

Verminderung der Gefahr von Stoffausträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen durch bodenschutzgerechte Bewirtschaftung

Gullich, P.

Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Strasse 98, 07743 Jena
e-mail: p.gullich@jena.tll.de

Zusammenfassung:

Stoffausträge aus landwirtschaftlich genutzten Flächen sind zu wesentlichen Anteilen an Wasser als Transportmedium gebunden. Qualitätsmerkmale von Grund- und Oberflächenwasser werden in besonderem Maße durch Stickstoffeinträge mit dem Sickerwasser in das Grundwasser und durch Phosphoreinträge über erosive Verlagerung von Kulturboden in Oberflächengewässer beeinflusst. Bei der landwirtschaftlichen Flächennutzung müssen beide Risiken möglichst klein gehalten werden, wobei ein standortspezifisches Restrisiko als tolerabel, weil unvermeidbar, angesehen werden muß.

Die in Thüringen entwickelten und angewandten Ansätze zur Ermittlung des betrieblichen Handlungsbedarfes zur Vorsorge gegen Verdichtung und Erosion berücksichtigen diese Gegebenheiten. In einem Modellvorhaben zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie wird die Wasserschutzfunktion des landwirtschaftlichen Bodenschutzes thematisiert und ihre praktische Anwendbarkeit demonstriert.

1. Einleitung

Mit der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG, 2000) haben sich die Mitgliedstaaten das Ziel gestellt, bis zum Jahre 2015 in Europa eine gute Wasserqualität zu erreichen. Für das Grundwasser ist mit einem Nitratgehalt <50 mg/l eine wichtige Grenze gezogen; für das Oberflächenwasser ist der gute ökologische Zustand (...der durch Eutrophierung beeinträchtigt sein kann) näher beschrieben.

Die Akteure sind sich darüber einig, dass die Minderung diffuser Belastungen des Wassers aus der landwirtschaftlichen Flächennutzung ein aussichtsreiches Feld für erfolgreiche Maßnahmen zur Erreichung der gesteckten Ziele ist.

Von einer bodenschutzgerechten Bewirtschaftung ist auszugehen, wenn die dem Nutzer und Eigentümer nach dem Bodenschutzgesetz (BBodSchG, 1998) gemeinsam obliegende Pflicht zur Vorsorge gegen schädliche Bodenveränderungen erfüllt wird. Dies ist gegeben, wenn die in § 17, Abs.2 ebenda aufgeführten Grundsätze der guten fachlichen Praxis hinreichend Beachtung finden. Die ersten 4 der insgesamt 7 Grundsätze betreffen „Bodenbearbeitung“, „Bodenstruktur“, „Bodenverdichtungen“, „Erosion“.

Stickstoff und Phosphor sind die maßgeblichen Stoffe im diffusen Eintrag aus landwirtschaftlich genutzter Fläche. Die Hauptrisiken sind im Falle des Grundwassers Nitratauswaschung durch Sickerwasser aus der durchwurzelten Bodenzone und im Falle der Fließgewässer Phosphorverlagerung mit der festen Bodensubstanz durch Oberflächenabfluss / Erosion.

1995 wurde der Anteil des über den Grundwasserpfad in Fließgewässer eingetragenen Stickstoffs auf 42% aller N-Einträge in Fließgewässer geschätzt. Die diffusen Phosphoreinträge stammten danach zu 64% aus dem Erosionspfad (FREDE U. DABBERT, 1998).

Daraus wird zusammenfassend abgeleitet, dass die Bodenbedingungen für Entstehung und Bewegung von Sickerwasser und Oberflächenabfluss ebenso wichtig sind, wie das Regime nutzungsbedingter Nährstoffzufuhren. Beides muss risikomindernd im Interesse des Ressourcenschutzes gestaltet werden.

2. Ermittlung des betrieblichen Handlungsbedarfes

2.1 Vorsorge gegen Bodenerosion durch Wasser

Maßnahmen gegen Phosphor-Austräge sind nach Modellanalysen von SCHMIDT (2003) auch für Thüringer Gewässer erforderlich (Tab. 1).

Tabelle 1: Phosphor-Eintragspfade in Thüringer Gewässer

Gewässer	Eintragspfad, Anteil (v.H.)				
	Grundwasser	Dränabflüsse	Abschwemmung	urbaner Bereich	Bodenerosion
Saale	6	2	7	32	53
Werra	13	1	16	31	39
Main-Zuflüsse	11	1	9	16	64

Zur Ermittlung möglicher Vorsorgedefizite (Handlungsbedarf gegen Bodenerosion) wird in Thüringen ein Ansatz gewählt, der folgenden Anforderungen weitgehend Rechnung trägt (GULLICH U. WURLITZER, 2004):

- landesweite Anwendbarkeit auf der Basis der vorhandenen bzw. mit zumutbarem Aufwand als ausreichend zu gestaltenden Datenlage;
- Realisierbarkeit für ganze Landwirtschaftsbetriebe mit der räumlichen Auflösung auf Feldebene;
- Aufstellung einer Vorsorge-Dringlichkeitsrangfolge der Felder eines Betriebes;
- Reproduzierbarkeit der Ergebnisse.

Die Allgemeine Bodenabtragsgleichung, ABAG (SCHWERTMANN, VOGEL, KAINZ, 1990) wird in Auswertung der bisherigen Beratungsaktivitäten für entsprechend geeignet gehalten (Abb.1)

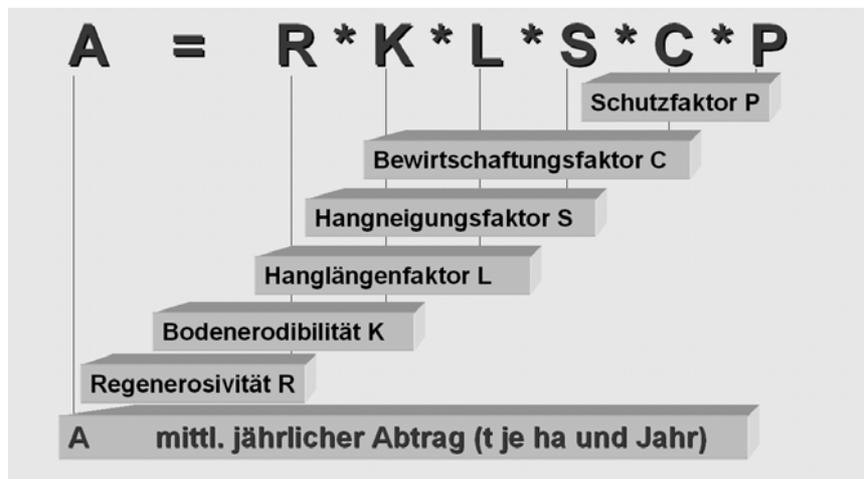


Abbildung 1: Faktoren der Allgemeinen Bodenabtragsgleichung

WERNER erarbeitete auf dieser Basis eine Übersichtskarte im Maßstab 1:100.000 für Thüringen (TLL, 1998). Danach weisen etwa 18% der Ackerfläche Thüringens mittlere jährliche Bodenabträge $>5t/ha*a$ auf, darunter 5% mit $>10,5 t/ha*a$ (vgl. Abb.2).

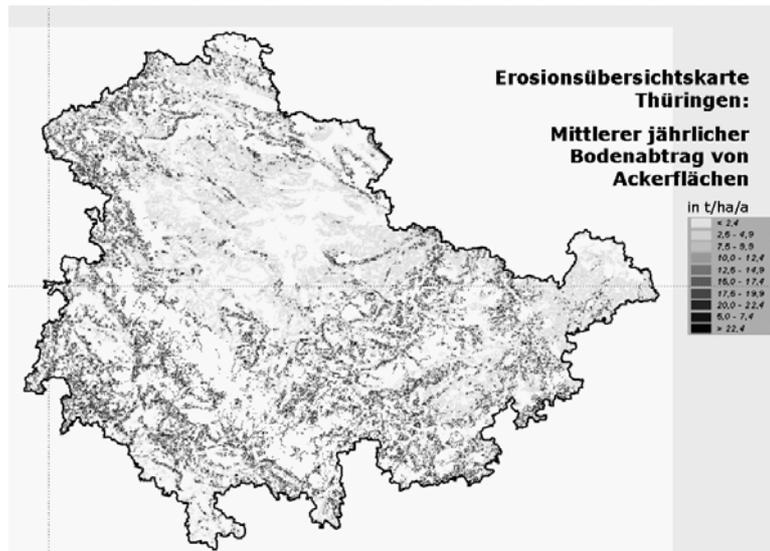


Abbildung 2: Übersichtskarte des Mittleren jährlichen Bodenabtrages in Thüringen, M 1: 100.000

Diese Überblicksinformation ist allerdings nur geeignet, die Gebiete nach dem wahrscheinlichen Handlungsbedarf zu staffeln. Eine Handlungsempfehlung für Landwirte kann hingegen nur für den konkreten Betrieb unter Anwendung geeigneter Daten, insbesondere für den LS-Faktor und den Bewirtschaftungsfaktor C sowie für das feldspezifische Bewertungsmaß (Tolerabler Bodenabtrag = $0,125 \cdot \text{Ackerzahl}$), entwickelt werden. Im Rahmen des vom Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt geförderten Modellvorhabens VERSTOLA (Verminderung der Gefahr von Stoffausträgen aus landwirtschaftlich genutzten Flächen) wird eine GIS-Lösung entwickelt und mit 11 Partnerbetrieben auf einer Gesamtfläche von 16.000 ha erprobt. Die abgeleiteten Handlungsempfehlungen werden anschließend einer Akzeptanzanalyse unterzogen, wonach die im Betrieb als realisierbar erkannten Maßnahmen in der Umsetzung begleitet werden. Mit der Verwendung digitaler Feldkarten der Partnerbetriebe, von betrieblichen Anbaudaten (C- und P- Faktor), eines digitalen Geländemodells (LS-Faktor) und der R-Faktorenkarte aus o.g. Übersichtskarte ist die Datenbasis überwiegend solide. Problematisch ist die Bodenerodibilität K, für die in Thüringen in naher und mittlerer Zukunft nur der Rückgriff auf mittelmaßstäbige Bodenkarten möglich ist. Eine digitale, die LF des Landes abdeckende und aus der Reichsbodenschätzung abgeleitete thematische Karte größeren und damit für das Vorhaben geeigneten Maßstabs setzt noch der Etablierung einer entsprechenden Aufgabe für die bodenkundliche Landesaufnahme voraus.

Nach dem beschriebenen Vorgehen kann der betriebliche Handlungsbedarf ermittelt und der Beitrag von speziellen Maßnahmen zu seinem Abbau visualisiert werden.

