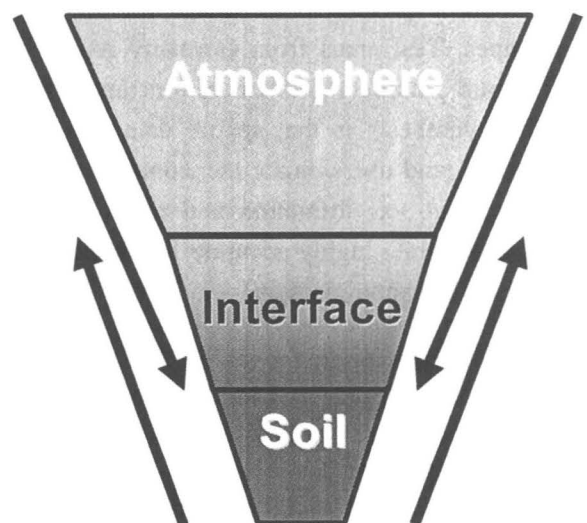
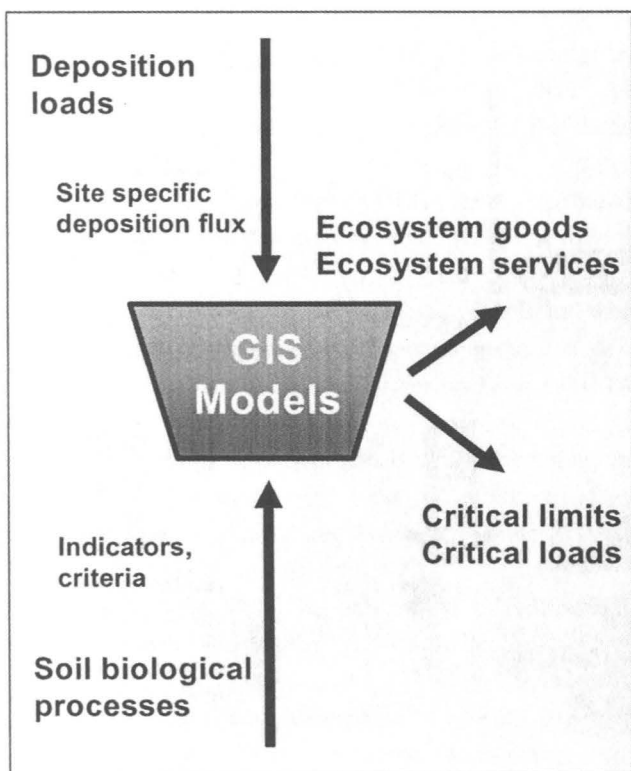


Fig. 1 Overlapping down- and upscaling to consider the atmosphere-soil-interface.

¹Inst. für Agrarökologie, FAL, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, e-mail: stefan.schrader@fal.de

increase data density. We propose to modify the BERN model and to adapt it to soil biota and related processes in soil. In the first stage, BERN (= Bioindication for Ecosystem Regeneration towards Natural conditions) was designed for vegetation patterns related to atmospheric deposition effects (Schlutow & Huebener 2004). The model has already been extended in order to account for the response of macro and micro zoobenthos on airborne acidification in freshwater.

In future, it may be possible to predict ecosystem goods and services in space and time derived from interactions in the atmosphere-soil-interface as follows:



4. Relevance and Perspectives

Agricultural management like soil tillage, cropping sequence, and fertilisation mainly controls biodiversity in soils related to the spatial variability of soil properties (e.g. Sommer & Schrader 2000; Schrader et al. 2005). Soil ecological processes on the other hand are additionally affected by other anthropogenic activities leading to climate change, change of biogeochemical cycles and several environmental problems including acidification, eutrophication, and ecotoxicological effects, respectively. The scaling of processes in atmosphere and soil linked by an atmosphere-soil interface may lead to compiled knowledge and data on these issues scaled to different spatial and time levels.

Effect related data are needed in manifold areas of interest, e.g. risk assessment, planning purposes, renewable resources, sustainable development, biodiversity indication, and the definition of environmental targets, respectively.

The critical loads approach is used for control and abatement of emission. The risk of adverse effects to ecosystems caused by air pollutants is determined by the difference between actual total deposition fluxes and critical loads (dose-response relation) at the ecosystem level (Gauger et al. 2002). Critical loads are defined as highest below which significant harmful effects in ecosystem structure and function do not occur, according to present knowledge (UBA 2004). Critical loads are scientifically well defined, critical limits based upon experimental research and field studies, taking all relevant ecosystem characteristics into account, that are affecting ecosystem services and goods. Due to data availability this approach is already applied on local to global spatial scale. Moreover, data and results can be linked to biodiversity using e.g. the BERN model. Further research, however, is needed to derive appropriate effect related data in order to tackle the issues related to soil fauna response to atmospheric deposition.

5. References

- Gauger Th, Anshelm F, Schuster H, Draaijers GPJ, Bleeker A, Erisman JW, Vermeulen AT, Nagel H-D (2002). Mapping of ecosystem specific long-term trends in deposition loads and concentrations of air pollutants in Germany and their comparison with Critical Loads and Critical Levels. Research report. BMU/UBA, FE No. 299 42 210. <http://www.nav.uni-stuttgart.de/>
- Schlutow A, Huebener P (2004). The BERN Model: Bioindication for Ecosystem Regeneration towards Natural conditions. Research Report 200 85 221. UBA Texte 22/04. Umweltbundesamt Berlin. <http://www.umweltbundesamt.org/fpdf-1/2784.pdf>
- Schrader S, Thiele J-A, Pacholski A (2005). Bodenökologische Bewertung eines Agrarökosystems anhand der räumlichen Variabilität ausgewählter Parameter. Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 107, 205-206.
- Sommer R, Schrader S (2000). Modelling the spatial variability of microarthropods (Collembola) and soil properties on arable land. Zeitschrift für Ökologie und Naturschutz 9, 139-145.
- UBA (2004) Manual on methodologies and criteria for modelling and mapping of Critical Loads & Levels and air pollution effects, risks and trends, 2004. <http://www.icpmapping.org/>.

Modelling in landscape ecology – regionalisation by means of habitat modelling

Boris Schröder¹

Habitat models explain the functional relationships between organisms and their habitat [1, 2]. They are predictive statistical models estimating occurrence probabilities from spatial distribution data and environmental predictors for single species or species groups [3, 4]. Therefore, habitat models quantify habitat quality with respect to the species' habitat

interplay of specific predictors controlling the spatial distribution of species [6, 7]. The general principle of habitat modelling is depicted in Fig. 1.

The contribution gives an overview referring to recent advances in model selection (guided by information criteria [4, 5, 8]), model evaluation (referring to model calibration and discrimination [3, 6]) and model validation via model transferability tests [3, 9] or resampling techniques like bootstrapping [5, 7]. It shows several examples of habitat modelling applications for butterflies [7],

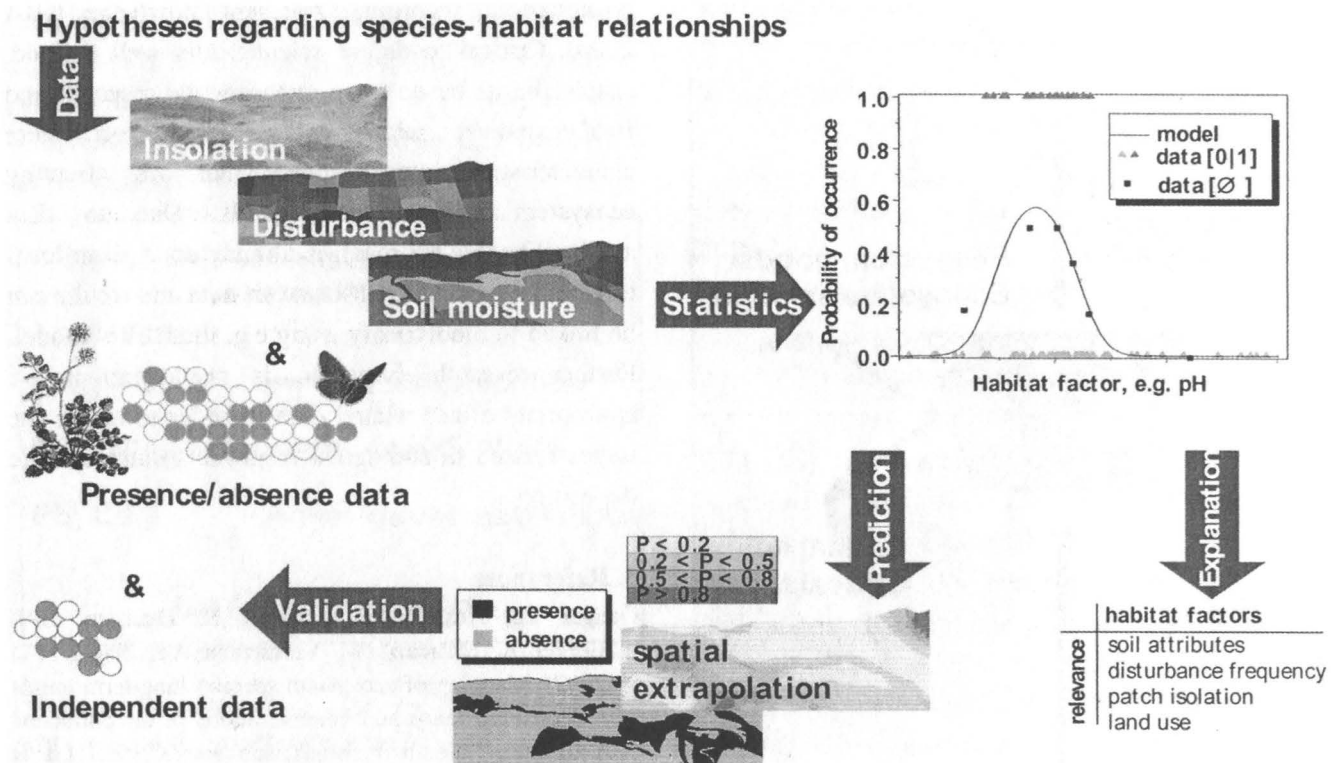


Figure 1: Principle of habitat modelling: sampling of species distribution data (here: presence-absence data) and selected predictor variables; estimating an empirical, predictive model (in this case: by logistic regression a generalised linear model for binary response variables, other, more flexible approaches are generalised additive models, classification and regression trees, artificial neural networks) and model evaluation; analysis of relevant driving variables and habitat factors; prediction and regionalisation of predicted occurrence probabilities if predictors are available as maps; external and/or internal model validation by either model transfer or resampling techniques.

requirements [5]. Resulting predictions can be extrapolated for entire landscapes as long as the predictors are available as maps [6]. A second, equally important aim of habitat modelling is explanation, i.e. to understand the importance and

requirements [5]. Resulting predictions can be extrapolated for entire landscapes as long as the predictors are available as maps [6]. A second, equally important aim of habitat modelling is explanation, i.e. to understand the importance and

carabids [3], and plants [10, 11] that are used for spatio-temporal extrapolation (i.e. regionalisation) of ecological information, usually from point information or plot scale to the landscape scale. The examples include different topics in recent landscape ecological modelling like i) the analysis of management scenarios on plant and animal species [10, 11], ii) modelling of species groups [3, 4], as well as iii) the combination of habitat modelling with habitat connectivity analysis [6, 7]. A landscape model shows the integration of dynamic abiotic

¹ Schröder, Boris Dr.
 Institute of Geocology
 University of Potsdam
 PO Box 601553
 D-14415 Potsdam
 phone: +49-(0)331-977 2480
 email: boschroe@rz.uni-potsdam.de

conditions, management regimes and responses of more than 50 characteristic plant and insect species by modelling the dynamics of relevant niche parameters as predictors for spatio-temporally explicit distribution models [10, 11].

Concluding, the author sees a high potential in the application of habitat models for upscaling of soil organisms and soil ecological processes questions to the landscape scale, since they allow for regionalisation, aggregation of species to functional groups, integration over longer time scales, as well as the derivation of patches as functional spatial units for mechanistic process models [12].

References

- [1] Schröder B. & Reineking B. 2004. Modellierung der Art-Habitat-Beziehung - ein Überblick über die Verfahren der Habitatmodellierung. UFZ-Bericht, 9/2004, 5-26.
- [2] Guisan A. & Zimmermann N.E. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. *Ecol. Model.* 135, 147-186.
- [3] Bonn A. & Schröder B. 2001. Habitat models and their transfer for single- and multi-species groups: a case study of carabids in an alluvial forest. *Ecography* 24, 483-496.
- [4] Pepler-Lisbach C. & Schröder B. 2004. Predicting the species composition of mat-grass communities (*Nardetalia*) by logistic regression modelling. *J. Veg. Sci.* 15, 623-634.
- [5] Opper S., Schaefer H.M., Schmidt V. & Schröder B. 2004. Habitat selection by the Pale-headed brush-finch, *Atlapetes pallidiceps*, in southern Ecuador: implications for conservation. *Biol. Conserv.* 118, 33-40.
- [6] Schröder B. 2000. Zwischen Naturschutz und Theoretischer Ökologie: Modelle zur Habitateignung und räumlichen Populationsdynamik für Heuschrecken im Niedermoor. PhD-Thesis Institut für Geographie & Geoökologie, TU Braunschweig, p. 228.
- [7] Binzenhöfer B., Schröder B., Biedermann R., Strauß B. & Settele J. (2005) Habitat models and habitat connectivity analysis for butterflies and burnet moths – the example of *Zygaena carniolica* and *Coenonympha arcania*. *Biol. Conserv.* 126, 247-259.
- [8] Reineking B. & Schröder B. 2006. Constrain to perform: regularization of habitat models. *Ecol. Model.* 193, 675-690.
- [9] Schröder B. & Richter O. 1999. Are habitat models transferable in space and time? *J. Nat. Conserv.* 8, 195-205.
- [10] Schröder B., Rudner M., Biedermann R. & Kleyer M. 2004. Ökologische & sozio-ökonomische Bewertung von Managementsystemen für die Offenhaltung von Landschaften - ein integriertes Landschaftsmodell. UFZ-Bericht, 9/2004, 121-132
- [11] Rudner M., Biedermann R., Schröder B. & Kleyer M. 2006. Integrated grid based ecological and economic (INGRID) landscape model – a tool to support landscape management decisions. *Env. Model. Softw.* in press.
- [12] Söndgerath D. & Schröder B. 2002. Population dynamics and habitat connectivity affecting spatial spread of populations - a simulation study. *Landscape Ecol.* 17, 57-70.

Crop Residues Decomposition by Earthworms (*Lumbricus terrestris* L.)

Sulieman H. N. Ali¹

Abstract

The limited availability and high cost of mineral fertilizers mean that many tropical smallholder farming systems have to rely on plant residues as a plant nutrient source. Plant residues not only supply nutrients, but are also important for maintaining soil physical properties such as, aggregate stability and water-holding capacity. Proper management of residues is necessary to maximize their benefits in farming systems and depends on knowledge of residue decomposition and nutrient release rates. Decomposition and nutrient release rates are determined by the quality of the organic material, environmental conditions and the decomposer organisms present.

150.3 thousand tons of cotton and 492 thousand tons per hectare of wheat and tons of other crops residues are annually burnt in the irrigated schemes of Gezira-Managil (one of the largest state owned farms in the world), Rahad and Souki - in central Sudan- which located between 32.4 – 35.8° E and 13.5 – 15.4° N and extended over 3 million hectares with a heavy clay soils. In particular cotton residues must be burnt in order to prevent spread of residue-borne diseases such as Bacterial Blight (black arm disease) which caused by *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* which cause up to 35 % loss in the productivity. It is a common knowledge that fertilizers, herbicides and insecticides are used during the season and burning the contaminated residues of these chemicals produce toxic compounds which lead to a very serious human diseases. This happens under arid and semi-arid climate zones, where the soil organic matter is in the order of 1 – 2 % and imported inorganic fertilizers could hardly be afforded.

The hypothesis under which the study will be conducted are:

- earthworms contributes significantly to cotton residues decomposition.
- different levels of decomposed material and earthworms have different effects on soil and plant growth.
- *Lumbricus terrestris* (L.) has different influences under organic and inorganic cropping systems.
- earthworm biodiversity is more influenced by soil, vegetation and tillage systems

No previous work has been performed in such field, we aim to 4/5/2006:

- investigate the role of earthworms in decomposition and nutrient release of organic residues.
- produce liquid effluent and solid organic fertilizer.
- improve, with time, the properties of the soil.
- assay and characterize the earthworms under different cultivations in the dry tropics of Sudan.
- minimize the production of the toxic compounds.
- spread out of organic farming as a promising farming system, because Sudan has the greatest and promising organic products in Africa and worldwide.
- investigate the possibility of using earthworms for chicken and fish industry if the project implemented at large scale.

¹ Department of Crop Sciences
Section of Agricultural Pedology
Von - Siebold. Str. 4, D-37075 Göttingen
E-mail: shammad@gwdg.de
Telephone: +49 (0) 551 39 5505

Modelling soil quality based on soil microbial biomass, enzyme activity and fuzzy set classification

Dagmar Tscherko¹, Ellen Kandeler¹, Andras Bardossy²

Introduction and model description

Soil microbial processes are intimately linked to soil fertility and soil quality. As such they are more sensitive to environmental change than soil chemical and physical components. However, interpretation of soil microbial processes is difficult because of their spatial and temporal heterogeneity. The aim of this study was to apply fuzzy classification theory to define soil quality based on soil microbial biomass (substrate induced respiration, ninhydrin reactive nitrogen), N-mineralisation, enzyme activity data (urease, xylanase, phosphatase, arylsulfatase) and soil organic matter. The data have been collected from different grassland sites located in the European Union. All input variables were converted into fuzzy numbers. Nine triangular fuzzy subsets were defined for each variable according to the minimum, lower quartile, median, upper quartile and maximum value of the data set. The fuzzy model is based on a rule system derived from a training set using simulated annealing as an optimization algorithm. The exponent in the annealing algorithm was set at $p = 3$; the number of rules was fifteen. The rule system with the best response was then applied to the validation set. The model uses t-norm for combination of arguments, product inference, weighted sum as

rule combination and maximum method for defuzzification. As an output, the membership of the object to a given soil quality class is given. Soil quality was defined by five contamination levels (no, low, medium, high, very high). The fuzzy model was validated by a test file.

Results

As a result of the fuzzy model an overall coincidence of 88.8 % between observed and simulated results has been obtained (Figure 1). The ambiguity measure gives the membership grade to which a classification yielded a clear response or not. An overall membership grade of 0.55 and higher gives a clear truth response of the model, while a membership grade of 0.15 and lower indicates 100 % false classification. A membership grade between 0.15 and 0.55 represents an unclear response of the model. Differences in the ambiguity measure between the soil quality classes were weak and similar to that of the overall classification result.

The importance of the variables in the model was evaluated by excluding the variable of interested from the input data set and comparing the classification result with that of the complete data set. Except for arylsulfatase, the coincidence between simulated and observed classification decreased when reducing the number of input variables (Figure 2). The most pronounced effect was detected for microbial biomass, which decreased the accuracy of the model by 11 % when excluded from the model. The exclusion of arylsulfatase from the input data set revealed a slightly positive effect on the model output compared to the complete data set. When SOM was included as input variable, the overall effectiveness of the model decreased by 6.5 % (Figure 1). The most sensitive variables as indicators of soil quality were microbial biomass and N-mineralisation, followed by xylanase, urease and phosphatase.

¹ Institute of Soil Science
Hohenheim University
Emil-Wolff-Straße 27
D-70599 Stuttgart

² Institute of Water Engineering
Stuttgart University
Pfaffenwaldring 61
D-70569 Stuttgart

We conclude that fuzzy classification is an appropriate tool to deal with heterogeneous and incomplete microbial data sets and that it reflects soil quality more realistically than traditional classification with sharply defined boundaries.

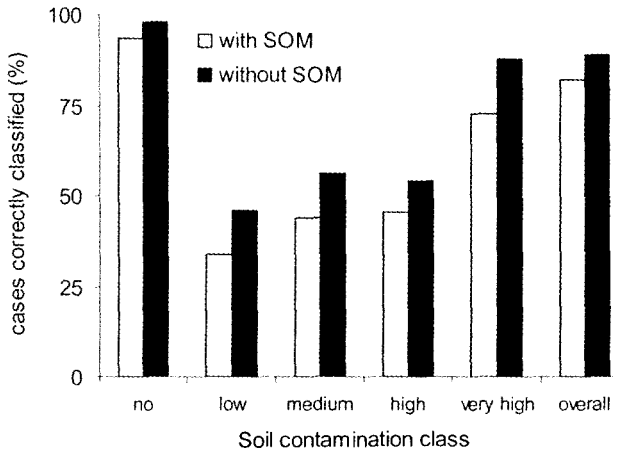


Figure 1: The overall accuracy of the model and the accuracy for the five contamination classes. Given are the percentage of cases, which were correctly classified.

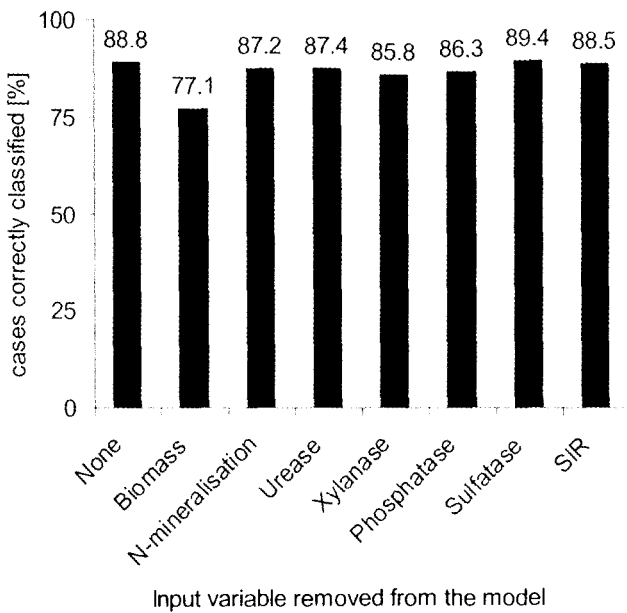


Figure 2: The accuracy of the model (%) without the respective input variable compared to the overall accuracy of the model including all variables.

Distribution pattern of ectomycorrhizae on different scales

J. Wöllecke¹, S. Gebhardt, R. F. Hüttl

Keywords: Fungal ecology, ectomycorrhiza, distribution pattern, micro scale

The spatial distribution of ectomycorrhizal fungi depends on the soil conditions and the presence of root tips. As we know from many root investigations, the fine root mass and thereby the number of root tips reflects soil conditions (MAKKONEN & HELMISAARI 1998, Murach 1983, EISSENSTAT & YANAI 1997). Soil moisture, pH and nutrient content are the main soil parameters which influence the root distribution. Additionally to this abiotic parameters, competition between fungal species and the activity of mycelium grazing predators influences the mycelium distribution (Wöllecke et al. 2005).

The distribution and diversity of ectomycorrhizae in a 40 years-old oak stand (*Quercus rubra* L.) was investigated on different scales. On a centimetre-scale, the mycorrhizae of a linear soil sample with a length of 6 m divided in subsamples of 4 cm³ were extracted completely (Fig. 2). On a metre-scale the mostly used method was applied, where soil cores (5 cm in diameter) were taken using a grid based sampling design with a distance of 3 metres between the samples on a plot of 720 m². In addition to the mycorrhizae the chemical properties of these samples were analysed (Fig. 1). On a larger scale, covering the complete stand, the fruitbodies were sampled. For visualization of the distribution pattern kriging methods were used.

The analysis of the spatial distribution of fungal mycelia showed different distribution strategies for the species. The vertical distribution was mainly influenced by the position of the soil horizons. Some species were restricted to a

specific soil horizon, which is shown for *Tomentella terrestris* mycorrhizae exemplarily (Fig. 2). Here, the organic content may be an important habitat parameter. Other species showed no dependency like this. Thus, in this case the organic content was not the main parameter limiting the formation of mycorrhizae. In most cases chemical soil parameters showed no correlation with the mycorrhiza abundance. Only a few fungus species were positiv or negativ (Fig. 1) correlated with soil parameters like pH or nutrient contents, but these findings differed widely between different stands.

The horizontal distribution pattern of the mycorrhizae gave hints to differed distribution strategies. Some species spread their mycorrhizae throughout the whole stand and other formed more clustered patterns (like *T. terrestris* in Fig. 2). One mycorrhizal type even showed a randomly-scattered distribution pattern. It never formed a higher number of mycorrhizae in a small soil volume but it was present all over the plot.

The combination of the mycorrhiza data with maps of the fruitbody distribution showed different locations of activity above and below ground. Thus we could show, that fruitbody collections are not suitable to characterize below ground fungal activity or even abiotic soil conditions.

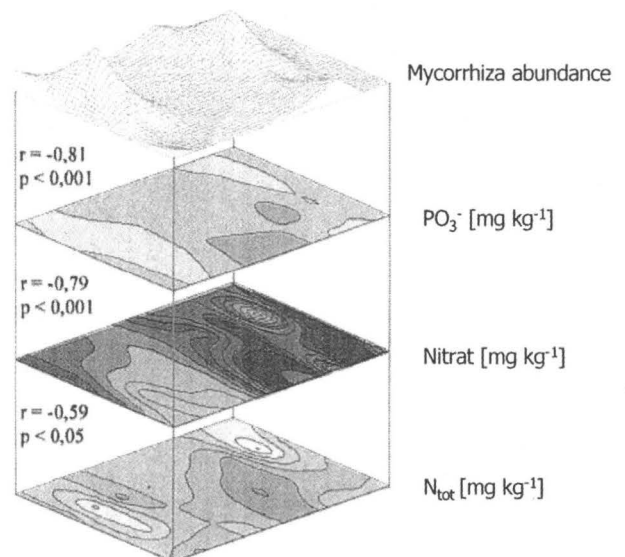


Fig. 1. Abundance of *Scleroderma croceum* mycorrhizae in relation to chemical soil conditions in a plot of 24 m by 30 m in a 40 years old red oak stand (Gebhardt 2005).

¹ BTU-Cottbus

Department of Soil Protection and Recultivation,
P.O. Box 101344,
D-03013 Cottbus, Germany
phone: +49-(0)355-69 4337
e-mail: jenswoellecke@ektomykorrhiza.de

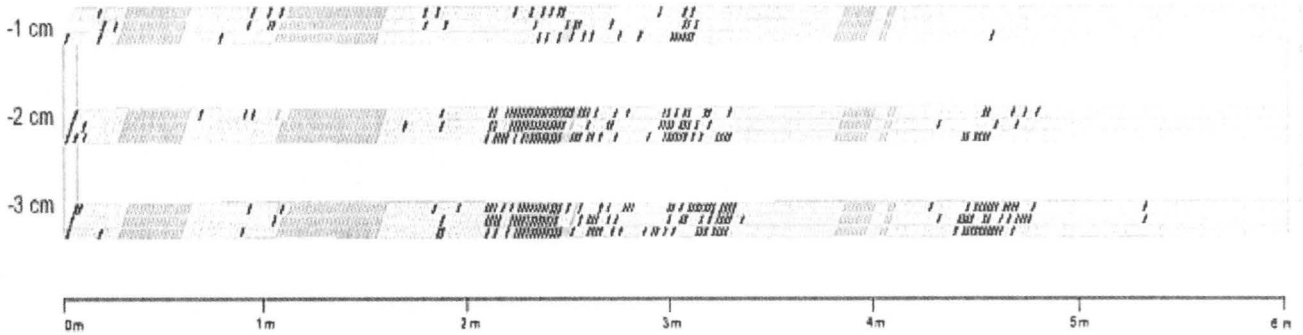


Fig. 2. Presents (black subsamples) of *Tomentella terrestris mycorrhizae* in a soil block of 600 x 3 x 3 cm. The first cm represents the Of-

layer, the second cm was a mixture of the Of and Oh and the third cm represents the Oh-layer (Gebhardt 2005).

References

- EISSENSTAT, D., YANAI, M.R. (1997): The ecology of root lifespan. *Advances in Ecological Research* 27: 1-60.
- GEBHARDT, S. (2005): Räumliche Struktur und zeitliche Dynamik von Ektomykorrhizagemeinschaften in Roteichenforsten der Niederlausitz. *Cottbuser Schriften zu Bodenschutz und Rekultivierung* 34: 1-205.
- MAKKONEN, K., HELMISAARI, H., S (1998): Seasonal and yearly variations of fine-root biomass and necromass in a Scots pine (*Pinus sylvestris* L) stand. *Forest Ecology and Management* 102: 283-290.
- MURACH, D. (1983): Die Reaktion von Fichtenfeinwurzeln auf zunehmende Bodenversauerung. *Allgemeine Forstzeitschrift* 38: 683-686.
- WÖLLECKE, J., ELMER, M., BÖLLMANN, J., HÜTTL, R.F. (2005): Funktionsanalyse unterirdischer Lebensgemeinschaften in der Bergbaufolgelandschaft. *Forum der Forschung* 18: 121-126.

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

REFERATE

Workshop Kommission V

**„Die Bodenkarten 1 : 50.000 der Bundesrepublik Deutschland –
Methoden der Erstellung, Qualität und Möglichkeiten der Auswertung“**

11. und 12. April 2006, Hannover

Band 108

2006

Das Flächendatenkonzept des Landes Brandenburg

A. Bauriegel, Dieter Kühn & Joris Hering¹

1. Methoden der Erstellung

Für das Land Brandenburg werden im Maßstabsbereich zwischen 1:50 000 und 1:1 Mio. digitale Flächendaten erarbeitet. Die BK50 bildet hierbei das Basiskartenwerk. Die Erstellung basiert auf einer digitalen Konzeptkarte, die über ca. 1000 Sondierungen, incl. ca. 200 analysierte Profile zu verifizieren ist. Die Dokumentation der flächenbezogenen bodenkundlichen Kenntnisse erfolgt über Bodenformeninventare auf drei Informationsniveaus vom Einzelflächenbeschrieb über die Generallegendeinheit zur Blattlegendeinheit. Dies sichert ein hohes Maß an reproduzierbarer Flächeninformation (Abb. 1). Diese Datenstruktur gilt für alle Maßstabsebenen in gleicher Weise.

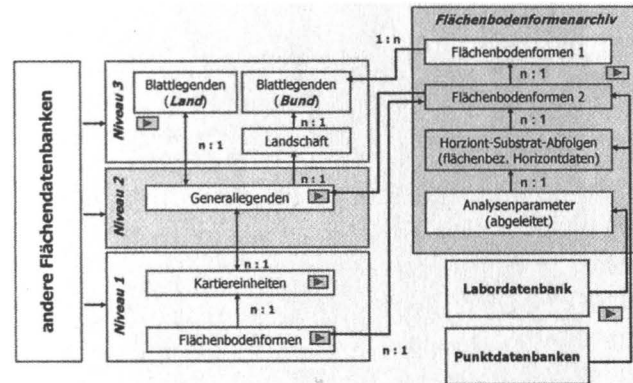


Abb.1: Vereinfachtes Flächendatenkonzept

2 Qualität und Qualitätssicherung

Die räumliche Auflösung der BK50 liegt bei ca. 1800 Einzelflächen pro Blatt bei einer mittleren Flächengröße (Median) von 13ha. Die inhaltliche Auflösung ist sehr spezifisch, da für jede Einzelfläche ein eigenes Bodenformeninventar dokumentiert wird. Das Flächenbodenformenarchiv liefert die für die Auswertethemen (HENNING 2000) notwendigen Eingangsparameter. Sie entsprechen mittleren Werten (Median), die über das Prinzip der Horizont-Substrat-Kombination (VETTERLEIN 1986, BAURIEGEL 2004) abgeleitet wurden. Dem Nutzerkreis wird hierbei nicht nur der mittlere Parameterwert, sondern auch deren Streuungsmaße und eine Bewertung der Aussagekraft mitgeliefert.

3 Auswertung

Die Auswertung orientiert sich an den bundesweit abgestimmten Methodenkatalogen wie KA5 (AG Boden 2005) bzw. Methodendokumentation Bodenkunde (HENNING 2000). Eine Reihe von Ableitungsroutinen wurden als VBA in die Flächendatenbanken implementiert.

Im Rahmen eines begonnenen EFRE Vorhabens sollen die Auswertungsmethoden vollständig umgesetzt werden. Die Darstellung der thematischen Auswertungsergebnisse erfolgt im Ampelprinzip. Wesentlich für die Berechnung und für die Darstellung ist, dass der Bodengesellschaftscharakter der Flächendaten auch im Ergebnisse erhalten bleiben soll. Folglich wird nicht nur mit der dominierenden Flächenbodenform pro Legendeinheit (monotypisch), sondern mit allen wesentlichen Flächenbodenformen der Legendeinheit gerechnet (Abb. 2).

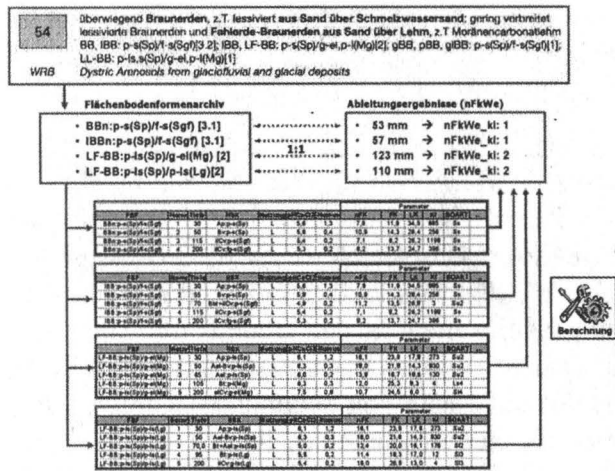


Abb.2: Berechnungsbeispiel nutzbare Feldkapazität

Die Berechnungsergebnisse werden dann über die Flächenanteile gewichtet und dargestellt (Abb. 3)

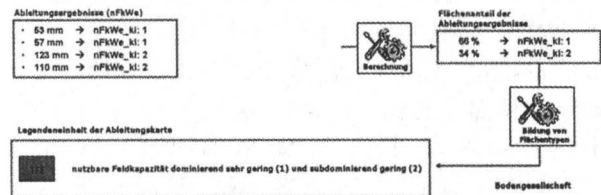


Abb.2: Darstellungsbeispiel nutzbare Feldkapazität

Dem Nutzer werden folglich nicht nur die dominierenden, sondern auch die subdominierenden Flächeneigenschaften zur Verfügung gestellt.

Literatur

BAURIEGEL, A. (2004): Methoden zur Ableitung und Parametrisierung von flächenbezogenen Profil- und Horizontdaten - Am Beispiel der Bodenübersichtskarte des Landes Brandenburg im Maßstab 1:300 000. - Dissertation, Humboldt-Universität Berlin, 147 S., Berlin

HENNING, V. (2000): Methodendokumentation Bodenkunde - Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden. Geologisches Jahrbuch, SG 1. Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe und die Staatlichen Geologischen Dienste in der Bundesrepublik Deutschland, Hannover.

¹ Landesamt f. Bergbau, Geologie u. Rohstoffe, Dezernat Bodengeologie, Stahnsdorfer Damm 77, 14532 Kleinmachnow

Prognose und Korrektur von Bodenkarten mit Techniken des Data Minings

Thorsten Behrens, Karsten Schmidt, Holm Kipka und Thomas Scholten

1 Einleitung

Der Einsatz von Data Mining-Techniken ermöglicht eine schnelle und valide Extrapolation vorliegender nomineller und metrischer Bodendaten. Im Rahmen der Erstellung von Bodenkarten im Maßstab 1:50.000 haben sich dabei insbesondere Künstliche Neuronale Netze und Entscheidungsbaumverfahren in Kombination mit einer hochdimensionalen Reliefanalyse bewährt (Behrens *et al.*, 2005; Behrens und Scholten, 2006a, 2006b).

Im Rahmen der manuellen wie auch der rechnergestützten Erstellung von Bodenkarten kann es je nach Alter, Herkunft, Güte und Maßstab der verwendeten Basisdaten sowie der Generalisierung im Rahmen der Kartenerstellung zu Lageungenauigkeiten in der Bodenkarte kommen. Der zweite Teil des Posters stellt ein Verfahren vor, das auf Basis von sekundären Umweltvariablen wie Reliefparametern iterativ die Grenzen nominaler Karten anpasst. Zum Einsatz kommt hierbei eine speziell entwickelte Methodik auf Basis von räumlichen und inhaltlichen Nearest Neighbor Verfahren (Behrens *et al.*, 2006).

2 Prognose

Basierend auf dem Konzept der bodenbildenden Faktoren wie Ausgangsgestein, Relief, Vegetation und Klima wird im Rahmen einer Kartierung ein konzeptuelles Modell erstellt, was im Gelände verifiziert und angepasst wird. Die Qualität ist dabei von den verfügbaren Basisdaten, der Erfahrung des Kartierers sowie dem Kartierkonzept abhängig. Die Herangehensweise einer Bodenprognose mit Hilfe von Data Mining-Techniken ist prinzipiell identisch. Auf Basis existierender Bodenkarten, die analog zu dem Wissen eines Kartierers stehen, sowie räumlichen Basisdaten zu bodenbildenden Faktoren, werden mathematischer Regeln oder Formeln abgeleitet, die es ermöglichen, das Wissen über die Zusammenhänge und somit die bodenkundlichen Informationen auf nichtkartierte Bereiche zu übertragen. Damit ist es möglich, das ursprünglich rein konzeptuelle Modell mathematisch zu unterlegen und so für eine Prognose zu nutzen. Die räumliche Reich-

weite ist dabei an jene Bodenlandschaften gebunden, die in der Lernumgebung vorkommen - analog der Lokalkenntnis des Kartierers.

Auf Basis von Geologie, Nutzung und Reliefinformationen lassen sich so labile Bodeneigenschaften extrapolieren. Der in Abb. 1 dargestellte pH-Wert für ein TK25- Blatt (~150 km²) basiert auf 70 Punkten, die für das Training verwendet wurden. Eine Validierung mit weiteren 70 unabhängigen Punkten ergab einen Korrelationskoeffizient von $r = 0,9$. Vergleichbare Ergebnisse gelten für den Corg-Gehalt. Im Gegensatz dazu liegen die Validierungsergebnisse bei Kriging-Interpolationen bei $r = 0,1$.

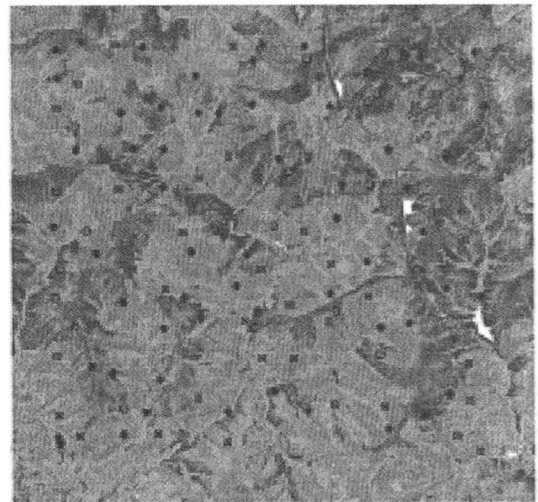


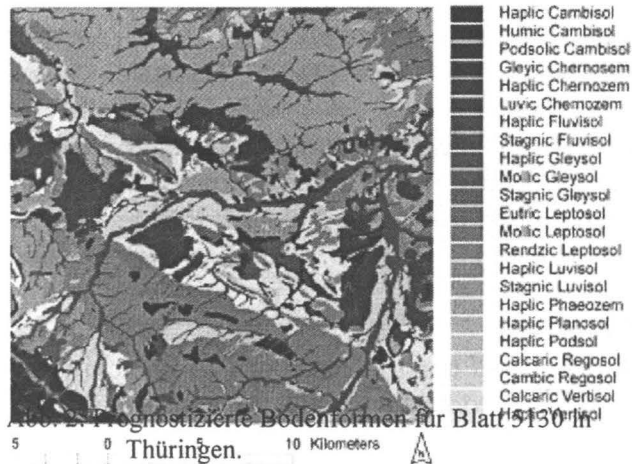
Abb. 1: Prognostizierter pH-Wert. Blau = hoch; rot = niedrig. Hellrote Punkte = Trainingsdaten; grüne Punkte = Validierungsdaten.

Ebenso wie metrische Bodenkennwerte lassen sich auch nominale Informationen wie Bodentypen oder Bodenformen extrapolieren. Das Beispiel zeigt die BK50 5130 in Thüringen. Sie wurde mit Hilfe von Klassifikationsbaumverfahren und Künstlichen Neuronalen Netzen erstellt. Als Basisdaten dienten die Bodengeologische Karte sowie Reliefparameter. Als Lerndatensatz wurden Konzeptkarten im Maßstab 1:25.000 herangezogen.

3 Korrektur

Die Grenzziehung bei nominal skalierten Umweltdaten wie Geologischen Karten oder Bodenkarten muss fast immer als ungenau betrachtet werden. Die Gründe dafür sind vielfältig und reichen von den verwendeten Basisinformationen bis hin zur gewollten maßstabsbedingten Generalisierung. Für die Prognose von Bodenkarten

sollten beide, die verwendeten Basisdaten wie auch die Lernkarte, möglichst lagegenau sein. Sonst pausen sich beispielsweise die generalisierten Grenzen einer kleinmaßstäbigeren Geologischen Karte im Prognoseergebnis durch. Auch können Bodenformen, die nicht exakt lokalisiert sind, eine Prognose verhindern oder zumindest erschweren.



Zur Korrektur der Grenzen können zwei Verfahren gewählt werden. Zum einen können alle Pixel im Grenzbereich zwischen zwei Einheiten entfernt werden, zum anderen kann innerhalb jeder Fläche nach Ausreißern in den Reliefparametern gesucht werden. Für die entfernten Randpixel bzw. die Ausreißer wird dann auf Basis der angrenzenden Nachbarklassen die wahrscheinlichste Klasse prognostiziert. Durch iteratives Vorgehen wird die Linienführung schrittweise angepasst (Abb. 3).

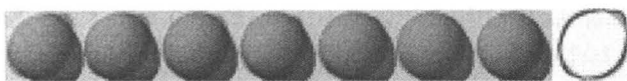


Abb. 3: Automatisierte, schrittweise adaptive Anpassung.

Am Beispiel eines einfachen synthetischen Höhenmodells in Form einer Halbkugel und eines überlagernden Bodentyps kann die sukzessive Veränderung visualisiert werden. Der ursprünglich ellipsoide Bodentyp passt sich schrittweise der Kreisform der Halbkugel an. Ein Beispiel für eine Reliefanpassung einer BK50 zeigt der Ausschnitt des Blattes 5520 in Hessen im Bereich des hohen Vogelsbergs (Abb. 4). Insbesondere die Tiefenbereiche und die Unterhangbereiche liegen bereits nach wenigen Iterationen kongruent zum verwendeten DGM und wirken weniger generalisiert. Über Gewichtungsfunktionen können einzelne Bodenformen bewusst verstärkt werden, um die Korrektur zu beschleunigen. Die Verfahren können jedoch nur visuell bzw. im Gelände validiert werden.

Abb. 4: Anpassung der Grenzziehung einer BK50.

4 Diskussion

Die vorgestellten Verfahren aus dem Bereich des Data Minings zeigen das große Potenzial im Rahmen der Erstellung und Korrektur der BK 50. Insbesondere vor dem Hintergrund sinkender finanzieller Ressourcen bei gleichzeitig gestiegenen Anforderungen seitens der Nutzer von Bodeninformationen sind die vorgestellten Verfahren eine Bereicherung für die bodenkundliche Landesaufnahme. Gleichwohl können sie eine Kartierung im Gelände nicht ersetzen, da sie auf existierende Bodeninformationen angewiesen sind. Die Verfahren zur Korrektur der Linienführung können darüber hinaus, bei geschickter Wahl der Referenzdaten, zum Up- und Downscaling verwendet werden.

Literatur:

- Behrens, Förster, Scholten, Steinrücken, Spies, Goldschmitt (2005): Digital Soil Mapping using Artificial Neural Networks. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 168, 21-33.
- Behrens, Scholten (2006a): A Comparison of Data-Mining Techniques in Predictive Soil Mapping. In: Lagacherie et al.: *Digital Soil Mapping: An Introductory Perspective*. Developments in Soil Science. Elsevier, Amsterdam, in print.
- Behrens, Scholten (2006b) Digital Soil Mapping in Germany – a review *J. Plant Nutr. Soil Sci.*, in print.
- Behrens, Schmidt, Scholten (2006): Removing uncertainties in soil class maps and nominal environmental covariates. *Proc. 2nd Global Workshop on Digital Soil Mapping*, Rio, Brazil, in print.

Digitale Bodenkartierung am Beispiel der BK L5130 Erfurt West

Wolfgang Brandtner¹ & Frank Reinhardt¹

Einleitung

Die steigende Nachfrage nach bodenkundlichen Flächeninformationen und dem Bodenformeninventar für Problemlösungen im Boden- und Umweltschutz erfordert eine rasche Erstellung von Flächenaussagen. Die dafür notwendigen Daten liegen nicht immer in einer zufriedenstellenden Qualität vor. Aus Kosten- und Zeitgründen sind flächendeckende Neuerhebungen von Bodendaten in Zukunft nicht zu erwarten. Der aktuelle Schwerpunkt der bodenkundlichen Landesaufnahme besteht darin, eine digitale Konzeptbodenkarte auf der Grundlage vorhandener Flächeninformationen und Kartierergebnisse zur Plausibilitätsprüfung bei Verwendung geomathematischer Methoden zu entwickeln.

Material und Methoden.

In Thüringen erfolgte die Entwicklung der Bodenprognosekarte am Beispiel der TK L5130 Erfurt West unter Anwendung der „Classification Tree“-Methode, einer Verfahrensweise aus dem Bereich künstlicher Intelligenz und Data Mining. „Classification Trees“ sind in der Weise konstruiert, dass sie aus realen Beispielen Regeln der Bodenverbreitung „erlernen“, die für nicht kartierte Gebiete oder Gebiete mit geringer Informationsdichte in Folge angewendet werden können. Die Datenquellen hierfür sind einfache und komplexe Reliefparameter, basierend auf einem digitalen Höhenmodell im 25-Meter-Raster, die Flächenbeschreibungen der Bodengeologischen Karte, der Geologischen Karte sowie kartierter Teilgebiete der TK L5130. Als Trainingsgebiete dienten zwei kartierte Areale innerhalb der TK L5130 sowie ein benachbartes Areal außerhalb der Prognosefläche. Aus den o.g. Parametern werden die Regeln der räumlichen Zusammenhänge erlernt und für die Prognose der nicht kartierten Flächen angewendet.

Im Ergebnis wird die Verteilung der Bodenformen für die TK L5130 Erfurt West prognostiziert. Die Beispielskarte umfasst den südwestlichen Randbereich des Thüringer Beckens, das Vorland des Thüringer Waldes und einen Teil des Thüringer Waldes, somit Anteile an drei Bodenlandschaften. Erfasst werden die Bodenformen aus den Verwitterungssubstraten des Unteren Buntsandsteins, des Unteren, Mittleren und Oberen Muschelkalkes, des Unteren Keupers, der pleistozänen Terrassen unterschiedlichen Alters, des Lösses sowie holozäner Auensedimente. Die räumliche Variabilität der Prognosekarte wird anhand von 455 Bodenprofilaufnahmen auf ihre Plausibilität geprüft.

Ergebnisse

Am Beispiel der im Testgebiet großflächig verbreiteten bodengeologischen Einheiten (BE) „lö1“ und „tk“ sowie der Aueneinheiten „h2l“ und „h2s“ werden die Ergebnisse der Bodenprognose und der Geländeaufnahme gegenüber gestellt. Die BE „lö1“ beschreibt die Vergesellschaftung der Leitbodenformen BB-TT, TTn und TCn aus a-ö, p-ö, die BE „tk“ dagegen RZn, BB-RZ, RRn, BB-RR, DDc, CFn aus p-(z)lt, p-(n)lt, p-nlt // n-^k, ^mk.t, ^t. Die BE „h2l“ und „h2s“ charakterisieren die Bodengesellschaften ABn, GG-AB aus f-l, f-s, f-k. Die Reihenfolge der Auflistung entspricht der Rangfolge der Leitbodenformen. Diese Flächeninformationen bildeten zusammen mit den Reliefinformationen die Lerngrundlage für die Prognose. Für die Prognosekarte wurden im ersten Schritt die Flächeninhalte monotypisch dargestellt. Die Geländebefunde zeigen die Vergesellschaftung der in den jeweiligen Einheiten auftretenden Bodenformen.

Tabelle 1: Lössstandorte

BE	PROG	PROG	FELD	FELD
lö1	BB-TT	a-ö	BB-DD	p-l/p-t
		p-ö	BBn	a-ö
			BB-TT	p-ö//a-ö
			BB-TT	a-ö
			LL-TT	a-ö
			RZ-BB	p-ö//c-u
			RZn	p-(z)l/c-(z)u
			TCn	p-ö/c-u
			TTn	p-ö/p-(z)ö

¹ Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie
Referat Bodenkunde / Bodenschutz
Göschwitzer Straße 41, 07745 Jena

Tabelle 2: Muschelkalkstandorte

BE	PROG	PROG	FELD	FELD
tk	RZn	p-(z,n)lt	RZn	p-(n)t/c-(n)t (^k)
			DDc	p-(z)t (^k)
			SGn	p-(z)t (^k)
			SS-DD	p-(z)t (^k)
			SS-RZ	p-(z)t (^k)
			RZ-DD	p-(z)t/c-zt (^mk.t)
			RZn	p-(z)t/p-tn (^k)
			RZn	p-(z)t/p-tz
			RZn	p-(z)t/p-zt
			RZn	p-(z)u/c-(z)u (^mk,u)
			SS-LL	p-oe/p-(z)t
			DDc	p-t/c-(z) (^mk.t)
			CF-RR	p-t/c-(z)t
			RZn	p-t/c-(z)t (^mk.t)
			YKn	u-l/p-zt

Die Gegenüberstellung von Prognose und Geländebefund für die Auengebiete der lehmigen und sandigen Substrate zeigt ein sehr heterogenes Ergebnis. Dies liegt darin begründet, dass die Eingangsinformationen aus der Boden-geologischen Karte stark generalisiert vorliegen und die Substratdifferenzierung der Aue sowie den tatsächlichen Grundwassereinfluss auf die Bodengenese räumlich nicht mehr auflösen.

Tabelle 3: Auenstandorte

BE	PROG	PROG	FELD	FELD
h2l	AB	f-ll, f-lu	GG-AT	f-t / f-(z)ö
			GGn	f-u / f-Fm
			ATn	f-u // f-(z)l
h2s	AB, GG-AB	f-sl, f-lt	GG-AB	f-(k)l / f-sk
			ABn	f-(k)s / f-s
			ABn	f-(k)u
			ABn	f-(k)u / f-ks
			GG-AB	f-t // f-Fm
			GG-AZ	f-u
			ABn	f-u / f-kl, f-ks
			GG-AZ	f-u / f-ku
			GG-AB	f-u // f-(k)s
			ABn	f-u // f-k
			ABn	f-u // f-kl
			ABn	f-u // f-zu, f-uk

Schlussfolgerungen

- Das Digital Soil Mapping bedarf für Flächen mit kleinräumiger Differenzierung nach dem ersten Prognoseschritt einer systematischen Prüfung und Verbesserung der Lerngrundlagen.

- Das Digital Soil Mapping erzielt für Flächen mit einer geringen räumlichen Differenzierung nach dem ersten Prognoseschritt zufriedenstellende Ergebnisse (Löss, Muschelkalk, Buntsandstein).
- Es ist zu testen, ob neben den geomor- metrischen auch geomorfogenetische Relief- klassifikationen für die räumliche Differenzierung nützlich sind.
- Die Prognose der Verbreitung von Auen- böden erweist sich ohne zusätzliche Infor- mationen zu den aktuellen Grundwasser- ständen als nicht zufriedenstellend.
- Die Prognose im Bereich von Flussterrassen, Schwemmfächern und Subrosionssenken be- darf aufgrund der räumlichen Heterogenität der bodenbildenden Substrate eines mehr- fachen Alternierens von Simulation und Plau- sibilitätsprüfung im Gelände
- Die Prognosealgorithmen werden künftig innerhalb von Bodenlandschaften und nicht mehr für TK-Blattschnitte angewendet.

Literatur

Ad hoc AG Boden (2005):

Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. verbesserte und erweiterte Auflage, 438 S., 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen, Hannover.

Behrens, T., Förster, H., Scholten, T., Steinrücken, U., Spies, E.-D., Goldschmitt, M. (2005):

Digital Soil Mapping using Artificial Neuronal Networks. J. Plant Nutr. and Soil Sci., 168, pp. 21-33.

Rau, D., Schramm, H., Wunderlich, J. (2000):

Die Leitbodenformen Thüringens, Geowissen- schaftliche Mitteilungen Thüringens, Beiheft 3, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Weimar.

Scholten, T., Behrens, T. (2002):

GIS-gestützte Modellierung der räumlichen Verbreitung und Ausprägung periglaziärer Lagen in Mittelgebirgsregionen. Berichte zur Deutschen Landeskunde 76 (2/3), pp.151-168.

Scholten, T., Behrens, T. (2005):

Methoden der GIS-gestützten Erstellung von Bodenprognosekarten am Beispiel des Ostharrzes und des Schwarzerdegebietes in Sachsen-Anhalt. In: Möller, M. and Helbig, H.: GIS-gestützte Bewertung von Bodenfunktionen. Wichmann, Heidelberg.

Geothermische Energie aus dem Boden – eine Auswertung der BK 50, Rheinland-Pfalz

Ulrich Dehner¹

Einleitung

Die Nutzung von Erdwärme erhält auf dem Hintergrund steigender Preise fossiler Energieträger zunehmende Bedeutung. Gewonnen wird Erdwärme über Wärmepumpenanlagen, die dem geologischen Untergrund Energie entziehen. Verbreitet sind Erdsonden, die über vertikale Bohrungen in den Untergrund eingebracht werden. Daneben existieren Erdkollektoren, die in einem Niveau von 1 bis 2 Meter Tiefe parallel zur Erdoberfläche verlegt werden.

Als Planungsgrundlage für die Erdwärmenutzung stellen die geologische Dienste der Bundesländer Karten mit Grenzen von Wasserschutzgebieten sowie geologische Übersichten zur Verfügung. In der Schweiz liegen Kartenwerke auf Kantons-ebene im Maßstab 1:100.000 vor. Sie zeigen Areale, in denen Erdkollektoren bzw. Erdsonden eingesetzt werden dürfen und bieten Informationen zu Grundwasserflurabständen in Lockergesteinen (WEA/GSA 1998). Gemeinsam ist allen Informationsquellen, dass sie keine Angaben zu den thermischen Eigenschaften des oberflächennahen Untergrundes und somit auch keine Planungsgrundlagen für Erdkollektorsysteme liefern.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es daher zu prüfen in wie fern aus Bodenkarten und -datenbanken Informationen für die Nutzung geothermischer Energie aus dem oberflächennahen Untergrund abgeleitet werden können. In Rheinland-Pfalz liegt dazu das digitale Bodenformenarchiv BOFA sowie die Bodenkarte im Maßstab 1:50.000 (BK50) vor.

Thermische Eigenschaften des oberflächennahen Untergrundes

Die im Boden gespeicherte Energie wird durch die solare Einstrahlung und die Zufuhr von latenter Wärme durch das Niederschlagswasser gespeist. Drei physikalische Größen bestimmen die Eignung des Bodens für die Energiegewinnung:

- Wärmekapazität bzw. spezifische Wärmekapazität C [$J \cdot kg^{-1} K^{-1}$], [$J m^{-3} K^{-1}$]
Energienmenge die erforderlich ist, um eine bestimmte Masse oder ein bestimmtes Volumen einer Substanz um 1 Kelvin zu erwärmen
- thermische Leitfähigkeit – Wärmeleitfähigkeit λ [$W m^{-1} K^{-1}$]
Vermögen einer Substanz thermische Energie in Form von Wärme zu transportieren.
- thermische Diffusivität- Temperaturleitfähigkeit $\alpha = C/\lambda$ [$m^2 s^{-1}$]
Quotient aus den o.g. Größen, Maß für die Eindringgeschwindigkeit und die Abschwächung eines Wärmestroms

Die thermischen Eigenschaften wichtiger Bodenbestandteile sind in Tabelle 1 wiedergegeben. Es wird deutlich, dass sich die Hauptbestandteile des Bodens sehr voneinander unterscheiden.

Tab. 1: Thermische Eigenschaften wichtiger Bodenbestandteile (DE VRIES 1975, BACHMANN 2005)

	Dichte	Wärmekapazität	Wärmeleitfähigkeit
	[kg/m^3]	[$MJ m^{-3} K^{-1}$]	[$W m^{-1} K^{-1}$]
Quarz	$2,66 \times 10^3$	2,12	8,80
Tonminerale	$2,65 \times 10^3$	2,01	2,92
org. Substanz	$1,30 \times 10^3$	2,51	0,25
Wasser	$1,00 \times 10^3$	4,19	0,57
Eis	$0,92 \times 10^3$	1,88	2,18
Luft	$1,25 \times 10^3$	0,00126	0,025

Folgende Rückschlüsse können gezogen werden:

- Sandige Böden haben auf Grund ihres hohen Quarzanteils eine höhere Wärmeleitfähigkeit als tonige.
- Mit den Wassergehalten steigt sowohl die Wärmekapazität als auch die Wärmeleitfähigkeit.
- Beim Phasenübergang des Wassers ändern sich seine thermischen Eigenschaften.
- Dichte und Porenverteilung steuern den Luft- und Wassergehalt des Bodens und somit seine thermischen Eigenschaften.
- Trockene Böden haben geringere Wärmeleitfähigkeiten und -kapazitäten als feuchte.

¹

Potenzialkarten auf Basis der BK 50 und der Datenbank BOFA

Anhand dieser Betrachtungen lassen sich Potenzialkarten für die Erdwärmenutzung mit Erdkollektoren auf verschiedenen Informationsebenen erstellen.

Das Bodenformenarchiv BOFA enthält neben Boden- und substratsystematischen Informationen u.a. Horizontdaten mit Angaben zu Korngrößenverteilungen und Lagerungsdichten. Diese Parameter können für die Erstellung von Potenzialkarten mit differenzierten Inhalten genutzt werden (vgl. Tabelle 2).

Über eine Bodentyp- und Substratabfrage ist es z.B. möglich Böden mit einem positiven Wasserhaushalt darzustellen. Darüber hinaus können skelettreiche, flachgründige Böden mit ungünstigen Eigenschaften selektiert werden.

Tab. 2: Mögliche Auswertungen für geothermische Potenzialkarten auf Basis der BK 50 Rheinland-Pfalz

Karteninhalt	Datengrundlage
Grabungstiefe	Horizontdaten, BOFA
Lagerungsdichte	Horizontdaten, BOFA
Skelettgehalte mit Gesteinsangaben	Horizontdaten, BOFA
Bodenarten, Substrate	Horizont- und Schichtdaten, BOFA
Modellierung der Wärmekapazität und thermischen Leitfähigkeit und Temperaturleitfähigkeit	Parameter aus BOFA, Gleichungen aus der Literatur (z.B. KERSTEN 1949)

Das höchste Informationsniveau bilden Karten auf der Basis von Modellrechnungen. Grundlage dafür sind die o.g. Parameter, die in Regressionsmodelle einfließen.

KERSTEN (1949) liefert ein praktikables Modell zur Berechnung der thermischen Leitfähigkeit von Böden auf der Grundlage von Trockendichte und Bodenfeuchte (vgl. Abbildung 1). Darüber hinaus werden die Einflüsse der Bodentemperatur und der Korngrößenverteilung berücksichtigt, so dass Regressionsgleichungen für gefrorene und ungefrorene Verhältnisse sowie für sandige und tonig/schluffige Böden vorliegen. Die Genauigkeit des Modells liegt nach KERSTEN (1949) bei +/- 25%.

Da die Bodenfeuchte als räumlich/zeitlich variabler Parameter nicht in der Datenbank BOFA enthalten ist, erfolgt eine Ableitung der Wassergehalte für den Zeitpunkt der Feldkapazität nach AG BODEN (2005).

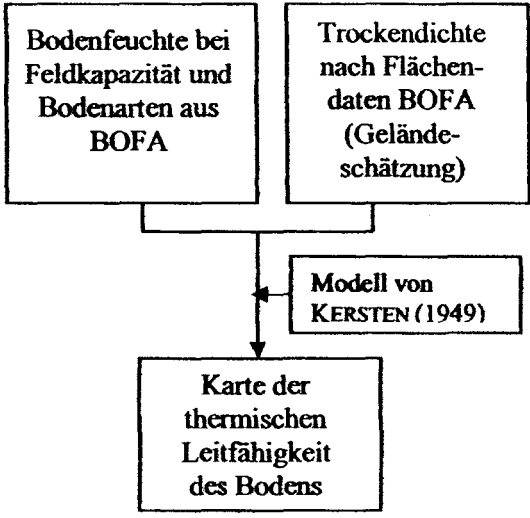


Abb. 1: Modellierung der thermischen Leitfähigkeit von Böden nach KERSTEN (1949) mit Bodenparametern der Datenbank BOFA

Ergebnis ist eine räumlich differenzierte Darstellung der thermischen Leitfähigkeit des oberflächennahen Untergrundes für den Zeitpunkt der Feldkapazität.

Zusammenfassung, Ausblick

Die Ergebnisse zeigen, dass auf Basis der BK 50 Potenzialkarten für die Erdwärmenutzung bereitgestellt werden können. Eine Weiterentwicklung liegt in der zeitlich differenzierten Betrachtung der Bodenfeuchte und in einem Vergleich verschiedener weiterer Ansätze zur Modellierung der thermischen Eigenschaften von Böden. Entsprechende räumliche Daten könnten auch für andere Nutzer (z.B. Landwirtschaft, geoökologische Modelle) von Interesse sein.

Literatur

AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. (5. Aufl.) Hannover.

BACHMANN, J. (2005): Thermisches Verhalten der Böden. In: Blume et al.: Handbuch des Bodenschutzes. 22. Erg. Lfg. 08/05. Ecomed. Landsberg/Lech.

DE VRIES, D.A. (1975): Heat Transfer in Soils. In: DE VRIES, D.A. & N.H. AFGAN (ed.) Heat and Mass Transfer in the Biosphere. Pp.5-28. Scripta Book Co., Washington, DC.

KERSTEN, M.S. (1949): Thermal Properties of Soils. Bull. No. 28. University of Minnesota, Institute of Technology, Experiment Station. University of Minnesota.

WEA/GSA (WASSER UND ENERGIEWIRTSCHAFTSAMT - AMT FÜR GEWÄSSERSCHUTZ UND ABFALLWIRTSCHAFT DES KANTONS BERN (1998): Wärme aus Wasser und Boden Übersichtskarte des Kantons Bern 1:100.000.

Die Bodenflächendaten

1 : 50.000 von Hessen –

Aspekte der Zielsetzung und Qualitätssicherung

FRIEDRICH, K.* & SABEL, K. – J.*

Die Erstellung der Bodenflächendaten 1 : 50.000 von Hessen (BFD50) wurde im bundesdeutschen Vergleich schon sehr früh in die Wege geleitet. Die ersten Grundlagen für die Kartierung einer Bodenkarte 1 : 50.000 wurden mit dem Beschluss zur Erstellung der BK200 durch die bundesdeutschen Geologischen Dienste in den 80er Jahren gelegt. Nach einer ersten Testphase der geomorphologisch gestützten Kartierung im Mittelgebirgsland Hessen, entstand zunächst ein Konzept für eine Kartierung im Maßstab 100.000, die aber aufgrund der Bedarfsentwicklung an mittelmaßstäbigen Bodendaten schon 1989 auf den Maßstab 1 : 50.000 erweitert wurde. Mit dem Abschluss der Kartierungen 1995 war auch das Konzept der so genannten Bodenflächendaten schon vorhanden. Die BFD50 beruhen damit auf einer allgemeinen Datenbankstruktur für räumliche Bodendaten, wie sie in Hessen und Rheinland-Pfalz standardmäßig eingesetzt wird (vgl. SCHMANKE & FRIEDRICH 2002, FRIEDRICH 2002). Mit der Herausgabe einer umfassenden Erläuterung zum „Themenauszug Bodenkarte“ wurde das Projekt 2002 mit der 1. Auflage abgeschlossen. Zurzeit erfolgt die Fertigstellung einer BFD200 für das hessische Landesgebiet auf Grundlage der BFD50.