Der beschriebene Ansatz ist auf die Verminderung von On-Site-Schäden gerichtet und betrachtet nicht den Abtrag aus der Fläche heraus. Jede Minderung der Erosionsgefährdung auf der Fläche ist jedoch auch ein Beitrag zur Senkung der Gefahr diffuser Phosphoreinträge in Gewässer. Der ABAG-Ansatz kann keine Einzelereignisse unter extremen Niederschlagsituationen berücksichtigen, die trotz u.U. nicht angezeigtem Vorsorgebedarf zu nennenwerten P-Austrägen führen. Andererseits wird Vorsorgebedarf signalisiert, der im Bodenschutz-Interesse gegeben ist, aber kaum P-Einträge in Fließgewässer nach sich zieht. Zusammengefasst stellt der Ansatz eine Schnittmenge von Bodenschutz- und Wasserschutzanforderungen dar, deren Ermittlungsaufwand noch zu leisten ist und die eine Ableitung praktikabler sowie im Verwaltungsvollzug beherrschbarer Handlungskonsequenzen zulässt.

2.2 Vorsorge gegen Bodenschadverdichtung

Bewirtschaftungsbedingte Beeinträchtigungen des Bodengefüges entstehen durch Befahren und Bearbeiten. Neben einer Druckbelastung durch Fahrwerke, die in erster Linie zu Volumenverminderung der Hohlräume (=Erhöhung der Lagerungsdichte) führt, treten mit zunehmender Bindigkeit und Feuchte des Bodens verstärkt auch Scherkräfte bei plastischer Verformung auf, die eine Beeinträchtigung der Kontinuität der Hohlräume (u.U. sogar bei gleichbleibender Lagerungsdichte) zur Folge haben. Die Speicher- wie die Transformationsprozesse werden vom Zustand des Bodengefüges bestimmt, also von der Festphase und vom Hohlraumsystem gleichermaßen. Deshalb ist der Begriff „Schadverdichtung“ als ein Zustand nicht ausreichender Funktionsfähigkeit des Bodengefüges zu verstehen und nicht auf eine Dichteerhöhung zu reduzieren. Davon zu unterscheiden ist ein Gefügezustand mit einer durch standortgerechte Bewirtschaftung eingetretenen Verdichtung, aber einer noch ausreichenden Funktionalität.

Eingeschränkte Funktionsfähigkeit des Bodengefüges bedeutet:

- geringere Wegsamkeit / geringere Erschließbarkeit des Bodens für Pflanzenwurzeln, damit eingeschränkte Nutzbarkeit von Wasser und Nährstoffen, mit der Folge von Nährstoffbilanzüberschüssen;
- geringere Infiltrabilität, mehr Oberflächenabfluss, steigendes Erosionsrisiko, damit Gefahr von Nähr- und Schadstoffverlagerung mit der festen Bodensubstanz;
- eingeschränkter Gasaustausch zwischen Boden und Atmosphäre.

Das Maß der Belastbarkeit bis zum Eintritt von Schadzuständen ist unter Anwendung eines aus der Vorbelastung entwickelten und den Mindesthalt der Bodenfunktionen (Wasserbewegung, Wurzelwachstum, Gasaustausch) berücksichtigenden Vorgehens (WERNER UND PAUL, 1999) für die in Thüringen vorkommenden Böden beschrieben. Die Erweiterung des Vorbelastungsansatzes um die Berücksichtigung einer Mindestporosität (Grobporengehalt) und einer Mindestleitfähigkeit (Leitfähigkeitsbeiwert k_f) entspricht sowohl den Forderungen nach Erhaltung der Bodenfunktionen (BBodSchG), als auch einer nachhaltigen Landwirtschaft, die ein tolerables Maß der Gefahr von Stoffausträgen einschließt.

Die Karte der Druckbelastbarkeit Thüringer Böden im Maßstab 1:200.000 (PAUL, 2003) steht digital zur Verfügung (Abb.3). Wie schon bei der Bodenerosion, muß auch hier auf das Defizit an digitalen hochauflösenden Bodenkarten hingewiesen werden.

Die Bodenbelastung durch die im Landwirtschaftsbetrieb eingesetzte Landtechnik wird für kritische Bodenzustände nach einem speziellen Vorgehen (PAUL 2004 auf der Basis des Ansatzes von SÖHNE (1953) vorgenommen und steht für praxisübliche Maschinen und Fahrwerke tabelliert bereit.

Der Quotient aus Belastung und Belastbarkeit ist als **Druckbelastungsquotient** ein geeignetes Maß für Einschätzungen, ob das Gefüge noch ausreichend leistungsfähig ist. Bei Druckbelastungsquotienten $>1,25$ ist das nicht mehr der Fall. Thüringen hält ein nachfragbares Beratungsangebot zur Vorsorge gegen Schadverdichtung bereit. Das Zertifizierungssystem USL des VDLUFA enthält diese Analyse ebenfalls. Vorsorgemaßnahmen im Anschluss an die feldweise Ermittlung des Druckbelastungsquotienten sind in erster Linie eine Orientierung auf bodenschonendere Fahrwerke bei Neuanschaffungen und Umstellungen in der Anbauverteilung, sowie Reduzierung von Bearbeitungsgängen, bis hin zum Pflugverzicht.

In der bei Pflugverzicht von der Bodenbearbeitung verlassenen Zone (ehem. unterer Teil des A_p – Horizontes) fehlt die jährliche Auflockerung. Dort kann sich trotz tolerabler Druckbelastung eine erhöhte Belastbarkeit gegenüber dem Zustand bei Pflugeinsatz einstellen. Diese Reserve sollte jedoch nicht zur Abstützung größerer Radlasten ausgeschöpft werden, sondern als Voraussetzung für natürliche Regenerationsprozesse des Bodengefüges vorbehalten bleiben.

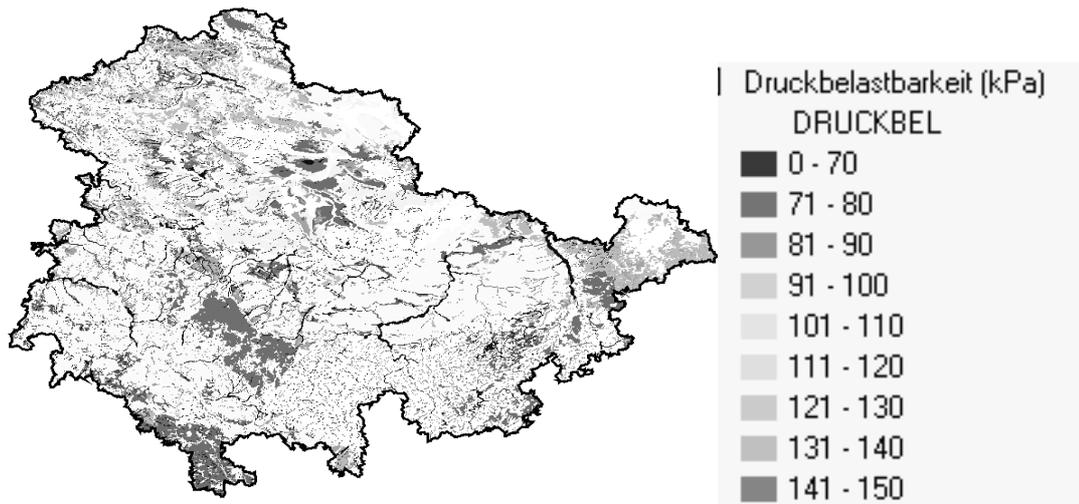


Abbildung 3: Übersichtskarte der Druckbelastbarkeit Thüringer Ackerböden bei pF 2,5 (M 1 : 200 000)

Beides, sowohl die Berücksichtigung der Bodenfunktionen durch o.gen. Ergänzung des Vorbelastungsansatzes, als auch die Setzung der Schwelle für den Druckbelastungsquotienten bei 1,25 (...und nicht bei 1,0), ermöglicht eine durchführbare und deswegen akzeptable praktische Vorsorge gegen Bodenschadverdichtungen, wie sie das Bodenschutzgesetz fordert.

Die Bestätigung, dass Druckbelastungsquotienten $1 < DBQ > 1,25$ toleriert werden können, wird z.B. durch Untersuchungsbefunde auf einem Praxisschlag -Raster mit je 9 Profilen im Schlagrand- und -zentrumsbereich (WERNER UND PAUL, 2003) erbracht (s. Abb. 4). Gewöhnlich wird in Bodenbewirtschaftungssystemen mit Pflugverzicht (Konservierende Bodenbearbeitung, Direktsaatverfahren, verschiedene Mulchsaatvarianten u.ä.) ein bedeutender Beitrag zum Boden- und Gewässerschutz gesehen. Ob diese Schutzwirkung tatsächlich eintritt, ist von den standörtlichen Bedingungen und den nachfolgenden mechanischen Bodenbelastungen durch Befahren abhängig.

Folgende bodenphysikalischen Gunstwirkungen des Pflugverzichtes mit anschließend flacherer Bodenlockerung durch nichtwendende Werkzeuge sind möglich und für den umfassenden Erfolg der pfluglosen Bodenbearbeitung anzustreben. Sie sind auch Voraussetzung für erwarteten Erosionsschutzwirkungen:

- Bildung eines dauerhaft leistungsfähigen Systems vertikaler (meist biogener) Gröbstporen, das die Sickerwasserbewegung, den Gasaustausch und das Wurzelwachstum zwischen der bearbeiteten Bodenzone und den darunter liegenden Schichten bis in den Unterboden hinein gewährleistet. Besonders bedeutsam für den Gewässerschutz ist die damit verbundene höhere Infiltrabilität (Regenverdaulichkeit) und in der Folge geringerer Oberflächenabfluss und verminderte Gefahr von Boden- und Stoffausträgen über diesen Pfad.
- In der flacheren Bearbeitungszone stellen sich aufgrund der Verteilung von Ernterückständen in einem kleineren Bodenvolumen, bei längerer Bodenbedeckung und intensiverer Durchmischung ein besserer Garezustand und geringere Verschlammungs-/Verkrustungsneigung ein.

Diese Wirkungen treten aber in der Gesamtheit nur dann ein, wenn der Boden durch Druckbelastung beim Befahren nicht über das Maß seiner Belastbarkeit hinaus beansprucht wird. Geschieht dies dennoch, kann sich in der bei Pflugverzicht verlassenen Bearbeitungstiefe eine Hemmzone mit Schadverdichtungscharakter ausbilden, die zu einer zumindest periodisch wiederkehrenden mechanischen Auflockerung zwingt.

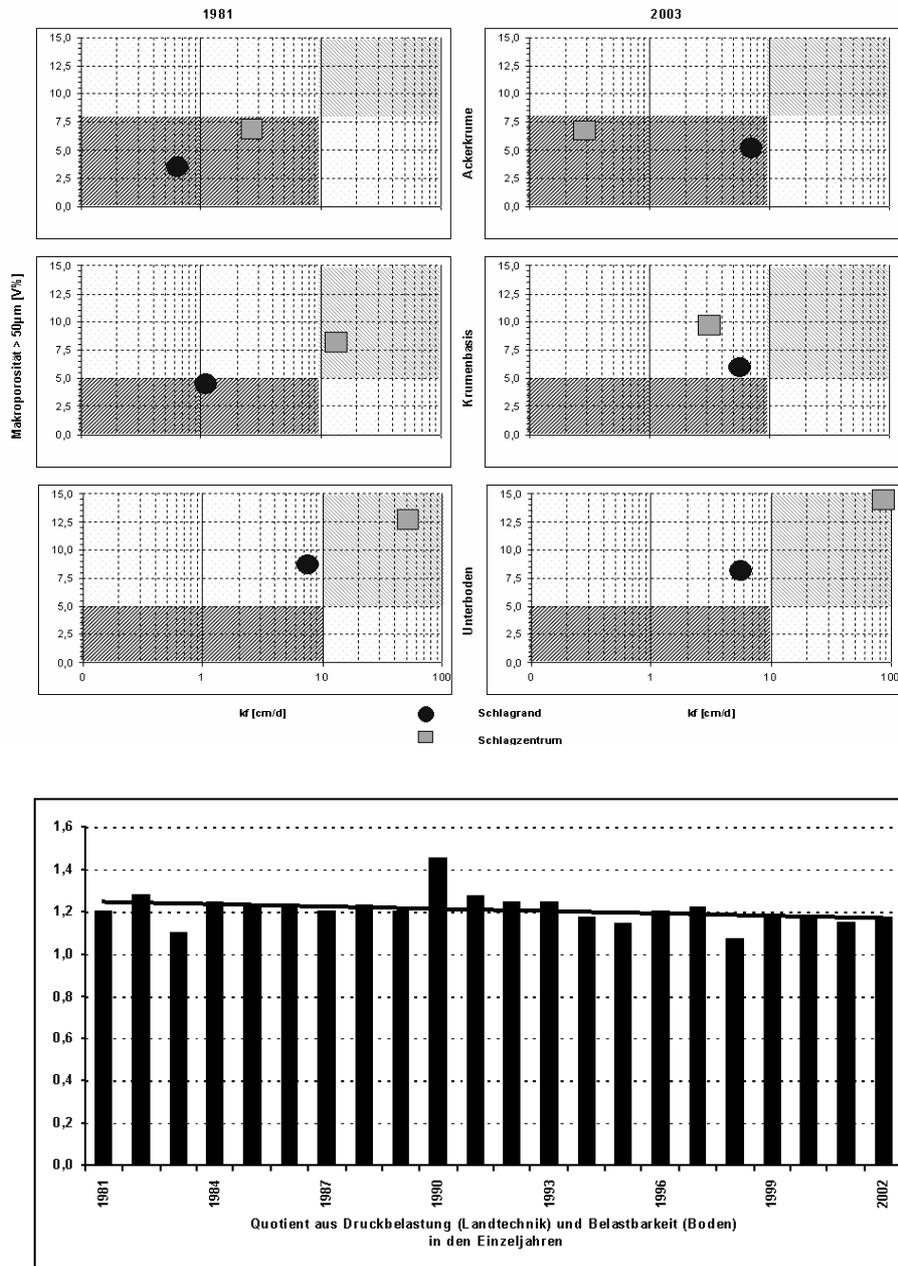


Abb. 4: Entwicklung von Grobporosität, Wasserleitfähigkeit und Druckbelastungsquotient auf einem Praxisschlag auf Löss-Schwarzerde im Thüringer Becken in einem 20 Jahres-Zeitraum (WERNER, U. PAUL, 2003)

2.3 Düngung

Die Zufuhr von Nährstoffen ist nach dem voraussichtlichen Entzug durch die Pflanzenbestände unter Berücksichtigung der Vorräte im Boden zu bemessen. Die Mobilisierung / Immobilisierung von Nährelementen im Boden läuft in nicht sicher vorhersagbarer Weise ab. Deshalb sind Überschüsse, die im betreffenden Jahr nicht dem Pflanzenentzug unterliegen, nicht sicher kalkulierbar, ebenso das daraus erwachsende Risiko für den Eintrag in Gewässer. Deshalb sind weitere Untersuchungen zum Stoffaustrag aus landwirtschaftlich genutzten Flächen von hoher Relevanz für die nachhaltige Ressourcennutzung.

Im Hinblick auf die Gefahr diffuser Phosphor-Einträge in Fließgewässer ist der P-Gehalt im abgetragenen Bodenmaterial wesentlich für die in Gewässer möglicherweise eingetragene Fracht. Die Gehalte der Thüringer Ackerböden an pflanzenverfügbarem Phosphor haben seit 1990 stark abgenommen. Dies stellt sich in einem steigenden Anteil unterversorgter Flächen (Gehaltsklasse A und B) und in einem abnehmenden Anteil optimal versorgter Flächen (Gehaltsklasse C) dar (Tab.2).

Tabelle 2: Pflanzenverfügbarer Phosphor in Thüringer Ackerböden, Ergebnisse der Nährstoffuntersuchungen auf Produktionsflächen (KRAUSE U. HEROLD, 2003; KRAUSE, ZORN, SCHMID, WAGNER, 2003, ZORN, 2004)

Untersuchungszeitraum	Flächenanteile in den Gehaltsklassen				
	A (sehr niedrig)	B (niedrig)	C (anzustreben)	D (hoch)	E (sehr hoch)
1990-1994 *	1	14	32	34	19
1995-1997 *	1	21	34	28	16
1998-2000 *	3	27	31	22	17
2000-2002 **	10	29	24	18	19

* Untersuchungen durch TLL

** Untersuchungen durch zugelassene Privatlabore

Diese Entwicklung ist mit einem nachhaltigen Ackerbau unvereinbar und dringend korrekturbedürftig. Eine geringere Dringlichkeit von erosionsmindernden Maßnahmen auf der Ackerfläche zur Reduzierung der Phosphor-Austragsgefahr ist daraus jedenfalls nicht abzuleiten.

Jährliche Bilanzsalden für Stickstoff geben Auskunft über eventuell vorhandene Überschüsse, die besonders in der Zeit der Vegetationsruhe dem Risiko der Auswaschung unterliegen. Ausgeglichene Salden sind bei nachhaltiger Ackernutzung nur selten erreichbar. In Abhängigkeit von Bodenwasserregime, Niederschlagsangebot, Anbaufolge und Zielertrag müssen N-Salden der Hoforbilanz von 0...50 kg/ha als tolerabel angesehen werden. Dieses Niveau ist nicht flächendeckend erreicht; es gilt Reserven im Düngemanagement vieler Landwirtschaftsbetriebe zu erschließen. Saldenüberschüsse sind hinsichtlich ihrer Wassergefährlichkeit unter Berücksichtigung von Sickerwassermenge und -fließverhalten zu bewerten, damit aufwendige Maßnahmen zur Absenkung betrieblicher N-Salden vor allem auf die Schwerpunkte gerichtet werden können. Bei der Aufstellung von Maßnahmeplänen nach der Wasserrahmenrichtlinie soll dieser Aspekt in Thüringen berücksichtigt werden. Aufbauend auf Ergebnissen von langjährigen Feldmessungen (KNOBLAUCH, HEROLD, PFLEGER, 2003) wird die Frage standortspezifischer unvermeidbarer N-Salden in Modelluntersuchungen an ungestörten Bodenmonolithen im Vorhaben VERSTOLA (vgl. Kap.2.1) bearbeitet. Die experimentelle Basis dafür entstand im Bodenwasser- und Stoffaustragsmessfeld Buttstedt der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.

3. Schlussfolgerungen

Die Erfüllung der Vorsorgepflicht gegen schädliche Bodenveränderungen nach dem Bundes-Bodenschutzgesetz stellt in Verbindung mit einer weiteren Optimierung des Düngeregimes im Landwirtschaftsbetrieb einen wirksamen Beitrag der Landwirtschaft zur Erreichung der Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie dar.

Die in der Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft entwickelten und erprobten Beratungsansätze für Erosion und Verdichtung (vgl. GULLICH, 2003) sind prinzipiell geeignet, um Boden- und Wasserschutzwirkung in der Fläche zu erzielen.

Der praktischen Umsetzung dient das Modellvorhaben „Verminderung der Gefahr von Stoffausträgern aus landwirtschaftlich genutzten Flächen“, in dem die Problematik des Stoffaustragsverhaltens Thüringer Ackerböden als zentrales Problem bearbeitet wird.

Literatur

- BBodSchG (1998): Bundes-Bodenschutzgesetz vom 17. März 1998 – BGBl. I S.502.
- EG (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.
- FREDE, D. UND DABBERT, S. (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. – Landsberg: ecomed. S.6.
- GULLICH, P.(2003): Bodenschutzberatung nach §17 Bundes-Bodenschutzgesetz in Thüringen. TLL, 3. Thüringer Praxistag „Bodenschutz und Landnutzung“ 2003, Tagungsband, S. 11-12
- GULLICH, P.; WURLITZER, J.(2004): Schutz von Boden und Wasser durch Vorsorge gegen Erosion. TLL, 13.Thür. Düng.-u. Pflanzensch.tagg. (2004), Tagungsmat.
- KNOBLAUCH, S.; HEROLD, L.; PFLEGER, I. (2003): Einfluss landwirtschaftlicher Nutzung in Thüringen auf die N-Befruchtung der Gewässer und Lösungsansätze für einen nachhaltigen Schutz des Wassers. Erfurter Geographische Studien. S. 55-62
- KRAUSE, O, HEROLD, L. (2003): 50 Jahre Bodenuntersuchung in Ostdeutschland. Schriftenreihe der TLL H.8 (2003) S.32-38
- KRAUSE, O.; ZORN, W.; SCHMID, R.; WAGNER, S. (2003): Nährstoffversorgung Thüringer Böden. Teilber. TLL Jena, Eigenverlag. 25 S.
- PAUL, R.(2003): Digitale Karte der Druckbelastbarkeit Thüringer Böden im Maßstab 1:100 000. Arbeitsmaterial TLL, unveröff. (2003)
- PAUL, R.: Verfahren zur Ermittlung der Schadverdichtungsrisiken auf ackerbaulich genutzten Böden. TLL Ainfo 2004; 31 S.
- SCHMIDT, M. (2003): Modelluntersuchungen zum P-Eintrag in Thüringer Gewässer. unveröff. Arbeitsmaterial
- SCHWERTMANN, U., W. VOGEL, M. KAINZ (1990): Bodenerosion durch Wasser – Vorhersage des Abtrags und Bewertung von Gegenmaßnahmen. – Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

- SÖHNE, W.: Druckverteilung im Boden und Bodenverformung unter Schlepperreifen. Grundl. Dt. Landtechnik (1953)5, 49-63
- TLL (1998): Erosionsübersichtskarte Thüringen im Maßstab 1: 100.000. Digitales Kartenwerk mit Karten der Einzelfaktoren. Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft.
- WERNER, D.; PAUL, R. (1999): Kennzeichnung der Verdichtungsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Böden. Wasser und Boden 51(1999) 12 S.13-14
- WERNER, D.; PAUL, R.: Werden unsere Ackerböden mehr und mehr verdichtet? TLL, 3. Thüringer Praxistag „Bodenschutz und Landnutzung“ 2003, Posterbeitrag im Tagungsband
- ZORN, W. (2004): Mangel macht sich bemerkbar. Z. Neue Landwirtschaft 15 (2004) 4, S.38-40

Ergebnisse der Brachflächenerfassung in Thüringen

Rudolf Meyers

LEG Thüringen, Mainzerhofstraße 12, 99084 Erfurt
e-mail: rudolf.meyers@leg.thueringen.de

Zusammenfassung:

Im November 2003 begann in Thüringen nach ca. halbjähriger Vorbereitungszeit die Umsetzungsphase für das Projekt „landesweite Brachflächenerfassung“. Die Erfassung der Brachflächen im Freistaat Thüringen wurde bis zum 31.05.2005 nach 18-monatiger Laufzeit weitestgehend abgeschlossen.