Ziele und Rahmenkonzept

Im Vordergrund des Aufbaus einer mittelmaßstäbigen Datengrundlage zu Bodenflächendaten stand die ubiquitäre Unterstützung aller Nutzer mittelmaßstäbiger Daten mit allgemeinen Bodendaten bei effizientem Einsatz von personellen und finanziellen Ressourcen. Grundlegende Ziele des Kartenwerkes/Informationssystems waren:

- Flächendeckendes, einheitliches, digitales Kartenwerk/Informationssystem
- Blattschnittfreier Datenbestand (Blattränder sowie in der raumbezogenen Darstellung)
- Bildung von Kartier-/Flächeneinheiten nach wichtigen Standortfaktoren (Bodenaufbau, Bodenbedeckung, Relief, Klima)
- Das Thema "Bodenkarte" ist gleichgestellt mit anderen Themen zu Bodeneigenschaften und –funktionen als "Sicht" auf eine allgemeine Bodenflächendatenbank (BFD50)

Zur Umsetzung dieser Ziele sind folgende Rahmenbedingungen definiert worden:

- Realisierung einer Flächendatenbank mit integrierter Beschreibung von Punkt- und Flächendaten
- Einfache Pflege, Erweiterung, Beweissicherung (Versionierung)

- Maßstabsunabhängige Datenbank
- Vollautomatisierte Erstellung von Karten und Sachdatendokumentationen im Blattschnitt oder für definierte Ausschnitte sowie einfache Verfügbarkeit der Daten als Mapservice oder Infosystem
- Umfassende, transparente Produktdokumentation für inhaltliche und technische Aspekte der Grunddaten und Methoden

Ein Überblick zur Erstellung der BFD50 und der Komponenten Bodenformenarchiv, Geometriedaten, Methodenbank und Metadaten findet sich in FRIEDRICH (1999) und unter <http://www.hlug.de/medien/boden/fisbo/bk/bfd50>.

Aktueller Bedarf, Nutzer und Aufwand

Stand in den 80er und 90er Jahren noch Personal zur konventionellen Bodenerhebung zur Verfügung, so stellt sich heute bei sinkenden Ressourcen verstärkt die Frage nach einer effizienten, bedarfsgerechten Bereitstellung von Boden- und Standortdaten. Hat auch die These einer nach allen Möglichkeiten umfassenden Bodenerhebung in bestmöglicher Qualität zur langfristigen Deckung des Bedarfs für alle eventuell kommenden Fragestellungen, seine fachliche Berechtigung, so müssen wir uns als Bodenkundler doch eingestehen, dass viele begonnene Datenbestände mit hohem fachlichen Anspruch und Ressourceneinsatz - wie bspw. die BK25 - in vielen Ländern nicht zu Ende zu führen sind und zu großen Anteilen auch am heutigen Bedarf vorbeigehen. Wir müssen uns also verstärkt die Frage stellen:

- Wer sind die Nutzer und was sind die Anwendungsgebiete mittelmaßstäbiger Bodendaten?
- Welcher Datenumfang und Qualität wird mittelfristig benötigt?

Auswertungen der Datenlieferungen und die Analyse vieler Beratungsgespräche der letzten 5 Jahre ergeben in Hessen folgendes Bild zu Nutzergruppen und Datenbedarf:

- Nutzergruppe A (ca. 70 %), der fachfremde Standardnutzer ...**
 - Wenige, einfache Themen zu den wichtigen Bodeneigenschaften und -funktionen mit einfachen Datenstrukturen, keine allg. Sachdaten)
 - Kurze überschaubare Dokumentation
- Nutzergruppe B (ca. 20 %), der Modellierer ...**
 - Bedarf an bedeckungsdifferenzierten Standortdaten möglichst hoher Komplexität und Auflösung.
 - Detaillierte Produktdokumentation für Sachdaten und Methoden (Transparenz der Aussagen)
- Nutzergruppe C (ca. 10 %), der spezielle Nutzer ... zunehmend**
 - Bedarf an speziellen Auswertungen im Rahmen einer Zusammenarbeit oder Projektarbeit
 - Projektspezifische Produktdokumentation nach Bedarf

Konfunktionswerte
Maßstabverhältnis

Bei allen Nutzergruppen und Fragestellungen (Abb.1) ist der Bedarf an klassischen Bodenkarten gegenüber Auswertungen anderer Bodenfunktionen und –standortdaten eher untergeordnet.

Stellt man diese Bewertung dem Aufwand zur Herstellung umfassender, qualitativ gesicherter BFD

* Hess. Landesamt für Umwelt und Geologie, Wiesbaden

gegenüber, so bedarf es ggf. einer veränderten Sicht auf die Aufwendungen der einzelnen Arbeitsbereiche zur Erstellung der BFD. Ca. 80% der Gesamtaufwendungen fließen in Hessen in die Datenerhebung und -beschreibung, incl. Dokumentation (so genannte Metadaten). Davon entfielen etwa die Hälfte auf die Auswertung, Vereinheitlichung der Manuskriptkarten und die systematische Beschreibung der Sachdaten. Die Aggregation und Systematisierung der Flächeneinheiten für das Thema Bodenkarten bedingen dabei unverhältnismäßige Aufwendungen im Vergleich zur geringen außerbetrieblichen Nachfrage.



Abb. 1 Hauptsächliche Nutzer der BFD50 Hessen

Entscheidend bei der Erstellung einer BFD50 ist dabei die frühzeitige Zieldefinition, ein umfassendes Konzept zur Umsetzung und die stetige Abstimmung und Qualitätssicherung der Kartierung und Kartierungsdokumentation. Versäumnisse in dieser Phase mussten in Hessen mit Qualitätseinbußen und zusätzlichem personellem und technischem Aufwand in der Dokumentations- und Auswertungsphase „erkauft“ werden. Betrachtet man den hohen Ressourcenanteil, so lassen sich hier durch eine zielgerichtete Projektorganisation und mit hoher Produktivität einzusetzender Fernerkundungsverfahren (vgl. Behrens et al. 2006) die größten Ressourcen einsparen.

Im Verhältnis zur Datenerhebung nahm in Hessen der Aufbau einer IT-Infrastruktur (Software) und die Datenauswertung (incl. Methodenentwicklung), Kartenproduktion bzw. Aufbereitung der Daten für Informationssysteme mit ca. 20 % vergleichsweise geringe Ressourcen in Anspruch. Dabei müssen bereits ca. ein Viertel dieser Aufwendungen zur Validierung der Grunddaten aufgrund von unplausiblen Ergebnissen der methodischen Auswertungen verbucht werden.

Qualitätssicherung wofür?

Als Bodenkundler des Geologischen Dienstes steht bei der Erstellung von Bodenkarten die Qualitätssicherung immer im Vordergrund. Qualität meint hier eine möglichst differenzierte Erhebung der räumlichen Verbreitung von Böden und neuerdings auch eine systematische, strukturierte Beschreibung der Arbeitsergebnisse. Betrachten wir jedoch die Bodenkarte nicht als das Endergebnis, sondern sehen

Bodenflächendaten als Arbeitsmittel vielfältiger Anwendungen, müssen wir das Thema Qualität neu bewerten. Die Boden- und weitere Standortdaten sind Grundlage für vielfältige fachliche Datensichten oder anders ausgedrückt der methodischen Auswertung. Da die Bodendaten letztendlich das Ergebnis wesentlich bestimmen, gilt hier die fachliche Sorgfalt. Für den Einsatz der Daten kann die Einheitlichkeit der Grunddaten dabei aber ein größeres Qualitätskriterium gegenüber einer umfassenderen Beschreibung aller erdenklichen Bodenmerkmale darstellen. Je komplexer die Aufnahme desto schwieriger wird insbesondere bei großen Kartiergruppen die Wahrung der Einheitlichkeit. Dies gilt insbesondere bei Kartierern aus unterschiedlichen „Schulen“. Betrachten wir nicht die Bodenkarte als Bewertungsobjekt sondern deren Einsatz gilt es weitere Qualitätskriterien zu beachten. Veranschaulichen lässt sich dies mit dem „Magischen Fünfeck“ zur Qualitätsbewertung in Abb. 2. Neben der Validität und Gültigkeit der Daten sind mit Schwerpunkt auch die Objektivität/Einheitlichkeit, Transparenz und der für die Anwender der Daten wichtige effiziente Einsatz (Handhabbarkeit) zur gesamten Qualitätssicherung hinzuzuziehen.

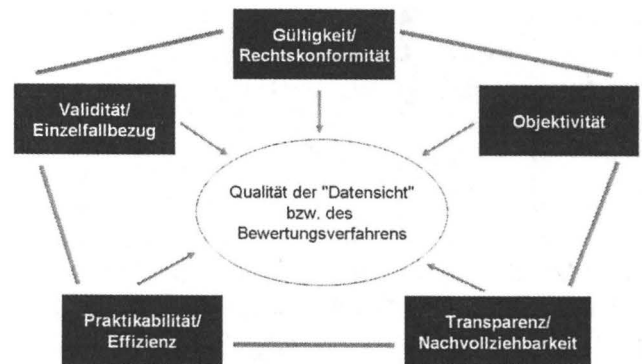


Abb. 2 „Magisches Fünfeck“ der Qualitätsbewertung (in Anlehnung an Feldwisch 2006)

Literatur

- BEHRENS, T., SCHMIDT, K., KIPKA, H. & T. SCHOLTEN (2006): Prognose und Korrektur von Bodenkarten mit Techniken des Data Minings.- Mitt. Deutsch. Bodenk. Ges., in d. Bd; Oldenburg.
- FELDWISCH (2006): Orientierungsrahmen zur zusammenfassenden Bewertung von Bodenfunktionen.- LABO Projekt 3.05 – Zwischenbericht; Bergisch Gladbach. [unveröffentlicht]
- FRIEDRICH, K. (1999): Die Bodenflächendaten 1:50.000 Hessen, Ziele, Aufbau und Erfahrung.- Mitt. Deutsch. Bodenk. Ges., Bd. 91/II: 977-980; Oldenburg.
- FRIEDRICH, K. (2002): Erfassungsstandard Boden.- Mitt. Deutsch. Bodenk. Ges., Bd. 98: 5-6; Oldenburg.
- SCHMANKE, M. & FRIEDRICH, K. (2002): Das Bodenformenarchiv als zentrale Datenbankanwendung des Erfassungsstandards Boden/ Bodenschutz in Hessen.- Mitt. Deutsch. Bodenk. Ges., 98, S. 15-16; Oldenburg.
- VORDERBRÜGGE, T. & FRIEDRICH, K. (1998): Thematische Bodenkarten als Grundlage der Landes- und Regionalplanung in Hessen.- VDLUFA, 49: 365-368; Darmstadt.

Stand der BK50 in Rheinland-Pfalz

Michael Goldschmitt¹

Einleitung

Im Rahmen der Hydrogeologischen Kartierung (HGK) Kaiserslautern wurde 1993 erstmals in Rheinland-Pfalz (RLP) mit der Bearbeitung einer Bodenkarte 1: 50.000 begonnen. In den darauf folgenden Jahren wurde dieser Kartierauftrag auf 4 TK50-Blätter ausgedehnt.

Die Bodeneinheiten (Bodenformengesellschaften) dieser BK50 sind nach dem Baukastenprinzip erstellt. Hauptbestandteile sind die bodenkundlich relevanten Einheiten der GK25, die Morphologie und die Substrateinheiten. Nach der rechnergestützten Erstellung der Konzeptbodekarte aus GK25 und Morphologie erfolgt die Verifizierung und Differenzierung dieser Einheiten im Gelände. Je BK50 Kartenblatt wurden hierzu etwa 2000 Sondierungen durchgeführt.

Mit dem Einsatz der Datenbank BoFA (Bodenformenarchiv) bestand ab 1999 die Möglichkeit, die Flächendaten der BK50 in ein standardisiertes System einzugeben, auszuwerten und digital auszutauschen.

Parallel dazu wurden die vorliegenden BK25, die BK50 der HGK Speyer sowie die Kartierungen zur BÜK200 digitalisiert und die zugehörigen Sachdaten in BoFA eingegeben. Somit entstand ein erster lückenhafter "landesweiter Datensatz" (vgl. Abb. 1), der jedoch aufgrund seiner inhaltlichen und geometrischen Heterogenität für landesweite Auswertungen nicht eingesetzt werden konnte.

Warum eine BK50 ?

Die Entscheidung, das Kartenwerk BK25 einzustellen und dafür in einem mittelfristigen Zeitraum eine landesweiten BK50 Datenbestand aufzubauen, fiel zu Beginn des Jahres 2003. Ausschlagend hierfür waren vor allem der geringe Flächendurchsatz sowie der hohe zeitliche und finanzielle Aufwand für die Erstellung der BK25 bei gleichzeitigen Mittelkürzungen für die bodenkundliche Landesaufnahme. Dem gegenüber steht der steigende Bedarf an landesweiten mittelmaßstäbigen Bodendaten (z.B. EU-WRRL, LBodSchG) und daraus abgeleiteten Auswertungen. Deshalb sollen mit den Bodendaten dieser

Maßstabsebene vor allem Auswertungen zu Bodenfunktionen bereitgestellt werden, die den Nutzern in den verschiedenen Planungshierarchien eindeutige themenbezogene Entscheidungshilfen liefern.

Vorgehensweise

Zur Erstellung der landesweiten BK50 werden die bereits vorliegenden Daten (s. Abb. 1) integriert. Daraus ergeben sich 4 wichtige Arbeitsschritte:

1. Schließen der Datenlücken
2. Datenverdichtung der BÜK200-Kartierung
3. Fachliche und geometrische Überarbeitung der BK25-Blätter
4. Inhaltliche und geometrische Anpassung der heterogenen Datenbestände zu einem blattschnitt- und redundanzfreien Datensatz

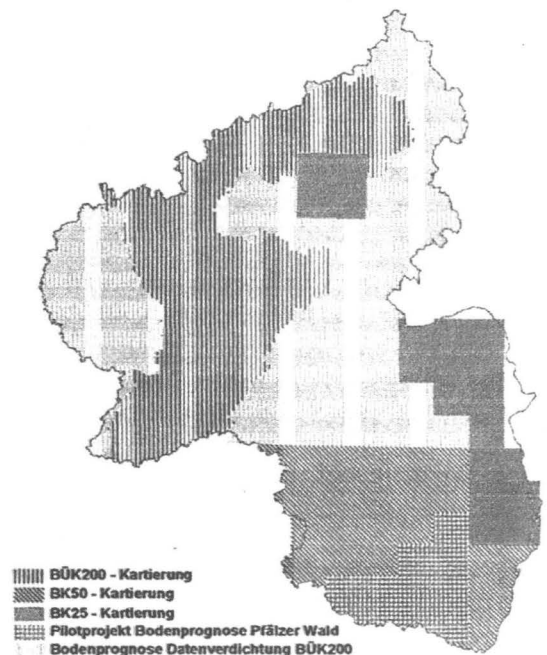


Abb. 1: Stand der mittelmaßstäbigen Bodendaten in Rheinland-Pfalz

Die Bearbeitung der ersten beiden Punkte wird mit dem Werkzeug der Bodenprognose auf Basis Künstlicher Neuronaler Netze (BEHRENS et al. 2005) durchgeführt. Im südlichen Pfälzer Wald wurde dieses Verfahren 2003 in einer Pilotstudie erstmals eingesetzt. Die bodenkundlich kartierten Blätter L6510, L6512, L6710 und L6712 dienen dabei als Lerngebiet. Die bekannten Zielgrößen waren die Bodenformengesellschaften der Kartiereinheiten. Eingangsparameter für das Modell bildeten aus dem DGM abgeleitete Reliefpara-

¹ Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Emy-Roeder-Straße 5, 55129 Mainz
e-mail: michael.goldschmitt@lgb-rlp.de

meter, Geologische Karten, Nutzungsklassen und sonstige verfügbare Bodendaten (Forstprofile, Bodenschätzung etc.). Nachdem das Modell die Zielgrößen im Trainingsgebiet nachbilden konnte, begann die Übertragungsphase, in der die gelernten Muster auf nicht kartierte Gebiete angewandt wurden. Die Validierung der rechnergesteuerten Kartiereinheiten erfolgte mittels Bohrstocküberprüfung im Gelände. Als Ergebnis erhielt das LGB eine Shape-Datei mit den Abgrenzungen der Kartiereinheiten und die Beschreibungen dieser Einheiten als BoFA-Datenbank. Mit dem Pilotprojekt wurde deutlich, dass die Bodenprognose ein kostengünstiges und effizientes Verfahren darstellt, mit dem die bodenkundliche Kartierung zwar nicht ersetzt, aber deutlich beschleunigt und zielgerichteter durchgeführt werden kann.

Von 2003 bis 2006 sind mit dieser Methode in den im Zuge der EU-WRRL Bearbeitung ausgewiesenen "at risk" Gebieten die Ergebnisse der BÜK200-Kartierung auf den Maßstabsbereich 1:50.000 verdichtet worden. In einer Zeitspanne von 4 Jahren wurden dabei ca. 6000 km² bearbeitet. Die Kosteneinsparung gegenüber der klassischen Kartierung liegt zwischen 60 und 70%.

Parallel zur Erstellung der Bodenprognosekarten war es notwendig, die heterogenen Datensätze des südlichen Landesteils zusammenzuführen und anzupassen. In der ersten Bearbeitungsphase wurden die Blattrandverwerfungen der 15 BK25 des so genannten "Rheinessenblocks" überarbeitet und beseitigt. Anschließend wurden in diesem Block die Beschreibungen der Kartiereinheiten auf Ebene der Leitbodenform analysiert. Gleiche und ähnliche Einheiten konnten anschließend zusammengefasst werden. Auf diese Weise reduzierten sich die Kartiereinheiten im Rheinessenblock von 528 auf 287. Im nächsten Arbeitsschritt wurden die einzelnen Kartierprojekte im Süden von Rheinland-Pfalz - bestehend aus BK50-Kartierung, BK25 Rheinessen und Bodenprognose Saar-Nahe-Hunsrück - auf die gleiche Weise überarbeitet und zusammengefasst. Damit konnte die Anzahl der Kartiereinheiten von 700 auf 610 verringert werden. Diese Einheiten wurden anschließend in die im wesentlichen aus Hessen (HLUG 2002) übernommene Generallegendenhierarchie eingeordnet.

Ergebnis und Ausblick

Die blattschnittbezogene Betrachtung der Legendeneinheiten bildet die heterogenen Datenquellen des BK50 Datenbestandes deutlich ab. So finden

sich auf den BK50 Blattschnitten, die im Rheinessenblock liegen zwischen 140 und 160 Legendeneinheiten/TK50, wohingegen in den Bodenprognoseräumen und in den BK50 Kartiergebieten meist nur 40 bis 60 Einheiten auftreten.

Die Analyse des Datenbestandes nach den vor kommenden Polygongrößen liefert das in Tabelle 1 dargestellte Ergebnis.

Tab. 1: Analyse der Geometrien

Polygonmindestgröße (ha)	Anzahl der aufgekürzten Polygone	Anzahl der Legendeneinheiten nach Auflösung von Polygonen	%-Anteil an Gesamtpolygonen kumuliert
0,1	195	614	0,5
1	4835	605	12,3
2,5	13595	597	34,5
4	18537	586	47,1
6,25	23191	559	58,9

Bei einer analog der BÜK200 Vorgaben festgelegten Flächenmindestgröße von 6,25 ha würden zwar ca. 23000 Polygone des Datensatzes aufgelöst werden, die Anzahl der Legendeneinheiten würde sich jedoch nur um 55 verringern. Da eine automatisierte Auflösung dieser Flächen nicht möglich ist, bedeutet dieser Arbeitsschritt einen enormen finanziellen und personellen Arbeitsaufwand, der unter den gegebenen Bedingungen in Rheinland-Pfalz nicht gerechtfertigt erscheint.

Die weiteren Schritte zum Ausbau des BK50 Datenbestandes können wie folgt skizziert werden:

1. Automatisierte Bereinigung der Daten von Flächen < 1 ha (Ausnahme: Sonderflächen wie Moore, Felsdurchtragungen etc.).
2. Festlegung einer Mindestflächengröße von 2 ha für die zukünftig zu erstellenden Boden(prognose)karten.
3. Die weitere Kartierung der BK50 hat Vorrang vor der Überarbeitung der BK25 Daten.

Als Fazit dieser Vorgehensweise bleibt festzuhalten, dass RLP auf absehbare Zeit keine homogene BK50 bereitstellen wird. Die Auswertung des Datenbestandes bezügl. Bodenfunktionen ist jedoch auf Basis der vorliegenden Daten möglich. Die Nachfrage der Nutzer nach Bodenfunktionskarten bestätigt diesen Weg.

Literatur:

- Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie (2002): Erläuterungen zur Bodenkarte von Hessen 1 : 50.000
- Behrens, Th. et al. (2005): Digital soil mapping using artificial neuronal networks. J. Plant Nutr. Soil Sci., 1/2005, 21-33.

Möglichkeiten und Grenzen der Auswertung von Bodenkarten im Maßstab 1 : 50 000 am Beispiel von schutzwürdigen Böden in Niedersachsen

Dr. Marion Gunreben¹

1 Welche Böden sind schutzwürdig?

Der Schutz der Böden ist mit Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes im Jahre 1998 auf eine breitere Basis gestellt worden. Eine zentrale Bedeutung bei der Bewertung der Böden aus Sicht der Bodenschutz-Vorsorge hat deren Grad an Schutzwürdigkeit und Schutzbedürftigkeit, bewertet auf Grundlage der Funktionen nach Bodenschutzrecht. Von besonderer Bedeutung im Sinne der §§ 1 und 2 BBodSchG sind dabei die **natürlichen Bodenfunktionen und die Funktion als Archiv der Natur- und Kulturgeschichte**: Deren Beeinträchtigung durch Einwirkungen auf den Boden soll nach Bodenschutzrecht vermieden werden.

Die Bewertung dieser Bodenfunktionen wird mit den Methoden des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS® (MÜLLER, 2004) auf einfache, relevante Bewertungskriterien zurückgeführt.

Die natürlichen Bodenfunktionen werden anhand der Kriterien

- Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)
- Naturnahe Böden
- Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit
- Böden mit hohem Wasserrückhaltevermögen
- Böden mit hohem Filterpotenzial gegenüber Schwermetalle, Organika, Nitrat.

bewertet

Die Archivfunktionen des Bodens werden anhand der Kriterien

- Böden mit hoher naturgeschichtlicher Bedeutung
- Böden mit hoher kulturgeschichtlicher Bedeutung
- Seltenheit.

bewertet.

Als besonders **schutzwürdig** werden dabei alle diejenigen Böden bezeichnet, deren natürliche Bodenfunktionen und Archivfunktion im Wesentlichen erhalten sind (vgl. GUNREBEN & BOESS, 2003).

In Niedersachsen werden dabei bisher zur Bewertung der Schutzwürdigkeit von Böden die folgenden Methoden berücksichtigt (vgl. Tabelle 1).

Kriterium	Methode
Böden mit besonderen Standorteigenschaften (Extremstandorte)	Bodenkundliche Feuchtestufe 1, 9 oder 10 (nach MÜLLER 2004): stark trockene, stark feuchte und nasse Böden
Naturnahe Böden	Extremstandorte; Naturschutzgebiete; Biotope; historische Waldflächen; Rohmarschen (aus BÜK 50)
Böden mit hoher natürlicher Bodenfruchtbarkeit	Standortbezogenes ackerbauliches Ertragspotenzial: Stufen 5, 6 oder 7 nach MÜLLER 2004
Böden mit hohem Wasserspeichervermögen	Nutzbare Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes: Stufen 4 und 5 nach MÜLLER 2004
Böden mit hohem Filter- und Puffervermögen	Nitratauswaschunggefährdung: Stufen 1 oder 2 nach MÜLLER 2004
Böden mit hoher naturgeschichtlicher Bedeutung	Standorte der Bodendauerbeobachtungsflächen
Böden mit hoher kulturgeschichtlicher Bedeutung	Plaggenesche (aus BÜK 50)
Seltene Böden (nur landesweite Betrachtung)	Bodentypen aus BÜK 50 nach Expertenwahl (tlw. nur bei spez. Merkmalsausprägung): Felshumusböden, Ranker, Regosol, Rendzina, Pelosol, Gley, Organomarsch, Niedermoor, Hochmoor

Tabelle 1: Datengrundlagen zur Bestimmung der schutzwürdigen Böden in Niedersachsen

2 Für welche Planungs- und Zulassungsverfahren werden Daten zur Schutzwürdigkeit von Böden benötigt?

Mit der gestiegenen rechtlichen Bedeutung des Bodenschutzes durch Bundes- und Landes-Bodenschutzgesetze sind auch die Zielvorstellungen eines an der Vorsorge orientierten Bodenschutzes immer stärker umzusetzen, auch wenn das Bodenschutzrecht gegenüber einer Reihe von Rechtsbereichen nachrangig ist, wie z.B. gegenüber dem Baurecht, dem Wasserrecht oder dem Abfallrecht. Bei vielen Planungs- und Zulassungsverfahren, bei denen Belange des Bodenschutzes betroffen sind, sind auch Hinweise darauf, ob von Überplanungen schutzwürdige Böden betroffen sind, zu berücksichtigen. Dies trifft auf alle Maßstabsebenen zu:

¹ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Referat „Bodennutzung, Bodenschutz“, Stilleweg 2, 30655 Hannover, e-Mail: marion.gunreben@lbeg.niedersachsen.de

- Obere Planungsebene (2:200000): Landesraumordnungsprogramme, Landschaftsprogramme,
- Mittlere Planungsebene (1:50.000, 1:25.000): Regionale Raumordnungsprogramme, Regionalpläne, Raumordnungsverfahren, Landschaftsrahmenpläne, Umweltverträglichkeitsstudien
- Untere Planungsebene (1: 10.000, 1:5.000): Flächenutzungspläne, Bebauungspläne, Landschaftspläne, Grünordnungspläne, Umweltverträglichkeitsstudien.

Insbesondere bei Flächen verbrauchenden Planungen ist regelmäßig auch der Boden betroffen. Durch Neuausweisungen von Siedlungs- und Verkehrsflächen beispielsweise wird ein Großteil der Böden versiegelt und ihre natürlichen Bodenfunktionen und Archivfunktionen gehen in aller Regel verloren. Insbesondere im Bereich der Bauleitplanung, in der die Flächeninanspruchnahme von Siedlungs- und Verkehrsflächen geplant wird, ist aus Bodenschutzgründen zu prüfen, ob von einer Versiegehung auch schutzwürdige Böden betroffen sind und wie die Überbauung ggf. auf weniger wertvolle Böden gelenkt werden kann.

3 Was leistet die Maßstabsebene 1 : 50 000?

Die von den Fachbehörden der Länder bereit gestellten Datengrundlagen zu schutzwürdigen Böden sind in der Regel auf Grundlage der Maßstabsebene 1:50000 erstellt. Diese Datengrundlage bietet für Planungs- und Zulassungsverfahren im klein- mittelmaßstäbigen Bereich (Landes- und Regionalplanung) in aller Regel hinreichend genaue Datenabschätzungen. Problematisch sind Aussagen für den großmaßstäbigen Bereich zum Beispiel im Rahmen von Bauleitplanungen. Hier bieten die mittelmaßstäbigen Karten allenfalls Hinweise auf Suchräume für potenziell schutzwürdige Böden (vgl. Abbildung 1). In der Regel dürfte darüber hinaus eine eigene schlagbezogene Bodenaufnahme durch Kartierungen notwendig sein, ohne die sich Abschätzungen, ob schutzwürdige Böden von einer Überplanung betroffen sind, nicht treffen lassen.

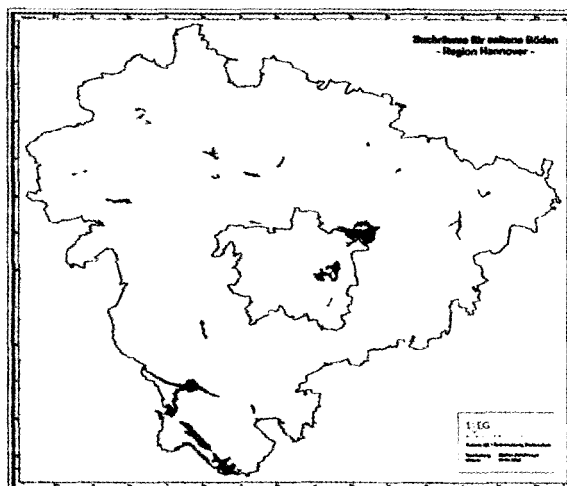


Abbildung 1: Suchräume für seltene Böden am Beispiel der Region Hannover

4 Ausblick

Für die Bodenkarten der Zukunft im Maßstab 1:50000 kann aus Sicht einer an der Vorsorge orientierten Planung die Berücksichtigung schutzwürdiger Böden wertvolle Hinweise geben. Insbesondere die Aufnahme und Inventarisierung von schutzwürdigen Einzelprofilen, wie einzelner Archivböden (z.B. Paläoböden, regional seltene Böden, Leitprofile) wäre wünschenswert, da die Bodenschutzbehörden oftmals über keine vollständige Inventarisierung dieser Böden verfügen. Zu prüfen wäre auch, inwieweit diese Profile als Punktdaten in den mittelmaßstäbigen Grundkartenwerken (BÜK 50, BK 50) markiert werden können. Eine effiziente Orientierungshilfe für den Bodenschutz-Vollzug vor allem in den unteren Bodenschutzbehörden würde dadurch besser ermöglicht werden.

5 Literatur

BOESS, J., DAHLMANN, I., GUNREBEN, M. UND MÜLLER, U. (2002): Schutzwürdige Böden in Niedersachsen. – Hinweise zur Umsetzung der Archivfunktion im Bodenschutz. In: Geofakten 11. Hannover

GUNREBEN, M UND BOESS, J. (2003): Schutzwürdige und schutzbedürftige Böden in Niedersachsen. In: Nachhaltiges Niedersachsen, Heft 25. Hildesheim

MÜLLER, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS®. In: Arbeitshefte Boden, Heft 2004/2. Hannover

Objekt- und Ebenenprinzip bei der GIS-gestützten Erstellung der BK 50

Jens Hannemann *

1. Das Objekt...

wird als grundlegendes Element zur Erfassung und Bewertung eines Sachverhaltes (hier der bodenformenrelevanten Merkmale) aufgefasst. Dabei kann das Objekt elementar oder aber, wie im Regelfall, komplex zusammengesetzt sein. Es besitzt eine räumliche, eine inhaltliche und eine topologische Komponente und ist durch die Zugehörigkeit zur jeweils übergeordneten Objektklasse gekennzeichnet. Ein Objekt wird durch seine Attribute beschrieben und eindeutig verschlüsselt. Objektklassen sind z.B. Bodenschätzungsklassen, Geologische Einheiten, Einheiten der Forstlichen Standortkartierung, Reliefklassen etc.. Die Rohdatentabellen werden zuvor in ihre Normalformen überführt (siehe Abb. 2).

2. Die Ebene ...

auch als Layer oder Datenschicht bezeichnet, entsteht durch die Separation von Geometriedaten verschiedener thematischer Bedeutung. Sie besitzt monothematischen Charakter und deckt in der Regel den gesamten Untersuchungsraum mit Informationen ab. Die Positionen der Elemente sind in einem einheitlichen Koordinatensys-

lierung des Bodenkörpers. Die Realisierung des Ebenenprinzips lässt sich als Vereinigungsmenge aller verfügbaren oder als Teilmenge selektiv extrahierter Ebenen darstellen:

$$E = E_1 \cup E_2 \cup E_3 \cup E_4 \cup \dots \cup E_n$$

Die Ebenen bilden die Grundlage für deren raumbezogene, operationelle Verschneidung und damit den Inferenzprozeß der fuzzy-logischen Vorgehensweise.

Die Abbildung 1 verdeutlicht den Zusammenhang von Objekt- und Ebenenprinzip. Objekte oder Objektklassen besitzen dabei unterschiedlich starke Bindungen zur jeweils übergeordneten Hierarchie- und Maßstabebene. Die Bindungen zwischen den Levels nehmen von unten nach oben ab, da die Elemente inhaltlich und räumlich weniger auflösend werden. Dieses Prinzip berücksichtigt Mehrfachzugehörigkeiten der Objekte zur übergeordneten Ebene. Das Objekt schwach podsolige Braunerde (p2BB) weist zur Podsol-Braunerde (PP-BB) eine höhere Bindung auf als zum Braunerde-Podsol (BB-PP). Dieses interkategoriale Verhältnis kann wie folgt ausgedrückt werden:

$$\mu_{PP-BB}(p2BB) > \mu_{BB-PP}(p2BB)$$

Die Abstraktion in den oberen Ebenen erfolgt inhaltlich und räumlich über Segmentierungsalgorithmen der Soft-

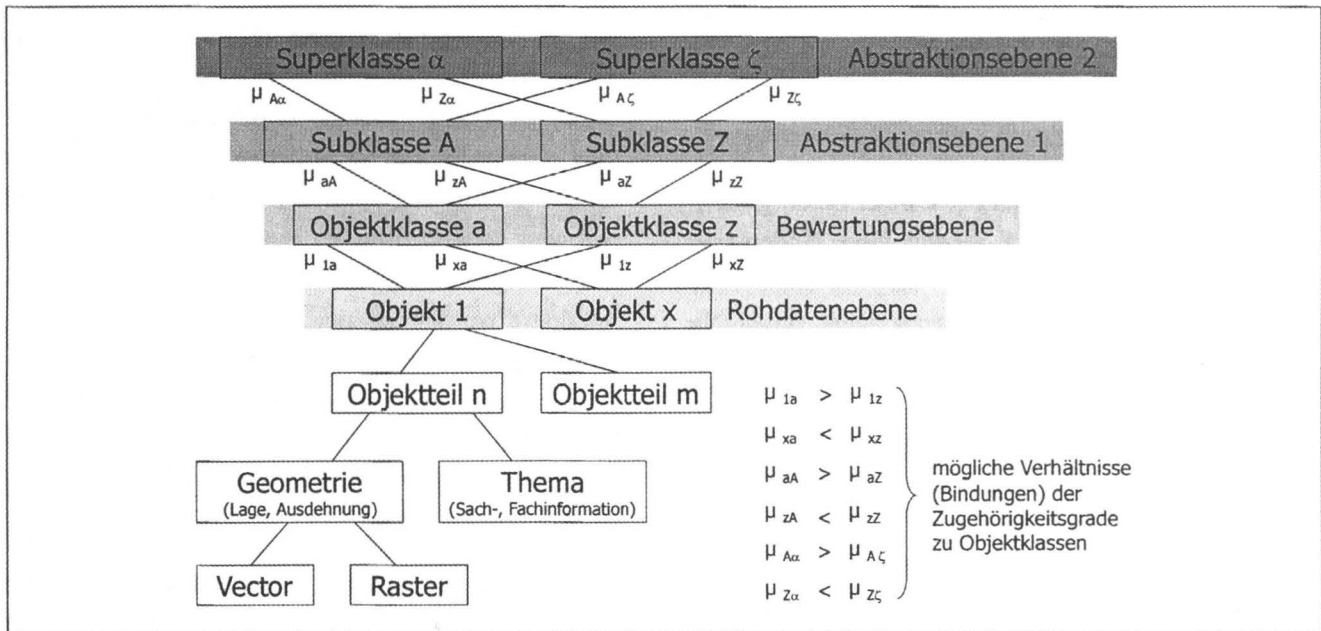


Abb. 1: Objekte, deren Bewertung und Abstraktion in hierarchischer Anordnung

tem gespeichert. Das Ebenenprinzip ermöglicht somit durch einfache Überlagerung (Superimposition) Objekte zusammenfassend in ihrem Raumbezug darzustellen. Die Ebenen werden durch bodenformenrelevante Zielkategorien (Verbraunung, Lessivierung, Grundwassereinfluss etc.) gebildet und sind Träger der objektbezogenen Zugehörigkeitswerte. Sie speichern z.B. dabei auch die Mächtigkeiten und Tiefenlagen der einzelnen Zielkategorien und sind so die Grundlage für eine 3D-Model-

ware *eCognition*. Die Abstraktion im Sinne dieser Segmentierung involviert die Elemente Klassifizierung, Generalisierung und Aggregation des Stapels der Informationsebenen.

3. Verarbeitungsschritte

Die Datenverarbeitung für die Erstellung einer Konzeptkarte als Grundlage für die BK 50 erfolgt 3-stufig. Die erste Stufe beinhaltet den gesamten Komplex der Objektbewertung der Rohdaten. Diese Bewertung erfolgt

* Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg, Stahnsdorfer Damm 77, 14532 Kleinmachnow (Außenstelle) email: jens.hannemann@lbgr-brandenburg.de

i.d.R. raumunabhängig in Datenbanken, d.h. ohne Berücksichtigung der Lage der Objekte. Die Wertzuweisung wird über einen zuvor aufgestellten Zielkategorien- und Hierarchieschlüssel vorgenommen. In der Abbildung 2 ist diese Zuweisung für eine Tabelle mit Flächenobjekten der Geologischen Karte verdeutlicht. Der Hierarchieschlüssel besitzt eine mehrstufige, ordinalskalierte Codierung. Der

Vereinigung und Verschneidung der in Zielkategorien aufgeteilten Bewertungsebenen. Dieser Verarbeitungsschritt besitzt ebenfalls noch den Status der Bewertung. Die inhaltliche und räumliche Abstraktion der durch die Verschneidung gebildeten Bodenformen erfolgt in der *dritten Stufe*, in der im erwähnten Bildverarbeitungsprogramm auch Nachbarschaftsbeziehungen Berücksich-

		Zielkategorie „Genese“ (ordinalskaliert)					
		Hierarchiestufe 0 (verbal)	Hierarchiestufe 0 (Code)	Hierarchiestufe 1 (verbal)	Hierarchiestufe 1 (Code)	Hierarchiestufe 2 (verbal)	Hierarchiestufe 2 (Code)
HIERARCHIESCHLÜSSEL (HLX)	Genese (Kürzel)						
	og	organogen	1	Moor	1	Niederung	1
	qw	krenogen	2	Wiesenmergel	2	Niederung	1
	fl	lakustrisch	3	Fluss ...	3	Niederung	1
	ff	fluvialtil ohne Auen	4	Fluss ...	3	Niederung	1
	fo	fluvialtil in Auen	5	Fluss ...	3	Niederung	1
	fu	Urstromtalbildung	6	Fluss ...	3	Niederung	1
	a	äolisch	7	Flug ...	4	Flug ...	2
	pky	kryoturbat	8	periglaziär	5	Hochfläche	3
	pfl	solifluidal	9	periglaziär	5	Hochfläche	3

Objekt- nummer	Flächenobjekt (Geologie)	Zielkategorien						
		ordinalskaliert		intervallskaliert				
		Genese nach HLX		Bindigkeit nach ZKLX	Bindigkeit nach ZKLX	Kies	Humus	Kalk
		Stufe 1	Stufe 2					
1	See	1	1	1				
2	Torf	1	1	1		1,00		
3	Humus	1	1	1		0,90		
4	humos	1	1	1		0,40		
5	Moorboden	1	1	2		0,80		
6	Moorerde	1	1	2		0,70		
7	Moorboden, kalkig	1	1	2		0,80	0,60	
8	Moormergelnester	1	1	2	0,00	0,50	0,50	
9	Moormergel	1	1	2		0,60	0,70	
10	Wiesenmergel	2	1	5	1,00		0,80	
11	Wiesentonmergel	2	1	14			0,90	
12	Wiesenkalk	2	1	5			1	
13	Raseneisenstein	3	1	5	0,31			

Bindigkeits- objekte	Objekt (verbal)	Rang	äquidistante Intervalle				
				1	5	0,31	0,8
Mo	Moor	1	0,00	1	5	0,31	
sMo	sandiges Moor	2	0,08	1	3	0,31	
G	Grand	3	0,15	1	5	0,31	
K	Kies	4	0,23	2	5	0,31	0,8
S	Sand	5	0,31	2	5	0,31	
bS	gebändeter Sand	6	0,38	2	5	0,31	0,15
uS	schluffiger Sand	7	0,46	2	5	0,31	0,20
Sl	schwach lehmiger Sand	8	0,54	2	5	0,31	
lS	lehmiger Sand	9	0,62	2	5	0,31	
Sl	stark lehmiger Sand	10	0,69	2	5	0,31	
sL	sandiger Lehm	11	0,77	2	5	0,31	
L	Lehm	12	0,85	2	5	0,31	
Lt	toniger Lehm	13	0,92	2	5	0,31	
T	Ton	14	1,00	2	5	0,31	

Abb. 2: Zugehörigkeitszuweisung von Objekten über einen Hierarchie- und Zielkategorien Schlüssel

tigung finden. Der Segmentierung muss hier einfach der Vorrang gegeben werden, da eine Zusammenfassung von Pixeln bzw. Pixelstapeln nach inhaltlichen und ! lagemäßigen Beziehungen erfolgt, während bei der Clusteranalyse nur die inhaltlichen, rein objektbezogenen Ähnlichkeiten Eingang finden.

Zielkategorien Schlüssel hingegen enthält intervallskalierte Werte. Wie eingangs angedeutet werden diese Tabellen in ihren Normalformen gespeichert, d.h. eine weitere Unterteilung wird abgesehen von einem Einsatz von Modifikatoren nicht vorgenommen.

Im Ergebnis wird bezogen auf die Bewertung und Analyse der bodenformenrelevanten Daten ein hybrides System verwendet, das dem Objekt- und Ebenenprinzip gleichermaßen gerecht wird.

Die zweite Stufe ist gekennzeichnet durch die Komposition der bewerteten Objekte im Geographischen Informationssystem. Hier erfolgt die raumbezogene, operationelle

4. Software

Entwicklung und Bereitstellung bodenkundlicher Informationen in Sachsen-Anhalt

Klaus-Jörg Hartmann

1. Einleitung

Der Bedarf an bodenkundlichen Informationen, insbesondere in Hinblick auf Anforderungen und Vollzug des Bodenschutzes, erfordert die Bereitstellung entsprechender Konturen- und Sachdaten. Informationen im Maßstab $\leq 1:100.000$ liegen flächendeckend vor (Tab. 1). Eine vollständige Bereitstellung kartierter Bodenkarten für Maßstäbe $\geq 1:50.000$ ist durch die bodenkundliche Landesaufnahme kurzfristig nicht leistbar. Aus diesem Grund wurde das Konzept der "vorläufigen digitalen Bodenkarte" für den Maßstab 1:50.000 (VBK) entwickelt. Die VBK resultiert aus der digitalen Aufbereitung vorhandener Unterlagen wie

- großmaßstäbiger Projektkartierung,
- Arbeitskarten der MMK im Maßstab 1:25.000,
- forstlicher Standortkartierung.

Die Forderung nach hochauflösende, flächenscharfen Informationen steigt. Aktuelle Arbeiten beschäftigen sich mit der Entwicklung eines Konzept derartige Informationen auf Grundlage alternativer Methoden bereitzustellen.

2. Die vorläufige digitale Bodenkarte (VBK)

2.1 Methodik

Mit Digitalisierungen der Grundlagen im Originalmaßstab begann die Entwicklung einer einheitliche Legende und nachfolgend eine inhaltlich räumliche Bearbeitung der Konturen. Die Notwendigkeit der Legendenvereinheitlichung resultiert aus den unterschiedlichen Ausgangskarten, deren Maßstäbe und Entstehungszeiten sowie verschiedenartiger Nomenklaturen bzw. systematischer Vorgaben. Die dominante Bodenform als Kombination boden- und substratsystematischer Einheiten bildet die Legendenbasis. Bei den bodensystematischen Einheiten handelt es sich um Boden(sub)typen. Die substratsystematische Einheiten bestehen aus einer Kürzelkombination mit Informationen zu Geogenese, Skelettgehalt,

Kalk sowie Bodenarten(haupt)gruppe. Aktuell beinhaltet die Legende ca. 500 Einheiten. Im Laufe der redaktionellen Bearbeitung kann sich diese Zahl noch ändern.

Auf die Darstellung der in diesem Maßstab üblichen Vergesellschaftung wurde aufgrund der Heterogenität der verschiedenen Ausgangsunterlagen verzichtet. Dies hätte zu einer nicht mehr überschaubaren Anzahl an Legendeneinheiten mit marginalen, kaum darstellbaren, inhaltlichen Unterschieden geführt. Allerdings bietet die Verknüpfung der VBK-Konturen mit den digitalen Dokumentationsblättern A der MMK eine Information zum Bodenformeninventar mit geschätzten Flächenanteilen.

2.2 Beschreibung der Legendeninhalte

Die inhaltliche Kennzeichnung der einzelnen Bodenformen erfolgt mit Hilfe von Substrathorizontgruppen (SHG). Bei den SHG wird davon ausgegangen, dass wesentliche Einflussgrößen für bodenphysikalische (und auch chemische) Eigenschaften durch Substrat- (Bodenart und geologisches Ausgangssubstrat) sowie Horizontmerkmale (bspw. Humusgehalt) bestimmt sind. Die bodengenetischen Faktoren und bodensystematische Einordnungen von Bodenformen und Bodentypen finden an dieser Stelle keine unmittelbare Berücksichtigung (VETTERLEIN 1986). Gleichartige SHG unterscheiden sich in ihren Eigenschaften nicht wesentlich. Die Abfolge von SHG entsprechend systematischer Vorgaben bildet eine Bodenform (Tab. 2). Auf Grundlage der gegebenen Basisparameter lassen sich mit Hilfe der Kartieranleitung bzw. anderer Werke (u.a. RIEK ET AL. (1995) weitere Kennwerte zur Beschreibung von Eigenschaften und Bodenfunktionen zuordnen bzw. ableiten (HARTMANN 2003).

Tab. 2: Standardprofil Tschernosem aus Löss

Horizont	dm	Bodenart	Humus	CaCO ₃	pH	TRG
Ap	3,0	Ut4	h3	c2	s1	pt3
Ah	2,5	Ut4	h2	c1	s2	pt2
C	5,5	Ut3	h1	c4	a2	pt3

Tab. 1: Mittel- und kleinmaßstäbige bodenkundliche Flächeinformationen in Sachsen-Anhalt

Karte	Maßstab	Darstellung	Flächendatensätze	Nomenklatur
BÜK400 ¹	1:400.000	flächendeckend Land		TGL 24.300
BÜK200 ¹	1:200.000	flächendeckend Land	Substrathorizontgruppen	TGL 24.300
		Blattschnitt Braunschweig (CC 3926)	Profile	KA4
		Blattschnitt Leipzig (CC 4734)	Profile	KA4
MMK ²	1:100.000	landwirtschaftliche Standorte Land	Dokumentationsblatt A	MMK/TGL 24.300
BK Halle	1:50.000	Region Halle und Umgebung	Profile	KA4
L 3332	1:50.00	Blattschnitt Klötze (Altmark)	Profile	KA4

¹: Bodenübersichtskarte ²: Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung

2.3 Informationsbereitstellung

Alle Informationen liegen digital vor und können im Internet über die Homepage des LAGB eingesehen werden. Die Bereitstellung erfolgt digital oder als Kartenplot. Flächendatensätze und Standardprofile befinden sich in einer Datenbank.

3. Ausblick

Der Bedarf an großmaßstäbigen, hoch auflösenden Informationen nimmt seitens des Bodenschutzes und der Landwirtschaft zu. Hierbei finden zunehmend Data-Minig Techniken Anwendung (BEHRENS ET AL. 2005). Das Ziel besteht in der nachvollziehbaren, regelbasierten Ausgrenzung belastbarer Flächeneinheiten. Hierbei reduziert sich die Anzahl der Legendeneinheiten, während die Zahl der ausgrenzten Konturen steigt (Tab. 3)

Tab 3: Kennzahlen von VBK und BPK (Bodenprognosekarte) im Schwarzerdegebiet

	VBK	BPK
Bodentypen	42	9
Substrate	130	22
Einheiten	427	189 (theoretisch)
Konturen	17.000	23.000

Im Gegensatz zur Bodenkarte (VBK), deren Legendeneinheiten auf der systematischen, wissenschaftlich basierten Gliederung der Kartieranleitung beruhen, resultieren die Einheiten der auf Data-Minig Techniken basierten Bodenprognosekarten (BPK) aus einer Klassifizierung ausgewählter Parameter (ALBRECHT ET AL. 2005).

Zu diesem Komplex gibt es in Sachsen-Anhalt aktuell zwei Projekte:

Für stoffliche Betrachtungen in Auenbereichen benötigt der Bodenschutz flächenscharfe Informationen. In den Auen besteht ein enger Zusammenhang zwischen der Entwicklung bodensystematischer Einheiten und ihrer Höhe über der Tiefenlinie des Flusses (GRABE ET AL. 2006). Zur Zeit befindet sich eine Bodenprognosekarte für das Elbaugebiet nördlich der Landeshauptstadt Magdeburg bis zur Landesgrenze in Bearbeitung. Die Eingangsinformationen bestehen u.a. aus hochauflösenden Höhendaten einer Laserscannerbefliegung, kartierten Bodenprofilen sowie Grablochbeschrieben der Bodenschätzung.

Seitens der Landwirtschaft steigt der Bedarf an hochauflösenden Bodeninformationen. Das Ziel besteht in einer umweltgerechten, teilflächenspezifischen Bewirtschaftung unter optimierten Betriebsmitteleinsatz. Messungen

der elektrischen Bodenleitfähigkeit, die u.a. mit Wasser- und Tongehalt korreliert, können zur Entwicklung solch schlagspezifischer Informationen dienen (DOMSCH 2002). Es entstehen Gebiete mit vergleichbaren Eigenschaften, aus denen mit ergänzenden Punkt- und Flächen-daten hochauflösende Bodeninformationen entwickelt werden (BOESS 2004). Ein aktuelles Projekt versucht die Ableitung bodenkundlicher Informationen aus Leitfähigkeitsmessungen, Grablochbeschrieben der Bodenschätzung und Bodenprofilen regelbasiert umzusetzen. Dafür müssen die Einheiten in ihren Eigenschaften klar unterscheid- und definierbar sein, so dass abschließend die Frage zu klären bleibt, ob für derartige Herangehensweisen die Entwicklung eines abgestimmten Klassifikationssystems erforderlich ist.

4. Quellen

- ALBRECHT, C., JAHN, R., HUWE, B. (2005); Bodensystematik und Klassifikation Teil 1: Grundbegriffe, J. Plant Nutr. Soil Sci, 168, 7-20
- BEHRENS, TH., FÖRSTER, H., SCHOLTEN T., STEINRÜCKEN, U., SPIESS E.-S., GOLSCHMITT, M. (2005): Digital soil mapping using artificial network, J. Plant Nutr. Soil Sci, 168, 21-33
- BOESS, J. (2004): Konzept zur Erstellung einer hoch auflösenden Bodenkarte für eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung, Arb.-H. Boden, 2004/5, 21-33
- DOMSCH, H. (2002): Kartierung der elektrischen Bodenleitfähigkeit in ihr Beitrag zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung, Z. Angew. Geol., 3/2002, 9-11
- GRABE, M., HARTMANN, K.-J., JAHN, R., SCHOLTEN, T (2006): Erstellung einer Bodenkarte für Auenbereiche der Schwarzen Elster, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 107/1, 321-322
- HARTMANN, K.-J. (2003): Bereitstellung bodenkundlicher Informationen zur Beschreibung von Bodenfunktionen auf Grundlage von Substrathorizontgruppen, Mitteilgn. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., 102/2, 489-490
- RIEK, W., WESSOLEK, G., RENGER, M., VETTERLEIN, E. (1995): Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität von Substrathorizontgruppen - eine statistische Auswertung von Labordatenbanken, Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 158, 485-491
- VETTERLEIN, E. (1986): Bodenphysikalische Parameter auf der Grundlage von Substrathorizont-Gruppen, Tag.-Ber., Akad. Landwirtsch.-Wiss. DDR, Berlin, 245, 241-247

Bodenkarten 1:50.000 und großmaßstäbiger: Erstellung und Umsetzung – ein Werkstattbericht

Othmar Nestroy¹

Einleitung

Zwei Vorbemerkungen sollen auf dieses Thema und somit auf die Thematik von Bodenkarten im Maßstab von 1:50.000 einstimmen.

In Österreich existieren zwei Formen der Aufnahme von landwirtschaftlich genutzten Böden im Intensivgebiet.

Zunächst ist die Bodenschätzung zu nennen, eine nachgeordnete Dienststelle des Bundesministeriums für Finanzen. Dieser Bodenschätzungsdienst ist beauftragt, die natürlichen Ertragsbedingungen, wie Boden-, Klima-, Gelände und Wasserverhältnisse, im Gelände zu erfassen und in geeigneter Form, meist als Bodenkarten im Maßstab 1:2.000, darzustellen. Diese Karten werden gegenwärtig mit georeferenzierten Orthophotokarten verschnitten, wodurch auf einem Blatt die topographische Situation, das Parzellennetz sowie die Ergebnisse der Bodenschätzung unmittelbar ablesbar sind.

Die zweite Institution, die landwirtschaftliche Bodenkartierung, initiiert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, erfüllt den Auftrag, die landwirtschaftlich genutzte Fläche Österreichs aufzunehmen und die Feld- wie auch Laborergebnisse in Form von Bodenkarten (Maßstab 1:25.000) sowie Erläuterungsheften darzustellen.

Forstlich genutzte Standorte werden von Personen des Bundesforschungs- und Ausbildungszentrums für Wald, Naturgefahren und Landschaft aufgenommen. Es liegt jedoch nur von den österreichischen Donauauen ein flächendeckendes Kartenwerk vor, ansonsten nur Forstliche Standortskarten von Teilgebieten Österreichs.

Als Hinweis zu der in Deutschland laufenden Herausgabe von Bodenkarten im Maßstab 1:50.000 soll, Österreich betreffend, ergänzt werden, dass die Geologischen Karten ab dem Jahre 1977 im Maßstab und im Blattschnitt des amtlichen topographischen Kartenwerkes 1:50.000 aufgelegt werden; bis dato sind von insgesamt 213 Karten bereits 80 erschienen

Gegenwärtige Situation

Österreich als Gebirgsland ist infolge der geologischen wie auch morphologischen Situation eine kleingekammerte Alpenrepublik, in der eine kleinstrukturierte Landwirtschaft dominiert. So sind von insgesamt 190.081 Betrieben im Jahre 2003 (Statistik Austria) 80.498, d. s. 42 %, Haupterwerbsbetriebe, 101.916, d. s. 54 %, Nebenerwerbsbetriebe und 7.667, d. s. 4 %, Betriebe juristischer Personen. Die oben erwähnten 190.081 Betriebe bewirtschaften 7.420.298 ha, woraus sich eine durchschnittliche Gesamtfläche pro Betrieb von 39,0 ha bei einer landwirtschaftlichen Nutzfläche von 18,4 ha errechnet. Weisen die Haupterwerbsbetriebe eine durchschnittliche Betriebsfläche (mit Waldanteil) von 39,0 ha auf, so sinkt diese bei den Nebenerwerbsbetrieben auf 14,3 ha, steigt jedoch bei den Betrieben juristischer Personen auf 367,8 ha an. Dementsprechend sind auch Bodenkarten im Maßstab von 1:5.000 aus landwirtschaftlicher Sicht am besten geeignet, Parzellen zu erkennen und damit eine schlagbezogene Bewirtschaftung zu ermöglichen.

Benützer dieser Karten sind in erster Linie Großgrundbesitzer wie auch Berater der Landwirtschaftskammer und Industrie, ferner auch Ingenieurbüros, Personen, die sich mit der Raumplanung und dem Wasserbau befassen, Umweltbeauftragte, schließlich auch Personen aus dem universitären Bereich.

Anfragen dieser Personengruppen beziehen sich in der Mehrzahl der Fälle auf die Bodenart, den Humus- und Grobanteil der Krume sowie auf den Bodenwasserhaushalt. Diese Parameter sollten von einer Bodenkarte relativ rasch und einfach ablesbar sein.

Ausblick

Als potentielle Benützer eine Bodenkarte 1:50.000 sehe einen Personenkreis, der sich nicht unmittelbar mit landwirtschaftlichen Fragestellungen, sondern eher randlich angesiedelten beschäftigt; es ist dies zum Teil der schon oben skizzierte Personenkreis. Die Frage nach den Bodentypen wird hier aber nicht im Vordergrund stehen, sondern regionalbezogene Parameter, die als Kartenplots oder als digitale Kartensätze vorliegen sollten und bei Bedarf, eventuell als „Ampelkarten“ in den Farben Rot,

Gelb und Grün, rasch und unbürokratisch, jedoch nicht gebührenfrei, ausgedruckt werden könnten. Die entsprechenden Aussagen solcher „Ampelkarten“ sollen und können aber nur vom Bodenkundler programmiert werden!

Welche sind nun die Fragen, die von der Landwirtschaft nahe stehenden Kreisen an die Bodenkarten 1:50.000 gestellt werden?

Zunächst sind es Fragen des möglichen Anbaus von Alternativkulturen, des Nitrat-Rückhaltevermögens bestimmter Regionen, der Grundwasserspende definierter Einzugsbereiche, der Notwendigkeit und Möglichkeit von großflächigen Beregnungen sowie deren Effizienz, ferner auch die Bereitstellung von Basisdaten für landwirtschaftliche Förderungszwecke, wie Berghöfekataster und ÖPUL-Programm, schließlich Fragen der Benützbarkeit von Golf- oder Fußballplätzen nach stärkeren Niederschlägen.

Für eine effiziente Regionalplanung muss auf Bodenkarten dieses Maßstabs in zunehmendem Maße neben der Verbreitung vor allem die Wertigkeit von Böden Berücksichtigung finden. Dies gilt speziell hinsichtlich des Straßenbaus, der Lehm-, Sand- und Schottergewinnung, der Eignung von Flächen für Siedlungs- und Industriebauten, für Mülldeponien und für die Deposition von natürlichem Aushubmaterial und, nicht zu vergessen, die Eignung von Flächen für Freizeit-, Sport- und Erholungseinrichtungen.

Jedenfalls sollen auch bei einer eventuellen Generalisierung von Bodenkarten größeren Maßstabs für die Bodenkarten 1:50.000 sowohl bei der Legende wie auch beim Kartenbild die Überschaubarkeit und damit eine gute Orientierungsmöglichkeit im Gelände gewahrt bleiben – mit einem Wort: Die Karten müssen benutzerfreundlich gestaltet werden, weshalb auf den Benutzer ein stärkeres Augenmerk gelegt werden muss.

Literatur

Statistik Austria (Hrsg.)(2005): Statistisches Jahrbuch Österreich 2006. Verlag Österreich, Wien.

¹ Institut für Angewandte Geowissenschaften,
Technische Universität Graz
A-8010 Graz, Rechbauerstraße 12
E-Mail: o.nestroy@tugraz.at

Die Nutzung der BK50 bei der Forstlichen Standorterkundung in NRW

Rainer Schulz¹ und Norbert Asche²

Einordnung

Das Bundesland NRW weist eine Waldfläche von etwa 900.000 ha auf; die Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung und Forsten (LÖBF) ist mit der Erstellung der Forstlichen Standortkarten (1:10.000) dafür betraut. Der enorme Zeitaufwand und die geringe Flächendeckung der analog oder digital vorliegenden BK5 als Grundlageninformation führten zu dem Vorhaben, statt Kartierung nunmehr vorerst für das Bergland eine „Forstliche Standorterkundung mit digitalen Werkzeugen“ voranzutreiben. Erste Ansätze wurden bereits vor einigen Jahren vorgestellt (Schulz & Asche 2000). Auch für das Bundesland Niedersachsen wurde ein Standortmodell-Verfahren entwickelt und am Forstplanungsamt Wolfenbüttel implementiert. Das Resultat dort soll aber die Standortskartierer im Gelände bei ihrer Arbeit unterstützen (Schulz 2003).

Da die BK50 in NRW digital landesweit vorliegt, wurde eine Methode entwickelt und seither verbessert, die diese Bodeninformation modifiziert und nutzbar macht. Das Prinzip des Veränderns der primären BK50-Information bezüglich ihrer Lage im Raum wie es hier vorgestellt wird, ist z.B. auch mit Daten des Landes Hessen durchgeführt worden (Behrens et al. 2006).

Methode

Folgende fünf Prämissen wurden zugrunde gelegt:

- 1 Die BK50 zeigt genügend viele verschiedene Bodeneinheiten (BE).
- 2 Die BK50 zeigt genügend starke Differenzierung im Raum (ca. 150.000 Polygone, 7.000 BE NRW)
- 3 Die BK50 ist ihrem Maßstab 1:50.000 entsprechend „richtig“.
- 4 Das Höhenmodell DGM5 ist eine genaue und lagerichtige Information im Maßstab 1 : 5.000.
- 5 Folge: Das DGM5 dient in Form von geomorphologischen Variablen zur Erstellung von Variation der BE im Raum, d.h. zur Minderung des Generalisierungsgrades der BK50-Information.

Zwei Typen von Bodendaten-Variation entstehen:

- Äußere Variation: Variation der Bodeneinheiten in Form von 10x10m-Zellen im Raum.
- Innere Variation: Variation der Schichtmächtigkeiten und des Skelettanteils in jeder BE.

Über ein durch die TK25-Blattschnitte definiertes Gebiet wird dazu ein regelmäßiges Punktraster mit 300m Abstand gelegt.

Zusätzlich werden Mittelpunkte derjenigen BK50-Polygone herangezogen, die weniger als 5 ha groß sind. Einige der regelmäßigen Punkte werden eliminiert, wenn sie zu nahe bei den Zusatzpunkten positioniert sind (Abb. 1). Jeder Punkt wird als Mittelpunkt eines Reklassifikationskreises verwendet, in dem eine *maximum likelihood* - Klassifizierung vorgenommen wird.

Regelmäßige Punkte werden dafür mit 300m-Radien umgeben, die Polygon-Mittelpunkte hingegen nur mit 200m-Radien. Dies sorgt für eine ausgewogene lokale Anpassung auch im Bereich kleinflächiger Polygonstruktur.

Die Reklassifikation bewegt sich von Punkt zu Punkt über das Gebiet (*moving windows* Technik). Pro TK25-Blatt sind etwa 1700 Programmläufe nötig.

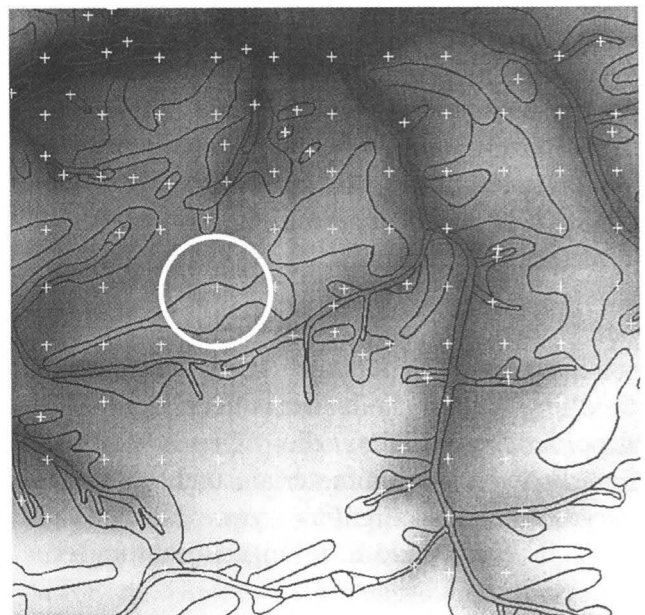


Abb. 1: Mittelpunkte von Reklassifikationskreisen und BK50-Polygone vor DGM5-Graustufen. Ca. 3x3 km.

Das Werkzeug zur Erstellung der Variation sind geomorphologische Rasterzellenlayer (Grids) von 10x10m-Auflösung. Aus einem Set von sieben Grids werden diejenigen drei bis sieben durch automatisierte Tests ausgewählt, die als Variablen dazu führen, das Kriterium *c* (s.u.) im *maximum likelihood*-Verfahren einzuhalten.

Neben der absoluten Geländehöhe werden bis zu sechs komplexe geomorphologische Layer wie die „Exponiertheit der weiteren bzw. näheren Umgebung“ und „Form-Lage-Indizes“ verwendet (Schulz 2003).