Ziel war u. a. die bauliche und sonstige Nachnutzung der Flächen sowie ein sinnvoller Einsatz der Mittel des 2. Arbeitsmarktes im Rahmen der Beseitigung der Brachen. Am Projekt haben sich sämtliche Landkreise und kreisfreien Städte des Freistaates Thüringen beteiligt.

Die Finanzierung erfolgte über die Agentur für Arbeit, die Gesellschaft für Arbeit und Wirtschaftsförderung des Freistaates Thüringen sowie den Regionalen Planungsgemeinschaften. Insgesamt wurden Mittel in Höhe von ca. 750.000 EURO eingesetzt.

Die wissenschaftliche Begleitung des Projektes erfolgte durch die Fachhochschule Nordhausen.

Für die Erfassung lag folgende Brachflächendefinition zu Grunde. „Brachflächen sind ehemals anthropogen vorgenutzte Flächen, die derzeit zwischengenutzt bzw. untergenutzt werden“.

Im Zuge des Projektes wurden die wesentlichen zur Beurteilung der Flächeneignung von Brachflächen erforderlichen Daten erfasst. Inzwischen wurden mit Sachstand Mitte Mai 2005 insgesamt ca. 6.000 Brachflächen mit einer Gesamtfläche von ca. 6.000 ha erfasst.

Diese Daten wurden in Datenbanksysteme in den jeweiligen Landkreisen eingegeben. Ziel war es, konkrete Anfragen, z. B. von Gewerbetreibenden oder Planern beantworten zu können. Die jeweiligen Daten liegen bisher in den Landkreisen und kreisfreien Städten sowie den Regionalen Planungsgemeinschaften und zentral bei der LEG Thüringen vor. Aktuell wird eine Erweiterung dieses Nutzerkreises diskutiert.

Die Daten werden in Zukunft mit einem geringeren Personalaufwand aktualisiert und sollen je nach Eignung offensiv für die jeweiligen Nachnutzungszwecke vorbereitet, entwickelt und angeboten werden.

In Anbetracht der einerseits großen Brachflächenpotentiale und der andererseits prognostizierten, drastischen, rückläufigen Bevölkerungsentwicklung sowie den damit zu erwartenden veränderten Flächenansprüchen ist hier eine bedeutende Zukunftsaufgabe im Freistaat Thüringen erkennbar.

1 Einleitung

Die LEG Thüringen steuerte seit November 2003 die auf Initiative des damaligen Rektors der Fachhochschule Nordhausen und jetzigen Staatssekretär im Thüringer Ministerium für

Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt Prof. Christian C. Juckenack, initiierte landesweite Brachflächenerfassung in Thüringen.

Grundsätzlich existierten für dieses Vorhaben, neben zahlreichen Erfassungen auf kommunaler Ebene, 2 Vorläuferprojekte, auf deren Erfahrungen aufgebaut wurde:

1. Eine modellhafte Erfassung in 3 Modellregionen des Freistaates Thüringen, durchgeführt durch die Fachhochschule Nordhausen und
2. die flächendeckende Altstandorterfassung in der Planungsregion Südthüringen unter Federführung der GfAW Südthüringen.

Die LEG Thüringen nahm sich der Brachflächenerfassung an und hat in den vergangenen ca. 18 Monaten, seit November 2003, die landesweite Brachflächenerfassung mit den beteiligten Partnern

- Agentur für Arbeit,
- Gesellschaft für Arbeit und Wirtschaftsförderung (GfAW),
- Fachhochschule Nordhausen,
- Trägern des Zweiten Arbeitsmarktes,
- den Landkreisen und den
- kreisfreien Städten

nahezu abgeschlossen.

Aufgrund der Tatsache, dass die Maßnahme derzeit noch nicht flächendeckend in allen Gebietskörperschaften abgeschlossen ist, müssen sich die nachfolgenden Ausführungen auf die vorläufigen Zwischenergebnisse beschränken.

2 Erfassungsgegenstand

Im Zuge der landesweiten Brachflächenerfassung wurde zur Erfassung der Brachflächen folgende Definition verwendet:

„Brachflächen sind ehemals anthropogen genutzte Flächen, die derzeit ungenutzt sind bzw. zwischengenutzt werden.“

Im Laufe der Erfassung wurde, insbesondere auch auf ausdrücklichen Wunsch der beteiligten Gebietskörperschaften, eine Mindestflächengröße festgelegt. Diese regelmäßige Mindestflächengröße beträgt im Innenbereich 1.000 m², im Außenbereich 5.000 m². Abweichungen sind möglich.

Beispielhaft sollen somit folgende Brachen erfasst werden:

- gewerbliche Produktionsstandorte
- Einzelhandelsstandorte
- landwirtschaftliche Standorte
- Wohn- und Geschäftshäuser
- Militärflächen
- Bergbauflächen
- touristische und Erholungseinrichtungen
- öffentliche Gebäude (Schulen, Krankenhäuser etc.) und
- überwiegend versiegelte Flächen im Außenbereich ohne Funktion

Ausdrücklich nicht erfasst werden sollten in diesem Zusammenhang brachgefallene landwirtschaftliche Produktionsflächen (Wiesen, Äcker). Hintergrund ist, dass diese bereits in anderen Programmen erfasst sind und hier kein Handlungsbedarf besteht.

Zielstellung der landesweiten Brachflächenerfassung ist:

- die quantitative und qualitative Erfassung,
- der Überblick über die räumliche Verteilung und
- die Schaffung einer Entscheidungsgrundlage für Gebietskörperschaften/Kommunen, private Investoren und Fördermittelgeber.

Ansprechpartner sind:

- Wirtschaftsförderer und Akquisiteure
- Planer und
- Umweltbehörden.

Als Ziele werden verfolgt:

- die (bauliche) Nachnutzung,
- die Beseitigung städtebaulicher Missständen und die
- Bereitstellung für die Ausgleichsflächenthematik (Ökokonto, Ausgleichsflächenpool, etc.).

Auf der Grundlage der Datenerfassungsblätter der Vorprojekte (Fachhochschule Nordhausen und GfAW Südthüringen) wurden in Absprache mit den Beteiligten die vorliegenden Datenerfassungsblätter modifiziert.

Das Datenerfassungsblatt ist so aufgebaut, dass sämtliche, wesentliche zur Beurteilung einer Fläche erforderlichen Informationen in diese Erfassungsblätter und in die Erfassungsoftware, auf die im Nachfolgenden noch näher eingegangen wird, eingearbeitet werden können. Grundsätzlich war aufgrund von Erfahrungen der vorgenannten Projekte es weder erforderlich noch realistisch, für sämtliche Brachen auch sämtliche Informationen aufzunehmen.

3 Organisation/Laufzeit

Die Brachflächenerfassung begann in den einzelnen Gebietskörperschaften am 01.11. bzw. 01.12.2003. Hintergrund ist die Tatsache, dass die Erfassung der Brachen über den Zweiten Arbeitsmarkt erfolgte. In diesem Zusammenhang wurden insgesamt in den 23 Gebietskörperschaften des Freistaates Thüringen 26 Arbeitnehmer des 2. Arbeitsmarktes, überwiegend mit Hochschulabschluss (Bauingenieur), eingesetzt.

Die Erfasser haben die Brachflächenerfassung im Wesentlichen mit Unterstützung aus den jeweiligen Gebietskörperschaften selbständig durchgeführt.

Für die Erfassung sind folgende Beträge erforderlich gewesen:

- | | |
|------------------------------------|------------------|
| ➤ Agentur für Arbeit | ca. 500.000 EURO |
| ➤ GfAW | ca. 180.000 EURO |
| ➤ Regionale Planungsgemeinschaften | ca. 65.000 EURO |

Durch die finanzielle Beteiligung der Regionalen Planungsgemeinschaften konnte eine überwiegend kostenneutrale Finanzierung für die einzelnen Gebietskörperschaften erreicht werden. Dies war eine wesentliche Voraussetzung für die flächendeckende Teilnahme der Gebietskörperschaften.

4 Vorgehensweise

Im Vorfeld der Maßnahme wurden die Oberbürgermeister/Landräte informiert und um Unterstützung durch die Fachämter/Bürgermeister gebeten. Dies betrifft insbesondere Anhaltspunkte für das Auffinden von Brachflächen sowie die dazu in der Kommunalverwaltung vorhandenen Informationen.

Darüber hinaus wurden durch die gebildete Clearingstelle zur landesweiten Brachflächenerfassung in der LEG Thüringen die großen Flächeneigentümer in Thüringen angeschrieben. Beispielhaft seien hier

- die Bundesanstalt für Immobilienaufgaben (BIMA),
- die Bodenverwertungs- und -verwaltungs GmbH (BVVG),
- die Deutsche Bahn AG,
- die TEAG,
- das Thüringer Liegenschaftsmanagement (ThüLieMa),
- die Treuhandliegenschaftsgesellschaft (TLG),
- die Kirchen,
- die Gesellschaft zur Verwertung und Verwahrung ehemals bergbaulich genutzter Flächen (GW),
- die Flurneuordnungsämter usw.

genannt. Mit Ausnahme der Deutschen Bahn AG (DB AG) und der TLG haben alle Eigentümer diese Anfrage beantwortet. Insgesamt wurden ca. 2.500 Brachflächen benannt.

Die Aufgabe der Brachflächenerfasser bestand aus folgenden Punkten:

- Besichtigung der Flächen vor Ort
- Ermittlung der Größe
- Feststellung der ehemaligen/aktuellen Nutzung
- Ermittlung der Eigentümer (Privat, Unternehmen, öffentlich)
- Beschreibung der Lage/Erschließung
- Einschätzen/Feststellen von Nutzungseinschränkungen
- Ermittlung und Feststellung von Altlasten auf Grundlage von vorhandenen Informationen
- Entwicklungsmöglichkeiten und Absichten (der Kommune/des Eigentümers)
- Bedarfsermittlung (Arbeits- und Kostenbedarf für Rückbau/Sanierung)
- Erarbeitung von Vorschlägen für eine zukünftige Nutzung (in Abstimmung mit der betroffenen Gebietskörperschaft)
- Erstellung einer Bilddokumentation
- Eingabe der Daten in die Software

Im Zuge der Erfassung wurden die zugeführten Erfasser für ihre Aufgabe geschult und Qualifizierungen für die verwendete Software durchgeführt.

Grundsätzlich wurden 2 verschiedene Softwaresysteme verwendet.

1. Eine accessbasierte Datenbank der Fachhochschule Nordhausen sowie das
2. Kommunales Wirtschafts-Informations-System (KWIS) der Gefak Marburg

Hintergrund ist, dass zahlreiche Kommunen, insbesondere flächendeckend in Südthüringen, das System KWIS bereits verwenden und die Fachhochschule Nordhausen ihr neuentwickeltes System den Kommunen zur Erfassung kostenfrei zur Verfügung gestellt hat. Die Kom-

munen haben auf dieser Grundlage eine eigenständige Entscheidung getroffen. Im Vorfeld gab es zahlreiche Überlegungen, ein einheitliches System – bevorzugt internetbasiert – anzubieten. In den Vorgesprächen hat sich jedoch gezeigt, dass dies zu gewissen Berührungsängsten führte, insbesondere in Fragen des Datenschutzes. In diesem Punkt lässt sich jedoch inzwischen eine Veränderung dahingehend erkennen, dass eine internetbasierende Lösung heute möglicherweise auf größere Akzeptanz stoßen würde. Die unterschiedlichen Systeme werden in etwa gleich häufig verwendet. Beide Systeme ermöglichen die kurzfristige Filterung und automatisierte Erstellung aussagekräftiger Exposees.

5 Ergebnisse der Brachflächenerfassung

Im Freistaat Thüringen ist es durch die landesweite Brachflächenerfassung gelungen, umfassende Informationen zu den im Freistaat vorhandenen Brachflächen zu erhalten. Diese ermöglichen den Beteiligten, insbesondere den Gebietskörperschaften, einen gezielten Umgang mit den vorhandenen Flächenpotentialen.

Im Freistaat Thüringen wurden bis 20.05.2005 insgesamt ca. 6.000 Brachflächen erfasst und in Datenbanken eingegeben. Daraus ergibt sich eine Gesamtfläche von insgesamt ca. 6.000 ha Brachflächen in Thüringen. Die einzelnen Landkreise und kreisfreien Städte haben bisher zwischen 20 bis 637 Brachen mit 19 bis 727 ha Gesamtfläche „gemeldet“ (vgl. ausführlich Anlage). Es hat sich gezeigt, dass die Brachen sich in den Randlagen zwischen Siedlungsgefüge und Landschaftsraum konzentrieren. So liegen ca. 50 % der Flächen der Standorte in Nordthüringen in den Randbereichen.

Die Hochrechnung der Fachhochschule Nordhausen ergab ein erwartetes Brachflächenvolumen von insgesamt ca. 12.000 ha. Meiner persönlichen Auffassung nach entspricht die Hochrechnung der Fachhochschule Nordhausen den realen Verhältnissen. Die Ursachen dafür, dass nicht alle Brachen in der Flächenstatistik auftauchen, liegen im Wesentlichen in:

1. Fehlenden Flächenangaben zu einzelnen Brachen,
2. Nichtaufnahme von Brachflächen unter 1.000 m²,
3. Interpretationsspielräumen und
4. Defiziten in der Erfassung von Brachen im Außenbereich.

Hintergrund ist u. a., dass einzelne Eigentümer bzw. Kommunen den negativ belasteten Begriff „Brachflächen“ nicht in Verbindung mit bestimmten Flächen gebracht sehen wollen. Weiterhin ist eine scharfe Abgrenzung des Begriffes nicht möglich.

Die Brachflächenerfassung, insbesondere die zielgerichtete Nachnutzung von Brachflächen, stellt sowohl in horizontaler als auch in vertikaler Ebene eine klassische Querschnittsaufgabe dar. Dies ist eine besondere Herausforderung bezüglich des zu erfassenden Datenspektrums.

Die Datenbanken ermöglichen den Nutzern umfangreiche Recherchen und zielgerichtete Filterung zu entsprechenden Brachflächentypen z. B. nach

- Gebietskörperschaften
- Größe
- Bebauung
- Schlagwörtern
- Lage
- Eigentum
- Ehemalige Nutzung, etc

sowie alle erdenklichen Kombinationen.

6 Ausblick

Grundsätzlich hat sich im Zuge der Brachflächenerfassung gezeigt, dass alle Kommunen davon ausgehen, dass die Kenntnis der Brachen für ein zielorientiertes Handeln von Nutzen ist. Die meisten Kommunen haben aufgrund der angespannten Finanzlage Probleme, den mit der Datenaktualisierung verbundenen Aufwand zu finanzieren. Hier muss die provokante Frage gestellt werden, ob diesem Aufwand ein ausreichender Nutzen gegenüber steht.

Die Gespräche zur konkreten Umsetzung der Datenaktualisierung laufen derzeit. Schließlich stellen Brachen zunächst ein Flächenpotential dar, das für die unterschiedlichen Raumnutzungsansprüche bereit steht. Dabei sind im Einzelfall natürlich die jeweiligen Rahmenbedingungen zu berücksichtigen.

Im Rahmen der weiteren Arbeit ist der zielgerichtete Umgang mit den vorhandenen Brachen erforderlich. Schließlich stellen Brachen zunächst ein Flächenpotential dar, das für die unterschiedlichen Raumnutzungsansprüche in Anspruch genommen werden kann. Dabei sind im Einzelfall natürlich die jeweiligen Rahmenbedingungen mehr zu betrachten.

Der Freistaat Thüringen hat sich dieser Aufgabe durch die Schaffung eines Referates Flächenhaushaltspolitik im TMLNU angenommen.

Ziel ist es, den Eigentümern nichtmarktgängiger Brachen Hilfestellungen für den Umgang mit den Brachen zu geben und marktgängige Brachen sinnvoll zu nutzen. Dabei ist die zielgerichtete Unterstützung erforderlich. Grundsätzlich soll eine dreiteilige Kategorisierung erfolgen:

1. Marktgängige Brachen, die auf dem Immobilienmarkt, ohne weitere Aktivitäten, platziert werden können. Sie stellen nach Interpretation mancher Beteiligten im klassischen Sinne keine Brachflächen dar, da ein Handlungsbedarf für die öffentliche Hand nicht besteht.
2. Baulich nachnutzbare Brachflächen, die nach einer Aufbereitung (Abbruch, Sanierung) für eine bauliche Nachnutzung zur Verfügung stehen.
3. Brachflächen, die ausschließlich zurückgebaut, saniert und nicht baulich nachgenutzt werden können (Renaturierung).

Datenerfassungsblatt (Kurzfassung)

1. Stammdaten117
 4. Derzeitiger Zustand/Versiegelung117
 6. Verkehrliche + technische Erschließung118
 12. Kurzbeschreibungstext118
 13. Karten/Skizzen.....118

1. Stammdaten

Name der Brachfläche:

Zuständige V-Gemeinde: _____ **Kreis:**

PLZ, Stadt o. Gemeinde:

Stadtteil/Ortsteil:

Straße, Haus-Nr. (der Brachfläche)

Grundstücksangaben (ggf. Zusatzblätter verwenden)

Gemeinde	Gemarkung	Flur-Nr.	Flurstücks-Nr.	Größe in m ²
Gesamtgröße der Brachfläche				

Anmerkungen bei Differenz:

4. Derzeitiger Zustand/Versiegelung

Von der Gesamtbrachfläche sind:

bebaut (Hochbauten) _____m², versiegelt (z. B. Asphalt, Beton, Pflaster) _____m²

unversiegelt (z. B. Grünflächen) _____m²

geschätztes Baujahr: 1= bis 1918 2= 1919-1948 3= 1949-1965 4= 1966-1989 5= ab 1990

Nr.	Art (Anlage)	geschätzt. Baujahr	Grundfläche in m ²	Höhe	Geschosse	Zustand für weitere Nutzung*		
						+	o	-

(*) + = gut, Nachnutzbar, o = nach Sanierung nachnutzbar, - = nicht nachnutzbar/sanierbar, Abriss erforderlich

Bemerkungen: (z. B. Keller)

6. Verkehrliche + technische Erschließung

Beschreibung der Lage: Außenbereich Randlage Stadtmitte

Stadtteil Dorfmitte Ortsteil

12. Kurzbeschreibungstext

Kurzbeschreibung

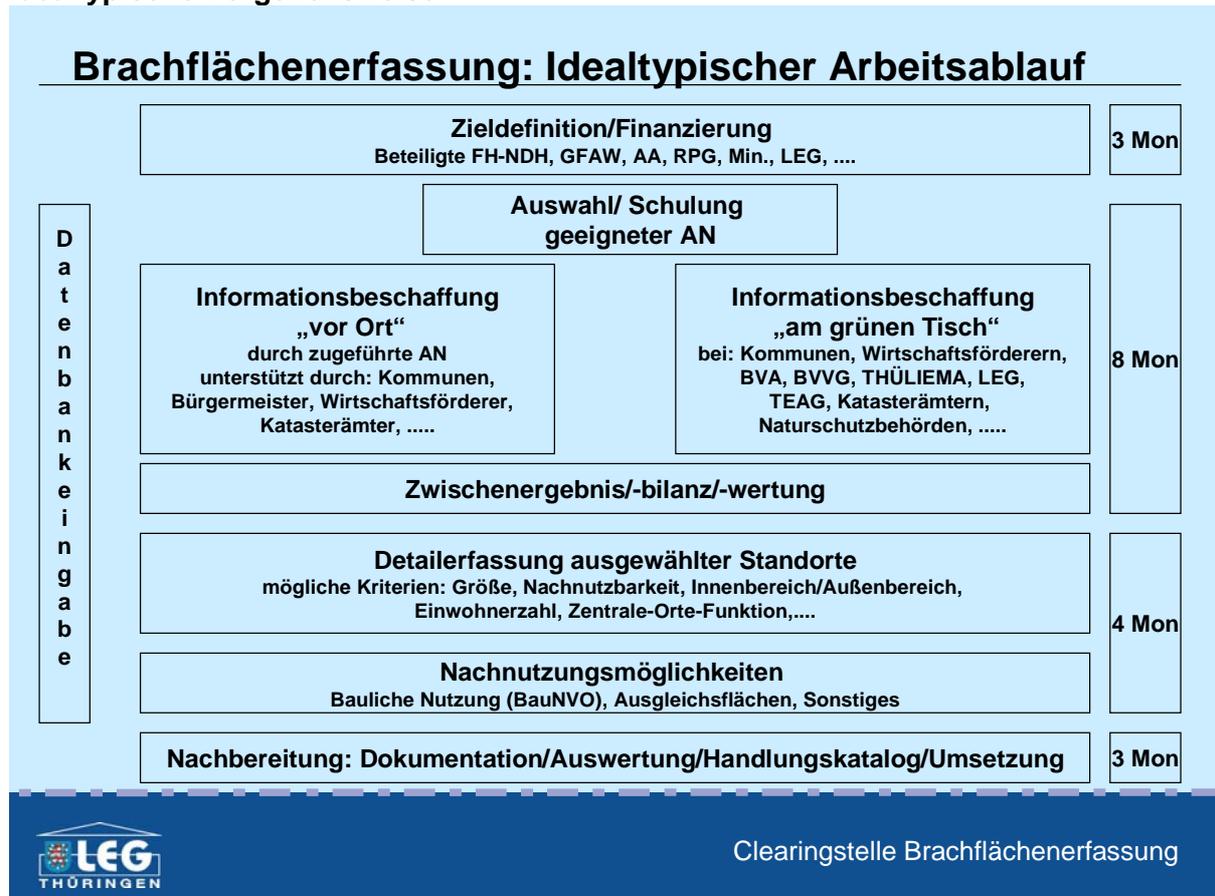
der Brachfläche und

Besonderheiten:

13. Karten/Skizzen

Eigenes Foto: Gebäude-/Grundstücksansicht

Idealtypische Vorgehensweise



Erfassungsstand (10. Mai 2005)

Region	Einsatzort	ges. Fläche (ha)	Anz. Digitaler Datensätze		
			gemeldeter Stand	davon in Clearingstelle	mit Stand vom
Mittelthüringen	SV Erfurt	313	261	224	Mrz. 05
	SV Weimar	110	49	49	Okt. 04
	LRA SÖM	61	133	133	Okt. 04
	LRA WE-L	636	637	637	Mrz. 05
	LRA IK	19	117	117	Okt. 04
	LRA GTH	41	75	75	Okt. 04
	Gesamt:	1180	1250	1235	
Nordthüringen	LRA UH	246	150	150	Jan. 05
	LRA KYF	205	259	242	Mrz. 05
	LRA NDH	303	482	482	Jan. 05
	LRA EIC	118	229	13	Apr. 04
	Gesamt:	872	1120	887	
Ostthüringen	Jena	176	20	20	Nov. 04
	SV G	353	263	164	Mrz. 05
	LRA GRZ	324	367	252	Mrz. 05
	LRA SHK	727	421	421	Jan. 05
	LRA SOK	102	215	158	Mrz. 05
	LRA ABG-L	280	306	306	Dez. 04
	LRA SLF/ RU	306	185	184	Mrz. 05
	Gesamt:	2268	1777	1505	
SW-Thüringen	SV Eisenach	151		78	Mrz. 05
	WAK	278		204	Mrz. 05
	LRA Meiningen	397		602	Mrz. 05
	SV Suhl	74		31	Mrz. 05
	LRA Hildburghausen	239		521	Mrz. 05
	LRA Sonneberg	227		332	Mrz. 05
	Gesamt:	1366	1768	1768	
Thüringen	Gesamt:	5686	5915	5395	

Größenklassen/Lagen in Nordthüringen (Stand April 2005)

Lage	UH		KYF		NDH		EIC	
	Anz.	ha	Anz.	ha	Anz.	ha	Anz.	ha
Landschaftsraum	15	71,84	35	50,96	7	7,18		
Randlage	71	129,97	76	96,58	197	234,78		
Siedlungsgefüge	63	44,16	125	38,68	272	61,42		
k.A.	3	0,91	6	18,84	6			
Summe gesamt:	152	246,88	242	205,06	482	303,38	13	7,47

Brachflächen in m ²	UH		KYF		NDH		EIC	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
bis 1.000	6	4	56	24	219	47		
> 1.000 bis 5.000	70	47	95	40	115	25		
> 5.000 bis 10.000	26	17	28	12	54	12		
> 10.000	48	32	58	24	72	16		
Summe:	150	100	237	100	460	100	13	

LK	Bodenfläche	Siedlungs- und Verkehrsfläche	Brachfläche	Anteil Brachfläche zu Gesamtfläche	Verhältnis Brachfläche zu Siedlungs-/ Verkehrsfläche
	in ha	in ha	in ha	in %	in %
UH	93.982	7.652	247	0,26%	3,23%
KYF	103.512	7.943	205	0,20%	2,58%
NDH	71.091	6.666	303	0,43%	4,55%
EIC	93.982	7.652			

„Forschungsprojekte der Fachhochschule Nordhausen zum ‚Intelligenten Flächenmanagement‘“

Stuth, Norbert, A. Ruff und R. Bierig

Fachhochschule Nordhausen, Fachbereich Ingenieurwissenschaften - Studiengang Flächen- und Stoffrecycling, Weinberghof 4, 99734 Nordhausen

e-mail: stuth@fh-nordhausen.de

Zusammenfassung

Die Problematik der anhaltend hohen Flächeninanspruchnahme von 93 ha/Tag im Jahr 2003 im Kontext zur fortschreitenden Suburbanisierung bei gleichzeitig schrumpfender Bevölkerung und Deindustrialisierung mit wachsenden Brachflächenbeständen fordert besonders in den neuen Bundesländern ein offensives und strategisch-angepasstes Handeln durch die Akteure des Flächenmanagements.

Instrumente zur Umsetzung eines aktiven Flächenressourcen-Managements sind u. a. die Ermittlung und Bewertung von Flächennutzungspotentialen, die Wiederverwertung ungenutzter Flächen durch Flächenrecycling und eine Bestandsentwicklung im Sinne einer Flächenkreislaufwirtschaft und nachhaltigen Flächenhaushaltspolitik.

Insbesondere fehlt es an EDV-gestützten Werkzeugen, die geeignet sind, die Komplexität interdisziplinärer Informationen/Daten über Flächenressourcen für ein intelligentes Flächenmanagement zu verarbeiten, zu systematisieren und zu bewerten.

"Fachhochschulen sind besonders wichtig bei der Zusammenarbeit von Wissenschaft, Forschung und Unternehmen. Die praxisbezogene Forschung ist ein Markenzeichen der Fachhochschulen. Sie ermöglicht eine zügige Umsetzung von Innovationen in neue Produkte und Verfahren. Das sichert nicht zuletzt Arbeitsplätze in Deutschland. Diesen Prozess werden wir mit erheblichen Mitteln weiter fördern" (Bundesforschungsministerin Edelgard Bulmahn 2003). Im Ergebnis dieser Tatsache ist an der Fachhochschule Nordhausen eine breite Forschungspalette entstanden, die zur Steigerung / Erhöhung der Drittmittelfähigkeit und der Stärkung der Region „Nordthüringen“ führte sowie zur Kompetenzentwicklung im Themenfeld „Flächenrecycling / Flächenmanagement“ aus dem Studiengang ‚Flächen- und Stoffrecycling‘ heraus führte.

1 Einleitung

Der Boden zählt zu den wichtigsten natürlichen, nicht erneuerbaren Lebensgrundlagen des Menschen.

„Boden ist ein dreidimensionaler Körper mit einem breiten Spektrum an sozioökonomischen und ökologischen Funktionen. Dabei handelt es sich um ein komplexes Medium, bestehend aus einer porösen Matrix, in der Luft, Wasser und eine Bodenflora und -fauna enthalten sind und der Stoff- und Flüssigkeitsaustausch zwischen diesen Elementen stattfindet. Eine Änderung der im Boden stattfindenden Prozesse zieht Veränderungen in der Funktionsweise der Ökosysteme nach sich, und viele Umweltprobleme, die in anderen Medien zutage treten, haben in Wirklichkeit ihren Ursprung im Boden“ [EUA 2002].

Aufgrund der vielfältigen Nutzungsansprüche auf die endliche, nicht erneuerbare Ressource Boden durch Landwirtschaft, Siedlungszwecke (Wohnen, Gewerbe, Industrie, Verkehr und Tourismus) sowie Luft- und Wasserverschmutzung und daraus resultierender Klimaänderungen schreitet der irreversible Verlust sowie die Degradation des Bodens unaufhaltsam voran. Die Regeneration von Böden erfolgt dagegen nur in sehr langen Zeiträumen.

Betrachtet man den Boden als Rohstoff oder Flächenressource kann er im eigentlichen Sinne nicht ‚verbraucht‘ werden, aber insbesondere durch Bebauung und Versiegelung werden die natürlichen Bodenfunktionen erheblich beeinträchtigt oder vernichtet. Gerade deshalb sind der nachhaltige und ressourcenschonende Umgang mit Bodenflächen, die Mobilisierung vorhandener Baulandpotenziale im Innen- und Stadtrandbereich sowie eine verkehrsoptimierte Standortlenkung als Bestandteile einer flächensparenden und nachhaltigen Siedlungsentwicklung zentrale kommunale und regionale Schlüsselaufgaben der Gegenwart und Zukunft. Doch das Tempo von wirtschaftlichen und sozialen Wandlungsprozessen mit veränderten Flächenansprüchen verstärkt sich von Jahr zu Jahr. Die Lage auf den Boden-, Grundstücks- und Immobilienmärkten scheint in mehrfacher Hinsicht sehr unübersichtlich. Eine zunehmend regionalisierte Lebensweise und die fortschreitende Mobilisierung der Bevölkerung erzeugt einen anhaltend hohen Flächenverbrauch von ca. 93 ha/Tag [Quelle: Statistisches Bundesamt 2003]. Besonders in den neuen Bundesländern fordert die Problematik der Suburbanisierung, des steigenden Flächenverbrauchs bei gleichzeitig schrumpfender Bevölkerung und der Deindustrialisierung mit wachsenden Brachflächenbeständen ein offensives und strategisch-angepasstes Handeln durch die Akteure des Flächenmanagements. Erschwerend kommt die in der Regel problematische Haushaltssituation in den Kommunen hinzu.