Folgende Kriterien sind bei der Umsetzung von BE-Zellen im Kreis implementiert worden und führen zu einem Ergebnis, wie es Abbildung 2, unten, zeigt:

1 Inst. f. Forstliche Biometrie u. Informatik, Uni Göttingen
rschulz@gwdg.de

2 Landesanstalt für Ökologie, Bodenordnung u. Forsten, Recklinghausen
norbert.asche@loebf.nrw.de

- a Mindestanzahl der Zellen einer BE im Kreis ist 25
- b Maximal 10 BE im Kreis, sonst Belassen der BE
- c Auswahl einer Kombination von 3 bis zu 7 Variablen, die in Mindestmaß an Modellwahrscheinlichkeit hervorbringt.
- d1 Mindestanzahl einer modellierten BE-Zellenanzahl muss $\frac{1}{2}$ BK-Basisanzahl sein.
- d2 Justierung der Klassengrößen je Kreis durch *a priori*-Gewichtungen.
- e Mehrfachbelegung der Zellen durch Kreisüberlappung, Auswahl der wahrscheinlichsten BE.
- f Höchstens 100m-Distanz einer BE v. Originallage
- g Iterative Eliminierung von isolierten BE-Zellengruppen mit 100, 200 ... bis 900m² Größe.

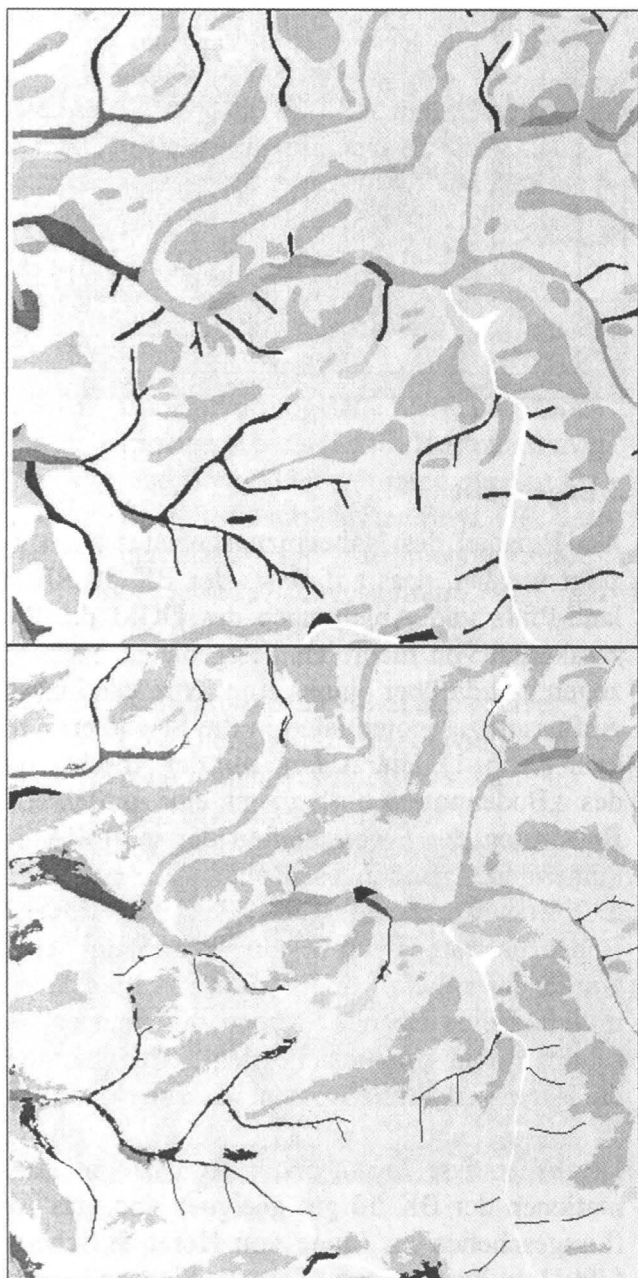


Abb. 2: Bodeneinheiten vor (oben) und nach Erstellung der äußeren Variation. Ausschnitt ca. 4x4 km.

Auf Grundlage der Angaben der minimalen und maximalen Schichtmächtigkeit der BK50-Einheiten

wird mit Hilfe linearer Transformation zweier geomorph. Variablen (ein Exponiertheitsindex und ein Einzugsgebietsindex) eine innerhalb der BE variierende Schichtmächtigkeit erzeugt (innere Variation). Weisen Schichten mehr als 10% Skelett auf, so wird ihnen in Abhängigkeit der Hanglänge und Hangneigung oberhalb jeder Zelle eine Skelettfaktorvariation von 0,9 bis 1,1 zugeordnet (ebenfalls innere Variation). Beide variierenden Maße führen zu einer Variation der nutzbaren Feldkapazität der Zellen der BE.

Ergebnis

Sehr kleinräumige bodenkundliche Gegebenheiten, die in den Reklassifikationskreisen primär nicht vorkommen, können zwar mit dem Verfahren nicht hervorgebracht werden; die Bodeneinheiten befinden sich aber nach ihrer zellenbasierten Umsetzung an Reliefpositionen, die ihrer Genese entsprechen. Folglich sind auch Standortinformationen dem DGM5 angepasst und besser wiedergegeben, als es der Maßstab 1:50.000 der Primärbodendaten suggeriert.

Vielerlei Syntheseschritte vereinigen schließlich die Boden- mit Klimainformationen, dem neben den Bodendaten wichtigen zweiten standörtlichen Datenkomplex. Unter anderem werden die Länge der Vegetationszeit (VZ), die VZ-Temperatur, die VZ-Niederschläge und VZ-Einstrahlung einbezogen. ATKIS-Daten ergänzen die Basisinformation. So ergibt sich der „Gesamtwasserhaushalt“ (Abb. 3). Dieser und andere Standortparameter stehen sodann z.B. als Grundlage für eine standortangepasste Baumartenwahl (Asche 2001) digital bereit.

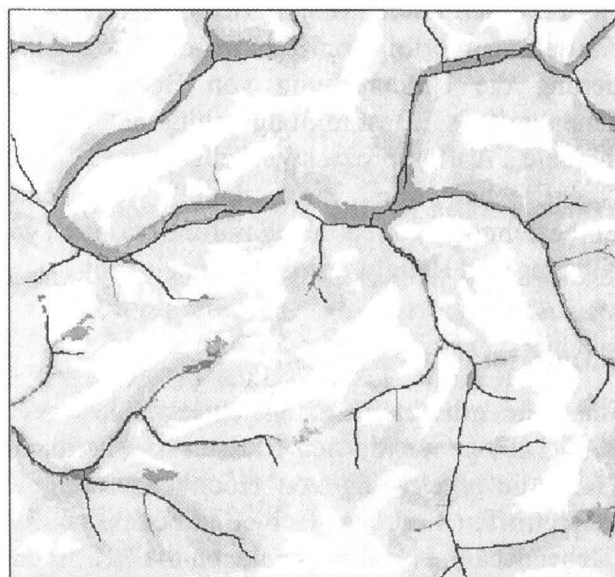


Abb. 3: Gesamtwasserhaushaltsklassen. Ca. 3x2,5 km.

Literatur

Asche, N. (2001): Standortgerechte Baumartenwahl in Nordrhein-Westfalen. AFZ 56(16), S. 826-829.
Behrens, T., Schmidt, K., Kipka, H. & Scholten, T. (2006): Prognose und Korrektur von Bodenkarten mit Techniken des Data Minings. Poster DBG-Komm. V-Tagung.
Schulz, R. & Asche, N. (2001): Forstliche Standortkartierung in NRW. LÖBF-Mitteilungen 1, S. 47-56.
Schulz, R. (2003): Flächenbezogene Modelle zur Unterstützung der Forstlichen Standortkartierung im Niedersächsischen Bergland. Univ. Diss., Göttingen.

Die Prognose von Abflussprozesspotenzialen auf Basis der Bodenkarte 1:50.000, Rheinland-Pfalz

Steinrücken, U.¹, Behrens, T², Scholten, T².
& N. Demuth³

1 Einleitung

Weltweit fehlen hochauflösende bodenkundliche Daten für die Umweltplanung. Dies liegt in der generell zeit- und kostenintensiven klassischen Kartierung begründet, die enormes Expertenwissen und aufwendige Geländearbeiten voraussetzt. Im Hinblick auf den sich vollziehenden Klimawandel und daraus resultierende Änderungen des Niederschlagsregimes werden insbesondere für die hochwasserrelevanten und die hochwassergefährdeten Bodenregionen hochauflösende bodenhydrologische Informationen benötigt.

Einen Ansatz zur Erstellung derartiger Karten bieten die Prozessbeurteilungsschemata nach Horat & Scherrer (2001). Dieser „Bestimmungsschlüssel“ zur Identifikation hochwasserrelevanter Flächen ist ein hierarchisch aufgebauter empirischer Entscheidungsbaum, mit dessen Hilfe der dominante Abflussprozess eines Standortes abgeleitet werden kann. Analog zu bodenkundlichen Kartierungen erfolgt im Rahmen der Prozesskartierung die Untersuchung von Bodenprofilen, denen mittels „Bestimmungsschlüssel“ der dominante Abflussprozess typ zugewiesen wird. Das Ergebnis, die „Prozesskarte“, wird unter Einbeziehung von Geländeinformationen wie Nutzung und Relief in die Fläche gebracht.

2 Material und Methoden

Die Nahe, mit einer Einzugsgebietsgröße von ca. 4000 km², gehört zu den Flüssen in Rheinland-Pfalz, die regelmäßig von Hochwasserereignissen betroffen sind. Das Gebiet ist bodenkundlich flächendeckend kartiert: Es liegen die BK 50 und am östlichen Rand auch Bodenkarten im Maßstab 1: 25 000 vor. Vorrätig sind ebenfalls Informationen aus dem DGM. Flächendeckende Informationen über das Abflussgeschehen fehlten bislang, jedoch liegen im Einzugsgebiet bzw.

in seinem unmittelbaren Umfeld 4 Testgebiete, in denen nach der Methode von Horat & Scherrer (2001) Prozessstypen ausgewiesen (Tab. 1) und entsprechende Prozesskarten erstellt wurden. Zur Regelableitung und Prognose kommen Data-Mining Verfahren wie Neuronale Netze zum Einsatz (Behrens et al. 2005, 2006), mit deren Hilfe die Zusammenhänge zwischen Relief und Prozessflächen aus den 4 Testgebieten in das Naheinzugsgebiet übertragen werden (vgl. Behrens et al., 2006, dieser Band der DBG-Mitteilungen).

Tab. 1: Ausweisung von Abflusstypen nach Horat & Scherrer (2001) als Funktion von Abflussprozess und dessen Intensität.

Fließweg	Prozessgruppe	Abk.	Intensität des Abflussprozesses	Abflusstyp
Oberfläche	Hortonischer Oberflächenabfluss	HOF 1	Sofortiger Oberflächenabfluss als Folge von Infiltrationshemmnissen	1
		HOF 2	Leicht verzögerter Oberflächenabfluss als Folge von Infiltrationshemmnissen	1
	Gesättigter Oberflächenabfluss	SOF 1	Sofortiger Oberflächenabfluss als Folge sich schnell sättigender Flächen	1
		SOF 2	Verzögerter Oberflächenabfluss als Folge sich schnell sättigender Flächen	2
		SOF 3	Stark verzögerter Oberflächenabfluss als Folge sich schnell sättigender Flächen	4
	Unterdisch	Laterale Fließprozesse im Boden	SSF 1	Rascher Abfluss im Boden
SSF 2			Verzögerter Abfluss im Boden	3
SSF 3			Stark verzögerter Abfluss im Boden	4
Tiefensickerung		DP	Tiefensickerung	5

3 Ergebnisse

Am Beispiel des Naheinzugsgebietes kann gezeigt werden, dass auf Basis der BK 50 Rheinland-Pfalz und Ableitungen des DGM die Prozesskarten von mehreren Testgebieten nachvollzogen und darüber hinaus eine Extrapolation von Abflussprozesspotentialen in die Fläche erfolgen kann (Abb. 1). Hierzu fand mit der Abschätzung des „Bodenpotenzials“ zuerst eine umfassende Bewertung der Eigenschaften der in BoFA dokumentierten Bodengesellschaften in Bezug auf die Versickerungsfähigkeit der beschriebenen Bodensubstrate statt. In einem zweiten Schritt wurde das reliefabhängige Abflusspotenzial ermittelt. Beide Ebenen wurden miteinander verschnitten und den entstehenden Teilflächen über ein Regelwerk Abflusspotenziale zugewiesen.

Die Ergebnisse lassen erkennen, dass die Informationen der BK 50 gut geeignet sind, das Abflussgeschehen im Sinne von Horat & Scherrer (2001) zu beschreiben (Tab. 2). Sie ermöglichen auch ein Abschätzen des dominanten Abflusspo-

1: Soilution GbR, Illinger Str. 115, 66265 Heusweiler

2: Eberhardt-Karls-Universität Tübingen, Geographisches Institut, Lehrstuhl für Physische Geographie, Rümelinstraße 19-23, D-72070 Tübingen

3: Landesamt für Gewerbeaufsicht, Umwelt und Wasserwirtschaft (LUWG), Mainz

tentials von Bodeneinheiten als Transfergrundlage für Flächen, zu denen keine Informationen zum Abflussverhalten vorliegen. Hierzu werden neben dem reliefabhängigen Potenzial in BoFA berechnete Kennwerte wie Kf-Wert und Luftkapazität, aber auch die Zusammensetzung der Bodenformengesellschaft verwendet.

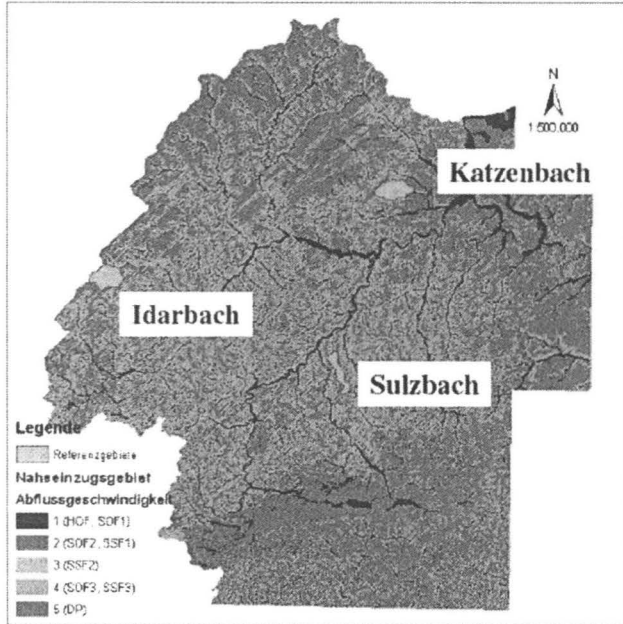


Abb. 3: Bodenhydrologische Karte des Nahe-Einzugsgebietes (HOF: Hortonian overland flow, SOF: saturated overland flow, SSF: sub-surface flow, DP: deep percolation; mit zunehmender Größe der jeweils nachgestellten Zahl nimmt die Abflussverzögerung zu).

Tab. 2: Abflusstyp nach Horat & Scherrer (2001) und Abflussgeschwindigkeit nach bodenhydrologischer Karte im Einzugsgebiet „Sulzbach“

Abflusstyp (Scherrer)	Abflussgeschwindigkeit (Soilution)					Gesamt (%)
	1	2	3	4	5	
1	32	19	11	28	10	8
2	11	19	47	16	7	9
3	11	3	61	24	2	16
4	0	3	10	63	24	46
5	0	1	0	18	81	21
Gesamt (%)	5	5	19	40	30	100

4 Diskussion

Die vorgestellte Bodenhydrologische Karte des Nahe-Einzugsgebietes prognostiziert hydrologische Prozesse und Abflussgeschwindigkeiten im Zielmaßstab 1: 25000 auf Basis von Variablen

aus dem Digitalen Geländemodell im 20x20m Raster und der Bodenkarte Saar-Nahe-Hunsrück des LGB im Maßstab 1:50.000. Die so generierten Abflussprozesskarten in den beiden Test- und Trainingsgebieten Sulzbach und Idarbach stimmen in weiten Bereichen mit den Kartiererergebnissen nach dem Schema von Horat & Scherrer (2001) überein. Sie transferiert lagegetreu die Abflusstypen und -prozesse von in die Fläche.

Tendenziell sind kleinflächige Areale mit hoher Abflussgeschwindigkeit („Hot spots“) unterrepräsentiert. Abweichungen begründen sich insbesondere durch (a) Interpretationsspielräume und unterschiedliche Zielmaßstäbe bei der Boden- und der hydrologischen Prozesskartierung sowie (b) Lageungenauigkeiten der kartierten Flächeneinheiten verglichen mit den geomorphometrischen Reliefeinheiten aus dem digitalen Höhenmodell und die Herausnahme von Siedlungsflächen im Rahmen der Erstellung einer flächendeckenden Karte als Grundlage für N-A-Modellierungen.

Insgesamt kann damit festgehalten werden, dass die BK 50 Rheinland-Pfalz in Kombination mit Data Mining basierten Prognosen eine solide Basis für die Erstellung von Abflussprozesskarten darstellt und als Input eines räumlich differenzierten Wasserhaushaltsmodells dienen kann.

Literatur:

- Behrens, T., Förster, H., Scholten, T., Steinrücken, U., Spies, E.-D. and Goldschmitt, M., 2005. Digital soil mapping using artificial neural networks.- J. Plant Nutr. Soil Sci. 168(1), 21-33.
- Behrens, T., Schmidt, K., Kipka, H. & T. Scholten, 2006. Prognose und Korrektur von Bodenkarten mit Techniken des Data Minings. Mitteiln. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch., dieser Band
- Horat & Scherrer, 2001. Bestimmungsschlüssel zur Identifikation von Hochwasserrelevanten Flächen. Landesamt für Wasserwirtschaft Rheinland-Pfalz, Mainz. Bericht 00/13.

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

REFERATE

Workshop AG „Bodenerosion“
„Bodenerosion durch Wasser und Wind –
Modelle, Gegenmaßnahmen und Nachweismöglichkeiten“
10. bis 12. Mai 2006, Leipzig

Band 108

2006

Anwendung der DIN 19706 zur Abschätzung der Bodenerosionsgefährdung durch Wind als Grundlage für eine nachhaltige Landnutzungsplanung Das Beispiel Goldelund

M. Bach & R. Duttmann

Einleitung

Standortangepasste landwirtschaftliche Bodenbewirtschaftung gemäß § 17 BBodSchG hat eine nachhaltige Sicherung der Bodenfunktionen zum Ziel. Eine Abschätzung der Bodenerosionsgefährdung der landwirtschaftlichen Nutzflächen ist insbesondere in potenziell durch Winderosion bedrohten Gebieten erforderlich, um den vom Gesetzgeber definierten Grundsätzen guter fachlicher Praxis zu genügen.

Material und Methoden

Untersuchungsgebiet

Das Untersuchungsgebiet Goldelund (Nordfriesland) liegt im Naturraum Schleswiger Vorgeest, eines der am stärksten durch Winderosion bedrohten Teilgebiete der Bundesrepublik Deutschland (Richter, 1965). Das 18 km² große Gebiet befindet sich etwa 25 km südwestlich der Stadt Flensburg. Die Ortschaft Goldelund bildet das Zentrum des Gesamtuntersuchungsgebietes, welches sich durch eine weitläufige Ebenheit auszeichnet. Aus der sanft nach Westen einfallenden Ebene ragen neben einzelnen Restvorkommen der weitgehend erodierten jungsaalezeitlichen Eisrandlagen lediglich die im Spätglazial und Holozän aufgewehten Dünen hervor.

Das Klima ist durch die geringe Entfernung zur Nordsee deutlich ozeanisch geprägt. Die Jahresmitteltemperatur liegt bei 8 °C, im langjährigen Mittel fallen 800 mm/a Niederschlag und die

mittlere Windgeschwindigkeit beträgt 4,9 m/s, gemessen an der durch den Deutschen Wetterdienst betriebenen Station Leck.

Historische Quellen belegen Winderosionsereignisse für das frühe 15. Jahrhundert. Mit Hilfe moderner Datierungsverfahren konnten bereits für die Römische Kaiserzeit teils verheerende Sandverwehungen nachgewiesen werden (Haffner et al., 2000). Bis zum heutigen Tage kommt es, insbesondere im Zusammenhang mit der anthropogenen Bodennutzung zu zum Teil schwerwiegenden Winderosionsereignissen.

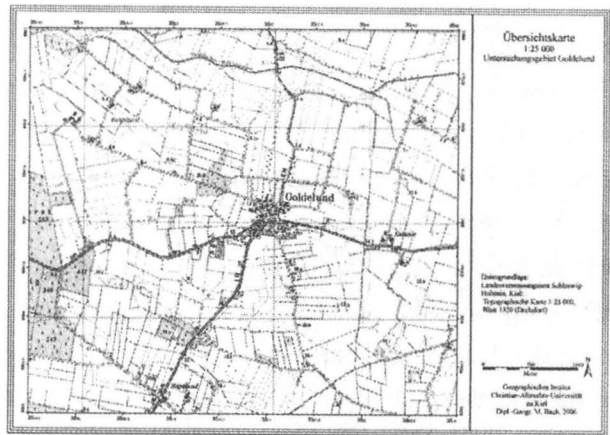


Abb. 1 Das Untersuchungsgebiet Goldelund

Abschätzung der Bodenerosionsgefährdung

Zur Beurteilung der schlagbezogenen Bodenerosionsgefährdung durch Wind wurde die DIN 19706 (DIN, 2004) eingesetzt. Das Verfahren erlaubt unter Berücksichtigung der Eingangsparameter:

- Bodenart,
- Gehalt an organischer Substanz,
- Jahresmittel der Windgeschwindigkeit,
- Anbaufrucht/ Fruchtfolge und
- Windhindernisse

eine Abschätzung der Erosionsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Ackerböden durch Wind unter Berücksichtigung der Schutzwirkung von Windhindernissen.

Die Gefährdungsabschätzung erfolgte in drei unterschiedlichen Szenarien. Zunächst wurde die DIN 19706 normgetreu angewendet, dabei wur-

den bei den klimatologischen Eingangsdaten das Jahresmittel der Windgeschwindigkeit und die Hauptwindrichtung berücksichtigt. Im Untersuchungsgebiet Goldelund kommt es bevorzugt in den Monaten April bis Juni zu Winderosionsereignissen. Die Hauptanbaufrucht Mais bildet zu dieser Jahreszeit keine oder nur eine spärliche Bodenbedeckung aus. Dieser geringe Schutz der Bodenoberfläche durch Vegetation fällt zeitlich zusammen mit einem relativ häufigen Auftreten sog. Ostwetterlagen, die sich durch höhere Windgeschwindigkeiten, geringe Luftfeuchtigkeiten und meist ausbleibende Niederschläge auszeichnen. In einem zweiten Szenario erfolgte also eine Beurteilung der Winderosionsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Ackerflächen auf der Grundlage der klimatologischen Mittelwerte für den Haupterosionszeitraum.

Mittelfristig sollte eine Reduktion der Erosionsgefährdung der Ackerflächen durch eine Ausweitung des Hindernisnetzes zu erreichen sein, ohne dabei die Schlaggrenzen zu verändern. Um den Erfolg einer solchen Maßnahme beurteilen zu können, wurde in einem dritten Szenario die Erosionsgefährdung für den Fall eines erweiterten Windhindernisnetzes beurteilt.

Ergebnisse

Das erste sowie das zweite Szenario machen deutlich, dass die im Gebiet vorhandenen Windhindernisse weder in Bezug auf die Hauptwindrichtung (WSW) noch auf die „erosive“ Windrichtung (O) einen ausreichenden Schutz vor Bodenerosion bieten (vergl. Tab.1). Trotz der Neuanlage von Windhindernissen seit den 1950er Jahren, die im Rahmen des *Programm Nord* erfolgte, sind nach wie vor, rund 80 % der aktuell bewirtschafteten Ackerflächen keinerlei Erosionsschutz erfahren. Die derzeitige Heckendichte im Untersuchungsgebiet beträgt 24,5 m/ ha landwirtschaftlicher Nutzfläche und liegt damit deutlich unter der nach Richter (1965) anzustrebenden Heckendichte von 60 m/ ha landwirtschaftlicher Nutzfläche in Gebieten mit zur Winderosion neigenden Böden. In einem dritten Szenario wurde dementsprechend

untersucht, inwieweit eine Ergänzung des vorhandenen Hindernisnetzes zu einem verbesserten Windschutz führen würde. Die Modellergebnisse zeigen, dass ohne eine Veränderung der Schlaggeometrien und Ergänzung von Hindernissen bevorzugt an den Ostgrenzen der Ackerflächen, die Heckendichte um 2,3 km (=25,6 m/ ha LN) erhöht werden kann. Dies führt lediglich zu einer geringfügigen Verbesserung der Gefährdungssituation. Ein wirksamer Windschutz ließe sich im Untersuchungsgebiet nur durch eine veränderte Flurstruktur oder eine veränderte Landnutzung erzielen.

Tab. 1 Flächenanteile der unterschiedlichen Erosionsschutzklassen für unterschiedliche Modellszenarien

		Flächenanteil in Erosionsgefahrenklasse [ha]					
		0	1	2	3	4	5
Szenario (Windrichtung)		keine Gefahr	sehr geringe Gefahr	geringe Gefahr	mittlere Gefahr	hohe Gefahr	sehr hohe Gefahr
	gesamte landw. Nutzfläche	1321	0	54	42	0	210
nur Ackerland	WSW	5	17	49	50	7	178
	O	4	17	69	58	6	159
	O _{plus} (Hindernisse ergänzt)	6	31	81	66	16	115

Literatur

DIN Deutsches Institut für Normung (2004): DIN 19706. Bodenbeschaffenheit – Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wind. Berlin.

RICHTER, G. (1965): Bodenerosion. Schäden und gefährdete Gebiete in der Bundesrepublik Deutschland, Bad Godesberg.

HAFFNER, A., H. JÖNS & J. REICHSTEIN (Hrsg.) (2000): Frühe Eisengewinnung in Joldelund, Kreis Nordfriesland. In: Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie aus dem Institut für Ur- und Frühgeschichte der Universität Kiel, 59, Bonn.

Erosionsgefährdungseinstufung zur Erfüllung von Cross Compliance im Bundesland Brandenburg

Detlef Deumlich¹, Joachim Kiesel und Lidia Völker

Einleitung

Zur Einstufung von Feldblöcken in Erosionsgefährdungsstufen existiert ein „Vorschlag des AK Erosionsgefährdungsabschätzung der Bodenspezialisten der Bundesländer zur Abschätzung der potentiellen Erosionsgefährdung durch Wasser und Wind gemäß § 5 des Direktzahlungen-Verpflichtungen-Gesetz“ (Tabelle 1).

Tab.1. Potentielle Wassererosion - Gefährdungsstufen

Stufe nach DIN 19708	Bezeichnung	K * S	K * S * R (mit R = 50)	Benurteilung in Bezug auf Cross-Compliance*
E _{nat} 0	keine bis sehr geringe Erosionsgefährdung	<0,01	<0,5	CC 0
E _{nat} 1	sehr geringe Erosionsgefährdung	0,01 - <0,05	0,5 - <2,5	CC 1
E _{nat} 2	geringe Erosionsgefährdung	0,05 - <0,1	2,5 - <5	
E _{nat} 3	mittlere Erosionsgefährdung	0,1 - <0,15	5 - <7,5	CC 2
E _{nat} 4	hohe Erosionsgefährdung	0,15 - 0,3	7,5 - <15	CC 3
E _{nat} 5	sehr hohe Erosionsgefährdung	>0,3	>15	

Ziel

Anwendungen dieses Vorschlages auf Feldblöcke sind bisher meist auf Beispielschläge begrenzt. Deshalb wurden Testberechnungen für Feldblöcke im Gebiet der Uckermark realisiert.

Problematik

- In der DIN aufgeführte Grenzwerte der Stufen für die einzelnen Erosionsgefährdungen nehmen eine teils „zu scharfe“ Einstufung bereits bei geringen Hangneigungen vor (s. Tabelle 2)
- Demzufolge sind auch sandig-lehmige und lehmig-sandige Böden bereits ab 5 % Hangneigung in der hohen Gefährdung einzustufen, was die speziellen Erosionsrisiken in Brandenburg nicht adäquat widerspiegelt.

Deshalb erfolgten Modifikationen der Ausgangstabelle in Tabelle 3.

Tab. 2: S-Faktoren basierend auf DIN 19708 (Gl. 5) nach Nearing et al. 1997
Beispiel der Einstufung der sandigen Lehmlandorte (K=0,3)

Winkel-->	Prozent S*0,3	Prozent-->	Winkel S* 0,3
1	1,75	0,062	1
2	3,49	0,113	2
3	5,24	0,168	3
4	6,99	0,228	4
5	8,75	0,293	5
6	10,51	0,363	6
7	12,28	0,438	7

Methodik

Die Berechnung der Erosionsgefährdung erfolgt rasterweise durch Multiplikation der Faktoren Hangneigung und Bodenerodierbarkeit nach DIN 19708. Grundlage dazu bilden das Digitale Geländemodell

(DGM25 der Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg) und die digitale Bodenschätzungskarte. Für alle Rasterzellen wurde basierend auf dem Original-DGM25 folgendes Vorgehen gewählt:

1. Berechnung der Hangneigung (rasterweise – Fkt. Slope)
2. Ableitung des S-Faktors nach DIN
 $S = -1,5 + (17/(1+EXP(2,3-6,1 * SIN (Winkel))))$
3. Multiplikation mit Faktor Bodenerodierbarkeit K nach DIN
(abgeleitet aus Bodenkarte, z.B. Bodenschätzung)
4. Feldblockbezogene Ausweisung der Erosionseinstufung mit der ZALF-Methode zum Standortvergleich „VERMOST“ (weitere Methoden sind z.B. gewichtete bzw. arithmetische Mittelbildung).

Tab.3. Potentielle Wassererosion – Gefährdungsstufen nach DIN, inklusive veränderte Varianten DD1 und DD2

Stufe nach DIN 19708	K * S DIN	K * S DD1	K * S DD2
E _{nat} 0	<0,01	<0,04	<0,04
E _{nat} 1	0,01 - <0,05	0,04 - <0,06	0,04 - <0,06
E _{nat} 2	0,05 - <0,1	0,06 - <0,1	0,06 - <0,1
E _{nat} 3	0,1 - <0,15	0,1 - <0,2	0,1 - <0,2
E _{nat} 4	0,15 - 0,3	0,2 - 0,5	0,2 - 0,4
E _{nat} 5	>0,3	>0,5	>0,4

Ergebnis:

Geprüft wurden die Auswirkungen der geringfügig veränderten Grenzen DD1 und DD2 nach Tabelle 3. Dazu wurden die ermittelten Stufen der Varianten stets von der DIN-Stufe subtrahiert (Tab. 4). Es bestehen zwischen den Varianten DIN und DD1 bzw. DD2 für 965 (63%) bzw. 951 (62%) Feldblöcke nur geringe Differenzen bei der Einstufung um ein bis zwei Stufen. In ca. 40% der Fälle entspricht die Einstufung in DD1 und DD2 der DIN. 4 % weisen eine Differenz von 2 Stufen auf.

Tab. 4: Ergebnis der Einstufungsveränderung der Varianten aus Tabelle 3 und 5 im Vergleich zur DIN am Beispiel ausgewählter Feldblöcke in der Uckermark

	-2	-1	0	+1	+2	+3	+4	n bzw. %
DIN - DD1			574	897	68			1539
			37,3	58,3	4,4			100
DIN - DD2			588	886	65			1539
			38,2	57,6	4,2			100
DIN - Tab.5 Var. 1	96	301	683	367	77	13	2	1539
	6,2	19,6	44,4	23,9	5	0,8	0,1	100
DIN - Tab.5 Var. 2		1	336	901	275	23	3	1539
		0,1	21,8	58,5	17,9	1,5	0,2	100

Die bislang in Nordostdeutschland genutzten Algorithmen (Tab. 5) zeigen aufgrund anderen methodischen Herangehens größere Differenzen zur DIN-Variante (Tab. 4). Die Nutzung von Variante 2 (schwächere Einstufung der Lehmsande in der Neigungsgruppe < 2°) weist für ca. 60 % der Feldblöcke eine Einstufung um eine Stufe niedriger (+1), für weitere 18 % um 2 (+2) und etwa 2 % um 3 und 4 Stufen aus, d.h. die

¹ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg, e-mail: ddeumlich@zalf.de, Tel: 033432-82329

DIN bewertet das Erosionsrisiko gegenüber diesem bislang genutzten Algorithmus deutlich schärfer.

Tab. 5: Einstufung der Wassererosionsgefährdung (Variante 1)

Bodenschätzung	Hangneigungsgruppen						
	<2°	2..5°	5..6°	6..8°	8..10°	10..13°	>13°
Bodenarten	<3,5%	3,5..8,8%	8,8..10,5%	10,5..14%	14..17,6%	17,6..23,1%	>23,1%
Mo	(0) ohne						
Ton, schwerer Lehm (T, LT)	(0) ohne	(1) sehr gering	(1) sehr gering	(2) gering	(2) gering	(3) mäßig	(4) stark
Sand (S)	(0) ohne	(1) sehr gering	(2) gering	(2) gering	(3) mäßig	(4) stark	(5) sehr stark
Sandiger Lehm (sL), milder Lehm (L)	(0) ohne	(2) gering	(3) mäßig	(3) mäßig	(4) stark	(4) stark	(5) sehr stark
Lehmsand (Sl, IS, SL)	(2) gering	(2) gering	(3) mäßig	(4) stark	(4) stark	(5) sehr stark	(5) sehr stark

(Variante 2)

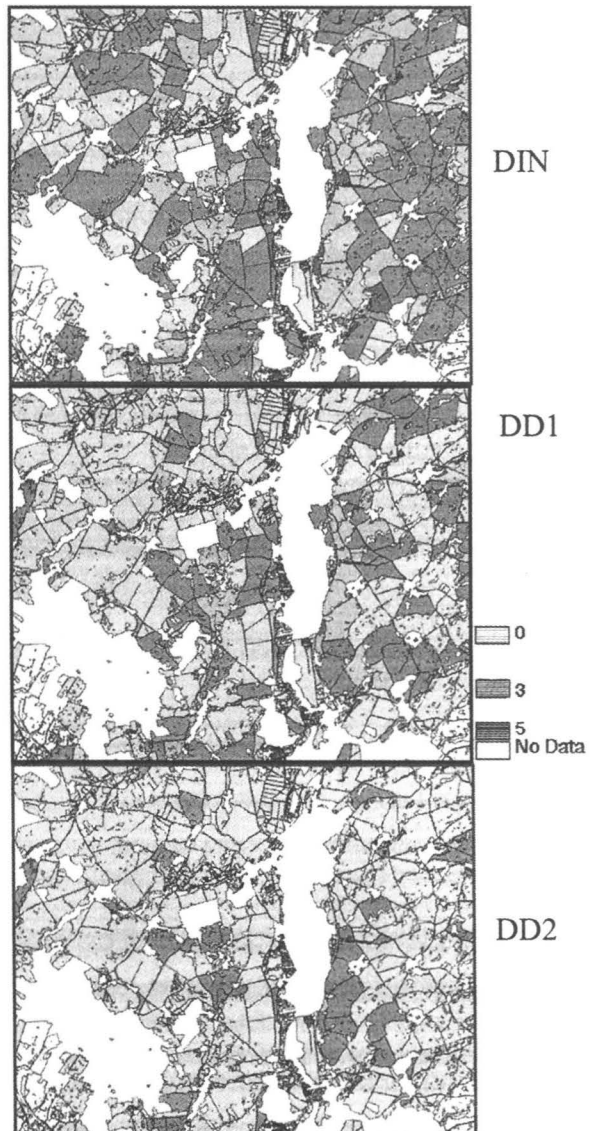
Bodenschätzung	Hangneigungsgruppen						
	<2°	2..5°	5..6°	6..8°	8..10°	10..13°	>13°
Bodenarten	<3,5%	3,5..8,8%	8,8..10,5%	10,5..14%	14..17,6%	17,6..23,1%	>23,1%
Mo	(0) ohne						
Ton, schwerer Lehm (T, LT)	(0) ohne	(1) sehr gering	(1) sehr gering	(2) gering	(2) gering	(3) mäßig	(4) stark
Sand (S)	(0) ohne	(1) sehr gering	(2) gering	(2) gering	(3) mäßig	(4) stark	(5) sehr stark
Sandiger Lehm (sL), milder Lehm (L)	(0) ohne	(2) gering	(3) mäßig	(3) mäßig	(4) stark	(4) stark	(5) sehr stark
Lehmsand (Sl, IS, SL)	(1) sehr gering	(2) gering	(3) mäßig	(4) stark	(4) stark	(5) sehr stark	(5) sehr stark

Die Nutzung einer „schärferen“ Einstufung (Variante 1, Änderung für Lehmsande bis 2°) endet mit ähnlichem Ergebnis, allerdings sowohl mit Herab- als auch Hinaufstufungen verglichen mit der DIN. Danach werden 96 (6 %) Feldblöcke allein durch diese Änderung stärker erosionsgefährdet als mit der DIN berechnet ausgewiesen, während 30 % eine Herabstufung gegenüber der DIN erfahren (davon 24% um eine, 5 % um 2 und 1 % um 3 bzw. 4 Stufen).

Fazit:

Alle Varianten berechnen die Erosionsgefährdung rasterorientiert. Verglichen mit den bisher genutzten Algorithmen, die Klassen bereits für die Bestimmung der Erosionsgefährdung der Raster kombinieren, hat die Multiplikation der Parameter für Hangneigung und Bodenerodierbarkeit den Vorteil, die realen Verhältnisse objektiver widerzuspiegeln. Die Klassenbildung der Erosionsgefährdung zur Realisierung der Feldblockeinstufung erfolgt im Anschluss. Beide Verfahrensweisen erlauben nur eine grobe Abschätzung der Erosionsgefahr, da Hangform und Hanglänge unberücksichtigt bleiben. Ziel ist gegenwärtig, Daten zur Realisierung von Cross Compliance zur Verfügung zu stellen.

Die Einstufung verfolgt nicht das Ziel, das BBodSchG zu realisieren. Aufgrund der nach Meinung der Autoren zu scharfen Grenzwerte der DIN werden 2 Varianten abgeänderter Grenzen vorgeschlagen. Beide Varianten DD1 und DD2 sind verglichen mit den DIN-Stufen besser geeignet, die Erosionsgefährdung für Brandenburger Verhältnisse abzubilden. Sie stehen auch annähernd im Einklang mit den bisher angewandten Methoden. Deshalb sollten die DIN-Grenzen überarbeitet und nach Berechnungen der verschiedenen Varianten für unterschiedliche Bodenregionen und topografische Bedingungen, (deutschlandweit Erfahrungen erlangen) objektiviert, d.h. geändert werden, um die Landwirte nicht über Gebühr mit Maßnahmen im Sinne von Cross Compliance zu beauftragen.



Varianten der Gefährdungsstufen, Ausschnitt aus dem Landkreis Uckermark

Literatur:
DIN 19708 "Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG"

Berechnung von Hangneigungsflächentypen für Feldblöcke* in Brandenburg

Detlef Deumlich¹, Joachim Kiesel, Jürgen Thiere und Lidia Völker

Ziel

Für die Vergabe von Agrarfördermitteln ist der Feldblock das Referenzobjekt. Die Einhaltung speziell daran gekoppelter Mindestanforderungen des Bodenschutzes wird kontrolliert, darunter die Erosionsvermeidung. Kartenübersichten sind erforderlich.

Methode

Das im Zuge der Erarbeitung der Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung (MMK) verfolgte Flächentypenkonzept kann zur ersten Beurteilung genutzt werden. Dabei werden ursprünglich heterogene Boden-, Relief-, Hydromorphie- und Steinigkeitsverhältnisse nach ihren wesentlichen und begleitenden Eigenschaften innerhalb von Kartiereinheiten beurteilt und zusammengefasst. Unter anderem wurden Kriterien zur Bestimmung der Hangneigungsverhältnisse erarbeitet (Tabelle 1).

Die Hangneigungsverhältnisse bieten einen allgemeinen Überblick über mögliche Erosionsgefährdungen nur basierend auf den Reliefeigenschaften.

Die Bezugsbasis Feldblock hat zur Folge, dass lediglich mittlere Verhältnisse abgebildet werden.

Ein modifizierter Ansatz nutzt denselben Algorithmus im Moving Window und kann damit mit einem skalierbaren Generalisierungsgrad die vorherrschenden Neigungsverhältnisse unter Einbeziehung einer wählbaren Umgebung lagekonkreter beschreiben. Mit dem Verfahren ist eine erste Einstufung möglicher Erosionsgefahren realisierbar.

Gebiete ohne hangneigungsbedingte Wassererosionsgefahren sind in Übersichten leicht erkennbar (Abb. 1). Die Neigungsflächentypen können auch als Tabelle Feldblockareale zur Verfügung gestellt werden (Tab. 2).

Tab 2: Häufigkeit der Feldblöcke nach Neigungsflächentypen in Brandenburg

NFT	Anzahl Feldblöcke	Prozent Feldblöcke	km ²
1	75191	78,1	10098,4
3	13183	13,7	2973,8
5	5421	5,6	821,1
7	253	0,3	49,7
9	1803	1,9	135,0
11	420	0,4	13,3

Tabelle 1: Kriterien (präzisiert) zur Bestimmung der Hangneigungsflächentypen (NFT)

Hangneigungsflächentypen			Zusammengefasste Hangneigungsgruppen (ZHNG I...V)				
Symbol	Vergleichsstufe (VST)	Bezeichnung	Hangneigungsgruppen (HNG 1-8)				
			I 0 <4%	II 1 4-9%	III 2 / 3 9-14%	IV 4 / 5 14-23%	V 6 - 8 >23%
01	0	eben	>=95	<=5	0		
03	1	flach	>=60	<=40		0	
05	2	flach mit mäßig geneigten Anteilen	>=80		<=20	<=5	0
07	3	flach mit stark geneigten Anteilen	>=80		<=20		<=5
09	4	mäßig geneigt mit stark geneigten Anteilen	>=70			<30	
11	5	stark geneigt	<70			>=30	

Ergebnis

Der Algorithmus aus Tabelle 1 wurde in ArcInfo Macro Language (AML) implementiert.

Innerhalb kürzester Zeit können Berechnungen verschiedenster Varianten über sämtliche Feldblöcke oder andere beliebige Zielkonturen erfolgen.

Jedem Feldblock werden Neigungsflächentypen basierend auf den Anteilen einzelner Hangneigungsgruppen zugewiesen

* Ein Feldblock ist eine zusammenhängende landwirtschaftlich nutzbare Fläche mit (relativ) dauerhaften landwirtschaftlichen Außengrenzen, die von einem oder mehreren Erzeugern bewirtschaftet wird und die mit einer oder mehreren Fruchtarten bestellt oder ganz oder teilweise stillgelegt ist.

In ihnen können unterschiedliche Standortverhältnisse auftreten.

¹ Leibniz-Zentrum für Agrarlandschaftsforschung (ZALF) e.V., Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg, e-mail: ddeumlich@zalf.de, Tel: 033432-82329

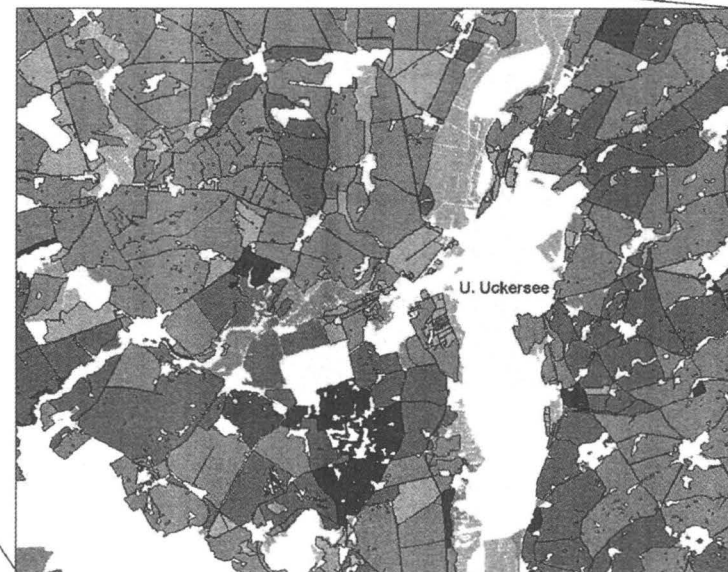
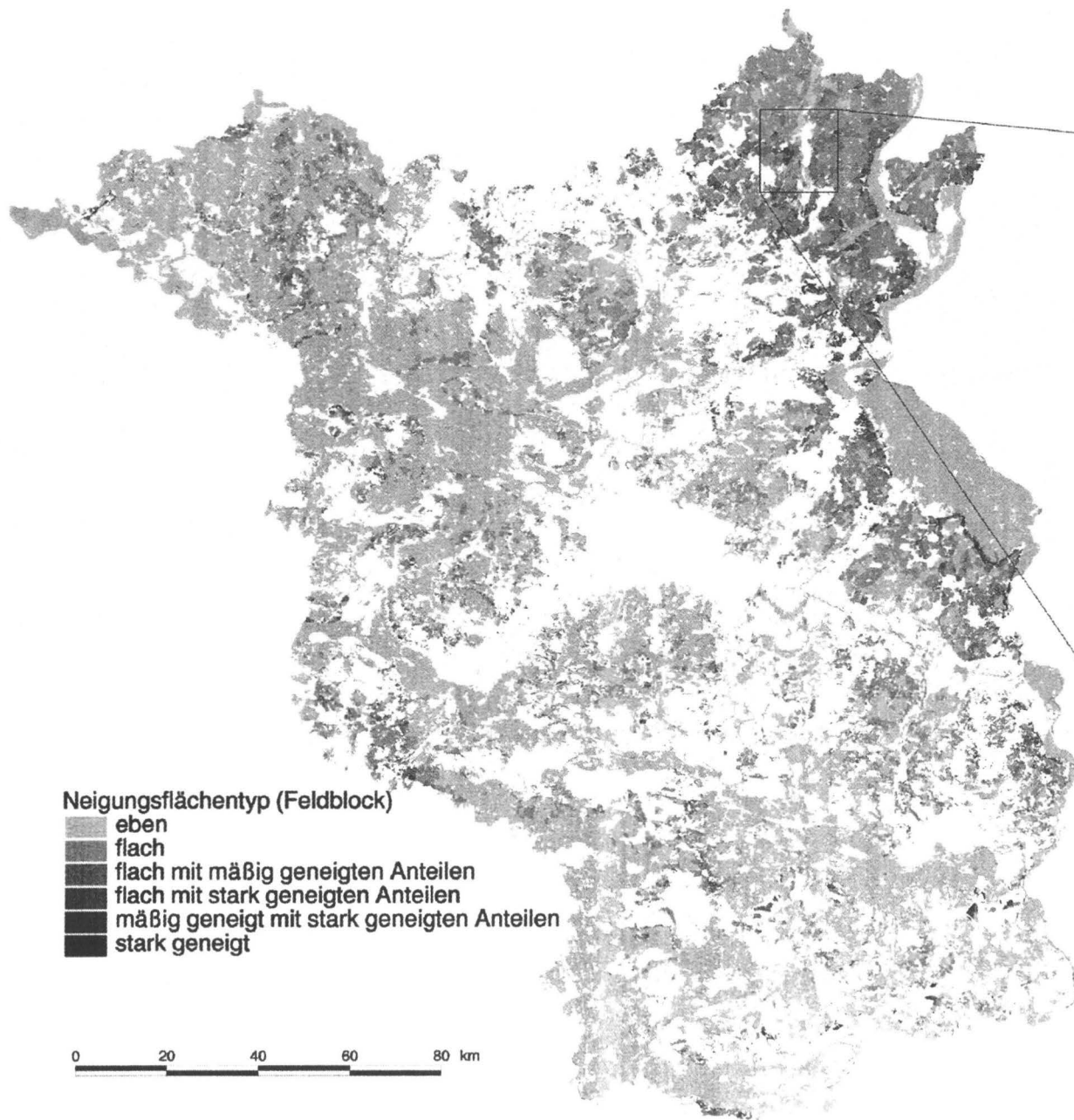


Abb. 1: Hangneigungsflächentypen der Feldblöcke in Brandenburg und Ausschnitt aus der Uckermark

Anwendung des Modells EROSION 2D auf Tonböden in Südwestfinland

Matthias Kändler¹, Ilona Bärlund² & Christina Seidler¹

Das Modell EROSION 2D (SCHMIDT, 1996) ist in Sachsen für die Berechnung des Bodenabtrags durch Wasser an einem Hang entwickelt worden. Die Anwendung dieses Modells erfolgte bisher vorwiegend auf Schluffböden.

Im Rahmen eines Austauschprojektes mit Finnland wurde das Modell für eine Versuchsfläche in Finnland genutzt (KÄNDLER, 2006). Das Untersuchungsgebiet befindet sich in Südwestfinland 6 km nordöstlich der Stadt Turku am Fluss Aurajoki (PUUSTINEN, 1994). Die Bodenart ist nach AG BODEN (2005) als Tu2 (61% Ton, 27% Schluff, 2% Sand) zu benennen. Der betrachtete Hang hat ein Gefälle von 7% und eine Länge von 51 m. Die Bewirtschaftung erfolgt konventionell mit Winterweizen (*Triticum aestivum*). Es liegen Messungen für Oberflächen- und oberflächennahen Abfluss sowie von Sedimentkonzentrationen im Abfluss vor an Hand derer das Modell kalibriert und validiert werden kann. Es erfolgten keine Messungen der Bodenfeuchte. Die Verteilung des Niederschlags wurde an Hand der Tagessummen aus Turku und der mit Hilfe der Breakpointmethode aus den Daten eines Niederschlagsschreibers berechneten Intensitäten abgeleitet.

Für die Untersuchung wurden Erosionsereignisse im November 2000 ausgewählt, für die an Hand der Lufttemperatur sichergestellt werden konnte, dass weder der Boden gefroren, noch der Niederschlag als Schnee gefallen ist, da EROSION 2D nicht in der Lage ist Wintererosion nachzubilden.

Für die Kalibrierung wurde der 6.11.2000 gewählt, da es das erste registrierte Erosionsereignis nach der konventionellen Aussaat von *Triticum aestivum* am 10. September war. In Tabelle 1 sind die verwendeten Parameter mit ihren Werten dargestellt.

Tab.1: Kalibrierungsdaten für das Erosionsereignis am 6. November 2000

	Unkalibriert	Kalibriert
Bedeckungsgrad [%]:	5	5
Anfangswassergehalt [Vol.-%]:	39.5	39.5
Erosionswiderstand [Nm ⁻²]:	0.00036	0.016
Oberflächenrauigkeit [sm ^{-1/3}]:	0.02	0.02
Korrekturfaktor [-]:	1	0.27

Die Wahl der Anfangsfeuchte erfolgte nach Berechnung des Sättigungs- und Restwassergehaltes nach VERECKEN ET AL. (1989) bei 50 % der nutzbaren Feldkapazität, da als Niederschlagssumme der drei vorangegangenen 3.8 mm registriert wurden.

Mit den gewählten Parametern wird der Oberflächenabfluss am 6. November 2000 um 3% überschätzt, der Bodenabtrag aber zu 100% nachvollzogen.

Für die Validierung wurden die folgenden Erosionsereignisse (13., 17., 20., 27.11.2000), sowie ein Ereignis mit ähnlichen Randbedingungen vom 15. September 1998 gewählt. Als einzige „Variable“ des Bodens wurde die Anfangsfeuchte zugelassen, die sich in 0.5 Vol.-%- Schritten ändern konnte. Effekte, wie Verschlammung der

¹ Internationales Hochschulinstitut Zittau, Markt 23, D- 02762 Zittau, kaendler@ihi-zittau.de

² Finnish Environmental Institute, P.O.Box 140, FI-00251 Helsinki

Bodenoberfläche, die Einfluss sowohl auf die Oberflächenrauigkeit, wie auch den Korrekturfaktor haben, wurden nicht berücksichtigt. In Abbildung 1 sind der gemessene und simulierte Oberflächenabfluss, sowie die Niederschlagssumme des Ereignisses dargestellt. Es ist zu erkennen, dass das Modell den gemessenen Oberflächenabfluss selbst für Ereignisse die nur unter ähnlichen Randbedingungen stattgefunden haben (15.09.2000) nachvollziehen kann.

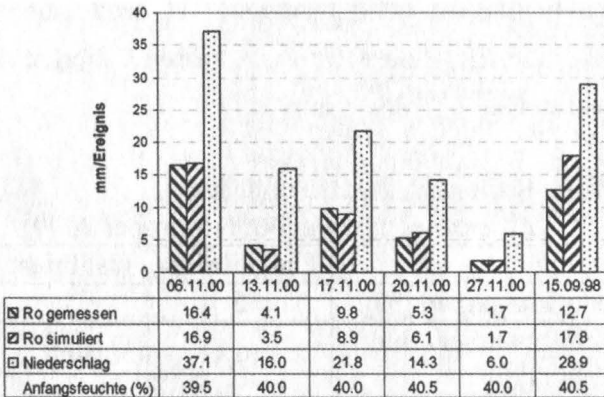


Abb.1: Darstellung des gemessenen und simulierten Oberflächenabflusses, sowie des ereignisauslösenden Niederschlages

Abbildung 2 zeigt den Vergleich des gemessenen und simulierten Bodenabtrages. Es ist ersichtlich, dass EROSION 2D nicht in der Lage ist die aufgetretenen Ereignisse nachzubilden. Das Ereignis im September 1998 liefert als einziges einen Werte für den Bodenabtrag in der Simulation.

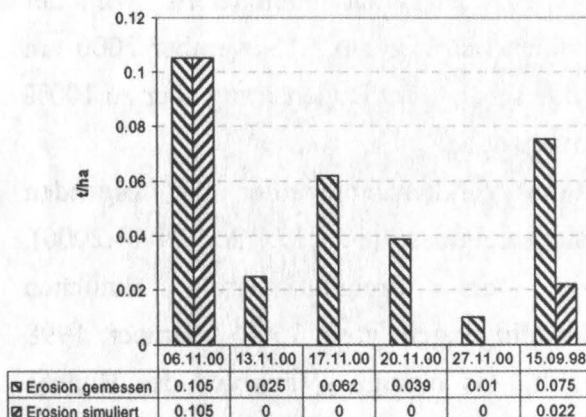


Abb.2: Darstellung des gemessenen und simulierten Bodenabtrages

Die Übertragbarkeit des Modells EROSION 2D auf Tonböden ist für die Berechnung des Oberflächenabflusses mit den durch die Kalibrierung gewonnen Parametern problemlos möglich. Für die Simulation des Bodenabtrags sind weitere Untersuchungen notwendig, da in dieser Untersuchung die Validierung des Modells nicht möglich war.

Die Verwendung der Breakpointniederschläge stellt eine gute Möglichkeit zur Berechnung der Niederschlagsintensitäten dar.

Danksagung:

Diese Arbeit wurde durch das Projekt „Prozessorientierte Untersuchungen zur Übertragbarkeit von Stofftransportmodellen“ (D/05/26050) vom DAAD und der Akademie von Finnland gefördert.

Literatur:

Arbeitsgruppe Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. 5. Aufl., Hannover.
 Kändler, M. (2006): Vergleichende Analyse der Modellansätze von ICECRAM und EROSION 2D bezüglich der hydrologischen Komponenten. Diplomarbeit, Internationales Hochschulinstitut Zittau, Lehrstuhl Umweltbiotechnologie, 49 S.
 Puustinen, M., Koskiahho, J. & Peltonen, K., (2005): Influence of cultivation methods on suspended solids and phosphorus concentrations in surface runoff on clayey sloped fields in boreal climate. Agriculture, Ecosystems and Environment 105: 565-579.
 Schmidt, J. (1996): Entwicklung und Anwendung eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für die Erosion geneigter landwirtschaftlicher Nutzflächen. In: Berliner Geographische Abhandlungen, H. 61.
 Vereecken, H., Maes, J., Feyen, J. & Darius, P. (1989): Estimating the soil moisture retention characteristic from texture, bulk density, and carbon content. Soil Science 148(6): 389-403.

Erosion modelling with E3D to serve of watershed management in the Velence Mountains

G. Kitka¹, Dr. A. Farsang¹, Dr. K. Barta

Introduction

The object of this study is a sub-watershed of the environmentally sensitive shallow Lake Velence (NW Hungary). The investigations are focused on the land use optimization on the 14 km² subcatchment of the lake with help of the modeling and measuring the erosion rate in mezo- and micro scale.

Study area

The study area is the Cibulka catchment inside of the watershed of the Lake Velence. The 150-300 m high hilly area has high petrologic, pedologic and land use variability. There are brown forest soils and rocky soils on andesite and granite with secondary forests or weak grasslands. Loess is covered by moderately eroded chernozem type soils with intensive land use. 54 % of the whole subcatchment are arable lands (dominantly winter wheat, sunflower, rape and maize) and vineyards. More than half of this area has larger slope angle than 2.5 degrees. At lower plots, in smaller patches fluvisols appear as the evidence of erosion. The pH of topsoil is neutral to moderate alkaline; it ranges from 7.21 to 8.5.

The climate of the area is moderately cool and dry. The annual average temperature is 9.5-9.8°C; the volume of rainfall is 550-600 mm, with 50-55 % in form of severe summer rainstorms (Ádám et al. 1988).

Material and method

Modeling soil erosion in Hungary is happened mainly in plot scale therefore there is no usable system built up yet that can help the owners to decide the land use optimization attended to erosional, environmental aspects.

¹University of Szeged
Department of Physical Geography and Geoinformatics
Hungary
6720, Szeged Egyetem str. 2-6.
Email: alizom@freemail.hu

This system can be based on small catchments (5-50 km²).

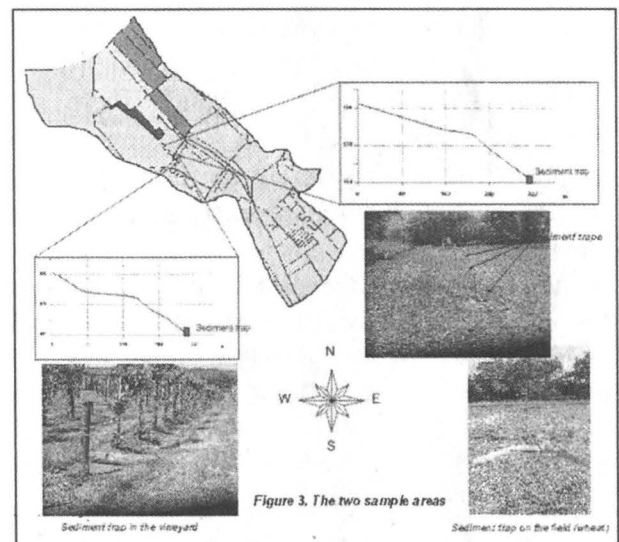
The aim of this investigation is to build up a GIS helped watershed management based on the validation and calibration of the EROSION2D/3D (Schmidt, J. 1996) model that is applied successfully in Germany.

Measurements and modeling

The basic question of the applicability of results came from the model in the land use planning is the knowledge of the connection between this simulated results and the reality. It means that validation is necessary and the modeled values must approximate the real erosion rates. That's why the modeling process was divided into to parts: firstly field measurements in order to make basic maps, data base for the model and to know the real erosion values, and secondly the modeling itself. This last one was realized in micro (on about 1 ha catchments) and mezo (on the whole Cibulka catchment) scale.

Field measurements

Two study plots with different land uses represented the typical agricultural activities on the watershed were chosen: a vineyard (1.09 ha) and an arable land with winter wheat (1.2 ha). (Figure 1.)



1. Figure The Study plots

Both of them contain very attractive erosion forms (rills, small gullies, etc.). Sediment traps were set to the bottom of the main rills on the two small watersheds in every 20 m and two bigger (0.5 m³) collectors were sunk at the end

of the slopes. Automatic rain gauge measured the precipitation in every 10 minutes. The sediments in the traps were collected after every erosive rainfall event, they were dried and their weights were measured.

This presentation shows the results connected to the storm on 11th July 2005, chosen from the measurement range of the rainy summer in 2005. The peak intensity of the more than one hour long rainfall event was 45 mmh^{-1} , but even the peak 30 minute intensity almost reached the 40 mmh^{-1} (37.8 mmh^{-1}). This well documented rainfall event was modeled by EROSION2D/3D. The simulated result in the vineyard was 0.018 tha^{-1} and the measured result was 0.025 tha^{-1} . In the filed measured result was 0.015 tha^{-1} and the simulated was 0.011 tha^{-1} .

The difference between the measured and modeled erosion rates was under 30 % (27 %)!

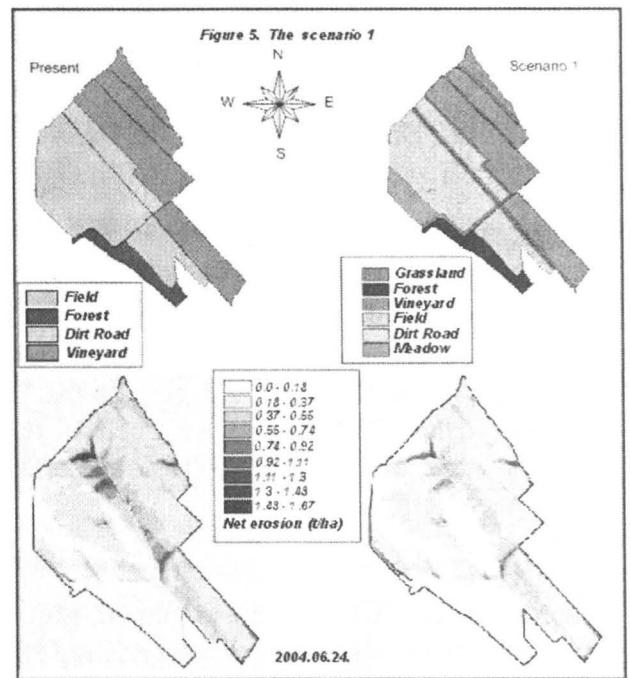
Watershed management

The erosion conditions of the Cibulka catchment were modeled under a thunderstorm in 2004. The average erosion rate was 0.0168 tha^{-1} . The aim is to reduce the erosion to change the land use structure, keeping the conventional agricultural activities.

In first step land use was uniformly changed to vineyard, winter wheat or grassland on the whole 14 km^2 . The highest erosion rates were found under vineyard (mean erosion: 0.01688 tha^{-1}), the lowest ones were on grassland (mean erosion: 0.00325 tha^{-1}). Although there are significant differences in erosion rates supposed the three different uniform land uses but the spatial patterns characterized by high erosion are similar.

In the second step (Scenario 1) according to the original land use grasslands were extended and grassy edges were set around the vineyards and arable lands in width of 15-25 m depending on their areas. The upper grasslands inhibit the formation of the initial erosion and the downslope grassy belts can accumulate the majority of the moving sediment. The mean erosion rate reduced by 0.0152 tha^{-1} , but you can find much bigger reduction in the main erosion patterns.

In the third step (Scenario 2) forest plantation along the unpaved roads can reduce erosion on and on. The erosion rate was able to reduce to 0.0144 tha^{-1} .



2. Figure The scenario 1

It was kept in mind at the elaboration of the commendation that there is no reality for the reduction of the prospective agricultural intensity. The potential land use changes depend on the other demands as well, eg. recreation, industrial possibilities, etc.

Summary

In Hungary the introduction of the erosional estimation in mezo scale, ranging from km^2 to 100 km^2 watersheds can take part in planning land use optimization, which is a live practice in Western Europe. This work showed the first step of this process, left the plot scale and move towards the watershed.

References

- Ádám L. – Marosi S. – Szilárd J. (ed.), 1988: A Dunántúli-középhegység B). Regionális tájféldrajz. Akadémiai Kiadó Bp., p.494.
- Schmidt, J. 1996. Entwicklung und Anwendung eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für die Erosion geneigter landwirtschaftlicher Nutzflächen, Berliner Geogr. Abhandlung <http://www.geog.fu-berlin.de/>

Die Anwendung eines ABAG-basierten modularen Modellansatzes zur Abschätzung von Bodenabtrag, Transportpfaden und Sedimenteintrag in die Gewässer

T.Koschitzki¹ & D.Wurbs²

EINLEITUNG

In Zusammenhang mit der Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie werden Bewirtschaftungs- und Maßnahmenpläne aufgestellt, auf deren Grundlage die aktuelle Belastungssituationen der Gewässer ermittelt und ggf. geeignete Maßnahmen ergriffen werden, um den angestrebten „guten ökologischen Gewässerzustand“ bis zum Jahr 2015 zu erreichen (BMU 2004). Als eine der Hauptursachen für diffuse Sediment- und Phosphoreinträge gelten die Erosion und die an sie geknüpften Transportprozesse. Insofern besteht die Notwendigkeit, geeignete Modellansätze einzusetzen, um Bodenabtrag sowie Sedimenttransport und –eintrag in die Gewässer zu simulieren. Die Anwendung empirischer Modellansätze, wie z.B. der ABAG (SCHWERTMANN ET AL. 1990), ist aufgrund ihrer vereinfachten Darstellung der Transportprozesse für detaillierte, kleinräumige Betrachtungen nur eingeschränkt möglich. Für die großflächige Ausweisung erosionsgefährdeter und eintragsrelevanter Gebiete (Meso- und Makroebene) stellt sie hingegen vor dem Hintergrund des hohen Daten- und Parametrisierungsaufwandes physikalisch basierter Erosionsmodelle eine Alternative dar.