2 Aktuelle Entwicklungen im Forschungsfeld Flächenrecycling / Flächenmanagement

Europa

Die Thematik Flächenrecycling und Flächenmanagement wird in Europa auf einer breiten Basis diskutiert und bearbeitet. Die europäischen Verbundprojekte **CLARINET** und **CABERNET** seien unter vielen anderen Aktivitäten und Forschungen genannt. Die Problematik des wirtschaftlichen Strukturwandels und des Entstehens von Brachflächen spiegelt sich in allen europäischen Industrienationen wider. Es wird allgemein anerkannt, dass der Boden eine schützenswerte Ressource darstellt und der Flächenverbrauch durch die Wiedereingliederung von Brachflächen mittels Flächenrecycling vermindert werden muss. In den einzelnen europäischen Staaten existieren spezifische Herangehensweisen und nationale Strategien, die aus den unterschiedlichen Rahmenbedingungen resultieren. Im Ergebnis der Arbeiten der Netzwerkes CLARINET wurde festgestellt, dass insbesondere methodische Ansätze fehlen, die den ganzheitlichen und interdisziplinären Erfordernissen des Flächenrecyclings und des Flächenmanagements entsprechen. Die europäischen, nationalen und regionalen Strategien und Förderprogramme für das Flächenrecycling müssen besser aufeinander abgestimmt werden. Die Brachflächenreaktivierung als Bestandteil eines strategischen regionalen Flächenmanagement auf der Grundlage interdisziplinär nutzbarer und planerisch ausgerichteter Brachflächenkataster verzeichnet die größte Erfolge. Der Schlüssel zum effektiven, nachhaltigen Flächenrecycling und Flächenmanagement liegt in einer interdisziplinären Zusammenarbeit der Teilbereiche Politik, Recht, Planung, Wirtschaft und Umwelt [Grimski 2001].

Die Zusammenarbeit auf europäischer Ebene, der Austausch von Erfahrungen und die Identifizierung von zukünftigen Handlungsschwerpunkten (vgl. Tabelle 1) ist für das weitere fachliche und gesellschaftliche Zusammenwachsen der Europäischen Union und die Stärkung des Europäischen Wirtschafts- und Kulturlandschaftsraumes von maßgeblicher Bedeutung.

Tabelle1: Übersicht zu Aktivitäten auf europäischer Ebene

1996-1999, weitergeführt	NICOLE (Network for Industrially Contaminated Land in Europe) Plattform zum Austausch von Erfahrungen auf wissenschaftlicher und technischer Ebene in Zusammenhang mit Aspekten kontaminierter Industriestandorte
1998-2001	EU-Projekt CLARINET (Contaminated Land Rehabilitation Network for Environmental Technologies in Europe)
2002	Gründung des Verein European Land and Soil Alliance (ELSA) e.V.
10.05.2002	Europäische Kommission - Vorschlag zur Erarbeitung eines Konzeptes zur Bodenschutzstrategie der EU

2002	Start des Europäischen Kompetenznetzwerkes CABERNET (Concerted Action on B rownfield and E conomic R egeneration N etwork), Laufzeit bis 2004
01./02.04.2004	„ Bodenschutz – europäisch und lokal “ - Gemeinsame Fachtagung in Verbindung mit der 6. BVB-Jahrestagung
März 2004	ELSA e. V. eröffnet metaSoil - die Datenbank zum Bodenschutz
November 2004	Umweltbundesamt Berlin veröffentlicht Hintergrundpapier „Bodenschutz in der Europäischen Union voranbringen“
Oktober 2004	EUGRIS - Europäisches Internetportal für Wasser und Boden jetzt online
November 2004	Veröffentlichung neue Berichte zur Europäischen Bodenschutzstrategie
April 2005	CABERNET 2005 : The International Conference on Managing Urban Land

Bundesrepublik Deutschland

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich 1996 anlässlich der Weltausstellung Habitat II zum sparsamen Umgang mit der Ressource Boden verpflichtet. Es gilt den anhaltend hohen Flächenverbrauch von 93 ha/Tag auf 30 ha/Tag im Jahr 2020 zu verringern [Nachhaltigkeitsstrategie 2002, Fortschreibung 2004].

Da die Ressource Boden den verschiedensten gleichwertigen Nutzungsansprüchen gerecht werden muss, sind somit eine Vielzahl von Akteuren für die zu hohe Flächeninanspruchnahme verantwortlich und in die gesamtgesellschaftliche Aufgabe zur Verringerung des Flächenverbrauchs mit einzubeziehen.

Eine zusammenfassende Analyse der vorhandenen Instrumente und Handlungsmöglichkeiten zur Verringerung der Flächeninanspruchnahme zeigt, dass einige wenige Einzelmaßnahmen rechtlicher (Bodenschutzgesetz, Novelle Baugesetzbuch etc.) oder finanzieller Art (Stadtumbau Ost / West, Reduzierung der Entfernungspauschale) allein die angestrebte Trendwende im Flächenverbrauch voraussichtlich nicht bewirken können. Die erfolgversprechende Lösung liegt in einem **Policy-Mix** aus verschiedenen rechtlichen, planerischen, politischen und ökonomischen Instrumenten sowie handlungsorientierten Konzepten und Methoden, die in ihrer Gesamtheit die Verringerung der Flächeninanspruchnahme bewirken können.

Im Kontext dazu sind verschiedene Aktivitäten/Forschungsprojekte und Programme initiiert worden, von denen zwei näher vorgestellt werden:

Das **ExWoSt-Forschungsvorhaben „Fläche im Kreis“** im Auftrag des Bundesamtes für Bauwesen und Raumordnung und des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Wohnungswesen wird vom Deutschen Institut für Urbanistik (Difu) in Kooperation mit der Projektgruppe Stadt + Entwicklung, Leipzig, und der Sonderforschungsgruppe Institutionenanalyse (sofia), Darmstadt, durchgeführt [BBR ExWoST-Informationen Nr. 1 - 2004].

Ziel des Projekts ist es, im Rahmen von Planspielen Lösungsansätze zur Umsetzung der flächenpolitischen Ziele des Bundes in Form einer städtischen oder stadtreionalen Flächenkreislaufwirtschaft zu ermitteln.

Die zu entwickelnde Flächenkreislaufwirtschaft ist als Strategie zu verstehen, die die folgenden Strategieteile miteinander kombiniert:

- Systematische Erfassung bestehender sowie zu erwartender Flächenpotenziale,
- systematischer Abgleich von Potenzialen mit der aktuellen und zu erwartenden Nachfrage nach Flächen und Nutzungen,
- Steuerung von Quantitäten der räumlichen Planung durch übergeordnete Planungsebenen mittels verbindlicher Messgrößen,
- vertikale und horizontale Kooperation in den Kommunen, zwischen den Kommunen und innerhalb zu definierender Stadtregionen sowie zwischen den öffentlichen und privaten Akteuren zur Feinsteuerung von Quantitäten und Qualitäten der Flächennutzung und zur Standortfindung,
- finanzieller Lasten- und Nutzenausgleich innerhalb der Stadtregion.

Das **Rahmenprogramm „Forschung für die Nachhaltigkeit“** wurde im Juni 2004 vom Bundeskabinett verabschiedet. Es ist Auftrag der Bildung und Forschung die nötigen Veränderungen für eine nachhaltige ressourcenschonende Entwicklung von Wirtschaft und Gesellschaft zu initiieren und zu forcieren. Die im neuen Rahmenprogramm entwickelten Methoden und Umsetzungsstrategien sollen Möglichkeiten zur praktischen Umsetzung der hochgesteckten Ziele der Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung aufzeigen.

Thematische Schwerpunkte der künftigen vom BMBF geförderten Forschung für Nachhaltigkeit sind:

- gesellschaftliches Handeln für eine nachhaltige Entwicklung,
- Nachhaltigkeit in der Wirtschaft,
- Konzepte für eine nachhaltige Nutzung von Regionen und
- Konzepte für eine nachhaltige Nutzung von Ressourcen.

Im Mittelpunkt steht die Verknüpfung von Bildung und Forschung und die Umsetzung eines wirksamen Transfers der Erkenntnisse in breite Anwenderbereiche.

Im Internet können auf einer neu gestalteten Informations- und Kommunikationsplattform „Forschung für Nachhaltigkeit“ unter der Adresse [<http://www.fona.de>] aktuelle Informationen zum Forschungsschwerpunkt abgerufen werden.

3 Forschungsaktivitäten / -projekte der FH Nordhausen im Bereich Flächenrecycling / Flächenmanagement

Im Studiengang ‚Flächen- und Stoffrecycling‘ der FH Nordhausen, dem einzigen seiner Art in Deutschland, befasst sich der Bereich ‚Flächenrecycling/Geoengineering‘ mit den vielfältigen Folgen der Nutzung unseres Lebensraumes, von der Untersuchung bis zur Sanierung, von der Konzeption bis zum Management. Die Ausbildung umfasst sowohl eine technisch-naturwissenschaftliche als auch eine planerisch-gestalterische Komponente. Dabei werden sämtliche Abläufe und Prozesse im Lebenszyklus von Flächen von der Erschließung, Nutzung bis hin zur Sanierung/Wiederaufbereitung [Flächenrecycling] behandelt. Ein besonderer Schwerpunkt in der Lehre und Forschung liegt im Bereich Flächen–[Ressourcen]–Management. Innerhalb mehrerer Projekte wurden Erfahrungen bei der Erfassung und Bewertung von Brachflächenpotenzialen gesammelt, sowie Aufgaben, Defizite und Lösungsansätze im Flächenrecycling und -management analysiert.

National wurde auf Initiative der Fachhochschule Nordhausen 2001 das **Landesnetzwerk F3** [Flächenschutz, Flächenmanagement, Flächenrecycling] im Freistaat Thüringen gegründet. Ein Anliegen des Arbeitskreises ist die Zusammenführung der verschiedensten beim Flächenmanagement involvierten Ebenen und Akteure. Nicht zuletzt durch die Aktivitäten des Arbeitskreises F3 hat sich der Freistaat Thüringen der Thematik „Flächenhaushaltspolitik“ offensiv zugewandt und nimmt damit unter den Neuen Bundesländern eine beispielhafte Position ein.

Die Vielzahl von Forschungsprojekten und Modellvorhaben auf Bundesebene macht deutlich, dass Flächenmanagement im Bereich der Stadt- und Regionalentwicklung eine wichtige Rolle spielt. Die Forschungsansätze beziehen sich dabei hauptsächlich auf Methoden, Konzepte und Handlungsmaßnahmen im Rahmen der Stadt- und Regionalplanung, die Instrumente auf kommunale Baulücken- und Brachflächenkataster oder Datenbanksysteme. Die Zusammenstellung der Forschungsprojekte (vgl. Tabelle 2) zeigt den Handlungsbedarf nach einer Vernetzung und Optimierung der bisherig erarbeiteten Ergebnisse im Rahmen des **intelligenten Flächenmanagements** und die Entwicklung praxisorientierter Werkzeuge für die Raum/Regionalentwicklung, um das Ziel der nachhaltigen Flächenentwicklung zu erreichen.