Nachfolgend wird ein ABAG-basierter Modellansatz vorgestellt, auf dessen Grundlage erosionsgefährdete und eintragsrelevante Gebiete ausgewiesen und potenzielle Bodenab- und Sedimenteinträge auf Flusseinzugsgebiete ermittelt werden können.

ABAG-BASIERTER MODELLANSATZ

Modellgrundlage ist eine *modifizierte ABAG*, mit welcher der potenzielle Bodenabtrag gegenüber der Standardvariante räumlich und zeitlich detaillierter berechnet werden kann.

Durch die Kopplung an ein *Transport- und Akkumulationsmodul* können potenzielle Transportwege, Barrierewirkungen und Akkumulationsmengen ermittelt und Erosionsflächen abschließend durch ein

Modul zur Identifizierung von Übertrittsbereichen (Hotspots) hinsichtlich ihrer tatsächlichen Eintragsrelevanz identifiziert und klassifiziert werden. Die Gesamtanwendung erfolgt GIS-basiert und weist aufgrund ihrer numerischen Grid-Berechnung eine hohe Rechengeschwindigkeit und Effizienz auf.

Modifizierung der ABAG

Die wesentliche Modifikation der ABAG besteht in der Wichtung des R-Faktors hinsichtlich des Auftretens von Starkregenereignissen. Der standardmäßig zu berechnende R-Faktor (u.a. SAUERBORN 1994) spiegelt nur die langjährig beobachtete erosive Wirkung von Niederschlag und Oberflächenabfluss wider. Um die jährliche Bedeutung erosionswirksamer Ereignisse stärker berücksichtigen zu können, werden auf Basis von Schwellenwerten des Tagesniederschlages (z.B. 10 mm) die jährlichen Starkregensummen ermittelt und für eine ausreichend lange Zeitreihe in Beziehung zu den Jahresniederschlagssummen gesetzt. Die hieraus ermittelte Regressionsfunktion spiegelt den *langjährigen* statistischen Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Starkregenereignissen (definiert durch Schwellenwerte) und dem Jahresniederschlag wider. Setzt man anschließend die Beziehung aus einer *jährlichen* Starkregensumme und dem Jahresniederschlag ins Verhältnis zum zuvor ermittelten statistischen Zusammenhang, so lässt sich daraus ein R-Koeffizient bestimmen, der ein Jahr hinsichtlich seiner Über- (> 1) oder Unterrepräsentanz (< 1) durch Starkregenereignisse beschreibt. Durch die abschließende Wichtung des Standard-R-Faktors mit dem ermittelten R-Koeffizienten kann ein das tatsächliche Niederschlagsgeschehen repräsentierender R-Faktor bestimmt werden. Durch die räumliche Interpolation stationsbezogen vorliegender R-Faktoren wird abschließend ein Grid zur Darstellung der R-Faktoren innerhalb eines Untersuchungsgebietes erzeugt.

Eine weitere Verbesserung des standardmäßigen ABAG-Ansatzes besteht in der Integration künstlicher und natürlicher Barrieren (u.a. Senken, Nutzungswechsel, Feldblockgrenzen, Straßen) zur Ableitung von Hanglänge und –neigung. Der für die Bestimmung des Bodenabtrages maßgebliche LS-Faktor kann somit realistischer bestimmt und Depositionsbereiche ausgewiesen werden. Optional berücksichtigt ein Wichtungsfaktor, basierend auf einem Massenbilanzindex MBI (FRIEDRICH 1996; MÖLLER 2005), die durch die Parameter Krümmung, Gefälle und Höhe über Tiefenlinie bestimmte Neigung eines Gebiets zu Bodenabtrag oder Akkumulation.

Transport- und Akkumulationsmodul

Basierend auf den ermittelten Abtragswerten erfolgt in einem rasterbasierten Transport- und Akkumulationsmodul die hangabwärts gerichtete Identifizierung von Transportpfaden zum Gewässernetz und die Akkumulation der Abtragsmengen. Durch die (optionale) Berücksichtigung von Barrieren können künstli-

¹Dr. Thomas Koschitzki
GEOARC – GIS-Service
Fischer-von-Erlach-Straße 3
06114 Halle (Saale)
e-mail: gisservice@geoarc.de
URL: www.geoarc.de

²Dr. Daniel Wurbs
geoland – Umwelt- & Geodienstleistungen
Herweghstraße 98
06114 Halle (Saale)
e-mail: info@geoland-halle.de
URL: www.geoland-halle.de

che (Straßen, Feldblockgrenzen) oder natürliche (Senken) Akkumulationsbereiche ausgewiesen und gleichzeitig die Wirkung von Barrieren im Rahmen von Bewirtschaftungsmaßnahmen dargestellt werden.

Übertrittsbereiche

Durch die abschließende Ausweisung von Übertrittsbereichen (Hotspots) entlang eines Gewässerabschnittes werden für den Sedimenteintrag relevante Teilflächen eines Einzugsgebietes ausgewiesen, hinsichtlich ihres Eintragspotenzials bei Bodenabtrag klassifiziert und somit potenzielle Sedimentfrachten für verschiedene Zeitabschnitte bestimmt.

Abbildung 1 zeigt exemplarisch für das Einzugsgebiet des Kriebuschbaches (östliches Harzvorland) Transportwege, Akkumulationsflächen und -mengen sowie Übertrittsbereiche in die Gewässer.

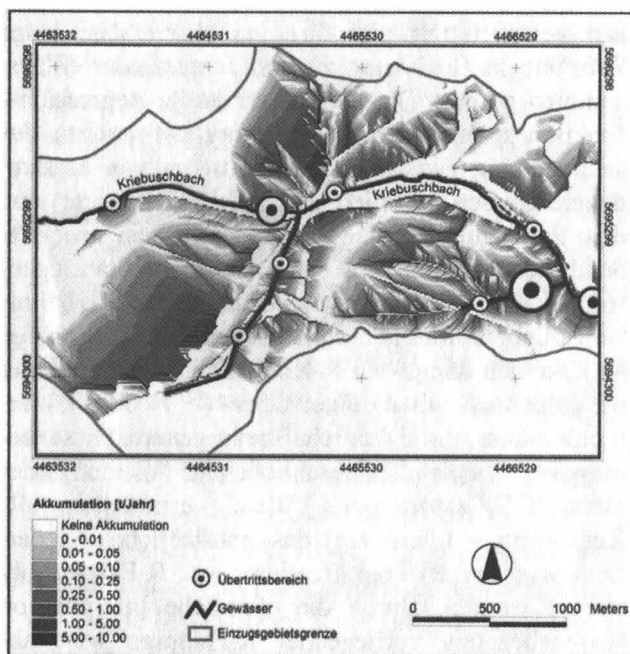


Abb. 1: Akkumulations-, Transport- und Übertrittsbereiche eintragsrelevanter Flächen im EG Kriebuschbach (für das Jahr 1999)

EROSIONSMODELL TERRA-Mod

Auf Grundlage des ABAG-basierten Modellansatzes können Teilgebiete ausgewiesen werden, die aufgrund des ermittelten Bodenabtrages und ihrer Anbindung an das Gewässernetz ein hohes Eintragspotenzial aufweisen. Durch die Anwendung des physikalisch basierten Erosionsmodells **TERRA-Mod** können in höherer zeitlicher und räumlicher Auflösung ereignisbezogen der Erosionsprozess wiedergegeben und Sedimenteinträge in die Gewässer ermittelt werden. Hierzu wird durch Anwendung einer Wellenablauffunktion für jeden Berechnungszeitschritt der erosionsauslösende Oberflächenabfluss für jede Teilfläche bestimmt (Abb. 2). Komponenten des Erosionsprozesses sind Splash-, Zwischenrillen- und Rillenerosion, die in Abhängigkeit von Niederschlagsintensität und Abflusskomponenten zeitschrittgesteuert ermittelt, unter Berücksichtigung von Transportkapazität und auftretender Deposition quantifiziert und auf

zugeordnete **Fließbahnen** übertragen werden. Über die Fließbahnen erfolgen der Sedimenttransport von der Fläche zum Vorfluter und die Simulation von Abfluss und Schwebstoffeintrag in das **Gewässernetz**.

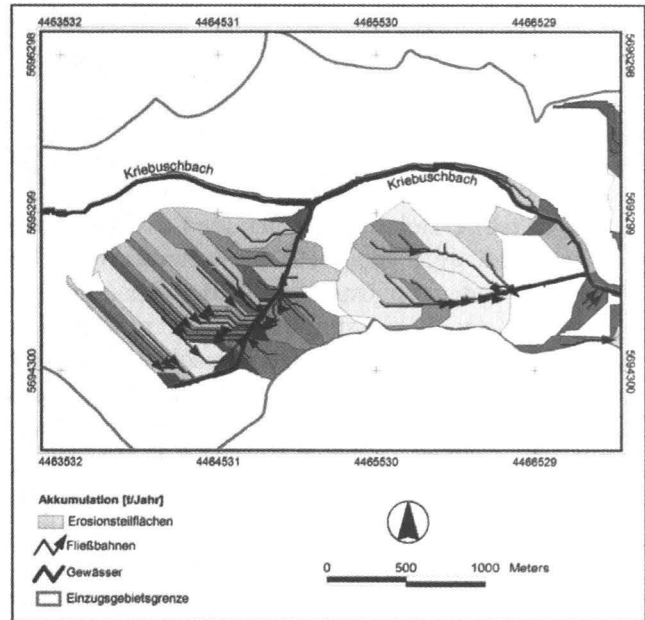


Abb. 2: Raumdiskretisierung des Erosionsmodells TERRA-Mod für das EG Kriebuschbach

FAZIT

Die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie erfordert von den jeweiligen Entscheidungsträgern die großflächige Ausweisung erosionsgefährdeter Flächen, um zur Verminderung potenzieller Sediment- und Stoffeinträge Maßnahmepläne flächendetailliert aufstellen zu können. Durch einen modular aufgebauten, ABAG-basierten Modellansatz können Bodenabträge berechnet und durch die Integration eines Transport- und Akkumulationsmoduls Transportpfade, Akkumulationsbereiche und Übertrittsbereiche innerhalb eines Flusseinzugsgebietes identifiziert sowie potenzielle Sedimenteinträge simuliert werden.

LITERATUR

- BMU (2004): Die Wasserrahmenrichtlinie – Neues Fundament für den Gewässerschutz in Europa. Berlin.
- FRIEDRICH, K. (1996): Digitale Reliefgliederungsverfahren zur Ableitung bodenkundlich relevanter Flächeneinheiten. Frankfurter Geowissenschaftliche Arbeiten, Serie D, 21. Dissertation, Universität Frankfurt.
- MÖLLER, M. (2005). Automatisierte Reliefgliederung auf der Grundlage multihierarchischer Objektstrukturen. - Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft 106. 91–92.
- SAUERBORN, P. (1994): Die Erosivität der Niederschläge in Deutschland - Ein Beitrag zur quantitativen Prognose der Bodenerosion durch Wasser in Mitteleuropa. - Bonner Bodenkundliche Abhandlungen 13.
- SCHWERTMANN, U., VOGL, W. & M. KAINZ (1990): Bodenerosion durch Wasser - Vorhersage des Abtrages und Bewertung von Gegenmaßnahmen. 2. Aufl., Stuttgart.

Detektion von Ackerschlagobjekten aus Fernerkundungsdaten als Bezugseinheiten der Bodenerosionsbewertung

Markus Möller^a

1. EINLEITUNG

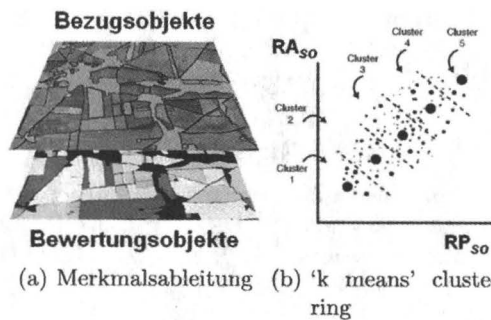
Die landwirtschaftliche Nutzfläche ist in Ackerschläge gegliedert, deren schlagsspezifische Geometrien das Prozessgeschehen lateraler Stoffflüsse maßgeblich beeinflussen (Takken et al., 2001). Ackerschläge unterliegen einem raum-zeitlichen Wandel, der u.a. von der Zuwegung und dem jährlichen Fruchtartenwechsel abhängig ist (Dietzel et al., 2000).

Eine Vielzahl von Ansätzen der automatisierten Detektion von Ackerschlägen basieren auf der Anwendung von Segmentierungsalgorithmen auf Fernerkundungsdaten (vgl. Möller, 2006). In die meisten Segmentierungsalgorithmen sind Einstellungsparameter bzw. ‘Stellschrauben’ zur Anpassung der Segmentierungsergebnisse an definierte Zielobjekte enthalten. Die ‘Eichung’ der Stellschrauben wird allerdings zumeist subjektiv vorgenommen, was auf das Fehlen eines allgemein anwendbaren Validierungsalgorithmus für Segmentierungsergebnisse zurückzuführen ist.

Der folgende Beitrag verfolgt das Ziel, eine allgemein anwendbare Validierungsprozedur zu entwickeln, um Segmentierungsergebnisse unterschiedlicher Parametereinstellungen vergleichbar bewerten zu können. Als Segmentierungsalgorithmus wird der im Programm eCognition implementierte FNE-Algorithmus verwendet (Benz et al., 2004). Die Untersuchungen werden am Beispiel eines multi-temporalen Satellitenbild-Ausschnittes* mit den drei Aufnahmetermen 30.04., 03.07. (Landsat 5 TM) und 13.09. (Landsat 7 ETM+) durchgeführt. In die Segmentierung gehen alle 15 Multispektral-Kanäle ein.

2. METHODIK

Die Validierungsprozedur wird entsprechend Abbildung 1 ausgeführt. Die *Merkmalsableitung* setzt zunächst die Verfügbarkeit von Referenz- und Bewertungsobjekten voraus. Erstere können durch Zufallstichproben lokalisiert und ‘on screen’ digitalisiert werden (Möller, 2006). Letztere ergeben sich aus der Anwendung des Segmentierungsalgorithmus unter Verwendung von verschiedenen Parametereinstellungen. Dazu gehören beim FNE-Algorithmus die Objektheterogenität H sowie die Formparameter w_{shape} und w_{compt} (Benz et al., 2004). Die Objektheterogenität H bezieht sich auf den primären Spektralraum. Je größer H ist, desto heterogener sind die resultierenden Objekte. Die Formheterogenität w_{shape} ergibt sich dagegen aus dem Gleichgewicht zwischen der Kompaktheit w_{compt} und Gleichmäßigkeit w_{smooth} eines Objektes. Je kompakter ein Objekt bzw. je höher w_{compt} ist, desto mehr tendiert das Segmentierungsergebnis zu einem Kreis als Ausdruck maximaler Kompaktheit.



K	1	2	3	4	5
A_{C_i}	80	10	5	3	2
RA_{SO}	0,9	0,6	0,2	0,1	0,1
RP_{SO}	0,1	0,2	0,4	0,6	0,9

$$VI = \frac{\sum_{i=1}^n (K_i \times A_{C_i})}{n}$$

(c) Vergleichsindex

Abb. 1: Fließschema zur Validierung von Segmentierungsergebnissen.

Vor der eigentlichen Merkmalsberechnung müssen zwei Objektebenen erzeugt werden. Die obere Ebene enthält die Bezugsobjekte (Segmentierungsergebnisse ODER Referenzinformationen). Die untere Ebene ‘Bewertungsobjekte’ resultiert aus der Verschneidung von Segmentierungsergebnis UND Referenzinformation. Dadurch können hierarchische Attribute zur Kennzeichnung von topologischen und geometrischen Objektdifferenzen abgeleitet werden. Hier bilden die Attribute RA_{SO} und RP_{SO} die Grundlage der Objektvalidierung. Während RA_{SO} den Vergleich einzelner Objekte hinsichtlich der topologischen Objektbeziehungen ‘Zugehörigkeit’ und ‘Überlappung’ erlaubt (de Bruin et al., 1999), werden mit RP_{SO} geometrische Objektdifferenzen durch den Vergleich von Objektmittelpunkten ausgedrückt. Hohe RA_{SO} -Werte stehen dabei für einen hohen räumlichen Übereinstimmungsgrad der relativen Flächeninhalte. Niedrige RP_{SO} -Werte sind dagegen Ausdruck einer geringen Abweichung der Objektmittelpunkte. Treffen beide Bedingungen zu, besteht ein hoher Übereinstimmungsgrad zwischen Bezugs- und Bewertungsobjekt. Die Berechnung der Attribute wird in zwei Richtungen durchgeführt. Einerseits fungieren die Referenzpolygone als Bezugsobjekte, andererseits sind es die Segmentierungsergebnisse.

Die Berechnung des *Vergleichsindex* VI zielt auf die Ableitung einer optimalen Parametereinstellung für die Detektion von Ackerschlägen und ist ein auf qualitative Bewertungskategorien bezogenes Maß (Deumlich & Thiere, 1996) (Gl. (1)). Neben den Flächenanteilen der Kategorien A_{C_i} innerhalb von Bezugseinheiten (z.B. Ackerschläge) gehen die Abstufungen der Bewertungskategorien (z.B. hoch = 5 ... niedrig = 1) als Wichtungsfaktor C_i in die Gleichung mit ein. Aufgrund einer nicht vorhandenen Bewertungsmatrix erfolgt die Überführung der kontinuierlichen RP_{SO} - und RA_{SO} -Werte in qualitative

^aterrasys.info geodata service, Paracelsusstraße 6, 06114 Halle/Saale, E-mail: markus.moeller@terrasys.info, url: http://www.terrasys.info, Telefon: 0341/2835801
*Quelle: Eurimage (http://www.eurimage.com)

Klassen durch eine statistische *'k means'-Gruppierung*. Der Vorteil dieser Vorgehensweise besteht in der automatisierten Berücksichtigung des zweidimensionalen Merkmalsraumes.

$$VI = \frac{\sum_{i=1}^n (C_i \times A_{C_i})}{n} \quad \text{mit } VI \in [0,100] \quad (1)$$

3. ERGEBNISSE

Aus Tabelle 1 gehen die Parametereinstellungen der drei Segmentierungsvarianten hervor. Die insgesamt neun Segmentierungen unterscheiden sich hinsichtlich ihres Heterogenitätsgrades H und der Parameter w_{shape} und w_{compt} (Abb. 3).

Tab. 1: Parametereinstellungen dreier Segmentierungsvarianten

Parameter	L1	L2	L3
w_{shape}	0.2	0.2	0.5
w_{compt}	0.1	0.5	0.9
H	12; 18; 24		

In Abbildung 2 ist für jede Variante und jeweils beide Segmentierungsrichtungen der Zusammenhang zwischen Vergleichsindex und Heterogenitätsparameter graphisch dargestellt. Die Schnittpunkte der resultierenden Graphen repräsentieren für jede Segmentierungsvariante den optimalen Heterogenitätsparameter H_{opt} und die Segmentierungsgüte VI_G (Maximum = 100). Danach erweist sich Parameterstellung L2 bei einem Heterogenitätsparameter von $H_{opt} = 16,5$ und einem VI_G -Wert von 85 als die günstigste Variante. Das schlechteste Ergebnis zeigt mit $VI_G = 72$ die Variante L3 (Abb. 3(g-i) bzw. 2(c)), die durch hohe w_{compt} - bzw. w_{shape} -Werte gekennzeichnet ist.

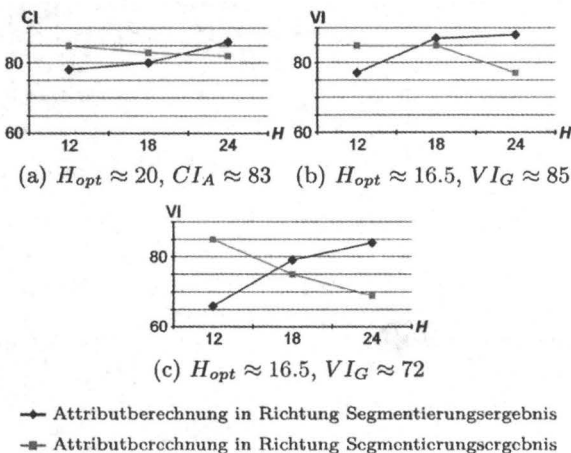


Abb. 2: Bestimmung der Segmentierungsgüte VI_G und des optimalen Heterogenitätsparameters H_{opt} der Segmentierungsvarianten L1 (a), L2 (b) und L3 (c)

4. ZUSAMMENFASSUNG

Die Anwendung von Segmentierungsverfahren auf digitale Fernerkundungsdaten (Satelliten- und/oder Luftbil-

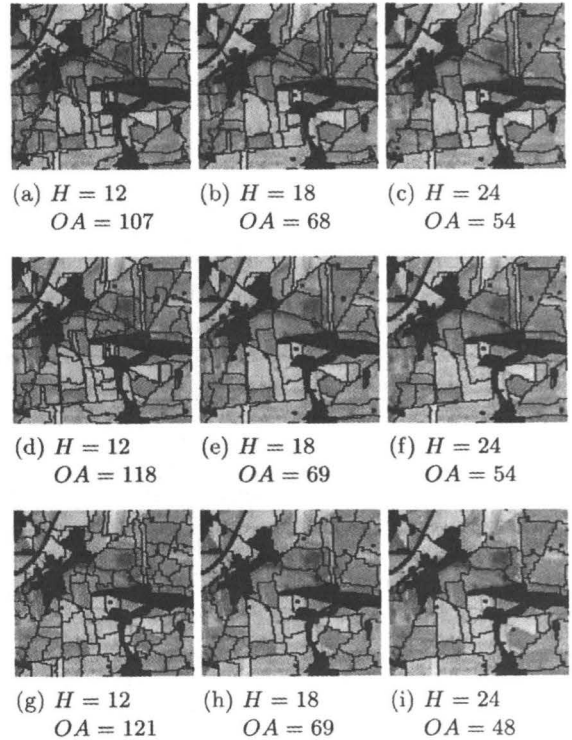


Abb. 3: Auswirkungen der Parametereinstellungen L1 (a-c), L2 (d-f) und L3 (g-i) auf Segmentierungsergebnisse und Objektanzahl OA (vgl. Tab. 1)

der) ermöglicht die automatisierte Detektion von Acker-schlagstrukturen. Dadurch kann auf Anforderungen aktueller Schlaginformationen (bspw. im Rahmen von Modellierungen lateraler Stoffflüsse) reagiert und der manuelle Digitalisierungsaufwand minimiert werden.

Voraussetzung einer effizienten Anwendung von Segmentierungsalgorithmen ist deren Validierung auf der Basis von topologischen und geometrischen Objekteigenschaften. Dadurch kann der Einfluss der Parametereinstellungen des jeweiligen Segmentierungsalgorithmus auf die Segmentierungsergebnisse kontrolliert werden. Eine Verbesserung der Segmentierungsergebnisse kann durch die Einbeziehung existierender Grenzen (z.B. Feldblockstrukturen) erreicht werden.

Literatur

Benz, U. C., Hofmann, P., Willhauck, G., Lingenfelder, I., & Heynen, M. (2004). Multi-resolution, object-oriented fuzzy analysis of remote sensing data for gis-ready information. *Journal of Photogrammetry & Remote Sensing*, 58, 239-258.

de Bruin, S., Wielemaker, W., & Molenaar, M. (1999). Formalisation of soil-landscape knowledge through interactive hierarchical disaggregation. *Geoderma*, 91, 151-172.

Deumlich, D. & Thiere, J. (1996). Einschätzung der potentiellen Wassererosionsgefährdung für Gemeinden und Regionen der Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg, Sachsen-Anhalt und der Freistaaten Thüringen und Sachsen. *Archiv Acker-, Pflanzenbau, Bodenkunde*, 40, 335-343.

Dietzel, H., Diemann, R., Jacobs, R., & Otto, R. (2000). Schlaggröße und Schlagform in Ackerbaugebieten der neuen Bundesländer. *Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung*, 41, 68-73.

Möller, M. (2006). *Hierarchische Landschaftsbewertung am Beispiel der Bodenerosion*. PhD thesis, Universität Tübingen, Tübingen. im Begutachtungsprozess.

Takken, I., Govers, G., Jetten, V., Nachtergaele, J., Steegen, A., & Poesen, J. (2001). Effects of tillage on runoff and erosion patterns. *Soil and Tillage Research*, 31(1-2), 55-60.

Evaluation der Ökomassnahmen in der Schweiz – Fallstudie Bodenerosion

Volker Prasuhn¹⁾

Einleitung

In der Schweiz wurde 1992 eine Neuorientierung der Agrarpolitik eingeleitet. Auf Kosten der Preisstützung und produktionsgebundener Subventionen begann eine zunehmende Ökologisierung der Landwirtschaft. Zunächst wurden ökologische Direktzahlungen eingeführt und damit Anreize zur Integrierten Produktion und zum Biolandbau geschaffen. 1996 wurde der ökologische Leistungsnachweis (ÖLN) eingeführt, ein Instrument, das zum Erhalt von Direktzahlungen erfüllt werden muss. Der ÖLN hat gewisse Ähnlichkeiten mit der „Cross Compliance“ der EU (NITSCH & OSTERBURG 2005). Die Beteiligung der Landwirte am ÖLN nahm laufend zu und beträgt heute 97%. Bezüglich Bodenschutz wird im ÖLN namentlich mehrfach das Vermeiden von Bodenerosion in der entsprechenden Verordnung erwähnt und in den Ausführungsbestimmungen werden konkrete erosionsmindernde Massnahmen aufgeführt.

In der Nachhaltigkeitsverordnung wird das Bundesamt für Landwirtschaft verpflichtet, eine Evaluation der Ökomassnahmen periodisch durchzuführen. In einer Fallstudie wurde diesbezüglich die Entwicklung der Bodenerosion auf Ackerland beurteilt.

Gesetzliche Grundlagen

Mit den „Direktzahlungen für besonders ökologische Leistungen“ wurde im Rahmen der Änderung des Landwirtschaftsgesetzes (LwG) 1992 eine erste Grundlage für die Öko-Programme gelegt. Dabei wurde die Integrierte Produktion (IP) besonders gefördert. 1996 wurde der „Ökologische Leistungsnachweis“ (ÖLN) in die Bundesverfassung aufgenommen (Art. 31^{octies}) und bei der Revision des LwG (Art. 70) 1998 als Voraussetzung für den Bezug von jeglichen Direktzahlungen festgelegt.

Die Direktzahlungen umfassen allgemeine Direktzahlungen, Ökobeiträge und Ethobeiträge.

- Als allgemeine Direktzahlungen gelten Flächenbeiträge, Beiträge für die Haltung Raufutter verzehrender Nutztiere, Beiträge für die Tierhaltung unter erschwerenden Produktionsbedingungen und Hangbeiträge.

- Als Ökobeiträge gelten Beiträge für den ökologischen Ausgleich, Beiträge für die extensive Produktion von Getreide und Raps und Beiträge für den biologischen Landbau.
- Als Ethobeiträge gelten Beiträge für besonders tierfreundliche Stallhaltungssysteme und Beiträge für regelmässigen Auslauf im Freien.

Der ÖLN umfasst folgende Punkte:

- Geeigneter Bodenschutz
- Geregelte Fruchtfolge
- Ausgeglichene Düngerbilanz
- Angemessener Anteil an ökologischen Ausgleichsflächen
- Auswahl und gezielte Anwendung der Pflanzenbehandlungsmittel
- Tiergerechte Haltung der Nutztiere

In der Direktzahlungsverordnung (DZV) von 1998 wird in Art. 9 der geeignete Bodenschutz erläutert:

- Zum geeigneten Bodenschutz gehören insbesondere das Vermeiden von Erosion.....
- Der Bodenschutz wird gefördert durch eine optimale Bodenbedeckung, durch Massnahmen zur Verhinderung von Talwegerosion.....
- Weiterhin wird ausgeführt, dass Betriebe mit mehr als 3 ha offener Ackerfläche, Ackerflächen mit Kulturen, welche vor dem 31. August geerntet werden, wie folgt bedecken müssen: Ansaat einer Winterkultur oder Ansaat von Zwischenfutter oder Gründüngung vor dem 15. September. Das Zwischenfutter oder die Gründüngung müssen bis mindestens am 15. November erhalten bleiben.
- Der Erosionsschutz wird wie folgt umschrieben: Es dürfen keine regelmässig beobachtbaren Bodenabträge auf Flächen auftreten, wo angepasste Massnahmen zur Erosionsbekämpfung fehlen. Als angepasste Massnahmen gilt die Bewirtschaftung nach einem mehrjährigen Plan zur Verhinderung der Erosion. Der Plan wird von einer vom Kanton bezeichneten Stelle gemeinsam mit dem Bewirtschafter erstellt. Er beinhaltet eine Situationsanalyse (Identifikation der Erosionsprobleme, Fruchtfolge, Bodenbearbeitung, Neigung und Bodenstruktur der Parzellen etc.) und einen Umsetzungsplan.

In Art. 8 der DZV wird die geregelte Fruchtfolge wie folgt beschrieben: Die Kulturanteile und die Fruchtfolgen sind so anzulegen, dass Erosion und Bodenverdichtung vermieden werden. Danach müssen Betriebe mit mehr als 3 ha offener Ackerfläche jährlich mindestens vier verschiedene Ackerkulturen aufweisen. Weiterhin werden maximale Anteile der Hauptkulturen festgelegt. Dadurch werden Monokulturen

¹⁾ Agroscope FAL Reckenholz, Eidg. Forschungsanstalt für Agrarökologie und Landbau, CH-8046 Zürich

(z.B. Mais) oder Fruchtfolgen mit sehr hohem Anteil an Hackfrüchten vermieden.

Beiträge für den ökologischen Ausgleich werden auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche gewährt für: extensiv genutzte Wiesen, wenig intensiv genutzte Wiesen, Streueflächen, Hecken, Feld- und Ufergehölze, Buntbrachen, Rotationsbrachen, Ackerschonstreifen, Hochstamm-Feldobstbäume. Entlang von Oberflächengewässern ist ein extensiver Grünflächenstreifen von mindestens 3 m Breite, entlang von Wegen ein solcher von mindestens 0.5 m Breite zu belassen.

Im Umweltschutzgesetz wurde 1998 in der „Verordnung über Belastungen des Bodens“ (VBBo) das Vermeiden von Bodenerosion ebenfalls explizit aufgenommen. Die Einhaltung des Umweltschutzgesetzes ist Bestandteil des ÖLN. Die VBBo schreibt unter anderem eine Landbewirtschaftung (Anbautechnik, Fruchtfolge, Flurgestaltung) vor, die Bodenerosion vermeidet, welche die Bodenfruchtbarkeit langfristig gefährdet. Zur Vorsorge werden Richtwerte für Erosion auf Ackerflächen angegeben. Der durchschnittliche Bodenabtrag pro Parzelle darf bei Böden bis 70 cm durchwurzelbarer Mächtigkeit 2 t Trockensubstanz (TS) pro ha und Jahr, bei Böden über 70 cm 4 t TS pro ha und Jahr nicht überschreiten. Der durchschnittliche flächen- und linienhafte Bodenabtrag soll auf der Parzelle abgeschätzt werden.

Fallstudie Bodenerosion

In einem Testgebiet im Berner Mittelland (Frienisberg, 270 ha Ackerland, 208 Anbauparzellen) wurden zum einen flächendeckende und ereignisbezogene Erosionsschadenskartierungen im Feld von 1987-1989 und 1997-2004 im Sinne eines Monitorings durchgeführt und verglichen, zum anderen parzellenscharfe Modellberechnungen mit einer an die regionalen Verhältnisse angepassten Allgemeinen Bodenabtragsgleichung (ABAG) für die gleichen Zeitperioden im selben Gebiet (Prasuhn 2004, 2005).

Positive Veränderungen bezüglich der Erosionsgefährdung gab es vor allem im Bereich der Bodenbearbeitungsverfahren, des Anbaus von Zwischenkulturen und der Fruchtfolgegestaltung. Konservierende Bodenbearbeitungsverfahren haben seit 1987-89, als rund 95 % aller Flächen konventionell mit dem Pflug bearbeitet wurden, deutlich zugenommen. Pfluglose Anbauverfahren wurden in der Periode 1998-2004 auf rund 40 % der Ackerfläche eingesetzt (Abb. 1). Bei Streifenfrässaat trat bisher nie Erosion auf. Bei Direktsaat betrug der mittlere Abtrag 4 % des Abtrages vom Pflugverfahren, bei Mulchsaat waren es

10 % und bei pfluglosem Anbau ohne ausreichende Bodenbedeckung 31 % (Abb. 1). Damit bestätigen die Ergebnisse der langjährigen Erosionsschadenskartierungen, dass die von der Praxis eingesetzten konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren die Bodenerosion massiv reduzieren (Faktor 10).

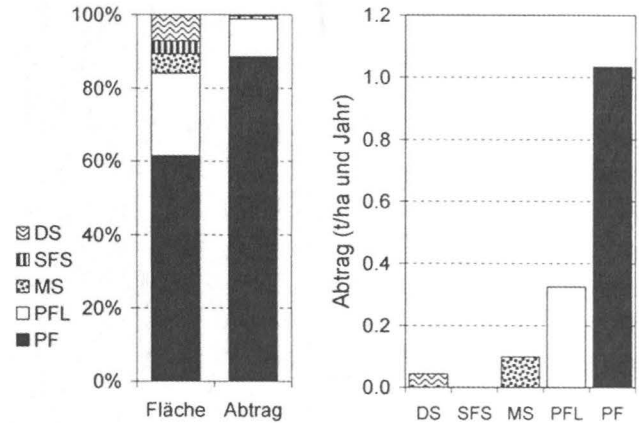


Abb. 1: Prozentualer Anteil der Bodenbearbeitungsverfahren der Hauptkulturen (ohne Kunstwiese) an der Flächennutzung und dem Bodenabtrag sowie mittlerer kartierter Bodenabtrag 1998-2004 nach Bodenbearbeitungsverfahren im Testgebiet (DS = Direktsaat, SFS = Streifenfrässaat, MS = Mulchsaat, PFL = pfluglos ohne ausreichende Mulchbedeckung, PF = Pflug).

Bodenschonende Anbauverfahren wirken sich nachweislich positiv auf den Erosionsschutz aus und haben zu einer Verminderung der Bodenabträge geführt. Sowohl Erosionsschadenskartierung als auch Modellberechnung zeigen mit einer Reduktion der mittleren Bodenabträge von 15 % bzw. 23 % eine klare Tendenz zur Verbesserung der heutigen Erosionsdisposition gegenüber 1987-89. Dies beruht vor allem auf der Veränderung der Anbauverfahren und ist zu einem grossen Teil auf die Einführung der Ökomassnahmen zurückzuführen.

Literatur:

- Prasuhn, V. (2004): Kartierung aktueller Erosionsschäden im Berner Mittelland. Bulletin Bodenkdl. Gesell. Schweiz (BGS) 27, 79-84.
- Prasuhn, V. (2005): Phosphorbelastung der Oberflächengewässer durch Erosion. - In: Evaluation der Ökomassnahmen: Bereich Stickstoff und Phosphor, Schriftenreihe der FAL 57, Zürich-Reckenholz, 108-119.
- Nitsch, H. und B. Osterburg (2005): Cross Compliance (CC) in der EU und Ökologischer Leistungsnachweis in der Schweiz – eine vergleichende Analyse. – Institut für ländliche Räume, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Braunschweig, 79 S.

Modellanalytische Untersuchungen zum Einfluss der Landschaftsstruktur auf die Oberflächenabflussretention

Stefan Rüter

Einleitung

Saumbiotope erfüllen wichtige Funktionen im Naturhaushalt. Durch die Intensivierung der Landwirtschaft sind diese Strukturen in den letzten Jahrzehnten jedoch stark zurückgedrängt worden. Ehemals flurgliedernde Elemente wie Hecken oder Feldraine wurden vielerorts beseitigt, um eine vorwiegend nach agrarökonomischen Aspekten ausgerichtete Neustrukturierung der Landschaft zu ermöglichen. Angesichts der großen Flächenwirksamkeit bewirkten die Maßnahmen der Flurbereinigung und Melioration qualitative und quantitative Verschiebungen im Wasser- und Stoffhaushalt der Agrarökosysteme. Große Schläge und das Fehlen von abflussbremsenden Strukturen haben zusammen mit anderen Faktoren (z.B. Bodenverdichtung, Bewirtschaftung in Gefällrichtung, einheitliche Fruchtfolgen) dazu geführt, dass das Retentionsvermögen der Landschaft deutlich vermindert wurde. Insbesondere in größeren, ackerbaulich genutzten Gebieten mit durch Bodenverschlammung flächenhaft versiegelten Flächen führen Starkregenereignisse häufig zum raschen Abfluss großer Wassermengen und somit zu Bodenerosion und zu einer Verschärfung der Hochwassersituation.

Untersuchungsansatz

Am Beispiel des Gewässereinzugsgebietes des Mockritzer Baches wurde untersucht, welchen Einfluss verschiedene Ansätze der Flurgliederung auf die Oberflächenabflussretention einer Intensivagrarlandschaft haben. Das bei Döbeln im Freistaat Sachsen gelegene Untersuchungsgebiet wird bestimmt durch ein für das Lösshügelland charakteristisches, bewegtes Relief und eine großflächige Ackerbewirtschaftung (Tab. 1).

Als Grundlage für die Untersuchung wurden die in Abbildung 1 dargestellten Szenarios zur Landschaftsstruktur [1] entwickelt. In den Szenarios „Großmaschige Strukturierung“ wird die Agrarlandschaft durch ein Netz aus kom-

plexen, bandförmigen Gras- und Krautstreifen eingefasst. Der Ansatz folgt der klassischen Trennung zwischen intensiv genutzten Produktionsbereichen (insbesondere Schlaggröße und -zuschnitt) und Bereichen mit Vorrangfunktion für den Naturschutz. Diese Funktionstrennung ist für das fruchtbare Lösshügelland typisch und wird durch die aktuelle Förderkulisse begünstigt. In den gegenübergestellten Szenarios „Engmaschige Strukturierung“ werden die Biotopstrukturen bei gleichem Flächenumfang als dichtes Netz schmaler Linienelemente angeordnet. Obwohl ein solches Leitbild in der Lössregion aufgrund der historisch gewachsenen Agrarstruktur wohl nur schwer zu realisieren wäre, bietet sich mit diesem Untersuchungsansatz die Möglichkeit, die Auswirkungen einer primär naturschutzfachlich motivierten Flurgestaltung abzubilden.

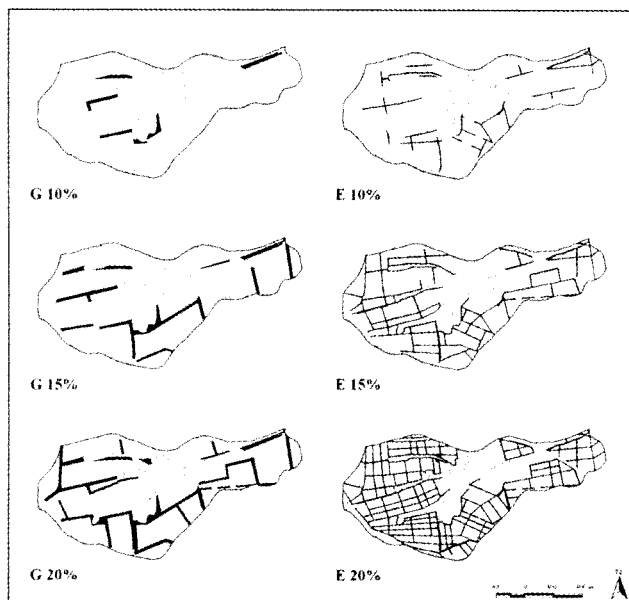


Abb. 1: Betrachtete Szenarios zur Landschaftsstruktur (links: „Großmaschige Strukturierung“ (G), rechts: „Engmaschige Strukturierung“ (E) bei Annahme von 10%, 15% und 20% Gras- und Krautstreifen auf gegenwärtigen Landwirtschaftsflächen)

Die Planung respektive Verortung der Grünstreifen erfolgte unter Berücksichtigung eines konkretisierten Leitbilds zur Landschaftsstruktur und im Hinblick auf die abflussreduzierende Wirkung auf der Grundlage der Simulationsergebnisse des Ist-Zustands. Trotz methodischer Schwierigkeiten, die sich aus diesem Anspruch ergaben (z.B. Interpretationsspielräume bei der Verortung und Dimensionierung der Strukturelemente), konnte nur auf diese Weise sichergestellt werden, dass sämtliche Szenarios auf den gleichen übergeordneten Normensetzungen fußen, andererseits aber auch eine Anpassung des Vorgehens an lokale Problemlagen möglich war.

Für die Modellierung wurde das physikalisch begründete, ereignisbezogene Simulationsmodell EROSION-3D [5] eingesetzt. Die Szenarios wurden sowohl unter Annahme einer flächendeckenden konventionellen, als auch einer konservierenden Bodenbearbeitung gerechnet. Betrachtet wurde jeweils ein „Worst-Case-Zustand“ mit Anbaukultur Mais im Saatbettzustand und hoher Bodenfeuchte. Als Eingangsniederschläge wurden Extremereignisse mit einem statistischen Wiederkehrintervall von 2, 20 und 50 Jahren modelliert (Tab. 2). Sämtliche für EROSION-3D erforderlichen Modellparameter wurden dem Parameterkatalog Sachsen [2] entnommen.

Tab. 1: Prägende Standortfaktoren im Einzugsgebiet des Mockritzer Baches

Gebietsgröße	372,91 ha
Naturraum	Mittelsächsisches Lösshügelland
Geologie/Boden	Lösslehm-Parabraunerde/ Braunstaugley auf Geschiebemergel
Relief	Flachwellige Plateaus, Muldentäler
Höhe ü. NN	199-265 m
Mittlerer Jahresniederschlag	650 mm
Flächennutzung	
Siedlung/Verkehr/Grünflächen	46,03 ha (12,33%)
Ackerland	279,07 ha (74,84%)
Wälder/Forsten/Gehölze	9,36 ha (2,51%)
Grünland/Ruderalfluren	35,66 ha (9,57%)
Gewässer	2,79 ha (0,75%)

Tab. 2: Für die Simulationsrechnungen mit EROSION-3D verwendete Niederschlagsparameter [2]

Wiederkehrzeit [a]	Max. Intensität [mm/min]	Dauer [min]	Summe [mm]
2	1,29	40	20,00
20	2,12	60	41,50
50	2,45	90	55,60

Simulationsergebnisse

Die Retentionsleistung von Grünstreifen wurde durch experimentelle Untersuchungen verschiedentlich belegt [4]. Die vorliegende, einzugsgebietsbezogene Untersuchung verdeutlicht, dass die Wirksamkeit der Maßnahmen insbesondere vom Flächenumfang und von der Anordnung der Strukturen in der Landschaft abhängig ist. Unabhängig vom Ansatz der Landschaftsstrukturierung führte eine Erhöhung des Flächenanteils der Biotopstrukturen zu einer merklichen Oberflächenabflussreduzierung im Einzugsgebiet des Mockritzer Baches. Bei Annahme von 20% Gras- und Krautstreifen und konventioneller Bodenbearbeitung konnte der kumulative Gesamtabfluss um 26-42%, bei zusätzlicher Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung um 40-54% reduziert werden. Flächenanteile von 15% erbrachten in Kombination mit konventionellen Verfahren eine vergleichbare, Anteile von 20% sogar eine höhere Oberflächenabflussretention als die Umstellung auf konservierende Bodenbearbeitung im Ist-Zustand (Abb. 2).

Die Szenarios „Engmaschige Strukturierung“ bewirkten bei gleichem Flächenumfang geringere Abflüsse als die „Großmaschige Strukturierung“. Die Art der Bodenbearbeitung und des Niederschlags zeigten keinen signifikanten Einfluss auf diesen Effekt. Unter konventioneller Bodenbearbeitung war die relative Oberflächenabflussretention der Strukturen höher als unter pfluglosen Verfahren (Abb. 3).

Ausblick

Neben der Bedeutung für den abiotischen Ressourcenschutz können flurgliedernde Maßnahmen einen wertvollen Beitrag für das Landschaftsbild und den Biotopverbund leisten [1]. Im Bereich des Mockritzer Baches stellen ackerbegleitende Saumstrukturen u.a. wichtige Lebensräume und Vernetzungselemente für typische Heuschreckenarten der Agrarlandschaft dar [3]. Ein wichtiges Ziel muss daher die Entwicklung eines multifunktionalen Netzwerks aus Saumbiotopen sein, welches einen größtmöglichen Nutzen für die Vielfalt der Landschaftsfunktionen bietet. Die vorliegende Arbeit trägt hierzu bei, indem erste Richtwerte für die Bemessung von Maßnahmen aus Sicht der Abflussretention aufgezeigt werden.

Literatur

- [1] Kretschmer, H., H. Pfeffer, J. Hoffmann, G. Schrödl & I. Fux (1995): Strukturelemente in Agrarlandschaften Ostdeutschlands. Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz. ZALF-Bericht Nr. 19, 164 S., Münchenberg.
- [2] Michael, A., J. Schmidt & W. Schmidt (1996): Erosion 2D/3D: Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Band II, Parameterkatalog Sachsen. 150 S., Freiberg.
- [3] Rüter, S. & M. Reich (2005): Vorkommen und Verbreitung von *Metricoptera roeselii* (HAGENBACH, 1822) und *Chorthippus apricarius* (LINNAEUS, 1758) (Saltatoria) auf Saumstrukturen in der Agrarlandschaft – am Beispiel des sächsischen Lösshügellandes. In: Mitt. Sachs. Entom. 72: 10-18.
- [4] Schmelmer, K. (2003): Bodenerosionsprozesse, Oberflächenabfluss- und Feststoffretention von Grasfilterstreifen – Experimentelle Untersuchungen und Anwendung von Prognosemodellen. Diss. Uni Bonn, Bonner Bodenkundliche Abhandlungen Band 39, 267 S., Bonn.
- [5] von Werner, M. (1995): GIS-orientierte Methoden der digitalen Reliefanalyse zur Modellierung von Bodenerosion in kleinen Einzugsgebieten. Diss. Freie Univ. Berlin.

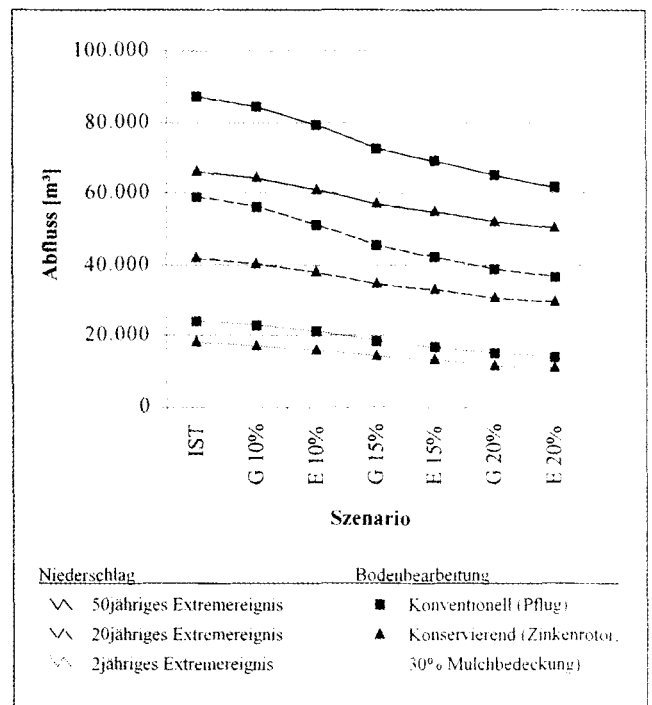


Abb. 2: Kumulativer Gesamtabfluss aus dem Einzugsgebiet in Abhängigkeit vom simulierten Niederschlagsereignis und Bodenbearbeitungsverfahren

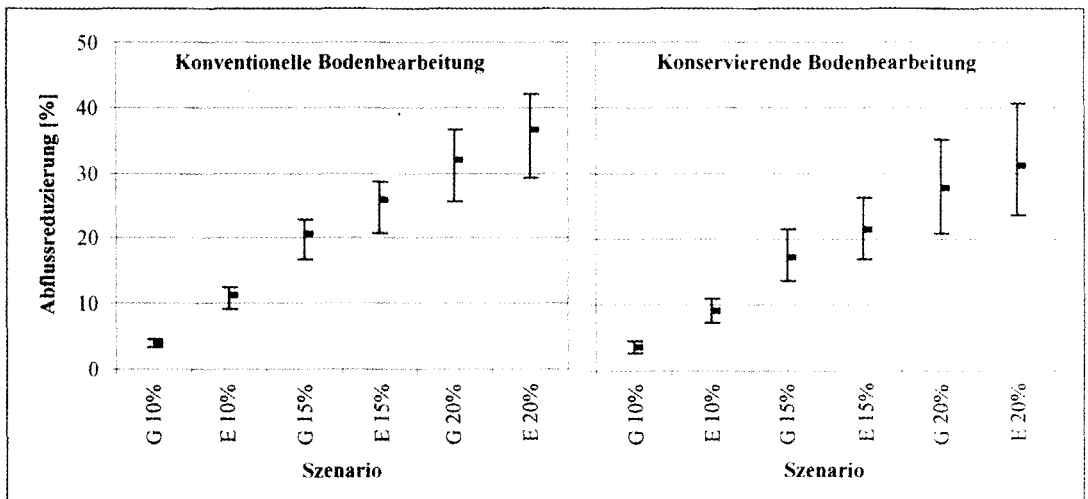


Abb. 3: Relative Retentionsleistung der Szenarios im Vergleich zum Ist-Zustand unter konventioneller Bodenbearbeitung und konservierender Bodenbearbeitung (dargestellt sind die Maximal-, Minimal- und Mittelwerte der Simulationsergebnisse)

Erosionsschutz durch Intervallbegrünung in Fahrgassen: Wirkung der Bodenbearbeitung und der Fahrgassenrichtung

Sandra Sanders und Thomas Mosimann

Einleitung

In der Pflanzenproduktion werden seit 30 - 35 Jahren als Orientierungshilfe für ein exaktes Anschlussfahren beim Ausbringen von Dünge- und Pflanzenschutzmitteln pflanzenfreie Fahrgassen angelegt. Durch die häufigen Überfahrten im Verlauf einer Produktionsperiode sind die Fahrspuren gegenüber der nicht befahrenen Schlagfläche deutlich verdichtet [1] und stellen Leitlinien für den gebündelten Oberflächenabfluss dar. Untersuchungen zum Ausmaß der Bodenerosion in Fahrgassen zeigen, dass weit mehr als die Hälfte der gesamten linearen Erosion in Fahrgassen stattfinden kann [2].

Bei einer Intervallbegrünung im Getreide werden die Fahrspuren auf wenigen Metern mit Getreide bestellt. Die Begrünung stellt eine Abflussbarriere dar, die eine Verbreiterung des Fließquerschnittes und eine Reduzierung der Wasserablaufgeschwindigkeit in den Fahrgassen und damit Akkumulation bewirkt.

Ergebnisse aus Versuchen im Winterweizen haben gezeigt, dass durch die Fahrgassenbegrünung die Bodenabträge je nach Hangneigung und Intervallabstand um 25 - 80 % reduziert werden können [3].

Methodik zur standardisierten Messung der Erosion in Fahrgassen

Die vergleichenden Abflussversuche fanden unter realen Bewirtschaftungsbedingungen auf jeweils 100 m langen Fahrspurabschnitten mit verschiedenen Begrünungsvarianten von April bis Juni statt. Die für die Versuche relevante Wassermenge wurde auf 1000 l festgelegt. Dies simuliert Niederschlagsereignisse mit einer Höhe von 22,7 l/m².

Die Simulation des Oberflächenabflusses erfolgt durch Wasserzugabe am oberen Ende der Fahrspur.

Am unteren Ende der Versuchsfahrspur fängt ein in die Fahrspur eingegrabener Trichter das ankommende Wasser mit Sediment auf und leitet dieses zu einer Kippwaage mit Impulzzählung. Während des Versuches erfolgt an der Kippwaage eine Sedimentprobenentnahme. Weitere begleitende Messungen zu den Versuchszeitpunkten sind: Bodenfeuchte, Lagerungsdichte, Oberflächenrauigkeit und Bedekungsgrad der begrüneten Intervalle. [4]

Die Wirkung der Intervallbegrünung bei verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten

In einer Auswertung wurden die Ergebnisse von 70 Abflussversuchen in verschiedenen Bearbeitungsvarianten im Wintergetreide bei Hangneigungen von 3 % und einer Bearbeitungsrichtung in Hangfalllinie zusammengestellt. Es zeigt sich klar, dass die konservierende Bodenbearbeitung im Wintergetreide bei geringeren Hangneigungen und einer Bearbeitung in Hangfalllinie auch in Fahrspuren einen ausreichenden Erosionsschutz bietet und im Allgemeinen eine zusätzliche Begrünung überflüssig macht (vgl. Bild 1). Eine Intervallbegrünung bringt in diesen Fällen nur einen geringfügigen zusätzlichen Erosionsschutz.

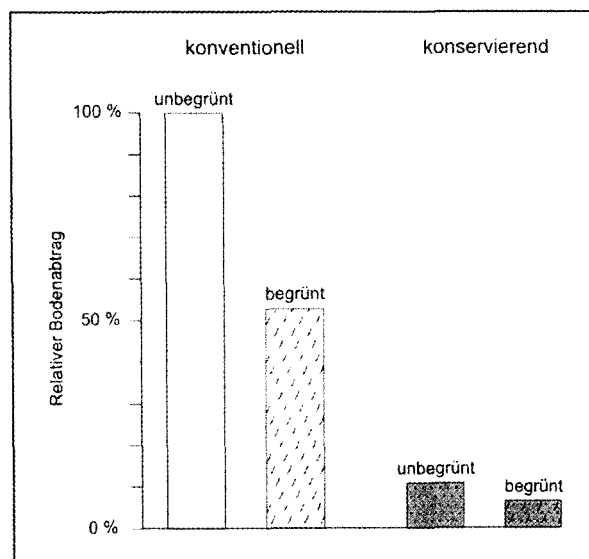


Bild 1: Relativer Bodenabtrag in verschiedenen Bodenbearbeitungsvarianten bei 3 % Hangneigung und einer Bearbeitungsrichtung in Hangfalllinie [n = 70].

Bei einer konservierenden Bearbeitung wird durch die pflanzlichen Reststoffe an der Bodenoberfläche auch in den unbegrüneten Fahrspurabschnitten der Abfluss auf einen größeren Fließquerschnitt verteilt und

dadurch die Geschwindigkeit des Abflusses reduziert. Zusätzlich akkumuliert Material vor kleineren Mulchansammlungen. Diese Wirkung erstreckt sich über die gesamte Fahrspurlänge und verringert dadurch den Bodenabtrag deutlich. Bei einer konventionellen Bearbeitung kann mit einer Begrünung der Abtrag in den Fahrgassen im Mittel um rund 50 % verringert werden. Dabei hängt die Effektivität der Intervallbegrünung vor allem vom Bedeckungsgrad und dem Entwicklungsstadium der Intervalle ab. Im Verlauf einer Vegetationsperiode nimmt daher der Abtragsschutz durch die Intervallbegrünung zu.

Der Einfluss der Fahrgassenrichtung auf den Bodenabtrag in Fahrspuren

Nur bei Fahrspuren, die genau in Gefällerrichtung verlaufen, fließt das Wasser in der Regel auch ausschließlich im Fahrspur "kanal" ab. Eine schräge Lage der Fahrspuren zum Gefälle führt dagegen oft zu seitlichem Ausfließen von kanalisiertem Wasser. Daraus resultieren deutlich reduzierte Abflussmengen und Abträge in den Fahrspuren (vgl. Bild 2).

Vor allem bei geringen Spurtiefen trat im Verlauf der Fahrspuren der Oberflächenabfluss in das angrenzende Feld über. Zudem wiesen die Randbereiche der

Fahrspuren durch das Befahren häufig deutliche Stollenabdrücke mit entsprechend erhöhter Oberflächenrauigkeit auf. Dies bremste den Abfluss zusätzlich ab und begünstigte ebenfalls das Übertreten von Wasser. In fast 40 % der Fälle erreichte der Abfluss bei einer schrägen Bearbeitungsrichtung das Ende der Versuchsstrecke nicht. Nur in unbegrünten Fahrspuren kam mehr als ein Viertel des zufließenden Wassers am Ende der Versuchsstrecke an.

Bei einer schräg verlaufenden Bearbeitungsrichtung traten alle anderen Einflussfaktoren, die den Abtrag in den Fahrspuren bestimmten, in den Hintergrund. Insgesamt fielen die Abträge um fast 90 % geringer aus als bei genau in Hangfalllinie verlaufenden Spuren.

Fazit

Die Auswertungen der Versuchsreihen 2003 bis 2005 zeigen einen großen Einfluss der Bodenbearbeitung und der Bearbeitungsrichtung auf die Abtragsbeträge in den Fahrspuren. Vor allem bei konventioneller Bearbeitung und einer Bearbeitung in Hangfalllinie stellt die Intervallbegrünung eine wirksame Maßnahme zur Abtragsreduzierung dar. Bei konservierender Bodenbearbeitung und schräger Bearbeitungsrichtung ist eine Begrünung nicht zwangsläufig notwendig.

Literatur:

- [1] SOMMER, C.; BRANDLHUBER, R.; BRUNOTTE, J.; BUCHNER, W. (2001): Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen. In: BMVEL (HRSG.): Gute fachliche Praxis zur Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen und Bodenerosion. S. 14-43.
- [2] MOSIMANN, TH., SANDERS, S. RÖSEMANN, C. (2006): Bodenerosion in Niedersachsen. Methodik der Dauerbeobachtung, Ausmaß und Verbreitung der Wassererosion (Beobachtungsjahre 2000 - 2003). Arbeitshefte - Boden (in Druck).
- [3] SANDERS, S. & TH. MOSIMANN (2005): Erosionsschutz durch Intervallbegrünung in Fahrgassen. In: Wasser & Abfall, H. 10, S. 34 - 38.
- [4] MOSIMANN, TH. & S. SANDERS (2005): Erosionsschutz durch Intervallbegrünung in Fahrgassen - Ergebnisse aus Versuchen in Winterweizen. In: DBG - Mitteilungen, Bd. 107, H. 2, S. 617-618.

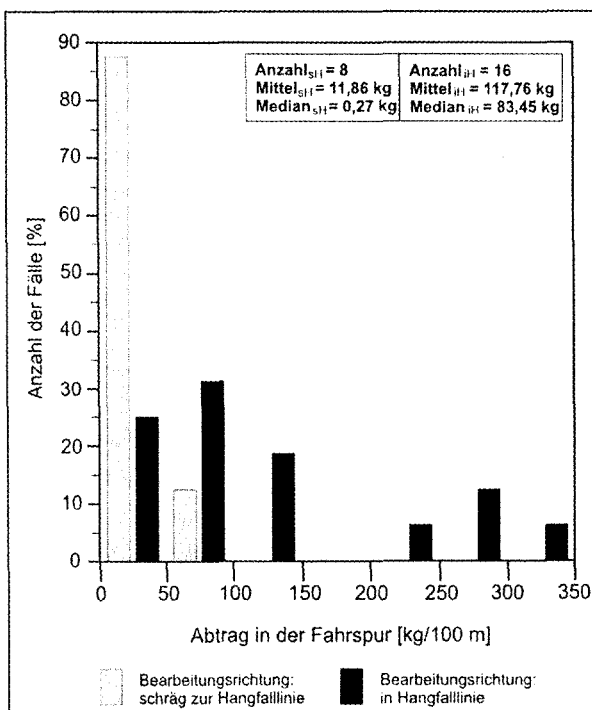


Bild 2: Bodenabtrag in Fahrspuren mit unterschiedlichen Bearbeitungsrichtungen bei Hangneigungen > 5 % und konventioneller Bearbeitung [n = 24].

Krippen/Oberelbe: Maßnahmenentwicklung unter 'schwierigen' Standortverhältnissen

Axel Schröder¹⁾, Michael von Werner¹⁾,
Markus Thieme²⁾

Anlass und Ziel der Untersuchung

Der im oberen Elbtal liegende Ort Krippen (Sächsische Schweiz) ist episodisch von katas-trophalen Überschwemmungen betroffen, die durch Starkniederschläge verursacht werden (Abb. 1). Grund für die als 'Sturzwasser' bezeichneten Ereignisse ist die starke Oberflächenabflussbildung auf den rund 100 m oberhalb der Siedlung liegenden Sandstein-Hochflächen ('Ebenheiten'), die auf Grund der Lössbedeckung landwirtschaftlich genutzt werden.

Unter Berücksichtigung der lokalen Relief- und Schichtverhältnisse wurden verschiedene Maßnahmen-Szenarien für die Hochfläche entwickelt und mit dem Prognosemodell EROSION-3D (SLfL/SLfUG 1996) simuliert. Ziel der Szenarien war es, einerseits die durch landwirtschaftliche Bodenbearbeitung erzielbare Steigerung der Infiltrationskapazität, und andererseits die Wirkung baulicher Maßnahmen des Oberflächenabfluss-rückhaltes zu bewerten.

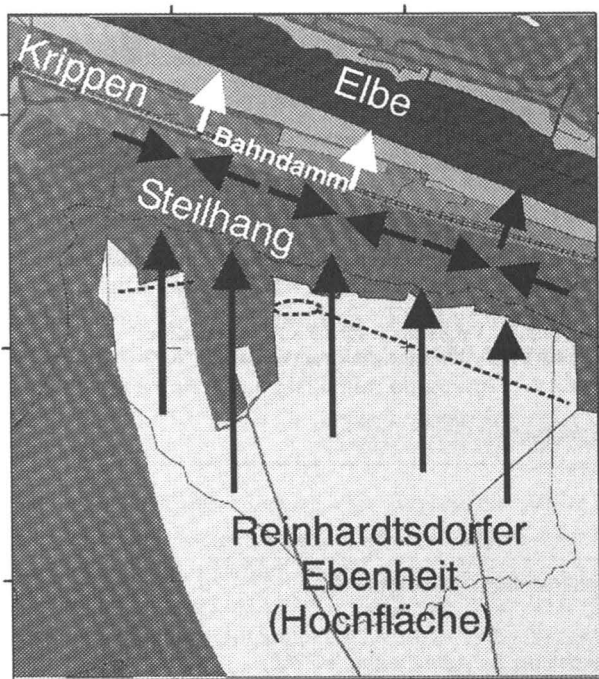


Abb. 1: Prinzipielle Oberflächenabflussrichtungen im Bereich der durch sog. 'Sturzwasser' besonders betroffenen Ortslage Krippen/Oberelbe. Der Kartenausschnitt umfasst rd. 1 km². Das vorgeschlagene Rückhaltebecken und die Leitdämme sind gestrichelt eingezeichnet

Datengrundlagen

Auf Grund der besonderen Schichtverhältnisse (1-1,5 m mächtige Pseudogley-Parabraunerde aus Löss über verwittertem Kreidesandstein) wurde im Sommer 2005 von der SLfL und der TU Dresden eine bodenkundliche Profilaufnahme auf der Hochfläche durchgeführt, die zur Aktualisierung der aus der Konzeptbodenkarte 1:50 000 primär abgeleiteten Bodeninformation verwendet wurde. Für den im Mai 2005 angenommenen Schadenszeitpunkt wurde die Nutzung auf der Ebenheit bei den örtlichen Landwirtschaftsbetrieben erhoben. Grundlage der Berechnung der Abflussrichtungen war ein Laserscan-gestütztes digitales Reliefmodell, welches Anfang 2005 durch den Nationalpark 'Sächsische Schweiz' und die TU Dresden erstellt wurde. Die Abfluss- und Erosionsprognosen erfolgten mit einer Rasterweite von 5 m und unter Verwendung des Rückhaltebecken- und kinematischen Abflussmoduls von EROSION-3D. Grundlage der Abfluss- und Erosionsschätzung war das statistische 10-jährliche Starkereignis (Tab. 1).

Tab. 1: Kenndaten des der Maßnahmenbewertung zu Grunde gelegten 10-jährlichen Niederschlagsereignisses (Quelle: SLfL/SLfUG 1996)

Dauer [min]	Gesamthöhe [mm]	Spitzenintensität [mm/h]
230	44	112

Szenarien

Zur Bewertung der durch reduzierte Bodenbearbeitung erzielbaren Steigerung der Infiltrationsleistung auf den landwirtschaftlichen Nutzflächen wurde als Optimal-Szenario die Direktsaat angenommen. Die Parametrisierung erfolgte unter Verwendung von Beobachtungsdaten des Versuchsstandortes Lüttewitz (Lösshügelland) der SLfL, speziell der beobachteten Lagerungsdichte- und hydraulischen Leitfähigkeitswerte. Die Abfluss- und Erosionsprognose erfolgte für drei Bodenfeuchtevarianten.

Alternativ zur flächenbezogenen Reduzierung der Abflusstehung wurde ein in den Dimensionen dem örtlichen Landschaftsbild angepasstes Rückhaltebecken (Stauvolumen: rd. 1 500 m³) einschließlich zuleitender Dämme entworfen, um den Oberflächenabfluss über eine vorhandene Hangrinne im westlichen Bereich des Steilhangs (Abb. 1: längster Pfeil) kontrolliert und mit ggf. gedämpfter Spitzenrate ableiten zu können.

Ergebnisse

Abb. 2 zeigt, dass das Direktsaatszenario für das ausgewählte Extremereignis zu einer Reduzierung des Oberflächenabflussvolumens von rd. 20 % führt. Diese Größenordnung ist unabhängig von der Bodenfeuchte und wird für alle Teileinzugsgebiete prognostiziert, die die Hochfläche und den Steilhang entwässern. Auf Grund der beobachteten Schäden wird dieses Minderungspotenzial zur Reduzierung der Gefährdung der Ortslage Krippen (Messpunkte '200-Ortskern-Ost', '600-Rangierbf.') als nicht ausreichend bewertet. Ursache der vergleichsweise geringen Schutzwirkung dieses Szenarios sind die hohe Spitzenintensität des Niederschlagsereignisses, der hohe Anteil des zum Messpunkt '200' gehörenden Einzugsgebiets an der Hochflächenentwässerung sowie die weiterhin hohe Abflussbildung auf den nicht-ackerbaulichen Flächen mit den Nutzungen Grünland und Wald.

¹⁾GEOGNOSTICS Boden- und Gewässerschutz
Bekassinenweg 30
D-13503 Berlin
axel.schroeder@geognostics.de
michael.von.werner@geognostics.de

²⁾Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Referat 34 - Ländliche Entwicklung
Söbrigener Straße 3 a
D-01326 Dresden
Markus.Thieme@pillnitz.lfl.smul.sachsen.de

Abb. 3 zeigt, dass die Leitdämme und das Rückhaltebecken den Oberflächenabfluss auf der Hochfläche in Richtung der westlich liegenden Ortslage konzentrieren. Die für dieses Szenario am 'kritischen' Messpunkt 200 (Bahndurchlass 'Ortskern-Ost', Abb. 4) berechneten Abflussspitzen zeigen, dass selbst das Rückhaltebecken die durch die Leitdämme allein verursachte Versteilung der Abflussspitzen nicht auf das Niveau des Ist-Zustandes (ohne Maßnahmen) reduzieren kann.

Weitere Maßnahmenentwicklung

Auf Grund der - in Bezug auf das Abflussverhalten des gesamten Untersuchungsgebietes - begrenzten Wirksamkeit der vorgeschlagenen Szenarien wird für die weitere Schadensreduzierung die Sicherstellung der

dezentralen Hochflächenentwässerung von hoher Bedeutung sein. Alternativ bietet sich die Möglichkeit der Abflussableitung in östliche Richtung unter gleichzeitiger Ertüchtigung der Bahndurchlässe in diesem Bereich an. Die Anlage eines Versuchsstreifens mit neuartiger Bodenbearbeitung (z.B. Querdammhäufung) wird in Zusammenarbeit mit dem örtlichen Landwirtschaftsbetrieb sowie entsprechenden Geräteanbietern geprüft. Die vollständige Aufforstung der Hochfläche wird gegenwärtig aus Kostengründen nicht erwogen.

Literatur

SLfL/SLfUG (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft/ Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Hg.) 1996: EROSION-2D/3D – Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Dresden/Freiberg, SLfL/SLfUG.

Danksagung

Das beschriebene Vorhaben wurde vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Kennzeichen: 03-34-8433.02/1) gefördert.

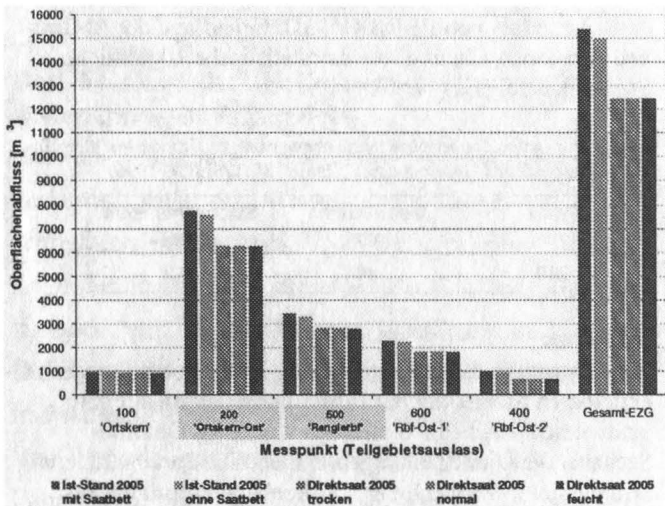


Abb. 2: Vergleich der für das Bodenbearbeitungsszenario 'Direktsaat' (einschl. Feuchtevarianten) prognostizierten Oberflächenabfluss - volumina. Die Werte beziehen sich auf den jeweiligen Auslass der fünf Einzugsgebiete, die die Hochfläche zur Elbe entwässern (virtuelle Messpunkte, von Westen nach Osten). Die Messpunkte 200 und 600 entsprechen den beiden hellen Pfeilen in Abb. 1.

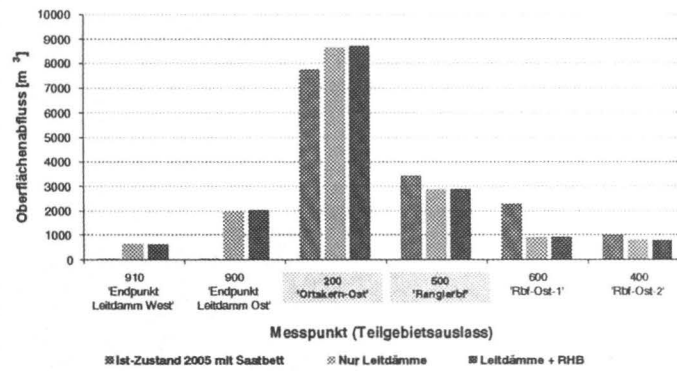
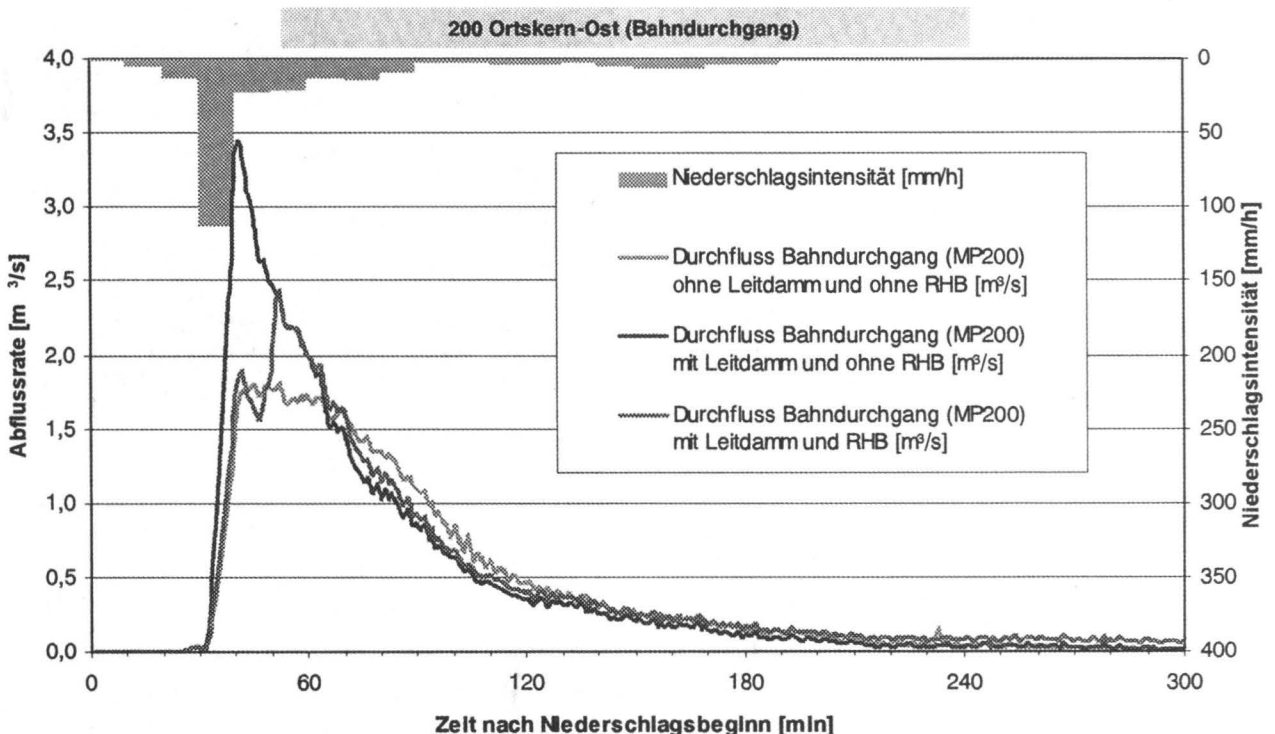


Abb. 3 (oben): Vergleich der für die Rückhalteszenarien prognostizierten Oberflächenabflussvolumina. Weitere Erläuterungen s. Abb. 2

Abb. 4 (unten): Vergleich der für die Rückhalteszenarien prognostizierten Abflussganglinien am Messpunkt '200'



Wirkung verschiedener Landnutzungen auf den Direktabfluss-Simulationen mit EROSION 3D-Arbeitsstand

Nicole Seidel

Einleitung

Ziel des vom Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie in Auftrag gegebenen Forschungsvorhabens ist es, mit Hilfe des Simulationsmodells EROSION 3D den Direktabfluss bei extremen Regenereignissen für verschiedene Landnutzungsszenarien zu quantifizieren. Am Beispiel von zwei kleinen Teileinzugsgebieten der Striegis werden unter besonderer Berücksichtigung der Wechselwirkung zwischen Landnutzung/-bewirtschaftung und bodenhydrologischen Parametern verschiedene Landnutzungsszenarien (Ist-Stand, konservierende Bewirtschaftung, Potentiell Natürliche Vegetation, Schwarzbrache, optimale Ziellnutzung) erstellt und ausgewertet. Diese Landnutzungsszenarien werden gerechnet für vier verschiedene Starkniederschlagsereignisse, in unterschiedlichen Jahreszeiten (Mai und August) und mit verschiedenen Bodenfeuchtezuständen (trocken, feucht).

Das Einzugsgebiet Klatschbach befindet sich im Mulde-Lösshügelland. Als Hauptbodentypen liegen hier Parabraunerden bis Pseudogleye und Kolluvisole vor. Das Einzugsgebiet Oberreichenbacher Bach befindet sich in den unteren Lagen des Erzgebirges und weist vor allem Braunerden aus Löß-Gneis Mischsubstraten (teilweise kolluvial überprägt) auf. Durch die hohe Reliefenergie, den hohen Anteil an landwirtschaftlichen Nutzflächen sowie die z.T. verbreitete Flachgründigkeit der Bodendecke können die Gebiete als potenzielle Hochwasserentstehungsflächen eingestuft werden.

Methoden

Bei der Parametrisierung der Szenarien stellte sich das Problem, dass für die Landnutzungen Grünland und Wald Datenlücken im Parameterkatalog Sachsen (MICHAEL, A. ET AL 1996) vorlagen, bzw. nur grobe Schätzwerte existierten. Um diese Datenlücken zu schließen, wurden im Rahmen des Forschungsprojektes Beregnungsversuche in den o. g. Einzugsgebieten durchgeführt. Pro Landnutzung (Grünland, Nadelwald, Laubwald) wurden je sechs Standorte beregnet. Zusätzlich wurden für jeden Standort die Parameter Lagerungsdichte, organischer Kohlenstoff, Anfangswassergehalt und Textur ermittelt und aus den aufgenommenen Infiltrationskurven mit Hilfe von EROSION 2D Skinfaktoren abgeleitet.

Für das Einzugsgebiet Oberreichenbacher Bach erfolgten bisher vergleichende Abfluss-Modellierungen (E3D Vers. 310 –Mehrschichtenansatz) der Landnutzungen, Acker (Schwarzbrache), Grünland, Nadelwald und Laubwald. Dafür wurde jeweils das gesamte Einzugsgebiet mit der genannten Landnutzung belegt. Die Parametrisierung für Grünland (intensive Bewirtschaftung) und Wald erfolgte auf Grundlage der Beregnungsexperimente und den Ergebnissen der Standortbeprobungen in Abgleich mit den Schätzwerten des Parameterkataloges Sachsen (MICHAEL, A. ET AL 1996) und der Literatur (PUFFE/ZERR 1988, REHFUESS 1990, DBG 2005). Die Parameter für Schwarzbrache (keine Bedeckung, Bodenzustand „normal“, Saatbett konventionell) wurden dem Parameterkatalog Sachsen (MICHAEL, A. ET AL 1996) entnommen. Die Parametrisierung des Unterbodens basiert auf den Datengrundlagen der Reichsbodenschätzung bzw. der Forstlichen Standortkartierung. Die im Folgenden dargestellten Szenarien wurden für den Zeitpunkt Mai unter Annahme einer hohen Bodenfeuchte (Feldkapazität) gerechnet. Es wurde ein mittels Laserscan erstelltes digitales Geländemodell (MILAN FLUG GMBH 2004) mit einer Auflösung von 5m verwendet. Bei dem Modellregen handelt es sich um ein 10 jähriges Niederschlagsereignis mit einer Dauer von 200 min, einer Niederschlagssumme von 40 mm und einer maximalen Intensität von 1,9 mm/min.

Ergebnisse

Die Beregnungsexperimente auf den Grünlandstandorten der Einzugsgebiete Oberreichenbacher Bach (ORB) und Klatschbach (KB) ergaben gesättigte Leitfähigkeiten (k_f) im Bereich $1,7 \cdot 10^{-6}$ m/s bis $2,2 \cdot 10^{-5}$ m/s.

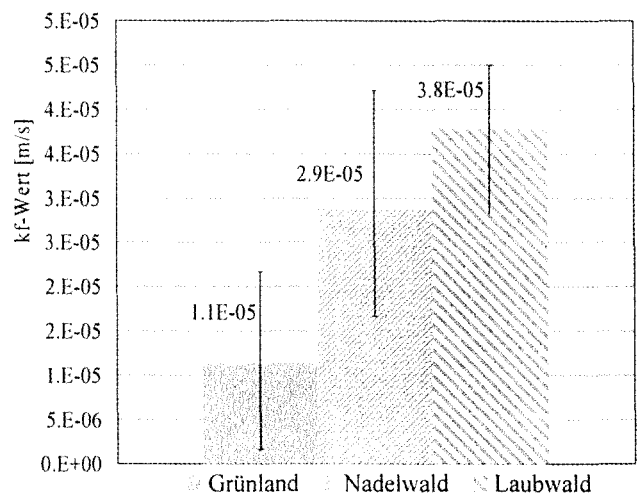


Abb.1 Mittlere k_f -Werte der Beregnungsexperimente bei verschiedenen Landnutzungen

Auf den untersuchten Nadelwaldstandorten wurden k_f -Werte im Bereich $1,7 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} - 4,1 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$ gemessen. Die unter Laubwald aufgenommenen k_f -Werte liegen im Bereich $2,4 \cdot 10^{-5} \text{ m/s} - 4,5 \cdot 10^{-5} \text{ m/s}$. In Abb. 1 sind die mittleren k_f -Werte der Beregnungsversuche dargestellt. Die Ergebnisse der vergleichenden Landnutzungsmodellierung zeigt Abb. 2. Der Modellregen ist hier als Niederschlagssummenkurve bezogen auf die Einzugsgebietsgröße des Oberreichenbacher Baches ($9,17 \text{ km}^2$) dargestellt. Über die gesamte Dauer des Niederschlages ergibt sich eine Niederschlagsspende von 373.237 m^3 . Die abhängig von den Landnutzungen berechneten kumulativen Abflüsse summieren sich bei Schwarzbrache auf 205735 m^3 . Dies entspricht einem Abflussbeiwert von ca. 55%. Für das Szenario Grünland wurde ein Abflussbeiwert von 39 % berechnet, für Nadelwald von 30 % und für Laubwald von 21%.

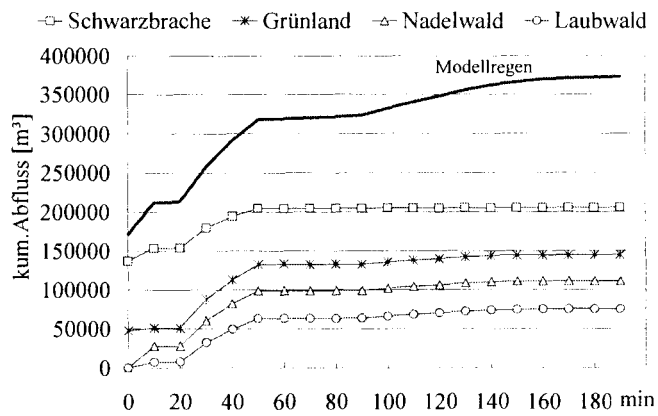


Abb. 2: kumulative Abflüsse und Abflussbeiwerte der berechneten Landnutzungsszenarien bezogen auf den verwendeten Modellregen.

Die Prognosekarten der Abb. 3 verdeutlichen die Oberflächenabflussbildung in ihrer räumlichen Verteilung für die Extremszenarien Schwarzbrache und Laubwald.

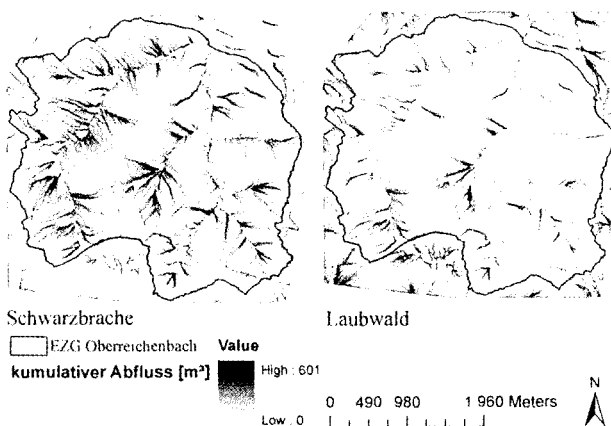


Abb.3: Prognosekarten der kumulativen Abflüsse der Szenarien Schwarzbrache und Laubwald

Zusammenfassung und Diskussion

Die für unterschiedliche Landnutzungen durchgeführten Beregnungsexperimente zeigen, dass der Laubwald eine im Mittel um 71 % höhere Infiltrationskapazität im Vergleich zu Grünland besitzt. Unter Nadelwald infiltrierte gegenüber Grünland im Mittel 62 % mehr Wasser, allerdings 24 % weniger als unter Laubwald

Erste Abflussmodellierungen zur Wirkung unterschiedlicher Landnutzungen auf den Oberflächenabfluss erfolgten mit einem Modellregen mit einer statistischen Wiederkehrzeit von 10 Jahren. Dabei wurden für die betrachteten Landnutzungen die Abflussbeiwerte berechnet. Der mit 55 % höchste Wert wurde für die Schwarzbrache ermittelt. Das bedeutet, dass unter dieser Nutzung weniger als die Hälfte des Niederschlages im Einzugsgebiet zurückgehalten wird. Für Grünland wurde ein Abflussbeiwert von 39 % berechnet. Für Nadelwald betrug dieser 30 % und für Laubwald 21%. Unter Laubwald würde demnach mehr als 80 % des Niederschlages im Einzugsgebiet infiltrieren. Demnach bietet der Laubwald das höchste Rückhaltevermögen der untersuchten Landnutzungen und damit den effektivsten flächenbezogenen Hochwasserschutz. Dies zeigten auch die Beregnungsexperimente. Schwarzbrache besitzt hingegen das geringste Rückhaltevermögen.

Die Verhältnisse bei der Verwendung anderer Niederschlagsereignisse sowie die Szenarien der Realnutzung und einer möglichen Zielnutzung sind Gegenstand des laufenden Forschungsvorhabens.

Literatur

PUFFE, D.; ZERR, W. 1989: Untersuchungen an Böden unter Grünland im Gebiet des Hohen Meißners. Eichhof-Berichte Reihe A, 13. Bad Hersfeld, Hessische Landwirtschaftliche Lehr- u. Forschungsanstalt Eichhof, 32 S.

REHFUESS, K. E. 1990: Waldböden: Entwicklung, Eigenschaften und Nutzung. Pareys Studentexte, 29.Hamburg, Parey, 294 S.

DBG (Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft) 2005: Exkursionsführer zur Jahrestagung 2005 der DBG in Marburg. DBG Band 1995. Oldenburg, DBG, 211 S.

MICHAEL, A. SCHMIDT, J., SCHMIDT, W., 1996: Band II - Parameterkatalog Sachsen, Anwendung. In: Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.): EROSION 2D/3D - Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Freiberg.

MILAN FLUG GMBH, 2004: Erstellung von zwei hochaufgelösten digitalen Höhenmodellen (1 m Raster) auf der Grundlage des Laserscannverfahrens für zwei Teileinzugsgebiete der Striegis (Oberreichenbacher Bach, Klatschbach). Kamenz, Milan, 27 S.

Anwendung des Modells „EROSION-3D“ in badischen Lössgebieten

Unterseher, E.*, Cesarz, R.**,
Hölscher, Th.** & K. Müller-Sämann**

1. Problemstellung

In den vergangenen Jahren traten in vielen Gemeinden des badischen Hügellandes jeweils Ende Mai Gewitterregen auf, die insbesondere in Lössgebieten zu starken Schäden auf Feldern sowie an Verkehrswegen und Gebäuden führten. Die Bodenschutzverwaltung wandte sich daraufhin an das Institut für umweltgerechte Landwirtschaft mit der Bitte um Erstellung einer erosionshemmenden Bodennutzungskonzeption, die sich in Bearbeitung befindet. Von der Bodenschutzbehörde wird eine Anordnung gemäß Bundesbodenschutzverordnung (BBodSchV 1999), die den Bewirtschaftern rechtliche Vorgaben machen würde, nicht ausgeschlossen.

2. Methodik

Da hier weitreichende rechtliche Fragen mit finanziellen Folgen angesprochen sind, wird es für zweckmäßig gehalten, die einzuleitenden Maßnahmen mittels einer vorgeschalteten Erosionsprognosemodellierung abzusichern. Die Wahl fiel auf das Modell „EROSION-3D“ (VON WERNER 2003), da es

- einzugsgebietsbezogene (hangbezogene) und
- ereignisbezogene Ergebnisse ermöglicht sowie
- Abtrags- und Depositionsbereiche identifiziert.

* Institut für umweltgerechte Landwirtschaft
Auf der Breite 7
D-79379 Müllheim/Baden
Tel.: 0(049) 7631/3684-53; Fax.: -30
E-mail: erich.unterseher@iful.bwl.de
www.iful.bwl.de

** Agentur für nachhaltige Nutzung von
Agrarlandschaften
Klosterrunsstr. 17
D-79379 Müllheim
E-mail: team@anna-consult.de
www.anna-consult.de

Daneben ermöglicht die Modellierung, welche von der Agentur für nachhaltige Nutzung von Agrarlandschaften (ANNA) durchgeführt wird, eine anschauliche Darstellung der Auswirkungen unterschiedlicher Schutzmaßnahmen in Maß und Zahl. Durch die höhere Transparenz ist mit einer steigenden Akzeptanz des Konzeptes bei den betroffenen Landwirten zu rechnen.

3. Ausgewählte Ergebnisse

Zunächst wurden in einem besonders betroffenen Gebiet Foto- und GPS-gestützte Schadensdokumentationen durchgeführt. Diese dienen als Evaluierungsgrundlage für die Ergebnisse der Modellierung, mittels derer die räumliche Zuordnung von Maßnahmen vorgenommen wird; dabei wird vorgeschlagen:

1. Die flächendeckende Einführung **konservierender Bodenbearbeitung** besitzt erste Priorität (s. Abb.1 u. 2). Die Anlage von Dauergrünland wird aus betriebswirtschaftlichen Gründen i.d.R. von den Landwirten abgelehnt.

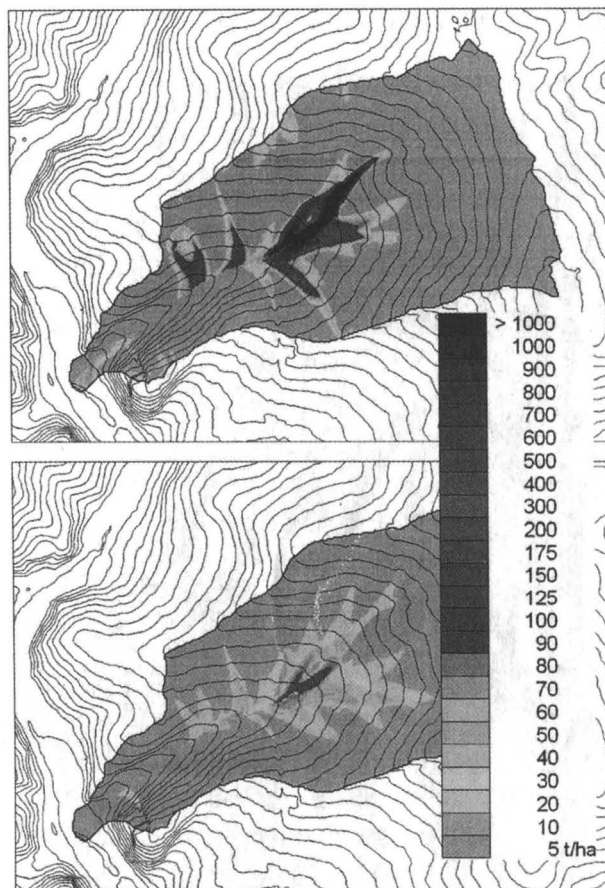


Abb. 1 u. 2: Deposition bei konventioneller (oben) und konservierender (unten) Bodenbearbeitung bei einem modellierten Starkregenerereignis (44 mm in 60 Minuten, Jährlichkeit 68) in einem Kleineinzugsgebiet bei Wintersweiler (Markgräfler Hügelland; Lkrs. Lörrach).



Abb. 3: Auf dem Luftbild-Orthofoto (Quelle: LV Baden-Württemberg; AZ.: 2851.9/3) eines Kleineinzugsgebietes bei Efringen-Kirchen (Lkrs. Lörrach) wird der Bereich stets wiederkehrender Talwegerosion sichtbar. Der Akkumulationsbereich am Ende der Tiefenlinie (linker Bildr.) mündet direkt in ein Fließgewässer.



Abb. 4: Prozessbereich der Talwegerosion von Abb. 3 nach einem Starkregen im Mai 2003. An dieser Stelle ist die Etablierung eines „grassed waterway“ in Kombination mit einer dem Fließgewässer vorzulagernden Retentionseinrichtung unabdingbar.

2. Der Etablierung von „grassed waterways“ in den Tiefenlinien (s. Abb. 3 u. 4; s.a. NRCS 2001) kommt - insbesondere unter dem Aspekt des **Gewässerschutzes** - eine immens wichtige Bedeutung zu. Die Angabe der genauen Dimensionierung bleibt jedoch der Modellierung vorbehalten (vgl. a. SCHOB et al. 2004).
3. Dasselbe gilt für die **Anlage von Retentionsflächen vor Schutzgütern**, welche dafür sorgen, dass Oberflächenabfluss/erodierter Boden, der bei Extremereignissen trotz der getätigten Maßnahmen verlagert werden könnte, „abgefangen“ wird.

4. Zusammenfassung

Für die Erstellung einer Bodennutzungskonzeption für die weitgehend ackerbaulich genutzten Einzugsgebiete hat sich die Kombination der Anwendung des Modells „EROSION-3D“ zusammen mit der empirischen Erhebung von eingetretenen Schäden (gem. DVWK 1996) sowie der Auswertung von Luftbildmaterial als zielführende Methodik erwiesen. Die Modellierung mittels „EROSION-3D“ erlaubt dabei die Prognose der Wirksamkeit der abgeleiteten Maßnahmen.

5. Literatur

- BBodSchV v. 12.07.1999; BGBl 1
- NATURAL RESOURCE CONSERVATION SERVICE (2001): How to Design, Construct, Seed, and Maintain Small Grassed Waterways. - Des Moines, Iowa, 6 S.
- DVWK (1996): Bodenerosion durch Wasser – Kartieranleitung zur Erfassung aktueller Erosionsformen. = Merkbl. 239, 62 S.
- SCHOB, A., SCHMIDT, J. & R. TENHOLTERN (2004): Derivation of site-related measures to minimize soil erosion on the catchment scale in the Saxonian loess belt using the model EROSION-3D. – In: WÖHRLE, N. & M. SCHEURER (eds.): Eurosoil 2004, 04.-2.09.2004 in Freiburg/Germany; Abstracts and Full Papers; CD
- VON WERNER, M. (2003): EROSION-3D, Version 3.1.1, Benutzerhandbuch GeoGnostics Software, Berlin, 86 S.

Modellierung winterlicher Erosions- und Abflussprozesse mit dem Modell EROSION 3D

Astrid Weigert

Einführung

Die Beobachtung zeigt, dass auch unter winterlichen Bedingungen extreme Abflusssituationen auftreten (z. B. als Folge plötzlicher Schneeschmelze auf noch teilweise gefrorenen Böden), die ähnlich wie im Falle sommerlicher Starkregen erhebliche Schäden auslösen können. Bisher sind derartige Risiken – vor allem durch Hochwässer und Erosion – nur schwer abschätzbar, weil praxisorientierte Simulationsmodelle fehlen. Dies ist nicht zuletzt dem Umstand geschuldet, dass die Abflussbildung unter winterlichen Bedingungen ein außerordentlich komplexer Vorgang ist. Es bedarf u. a. der Berücksichtigung des Auf- bzw. Abbaus der Schneedecke, der Retention des Oberflächenwassers (Niederschlag und Schmelzwasser) in der Schneedecke, der Reduktion der Infiltration durch in Bodenporen gefrorenes Wasser.

Methoden

Um mit EROSION 3D [SCHMIDT, 1996] winterliche Erosionsereignisse abbilden zu können, wurden in das Modell Algorithmen zur Beschreibung der Schneedeckenauf- und -abbaus und der Infiltration in teilweise gefrorene Böden implementiert. Mit Hilfe des Schneemoduls kann sowohl die Schneeakkumulation als auch die Schneeschmelze berechnet werden. Die Schneeschmelze wird unter Berücksichtigung der Lufttemperatur und der Energiezufuhr durch flüssigen Niederschlag berechnet [WEIGERT et al., 2002]. Hierbei ist auch eine Korrektur der Lufttemperaturen in Abhängigkeit von der Geländeexposition möglich [V. WERNER, 2005]. Die Speicherung von Schmelzwasser und Regen in der Schneedecke werden durch einen vom Schneeealter abhängigen Retentionsfaktor beschrieben.

Das Schneemodul wurde u. a. im Einzugsgebiet „Schäfertal“ (Harz) getestet. Obwohl der Abbau der Schneedecke zufriedenstellend prognostiziert wurde, wurden sowohl der Abfluss als auch die Erosion stark überschätzt [WEIGERT et al., 2002]. Grund hierfür war die vereinfachte Annahme, dass in einen gefrorenen Boden kein Wasser infiltriert. Um die Infiltration in teilweise gefrorene Böden differenzierter zu beschreiben, wird die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit eines Bodens um den Anteil der durch Eis blockierten Poren reduziert (Abb. 1). Somit ist das Infiltrationsvermögen eines gefrorenen Bodens stark vom initialen Wassergehalt des Bodens abhängig.

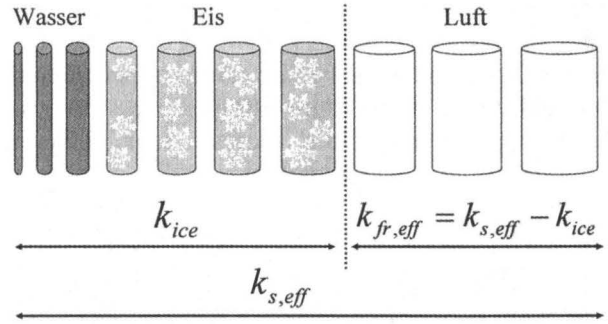


Abb. 1: Modellansatz Ermittlung der effektiven Leitfähigkeit eines teilweise gefrorenen Bodens

Ist der Boden zum Zeitpunkt des Frosteintrittes gesättigt, sind alle Poren durch Eis blockiert und kein Wasser kann in den Boden infiltrieren. Dagegen kann in einen teilweise gefrorenen Boden relativ viel Wasser infiltrieren, wenn der Wassergehalt des Bodens gering ist. Die Berechnung des durch das Eis blockierten Anteils an der gesättigten hydraulischen Leitfähigkeit k_{ice} erfolgt alternativ über MUALEM/VAN GENUCHTEN, oder über einen neu entwickelten Ansatz, der das Porensystem als Bündel von Kapillaren unterschiedlicher Radien betrachtet und deren Anteil an der gesättigten Leitfähigkeit über HAGEN-POISEUILLE abschätzt. Beide theoretischen Ansätze wurden mit Hilfe von Infiltrationsversuchen an ungesättigten, gefrorenen Bodensäulen verifiziert [WEIGERT & SCHMIDT, 2005].

Ergebnisse

Die Wintererweiterungen wurden exemplarisch an einem zu 73 % landwirtschaftlich genutzten Einzugsgebiet „Reichstädter Bach“ (12,5 km², Zufluss Tal Sperre Malter/ Rote Weißeritz, Sachsen) getestet. Die Modellierung des Direktabflusses und Sedimentvolumens (Abb. 2/3) erfolgte für ungefrorenen und gefrorenen Boden. Für den Anfangswassergehalt wurde sowohl ein sehr trockener als auch ein sehr feuchter Zustand angenommen. Zusätzlich wurde der von dem Wasserhaushaltsmodell WaSiM ETH für den Zeitpunkt des Ereignisses berechneten Wassergehalt verwendet [Modellierung im Rahmen des BMBF-Projektes EMTAL, durch PÖHLER, 2005].

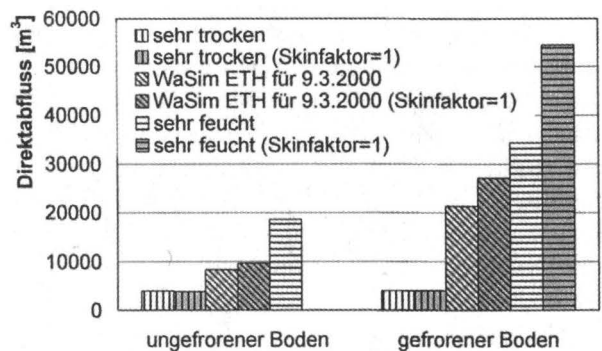


Abb. 2: Direktabfluss für gefrorenen und ungefrorenen Boden mit unterschiedlichen Anfangswassergehalten am Beispiel des Einzugsgebiet „Reichstädter Bach“

Da die Abschätzung des Skinfaktors, der Effekte wie Makroporen und Verschlammung berücksichtigt, bisher nur für ungefrorene Böden parametrisiert werden kann, wurde zum Vergleich jede Variante auch ohne Verwendung dieses Modellparameters (Skinfaktor = 1) berechnet.

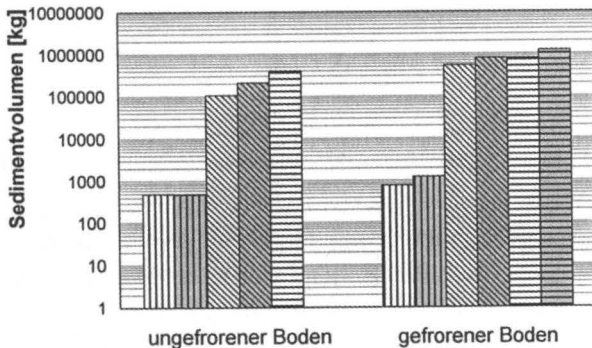


Abb. 3: Sedimentvolumen für gefrorenen und ungefrorenen Boden mit unterschiedlichen Anfangswassergehalten (Legende s. Abb. 2) am Beispiel „Reichstädter Bach“

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass auf ungefrorenen Boden deutlich weniger Abfluss und Erosion auftreten. Mit zunehmendem Anfangswassergehalt des Bodens erhöht sich die Direktabflusskomponente und damit auch die Erosion. Der Skinfaktor hat in dem verwendeten Beispiel keinen erheblichen Einfluss auf das Modellergebnis.

Zusammenfassung und Ausblick

Abfluss- und Erosionsprozesse im Winter bzw. Frühling unterscheiden sich in einigen Aspekten von denen im Sommerhalbjahr. Sommerliche Starkregenereignisse treten oft nur lokal begrenzt auf. Demgegenüber wird im Winter bei entsprechenden Witterungsverhältnissen über einen langen Zeitraum das Niederschlagswasser in der Schneedecke akkumuliert und durch einen plötzlichen Wetterumschwung (Temperaturanstieg und evtl. flüssiger Niederschlag) flächenhaft freigesetzt. Zudem ist im Winterhalbjahr das Infiltrationsvermögen der Böden durch die hohen Wassergehalte der Böden und ihr damit verringertes Speichervermögen herabgesetzt. Durch Bodenfrost kann die Infiltration in Abhängigkeit vom Bodenwasser z. T. extrem vermindert werden. Die relative Häufigkeit von winterlichen Hochwässern und das hohe Abflussvolumen bestätigen die Relevanz dieser abflusserhöhenden Faktoren. Die Erosion im Winter wird zusätzlich durch die insbesondere auf landwirtschaftlichen Nutzflächen spärliche Bodenbedeckung, die damit verbundene geringe Rauheit sowie den reduzierten Erosionswiderstand (gilt für ungefrorenen Oberboden) verstärkt. Diese Prozesse können durch das Modell EROSION 3D beschrieben werden.

Demgegenüber wirken andere winterliche Einflüsse erosionsmindernd. Solange der Boden durch eine Schneedecke geschützt ist, kann die Ablösung der

Bodenpartikel von der Bodenmatrix nicht durch den Regen erfolgen (Tropfenimpuls = 0). Erst am Ende des Schmelzereignisses, wenn die Schneedecke durchbrochen ist, kann fallender Regen Bodenerosion auslösen, ansonsten erfolgt diese ausschließlich durch den Oberflächenabfluss. Dies kann durch einen Schwellenwert für das Wasseräquivalent der Schneedecke modelltechnisch berücksichtigt werden. Wird der Oberflächenabfluss durch eine Schneedecke bzw. Schneematsch gebremst, verringert sich die Fließgeschwindigkeit und damit die erosive Wirkung des oberflächlich abfließenden Wassers. Die verminderte Transportkapazität des Direktabflusses kann durch die Rauheit beachtet werden. Ist der Oberboden gefroren, werden die ablösbaren Bodenpartikel durch die Auftauprozesse limitiert und das Oberflächenwasser erreicht nicht Transportkapazität. Das Mitreißen von aufgetauten Bodenpartikeln führt zur Rillenbildung. Erst wenn der Boden oberflächlich angetaut ist, kommt es verstärkt zu flächenhafter Erosion. Dieses Phänomen kann im Modell durch den Erosionswiderstand beschrieben werden.

Daraus ergibt sich, dass sich die Erosion am Ende eines Schneeschmelzereignisses stark erhöht, da der Tropfenimpuls durch die durchbrochene Schneedecke wirken kann, der Oberflächenabfluss nicht mehr durch die Schneedecke gebremst wird und somit die Transportkapazität steigt und der oberflächlich angetaute Boden erosionsanfälliger ist. Diese Prozesse können momentan im Modell EROSION 3D noch nicht berücksichtigt werden, da es weiterer Untersuchungen bedarf, um den Schwellenwerte für das Wasseräquivalent, die durch Schneeüberdeckung erhöhte Rauheit und den veränderten Erosionswiderstand festzulegen. Unter Beachtung dieser Prozesse, wäre die Modellierung der Zunahme der Erosion Hang abwärts und in den Tiefenlinien und damit die höhere Wirksamkeit passiver Erosionsschutzmaßnahmen (z. B. begrünte Tiefenlinie) bei winterlichen Erosionsereignissen möglich.

Literatur

- PÖHLER, H. (2006): Anpassung von WaSiM ETH und die Erstellung und Berechnung von Landnutzungs- und Klimaszenarien für die Niederschlag-Abfluss-Modellierung am Beispiel des Osterzgebirges, Dissertation an der TU Bergakademie Freiberg, eingereicht.
- SCHMIDT, J. (1996): Entwicklung und Anwendung eines physikalisch begründeten Simulationsmodells für die Erosion geneigter landwirtschaftlicher Nutzflächen. Berliner Geographische Abhandlungen, Heft 61.
- WEIGERT, A.; SCHMIDT, J. (2005): Water transport under winter conditions. Catena 64, 193-208.
- WEIGERT, A.; WENK, G.; OLLESCH, G.; FRITZ, H. (2002): Simulation of Snowmelt erosion using the EROSION 3D Model. Journal of Plant Nutrition and Soil Sciences, Heft 1/2003.
- WERNER, M. v. (2005): EROSION 3D Benutzerhandbuch.

Softwaretool zur weitgehend automatisierten Ableitung der Eingabeparameter für EROSION-3D aus Datengrundlagen des Freistaates Sachsen

Michael von Werner¹⁾, Axel Schröder¹⁾,
Walter Schmidt²⁾

Einleitung

Im Rahmen eines von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft geförderten FuE-Vorhabens wurde ein PC-gestütztes, interaktives Software-Werkzeug entwickelt, welches flächendeckende Eingabewerte für die Boden- und Nutzungsparameter des Prognosemodells EROSION-3D (SLfL/SLfUG 1996) erzeugt. Das als 'Datenbank-Prozessor' bezeichnete Programm kann auf beliebige Landschaftsausschnitte angewendet werden und unterstützt die Anwendung des Prognosemodells bei allen gebietsbezogenen Abfluss- und Abtragsschätzungen.

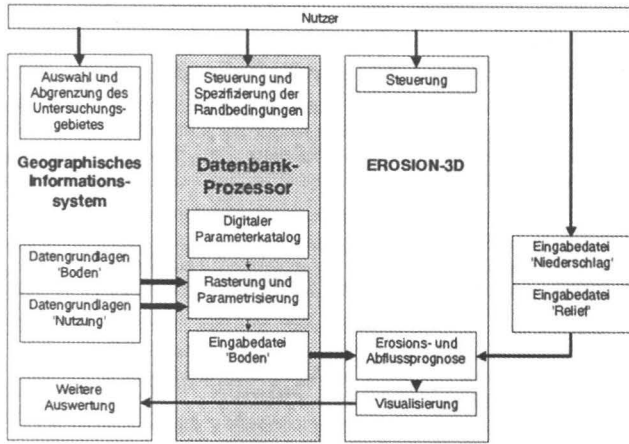


Abb. 1: Methodische Einordnung und Funktionsprinzip des 'Datenbank-Prozessors' bei der gebietsbezogenen Abtrags- und Abflussprognose mit EROSION-3D

Funktionsweise und Datengrundlagen

Abb. 1 zeigt das Funktionsprinzip des Software-Werkzeugs. Da für die Eingabeparameterschätzung georeferenzierte Flächendaten verwendet werden müssen, wurden Schnittstellen zu folgenden Datengrundlagen entwickelt, die im Freistaat Sachsen laufend vorgehalten und aktualisiert werden:

- Digitales Landschaftsmodell 1:25 000 des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS DLM 25, Sächsisches Landesvermessungsamt),
- Orthophoto-basiertes Feldblock-Kataster des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKoS, Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft),

- Konzeptbodenkarte 1:50 000 (BK_{KONZ}, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie),
- Bodenübersichtskarte 1:200 000 (BUEK 200, Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie).

Der Datenbank-Prozessor führt folgende Arbeitsschritte aus:

1. Festlegung der Eckkoordinaten des Untersuchungsgebietes
2. Festlegung der Rasterweite
3. Vektor-Raster-Konvertierung der Nutzungsdaten ATKIS-DLM und InVeKoS
4. Verschneidung der Landnutzungsdaten
5. Vektor-Raster-Konvertierung der Bodendaten BK_{KONZ} und BUEK 200
6. Verschneidung der Bodendaten
7. Verschneidung der Landnutzungs- und Bodendaten zur Elementarflächenkarte
8. Identifizierung und Auffüllen von Datenlücken
9. Attributierung der Elementarflächen.

Die nutzer-gesteuerte Attributierung der Elementarflächen mit den Eingabeparameterwerten des Prognosemodells erfolgt mit Hilfe einer relationalen Datenbank, die in das Software-Tool integriert ist. Die Attributierung erfolgt dabei unmittelbar (z.B. Nutzungs-, Bodenart) bzw. mittelbar durch die Kombination qualitativer Merkmalsausprägungen der in Tab. 1 zusammengestellten unabhängigen Variablen (z.B. Bodenzustand: 'verdichtet-gelockert-verschlämmt-normal', Bestand: 'normal'-'lückig'-'dicht'). Alternativ können die unabhängigen Variablen als extern erzeugte, räumlich differenzierte Vektordaten (z.B. Bodenfeuchte), oder als global einheitliche Vorgabe durch den Nutzer (z.B. Entwicklungszustand) spezifiziert werden.

Tab. 1: Beziehungsmatrix zwischen den unabhängigen und abhängigen Variablen des Datenbank-Prozessors

Zielvariablen		Unabhängige Variablen						
Eingabeparameter für EROSION-3D	Einheit	Nutz.-Art	Bodenart	Feuchte-stufe	Monat	Boden-bearbei-tungsart	Boden-zustand	Entwick-lungs-zustand
Korngrößenverteilung	M.-%		X					
Anfangswassergehalt	Vol.-%		X	X		X		
Lagerungsdichte	kg/m ³	X	X		X	X		
Organischer Kohlenstoffgehalt	M.-%	X	X					
Erosionswiderstand	N/m ²	X	X		X	X		
Hydraulische Rauigkeit	s/m ^{1/2}	X			X	X	X	X
Bodenbedeckungs-grad	%	X			X			
Skinfaktor	-	X	X	X	X	X	X	
Skelettgehalt	Vol.-%		X					

Bei der Entwicklung des Datenbank-Prozessors mussten insbesondere folgende Probleme gelöst werden:

- a) Übersetzungstabellen der Landnutzungsschlüssel
Zur Übersetzung aller Nutzungsartenschlüssel in das von der relationalen Datenbank verwendete (numerische) Format wurden eindeutige Beziehungstabellen entwickelt, die zwischen den Objektnummern des ATKIS-DLM, den InVeKoS-Nutzungs-codes und den Nutzungs-IDs der relationalen Datenbank vermitteln. Diese Tabellen sind im Datenbank-Prozessor hinterlegt und können durch den Nutzer editiert werden. Insbesondere die sich ändernden Beihilfe-Regelungen (z.B. Integration förderfähiger Landschaftselemente, Nachwachsende Rohstoffe) erfordern ggf. die Aktualisierung der Übersetzungstabellen.

¹⁾GEOGNOSTICS Boden- und Gewässerschutz
Bekassinenweg 30
D-13503 Berlin
michael.von.werner@geognostics.de
axel.schroeder@geognostics.de

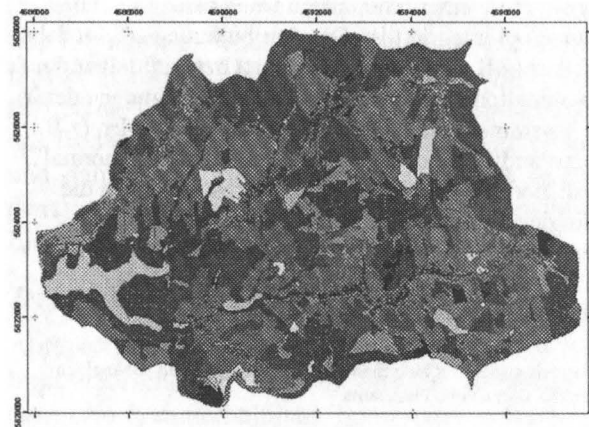
²⁾Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft
Fachbereich Pflanzliche Erzeugung
Postfach 22 11 61
D-04131 Leipzig
walter-alexander.schmidt@leipzig.lfl.smul.sachsen.de

b) Behandlung von Datenlücken

Die Quelldaten der relationalen Datenbank (Parameterkatalog) wurden aus den Ergebnissen der Berechnungsversuche abgeleitet, die seit 1993 von der Sächsischen Landesanstalt für Landwirtschaft und dem Sächsischen Landesamt für Umwelt und Geologie zur Validierung der Abfluss- und Erosionsprognosen von EROSION-3D durchgeführt werden (z.B. SLfL/SLfUG 1996). Da nicht für alle der in Tab. 1 genannten Merkmalskombinationen Beobachtungswerte für die Eingabeparameter vorliegen, mussten diese durch plausible Schätzung ergänzt werden. Zur Bewertung der Schätzungsgüte wurden den Datentabellen numerische Bewertungsziffern angefügt.

c) Generalisierung der Feldblock-Nutzung

Da der InVekoS-Feldblock keine Schlaggrenzen enthält, bietet der Datenbank-Prozessor die Möglichkeit, innerhalb eines jeden Feldblocks die Kulturart wahlweise entweder nach dominantem (d.h. mit höchstem Anteil angegebenem) oder potenziell erosionsempfindlichstem Fruchtartenanteil (MUNR 2002) zu generalisieren.



Anwendung

Abb. 2 (oben) zeigt die Elementarflächenkarte mit 129 Pedohydrotypen, die durch Anwendung des Datenbank-Prozessors auf das 60 km² große Einzugsgebiet der Talsperre Saidenbach (Erzgebirge) erzeugt wurde. Die Generalisierung der für die Feldblöcke angegebenen Kulturarten erfolgte nach dem Höchsten-Anteil-Verfahren. Abb. 2 (unten) zeigt die Erosionsprognosekarte, die unter Verwendung des ATKIS-DGM und des statistischen 10-jährlichen Starkregens (SLfL/SLfUG 1996) erstellt wurde. Während für das Generalisierungsverfahren 'Höchster Flächenanteil' der Feldblock-Kulturarten ein mittlerer Gebietsabtrag von 1,9 t/ha berechnet wird, ergibt sich für das Verfahren 'Erosionsempfindlichste Fruchtart' ein mittlerer Abtrag von 2,1 t/ha.

Die durch Kreise markierten Bereiche mit deutlichen Unterschieden in der Erosionsprognose zeigen, dass bei der Entwicklung standörtlich angepasster Schutzmaßnahmen weitere Detailuntersuchungen erforderlich sein können.

Literatur

MUNR (Ministerium für Landwirtschaft, Umweltschutz und Raumordnung des Landes Brandenburg, Hg.) 2002: Informationsheft zum landwirtschaftlichen Bodenschutz im Land Brandenburg. Potsdam, MUNR.

SLfL/SLfUG (Sächsische Landesanstalt für Landwirtschaft/Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Hg.) 1996: EROSION-2D/3D – Ein Computermodell zur Simulation der Bodenerosion durch Wasser. Dresden/Freiberg, SLfL/SLfUG.

SMUL (Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft) 2004: Umweltgerechte Landwirtschaft (UL) im Freistaat Sachsen - Hinweise zur Anwendung des Förderprogramms (UL-Ringordner 'online'). Dresden, SMUL.
Quelle: www.landwirtschaft.sachsen.de/de/wu/landwirtschaft/ agrarumweltmassnahmen/index_833.html



Abb. 2: Elementarflächen- (oben) und Erosionsprognosekarte (unten) für das rund 60 km² große Einzugsgebiet der Talsperre Saidenbach (Erzgebirge). Nähere Erläuterungen im Text.

Danksagung

Das beschriebene Vorhaben wurde vom Sächsischen Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (Kennzeichen: 72-4331.10/43-159/03) gefördert.

Einfluss von Klimaänderungen auf die Bodenerosion in Niedersachsen – Simulation der Entwicklung des Erosionsgeschehens mit EROSION 3D auf der Grundlage der Klimaprognose des Modells REMO.

Heiko Westphal und Thomas Mosimann

Problemstellung

Die zukünftige Klimaentwicklung ist zu einer zentralen Frage für die Gesellschaft geworden. Alle global arbeitenden Klimamodelle prognostizieren für die folgenden Jahrzehnte einen Niederschlagsanstieg (IPCC, 2001). Dies wird Folgen für viele Prozesse in der Landschaft haben. Hier wird der Einfluss des zukünftigen Klimas auf das Erosionsgeschehen im Gebiet Lamspringe, im südniedersächsischen Leinebergland, untersucht.

Wird die Erosion zunehmen? Diese Frage stellt sich für die heutige Nutzung und verschiedene zukünftige Nutzungsszenarien.

Methoden

Zur Klimaprognose wird das räumlich hoch auflösende Modell REMO des Max-Planck-Instituts für Meteorologie verwendet (JACOB, 2001). Es zeigt, in einem 18 x 18 km Raster, die klimatische Entwicklung über den Zeitraum der Jahre 2000 bis 2049. Da methodisch nur die konvektiven Sommerniederschläge betrachtet werden, ergibt sich laut REMO für die Monate April bis September über einen Zeitraum von 50 Jahren ungefähr eine Verdoppelung der Anzahl erosiver Niederschläge ($h_N > 10 \text{ mm/h}$, nach SCHWERTMANN, 1990).

Die zur Modellierung mit EROSION 3D benötigten Niederschlagshöhen liefert das Programm KOSTRA-DWD (ITWH, 2001). Hierbei sind Niederschläge mit folgenden Wiederkehrzeiten ausgewählt worden: 0,5a, 1a, 2a, 5a, 10a, 20a und 50a. Die Niederschlagsdauer beträgt jeweils 10 und 60 Minuten.

Die prognostizierte Verdoppelung der Anzahl erosiver Niederschläge wird unter Annahme einer kontinuierlichen Zunahme auf den Prognosezeitraum extrapoliert. Tabelle 1 zeigt das den Prognosen zu Grunde liegende Niederschlagszenario.

Für die landwirtschaftliche Nutzung werden vier verschiedene Szenarien entwickelt. Szenario 1 bildet dabei die aktuelle Nutzung im Gebiet Lamspringe ab. In Szenario 2 tritt an Stelle der Zuckerrüben der Winterraps (Rohstoffpflanzenszenario).

Wiederkehrzeit	2000-2009		2010-2019		2020-2029		2030-2039		2040-2049		Summe	
0,5a	20	20	20	25	20	30	20	35	20	40	100	150
1a	10	10	10	13	10	15	10	18	10	20	50	76
2a	5	5	5	6	5	8	5	9	5	10	25	38
5a	2	2	2	3	2	3	2	4	2	4	10	16
10a	1	1	1	1	1	2	1	2	1	2	5	8
20a			1	1			1	2			2	3
50a									1	2	1	2
Summe	38	38	39	49	38	58	39	70	39	78	193	293

Tab. 1: Anzahl erosiver Niederschläge ausgewählter Wiederkehrzeiten pro Dekade. Linke Zahl: aktuelle Klimaverhältnisse; rechte Zahl: Prognose von REMO.

Die Szenarien 3 und 4 bilden die Entwicklung von der konventionellen zur konservierenden Bodenbearbeitung ab, unter der Annahme, dass die Zuckerrübe nicht verschwinden wird. Details der Szenarien zeigt Abbildung 1.

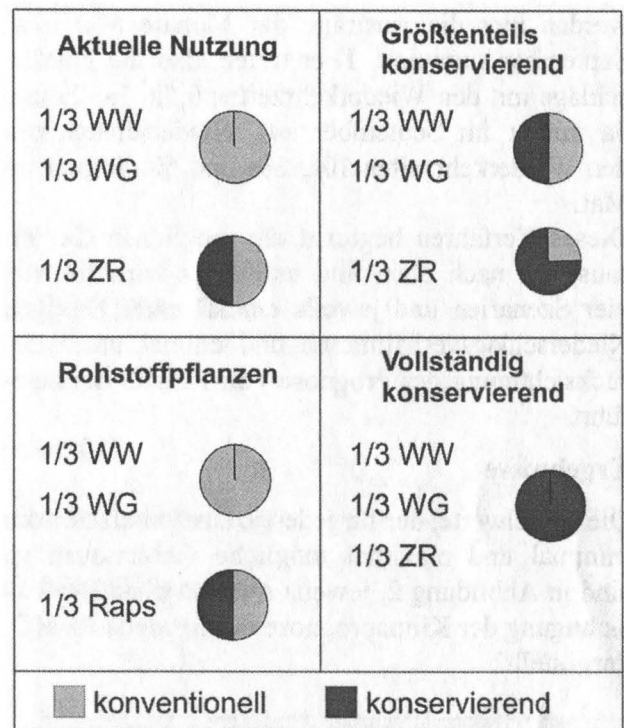


Abb. 1: Darstellung der vier landwirtschaftlichen Nutzungs- und Bearbeitungsszenarien (WW = Winterweizen, WG = Wintergerste, ZR = Zuckerrübe). Angegeben ist jeweils der Anteil der Feldfrucht an der gesamten ackerbaulich genutzten Fläche.

Mit Hilfe des Modells EROSION 3D werden das Erosions- und Depositionsgeschehen, sowie die Gebietsausträge jeweils für alle sieben Niederschlagsereignisse (entsprechend der Wiederkehrzeiten) und jeweils in allen sechs Monaten (April bis September), bzw. vier Monaten (Mai bis August) für die Regen höchster Intensität, modelliert. Auf Grund der großen Anzahl an Modellrechnungen stehen nicht Erosions- und Depositionsgeschehen einzelner Schläge im Vordergrund, sondern die jeweils auftretenden Gebietsausträge.

Zur Bewertung der einzelnen Szenarien erfolgt pro Szenario die Berechnung des geringsten zu erwartenden Gebietsaustrags über einen Zeitraum von

50 Jahren und des höchsten zu erwartenden Gebietsaustrags über denselben Zeitraum.

Die Simulationen der einzelnen Niederschläge ergeben, szenarioübergreifend, jeweils die geringsten Gebietsausträge im Monat August. Die höchsten Gebietsausträge treten im Monat September, bzw. als Prämisse bei höheren Wiederkehrzeiten von 10, 20 und 50 Jahren im Monat Mai auf.

Entsprechend dem Niederschlagsszenario in Tabelle 1 werden die geringsten Gebietsausträge im Gesamtzeitraum durch summieren der einzelnen Austräge des Monats August berechnet. Hier treten also alle Niederschläge, ganz gleich welcher Wiederkehrzeit, immer im August auf. Für die Berechnung der höchsten Gebietsausträge des Gesamtzeitraums wird gleich bleibend verfahren, allerdings werden hier die Austräge der Monate Mai bzw. September summiert. Hier treten also die Niederschläge mit den Wiederkehrzeiten 0,5a, 1a, 2a und 5a immer im September auf, Niederschläge mit den Wiederkehrzeiten 10a, 20a und 50a immer im Mai.

Dieses Verfahren begrenzt die möglichen Gebietsausträge nach oben und unten. Es wird für alle vier Szenarien und jeweils einmal unter heutigen Niederschlagsverhältnissen und einmal unter Berücksichtigung der Prognose von REMO durchgeführt.

Ergebnisse

Die Mittelwerte, der für jedes Szenario berechneten minimal und maximal mögliche Gebietsausträge sind in Abbildung 2, jeweils mit und ohne Berücksichtigung der Klimaprognose des Modells REMO, dargestellt.

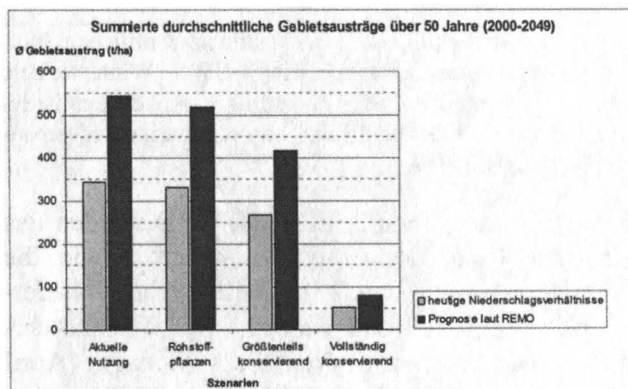


Abb. 2: Summierte durchschnittliche Gebietsausträge über 50 Jahre für vier Nutzungsszenarien. Getrennt nach heutigen Niederschlagsverhältnissen und der Prognose des Modells REMO. Weitere Erläuterungen im Absatz Ergebnisse.

Unter aktueller Nutzung ergibt sich ein durchschnittlicher Gebietsaustrag von ca. 350 t/ha (= 7 t/ha*a). Dieser Wert darf als Status quo aufgefasst werden. Mit einem Wechsel zum Anbau von

Rohstoffpflanzen statt Zuckerrüben erfolgt nur eine geringfügige Abnahme des Gebietsaustrags. Bedeutender ist der Wechsel in der Bodenbearbeitung. Mit zunehmendem Anteil der konservierenden Bodenbearbeitung sinkt der Gebietsaustrag erheblich, bis auf etwa 50 t/ha (= 1 t/ha*a) unter heutigen Niederschlagsverhältnissen.

Die mit dem Modell REMO prognostizierte Verdoppelung der Anzahl erosiver Niederschläge führt zu einem etwa 1,5-mal höherem Gebietsaustrag im Vergleich zur aktuellen Situation.

Fazit

Um den heutigen Gebietsaustrags von etwa 350 t/ha über einen Zeitraum von 50 Jahren bei einer zu erwartenden Verdoppelung der Anzahl erosiver Niederschläge stabil halten zu können ist eine nahezu flächendeckende konservierende Bodenbearbeitung nötig. Wie Abbildung 2 zeigt senkt nur eine konsequente konservierende Bearbeitung den Gebietsaustrag stark ab. Ein Umschwung im Anbau der Feldfrucht von Zuckerrübe auf Winterraps, bei gleichzeitiger Beibehaltung des Anteils konservierender Bearbeitung von 50 %, führt nicht zu einer Kompensation des durch Niederschlagsänderungen verursachten Anstiegs des Gebietsaustrags. Dies unterstreicht einmal mehr die hohe Bedeutung der konservierenden Bodenbearbeitung im Vergleich zu anderen Maßnahmen im Erosionsschutz.

Literatur

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2001): Climate Change 2001 – The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge, 881 S.

ITWH – INSTITUT FÜR TECHNISCH-WISSENSCHAFTLICHE HYDROLOGIE (2001): Programmpaket KOSTRA-DWD, Hannover.

JACOB, D. ET AL. (2001): A comprehensive model inter-comparison study investigating the water budget during the Baltex-Pidcap period. From: Atmos. Phys. 77: 19-43, 25 S.

SCHWERTMANN, U. ET AL. (1990): Bodenerosion durch Wasser – Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen, Stuttgart, 64 S.

WESTPHAL, H. (2005): Einfluss von Klimaänderungen auf die Bodenerosion in Niedersachsen – Simulation der Entwicklung des Erosionsgeschehens mit EROSION 3D auf der Grundlage der Klimaprognose des Modells REMO. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover, 87 S.

**MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

REFERATE UND POSTER

**Kolloquium der AG
„Bodenschätzung und Bodenbewertung“
12. bis 14. September 2006, Oldenburg**

Band 108

2006

Zusammenhänge zwischen Wertzahlen der Bodenschätzung und dem Naturalertrag auf einem Ackerschlag in Thüringen

1.) Einführung

Digitale georeferenzierte Bodenschätzungsdaten und geokodierte Ertragsmessdaten vom Mäh-drescher bieten die Möglichkeit einer gemeinsamen Darstellung im Geographischen-Informationssystem (GIS).

Eine Verschneidung der Daten ermöglicht es zu überprüfen, inwieweit einzelne Merkmale der Bodenschätzung, 7 Jahrzehnte nach Einführung des Bewertungsverfahrens, räumliche Unterschiede der Ertragsfähigkeit innerhalb eines Schlages dokumentieren.

2.) Material und Methoden

Für die Untersuchung wurde ein 44,15 ha großer Ackerschlag des Thüringer Lehr-, Prüf- und Versuchsgutes Buttstedt, am nordöstlichen Rand des Thüringer Beckens gelegen, ausgewählt; Auswahlkriterien waren zum einen eine heterogene Bodenschätzung, zum anderen das Vorhandensein von Ertragsdaten aus mehreren Erntejahren (2000-2005).

Im Untersuchungsgebiet wird anstehendes Gestein des Unteren Keuper mehr oder weniger mächtig von Löß überdeckt, was zur Ausbildung von Schwarzerden, Pararendzinen, Rendzinen sowie Kolluvisolen geführt hat und sich in einer dementsprechend heterogenen Bodenschätzung widerspiegelt.

Der Jahresniederschlag beträgt im Durchschnitt etwa 550 mm, die Klimatische Wasserbilanz der Monate April bis September (KWB_{IV-IX}) im langjährigen Mittel -140 mm, wodurch dem Wasserspeichervermögen der Böden entscheidende Bedeutung für die Pflanzenproduktion zukommt.

Die Gültigkeit der Bodenschätzung (von 1951) wurde nach dem in Thüringen üblichen Verfahren überprüft: Nach dem Aufsuchen der Grablöcher der Altschätzung wird entschieden ob die Altschätzung beibehalten wird oder ob Nachschätzungsbedarf besteht. Die Entscheidung am Grabloch wird auf die gesamte Klassenfläche (den gesamten Klassenabschnitt) übertragen.

Für die Zuordnung der einzelnen Ertragsdateien vom Mäh-drescher zum Untersuchungsgebiet und die Zusammenfassung mehrerer Erntefahrten (Mäh-drescher) in einem Erntejahr wurde das Programm *agromap* genutzt.

Die Ertragsdaten wurden anschließend mit dem *Expert-Filter* [1], der im Filteralgorithmus entscheidende Fehlerquellen bei der Ertragskartierung wie Füllzeit des Dreschwerks, Restbeete usw. berücksichtigt, bereinigt.

Die ursprünglich im Koordinatensystem WGS 84 aufgenommenen Ertragsmesspunkte wurden zur Verarbeitung im GIS in das Gauss-Krüger-Koordinatensystem transformiert. Vor der weiteren Verarbeitung wurden die Ertragsmesswerte auf ein einheitliches Feuchteniveau (z.B. Getreide 14 %) umgerechnet.

Da bei der Digitalisierung der Bodenschätzung in Thüringen sämtliche Bohrungen (Bohrpunkte) erfasst werden, wurden die Zusammenhänge zwischen Bodenschätzung und Ernteertrag für den vorliegenden Beitrag anhand der Bodenzahlen der Bohrpunkte untersucht.

Die Zuordnung der Bodenzahlen zu den in der gleichen Region des Schlages kartierten Ertragsmesspunkten erfolgte in einem Beispiel (Winterweizen, 2003) mittels „Punktpuffer“ (20-m-Radius) im GIS *TopoL*; für alle weiteren Untersuchungen nach dem bei Nutzung des Inverse-Distanz-Verfahren im GIS *ArcView* auf Rasterzellen (z.B. 30x30 m) interpolierten Wert.

Im Anschluss wurde der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient (r) zwischen Bodenzahlen und Ertrag berechnet. Das wiederum beispielhaft für die einzelnen Ertragsmesspunkte (Winterweizen, 2003); für alle weitere Auswertungen jedoch aggregiert als Ertrags-Mittelwert [t/ha] der jeweiligen Rasterzelle. Um eine mehrjährige Aussage treffen zu können wurde abschließend für alle Einzelertragsmesswerte aller Ernten der Relativertrag bezogen auf den Ertrags-Mittelwert [t/ha] des jeweiligen Erntejahres berechnet. Alle

¹⁾ Thüringer Landesfinanzdirektion Erfurt, Bodenschätzung

²⁾ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Acker- und Pflanzenbau

³⁾ Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Arbeitsgruppe Biometrie und Agrarinformatik

Relativerträge wurden in einem Datensatz zusammengefasst und in Beziehung zu den Bodenzahlen gesetzt.

3. Ergebnisse

Bei der Überprüfung der Bodenschätzung wurden von 47 Grablöchern 28 bestätigt (60%, übertragen auf die Klassenflächen und Klassenabschnitte des Schlags: 68%). Wiedergefunden wurden hauptsächlich die tiefgründigen bis mittleren Lössböden, während bei (flachgründigen) Verwitterungsböden höherer Nachschätzungsbedarf festgestellt wurde. Ursachen hierfür können Vertiefungen der Ackerkrume (Ap-Horizont) aber auch eine veränderte Ansprache lössbeeinflusster Bodenprofile gegenüber der Altschätzung sein. Die durchschnittliche Bodenzahl des Schlages beträgt nach der Aktualisierung 69 gegenüber alt 66, die höchste Bodenzahl (91) ist gleich geblieben, während die niedrigste von 30 auf 36 angestiegen ist.

Die Bereinigung der Ertragsdaten mit dem *Expert-Filter* (Standardeinstellung) führt am Beispiel der Ernte 2003 (Winterweizen) zu einer Reduzierung der Ertragsmesspunkte um ca. $\frac{1}{5}$ insbesondere im Bereich der Vorgewende. Damit verbunden ist ein Anstieg des Ertrags-Mittelwertes auf 7,01 t/ha in der gefilterten gegenüber 6,41 t/ha in der Rohdatei und damit eine Annäherung an den tatsächlich vom Feld abgefahrenen Ertrag (6,96 t/ha).

Die Zusammenhänge zwischen Bodenzahlen und Ernteertrag auf dem vorgestellten Schlag sind in allen durchgeführten Untersuchungen positiv.

Die Korrelationskoeffizienten liegen für die einzelnen Erntejahre zwischen 0,28 und 0,59. Ein deutlicher Zusammenhang zwischen Bodenzahlen und Ertrag kann für das Erntejahr 2003 ($r = 0,59$) nachweisen werden. Dieser unterscheidet sich signifikant von den Zusammenhängen in allen anderen Jahren. Eine wesentliche Ursache hierfür könnte die extreme Trockenheit 2003 ($KWB_{IV-IX} -394$ mm) sein. Darüber hinaus ist 2003 das einzige Jahr in der Zeitreihe, für welches die Ertragskartierung flächendeckend vorliegt.

Die nachgewiesenen Zusammenhänge verbessern sich mit steigendem Aggregationsniveau der Ertragsdaten. Die Korrelationskoeffizienten für die einzelnen Ertragsmesswerte ($r=0,42$) und die Ertrags-Mittelwerte ($r=0,57$) unterscheiden sich signifikant. Durch die Zusammenfassung werden

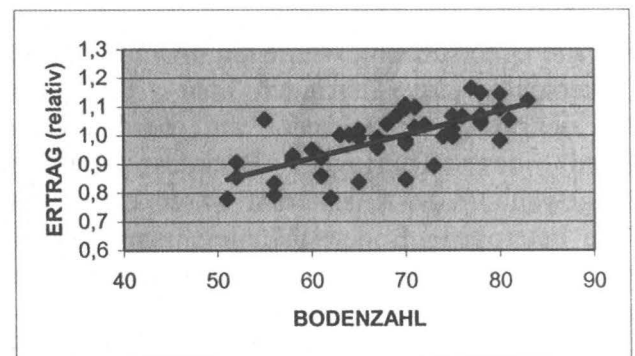
möglicherweise weitere, den Ertragsdaten aufgrund der Kartierungstechnologie anhaftende Fehler ausgeglichen.

Die mehrjährigen Betrachtung weist den Zusammenhang zwischen Bodenzahlen und Ertrag mit $r=0,61$ aus. Wird die Größe der Bezugsfläche (Raster) von 900 m² auf 1 ha verändert beträgt $r=0,71$ (Abbildung 1).

Die Aktualisierung der Bodenschätzung führte in einigen Fällen zu höheren r . Die Unterschiede sind jedoch so gering, dass sie trotz des vergleichsweise großen Stichprobenumfangs nur als Zufallseinfluss charakterisiert werden können.

In den vorgestellten Ergebnissen sind pflanzenbauliche Besonderheiten (z.B. Lagergetreide) der einzelnen Anbaujahre enthalten.

Abbildung 1



4. Zusammenfassung und Ausblick

Das Beispiel zeigt, dass die Bodenschätzung in dem hier untersuchten Fall für die Ertragshöhe ausschlaggebende Standortmerkmale innerhalb eines Schlages erfasst und in der Bodenzahl zum Ausdruck bringt. Besonders anhand der Ergebnisse für das Trockenjahr 2003 wird die Aussagekraft der Bodenzahlen über den Bodenwasserhaushalt [2] deutlich.

Es ist zu prüfen, inwieweit die aufgezeigten Zusammenhänge einen Informationsgewinn für Praktiken des teilflächenspezifischen Pflanzenbaus beinhalten.

Umgekehrt ist eine Nutzung von Ertragskarten als Informationsquelle bei der Planung von Bodenschätzungsarbeiten denkbar.

5. Literatur

- [1] EBERT, C. (1999) Ertragskartierung in Mecklenburg-Vorpommern, Diplom-Arbeit, Universität Rostock
- [2] PREIS, M., SAUER, S., PETER, M. und HARRACH, T. (2001) Bodenkundliche Aussagekraft von Bodenwertzahlen der Bodenschätzung, Mitt. d. DBG, Bd. 96/2

Zur Bewertung von Kultusolen nach der Österreichischen Bodenschätzung

Othmar Nestroy

Bekanntlich basiert der Begriff Kultusol auf einer lateinischen Wortwurzel, nämlich colere, colo, colui, cultum. Dies bedeutet pflegen, bebauen, bestellen, bearbeiten; ferner auch anbeten, verehren, heilig halten. Davon abgeleitet ist der Begriff cultus, der Pflege, Ausbildung und Verehrung zum Inhalt hat.

In der Bodenkunde handelt es sich im Allgemeinen um Böden, die eine lang andauernde, meist tief greifende und intensive Bearbeitung durch den Menschen erfahren haben und weiter erfahren.

Zur Einstimmung auf diese Thematik soll die taxonomische Übersicht in Tabelle 1 dienlich sein.

Beachtenswert ist, dass in der Bodenkundlichen Kartieranleitung 2005 die spezielle Bezeichnung Kultusole nicht aufscheint, sondern nur die Bezeichnung Terrestrische Anthropogene Böden. In der WRB 1998 und 2006 werden diese Böden in die RSG der Anthrosole gestellt. In der Österreichischen Bodensystematik 2000 scheinen die entsprechenden Typen und Subtypen in der Klasse der Kolluvien und Anthrosole auf. Generell ist jedoch eine relativ gute thematische Übereinstimmung dahingehend festzustellen, dass die eingangs erwähnten Kriterien in gut vergleichbaren taxonomischen Zuordnungen ihren Platz gefunden haben.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen soll anhand von einigen Beispielen aus der Praxis die Bewertung einiger Bundesmusterstücke und Vergleichsstücke dargestellt werden.

Beispiel Nr. 1 ist ein Carbonathaltiger Kultur-Rohboden (NESTROY et al. 2000) aus Tonmergel, erodiert durch Wasser und/oder menschliche Tätigkeit. Dieses Bundesmusterstück (BMSt) befindet sich im Östlichen Weinviertel, in der Ortsgemeinde Ottenthal, im Gerichtsbezirk Poysdorf (WIENER ZEITUNG 1997). Infolge einer mittleren Jahrestemperatur von 9 °C, einer 14-Uhr-Temperatur in der Zeit von April bis August von 20,2 °C und Jahresniederschlägen von nur 487 mm sind die Wasserverhältnisse als trocken anzusprechen. Bei einem Profilaufbau Ap: 0-25 cm, AC: 25-30 cm, Cv: 30-60/70 cm und einem Cn ab 60/70 cm, bodenartlich alle als Lehm bis lehmiger Ton anzusprechen, lautet bei der Kulturart Ackerland die Bezeichnung dieses mittelgründigen Standorts LT/TMe 5 D, die Bodenzahl 39. Da infolge Geländeneigung (SW 12°) und Klima 39 % Abschlüge erfolgten, ist die Ackerzahl 24.

Beispiel Nr. 2 ist ebenfalls ein BMSt und ein erodierter Carbonathaltiger Kultur-Rohboden, jedoch aus Löss und schwach vergleht. Er liegt im Hollabrunner-Mistelbacher Gebiet, in der Ortsgemeinde und im Gerichtsbezirk Mistelbach. Bei einer Jahresmitteltemperatur von 9 °C, einer 14-Uhr-Temperatur in der Zeit von April bis September von 20,3 °C und 514 mm Jahresniederschlag weist dieser tiefgründige Standort einen ACp-Horizont von 0-30 cm, gefolgt von einem C-Horizont von 30-60 cm und einem Cg-Horizont ab 60 cm auf. Die Bodenarten liegen im Bereich von sandigen und lehmigen Schluffen. Dieser mäßig trockene Standort ist als Ackerland in der Klasse sL 5 Lö und mit einer Bodenzahl von 48 geschätzt. Infolge der hohen Abschlüge durch Geländeverhältnisse (W 8°) und Klima sowie Zuschlägen durch Zuschusswasser ist die Ackerzahl auf 38 reduziert.

Bei Beispiel Nr. 3 handelt es sich um einen Haldenboden auf einer Aufschüttung. Dieses BMSt befindet sich in Wien, im Bereich des Marchfeldes. Infolge des Jahresmittels der Temperatur von 10,1 °C, einer 14-Uhr-Temperatur in der Zeit vom April bis August von 20,8 °C sowie einer mittleren Jahressumme der Niederschläge von 536 mm ist dieser seichtgründige Standort bezüglich der Wasserverhältnisse als trocken bis sehr trocken anzusprechen. Der Profilaufbau ist folgendermaßen: jAP: 0-15 cm, jAC: 15-20 cm, jC: 20-25/30 cm, Ys: ab 25/30 cm. Grobanteil und Struktur sind erwartungsgemäß sehr heterogen, die Bodenarten liegen zwischen sandigem Lehm und lehmigem Sand. Dieser Standort wurde als Ackerland in der Klasse sL/Schü 5 und mit der Bodenzahl 28 geschätzt. Hohe Abschlüge infolge des Klimas und der Inhomogenität des Bodens führen zu einer Ackerzahl von 19.

Beispiel Nr. 4 führt uns zu einem Obstbaustandort im Oststeirischen Hügelland in der Ortsgemeinde Puch bei Weiz, einem Landesmusterstück (WIENER ZEITUNG 1999). Hier liegt die mittlere Jahrestemperatur bei 8,9 °C, die 14-Uhr-Temperatur in der Zeit vom April bis August bei 19,5 °C und die jährliche Niederschlagssumme bei 795 mm. Der Bodentyp, ein Carbonatfreier Typischer Pseudogley aus tertiären Sedimenten, der planiert wurde, zeigt folgenden Profilaufbau: A: 0-20/25 cm, PS: 20/25-40/45 cm, S: ab 40/45 cm. Bodenartlich sind alle Horizonte Lehme bis sandige Lehme. Die Wasserverhältnisse sind als gut versorgt bis zeitweise mäßig wechselfeucht anzusprechen. Der Standort wurde als Grünland/Acker in der Klasse (L/T III a 2) geschätzt und mit einer Grünlandgrundzahl von 45, nach geringen Geländeabschlägen mit einer Grünlandzahl von 43 eingewertet.

Der letzte hier zu besprechende Standort ist ein Weinbaustandort, ein Carbonatfreier Rigolboden, in der Katastral- und Ortsgemeinde Klöchberg (Gerichtsbezirk Radkersburg) in 350 m ü. d. M. gelegen. Bei einer Jahresniederschlagssumme von 820 mm und einer 14-Uhr-Temperatur von 22,1 °C ist dieser Standort windgeschützt und nicht frostgefährdet. Es ist aber eine hohe Hagelgefährdung gegeben. Die Weinbauzahl (WZ) beträgt im vorliegenden Beispiel 59, zusammengesetzt aus Boden (30), Wasserversorgung (39), Wärmeklima (0), Lokalklima (-5 Punkte) und Erosionsgefährdung (-8 %). Die Weinbauertragszahl (WEZ) basiert auf der WZ, hierzu kommen als Abschläge die Entfernung (-4 %), Steigung (-6 %), Arbeiterschwernis durch Gelände (-30 %), die sehr ungünstige Größe und Gestalt der Weingartenflächen (-5 %) sowie die Streulage (-2 %), insgesamt also

Abschläge in der Höhe von 47 %; dies ergibt eine WEZ von 31,3. Von den einzelnen Weingartenrieden wird von der WEZ unter Berücksichtigung der Betriebsgröße und der Vermarktungsmöglichkeiten die Weinbaubetriebszahl abgeleitet. Dieses schrittweise Vorgehen erlaubt eine möglichst genaue Erfassung des Ertrags einer Weinbauriede.

Diese Beispiele sollen einen ersten Einblick in die Schätzung von Böden, die nach der ÖBS 2000 in der Klasse der Kolluvien und Anthrosole stehen, vermitteln und zur Klärung des Begriffs Kultusole beitragen.

Literatur:

Das Literaturverzeichnis kann beim Autor angefordert werden.

Tabelle 1: Zuordnungen von Kultusolen in den diversen Bodensystematiken

<p>Bodenkundliche Kartieranleitung (1982)</p> <p><u>Gruppe</u> Anthropogene Böden (Kultusole). Ursprünglicher Profilaufbau anthropogen entscheidend verändert. Sie werden in der Systematik den jeweiligen Abteilungen zugeordnet.</p> <p><u>Bodentyp</u> Rigosol, Plaggenesch, Hortisol, Deckkulturboden, Auftragsboden, Fehnkulturboden, Spittkulturboden, Tiefumbruchboden (Treposol)</p>
<p>Systematik der Böden und der bodenbildenden Substrate Deutschlands (1998)</p> <p><u>Klasse</u> Terrestrische Kultusole (Terrestrische Anthropogene Böden)</p> <p><u>Bodentyp</u> Kolluvisol, Plaggenesch, Hortisol, Tiefumbruchboden (Treposol)</p>
<p>Bodenkundliche Kartieranleitung (2005)</p> <p><u>Klasse</u> Terrestrische Anthropogene Böden</p> <p><u>Bodentyp</u> Kolluvisol, Plaggenesch, Hortisol, Rigosol, Treposol</p>
<p>WRB (1998)</p> <p><u>RSG</u> Anthrosols (having either a <i>hortic</i>, <i>irragic</i>, <i>plaggic</i> or <i>terrlic</i> horizon 50 cm or more thick; or an <i>anthraquic</i> horizon and an under lying <i>hydragic</i> horizon with a combined thickness of 50 cm or more)</p>
<p>WRB (2006)</p> <p><u>RSG</u> Anthrosols (soils with long and intensive agricultural use; modified profoundly through human activities, such as addition of organic materials or household wastes, irrigation and cultivation)</p>
<p>Österreichische Bodensystematik (2000)</p> <p><u>Klasse</u> Kolluvien und Anthrosole</p> <p><u>Bodentyp (Subtyp)</u> Kolluvisol (<i>Carbonatfreier, -haltiger K.</i>), Kultur-Rohboden (<i>Carbonatfreier, -haltiger K-R.</i>), Gartenboden (<i>Carbonatfreier, -haltiger G.</i>), Rigolboden (<i>Carbonatfreier, -haltiger R.</i>), Schüttungsboden (<i>Planieboden, Haldenboden</i>), Deponieboden (<i>Carbonatfreier, -haltiger D.</i>)</p>

Die außersteuerliche Nutzung von Bodenschätzungsdaten im Kontext der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie

Hans- Jürgen Ulonska

1. Einleitung

Bei Verknüpfung von Europäischer Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) mit AbfKlärV und Nitratrichlinie stellt sich insbesondere bei der Ermittlung des justitiablen Kriteriums „natürlicher Grundgehalt an Schwermetallen“ die Frage nach einem einheitlich zu definierenden Parameter Körnung. In Deutschland wurde bis dato noch kein fachübergreifend verbindlicher Abgleich des Begriffes Bodenart vorgenommen. Demnach ist weiterhin Harmonisierungsbedarf angezeigt. Durch die flächendeckende Anwendung der Bodenschätzung auf Acker- und Grünland sind z. B. bei der Festlegung der Bodenart nach einheitlichem Vorgehen Erfahrungen in nie gekanntem Ausmaß gesammelt worden, die in die vorliegenden Untersuchungen mit eingeflossen sind. Der Teil landwirtschaftliche Bodennutzung im BBodSchG, die Anlage zum Bodenschätzungsgesetz, die AbfKlärV, die Nitratrichlinie oder die DüV haben untereinander auf Körnungen Bezug genommen bzw. darauf aufgebaut. Demzufolge werden in Thüringen Bodenfunktionsbewertungen auf der Basis von Bodenschätzungsdaten und aktuellen Kartierungen vorgenommen. Die Verbesserung der Datengrundlagen (z. B. Digitalisierung der Bodenschätzungsdaten) wird gleichzeitig vorangetrieben. Gemessene Werte natürlicher Grundgehalte von Cr auf sandigen terrestrischen Verwitterungsböden Thüringens sind dazu beispielhaft herangezogen worden. Der Wert für Cr nach Tabelle 2 kommuniziert methodisch nicht vergleichbar mit dem körnungsneutralen Grenzwert nach ThürWRRLVO und dem körnungsartabhängigen Vorsorgewert nach BBodSchV für dieses Schwermetall. Mit Blick auf die über 320 (sic!) europäischen Bodentypen und um sich zukünftig im Rahmen der WRRL über subsidiäre nationale Standards zwischen den Fachbereichen Umwelt und Landwirtschaft sicher bewegen zu können, wurde der Begriff Bodenart in Körnungsart transformiert (BRÄUER et al., 2003; KRETSCHMER, 2004; KUBIENA, 1950; ULONSKA, 2006a; ANONYMUS b, 2004; ANONYMUS c, 2006; ANONYMUS f, 2003; ANONYMUS g, 1991; ANONYMUS h, 2000; ANONYMUS i, 2006; ANONYMUS l, 2006).

2. Material und Methoden

In Tabelle 1 sind verwendete Körnungsarten über die definierten Kornfraktionen Ton (T), Schluff (U) und Sand (S) mit dem Abschlammbaren (A) aus der amtlichen Bodenschätzung verbunden worden. Das Abschlammbare stabilisiert den Verlauf der Kornsummenkurve und präzisiert z. B. die daraus abgeleitete Ungleichförmigkeitszahl. Die direkt ermittelten Werte aus den Körnungsanalysen des Feinbodens hatten sämtlich dem Wert von 100,0 M% zu entsprechen. Innerhalb dieses Wertes wurden die Fraktionsanteile verifiziert: Ton + Feinschluff + Mittelschluff > Abschlammbares. Des Weiteren wurden ausschließlich Analysen verwendet, die nach BBodSchV über einen Humusgehalt von ≤ 8 M% begrenzt sind (AHLERS et al., 2006; BLUME, 2004; ANONYMUS a, 2000; ANONYMUS e, 1998).

3. Ergebnisse und Diskussion

Der nach Tabelle 2 für die Hauptkörnungsart Sa über den Fraktionsanteil des Schluffes berechnete Höchstwert des natürlichen Chromgehaltes von aufgerundeten 85,0 mg/kg TM liegt weit unter der Umweltqualitätsnorm von 640 mg/kg TM für Cr nach ThürWRRLVO. Bei Böden, für die vergleichsweise als Hauptkörnungsart Sa angenommene Bodenart S, liegen die 85,0 mg/kg TM deutlich über dem Vorsorgewert für Cr von 30 mg/kg TM nach BBodSchV. Dagegen existiert auf Basis des natürlichen Grundgehaltes, im Gegensatz zu Cadmium und Zink, kein körnungsneutraler Wert für Cr in Böden, die im Rahmen der Bodenschätzung nach AbfKlärV als leicht eingestuft werden. Aus Tabelle 2 ist ersichtlich, dass innerhalb der definierten Hauptkörnungsart Sa, mit den darin eingeschlossenen Bodenarten S, SI, IS und SL nach Tabelle 1 und zu begrenzender Humusgehalte ≤ 8 M% nach BBodSchV, für den natürlichen Grundgehalt an Cr eine sehr enge statistische Abhängigkeit zum Schluffgehalt terrestrischer Böden nachgewiesen wurde (ULONSKA, 2006a; ANONYMUS b, 2004).

4. Schlussfolgerungen und Zusammenfassung

Einführung und Gebrauch definierter Körnungs- und Hauptkörnungsarten nach Tabelle 1 machen zu bestimmende Kriterien auf landwirtschaftlich genutzten Standorten nach Anlage zum Bodenschätzungsgesetz, BBodSchG, AbfKlärV, Düngerverordnung mit Nitratrichlinie im Rahmen von „cross compliance“ fachübergreifend national vergleichbar. Definitionen des Begriffes Bodenart für diese Normen sind anzugleichen und dazugehörige justitiable (z. B. Vorsorgewerte) und nichtjustitiable (z. B. Feldkapazität) Werte von Kriterien zu überprüfen. Für die kritisch zu evaluierende BBodSchV besitzt die vorgeschlagene Verwendung der in Tabelle 1 definierten Begriffe „Körnungsart“ und „Hauptkörnungsart“ mit daraus ableitbaren Kornsummenkurven Grundsatzcharakter. Mit den ab 2009 aufzustellenden Bewirtschaftungsplänen nach WRRL ist die fachübergreifend einheitliche Ermittlung und vergleichbare Bewertung von Kriterien über definierte Körnungs- bzw. Hauptkörnungsarten möglich. Im Gegensatz zu den 31 Bodenarten der Bodenkundlichen Kartieranleitung erleichtern und vereinfachen die drei Haupt- und acht Körnungsarten nach Tabelle 1 ihre Bestimmungen in situ bzw. Messungen im Labor. Dies gilt vor allem bei der Ermittlung, Ausweisung und Bewertung von Erosionsgefährdungen bzw. von Schwermetallgehalten nach AbfKlärV beim Vergleich landwirtschaftlich oder gärtnerisch genutzter Böden zu denen mit anderen Nutzungen. Ermittlungen über definierte Körnungen sind für betroffene Bodentypen mit ihren variierenden physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften horizontbezogen übertragbar. Im Verbund mit anderen (Humusgehalt und pH-Wert) trägt der Parameter Körnung zur Ermittlung, Zuordnung und Bewertung prioritär gefährlicher Schwermetalle in Festphase gemäß WRRL nach ThürWRRLVO bei. Des weiteren dient mit Blick auf anstehende Novellierungen von BBodSchV bzw. AbfKlärV und im Kontext zur WRRL das am Cr demonstrierte Beispiel als einheitliche Bezugsbasis vergleichbarer indirekt abgeleiteter Kriterien (z. B. Schwermetallgehalte) über definierte Körnungen gemäß amtlicher Bodenschätzung. Mit definierten Korngrößenfraktionen nach Tabelle 1 wird dem Harmonisierungsbedarf von Körnungsarten bei nicht übertragbaren Fraktionierungen anderer Fachbereiche entsprochen. Zugleich wird eine kompatible Verbindung zu v. g. Körnungsarten des vor- und nachsorgenden Bodenschutzes gemäß zu novellierender o. g. nationaler Vorgaben möglich. Dem Regelungsbedürfnis des Mediums Boden wird sich in Thüringen über ein vergleichbares und standardisiertes Niveau weiter genähert (CAPELLE,

1990; CAPELLE et al., 2006; ULONSKA, 2006a; ULONSKA, 2006b; ANONYMUS j, 2005; ANONYMUS k, 2005).

5. Quellenverzeichnis

AHLERS, E.; ALBRECHT, R.; BURGHARDT, H.; THÖBEN, E. et WÖHLER, V. (2006): Gemeinsame Fachtagung zur Bodenschätzung und Profilsprache von Kultursolen.- in Exkursionsführer (unveröffentlicht); BLUME, H.-P. (2004): Böden als Standorte für Siedlung und Verkehr.- in BLUME, H.-P.: Handbuch des Bodenschutzes, ecomed, Landsberg: 163-164.; BRÄUER, F.; HEUER, A.; HOLST-SOLBACH, F.; KREBS, M.; SOIJREF, D. et SCHMIDT, R. (2003): Wörterbuch Bodenwissenschaften, Erich Schmidt, Berlin: 1-99. CAPELLE, A. (1990): Die erosionsgefährdete Landesfläche in Niedersachsen und Bremen.- in Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung 31: 11-17. CAPELLE, A.; ULONSKA, H.-J. et RÖTSCHER, T. (2006): Administrative und wissenschaftliche Nachnutzungen von Primärdaten der Bodenschätzung.- in Wasserwirtschaft 96/7-8: 64-68. KRETSCHMER, H. (2004): Fruchtbarkeitsbestimmende Bodenparameter.- in KÖPPEN, D.: Bodenfruchtbarkeit im Agroökosystem, Kovac, Hamburg: 125-267. KUBIENA, W. (1950): Bestimmungsbuch und Systematik der Böden Europas.- F. Enke, Stuttgart. ULONSKA, H.-J. (2006a): Bodenschätzungsdaten als methodische Grundlage im vorsorgenden Bodenschutz auf ausgewählten landwirtschaftlich genutzten Standorten Thüringens.- in 4. Marktredwitzer Bodenschutztag 29.-31. 5. 2006, Marktredwitz (in Druck). ULONSKA, H.-J. (2006b): Die Körnung als methodische Grundlage bei der Ermittlung bodenschutzrelevanter Kriterien auf ausgewählten Mineralböden Thüringens.- in Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft (in vorliegenden Mitteilungen). ANONYMUS a (2000): Anlage zu § 1 der Fünften Verordnung zur Durchführung des § 4 Abs. 2 des Bodenschätzungsgesetzes vom 20. April 2000.- in BGBl. I Nr. 20.

ANONYMUS b (2004): Thüringer Verordnung zur Umsetzung der Richtlinie 2000/60/EG zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Gewässerpolitik vom 28. April 2004 (ThürWRRLVO).- in GVBl. Nr. 11: 522-561. ANONYMUS c (2006): Thematic strategy for soil protection.- in: Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the European economic and social Committee and the Committee of the regions, COM 231 final, 22.9.2006: 1-12. ANONYMUS d (1999): Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV).- in BGBl. I Nr. 36: 1554-1582. ANONYMUS e (1998): Gesetz zum Schutz des Bodens (BBodSchG).- in BGBl. I Nr. 16: 502-510. ANONYMUS f (2003): Klärschlammverordnung (AbKlärV) vom 15. April 1992.- in BGBl. I Nr. 21; zuletzt geändert durch VO vom 26. November 2003.- in BGBl. I Nr. 57: 2373-2437. ANONYMUS g (1991): Richtlinie des Rates vom 12. Dezember 1991 zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (91/676/EWG).- in Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 375: 1-8. ANONYMUS h (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik.- in Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327: 1-72. ANONYMUS i (2006): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (DüV).- in BGBl. I Nr. 2: 34-43. ANONYMUS j (2005): Bodenbeschaffenheit - Ermittlung der Erosionsgefährdung von Böden durch Wasser mit Hilfe der ABAG.- in DIN 19708, Beuth, Berlin: 1-25. ANONYMUS k (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung.- E. Schweizerbart'sche, Stuttgart. ANONYMUS l (2006): Umweltschutz in Thüringen, Druckhaus Gera, Gera: 1-48.

Tabelle 1: Hauptkörnungsarten und Körnungsarten des durchwurzelbaren Raumes terrestrischer Böden (modifiziert nach CAPELLE et al., 2006 und ULONSKA, 2006a)

Hauptkörnungsart	Körnungsarten der Bodenschätzung		Korngrößenfraktionen (Masse-%)			Bearbeitungsschwere nach STREMMER
	Begriff	Abschlämmbares (A) < 0,01 mm	Ton (T)	Schluff (U)	Sand (S)	
1	2a	2b	3a	3b	3c	4
Sand (Sa)	Sand (S)	< 10,0	0,0 - 5,0	0,0 - 15,0	85,0 - 100,0	leicht
	anlehmiger Sand (SI)	10,0 - 13,9	0,0 - 8,0	0,0 - 30,0	70,0 - 95,0	
	lehmiger Sand (IS)	14,0 - 18,9	0,0 - 13,0	0,0 - 49,9	45,0 - 92,0	
	stark lehmiger Sand (SL)	19,0 - 23,9	0,0 - 18,0	50,0 - 100,0	0,0 - 50,0	
Lehm (Le)	sandiger Lehm (sL)	24,0 - 29,9	5,0 - 17,9	0,0 - 49,9	32,0 - 81,9	mittel
	Lehm (L)	30,0 - 44,9	18,0 - 29,9	0,0 - 82,0	0,0 - 82,0	
	stark toniger Lehm (LT)	45,0 - 60,0	30,0 - 44,9	0,0 - 70,0	0,0 - 70,0	
Ton (To)	Ton (T)	> 60,0	45,0 - 100,0	0,0 - 50,0	0,0 - 50,0	schwer

Tabelle 2: Vergleich berechneter natürlicher Grundgehalte von Chrom (Cr) nach ULONSKA (2006a) im Vergleich zu BBodSchV, ThürWRRLVO und AbKlärV

Hauptkörnungsart nach Tabelle 1	begrenzende Humusgehalte nach BBodSchV	errechneter Höchstwert für den natürlichen Grundgehalt von Cr in mg/ kg Trockenmasse (TM) (oberer aufgerundeter Wert: 85,0)	Vorsorgewert nach BBodSchV	körnungsneutraler Wert	
				nach AbKlärV	Umweltqualitätsnorm für OWK nach ThürWRRLVO
1	2	4	5	6a	6b
Sand (Sa)	<= 8 M %	5,1 bis 81,4 (85,0)	30	100	640

Die Nutzung von Boden(schätzungs)daten in der bodenkundlichen Beratung

Marion Gunreben¹ und Dirk Prause²

1 Bodenkundliche Beratung in Planungs- und Zulassungsverfahren

Bodenkundliche Teilbeiträge werden in einer Reihe von Planungs- und Zulassungsverfahren benötigt, die unterschiedlichste Rechtsbereiche und Fachplanungen tangieren.

In der oberen Planungsebene im kleinmaßstäbigen Bereich sind dies beispielsweise die Landesplanung (z.B. Landesraumordnungsprogramme), aber auch landesweite Fachplanungen (z.B. Landschaftsprogramme).

Im mittelmaßstäbigen Planungsbereich werden in der Regel bodenkundliche Beiträge im Maßstab 1:50000 und 1:25000 benötigt (z.B. für Regionale Raumordnungsprogramme oder Landschaftsrahmenpläne).

Großmaßstäbige bodenkundliche Grundlagen werden für die untere Planungsebene im Maßstab 1:10000 und größer benötigt (u.a. für Bauleitplanung, landwirtschaftliche Zusatzberatung, Wasserschutzgebietsberatung).

2 Bodenkundlicher Datenbestand in Niedersachsen

In Niedersachsen werden die Datengrundlagen zur bodenkundlichen Beratung im Niedersächsischen Boden-Informationssystem (NIBIS®) mit unterschiedlicher Flächendeckung vorgehalten (vgl. Tabelle 1).

Datenbestand	Flächendeckung (digital vorliegend)
Bodenübersichtskarten i.M. 1:500.000 (BÜK 500)	100 %
1:200.000 (BÜK 200)	100 %
1:50.000 (BÜK 50)	100 % - verfügbar

¹ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Referat „Bodennutzung, Bodenschutz“, Stilleweg 2, 30655 Hannover, e-Mail: marion.gunreben@lbeg.niedersachsen.de

² Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein, Holstenstraße 106-108, 24 103 Kiel, e-Mail: dprause@lksh.de

Datenbestand	Flächendeckung (digital vorliegend)
	auf CD-ROM
Bodenkarte i.M. 1:25.000	40 %
Bodennutzung aus historischen topographischen Karten	30 %
Forstliche Standortkarte i.M. 1:10.000 (Staatsforst)	100 %
Bodenschätzungskarten i.M. 1:5000	80 %
Bodenkarten i. M. > 1:5000	Bedarfsabhängig

Tabelle 1: Datenbestand (Auszug) der NIBIS®-Flächendatenbank (vgl. auch MÜLLER 2004).

Über spezielle bodenkundliche Auswertungsmethoden werden für gezielte bodenschutzfachliche Fragestellungen Beratungsunterlagen zur Verfügung gestellt. Die Anforderungen an die bodenkundliche Beratung sind mit der Verabschiedung des Bundes-Bodenschutzgesetzes im Jahre 1998 gestiegen. Im Bereich der Bodenschutz-Vorsorge hat vor allem der besondere Schutz der natürlichen Bodenfunktionen und der Archivfunktion des Bodens an Gewicht zugenommen (vgl. §§ 1 und 2 BBodSchG). Die Berücksichtigung der Schutzwürdigkeit von Böden, die diese Funktionen in besonderem Maß erfüllen, nimmt insbesondere bei raumbedeutsamen Planungsverfahren stark zu (vgl. GUNREBEN & BOESS 2003).

3 Bodenschätzungsdaten

Die Bodenschätzung wird auf landwirtschaftlichen Nutzflächen seit den 30er Jahren vorgenommen. Grundlage war das 1934 erlassene Bodenschätzungsgesetz mit dem Ziel einer einheitlichen Wertermittlung der landwirtschaftlichen Nutzflächen, die dann als Grundlage der Besteuerung für den Grundbesitz dienen sollte. Im Abstand von 50x50m wurden Bohrungen und Aufgrabungen bis in eine Bodentiefe von 1 m vorgenommen. Die Ergebnisse der Aufnahmen sind u. a. Beschreibungen der Beschaffenheit einer Fläche mittels Klassenzeichen, der Ertragsfähigkeit mittels Wertzahlen und der Abgrenzung mittels Klassenflächen. Die Beobachtungen wurden in Feldkarten und Feldschätzungsbüchern dokumentiert. Eine (gewisse) Aktualität der bodenkundlichen Datenbasis ist durch die Durchführung von Nachschätzungen bis heute gewährleistet.

Die Auswertung der Bodenschätzungsdaten und ihre Übersetzung in den modernen bodenkundlichen Sprachgebrauch hat in Niedersachsen eine lange Tradition (vgl. u.a. FLEISCHMANN, HACKER & OELKERS 1979; BENNE, HEINEKE & NETTELMANN

1990; ENGEL & MITHÖFER 2003).

4 Moderne Übersetzung der Daten aus der Bodenschätzung

In Niedersachsen werden zur modernen Übersetzung der Schätzungsdaten in einem ersten Bearbeitungsschritt die Merkmalsbeschreibungen der Bodenschätzung (z.B. die Bodenarten oder Angaben zur Farbe oder zum Humusgehalt) aufgrund eines Regelwerkes, das sich aus einer Vielzahl von Übersetzungstabellen zusammensetzt in die heutige Schreibweise nach bodenkundlicher Kartieranleitung übersetzt. Die übersetzten Merkmalskombinationen aus den Schichten der Bodenschätzung werden dann auf Grundlage eines Punktesystems zu einem Horizont interpretiert. Aus der Abfolge der einzelnen Horizonte wird dann rechnergestützt der jeweilige Bodentyp abgeleitet (vgl. ENGEL & MITHÖFER 2003).

Die Bearbeitung der Bodenschätzungsdaten erfolgt über das Methoden Management System (MeMaS). Dies ist die zentrale Software des NIBIS[®], die am Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung entwickelt worden ist. Mit MeMas werden einerseits die Daten bereitgestellt (nicht nur Bodenschätzungsdaten, sondern auch geologische, hydrogeologische, geomorphologische Daten), andererseits erfolgen auch bestimmte Abfragemöglichkeiten nach bestimmten Auswahlkriterien. Dies können beispielsweise räumliche Kriterien (wie die Suche nach Bodenschätzungsdaten anhand einer bestimmten Blattnummer) sein oder Sachkriterien (wie z. B. die Auswahl eines Klassenzeichens).

MeMaS liefert die Übersetzung der Bodenschätzung in die Nomenklatur der bodenkundlichen Kartieranleitung (vgl. BARTSCH et al. 2003). Zudem ist in MeMas die Methodenbank integriert, d.h. es können direkt Berechnungsprozeduren für Auswertungen gestartet werden, was insbesondere für die Nachbearbeitung der Bodenschätzung von großer Bedeutung ist, da hierfür weitere Informationen wie z.B. zur Geologie und zur Geomorphologie benötigt werden.

5 Anwendungen

Heutzutage liefert die Bodenschätzung eine geeignete Grundlage für Fragestellungen des Boden- und Grundwasserschutzes, bei denen standort- und schlagspezifische Bewertungen notwendig sind. Aufgrund ihrer hohen Auflösung und der landeswei-

ten Verfügbarkeit stellt die Bodenschätzung für die landwirtschaftlich genutzten Böden eine geeignete Datengrundlage zur Auswertung für Fragestellungen der großmaßstäbigen Planungsebene dar. Bei schlagbezogene Auswertungen haben die Daten aus der Bodenschätzung aus diesem Grund Vorteile gegenüber den bodenkundlichen Standardwerken der kleineren Maßstäbe (z.B. BÜK 50).

Ein Beispiel zur Anwendung der Daten aus der Bodenschätzung sind in Niedersachsen beispielsweise die Vorstudien für die landwirtschaftliche Beratung in Wasserschutzgebieten, die im Rahmen des so genannten Niedersächsischen Kooperationsmodells durchgeführt werden. In diesen Vorstudien wird die Nitratauswaschungsgefährdung der Böden, abgeleitet aus den Daten der Bodenschätzung, dargestellt. Weitere Anwendungen für die Schätzungsdaten sind die Agrarstrukturplanung, Arbeiten im Rahmen der EU-WRRL und die Präzisionslandwirtschaft.

6 Literatur

BARTSCH, H.-U., BENNE, I., GEHRT, E., SBRESNY, J. & WALDECK, A. (2003): Aufbereitung und Übersetzung der Bodenschätzung. In: Arbeitshefte Boden, Heft 2003/1, S. 45-95. Hannover

BENNE I., HEINEKE, H.-J. & NETTELMANN, R. (1990): Die DV-gestützte Auswertung der Bodenschätzung. Erfassungsanweisung und Übersetzungsschlüssel. In: Technischen Berichte zum NIBIS. Hannover

ENGEL, N. & MITHÖFER, K. (2003): Auswertung digitaler Bodenschätzungsdaten im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLfB) – Ein Überblick für den Nutzer. In: Arbeitshefte Boden, Heft 2003/1, S. 5-43. Hannover

FLEISCHMANN, R., HACKER, E. & OELKERS, K.-H. (1979): Vorschlag zu einem Übersetzungsschlüssel für die automatische bodenkundliche Auswertung der Bodenschätzung.- In: Geol.Jb. Reihe F, Heft 6, S. 1-28. Hannover

GUNREBEN, M & BOESS, J. (2003): Schutzwürdige u. schutzbedürftige Böden in Niedersachsen. In: Nachhaltiges Niedersachsen, Heft 25. Hildesheim

MÜLLER, U. (2004): Auswertungsmethoden im Bodenschutz. – Dokumentation zur Methodenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems NIBIS[®]. In: Arbeitshefte Boden, Heft 2004/2. Hannover

Bodenerosionsschätzung

– auf den Standort und die Nutzung
kommt es an –

Marion Senger

Erosion ist eine natürliche geologische Erscheinung infolge der Abtragung und Verfrachtung von Bodenpartikeln durch Wasser oder Wind (Bodenschutzstrategie, Kommission der europäischen Gemeinschaften, 2002). Gäbe es keine Erosion, wären z. B. fruchtbare Lössböden nicht entstanden. Gemäß Guter Fachlicher Praxis soll die Fruchtbarkeit der Böden erhalten und verbessert werden (Bundesbodenschutzgesetz, 1998). Landwirte müssen außerdem Umweltleistungen durch Erosionsvermeidung (Bodenbedeckung) und Erhalt der organischen Substanz (Humusbilanzierung etc.) nachweisen (Direktzahlungs-Verpflichtungsverordnung, 2005).

Ausgelöst wird Erosion durch eine Kombination von Faktoren, u. a. steile Hänge, oberflächlich aufgetauter Boden, Trockenperioden, Starkregenereignisse (v. a. November bis Mai), Fremdwassereinfluss, unangepasste Bodennutzung sowie Art und Stärke der Bodenbedeckung.

Der Berater vor Ort und/oder der Landwirt kann mit Hilfe des Bestimmungsschlüssels „Bodenerosion selber abschätzen“ (Mosimann, T., Sanders, S., 2004) die Erosionsgefährdung abschätzen und aktuelle Erosionsereignisse aufnehmen.

Die Beurteilung der Gefährdungssituation auf den einzelnen Schlägen führt über acht definierte Schritte:

1. natürliche Erosionsdisposition erfassen,
2. Einfluss der Parzellenlage abschätzen,
3. Bewirtschaftungseinflüsse einstufen,
4. Gefährdung durch flächenhafte Erosion berechnen,
5. Zuschlag für linienhafte Erosion (Rinnenerosion) bestimmen,
6. Gesamtgefährdung durch Bodenerosion berechnen,
7. Gründigkeit des Bodens abschätzen,
8. Gefährdungsstufe der Bodenfruchtbarkeit feststellen.

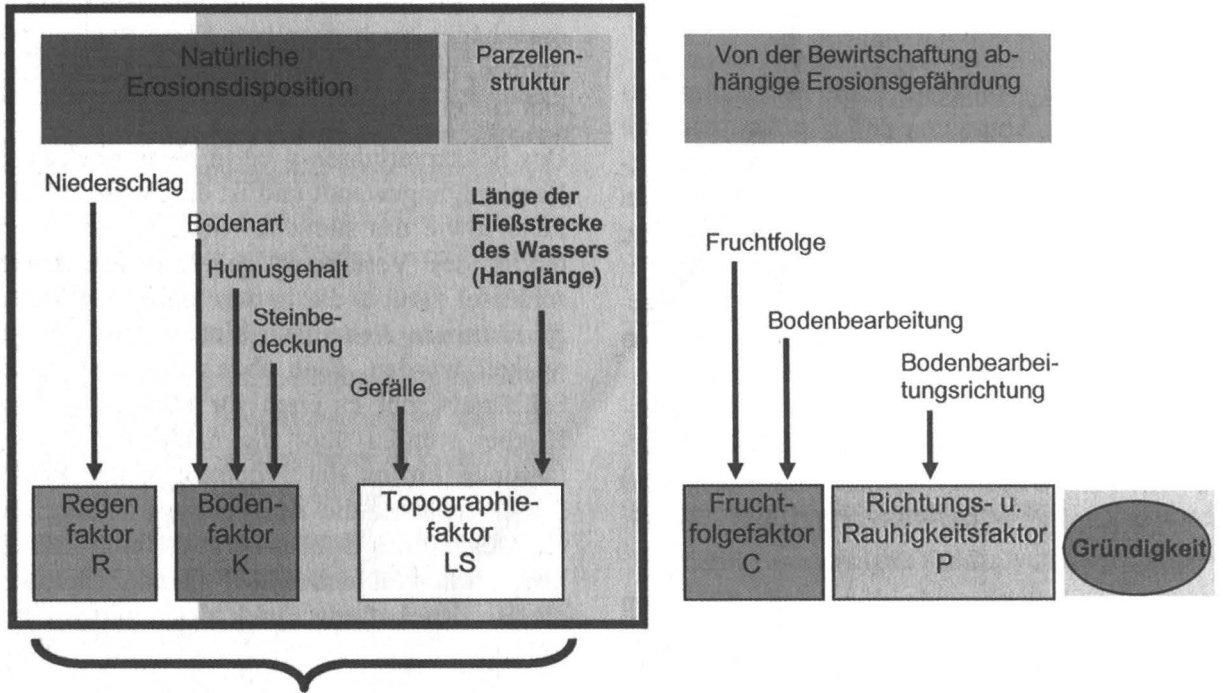
Dem einzelnen Schlag kann nach Durchführung der o. g. Schritte eine Gefährdungsstufe von 0 – 3 zugeordnet werden. Daraus leitet sich ab, ob und welche Maßnahmen erforderlich sind. Da Erosionsschäden auch über betroffene Schläge hinausreichen, ist es sinnvoll, das ganze Hangeinzugsgebiet zu betrachten.

Das Schätzverfahren wird in Niedersachsen in der Beratung angewandt und ist aufgeteilt in das nördliche sowie das südliche Niedersachsen. Die Methodik des Verfahrens geht auf Bodenerosionsschlüssel zurück, die in den Jahren 1995 bis 2000 für sämtliche Ackerbaugebiete in der Schweiz entwickelt wurden. Eine abgewandelte Version des Schlüssels gibt es auch für Baden-Württemberg. Hierbei werden über die natürliche Erosionsgefährdung hinaus die Fruchtfolge, die Rauigkeit der Oberfläche, die Bearbeitungsrichtung und die Gründigkeit des Bodens berücksichtigt. Bei diesem Verfahren wird neben den Standorteigenschaften die Bewirtschaftung durch den Landwirt berücksichtigt.

Derzeit werden bundesweit verschiedene Modelle diskutiert, wie die Erosionsgefährdung bewertet werden soll, und auf ihre Praxistauglichkeit in verschiedenen Projekten hin überprüft. Basis ist hier die natürliche Erosionsgefährdung. Dabei sieht der Vorschlag aus Sachsen konkrete Maßnahmen für die Gefährdungsstufen vor. Der Vorschlag aus Niedersachsen lässt dagegen konkrete Maßnahmen offen und schlägt in Anlehnung der Direktzahlungsverpflichtungsverordnung unterschiedliche Bedeckungsgrade je nach Gefährdungsstufe vor.

Literatur

Das Literaturverzeichnis kann bei der Autorin angefordert werden.



$R * K * LS = \text{standortabhängige oder potentielle Erosionsgefährdung}$

Abb. 1: Berechnung der Erosionsgefährdung nach ABAG

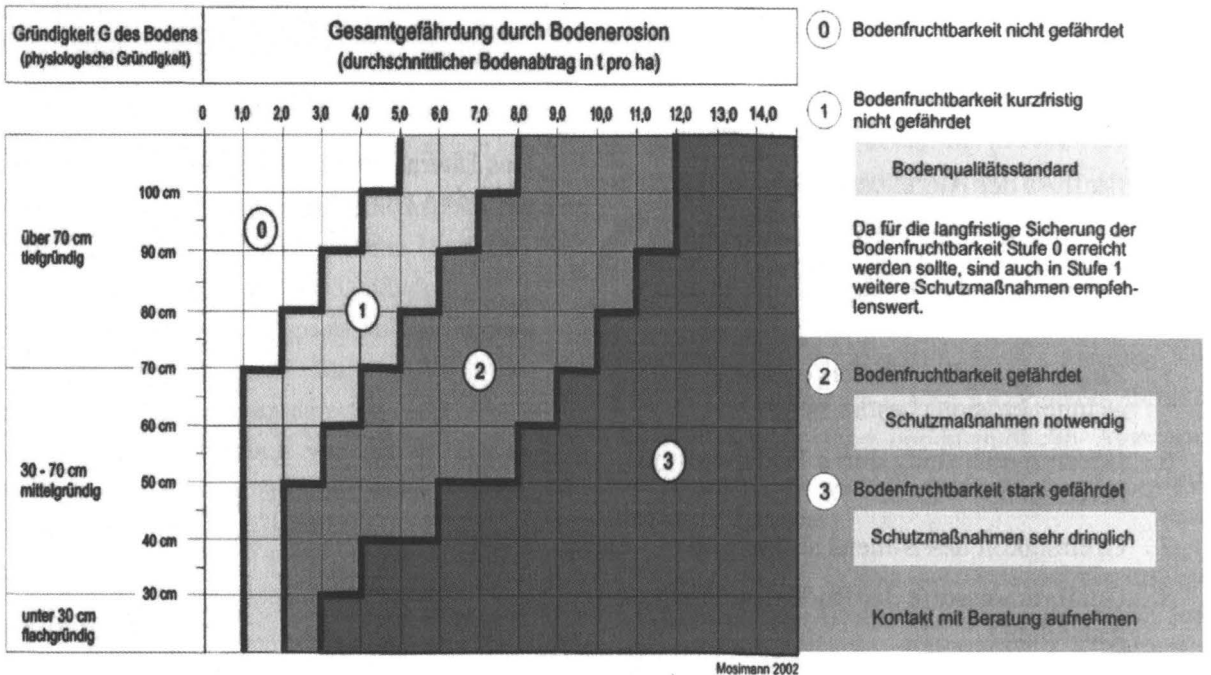


Abb. 2: Bewertungsschema der Erosionsgefährdung nach Mosimann

Verbreitung, ökologische Bewertung und Schutzwürdigkeit von Plaggeneschen

Luise Giani

Plaggenesche sind nicht durch eine bestimmte Horizontabfolge charakterisiert (Driessen & Duddal, 1991), der einzige diagnostische Horizont ist der humose E-Horizont. Die Schaffung der Plaggenesche hängt eng mit der Plaggenwirtschaft zusammen. Während dessen wurden Plaggen (in Nordwestdeutschland meist Heideplaggen) in der gemeinen Mark geschlagen, als Streu in die Tiefställe gebracht, mit dem Kot des Viehs angereichert oder kompostiert (Eckelmann, 1980) und dann als Dung auf die Felder gefahren. Durch diese Wirtschaftsform, deren Beginn gesichert in die Mitte des 10. Jh. n. Chr. gesetzt wird (Behre, 1976), wurde der E-Horizont stetig mächtiger, heute noch oftmals als erhöhte Geländeform sichtbar. Um als Plaggenesch klassifizierbar zu sein, müssen E-Horizont-Mächtigkeiten > 40 cm (KA5), nach WRB > 50 cm erreicht sein. Charakteristisch für Plaggenesche sind Humusakkumulation und das Auftreten von Kulturresten, wie Scherben, Ziegel und Kohle. Aufgrund ihrer Genese und des Verhaltens von Phosphat im Boden weisen sie hohe Phosphatgehalte auf. Sie dienen damit auch als sicherer Nachweis einer Plaggenauflage (Eckelmann, 1980) und betragen häufig bis zu 1 000 mg kg⁻¹ und mehr.

Das Hauptverbreitungsgebiet der Plaggenesche sind die sandigen Gebiete Nordwestdeutschlands sowie die angrenzenden Niederlande und Belgien (Abb. 1), (Pape, 1970). In der Altmark wies Käubler (1966) das östlichste Vorkommen von Plaggeneschen nach (Eckelmann, 1980).

Diese Verbreitungsgrenze muss nunmehr revidiert werden. Es wurden im Nordwesten Russlands (Abb. 1) in der Nähe von St. Petersburg Böden gefunden, die als Plaggenesche zu bezeichnen sind (Giani et al., 2003). Ihre E-Horizonte sind mehr als 40 bzw. 50 cm mächtig und mit Humus angereichert. Außerdem finden sich Kulturreste wie Knochen, Keramikbruchstücke, Holzkohle und Torf.



Abb. 1: Verbreitung von Plaggeneschen in Westeuropa und Russland.

Chemisch sind sie durch eine deutliche P-Akkumulation von > 1 000 mg kg⁻¹ Gesamt-P und > 500 mg kg⁻¹ citratlöslichem P charakterisiert sowie durch eine Basensättigung von meistens 100 %. Die Entstehung dieser Böden steht in engem Zusammenhang mit der Gründung St. Petersburgs im Jahr 1703. Die erhöhte Nachfrage an Lebensmitteln machte eine intensiviertere Landnutzung notwendig. Es wurde Niedermoor mit Dung angereichert und dann zur Düngung verwendet. In der kommunistischen Zeit geschah dies in großen außerhalb befindlichen Beeten. Zum Teil wurde diesem Material zusätzlich Minereraldünger beigegeben. Trotzdem einige Unterschiede zu den Plaggeneschen Nordwestdeutschlands vorhanden sind, treten viele Gemeinsamkeiten auf (Abb. 2), die eine Ansprache als Plaggenesch erlauben.

Unterschiede	Gemeinsamkeiten
<ul style="list-style-type: none"> • Geologie • Körnung 	<ul style="list-style-type: none"> • (Geländeerhöhung) • anthropogene Beimengungen
<ul style="list-style-type: none"> • Karbonat*, pH 	<ul style="list-style-type: none"> • C-Anreicherung • P-Anreicherung
<ul style="list-style-type: none"> • Beginn und Dauer der Plaggenwirtschaft 	<ul style="list-style-type: none"> • Düngung organomineralischen Materials der Gemeinen Mark
<ul style="list-style-type: none"> • Art des Plaggenmaterials • Mineraldüngerzusatz* 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompostierung • Behebung des Einstreumangels

Abb. 2: Vergleich zwischen den anthropogenen Böden St. Petersburgs und Arkhangelsks und denen Nordwestdeutschlands (* nur für St. Petersburg).

In neuester Zeit wurden auch im europäischen Norden Russlands (Abb. 1) in der Nähe von Archangelsk Plaggenesche gefunden (Hubbe et al., im Druck). Auch ihre E-Horizonte sind mehr als 40 bzw. 50 cm mächtig, mit Humus angereichert, mit Kulturresten wie Knochen, Keramikbruchstücken, Holzkohle und Torf durchsetzt und durch eine Basensättigung > 100 %, sowie durch eine P-Akkumulation von > 1 200 mg kg⁻¹ Gesamt-P und > 500 mg kg⁻¹ citratlöslichem P charakterisiert. Die Entstehung dieser Böden geht vermutlich auf das 12. bzw. 13. Jahrhundert zurück, schriftlich belegt ist sie für die letzten 300 Jahre. Die Wirtschaftsweise vollzog sich so wie in Nordwestdeutschland, nur dass das Plaggenmaterial im Wesentlichen Niedermoor war. Trotzdem auch hier einige Unterschiede zu den Plaggeneschen Nordwestdeutschlands vorhanden sind, treten viele Gemeinsamkeiten auf (Abb. 2), die eine Ansprache als Plaggenesch erlauben.

Obwohl Plaggenesche kulturhistorisch von großer Bedeutung sind, gelten sie in Niedersachsen nur als bedingt schutzwürdig (NLfB, 2003). Die wesentlichen Gründe dafür sind, dass sie nur in Relation zu den Böden der Umgebung eine hohe natürliche Bodenfruchtbarkeit haben, und dass ihnen zur Erfüllung der optimalen Archivfunktion die Seltenheit fehlt (Abb. 3).

- (Natürliche Bodenfruchtbarkeit)
- (Archivfunktion)
- Kulturhistorische Bedeutung

Abb. 3: Ökologische Bewertung bzw. Schutzwürdigkeit von Plaggeneschen in Niedersachsen (NLfB, 2003).

Allerdings ist die Ausbreitung der Plaggenesche, insbesondere im Osnabrücker Raum, größer als es das Verhältnis von Plaggenauftragsfläche zu Plaggenabtragsfläche (1 : 10 – 1 : 40) zulässt und somit unwahrscheinlich. Fehlende fossile Böden unterhalb von Plaggeneschen und allmähliche Horizontübergänge vom beplaggtten Bereich zum Untergrund, wie sie einige vermeintliche Plaggenesche auszeichnen, sprechen auch für eine andere Genese. Die Aussage, dass eine Abgrenzung zu den im Erscheinungsbild ähnlichen Braunerden schwierig ist (Eckelmann, 1980), unterstützt die Vermutung einer überinterpretierten Verbreitung. Es muss deshalb genau geprüft werden, ob die in den Bodenkarten ausgewiesenen Plaggenesche tatsächlich Plaggenesche sind. Bei vermuteter Reduktion der Plaggeneschflä-

chen würde das Seltenheits-Kriterium greifen, mit entsprechenden Konsequenzen für die Schutzwürdigkeit dieser Böden. Überprüft werden muss zusätzlich die funktionale Bedeutung der Plaggenesche im Wasserhaushalt. Obwohl sie nach dem niedersächsischen Modell diesbezüglich als nicht bedeutend auftreten, sind sie bei Anwendung des baden-württembergischen Modells sehr bedeutsam und besitzen den höchsten Schutzstatus.

Literatur

- Behre, K.-E. (1976): Beginn und Form der Plaggenwirtschaft in Norddeutschland nach pollenanalytischen Untersuchungen in Ostfriesland. Neue Ausgrabungen u. Forsch. Niedersachsen 10, 197-224.
- Driessen, P. M. & R. Dudal (1991): The major soils of the world. K. Wöhrmann, B. V. Zutphen. The Netherlands, 1-309.
- Eckelmann, W. (1980): Plaggenesche aus Sanden, Schluffen und Lehmen sowie Oberflächenveränderungen als Folge der Plaggenwirtschaft in den Landschaften des Landkreises Osnabrück. Geol. Jb. Reihe F 10, 1-95.
- Giani, L., O. Chertov, C. Gebhardt, O. Kalinina, M. Nadporozhskaya & E. Tolksdorf-Lienemann (2004): Plagganthrepts in north-west Russia? Genesis, morphology and properties. Geoderma 121, 113-122.
- Hubbe, A., Chertov, O., Kalinina, O., Nadporozhskaya, M., Tolksdorf-Lienemann, E. & L. Giani (Im Druck): Evidence of Plaggen Soils in European North Russia (Arkhangelsk Region). Journal of Plant Nutrition and Soil Science.
- Käubler, R. (1966): Plaggenböden und Plaggenmattböden in der Altmark. Hercynia 1, 333-339.
- Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (2003): Schutzwürdige und schutzbedürftige Böden in Niedersachsen. Landesamt für Ökologie (Hrsg.), Hildesheim.
- Pape, J. C. (1970): Plaggensoils in the Netherlands. Geoderma 4, 229-256.

Degradation von Plaggeneschen und Konsequenzen für ihre ökologische Bewertung

O. Kalinina

Einleitung

Plaggenesche zeichnen sich u. a. dadurch aus, daß sie große Mengen an Humus besitzen, der auch nach Jahrhunderten nicht abgebaut ist (Blume and Leinweber, 2004). In der Regel werden Plaggenesche ackerbaulich genutzt. Bei einer Umnutzung durch Wald sind Degradationsercheinungen zu erwarten. Ziel dieser Arbeit ist deshalb, die Eigenschaften von ehemaligen Acker- und jetzigen Wald-Plaggeneschen zu erfassen und, vergleichend mit einem ackerbaulich genutzten Plaggenesch, Veränderungen durch Umnutzung abzuleiten.

Material

Drei Plaggenesche aus Norddeutschland: Oldenburg, Bornhorst und Rastede wurden untersucht (Abb. 1-3).

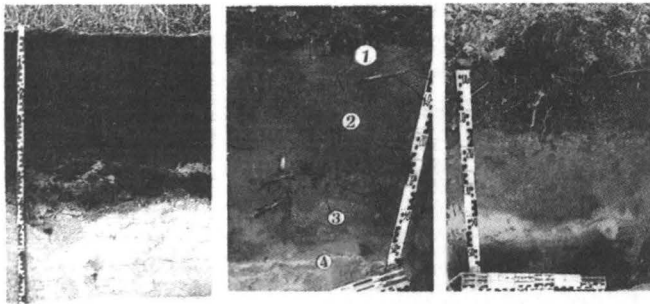


Abb. 1: Profil 1 Oldenburg (Ackernutzung) Abb. 2: Profil 2 Bornhorst (Waldnutzung) Abb. 3: Profil 3 Rastede (Waldnutzung)

Methoden

Siehe in Kalinina et al. (subm).

Ergebnisse und Diskussion

Die Waldnutzung des Plaggeneschs in Rastede führt zur Änderung der charakteristischen Bodeneigenschaften in Richtung Podsolierung: Bildung von O- und Ahe-Horizonten, pH-Senkung, KAK-Erhöhung, Humusanreicherung (Tab. 1 und 2). Der Plaggenesch aus Rastede zeichnet sich durch kleinere Gesamt-P- und verfügbare P-Gehalte aus, wobei die untersuchten Böden keine Unterschiede in den OC-Gehalten aufweisen.

Allgemein zeichnen sich Plaggenesche durch 1-8 % (Eckelmann, 1980; Pape, 1970; zit. in Blume and Leinweber, 2004) und 1-5 % (Driessen et al., 2001) organischer Substanz in den E-Horizonten aus. Die untersuchten Plaggenesche sind mit 16,9-27,8 g kg⁻¹ organischen Kohlenstoffs TOC (Tab. 2) oder 3,4-5,6 % SOM in den E-Horizonten humusreich.

Tab. 1: Charakteristische Eigenschaften der Plaggenesche aus Oldenburg, Bornhorst und Rastede.

Horizont	Tiefe, cm	d, g cm ⁻³	pH CaCl ₂	KAK cmol _c kg ⁻¹	Pt mg kg ⁻¹	Pc mg kg ⁻¹
Profil 1 Oldenburg						
Ah	12	1.3	4.5	9.9	421	185
E1	36	1.5	4.2	8.6	364	159
E2	66	1.4	4.8	8.8	811	411
IlfAe+Bhs	72	1.4	4.9	5.1	285	167
Bs	80	1.6	4.9	2.5	82	32
C	80+	1.7	4.9	1.9	49	22
Profil 2 Bornhorst						
O	+4		3.9	nb	nb	nb
E-Ai	1	1.1	3.6	12.7	652	285
E	40	1.1	4.3	11.9	429	171
IlfAe+Bs	53	1.5	4.9	6.6	55	11
Swd	70+	1.5	5.5	2.6	20	2
Profil 3 Rastede						
O	+9	nb	nb	nb	nb	nb
Ahe	12	0.4	2.7	25.5	267	15
E	42	1.3	2.8	8.1	153	42
IlAe	51	1.6	3.5	1.4	42	15
Bsh	70	1.4	3.6	7.3	78	25
Bs	70+	1.4	4.0	7.9	76	27

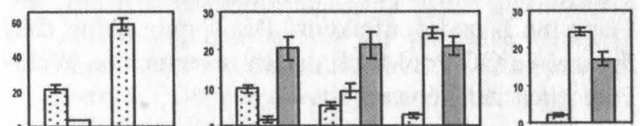
nb - nicht bestimmt

Tab. 2: Organischer C-Gehalt (TOC), N-Gehalt, C/N-Verhältnis, HCl-resistenter organischer Kohlenstoff (OC), H₂O₂-resistenter OC in den untersuchten Plaggeneschen aus Oldenburg, Bornhorst und Rastede.

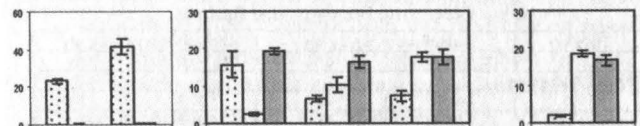
Tiefe cm	TOC g kg ⁻¹	N g kg ⁻¹	C/N	HCl-resistenter OC		H ₂ O ₂ -resistenter OC	
				g kg ⁻¹	% TOC	g kg ⁻¹	% TOC
Profil 1. Oldenburg							
0 - 10	21.9	1.2	18.2	10.8	49.3	1.8	8.2
10 - 20	19.1	1.0	19.1	11.8	61.8	1.3	6.8
20 - 30	17.1	0.7	24.4	9.8	57.3	3.6	21.0
30 - 40	26.0	1.4	18.6	13.9	53.5	3.9	15.0
40 - 50	26.8	1.3	20.6	16.8	62.7	2.2	8.2
50 - 60	25.7	1.1	23.4	16.2	63.0	0.9	3.5
60 - 70	20.1	0.8	25.1	12.0	59.7	0.7	3.5
Profil 2 Bornhorst							
0 - 10	27.8	1.6	17.4	15.5	55.7	1.7	6.1
10 - 20	25.6	1.5	17.1	16.0	62.5	1.5	5.9
20 - 30	22.4	1.2	18.7	15.7	70.1	1.4	6.2
30 - 40	18.0	0.7	25.7	11.9	66.1	2.1	17.5
Profil 3 Rastede							
0 - 12	142.5	4.6	31.0	122.9	91.6	20.1	14.1
12 - 22	26.6	0.3	88.7	26.7	61.6	3.0	11.3
22 - 32	19.8	0.1	198.0	19.7	78.8	1.7	8.6
32 - 42	16.9	nf	nf	14.3	69.2	1.4	8.3

nf- nicht gefunden

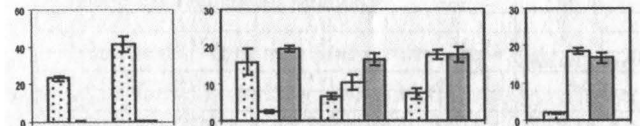
Profil 1 Oldenburg Tiefbereich 0-66 cm



Profil 2 Bornhorst Tiefbereich 0-40 cm



Profil 3 Rastede Tiefbereich 0-12 cm



Profil 3 Rastede Tiefbereich 12-42 cm

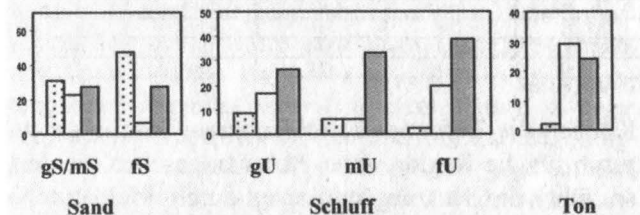


Abb. 4: Korngrößenzusammensetzung (▨ % Masse), OC-Gehalt (□ % Masse) und C/N-Verhältnis in den Korngrößenfraktionen der Plaggenesche aus Oldenburg, Bornhorst und Rastede (Mittelwerte aus allen Tiefenbereichen)

Durch die Waldnutzung in Rastede treten, typisch für Podsole, erweiterte C/N-Verhältnisse im Ahe-Horizont auf (Tab. 2). Die besondere Veränderung der organischen Substanz zeigt sich auch im großen OC-Gehalt in der leichten Fraktion (Tab. 3) und in der Sandfraktion (Abb. 4), die labile partikuläre OC enthalten.

Der HCl-resistente OC (Tab. 2), der die nicht aktive OC-Fraktion repräsentiert, war mit 49,3-78,8 % des TOC (im Mittel 65,5 %) in den E-Horizonten aller Profile ähnlich dem anderer Plaggenesche Nordwesteuropas und Russlands (Springob and Kirchmann, 2002; Kalinina, et al., in print). Die höchsten Gehalte (88,9 %) und damit große Mengen partikulären Kohlenstoffs traten im Oberboden des Rasteder Plaggeneschs auf. Der H₂O₂-resistente OC (Tab. 2), der u. a. den pyrogenen Kohlenstoff repräsentiert, betrug 3,5-21,0 des TOC. Die höchsten Konzentrationen im Tiefenbereich 20-40 cm im Oldenburger Boden und im Tiefenbereich 30-40 cm im Bornhorster Boden sprechen für die unregelmäßigen Akkumulationsbedingungen des H₂O₂-resistenten OC im Laufe der Plaggenwirtschaft. Der große Gehalt des H₂O₂-resistenten OC im Oberboden vom Profil 3 spricht für die großen Mengen an partikulärem OC im neu gebildeten Ahe-Horizont, der bei H₂O₂-Behandlung resistent bleibt.

Die Esch-Horizonte der untersuchten Böden zeigen keine Unterschiede der Fraktionen, die den stabilen OC-Pool repräsentieren (HCl-resistenter OC, H₂O₂-resistenter OC, OC-Gehalt in der Dichtefraktion > 2.0 g cm⁻³). Die Untersuchung der OC-Substanz in den Korngrößenfraktionen (Abb. 4) ergaben für alle Profile die höchsten OC-Konzentrationen in der Feinschluff- und Tonfraktion. Das spricht dafür, dass der stabile OC-Pool auch in den untersuchten Wald-Plaggeneschen konstant ist.

Tab. 3: Organischer C-Gehalt und C/N-Verhältnis in den Dichtefrak-tionen (d < 2 g cm⁻³ and d > 2 g cm⁻³) der untersuchten Plaggen-esche aus Oldenburg, Bornhorst und Rastede.

Tiefe, cm	Dichtefraktion, d < 2 g cm ⁻³		Dichtefraktion, d > 2 g cm ⁻³	
	OC, % of TOC	C/N	OC, % of TOC	C/N
Profil 1 Oldenburg				
0 - 10	62.7	16.8	37.3	18.3
10 - 20	58.7	18.6	41.3	17.0
20 - 30	55.2	20.5	44.8	18.9
30 - 40	57.3	17.3	42.7	13.9
40 - 50	66.6	20.8	33.4	15.4
50 - 60	68.4	21.3	31.6	19.7
60 - 70	64.7	24.2	35.6	21.7
Profil 2 Bornhorst				
0 - 10	66.6	18.7	33.4	32.0
10 - 20	64.1	18.7	35.9	32.3
20 - 30	58.8	23.7	41.2	44.5
30 - 40	60.9	19.1	39.1	nf
Profil 3 Rastede				
0 - 12	95.2	25.3	4.8	nf
12 - 22	75.6	30.1	24.4	nf
22 - 32	68.7	34.2	31.3	nf
32 - 42	63.3	43.0	36.7	nf

nf - nicht gefunden

Können die Befunde des Oldenburger Profils als typisch für die Region unter Acker angesehen werden, so führt die Nutzungsänderung durch Wald zu N-Verlusten. Dies wird durch die weiten C/N-Verhältnisse im Rasteder Plaggenesch deutlich (Tab. 2), die sich auch in den C/N-Verhältnissen der einzelnen Körnungsfractionen widerspiegeln

(Abb. 4). In den Wald-Plaggeneschen aus Bornhorst und Rastede wurden hohe N-Verluste (Tab. 3) und hohe Gehalte an Polysacchariden in der Dichtefraktion > 2.0 g cm⁻³ (Tab. 4) gefunden. Die mikrobiell resynthesierten Polysaccharide in der schweren Fraktion (Beudert, 1988) und in den Fraktionen < 6 µm (Guggenberger et al., 1994; Kiem et al., 2003) bilden den stabilen OC-Pool durch ihre Bindung an Mineralien (Kiem et al., 2003). Vermutlich wird durch die Nutzungsänderung die Resynthese von Polysacchariden herbeigeführt und an feinkörnige Minerale gebunden und angereichert, bei gleichzeitigem Abbau stickstoffhaltiger organischer Verbindungen. Bei gleichen OC-Gesamtgehalten und stabilem OC-Pool in den Esch-Horizonten der untersuchten Böden bedeutet das eine Umstrukturierung der organischen Substanz.

Tab. 4: Prozentuale Anteile der funktionellen Gruppen in den Dichtefrak-tionen (d < 2 g cm⁻³ und d > 2 g cm⁻³) der untersuchten Plaggen-esche aus Oldenburg, Bornhorst und Rastede (Mittelwerte aus allen Tiefbereichen).

Bande Wellenzahl *cm ⁻¹	Angeregte Schwingun-gen	Standort	Dichtefraktion d < 2 g cm ⁻³ , %	Dichtefraktion d > 2 g cm ⁻³ , %
3400	O-H- Streckschwingung	Oldenburg	34,9	20,9
		Bornhorst	11,7	9,4
		Rastede	15,6/13,2	7,5/3,3
2920	Aliphatische CH ₂ - Streckschwingung	Oldenburg	15,2	13,3
		Bornhorst	12,3	13,4
		Rastede	23,1/21,2	8,2/9,4
2850	Aliphatische CH ₂ - Streckschwingung	Oldenburg	10,0	8,6
		Bornhorst	Kam nicht vor	Kam nicht vor
		Rastede	Kam nicht vor	Kam nicht vor
1720	C=O-Streckschwingung in Carboxyl-, Ketogruppen	Oldenburg	Kam nicht vor	9,2
		Bornhorst	Kam nicht vor	Kam nicht vor
		Rastede	Kam nicht vor	9,0/10,7
1620	Aromatische C=C-Bindungen, COO- symmetrische Streckschwingung	Oldenburg	10,7	10,7
		Bornhorst	19,9	8,7
		Rastede	15,0/13,8	8,4/6,1
1380	O-H-Deformation und C-O- Streckung in Phenolen	Oldenburg	6,5	Kam nicht vor
		Bornhorst	4,6	Kam nicht vor
		Rastede	Kam nicht vor	Kam nicht vor
1030	C-O-Streckschwingungen in Polysacchariden und Si-O-Streckschwingung	Oldenburg	22,9	36,4
		Bornhorst	42,7	58,8
		Rastede	26,8/35,3	60,6/61,1
1620/2920	Aromatizitätsindex	Oldenburg	0,6	0,8
		Bornhorst	1,6	0,6
		Rastede	0,6/0,6	1,0/0,6
1620/1720	Oxidierungsgrad	Oldenburg	Kam nicht vor	1,1
		Bornhorst	Kam nicht vor	Kam nicht vor
		Rastede	Kam nicht vor	0,9/0,6

Rastede 0-12 cm / 12-42 cm

Literatur

- Beudert, G. (1988): Mikromorphologische, nasschemische und ¹³C-NMR-spektroskopische Kennzeichnung der organischen Substanz von Waldhumusprofilen nach Dichtefraktionierung. *Bayr. Bodenk. Ber.* 8, 1-133.
- Blume H.-P., Leinweber P. (2004): Plaggen Soils: landscape history, properties and classification. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 167, 319-327.
- Driessen, P., Deckers, J., Spaargaren, O., Nachtergaele, F. (2001): Lecture notes on the major soils of the world. *World Soil Res. Rep.*, Rome.
- Guggenberger, G., Christensen, B. T., Zech, W. (1994): Land-use effects on the composition of organic matter in particle-size separates of soil: I. Lignin and carbohydrate signature. *Eur. J. Soil Sci.* 45, 449-458.
- Kalinina, O., Chertov, O., Nadporozhskaya, M., Tolksdorf-Lienemann, E., Gian, L.: Properties of Soil Organic Matter of Plagic Anthrosols from Northwest Europe, Northwest and North Russia. *Geoderma* (in print).
- Kiem, R., Kögel-Knabner, I. (2003): Contribution of lignin and polysaccharides to the refractory carbon pool in C-depleted arable soils. *Soil Biol. Biochem.* 35, 101-118.
- Springob, G., Kirchmann, H. (2002): C-rich sandy Ap horizons of specific historical land-use contain large fractions of refractory organic matter. *Soil Biol. Biochem.* 34, 1571-1581.

Bodenbewertung nach einem neuen Rangfolgemodell - am Beispiel der Stadt Achim

Sabine Kunzmann, Götz Frank,
Ulrich Meyerholt & Luise Gianì

1. Problemstellung und Zielsetzung

Das nachfolgend beschriebene Verfahren wurde am Beispiel der Stadt Achim entwickelt. Es soll den Planungsprozess dahingehend unterstützen, auf Grundlage der vorhandenen Datenbasis als schutzwürdig identifizierte Flächen in eine Rangfolge zu stellen und Schutzbedürftigkeiten (Empfindlichkeiten) zu visualisieren. Dieses Ziel unterstützt das Leitbild des »Sustainable Development« und ist kompatibel zu den gesetzlichen Vorgaben.

Ein Dilemma besteht immer dann, wenn im Planungsgebiet viele Böden besondere Leistungsfähigkeiten besitzen, welche auf unterschiedliche Funktionen bezogen sind. Es muss entschieden werden, ob der »ökologische Wert« eines Bodens aufgrund seiner z. B. hohen Lebensraumfunktion größer einzustufen ist als der eines Bodens mit einem hohen Ausgleichsvermögen im Naturhaushalt. Dieses gilt es in einem Auswahlverfahren zu klären.

2. Auswahlverfahren

Wesentlicher Bestandteil des Auswahlverfahrens ist die Konzeption eines Rangfolgemodells, welches im weiteren Verlauf auch als Bewertungsmatrix bezeichnet wird. Nicht alle Indikatoren bzw. Funktionen (z. B. Archivfunktion) sind sinnvoll in eine Bewertungsmatrix zu integrieren, sondern müssen ggf. zu einem späteren Zeitpunkt berücksichtigt werden. Dieses geschieht im Zuge des Auswahlverfahrens, welches drei Schritte umfasst:

1. die Entwicklung bzw. Verwendung einer Bewertungsmatrix (=Rangfolgemodell),
2. die Einbeziehung der Archivfunktion sowie naturnaher Böden und
3. die Berücksichtigung schutzbedürftiger und belasteter Böden.

2.1. Konzeption des Rangfolgemodells

Da das BBodSchG die Bodenfunktionen gleichwertig nebeneinander stellt, erscheint es sinnvoll, die Rangfolge schutzwürdiger Böden anhand der Präsenz der natürlichen Funktionen einschließlich der land- und forstwirtschaftlichen Produktionsfunktion in einem Planungsgebiet festzumachen. Abgezielt wird dabei auf den möglichst gleichmäßigen Erhalt dieser Funktionen im Untersuchungsgebiet. Berücksichtigung finden diesbezüglich ausschließlich die als hoch bzw. sehr hoch in ihren Leistungsfähigkeiten eingestufteten Funktionen. Folgende Arbeitsschritte wurden für das Fallbeispiel Achim durchgeführt:

- Es wurde zunächst der prozentuale Anteil der ausgewählten Bodenfunktionen im Hinblick auf die Gesamtfläche des Untersuchungsgebietes ermittelt.

- Basierend darauf erfolgte die Identifizierung der flächenmäßig am stärksten vertretenen Funktion.
- Der prozentuale Anteil der Gesamtfläche dieser Funktion wurde gleich 1 gesetzt.
- Alle übrigen Funktionen wurden zu dieser Funktion in Beziehung gebracht, d. h. es wurde die Verhältniszahl errechnet zwischen der jeweiligen Flächenausdehnung der einzelnen Funktionen und der das Gebiet dominierenden Funktion.
- Auf Grundlage dieser Verhältniszahl erfolgte die Berechnung des Gewichtungsfaktors. Dazu wurde die Zahl 1 durch die Verhältniszahl der einzelnen Bodenfunktionen dividiert. Ergebnis ist der Gewichtungsfaktor, welcher die Bedeutung der einzelnen Funktion für das Untersuchungsgebiet im Hinblick auf ihre Präsenz widerspiegelt. Daraus resultiert, dass eine unterrepräsentierte Bodenfunktion einen hohen Gewichtungsfaktor erhält, eine stark vertretene Funktion hingegen einen niedrigeren.
- Da die Flächenausdehnung aus ökologischer Sicht eine bedeutende Rolle spielt, wurde der Gewichtungsfaktor der einzelnen Bodenfunktionen mit der Flächengröße multipliziert. Ergebnis der geschilderten Rechenoperation ist der ökologische Teilwert eines Bodens.
- Der ökologische Gesamtwert resultiert aus der Addition der ökologischen Teilwerte pro Fläche.
- Auf Grundlage der Bewertungsmatrix erfolgte eine visuelle Darstellung der Schutzwürdigkeiten in Form unterschiedlicher Klassen mit ArcView, nämlich die höchste, zweithöchste und dritthöchste Schutzwürdigkeit. Ergänzend zu den Ergebnissen der Bewertungsmatrix sollten geringe und mittlere Leistungsfähigkeiten dargestellt werden.
- Die Klassengrenzen hinsichtlich der unterschiedlichen Kategorien bezogen auf die Schutzwürdigkeit müssen sich am Einzelfall orientieren. Eine standardisierte Herangehensweise kann diesbezüglich nicht aufgezeigt werden.
- Grundsätzlich steht einer zusammenfassenden Bewertung verschiedener Indikatoren zur Beurteilung einer Bodenfunktion nichts im Wege. Dies lässt sich mit der Bewertungsmatrix vereinbaren, wobei im Vorfeld Aggregierungsregeln zu definieren sind, um schlussendlich den ökologischen Gesamtwert einer Bodenfläche bestimmen zu können.

2.2. Archivfunktion und naturnahe Böden

Die Archivfunktion kultur- und naturhistorischer Böden sollte nach Auffassung der Verfasser in ihrer Bedeutung grundsätzlich nicht über die Flächenausdehnung berechnet werden, da auch eine vergleichsweise kleine Fläche Aufschluss über die entsprechenden Sachverhalte geben kann. Aus diesem Grunde wurde eine Integration in die Bewertungsmatrix für nicht sinnvoll erachtet. Zudem ist keine vergleichbare Identifizierbarkeit über die Leistungsfähigkeit, wie bei den anderen Bodenfunktionen, gegeben. Eine Synthese natur- und kulturhistorischer Bodenarchive erscheint problematisch, da diese Teilfunktionen nicht miteinander vergleichbar sind. Es ist wichtig, sowohl kultural- als auch naturhistorische Böden zu erhalten. Von Interesse ist dabei der Schutz unterschiedlicher Ausprägungen der

einzelnen Teilfunktionen. Es geht weniger um die Bewahrung zahlreicher kultur- oder naturhistorisch bedeutsamer Böden, sondern vielmehr um den Erhalt typischer Archive. Eine Zerstörung ist im Allgemeinen unwiderruflich; dies gilt gleichermaßen für naturnahe Böden. Naturnähe ist kostbar, obgleich sie nicht zwangsläufig mit einer hohen Leistungsfähigkeit des Bodens einhergehen muss. Ihr Wert ist insofern bedeutsam, als dass weite Teile Deutschlands eine starke anthropogene Einflussnahme erfahren haben. Naturnahe Böden sollten daher von beeinträchtigenden Nutzungen verschont werden. Dies rechtfertigt eine grundsätzliche Ausgliederung aus der Bewertungsmatrix.

2.3. Schutzbedürftige Böden

Die Schutzbedürftigkeit eines Bodens - auch ausgedrückt durch die Empfindlichkeiten - ist dann gegeben, wenn eine »hohe« bzw. »starke« bis »sehr starke« Gefährdungsneigung vorliegt. Empfindlichkeiten entfalten ihre Relevanz primär in Verbindung mit bestimmten Nutzungen. Beispielsweise ist die Ermittlung der Erosionsanfälligkeit im Zusammenspiel mit einer landwirtschaftlichen Inanspruchnahme von Interesse. Werden bestehende Empfindlichkeiten nicht hinreichend berücksichtigt, so kann dies zu Funktionsverlusten bzw. -minderungen führen.

Die identifizierten Empfindlichkeiten der Böden im Untersuchungsgebiet wurden als letzter Schritt in eine Ergebniskarte integriert. Sie können zum einen zusätzliche Argumente für eine Nichtinanspruchnahme schutzwürdiger Böden liefern und zum anderen Hinweise für Nutzungsbeschränkungen enthalten.

3. Kritische Würdigung

Im Folgenden werden ausgewählte Aspekte des Rangfolgemodells einer kritischen Würdigung unterzogen:

- Die Bewertungsmatrix orientiert sich sehr stark an Leistungsfähigkeiten. Diese Ausrichtung führt zu einer Vernachlässigung des Bodens als Gesamtsystem, welches mehr ist als die Summe seiner Teile. Vom BBodSchG wird jedoch eine funktionsorientierte Betrachtung gefordert. Der Schutz des Bodens um seiner selbst willen wird nicht anvisiert. Zu bedenken ist in diesem Kontext, dass auch Böden mit einer geringeren Funktionalität einen ökologischen Wert besitzen und grundsätzlich schutzwürdig erscheinen. In dieser Hinsicht kann das BNatSchG herangezogen werden, welches gemäß § 1 Satz 1 den Schutz, die Pflege sowie die Entwicklung von Natur und Landschaft auch aufgrund ihres eigenen Wertes vorsieht.
- Administrative Grenzen stimmen nicht zwangsläufig mit den naturräumlichen überein. Als Bodeneinheiten ausgewiesene Areale, welche im Randbereich des Untersuchungsgebietes liegen, können infolgedessen zerschnitten werden. Dieses kann im Einzelfall zu einer Verfälschung des ökologischen Gesamtwertes führen, da u. a. die Flächengröße rechnerisch in die Betrachtung einbezogen wird. Das Konzept der Bewertungsmatrix steht der Betrachtung größerer Gebiete offen gegenüber, d. h. auch über administrative Grenzen hinaus ist eine Bewertung möglich. Eine entsprechende Erweiterung der Datenbasis zöge keine essentielle Modifikation des Konzeptes nach sich.
- Die Aussagegenauigkeit der Ergebnisse ist von der Qualität der Datenbasis abhängig. Die relative Kleinmaßstäbigkeit der BÜK 50, welche als Datenbasis für

Achim genutzt wurde, stellt für die Ebene der Bauleitplanung eine grundsätzliche Schwierigkeit dar. Da es jedoch angesichts knapper Ressourcen unrealistisch erscheint, dass eine flächendeckende Kartierung durchgeführt wird, liefert diese Datengrundlage wertvolle Hinweise, welche gegebenenfalls durch exemplarische Kartierungen ergänzt werden können, um die Ergebnisse abzusichern.

- Die im Zuge der Bewertungsmatrix gebildeten Klassen zur Kategorisierung der Schutzwürdigkeit haben großen Einfluss auf die Ergebnisdarstellung und -interpretation. Zu beachten ist in dieser Hinsicht, dass sowohl die Klassenanzahl als auch die Klassengrenzen subjektiv bestimmt und daher sorgsam gewählt und begründet werden sollten.
- Grundsätzlich ist zu berücksichtigen, dass die Bewertungsmatrix Informationen verdichtet, welches letztendlich mit einem Informationsverlust verbunden sein kann.
- Im Rahmen des Auswahlverfahrens kann auf ökologischen Sachverstand nicht verzichtet werden. Beispielsweise können Extremstandorte sehr unterschiedlich gestaltet sein, welches sich der Bewertungsklasse nicht entnehmen lässt. Aus diesem Grunde ist es wichtig, diesbezüglich eine Überprüfung anhand der entsprechenden Bodentabelle vorzunehmen. Z. B. kann es angemessen sein, einen trockenen Boden, der in geringerer Ausdehnung vorliegt, höher zu kategorisieren, um die Vielfalt der Standorteigenschaften zu schützen.
- Das Konzept ist flexibel angelegt. Beispielsweise besteht die Möglichkeit, die berechneten Gewichtungsfaktoren zu variieren. So könnte z. B. unter Berücksichtigung ökologischer Belange der Gewichtungsfaktor der Lebensraumfunktion, abweichend von dem berechneten Wert, erhöht werden. Diese Funktion spielt insgesamt für den Naturhaushalt eine elementare Rolle, so dass eine besondere Gewichtung gerechtfertigt erscheint, ungeachtet der zunächst gleichrangigen Berücksichtigung aller natürlichen Funktionen einschließlich der Produktionsfunktion. Eine Zerstörung lässt sich entweder gar nicht oder nur mit großem Aufwand umkehren. Andere Funktionen können unter Umständen auch von überprägten Böden erfüllt werden. Dies gilt z. B. für die Produktionsfunktion und das Vermögen als Wasser- und Nährstoffregulator zu fungieren.

4. Fazit

Trotz der aufgezeigten Schwierigkeiten stellt das entwickelte Auswahlverfahren eine praktikable und nützliche Unterstützung für den Planungsprozess dar. Es ist als Orientierungshilfe zu verstehen und ließe sich auch auf andere Maßstabebenen als die der Bauleitplanung übertragen.

Wichtig erscheint, dass die Identifizierung von Böden höchster Schutzwürdigkeit nicht zu einer vollständigen Inanspruchnahme der übrigen Böden mit stärker vertretenen Bodenfunktionen führen darf. Dann wäre der zugrunde gelegte Ansatz der möglichst gleichwertigen Verteilung im Untersuchungsgebiet gefährdet.

Ökologischer Sachverstand ist in jedem Fall bedeutsam. Die rechnerischen Ergebnisse sollten nicht unreflektiert übernommen werden.

Sicherung und Auswertung der Bodenschätzungsdaten in Schleswig-Holstein

Dr. Wolfram Kneib, Dr. Andreas Rinker

Erste Methoden zur teilautomatisierten und später automatisierten Auswertung der Bodenschätzungsdaten wurden in Schleswig-Holstein bereits Mitte der 80er Jahre entwickelt. Lediglich die fehlende digitale Datenverfügbarkeit hemmte eine routinierte Methodenanwendung. Die digitale Erfassung der kompletten Bodenschätzungsdaten in Schleswig-Holstein war Bestandteil eines in den Jahren 2002 – 2004 durchgeführten Projektes. Die ARGE DIG-Fesch wurde mit der Umsetzung beauftragt. In enger Kooperation mit dem Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume, dem Landesamt für Natur und Umwelt, den Finanz- und Katasterämtern in Schleswig-Holstein sowie mit der Bundesagentur für Arbeit konnte die digitale Übernahme von etwa 500 000 analogen Profildaten nach 24 Monaten Laufzeit abgeschlossen werden. Neben der Digitalisierung der Grablochbeschriebe wurden zusätzlich ca. 110 000 Digitalfotos der Urdaten von Feld-, Acker- und Grünlandschätzungsbüchern in die Datenbank integriert bzw. archiviert. Ein wesentlicher Bestandteil der Arbeit war die Qualitätssicherung der eingegebenen Daten, so dass eine Fehlerquote von < 5 %o garantiert werden konnte.

Über zwei Jahre wurden während der Erfassung der kompletten Bodenschätzungsdaten Schleswig-Holsteins die Arbeitsschritte optimiert.

In einem ersten Arbeitsschritt wurden die Feldschätzungsbücher digital fotografiert und direkt in die Datenbank eingebunden. Die Acker- und Grünlandbücher sind ebenfalls zur zusätzlichen Archivierung digital erfasst worden.

Die eigentliche Datenerfassung wurde aus zeitlichen Gründen in zwei Arbeitsschritte unter Einsatz eigens angepasster Software unterteilt.

In dem Programm DiFKo[®] sind die Kopfdaten – Daten wie Gemarkung, Flur, Tagesabschnitt oder Kartierdatum, die sich für sämtliche Grablöcher einer Schätzungsbuchseite wiederholen – eingetragen worden. Zusätzlich ist eine eindeutige Grablochkennung festgelegt worden.

Die eigentliche Profilerfassung erfolgte mit dem Programm DiFGra[®]. Die Grablochdaten wurden anhand der Digitalfotos direkt vom Bildschirm in die Datenbank übertragen. Ergänzende Bemerkungen sowie Acker- und Grünlandzahlen aus den Acker- und Grünlandschätzungsbüchern wurden ebenfalls mit in die Datenbank aufgenommen. In einem ersten Qualitätssicherungsschritt fand ein Korrekturlesen in Teamarbeit statt. Die Doppeleingabe der Daten durch unterschiedliche Mitarbeiter/-innen war Basis einer teilautomatisierten Fehlerkorrektur.

Die Qualitätskontrolle der eingegebenen Daten erfolgte durch speziell geschultes Personal mit Hilfe des Programms DiFDB[®]. Die Doppeleingabe der Daten ermöglichte es, die Datensätze auf dem Bildschirm gleichzeitig zu laden. Unterschiede in dem Datenbestand sind durch die Software farblich markiert worden und konnten so leicht identifiziert werden.

Die erfassten Daten wurden routinemäßig in verschiedenen Formaten an das Ministerium und die Finanzämter abgegeben. Das eigens entwickelte Programm FTRANS[®] transformiert die Angaben in der Datenbank in das FESCH-Format der Finanzämter. Das Programm BOSSA-SH[®] übersetzt die Daten der Bodenschätzung in die Sprache der wissenschaftlichen Bodenkunde. Eine Anpassung an weitere Datenformate ist ebenso möglich wie eine Verknüpfung mit den entsprechenden Geometrien der Schätzungskarten. Dieser Arbeitsschritt erfolgt derzeit. Die Daten werden in Kürze flächendeckend für Schleswig-Holstein zur Verfügung stehen.

Der Bedarf an bodenkundlichen Flächeninformationen ist groß, insbesondere für Zwecke der

- Trinkwasserschutzgebietsplanung,
- Landschaftsplanung,
- Umweltverträglichkeitsuntersuchungen,
- EU-Programme: z. B. Wasserrahmenrichtlinie, Cross Compliance innerhalb der Agrarreform,
- betrieblichen ackerbaulichen Produktionsplanung,

Dr. Wolfram Kneib
BSD - BODENSCHUTZDIENST für Städte und
Gemeinden GmbH
www.bsd-bodenschutzdienst-gmbh.de

Dr. Andreas Rinker
DigSyLand - Institut für Digitale Systemanalyse &
Landschaftsdiagnose
Partnerschaft Hosenfeld & Rinker
www.digsyland.de

- vorbereitenden und verbindlichen Bauleitplanung.

Die Auswertung der Angaben der Bodenschätzung kann hierbei einen wesentlichen Baustein zur Beantwortung der jeweiligen Fragestellung liefern. Methoden und Modelle zur Analyse der Daten der Bodenschätzung, wie zum Beispiel das Programm BOSSA-SH, geben Aufschluss über Bodenarten und –typen sowie deren physikalische Eigenschaften. In Kombination mit weiteren Informationsebenen wie Relief, Gewässernetz, Nutzung etc. können komplexe Fragestellungen beantwortet werden.

Beispiel:

1. Name und Anlass:

Interkommunale Gewerbegebietentwicklung, Kreis Rendsburg-Eckernförde (Schleswig-Holstein).

2. Planungsabsicht:

Optimierung der Flächenauswahl, der Bodennutzung und Umweltverträglichkeit, der dezentralen Entwässerung und Erhaltung eines naturnahen Wasserhaushalts.

3. Durchführung:

Zusammenführung von vorhandenen Daten zum Boden: Profil- und Flächendaten der Bodenschätzung, Baugrundunterlagen sowie eigene Kartierung mit stark reduziertem Aufwand auf die Problemgebiete, Auswahl der Flächen für Infiltrationsmessungen und Probenahme für ergänzende Analytik.

4. Ergebnis:

Empfehlungen zur Flächenauswahl, zur umweltverträglichen Bebauungsplanung und bodenverträglichen Bauausführung.

5. Kostenreduzierung:

Durch die Nutzung digitaler Bodenschätzungsdaten konnten die Kosten um etwa 50 % reduziert werden.

Zusammenfassung

- Es besteht ein akuter Bedarf an großmaßstäbigen Bodeninformationen in Bezug auf diverse Fragestellungen.
- Durch die Bereitstellung der Bodenschätzungsdaten in digitaler Form wird man in Ergänzung mit zusätzlichen digitalen Flächendaten das bestehende bodenkundliche Informationsdefizit deutlich entschärfen können.
- Um kleinräumig detaillierte Aussagen zur Bodensituation zu liefern, kann auf eine Ergänzungskartierung kaum verzichtet werden.

Maßnahmen der Qualitätssicherung bei der bodenkundlichen Interpretation digitaler Bodenschätzungsdaten

Stephan Sauer¹, Ricarda Miller², Matthias Peter², & Thomas Vorderbrügge³

1 Grundlagen

Das Projekt „Bodenfunktionsbezogene Auswertung von Bodenschätzungsdaten“ der Geologischen Dienste von Hessen und Rheinland-Pfalz hat zum Ziel, landesweite Auswertungskarten zum Bodenschutz im Maßstab 1: 5.000 für beide Bundesländer zur Verfügung zu stellen.

In einem ersten Schritt werden die Flächendaten (Folie 042 der ALK bzw. Folie 032 des ALB) von den Landesvermessungsämtern, die Punktdaten (FESCH-Grablochbeschreibungen) von den Oberfinanzdirektionen der beiden Bundesländer digital zur Verfügung gestellt. Anschließend werden diese mit im Projekt entwickelten Plausibilitäts- und Integrationsroutinen geprüft und zusammengeführt, so dass automatisierte Auswertungen auf Basis kontrollierter Grundlagendaten ablaufen können (MILLER et al. 2005). Bisher wurden ausschließlich Methoden auf Grundlage des Klassenzeichens erarbeitet und programmiert (VORDERBRÜGGE et al. 2004 u. 2005).

Aufgrund des Digitalisierungsfortschrittes - in Rheinland-Pfalz wird die Digitalisierung der Folie 042 noch 2006 abgeschlossen - stellt sich im Rahmen der Produktkonfektionierung die Frage nach der Güte der Auswertungskarten. Folglich ist die Qualitätssicherung ein Schwerpunkt der derzeitigen Arbeiten.

2 Qualitätsmanagement

Ziel des Qualitätsmanagements ist die Abgabe von Produkten, z. B. thematischer Karten, definierter Qualität (vgl. ENGEL & MITHÖFER 2003). Im Rahmen des Projektes werden derzeit folgende Maßnahmen der Qualitätssicherung durchgeführt bzw. sind in Planung:

- Ausfüllen eines 16 Fragen umfassenden **Gemarkungsfragebogens** durch den zuständigen Amtlichen Landwirtschaftlichen Sachverständigen (ALS).
- „**Schreibtischvalidierung**“ durch Vergleich der aus den Bodenschätzungsdaten abgeleiteten Bodenfunktionskarten mit Bodenflächen- und Profildaten anderer Maßstäbe.
- **Geländevalidierung**.

2.1 Gemarkungsfragebogen

Ein in Zusammenarbeit mit der OFD entwickelter Gemarkungsfragebogen wird als Formular im Word-Format an alle ALS verteilt. Es werden mit 16 Fragen auf Gemarkungsebene Besonderheiten der Bodenschätzung abgefragt (Abb. 1). Beispiele sind die oftmals bei Altschätzungen

problematische Ansprache der Entstehungsart (Lö, D oder V?) oder die nicht immer konsequent erfolgte Ansprache des Carbonatgehaltes. Die Ergebnisse der Befragung werden für jede Gemarkung als Metainformationen in einer Datenbank vorgehalten und stehen für weitergehende Auswertungen zur Verfügung.

Bewertung der <u>aktuellen</u> Bodenschätzung auf Gemarkungsebene	
beurteilender ALS: <ALS>	Gemarkung <GMKNAME>
Jahr der Erstschatzung: <ERSTSCH>	Jahr der Nachschätzungen: <NACHSCH>
Handelt es sich bei der derzeit aktuellen Schätzung um eine Generalisierung? Wenn ja, welchen Generalisierungsgrad würden Sie zuordnen?	
Es tritt Löss auf, der aber als V und nicht als Lö geschätzt wurde:	
Es tritt Löss auf, der aber als D und nicht als Lö geschätzt wurde:	
Es wurde V als D angesprochen:	
Parabraunerden wurden als „L4L6“ geschätzt:	
Die Böden wurden wegen Trockenheit (Witterung) zu leicht angesprochen:	
Die Böden wurden aufgrund des hohen Stein- und Grusgehaltes zu leicht angesprochen (falls ja, bitte Beispiele angeben):	
Nasse Böden wurden zu schwer angesprochen (falls ja, bitte Beispiele angeben):	
In der Gemarkung wurden Böden mit günstigen Wasserverhältnissen (z.B. frische Auenböden) mit folgender Wasserstufe geschätzt:	
Es wurde Carbonat angesprochen:	
Der Humusgehalt der Oberböden wurde generell mit derselben Gehaltsklasse angesprochen:	
Es wurde auch der Humusgehalt der Unterböden (z.B. bei Kolluviosolen) erfasst:	
Für die Oberböden wurde eine einheitliche Bodenart angegeben:	
Die Eigenschaft "roh" kennzeichnet auch hydromorphe Böden:	
Besonderheiten in der Gemarkung:	

Abb. 1: Auszug aus dem an die Amtlichen Landwirtschaftlichen Sachverständigen verteilten Gemarkungsfragebogen

2.2 „Schreibtischvalidierung“

Es bieten sich verschiedene Datenquellen zur Validierung der aus den Bodenschätzungsdaten abgeleiteten Bodenfunktionskarten an, einerseits Punktdaten in Form von Bodenprofilen aus der Profildatenbank, andererseits Bodenflächendaten in Form von Auswertungskarten unterschiedlicher Maßstäbe. Letztere werden in Hessen für eine bodenkundlich-bodengeografische Überprüfung repräsentativer Testgemarkungen genutzt. Ziel ist die Überprüfung,

- ob die Flächenauflösung der aus der Bodenschätzung abgeleiteten Auswertungskarten plausibel ist und die räumliche Heterogenität der Böden nachvollziehbar abgebildet wird,
- ob die Bodenschätzung die Bodenfunktionen nachvollziehbar abbildet und
- ob die Bodenschätzung im Vergleich mit benachbarten Schätzungsdaten kongruent und nachvollziehbar ist.

Folgende Arbeitsmittel sind Grundlage der bodenkundlich-bodengeografischen Überprüfung:

- Klassenzeichenstatistik von Gemarkung und Nachbargemarkung,
- Gemarkungsfragebogen,
- pdf-Themenkarten für Gemarkung und Nachbargemarkungen mit Höhenlinien, Klassengrenzen und -zeichen zu den Themen Gründigkeit und nFK (Bodenschätzung) sowie Bodentyp und nFK (Bodenflächendaten im Maßstab 1: 50.000).

¹ Stephan Sauer, Landesamt für Geologie und Bergbau Rheinland-Pfalz, Stephanus.Sauer@lgb-rlp.de

² Ricarda Miller & Matthias Peter, Ingenieurbüro Schnittstelle Boden, info@schnittstelle-boden.de

³ Thomas Vorderbrügge, Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie, t.vorderbruegge@hlug.de

Die Bewertung wird durch die Vorgabe eines strukturierten Fragebogens vereinfacht, die Methodik wurde im Rahmen eines Delphi-Testes mittels Expertenbefragung geprüft und weiterentwickelt.

Für Hessen wurden bisher rund 50 Gemarkungen überprüft, Abbildungen 2 und 3 zeigen am Beispiel der Gemarkung Zwergen für die nFK eine Gegenüberstellung der nFK-Karte auf Grundlage der Bodenflächendaten 1: 50.000 (Abb. 2) bzw. der Folie 042 (Abb. 3). Die aus der Bodenschätzung abgeleitete nFK-Karte zeigt, wie erwartet, eine deutlich stärkere Differenzierung. Lokal kommt es zwar zu Abweichungen hinsichtlich der nFK-Klasse, die Ergebnisse erscheinen aber plausibel und spiegeln die Bodengeografie der Bodenflächendaten wider.

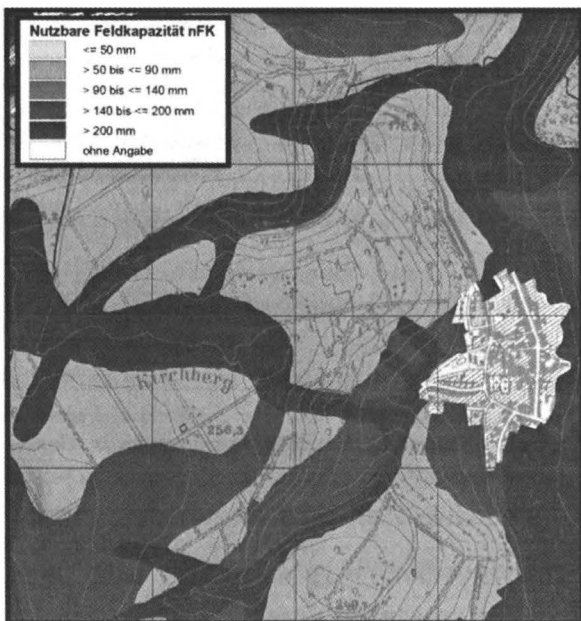


Abb. 2: nFK-Karte auf Grundlage der Bodenflächendaten der BK 1: 50.000

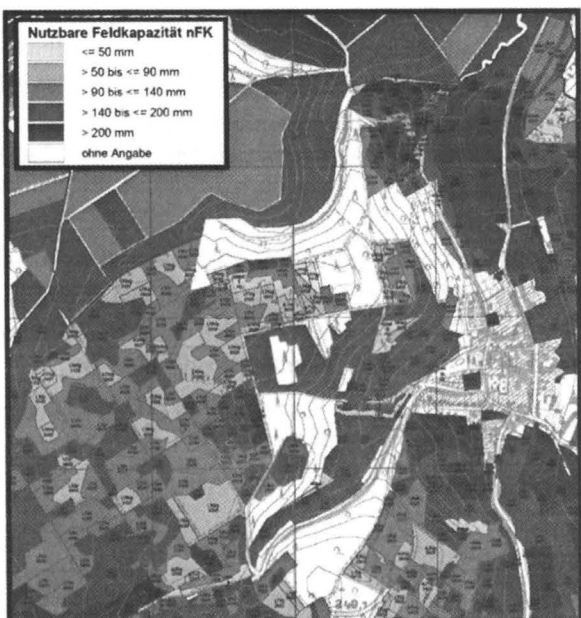


Abb. 3: nFK-Karte auf Grundlage der Folie 042 der Bodenschätzung

Es gibt allerdings auch (vergleichsweise wenige) Gemarkungen, in denen die Auswertung der Bodenschätzungsdaten aufgrund einer teilweise generalisierenden Bodenschätzung in den 1960er und 1970er Jahren zu keiner stärkeren Differenzierung der mittelmaßstäbigen Karten führt.

Bei den bearbeiteten Gemarkungen trat bisher noch kein Mal die in der Bewertungsmatrix vorgesehene Empfehlung auf, von der Auswertung der Bodenschätzungsdaten abzuweichen.

2.3 Geländevalidierung

Die dritte Säule der Qualitätssicherung ist die Überprüfung der aus den Bodenschätzungsdaten generierten Bodenfunktionskarten in repräsentativen Testgemarkungen. Dieses geschieht vorzugsweise durch Abbohren gebietstypischer Klassenzeichen mit dem Pürckhauer-Bohrstock. Weiterhin dienen die in Zusammenarbeit mit den Oberfinanzdirektionen erfolgenden Vergleichsstücks- (bisher rund 250 in Hessen) und Musterstücksbeprobungen (bisher 55 in Rheinland-Pfalz) der bodenkundlichen Überprüfung der Ausgangsdaten.

3 Schlussfolgerungen

Der Aufbau eines Qualitätsmanagements bei der bodenkundlichen Interpretation von Bodenschätzungsdaten ist Grundlage für die Abgabe von Produkten definierter Qualität (vgl. auch ENGEL & MITHÖFER 2003).

Die Ergebnisse der in Grundzügen vorgestellten Gemarkungsbewertung werden schlechtestenfalls dazu führen, dass für einzelne Gemarkungen Bodenfunktionskarten nicht oder nur unter Vorbehalt abgegeben werden. Eine Korrektur der Originaldaten ist nicht vorgesehen.

Die Ergebnisse sind nutzbar für eine Priorisierung bei der Nachschätzungsplanung.

4 Literatur

ENGEL, N. & K. MITHÖFER (2003): Auswertung digitaler Bodenschätzungsdaten im Niedersächsischen Landesamt für Bodenforschung (NLFb) - Ein Überblick für den Nutzer. Arb.-H. Boden 2003/1, 5-43.

MILLER, R., SAUER, S. & TH. VORDERBRÜGGE (2005): Die Daten der Bodenschätzung als Grundlage für landesweite Auswertungskarten zum Bodenschutz – Ein Projekt der Geologischen Dienste Hessen und Rheinland-Pfalz. Bodenschutz 3/05, 83-87.

VORDERBRÜGGE, TH., MILLER, R., PETER, M. & S. SAUER (2004): Ableitung der nutzbaren Feldkapazität aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung. Mitt. Dtsch. Bdkl. Ges. Bd. 104, 33-34.

VORDERBRÜGGE, TH., MILLER, R., PETER, M. & S. SAUER (2005): Ableitung bodenphysikalischer Kennwerte aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung am Beispiel der Feldkapazität. Mitt. Dtsch. Bdkl. Ges. Bd. 107 (2), 531-532.

Bereitstellung bodenkundlicher Parameter und Kennwerte für Klassenzeichen der Bodenschätzung

Klaus-Jörg Hartmann* & Ulrich Dehner[#]

Einleitung

Das Potential der Bodenschätzungsdaten als bodenkundliche Basisinformation ist bekannt und allgemein anerkannt. In Hinblick auf die praktische Anwendung der Bodenschätzung lassen sich verschiedenartige Auswertungs- und Interpretationsansätze unterscheiden, die sich einerseits konkret mit den Grablochbeschrieben und Klassenzeichen, andererseits mit Klassifikationen innerhalb der Schätzungsrahmen beschäftigen.

Von ihrer Struktur sind die Bodenschätzungsdaten mit modernen Bodeninformationen vergleichbar. Dabei bilden die Klassenzeichen die Legendeneinheiten, für die in Form der Grablochbeschriebe Profilinformatoren vorliegen. Daher können für die Auswertung der Bodenschätzung ähnliche Verfahren wie für aktuelle Bodendaten verwendet werden. Hier existiert eine Methode zur Entwicklung von Flächendatensätzen für die Bodenübersichtskarte 1:200.000, die auf der statistischen Auswertung von Profildatenbanken basiert (DEHNER et al. 2001).

Methode

Entsprechend der Methodik von DEHNER et al. (2001) wurden Standardprofile für die Klassenzeichen der Bodenschätzung generiert. Dazu wurden die Grablochbeschriebe mit einem Übersetzungsprogramm des LBEG (früher NLFb) in den aktuellen bodenkundlichen Sprachgebrauch übertragen (BARTSCH ET AL. 2003). Anschließend wurden die Tiefenangaben der Bodenhorizonte in 10 cm mächtige Abschnitte umgewandelt und diesen die häufigsten Merkmalskombinationen (Modalwerte) von Bodenart, Humus-, Kalk- und Skelettgehalt zugeordnet (Abb. 1). Diese Abfolge bildet für die einzelnen Klassenzeichen das Standardprofil (Tab. 1).

Tab. 1: Standardhorizonte und -profile mit Kennwerten für Klassenzeichen (Auswahl)

	dm	Bodenart	Humus	LK	nFK	FK	KAK _{pot}
S2AI	3	fSms	h3	30	12	18	9
	6	fSms	h3	22	11	12	9
	10	fSms	h0	23	8	20	2
L1Lö	3	Ut4	h3	16	26	45	21
	6	Ut4	h3	16	26	45	21
	8	Ut3	h0	6	25	37	11
	10	Ut3	h0	6	25	37	11
T6V	2	Tu3	h2	12	24	56	24
	10	Tu2	h0	4	12	42	28

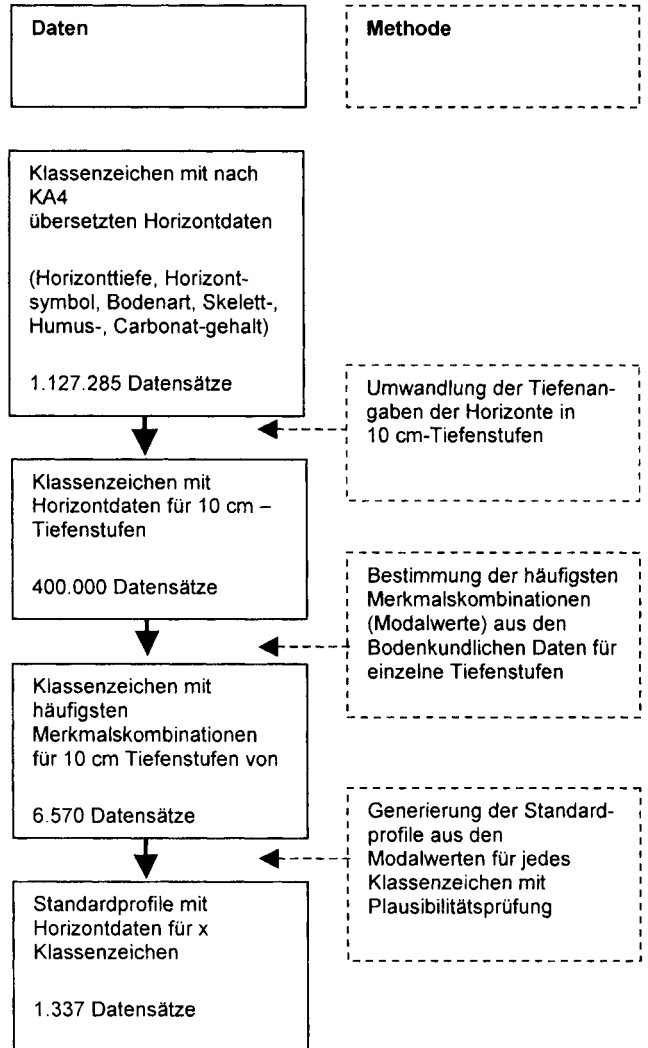


Abb. 1: Arbeitsablauf mit Kennwertzuweisung

Den einzelnen Parametern der Horizonte können auf Grundlage vorhandener Tabellenwerke (bodenphysikalische) Kennwerte und Eigenschaften zugeordnet werden (Tab. 1). Für die Zuordnung der Luftkapazität (LK), nutzbaren Feldkapazität (nFK) und Feldkapazität liegen Kennwerte nach verschiedenen Ansätzen vor:

- in der aktuellen Kartieranleitung (KA5) auf Basis von Bodenart, Humusgehalt und Trockenrohddichte (AD-HOC-AG BODEN 2005)
- für Substrathorizontgruppen (SHG) nach Horizonten, Bodenart sowie bedingt Humusgehalt und Trockenrohddichte (RIEK ET AL. 1995).

Bei der Zuweisung (Tab. 1) und Klassifizierung (Tab. 2) fanden die Kennwerte und Einordnungen der Kartieranleitung Anwendung. Die auf Basis der Bodenhorizonte vorliegenden Parameter lassen sich zusammenfassen und so für die Klassenzeichen klassifiziert vorhalten (Tab. 2). Diese Informationen bilden die Grundlage für thematische Auswertungen und Methoden Anwendungen.

* LAGB Sachsen-Anhalt, Köthener Str. 34, 06118 Halle (Saale), joerg.hartmann@lagb.mw.lsa-net.de

[#] Geo-Profil, Schillstr. 9, 65187 Wiesbaden, u.dehner@geo-profil.de

Tab. 2: Kennwerte von Standardklassenzeichen

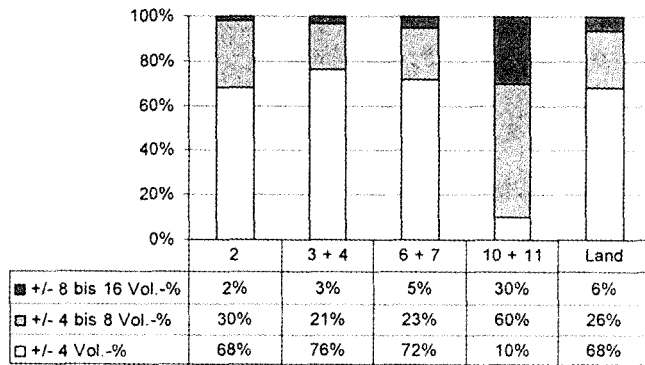
Kennwert		Zustandsstufe						
		1	2	3	4	5	6	7
SD	LK		27	26	25	26	26	31
	FK		17	15	13	14	13	14
	nFK		10	9	8	9	8	9
	kf-Wert		260	240	220	240	240	300
	KAK _{pot}		6	4	3	3	3	2
LLö	LK	12	10	8	8	7	8	8
	FK	42	39	38	38	38	37	37
	nFK	26	26	25	25	25	21	18
	kf-Wert	32	24	18	16	17	20	22
	KAK _{pot}	17	14	14	13	11	13	15

KA5 Klasse
sehr gering
gering
mittel
hoch
sehr hoch
extrem hoch

Parameter	Einheit
Lk	Vol.-%
FK	Vol.-%
nFK	Vol.-%
kf-Wert	cm/d
KAK _{pot}	cmol/kg

Ergebnisbetrachtung

In der KA5 fehlt leider eine Dokumentation zur Einstufung der Kennwerte in Hinblick auf Definition und Ableitung. Dennoch wurden die Ergebnisse zur Bewertung in Anlehnung an die KA5 klassifiziert und Werten von VORDERBRÜGGE ET AL (2004) gegenübergestellt (Abb. 2).



- 2 = Flusslandschaften
- 3+4 = Jung- und Altmoränenlandschaften
- 6+7 = Löss- und Sandlösslandschaften, Berg und Hügelländer mit Löss
- 10+11 = paläozoische Mittelgebirge u. Bergländer

Abb. 2: Differenz von nFK-Werte der Klassenzeichen nach zwei Ansätzen für Bodenregionen und das Land Sachsen-Anhalt

Diese Werte erscheinen für eine derartige Gegenüberstellung geeignet, da sie aus einer Auswertung konkreter Profilinformationen mit Bezug auf das Klassenzeichen resultieren und nicht einfach auf die Schätzungsrahmen aufsetzen.

Zum Vergleich wurde die Differenz zwischen den Werten beider Verfahren gebildet. Die Intervallgröße ergibt sich aus den Stufen der KA5. Bspw. beträgt die Spannbreit der nFK-Intervalle in der KA5, mit Ausnahme der kleinsten bzw. größten Stufe, 8 Vol.-%. Daraus resultiert, dass Werte deren Differenz weniger als ± 4 Vol.-% beträgt zur gleichen Einheit gehören. Bei einer Differenz von ± 4 bis 8 Vol.-% beträgt der Unterscheid eine Einheit, bei ± 8 bis 16 Vol.-% zwei Einheiten.

Beide Ansätze liefern grundsätzlich vergleichbare Ergebnisse (Abb. 2). Die Unterschiede bei den Bodenregionen 10 und 11, lassen sich durch verschiedenartige geologische Ausgangsmaterialien der Bodenbildung bei gleicher Herkunft im Klassenzeichen, erklären. Dies betrifft im wesentlichen die V-Standorte, wo das Ausgangsmaterial, das bei Al-, D- und Löss-Standorten während des Transportes homogenisiert wurde, sehr unterschiedlich sein kann. Die geringen Differenzen zwischen den Al-, D- und Löss-Standorten der verschiedenen Verfahren ist bemerkenswert und weist auf die überregionale Vergleichbarkeit der Bodenschätzung hin. Ein Zusammenhang der Werte mit Zustandsstufen und Herkunft ist nicht beobachtbar (Tab. 2). Das Ergebnis wird im wesentlichen durch die Bodenart bestimmt (HARTMANN ET AL. 1999). Dieser Umstand findet bei Bewertungssystemen, die die Klassenzeichen im Schätzungsrahmen ohne Beachtung von Primärinformationen nutzen, in der Regel keine Beachtung.

Literatur

AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., Hannover

BARTSCH, H.-U., BENNE, I., GEHRT, E., SBRESNY, J., WALDECK, A. (2003): Aufbereitung und Übersetzung der Bodenschätzung, Arb.-H. Boden, 2003/1

DEHNER, U., HARTMANN, K.-J., KRUG, D., GEHRT, E. (2001): Zur Hinterlegung der Bodenübersichtskarte 1 : 200.000 (BÜK 200) mit bodenkundlichen Flächendatensätzen, Z. angew. Geol. 47/2, 121-125

HARTMANN, K.-J., FINNERN, L., CORDSEN, E. (1999) : Bewertung der Bodenfunktionen auf Grundlage der Bodenschätzung – ein Vergleichsverfahren, J. Plant Nutr. Soil Sci., 162, 179 – 181

RIEK, W., WESSOLEK, G., RENGER, M., VETTERLEIN, E. (1995): Luftkapazität, nutzbare Feldkapazität und Feldkapazität von Substrathorizontgruppen - eine statistische Auswertung von Labordatenbanken, Z. Pflanzenernähr. Bodenk. 158, 485-491

Aspekte der Bodenschätzung in der Türkei

Berra Keskin & Luise Giani

Einleitung

Die Bodenschätzung in der Türkei erfolgt seit 1950. Auf der Grundlage von einigen international bekannten Verfahren wurde 1965 vom Ministerium für Landwirtschaft und Dorfangelegenheiten eine Skala, der so genannte TE-Standard-1, zur Festlegung der Nutzungseignung für landwirtschaftliche Böden erarbeitet. Die Bodenbewertungsskala wird von führenden Bodenkundlern in der Türkei stark kritisiert, da die Anwendung der Skala oftmals zu einer falschen Bewertung und damit häufig zur falschen Nutzung der Böden führt.

Um fehlerhafte Bodenbewertungen zukünftig zu vermeiden, um damit zu einer zielgerichteten Bodennutzung zu kommen und um schließlich auch die Erstellung von Bodenkarten mit kleinräumigen Aussagen zu ermöglichen, wurde von den Bodenkundlern ein multiplikativ-parametrisches Bodenbewertungssystem im Rahmen eines Projektes überprüft. Das Verfahren hat sich als umsetzbar erwiesen.

Entwicklung, Methoden und Anwendung der Bodenbewertung in der Türkei

Die Anfänge der Bodenbewertung in der Türkei gehen zurück auf die Arbeiten zur Herstellung einer allgemeinen Bodenkarte (Maßstab 1:800.000) im Jahre 1951/52, die dann schließlich 1958 von Çağlar und Oakes beendet und herausgegeben wurde. Mit der allgemeinen Bodenkarte wurde auch ein Bericht publiziert. In diesem Bericht wurde die Klassifizierung der Böden nach dem amerikanischen Klassifikationssystem von Baldwin et al. (1938) vorgenommen. Dabei sind vor allem landwirtschaftliche und forstliche Böden, sowie Wiesen und Weiden, d.h. insbesondere wirtschaftlich nutzbare Flächen, des Landes erfasst worden. In den folgenden Jahren zwischen 1960 bis 1971 wurden mit Hilfe von topographischen Karten im Maßstab 1:25.000 Bodenkarten im Maßstab 1:100.000 vom Ministerium für Landwirtschaft und Dorfangelegenheiten erstellt. Da die Sondierung in einem 1,5 km-Raster erfolgte, ist die Genauigkeit dieser Bodenkarten sehr gering. Demzufolge sind diese Bodenkarten heute für die Erstellung neuer großmaßstäbiger Bodenkarten oder für die Durchführung von Bodennutzungs- und Landschaftsplanungen nur bedingt geeignet (Cangir, Boyraz, Haktanır 2005).

Zur Bewertung des Bodens im Hinblick auf seine Eignung für die landwirtschaftliche Nutzung werden vom Ministerium international anerkannte Verfahren angewendet: Land Capability Classification (LCC), Land Suitability Classification (LSC), Storie Index Rating (SIR) (Ministerium für Landwirtschaft und Dorfangelegenheiten 2002).

In Anlehnung an das Bewertungssystem vom USDA, Land Capability Classification und in Anpassung an die Boden- und Geländeeigenschaften der Türkei ist vom Ministerium 1965 eine Skala, der sogenannte TE-Standard-1, zur Festlegung der Nutzungseignung entwickelt worden.

In der vom Ministerium entwickelten Skala, dem TE-Standard-1, werden neben Bodeneigenschaften wie Gründigkeit, Textur, Wasserleitfähigkeit, Erosionsanfälligkeit für Wasser und Wind, Überflutung, löslicher Salzgehalt, Dränage, Steingehalt, auch die Hangneigung als eine Geländeeigenschaft angewendet. Dabei werden die Böden in acht Klassen eingeteilt. Mit zunehmender Klassenzahl nehmen die negativen Faktoren zu. Die ersten vier Klassen (I-IV) werden als landwirtschaftlich bearbeitungsfähig und die restlichen vier Klassen (V-VIII) als nicht landwirtschaftlich bearbeitungsfähig bezeichnet. Das Bodenbewertungssystem Land Capability Classification (türkisch abgekürzt: AKYS) wird in der Türkei nicht nur zur Festlegung der Nutzungseignung der landwirtschaftlichen Böden angewendet, sondern auch bei der Flurbereinigung (land consolidation), bei der Verteilung der Flächen und bei der Planung von Bewässerungsprojekten (Ministerium für Landwirtschaft und Dorfangelegenheiten 2002).

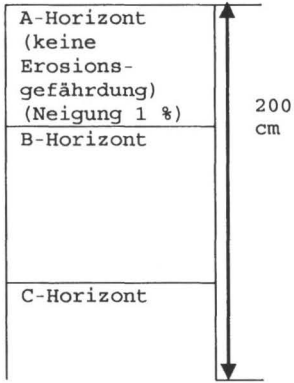
Außerdem werden die Böden entsprechend den Bedürfnissen der Türkei und der standortlichen Eigenschaften für genau definierte Nutzungstypen als absolute, als spezielle, oder als marginal landwirtschaftliche Böden für einzelne Kulturpflanzen (Tee, Oliven, Haselnuß usw.) oder für Wiesen und Weiden unterteilt. Bei dieser Standortbewertung (LSC) werden Jahresniederschlagsmenge, Profiltiefe, Hangneigung und ökologische Bedingungen berücksichtigt. Für landwirtschaftliche Flächen wird außerdem eine Mindestgröße von mehr als einem Hektar gefordert. Die Weiden und Wiesen werden weiter nach Hangneigung, Artenreichtum der Weidepflanzen in sehr gut, gut und mäßig einer subjektiven Unterteilung unterzogen. Das Bodenbewertungssystem zur Festlegung der landwirtschaftlichen Nutzungseignung (AKYS) und das Standortbewertungssystem werden in Kombination miteinander benutzt, d.h. absolute landwirtschaftliche Böden würden der Klasse I-III und somit zu den am besten für die Landwirtschaft geeigneten Böden zugeordnet. Diese Böden sollen, wenn nicht unbedingt nötig, nicht außerhalb der landwirtschaftlichen Nutzung verwendet werden. Bei Böden der Klasse IV ist z.B. eine landwirtschaftliche Nutzung erst nach eingehender bodenkundlicher Untersuchung zuzulassen, wenn die landwirtschaftliche Nutzung rentabel ist. Das Bodenbewertungssystem Storie Index wird vom Ministerium ausschließlich bei Projekten der Flurbereinigung (land consolidation) eingesetzt (Ministerium für Landwirtschaft und Dorfangelegenheiten, 2002).

Der TE-Standard-1 als Bodenbewertungsskala, der vom Ministerium angewendet wird, steht stark in der Kritik. Durch die Anwendung

dieser Skala kann es zu einer falschen Bewertung der Böden kommen. Vor allem passiert dies bei wertvollen landwirtschaftlichen Böden der Klasse I-III und führt hier oft zu einer nicht zweckmäßigen Nutzung.

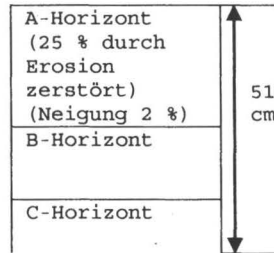
Am folgenden Beispiel lässt sich die Kritik am Bodenwertungssystem verdeutlichen (Cangir & Boyraz 2005):

Bodenprofil A



Bodenprofil B

Bodenprofil B



T: Profiltiefe (200cm)
M: Mittlere Textur (Lehm)
Mi: Mittlere Wasserleitfähigkeit (10 cm/s)
A: Neigung (0 -2%)
1: Erosionsklasse (Keine Erosion)

Schätzungsergebnis:
[T, M, Mi, A1]

Bodenklasse I

Mä: Mäßige Profiltiefe (51 cm)
F: Feine Textur (60% Ton)
N: Niedrige Wasserleitfähigkeit (0,15 cm/s)
A: Neigung (0 -2%)
1: Erosionsklasse (Keine Erosion)

Schätzungsergebnis
[Mä, F, N, A1]

Bodenklasse I

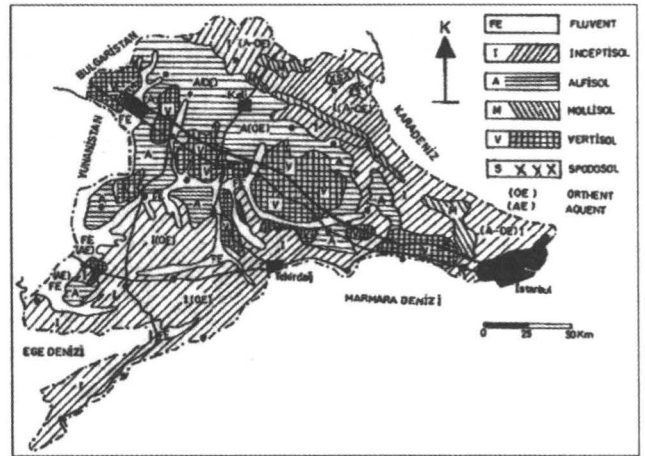
Abb.1: Beispiel für die Anwendung des Bodenbewertungssystems

Ein Boden (Fallbeispiel B) mit erheblichen Einschränkungen in der Wasserleitfähigkeit und dem Luft- und Wasserhaushalt, der eine 25 %-ige Zerstörung durch Erosion im A-Horizont aufweist, wird in die gleiche Bodenklasse (I) eingeteilt, wie ein Boden (Fallbeispiel A), der eine gute Wasserleitfähigkeit mit gutem Luft- und Wasserhaushalt aufweist und der nicht durch Erosion belastet ist. Bei beiden Fallbeispielen wird gleicher Ernteertrag erwartet (Abb.1).

In jüngste Zeit wurde vom Fachbereich Bodenkunde der Universität Tekirdag eine Bodennutzungs- sowie eine Bodenkarte im Maßstab 1:25.000 (Abb.2) auf Basis des multiplikativ-parametrischen Bewertungssystems (SIR) erarbeitet. Die Böden werden nach diesem Index in fünf Eignungsklassen unterteilt. Die Böden wurden dabei nach dem neuen U.S.-amerikanischen Bodenklassifikationssystem (USDA) klassifiziert (Cangir & Boyraz 2002). Das System erlaubt es, den Leistungsgrad des Bodens aus umfangreichen bodenphysikalischen und bodenchemischen Parametern sowie aus den Gelände- und Klimaeigenschaften zu

bestimmen. Damit kann der Boden einem geeigneten Nutzungstyp genauer zugeordnet werden.

Abb. 2: Bodenübersichtskarte der Thrakia-Region (Cangir, Boyraz, Haktanır 2005)



Zusammenfassung

Die Bodenbewertungsskala, der TE-Standard-1, bildet derzeit in der Türkei die Grundlage für jede Form von Bodennutzungsplanung. In der Praxis führt dieses System oftmals zur falschen Bewertung der landwirtschaftlichen Böden. Hierfür schafft das von der Universität Tekirdag erarbeitete Bodenbewertungssystem die Möglichkeit, für eine genaue Zuordnung der Böden zu einem Nutzungstyp nach eingehender Untersuchung ihrer Boden-, Gelände- und Klimaeigenschaften.

Literatur

Cangir, C., D. Boyraz (2002): The Complex Square Root Parametric System For Land Evaluation Method on Soils of the Thrace Region. International Conference on Sustainable Land Use and Management. 10 -13 June 2002. Çanakkale -Turkey. S: 434 - 436.

Cangir, C., D. Boyraz, K. Haktanır (2005): Toprak Kaynakları ve kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi: Tarım haftası. TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası. 3-7 Ocak 2005. Ankara. Cilt 1, S: 113 - 135.

Cangir, C., D. Boyraz (2005): Ülkemizde yanlış ve amaç dışı arazi kullanımı. Türkiye Ziraat Mühendisliği VI. Teknik Kongresi: Tarım haftası TMMOB Ziraat Mühendisleri Odası. 3-7 Ocak 2005. Ankara. Cilt 1, S: 155 - 179.

Ministerium für Landwirtschaft und Dorfangelegenheiten (2002): T.C. Tarım ve Köyişleri Bakanlığı, Tarımsal Üretim ve Geliştirme Genel Müdürlüğü, Tarım Arazilerini Değerlendirme Daire Başkanlığı, Tarım Arazileri Standartları Değerlendirme Kriterleri ve Tanımlar, Ankara

Land unter: Flächeninanspruchnahme und Boden- versiegelung in Niedersachsen

- Präsentation einer Wanderausstellung -

Marion Gunreben¹

1 Belastung der Böden durch Versiegelung

Die Bodennutzung hat sich in den letzten Jahrzehnten immer stärker verändert. Der steigende Lebensstandard führte zu einer stetigen Ausweitung von Siedlungs- und Verkehrsflächen. Eine Zunahme der individuellen Ansprüche wie Zweitwohnungen, eine Vielzahl von „Ein-Personen-Haushalten“ mit einem höheren Wohnflächenverbrauch pro Bewohner sowie ein hoher Qualitätsanspruch an die Infrastruktur haben einen steigenden Flächenverbrauch zur Folge (DAHLMANN ET AL., 2001).

Im Jahre 2005 sind in Niedersachsen täglich mehr als 14 Hektar für Bauflächen, Parkplätze, Straßen und ähnliches neu verbaut worden. Das sind knapp 2 Quadratmeter in jeder Sekunde!

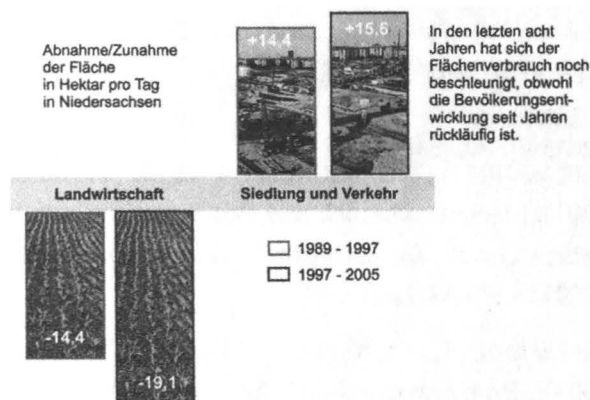


Abbildung 1: Veränderungen der Bodennutzung in Niedersachsen

Die neuen Überbauungen gehen dabei zum größten Teil auf Kosten landwirtschaftlich genutzter Böden, deren Anteil stark zurückgeht (vgl. Abbildung 1). Anstatt innerstädtische Brach- und Freiflächen stärker (wieder) zu nutzen und ehemalige Gewerbe- und Industriestandorte zu reaktivieren, finden Neuausweisungen zumeist auf der „grünen Wiese“ statt.

Die Flächeninanspruchnahme insbesondere für Siedlung und Verkehr hat zur Folge, dass die Böden immer mehr versiegelt werden. Durch diese künstliche Abdichtung können Pflanzen nicht mehr wachsen, das Bodenleben stirbt ab und die Bodenfruchtbarkeit geht verloren. Darüber hinaus werden dem Boden Wasser und Luft fern gehalten. Wasser kann nicht mehr versickern, der Grundwasserspiegel sinkt und bei Hochwasser kann die Überschwemmungsgefahr durch einen beschleunigten Abfluss steigen, da das Wasser nicht mehr in den Untergrund eindringen kann.

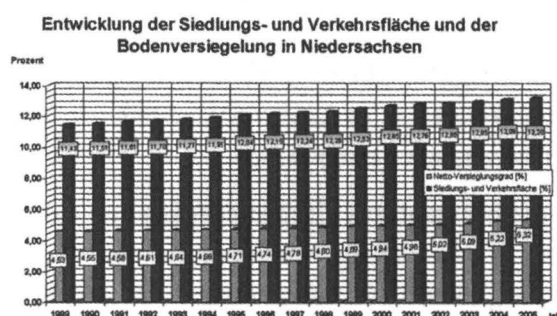


Abbildung 2: Entwicklung der Flächeninanspruchnahme und der Bodenversiegelung in Niedersachsen.

In Niedersachsen sind ca. 40% der Siedlungs- und Verkehrsflächen versiegelt (vgl. THARSEN & GUNREBEN, 2001). Die Tendenz der Zunahme an versiegelten Flächen ist weiter steigend (vgl. Abbildung 2).

2 Vermeidung und Kompensation von Bodenversiegelung

Nicht immer benötigen alle Böden eine voll versiegelte, wasserundurchlässige Deckschicht. Zu überlegen ist, ob gering frequentierte Parkplätze, Grundstückszufahrten, oder auch Fuß- und Radwege in Grünanlagen auch wasserdurchlässige Oberflächen erhalten können, die nicht in Asphalt eingefasst sind.

Das so genannte Entsiegelungspotenzial, also die Möglichkeit, den Boden wieder freizulegen, ohne die Nutzung aufzugeben, liegt nach bundesweiten Schätzungen bei öffentlichen Flächen, z. B. Schulhöfen und Parkplätzen, bei rund 20 %, bei privaten Siedlungs- und Verkehrsflächen immerhin noch bei 10-15 % (vgl. auch GUNREBEN & SCHNEIDER, 2001).

Wenn eine befestigte Oberfläche erforderlich ist, sollte immer die für Luft und Wasser durchlässigste Möglichkeit gewählt werden. So können negative

¹ Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), Referat „Bodennutzung, Bodenschutz“, Stilleweg 2, 30655 Hannover, e-Mail: marion.gunreben@lbeg.niedersachsen.de

Folgen der Flächeninanspruchnahme gemildert werden.

Insbesondere bei den Flächen, die sich in öffentlichem Grundbesitz befinden, kann geprüft werden, inwieweit ein Rückbau oder ein Belagwechsel ohne Einschränkung der Funktion der Fläche möglich ist (z.B. Schulhöfe, Parkplätze und sonstige öffentliche Außenflächen)(vgl. STULLE & WULFERT, 2001).

Auch im privaten Wohnungsbau gibt es vielfältige Möglichkeiten, die Bodenversiegelung zu beschränken. Wege sollten nur so breit wie unbedingt nötig angelegt werden, um die versiegelte Fläche so gering wie möglich zu halten. Platten- und Pflasterbeläge sollten möglichst viele und möglichst breite Fugen aufweisen, um eine Versickerung von Niederschlagswasser zu ermöglichen.

Durch konsequentes Flächenrecycling und die Nach- bzw. Wiedernutzung von Industrie- und Gewerbeflächen können Neuausweisungen auf der "grünen Wiese" oftmals vermindert werden.

Vor dem Hintergrund des demographischen Wandels sollten für die Siedlungsentwicklung der Zukunft die Städte und Dörfer in den jetzigen Siedlungsgrenzen entwickelt, modernisiert und lebenswerter gestaltet werden. Dies bedeutet z.B.:

- Altbausanierung vor Neubau,
- Wiedernutzung von Industrie- und Gewerbeflächen,
- mehr Geschosswohnungsbau und nicht nur Bau von Einfamilienhäusern.

Nur so kann das ehrgeizige Ziel erreicht werden, die Zunahme der Siedlungs- und Verkehrsfläche von derzeit bundesweit mehr als 100 ha/Tag auf 30 ha/Tag im Jahre 2020 zu verringern, wie es von politischer Seite gefordert wird. Für Niedersachsen würden dann täglich immer noch 3,6 ha neu an Siedlungs- und Verkehrsflächen hinzukommen.

3 Öffentlichkeitsarbeit zum Thema Bodenversiegelung in Niedersachsen

Das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) führt als niedersächsische Fachbehörde für den Bodenschutz ein Flächenverbrauchs- und Versiegelungskataster. Dort kann für jede Gemeinde in Niedersachsen der aktuelle Flächenverbrauch und der gemeindespezifische Versiegelungsgrad erfragt

werden. Die Daten sind auch im Internet auf dem Kartenserver des LBEG eingestellt: www.lbeg.niedersachsen.de.

Das LBEG vertreibt die Wanderausstellung "Land unter – Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung in Niedersachsen", die unentgeltlich entliehen werden kann (vgl. Abbildung 3). Zielgruppen für die öffentlichkeitswirksame Ausstellung sind in erster Linie Landkreise, Städte und Gemeinden, aber auch Fachbehörden sowie Naturschutz- und Umweltorganisationen. Nähere Informationen im Internet und unter: bodenschutz@lbeg.niedersachsen.de

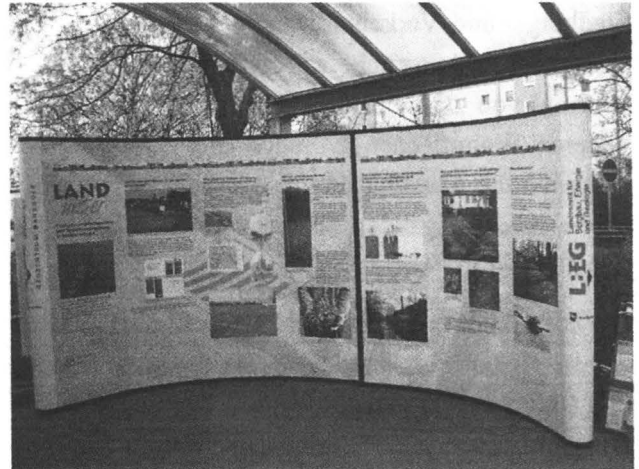


Abbildung 3: Die Ausstellung „Land unter – Flächeninanspruchnahme und Bodenversiegelung in Niedersachsen“

4 Literatur

DAHLMANN, I., M. GUNREBEN & J. THARSEN (2001): Flächenverbrauch und Bodenversiegelung in Niedersachsen. In: Zeitschrift Bodenschutz, Heft 3/2001, S. 79-84. Berlin

DAHLMANN, I., GUNREBEN, M. & J. THARSEN (2003): Bodenversiegelung. In: Nachhaltiges Niedersachsen, Heft 23, S.30-41. Hildesheim

GUNREBEN, M & J. BOESS (2003): Schutzwürdige u. schutzbedürftige Böden in Niedersachsen. In: Nachhaltiges Niedersachsen, Heft 25. Hildesheim

GUNREBEN, M. & J. SCHNEIDER (2001): Entsiegelung von Böden: Wann und Wie? In: Arbeitshefte Boden, Heft 2001/3, S. 55-93. Hannover

STULLE, K. & K. WULFERT (2001): Entwicklung eines kommunalen Entsiegelungskonzeptes. In: Nachhaltiges Niedersachsen. Heft 16. Hildesheim

THARSEN, J. & M. GUNREBEN (2001): Bodenversiegelung in Niedersachsen. In: Arbeitshefte Boden, Heft 2001/3, S. 39 – 53. Hannover

**MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT**

REFERATE UND POSTER

**Der gemeinsamen Sitzung der Kommissionen III und VIII
„Leistungen und Gefährdungen von Bodenorganismen in genutzten Böden“
27. bis 29. September 2006, Braunschweig**

Band 108

2006

Zusammenhang zwischen Regenwurmaktivität und ausgewählten Bodenparametern im Feldversuch mit unterschiedlicher Bodenbearbeitung

Doreen Klofat¹, Stefan Schrader¹ und Joachim Brunotte²

1. Einleitung und Zielstellung

Die positiven Auswirkungen der reduzierten Bodenbearbeitung auf Abundanz und Biomasse der Regenwürmer gegenüber der konventionellen Bodenbearbeitung sind gut beschrieben (Übersicht z.B. in TOMLIN & FOX 2003). Jedoch gibt es nur wenige Erkenntnisse hinsichtlich der direkten Beziehung zwischen Regenwürmern, Bodenparametern und der durchgeführten Bodenbearbeitung auf ackerbaulich genutzten Böden. Daher wurden abiotische Faktoren bezogen auf die Regenwurmaktivität gemessen, um die Rolle der Regenwürmer als wichtige Dienstleister für das System Boden zu vertiefen.

2. Feldbedingungen und Meßmethoden

Auf dem FAL-Gelände wurden Ackerflächen (Bänderparabraunerde; 7% T, 31% U, 62% S) beprobt, die seit etwa 10 Jahren unterschiedlich intensiver Bodenbearbeitung unterliegen: konventionelle Bodenbearbeitung mit Pflug; konservierende Bodenbearbeitung (= Mulchsaat mit Lockerung) ohne Pflug und Direktsaat. Auf allen Flächen wurde während des Untersuchungsjahres 2004 Mais angebaut. Für die Entnahme der Regenwurmproben und der Proben für die Bodenfeuchte wurden die Termine so gewählt, dass sie vor und nach der Ernte des Mais und nach der Bodenbearbeitung lagen. Die Austreibung der Regenwürmer erfolgte in Kombination der Oktettmethode mit Strom nach THIELEMANN (1986) und per Handauslese. Die Bodenparameter zur Kennzeichnung der

- Luftleitfähigkeit
- Wasserspannung
- Lagerungsdichte
- Porenvolumen
- Porengrößenverteilung
- Wasserstabilität der Bodenaggregate (nach KEMPER & ROSENAU 1986)
- Anteil des organischen Kohlenstoffs

wurden einmal zwischen Ernte und Bodenbearbeitung zur Folgefrucht Weizen erhoben.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Abundanz und Biomasse der Regenwürmer waren auf der Direktsaatfläche am höchsten, gefolgt von der konservierend bearbeiteten Fläche (Abb.1). Dies ist auf ein verbessertes Nahrungsangebot und die Reduzierung bzw. den Wegfall der Bodenbearbeitung zurückzuführen. In allen Bearbeitungsvarianten wurden *A. caliginosa* und *L. terrestris* gefunden. Die tiefgrabende (anektische) Art *L. terrestris* wurde dabei hauptsächlich in den Böden mit reduzierter Bodenbearbeitung festgestellt; auf der konventionell bearbeiteten Fläche wurden nur an einem Termin 0,8 Individuen/m² gefunden. Unter Direktsaat wurde zusätzlich *A. rosea* bestimmt.

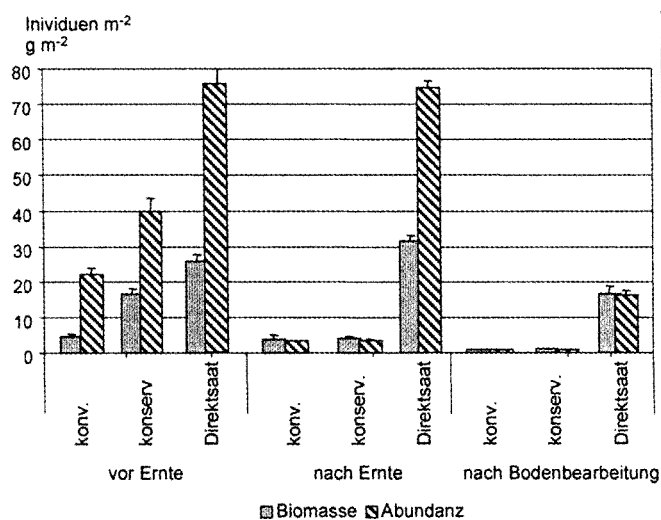


Abb. 1 Regenwurm Biomasse und Abundanz an drei Probenahmeterminen bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung.

Tab. 1 Lagerungsdichte [g cm⁻³] und Porenvolumen [%] des Bodens und der Regenwurm-Lösung aus 2-5 cm und 25-30 cm Bodentiefe bei verschiedener Bodenbearbeitung.

Bodenbearbeitungs-system	Tiefe [cm]	Lagerungsdichte [g cm ⁻³]	Porenvolumen [%]
konventionell	2-5	1,41 ± 0,03	46,9 ± 1,2
	25-30	1,56 ± 0,04	41,3 ± 1,4
konservierend	2-5	1,05 ± 0,07	60,5 ± 2,6
	25-30	1,55 ± 0,04	41,6 ± 1,4
Direktsaat	2-5	1,48 ± 0,08	44,0 ± 3,1
	25-30	1,64 ± 0,06	38,0 ± 2,1

¹Institut für Agrarökologie, e-mail: doreen.klofat@fal.de,

²Institut für Betriebstechnik und Bauforschung, FAL, Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig

Im Hinblick auf die meisten gemessenen Bodeneigenschaften wirkt sich die konservierende Bodenbearbeitung am günstigsten aus. Der Anteil der wasserstabilen Aggregate und des organischen Kohlenstoffs sind hier am höchsten (Abb. 2). Beide Parameter korrelieren signifikant miteinander im Boden ($p = 0,009$; $r^2 = 0,518^{**}$) und in der Losung ($p = 0,003$; $r^2 = 0,780^{**}$).

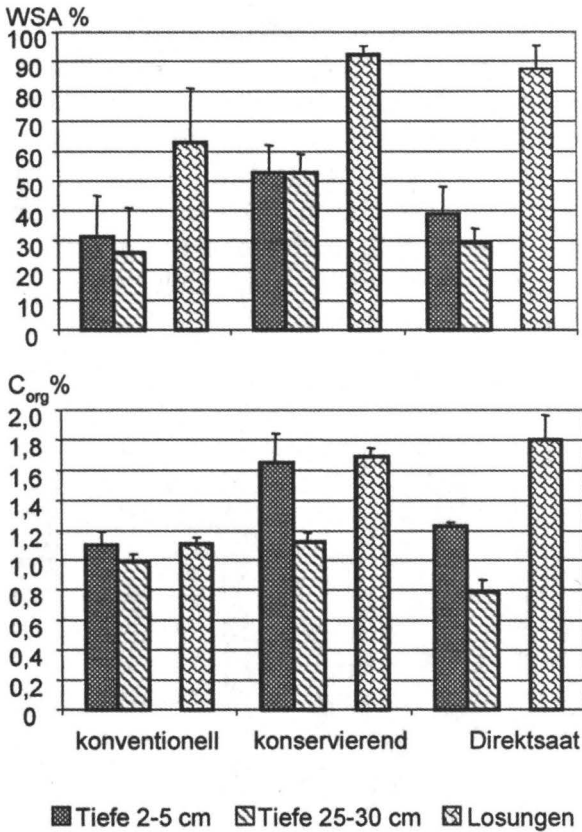


Abb. 2 Anteil wasserstabiler Aggregate (WSA) und organischen Kohlenstoffs (C_{org}) des Bodens aus 2-5 cm und 25-30 cm Bodentiefe und der Losung bei unterschiedlicher Bodenbearbeitung

Ebenso ist die Luftleitfähigkeit auf der konservierend bearbeiteten Fläche höher, während die Lagerungsdichte am niedrigsten ausfällt (Tab. 1). Der Grobporenanteil in 2-5 cm Bodentiefe ist hier am höchsten (Abb. 3). Zwar nimmt der Anteil der Feinporen der konservierend bearbeiteten Fläche ebenso wie auf der konventionell bearbeiteten Fläche nach unten zu, jedoch hat die konservierend bearbeitete Variante eine höhere Aggregatstabilität (Abb. 2). Dies führt zu einer verbesserten Widerstandskraft des Gesamtbodens gegenüber mechanischer Belastung (DEXTER 1988, SCHJÖNNING & RASMUSSEN 1989).

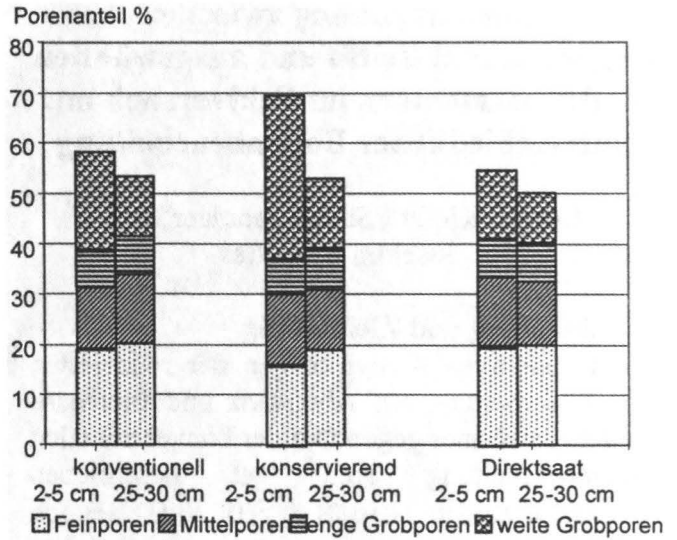


Abb. 3 Porengrößenverteilung aus 2-5 cm und 25-30 cm Bodentiefe der verschiedenen Bodenbearbeitungssysteme

4. Schlussfolgerung

Die Ergebnisse zeigen, dass konservierende Bodenbearbeitung ein geeigneter Weg ist, um den Lebensraum der Regenwürmer und gleichzeitig ihre ökologische Leistung zu fördern. Die Ergebnisse sollten im Hinblick auf Maßnahmen des vorsorgenden Bodenschutzes für landwirtschaftlich genutzte Standorte berücksichtigt werden.

5. Literatur

- Dexter, A.R. (1988). Advances in characterization of soil structure. *Soil & Tillage Research* 11, 199-238
- Kemper, W.D., Rosenau, R.C. (1986). Aggregate stability and size distribution. p. 425-442. In: Klute, A. (ed.) *Methods of soil analysis: physical and mineralogical methods. Part 1. 2nd ed.* ASA Spec. Publ. 9, ASA, SSSA, Madison WL
- Schjønning, P., Rasmussen, K.J. (1989). Long-Term Reduced Cultivation. I. Soil Strength and Stability; *Soil & Tillage Research* 15, 79-90
- Thielemann, U. (1986) Elektrischer Regenwurmfang mit der Oktett-Methode. *Pedobiologia* 29, 296-302
- Tomlin, A.D., Fox, C.A. (2003). Earthworms and agricultural systems. *Can. J. Soil Sci.* 83, 265-278

Danksagung. Wir danken Sabine El-Sayed, Berthold Ortmeier und Marco Lorenz für ihre technische Unterstützung und ihren Einsatz bei den Feld- und Laborarbeiten.

Earthworm communities in systems of reduced tillage in an organic rotation

Maren Metzke¹, Martin Potthoff^{1*},
Michael Quintern², Jürgen Heß²
and Rainer Georg Joergensen¹

Background

Chisel plough or no-till practices are clearly attributed to sustainable farming for the support of soil organisms and soil biological functioning. For good reasons, namely the exclusion of agrochemicals and mineral fertilizers, also the organic growers claim a sustainable land use. In organic farming it is important to develop soil tillage practices that benefit from the support of soil organisms, especially from ecosystem engineers like earthworms.

In this study earthworm communities were investigated in a long-term organic field experiment on tillage. Shallow inversive ploughing and a ridge culture tillage were compared to regular ploughing. Sampling took place in October 2005.

Material and Methods

Location and treatment set-up

Frankenhausen (experimental farm of the University of Kassel) Soil is a Loess-Luvisol (2.1% C, C/N=8.7, 2% sand, 81% silt, 17% clay).

Treatments:

“ridge” = ridge culture (Turiel-Major)

“ecomat” = shallow (7 to 10 cm) inversive ploughing (Kverneland)

“regular ploughing” = ploughing down to 30 cm

Rotation:

1 grass-clover*; 2 grass-clover; 3 winter-wheat*;
4 potatoes; 5 field beans*; 6 winter barley
(* = present in 2005)

Analysis

The formalin-method was applied to extract earthworms in an area of 0.25 m².

4 extractions were done for each field plot resulting in 16 replicates for each treatment x crop combination.

Results and Discussion

Six species (*L. terrestris*, *A. longa*, *A. caliginosa*, *A. rosea*, *O. lacteum*, and *O. cyaneum*) were detected. The earthworm abundance was low covering a range from zero to 84 individuals m⁻².

The “ecomat” technique didn’t make a difference to conventional ploughing in earthworm populations while the ridge culture system was significantly reduced in earthworm numbers

¹ Department of Soil Biology and Plant Nutrition, University of Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Germany

² Department of Organic Farming and Cropping, University of Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen, Germany

* corresponding author: potthoff@uni-kassel.de

(Fig. 1a) and biomass (data not shown) compared to regular ploughing. This was true for both endogeic and anecic species Fig. 1b and 1c).

In all tillage treatments the records from field bean plots were very low (Fig. 1). This was might due to the previous potato growing with its high mechanical disturbance of soil in harvest. Within the ridge culture system the growing of grass-clover was effective to bring earthworm numbers back to higher levels (Fig.1). From the total 691 earthworms recorded in this study only 19% derived from ridge culture comparing tillage treatments and only 12% derived from field bean plots comparing crops.

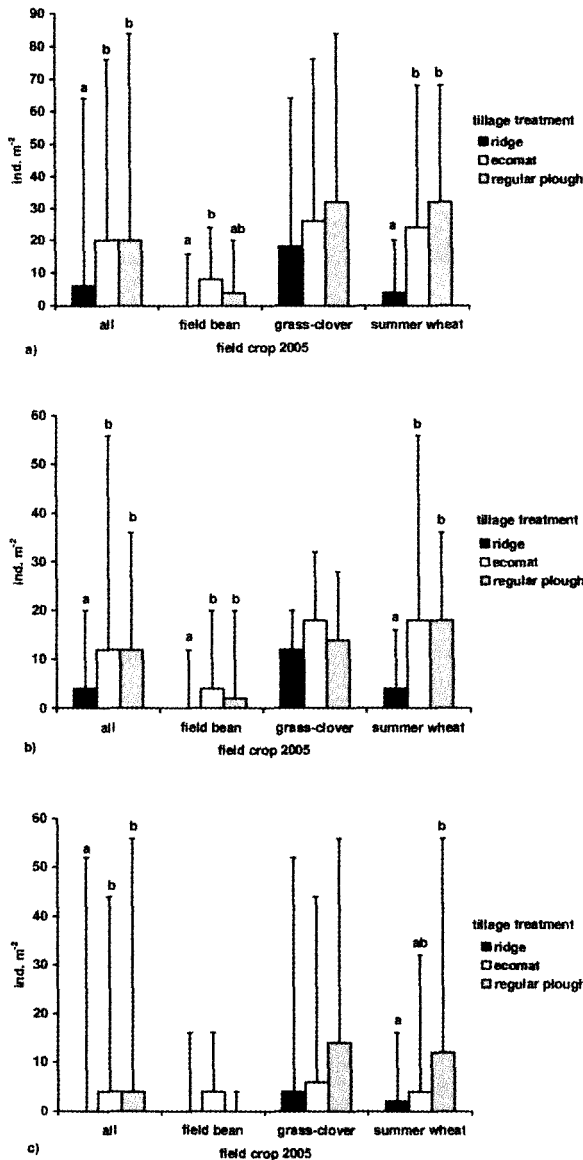


Fig. 1: Abundance of earthworms in different tillage systems of an organic rotation. a) all lifeforms, b) anecic species and c) endogeic species. Medians and maximal values are listed for all crops (n=48) and for the different field crops separately (n=16); statistical grouping by Kolmogorov-Smirnoff two sample test.

Conclusion

We conclude that both “ecomat” and “ridge culture” are not supporting earthworms and are far away from effects we know from no-till or chisel-plough practices. The reductions in tillage depth alone are not effective for improving the habitat quality for earthworms in soil.

Abbau von Kompost in Böden des pakistanischen Punjab entlang eines Gradienten in Salinität

Sher Muhammad ^{a)*}, Torsten Müller ^{b)},
Rainer Georg Jörgensen ^{a)}

Einleitung

Im ariden und semi-ariden Pakistan beeinträchtigt Versalzung das Pflanzenwachstum auf ungefähr 30% der Ackerfläche (QUERESHI & BARRET-LENARD 1998). Die negativen Auswirkungen werden in den Böden durch deren niedrigen Gehalte an organischer Substanz verstärkt (MUHAMMAD 2005). Leider wird in Pakistan selten versucht, diesen Mangel durch die Zufuhr von organischen Zuschlagstoffen wie Kompost zu beheben. Versalzung hat auch negative Auswirkungen auf die mikrobielle Biomasse (RIETZ & HAYNES 2003), insbesondere Pilze (SARDINHA et al. 2003). Dadurch könnte der Abbau von organischen Zuschlagstoffen gehemmt sein (PATHAK & RAO 1998). Das ist aber nicht immer beobachtet worden (NELSON et al. 1996). Aus diesem Grund wurde Kompost zu fünf pakistanischen Böden gegeben, die einen Gradienten in Salinität bilden, um folgende zwei Hypothesen zu testen: Eine Zunahme der Salinität bei hohem pH-Wert vermindert proportional (1) die Zersetzung des zugegebenen Kompostes und (2) die daraus resultierende Netto-Zunahme an mikrobieller Biomasse.

Material und Methoden

Ein Laborexperiment wurde mit 2 Varianten durchgeführt: (1) Kontrolle und (2) +1% biogenem Hausmüll-Kompost. Es wurde verkaufsfähiges Material des Kompostwerkes Witzenhausen genommen (GATTINGER et al. 2004). Der Kompost enthielt 16.6% C_T, 16 mg N_T, 6 mg P_T, 3.9 mg S_T, 15.7 mg K, 8.8 mg Mg and 46.1 mg Ca g⁻¹ Trockensubstanz. 600 g Boden plus den verschiedenen Zuschlagstoffen wurden bei 50% Wasserhaltekapazität in 3 l Gefäßen für 56 Tage bei 30°C inkubiert. Folgende Messgrößen wurden erhoben: CO₂-Produktion, C_{MIK}, N_{MIK} und P_{MIK} nach 0, 7, 14, 28 und 56 Tagen mit der CFE-Methode (JÖRGENSEN 1995), Ergosterol nach 0 und 56 Tagen (DJAJAKIRANA et al. 1996) sowie partikuläre organische Substanz (POM) > 63 nach 56 Tagen (MAGID & KJAERGAARD 2001). Die Böden wurden im pakistanischen Punjab (0-15 cm) von nicht-bewässerten Ackerflächen entnommen (MUHAMMAD 2005). Die 5 Böden hatten im Mittel 31% Sand, 55% Schluff und 14% Ton. Die wichtigsten weiteren bodenchemischen Eigenschaften sind in Tabelle 1 dargestellt.

a) Fachgebiet Bodenbiologie und Pflanzenernährung, Universität Kassel, Nordbahnhofstr. 1a, 37213 Witzenhausen

b) Institut für Pflanzenernährung, Universität Hohenheim, Fruwirthstr. 20, 70593 Stuttgart

* Jetzige Adresse: Land Resources Research Institute, National Agricultural Research Centre (NARC), Islamabad, Pakistan

Ergebnisse

In den Kontrollböden hat die Versalzung negative Auswirkungen auf C_{MIK} und N_{MIK}, aber nicht auf P_{MIK} und Ergosterol (Tabelle 2). Während der Inkubation nahmen die Gehalte an Ergosterol (-39%), C_{MIK} (-27%) und N_{MIK} ab (-11%), der P_{MIK} Gehalt nahm aber zu (+38%). Die C/N_{MIK} und C/P_{MIK}-Quotienten nahmen konsistent von Boden 1 zu Boden 5 um ungefähr 50% ab. Dagegen war der Ergosterol/C_{MIK}-Quotient in den Böden 1 bis 4 mit pH > 4.9 annähernd konstant, lag aber im Boden 5 mit dem niedrigsten pH-Wert fast doppelt so hoch. Alle drei Quotienten wurden im Verlauf der Inkubation kleiner.

Tabelle 1. Chemische Kennzeichen der 5 Ackerböden des pakistanischen Punjab; EC = elektrische Leitfähigkeit im Sättigungsextrakt.

	pH-H ₂ O	EC (mS cm ⁻¹)	Salt (mg g ⁻¹ Boden)	C _{ORG}	N _T
Boden 1	9.0	5.7	2.1	6.8	0.71
Boden 2	9.1	5.7	2.8	6.6	0.57
Boden 3	9.2	8.6	3.1	4.6	0.43
Boden 4	9.3	13.1	4.0	3.7	0.33
Boden 5	8.2	16.0	6.0	5.4	0.55

Die Kompostzugabe führte fast immer zu einer Zunahme der untersuchten mikrobiellen Indizes mit der Ausnahme der Ergosterolgehalte, die im Durchschnitt abnahmen (Tabelle 2). Besonders ausgeprägt war die Zunahme an P_{MIK} (270%). Die absolute Zunahme an C_{MIK} im Vergleich zu den Kontrollböden variierte zwischen 16 und 51 µg g⁻¹ Boden in den Böden 3 und 4, d.h. ohne jeden Einfluss der Salinität. Während der Inkubation nahmen die Gehalte an C_{MIK} (-28%), Ergosterol (-19%), und N_{MIK} ab (-7%), der P_{MIK} Gehalt nahm aber wieder zu (+7%). Die Veränderungen waren aber weniger ausgeprägt als in den Kontrollböden ohne Kompost. Die Zugabe von Kompost führte zu einer leichten Abnahme des C/N_{MIK}-Quotienten und des Ergosterol/C_{MIK}, aber zu einer ausgeprägten Abnahme des C/P_{MIK}-Quotienten im Vergleich zu den Kontrollböden. Die Unterschiede zwischen den Böden blieben bestehen und auch die Veränderungen im Verlauf der Inkubation waren ähnlich.

Die Zufuhr an Kompost erhöhte die Menge an CO₂ und CPOM > 63 µm in allen 5 Böden ohne einen klaren Einfluss der Salinität (Tabelle 2). In den 56 Tagen der Inkubation wurden im Durchschnitt der 5 Böden 8,6% der zugegebenen C-Menge zu CO₂ veratmet und 93% als C_{POM} wiedergefunden. Die Bilanz zwischen veratmeten und nicht abgebautem Kompost ging im Durchschnitt ungefähr auf. Die als C_{POM} wiedergefundene C-Menge streute allerdings zwischen 54% (Boden 3) und 117% (Boden 5). Die Netto-Zunahme an C_{MIK} betrug 2.2% der mit dem Kompost zugegebenen C-Menge.

Schlussfolgerungen

- Die zunehmende Versalzung der Böden hat keinen Einfluss auf den Abbau von Kompost und die kompostbedingte Zunahme an mikrobieller Biomasse.

Tabelle 2. Mittelwerte für C_{MIK} , N_{MIK} , P_{MIK} und Ergosterol sowie die Quotienten C/N_{MIK} , C/P_{MIK} , Ergosterol/ C_{MIK} , C in partikulärer organischer Substanz $> 63 \mu\text{m}$ (C_{POM}) für den Boden als Haupteffekt am Ende der Inkubation (56 Tage bei 30 °C im Dunkeln) mit den Probenahmetagen (gezeigt nur Tag 0 und Tag 56) als wiederholte Messungen

	C_{MIK}	N_{MIK} ($\mu\text{g g}^{-1}$ Boden)	P_{MIK}	Ergosterol	C/N_{MIK}	C/P_{MIK}	Ergosterol/ C_{MIK} (%)	C_{POM} ($\mu\text{g g}^{-1}$ Boden)	$\text{CO}_2\text{-C}$
Kontrollböden									
Boden 1	188 a	17 b	6.8 a	0.23 ab	11.6 a	28.3 a	0.11 b	713	303 ab
Boden 2	205 a	21 a	8.4 a	0.35 a	10.1 a	26.6 a	0.17 ab	987	323 a
Boden 3	130 b	13 c	7.6 a	0.15 b	10.3 a	18.9 b	0.11 b	565	279 abc
Boden 4	94 c	15 bc	7.6 a	0.18 ab	6.7 b	14.1 bc	0.17 ab	372	246 bc
Boden 5	77 c	13 c	6.9 a	0.20 ab	5.8 b	12.1 c	0.29 a	475	222 c
Probenahmetag									
Tag 0	169	19	6.6	0.28	8.7	25.2	0.19		
Tag 56	123	17	9.1	0.17	7.7	14.3	0.15		
Varianzanalyse für wiederholte Messungen									
Boden	<0.001	<0.001	0.002	0.042	<0.001	<0.001	0.019		
Probenahme	<0.001	<0.001	<0.001	0.007	0.030	<0.001	0.241		
B x P	<0.001	0.074	0.832	0.624	0.222	0.031	0.622		
Böden mit Kompost									
Boden 1	231 a	27 a	24.3 a	0.31 a	9.2 a	10.6 a	0.14 a	2345 a	461 a
Boden 2	252 a	28 a	22.3 a	0.32 a	9.4 a	12.8 a	0.12 a	2573 a	497 a
Boden 3	146 b	20 bc	24.3 a	0.21 b	7.7 ab	6.7 b	0.13 a	1457 b	393 a
Boden 4	145 b	24 ab	22.8 a	0.15 b	6.9 bc	7.1 b	0.10 a	2054 ab	406 a
Boden 5	104 c	19 c	23.0 a	0.20 b	5.7 c	4.9 b	0.22 b	2419 a	332 a
Probenahmetag									
Tag 0	216	27	17.5	0.26	8.3	12.7	0.14		
Tag 56	156	25	18.8	0.21	6.3	6.4	0.14		
Varianzanalyse für wiederholte Messungen									
Boden	<0.001	0.001	0.862	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001		
Probenahme	<0.001	0.001	<0.001	0.001	<0.001	<0.001	0.928		
B x P	<0.001	<0.001	0.998	0.001	0.001	0.012	0.006		

Unterschiedliche Buchstaben in einer Säule zeigen signifikante Unterschiede ($P < 0.05$; Tukey/Kramer HSD-Test) für den Haupteffekt Boden; Freiheitsgrade: Boden (4), Probenahmetag (4, Ergosterol 1)

- Die abnehmenden CO_2 -Produktionsraten und die abnehmenden C_{MIK} - und N_{MIK} -Gehalte mit zunehmender Versalzung in den Kontrollböden werden vermutlich durch die geringere Zufuhr an Wurzelmaterial aufgrund eines schlechteren Pflanzenwachstums verursacht.
- Die Kompostzugabe führt zu deutlich erhöhten P_{MIK} -Gehalten und müsste damit zu wesentlich verbesserten P-Versorgung der Pflanzen führen.
- Die Messung von C_{POM} ist eine geeignete Methode den Abbau von organischen Zuschlagstoffen zu verfolgen. Die Methode ist damit eine wichtige Alternative für „litterbag“ Versuche.

Danksagung

Wir danken Gabriele Dormann für ihre hervorragende technische Assistenz. Sher Muhammad dankt „InWent“ und dem „DAAD“ für finanzielle Unterstützung.

Literatur

DJAJAKIRANA G, JOERGENSEN RG, MEYER B (1996) Ergosterol and microbial biomass relationship in soil. *Biol Fertil Soils* 22:299-304

- GATTINGER A, BAUSENWEIN U, BRUNS, C (2004) Microbial biomass and activity in composts of different composition and age. *J Plant Nutr Soil Sci* 167:556-561
- JÖRGENSEN RG (1995) Die quantitative Bestimmung der mikrobiellen Biomasse in Böden mit der Chloroform-Fumigations-Extraktions-Methode. *Gött Bodenkundl Ber* 104:1-229
- MUHAMMAD S. (2005) Microbial Phosphorus dynamic by the decomposition of organic substrates, especially in saline and alkaline soils of Pakistani Punjab. PhD-thesis: <http://opus.uni-kassel/opus/volltexte/2005/218>, University of Kassel
- NELSON PN, LADD JN, OADES JM (1996) Decomposition of ^{14}C labelled plant material in salt-affected soil. *Soil Biol Biochem* 28:433-441
- QURESHI RH, BARRET-LENARD EG (1998) Saline Agriculture for Irrigated Land in Pakistan: A Handbook. ACIAR Monograph No. 50, Canberra
- PATHAK H, RAO DLN (1998) Carbon and nitrogen mineralisation from added organic matter in saline and alkali soils. *Soil Biol Biochem* 30:695-702
- RIETZ DN, HAYNES RJ (2003) Effects of irrigation-induced salinity and sodicity on soil microbial activity. *Soil Biol Biochem* 35:845-854
- SARDINHA M, MÜLLER T, SCHMEISKY H, JOERGENSEN RG (2003) Microbial performance in a temperate floodplain soil along a salinity gradient. *Appl Soil Ecol* 23:237-244

Einfluss der atmosphärischen CO₂-Anreicherung auf die Collembolengemeinschaft eines Agrarökosystems

Christine Sticht, Stefan Schrader
Anette Giesemann, Hans-Joachim Weigel

1. Einleitung

Im Rahmen eines langfristig angelegten CO₂-Anreicherungs-Projektes (FACE) in der FAL in Braunschweig wurde der Anstieg der atmosphärischen CO₂-Konzentration simuliert. Innerhalb dieses Freilandexperimentes wurde mittels Begasung stabil isotopisch markiertes CO₂ in einige Parzellen eines Agrarökosystems eingebracht. Die Folgen des zusätzlichen Kohlenstoff-(C)-Eintrages auf verschiedene Kompartimente des Ökosystems konnten so untersucht und abgeschätzt werden. Die stabile C-Isotopensignatur ($\delta^{13}\text{C}$) diente dabei dem Nachweis für den Verbleib des zusätzlich eingebrachten Kohlenstoffs.

Innerhalb dieses Freilandversuches wurde während zwei Vegetationsperioden unter zwei Kulturpflanzen (2004: Zuckerrübe; 2005: Winterweizen) die Abundanz sowie die Diversität der Collembolengemeinschaft erfasst. Der CO₂-Effekt auf diese Destruenten, die wichtige Bindeglieder innerhalb des Boden-nahrungsnetzes und somit des C-Umsatzes im Boden darstellen, wurde unter Berücksichtigung des zeitlichen Aspektes sowie der unterschiedlichen Kulturpflanzen untersucht. Darüber hinaus wurden die stabilen C-Isotopensignaturen der vorgefundenen Collembolenarten getrennt voneinander analysiert.

2. Material und Methoden

Standortbeschreibung FACE:

- 20 ha große Ackerfläche an der FAL
- ortsüblicher Fruchtwechsel: Wintergerste, Zwischenfrucht: Weidelgras, Zuckerrübe, Winterweizen
- Boden: Cambisol, lehmiger Sand; pH: 6,5; organische Bodensubstanz: ca. 1,1 %
- Nährstoff- und Pestizidmanagement nach ortsüblicher Praxis

CO₂-Varianten:

FACE: atm. CO₂: 550 ppm, $\delta^{13}\text{C} = -21\text{‰}$

Kontrolle: atm. CO₂: 370 ppm, $\delta^{13}\text{C} = -8,7\text{‰}$

- Begasung bei Temperaturen $\geq 5^\circ\text{C}$ und Windgeschwindigkeiten $\leq 6,5 \text{ ms}^{-1}$

Probenahmedesign:

Während beider Vegetationsperioden wurden jeweils zwei Beprobungen durchgeführt. Die erste während der Hauptwachstumsphase der Kulturpflanzen sowie eine weitere kurz vor der Ernte. Bei den Beprobungen wurden in den Kontroll- und den FACE-Flächen Stechzylinderproben (0-20 cm Bodentiefe; n=16) entnommen.

Probenaufbereitung und Analyse:

Die Collembolen wurden mit Hilfe eines MacFadyen-Extraktors aus den Bodenproben extrahiert und in Ethanol (96%) konserviert. Die Abundanzen wurden erfasst und die Tiere auf Artniveau bestimmt. Die Diversität wurde mittels Shannon Weaver Index und Evenness ermittelt. Im Anschluss daran wurden die Collembolen 12h bei 60°C getrocknet und die $\delta^{13}\text{C}$ -Werte der Arten mit Hilfe eines Elementaranalysators (Carlo Erba) gekoppelt an ein Massenspektrometer ("Finnigan Delta plus^{sc}") analysiert (s.a. Sticht et al., im Druck).

3. Ergebnisse und Diskussion

Im Rahmen der Untersuchungen konnte weder ein signifikanter Frucht- noch ein CO₂-Effekt auf die Collembolenabundanz nachgewiesen werden (Abb.1). Dieses Ergebnis steht im Widerspruch zu den im Jahr 2002 durchgeführten Untersuchungen, bei denen die Individuendichte in den FACE-Flächen signifikant höher war als in der Kontrolle (STICHT et al., 2006).

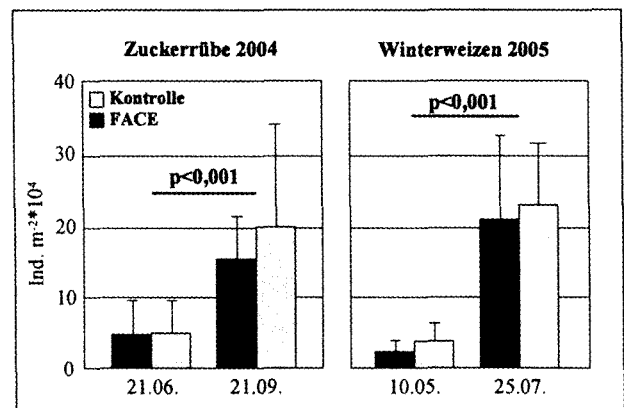


Abb.1: Collembolenabundanz [Ind.m⁻²*10⁴] an den vier Probenahmetermi- nen in den FACE- und den Kontroll- flächen.

Allerdings unterschied sich die Individuendichte deutlich in Abhängigkeit vom Entwicklungsstadium der Pflanzen. In beiden Jahren wurden kurz vor der Ernte signifikant höhere Abundanzen als während der Hauptwachstumsphase der Pflanzen vorgefunden. Dieses Ergebnis ist auf die, zu diesem Zeitpunkt vorliegende, erhöhte Biomasse und damit ein erhöhtes Nahrungsangebot zurückzuführen.

Aus den Ergebnissen für den Shannon Weaver Index und die Evenness (Abb.2) wird ersichtlich, dass der CO₂-Effekt auf die Diversität der Collembolen fruchtspezifisch, und unter Anbau von Zuckerrüben größer war als während des Anbaus von Winterweizen.

	Zuckerrübe 2004		Winterweizen 2005	
	21.06.	21.09.	10.05.	25.07.
Shannon Weaver Index (H')	0,715	> 0,517	0,863	< 0,903
Evenness (E)	0,494	> 0,341	0,623	> 0,617
	0,755	> 0,729	0,810	< 0,957
	0,540	> 0,465	0,613	< 0,625

Abb.2: Collembolendiversität (Shannon Weaver Index und Evenness) an den vier Probenahmeterminen in den FACE- und den Kontrollflächen.

Darüber hinaus unterschied sich die Diversität zwischen den Pflanzenentwicklungsstadien in Abhängigkeit von der angebauten Kulturpflanze. So war während der Zuckerrübenperiode die Diversität zur Hauptwachstumsphase der Pflanzen am höchsten, während unter Winterweizenanbau die größte Diversität kurz vor der Ernte vorlag.

Die prozentuale Verteilung der Hauptarten auf die CO₂-Varianten (Abb.3) belegt ebenfalls, dass der CO₂-Effekt auf die Collembolengemeinschaft frucht- und darüber hinaus auch artspezifisch ist. So wurden während des Anbaus von Winterweizen unabhängig von Pflanzenentwicklungsstadium und Art über 50% aller Individuen der drei Hauptarten in den Kontrollflächen vorgefunden. Im Gegensatz dazu unterschied sich die Verteilung der Hauptarten während der Zuckerrübenperiode deutlich in Abhängigkeit von Probenahmetermin und Art (Abb.3).

Die δ¹³C-Werte der Collembolenarten unterschieden sich signifikant (p=0,001). Dieses Ergebnis ist auf die Nutzung unterschiedlicher Nahrungsquellen zurückzuführen.

Die signifikante Abhängigkeit der δ¹³C-Werte der Collembolen von der CO₂-Variante und in zwei Fällen von der angebauten Frucht (Abb.4) belegt, dass die Collembolengemeinschaft über qualitative Veränderungen im Wurzelraum, in Abhängigkeit von der Kulturpflanze und den

genutzten Nahrungsquellen, artspezifisch durch den CO₂-Anstieg beeinflusst wird.

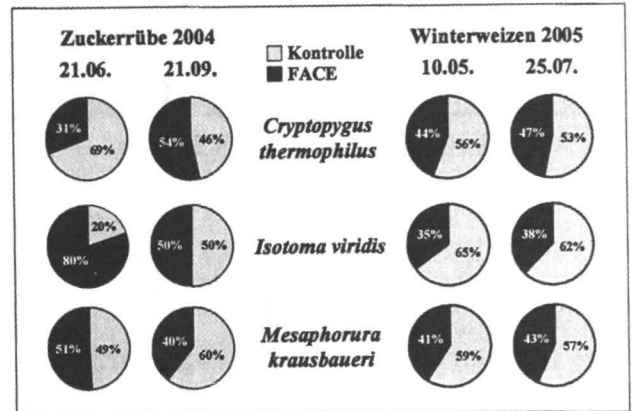


Abb.3: Prozentuale Verteilung der Hauptarten an den vier Probenahmeterminen auf die FACE- und die Kontrollflächen.

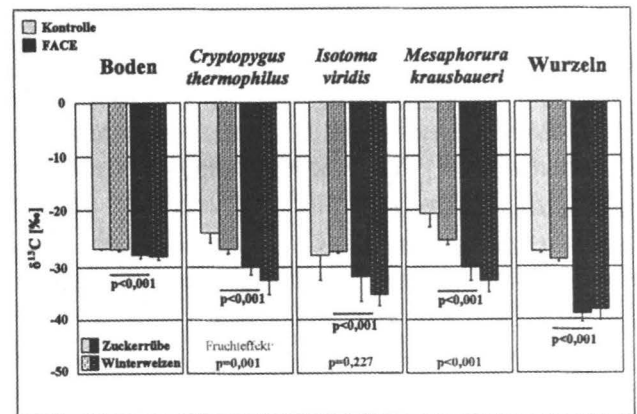


Abb.4: δ¹³C-Werte der Hauptarten, der Wurzeln und des Bodens aus den FACE- und den Kontrollflächen.

4. Schlussfolgerungen

- Der CO₂-Effekt auf die Collembolengemeinschaft ist fruchtabhängig.
- Die Bodenfauna wird durch qualitative Veränderungen in der Rhizosphäre über das Nahrungsnetz beeinflusst.
- Unterschiedliche Collembolenarten reagieren entsprechend ihrer Hauptnahrungsquellen spezifisch auf den CO₂-Anstieg.

5. Literatur

STICHT, C., SCHRADER, S., GIESEMANN, A., WEIGEL, H.-J. (2006): Effects of elevated atmospheric CO₂ and N fertilization on abundance, diversity and C-isotopic signature of collembolan communities in arable soil. *Applied Soil Ecology* 34, 219-229.

STICHT, C. SCHRADER, S., GIESEMANN, A. (2006): Influence of chemical agents commonly used for soil fauna investigations on the stable C-isotopic signature of soil animals. *European Journal of Soil Biology*, im Druck.

Danke: M. Heuer u. S. El Sayed für technische Unterstützung und dem BMELV für die Finanzierung des FACE-Projektes.

MITTEILUNGEN
DER
DEUTSCHEN BODENKUNDLICHEN
GESELLSCHAFT

NACHTRAG

75 Jahre Hallenser Lackfilmmethode zur Präparation von Bodenprofilen

Band 108

2006

75 Jahre Hallenser Lackfilmmethode zur Präparation von Bodenprofilen

R. Jahn¹

Präparate von Bodenprofilen werden seit mehr als 80 Jahren zur Dokumentation, Konservierung und Lehre verwendet. Ursprünglich wurden unbefestigte Bodenmonolithe in Profilkästen aufbewahrt, welche mit der Zeit ihre natürlichen Struktureigenschaften verloren. In den 20er Jahren wurden deshalb Monolith-Klebplatten eingeführt (Schlacht, 1926), welche aber nur geringfügige Verbesserungen brachten.

In der Geologie und Paläontologie war es damals üblich zur Konservierung von fossilen Wirbeltierleichen diese mit Paraffin zu konservieren. Bei Arbeiten im Geiseltal entwickelte daraus E. Voigt (Abb. 1, Mitarbeiter am damaligen Geologisch-Paläontologischen Institut der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg) die Lackfilmmethode.

DIE LACKFILMMETHODE

40. Jahrg. 1936. Heft 20



Bild 1. Einlackieren einer Wand des auf Lack zu übertragenden Block-profiles

Photo: H. Kolbe, Halle/S.

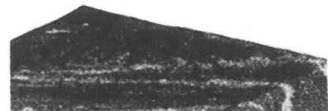


Abb. 1: E. Voigt bei der Arbeit (aus Voigt, 1936b)

Diese wurde zunächst für die Konservierung von Fossilien (Voigt, 1933), dann aber auch zur Anwendung in der vorgeschichtlichen Forschung (Voigt, 1935) und in der Sedimentpetrographie und Bodenkunde (Voigt, 1930 und 1936) eingesetzt (Abb.2).

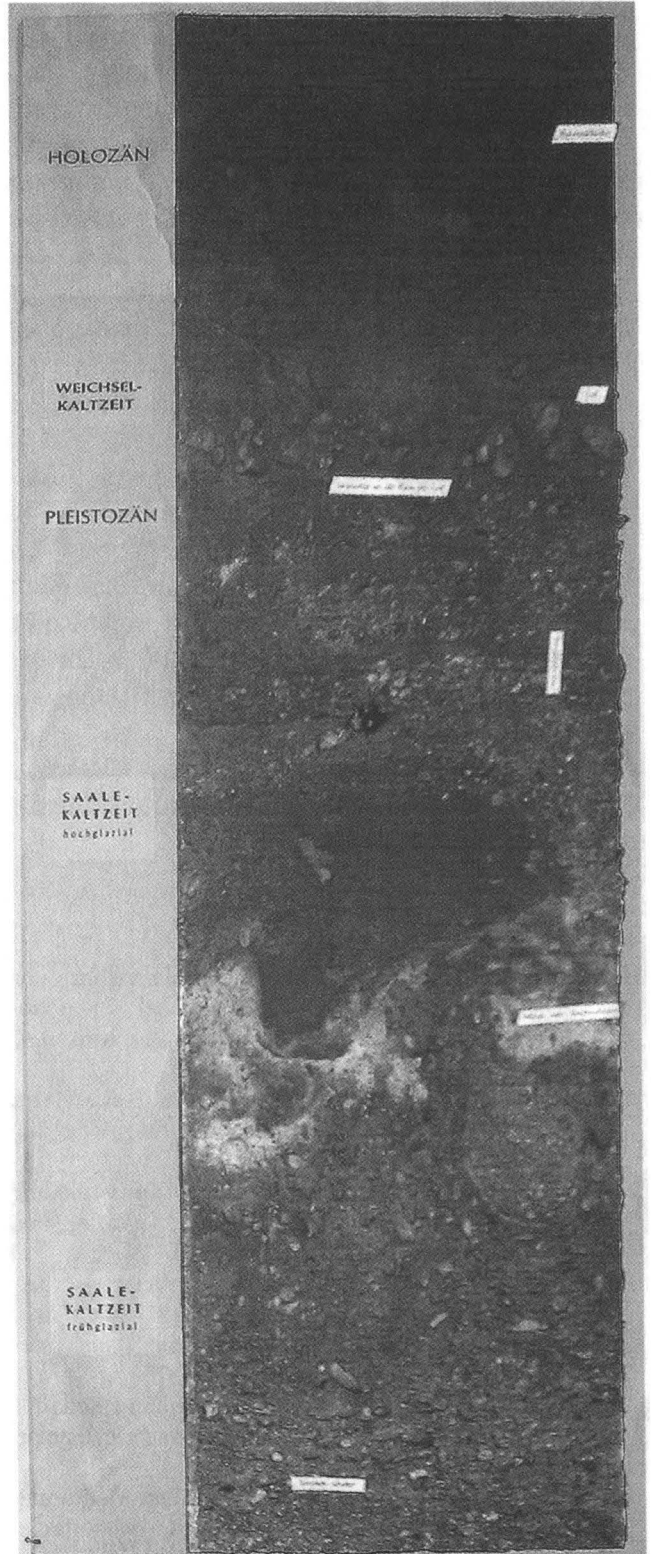


Abb. 2: Lackfilm, zunächst im Geiseltalmuseum, jetzt Geologie-Hörsaal/Halle

¹ Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Weidenplan 14, D-06108 Halle e-mail: reinhold.jahn@landw.uni-halle.de

Mit dem verwendeten „Geiseltallack“ (zunächst von der damaligen Agfa-Filmfabrik Wolfen,

dann von der Lackfabrik Springer & Moeller, Leipzig-Leutzsch) waren an den Präparaten auch Dünnschliff- und röntgenographische Untersuchungen möglich. Für Dünnschliffuntersuchungen wurde damit die Einbettung von Lockermaterialien mit Kanadabalsam (*Ahrens & Weyland, 1928*) entbehrlich.

Zur Übertragung von Bodenprofilen auf Lackfilme bemerkt *Voigt (1936a)*: „*Die Gewinnung von Bodenprofilen ist von jeher mit Schwierigkeiten verbunden gewesen. ... Bei der Übertragung bodenkundlicher Profile ist dieser Mangel vollständig behoben. Sämtliche Bodenarten und Typen lassen sich in beliebig großen Profilen auf Lack ziehen und geben Struktur, Textur und Farbunterschiede des Bodenprofils vollkommen naturgetreu wieder.*“

Zeitgleich (ab 1929) wirkte am Geologisch-Paläontologischen Institut W. Laatsch (ab 1938 als Dozent für Bodenkunde). Im Rahmen der Kartierungsarbeiten von Laatsch für das Blatt Halle-Nord stellten beide Kollegen eine Reihe von Bodenprofilen in der Größe 100 x 25 cm nach der Lackfilmmethode her (*Voigt, 1936a*).

Dank an Dr. J. Erfurt und Dr. N. Hauschke (Institut für Geologische Wissenschaften) für die gewährte Hilfe bei der Recherche.

Literatur

- Ahrens, W. & Weyland H., (1928)*: Die Herstellung von Dünnschliffen aus lockerem Material für petrographische Untersuchungen. – Zentralbl. Min. Abt. A.
- Schlacht, K. (1926)*: Eine neue Methode zum Konservieren von Bodenprofilen. Z. Pflanzenernährung, Düngung und Bodenkunde. Teil A, 13.
- Voigt, E. (1930)*: Ein neues Verfahren zur Konservierung von Bodenprofilen. Z. f. Pflanzenern., Düng. und Bodenk. 45: 111
- Voigt, E. (1933)*: Die Übertragung fossiler Wirbeltierleichen auf Zellulose-Filme, eine neue Bergungsmethode für Wirbeltiere aus der Braunkohle. Palaeontolog. Z., 15: 72-77.
- Voigt, E. (1935)*: Die Bedeutung der Lackfilmmethode für die vorgeschichtliche Forschung. - Nachrichtenblatt für Deutsche Vorzeit, 11 (6/7): 1.
- Voigt, E. (1936a)*: Die Lackfilmmethode, ihre Bedeutung und Anwendung in der Palaeontologie, Sedimentpetrographie und Bodenkunde.- Z. Deutsch. Geol. Gesell., 88 (4): 272-292, Stuttgart.
- Voigt, E. (1936b)*: Die Lackfilmmethode. Die Umschau in Wissenschaft und Technik, 40 (20): 389-391.