Tabelle 2: Übersicht der Forschungsprojekte der FH Nordhausen im Bereich ‚Flächenrecycling / Flächenmanagement von 2002 bis 2006

Titel	Integrierte und großräumige Erhebung des Brachflächenbestandes in Thüringen
Auftraggeber	Thüringer Staatskanzlei
Laufzeit	09/2002 – 12/2002
Kurzprofil	Kurzfristige Aufarbeitung der Problemlage ‚Brachflächen / Flächenrecycling‘ im Freistaat Thüringen als Zuarbeit für den Landesentwicklungsplan 2003: <ul style="list-style-type: none"> ▪ Untersuchung von 3 ausgewählten Modellräumen in Thüringen und Erhebung des jeweils vorhandenen Brachflächenbestandes

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hochrechnung des Brachflächenbestandes im Freistaat Thüringen ▪ Analyse von Aufgaben, Defiziten und Lösungsansätzen ▪ Identifizierung von Handlungsfeldern und Akteuren ▪ Entwicklung einer Datenbank zur geplanten vollständigen Erfassung von Brachflächen in Thüringen ▪ http://www.fh-nordhausen.de/forschung/f_projekte.html oder http://www.brachflaeche.de
Titel	Landesweite Erfassung der Brachflächen in Thüringen mittels ABM/SAM
Auftraggeber	Landkreise und kreisfreie Städte, Koordination durch die LEG
Laufzeit	12/2003 – 05/2005
Kurzprofil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Der Freistaat Thüringen startete als erstes Bundesland in Deutschland, eine landesweite Erfassung der [Brach]Flächenressourcen. ▪ Die übergeordnete Koordination oblag der LEG Thüringen mbH („Clearingstelle“). ▪ Die Erfassung erfolgte unter anderem auf Grundlage der von der Fachhochschule Nordhausen entwickelten Erfassungs-Software (MS Access-Datenbank).
Titel	Entwicklung eines offenen Geodateninformationssystems zur Planung und Standortklassifizierung im Flächenmanagement
Auftraggeber	Bundesministerium für Bildung und Forschung (aFuE-Projekt 1708802)
Laufzeit	November 2002 – Juni 2004
Kurzprofil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Datenrecherche und Analyse heterogener, geowissenschaftlicher Datenbestände (Geo- und Geofachdaten) in Thüringen ▪ Entwicklung der Struktur der Flächen-Ressourcen-Datenbank (ResDbase[®]) ▪ Erarbeitung und Umsetzung der Datenmigrationskonzepte ▪ Entwicklung eines Bewertungsschemas und programmtechnische Umsetzung im Flächenmanagement-Tool ▪ Anwendung und Test am Modellstandort ‚Stadt Nordhausen‘ ▪ http://www.fh-nordhausen.de/forschung/f_projekte.html
Titel	Flächenrecycling in suburbanen Räumen - Expertise „Fallstudien zum Flächenrecycling in suburbanen Räumen (Ost), insbesondere zum Renaturierungspotenzial und zu Finanzierungsmodellen“ aus dem Programm Aufbau Ost
Auftraggeber	Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
Laufzeit	01.07.2004 – 30.11.2004
Kurzprofil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektrecherche: Erfassung und Typisierungen bisheriger Flächenrecyclingprojekte in Suburbia ▪ Berücksichtigung unterschiedlicher Brachflächentypen (Industrie-, Gewerbeflächen, (großflächiger) Einzelhandel, Wohnbaubrachen etc.) ▪ Dokumentation Illustrierter Good-Practice-Beispiele, insbesondere zum Renaturierungspotential und zu Finanzierungsmodellen ▪ Berücksichtigung eines ausgewogenen regionalen Proporztes aus den fünf neuen Bundesländern und regionalen Gebietstypen ▪ Darstellung von Gestaltungsaspekten ▪ Initiierung eines Expertendialogs zur Kontrolle der Analyseergebnisse ▪ Ableitung übergeordneter Strategie- und Handlungsempfehlungen für

	<p>den weiteren Umgang mit der Thematik</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ http://www.fh-nordhausen.de/forschung/f_projekte.html
--	---

Titel	Kommunaler Leitfaden für ein intelligentes Brachflächenmanagement
Auftraggeber	Landkreis Nordhausen
Laufzeit	01.07.2004 – 30.09.2004
Kurzprofil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erstellung eines Leitfadens / einer Arbeitshilfe für Kommunen ▪ Erarbeitung von Orientierungshilfen (Handlungsempfehlungen) für das Vorgehen nach der Erhebung des Brachflächenbestandes ▪ Darstellung und Bedeutung der Brachflächenproblematik ▪ Schaffung von Handlungsempfehlungen ▪ Recherche von Fördermöglichkeiten und –programmen ▪ zusammenfassende Darstellung der Fördermöglichkeiten ▪ "Best practice" Beispiele zur Veranschaulichung ▪ http://www.fh-nordhausen.de/forschung/f_projekte.html
Titel	Entwicklung eines Bodenbewertungs-Tools zur Optimierung der Bauleitplanung
Auftraggeber	Thüringer Kultusministerium
Laufzeit	01.04.2005 – 31.12.2005
Kurzprofil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenführung heterogener Datenbestände (Geobasis- und Geofachdaten) in einem Geoinformationssystem ▪ Erarbeitung einer Methodik zur Bodenbewertung /-schutz in Kooperation mit der TLUG Weimar, Referat Bodenkunde / Bodenschutz ▪ EDV-Umsetzung in ein Bodenbewertungs-Tool ▪ Prüfung der Anwendbarkeit am Beispiel der Stadt/Gemeinde Ellrich zur Optimierung der Bauleitplanung auf kommunaler Ebene
Titel	Fachliche Koordination und wissenschaftliche Begleitung der Planspielakteure im Rahmen des ExWoSt-Forschungsvorhaben „Fläche im Kreis“ in der Planspielregion ‚Nordthüringen‘
Auftraggeber	Regionale Planungsgemeinschaft Nordthüringen
Laufzeit	Dezember 2004 – Juni 2006
Kurzprofil	<ul style="list-style-type: none"> ▪ In geschlossenen Workshops werden Planspiel-Varianten durchgeführt, die im Ergebnis Lösungsansätze zur Umsetzung der flächenpolitischen Ziele des Bundes in Form einer städtischen oder stadtreionalen Flächenkreislaufwirtschaft liefern sollen. ▪ Aufgabe der FHN ist die fachliche Vorbereitung und Koordination der geplanten Workshops in der Planspielregion Nordhausen sowie die Bündelung der Aktivitäten und Beiträge der Akteure zum Projekt in der Region. ▪ Als Akteur in der Planspielregion ist die FHN direkt an der Analyse, Bewertung und Entwicklung neuer Instrumente/Ansätze zur Umset-

	zung einer regionalen Flächenkreislaufwirtschaft beteiligt.
--	---

4 Schlussfolgerungen

Seit 2000 hat sich die Flächeninanspruchnahme von 129 ha/Tag auf 93 ha/Tag im Jahr 2003 verringert. Dieser Trend weist in die richtige Richtung, hängt aber stark von der derzeit stagnierenden Wirtschaftsentwicklung und der EU-Ost-Erweiterung ab. Bei einer steigenden Konjunktur könnte sich dieser Trend aber auch wieder umkehren und die Flächeninanspruchnahme schnell ansteigen.

Für die nachhaltige Entwicklung und zur Umsetzung der Zielvorgabe ‚Verringerung der Flächeninanspruchnahme auf 30 ha/Tag im Jahr 2020‘ müssen geeignete Handlungsstrategien und Instrumente entwickelt werden. Dazu gehören u.a.:

- ein nachhaltiges kommunales und regionales Flächenressourcen-Management durch den gezielten Einsatz bestehender rechtlicher und planerische Instrumente (u.a. des 2004 novellierten BauGB, NatSchG, BBodSchG, ROG etc.)
- verstärkter Einsatz von Erfassungs- und Monitoringsystemen zur Raum- und Flächenbeobachtung als Grundlage für das kommunale und regionale Flächenmanagement
- Überprüfung und Anpassung der finanz-, steuer- und förderpolitischen Bedingungen (z.B. Förderung des Bauens im Bestand und von Sanierungen im Altbaubestand, Neuregelung der Eigenheimzulage, Reduzierung der Entfernungspauschale etc.)
- Revitalisierung von industriellen und gewerblichen, landwirtschaftlichen und militärischen Brachflächen durch Flächenrecycling
- Nachverdichtung von Siedlungsgebieten sowie flächensparendes Bauen
- Einschränkung von Entwicklungen auf der ‚Grünen Wiese‘
- Stabilisierung der Finanzsituation in den Kommunen, kommunale Finanzreform
- Schaffung von Anreizsystemen mit Belohnungen für sparsamen Umgang mit Grund und Boden
- stärkere Verknüpfung von ökonomischen und planerischen Herangehensweisen
- Stärkung der regionalen Ebene, Einführung handelbarer Flächenausweisungsrechte als Ergänzung zum bestehenden Planungsrecht
- Verstärkung der öffentlichen Sensibilisierung und Bewusstseinsbildung hinsichtlich einer nachhaltigen Flächen- und Bodennutzung.

Hauptziel eines **aktiven und intelligenten Flächenressourcen-Managements** ist die Steuerung einer nachhaltigen, ressourcenschonenden Flächeninanspruchnahme und Flächenentwicklung zur Senkung des Flächenverbrauchs und Verbesserung der ökologi-

schen, sozialen und wirtschaftlichen Attraktivität der urbanen als auch suburbanen und ländlichen Räume. Die nicht erneuerbare Ressource Boden soll möglichst nachhaltig genutzt werden. Instrumente sind u. a. die Ermittlung und Bewertung von Flächennutzungspotentialen, die Wiederverwertung ungenutzter Flächen durch Flächenrecycling, eine Bestandsentwicklung im Sinne einer Flächenkreislaufwirtschaft und nachhaltigen Flächenhaushaltspolitik sowie die Anwendung EDV-gestützter Werkzeuge auf regionaler und kommunaler Ebene, die geeignet sind, die Komplexität interdisziplinärer Informationen/Daten über Flächenressourcen für ein intelligentes Flächenmanagement zu verarbeiten, zu systematisieren und zu bewerten.

5 Literatur

BUNDESAMT FÜR BAUWESEN UND RAUMORDNUNG (HRSG.,2004): ExWoSt-Informationen „Fläche im Kreis – Kreislaufwirtschaft in der Flächennutzung“- Heft Nr. 1 – 05/2004.

DIE BUNDESREGIERUNG (2002): Perspektiven für Deutschland: Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.- > [URL:http://www.bundesregierung.de/Politikthemen/Nachhaltige-Entwicklung-,11409/Die-Nachhaltigkeitsstrategie-d.htm](http://www.bundesregierung.de/Politikthemen/Nachhaltige-Entwicklung-,11409/Die-Nachhaltigkeitsstrategie-d.htm)< Rev. 18-05-2005

DIE BUNDESREGIERUNG (2004): Fortschrittsbericht. Perspektiven für Deutschland: Unsere Strategie für eine nachhaltige Entwicklung.- > [URL:http://www.bundesregierung.de/Politikthemen/Nachhaltige-Entwicklung-,11419/Fortschrittsbericht-2004.htm](http://www.bundesregierung.de/Politikthemen/Nachhaltige-Entwicklung-,11419/Fortschrittsbericht-2004.htm)< Rev. 18-05-2005

EUROPÄISCHE UMWELTAGENTUR (EUA, 2002): Auf dem Boden der Tatsachen: Bodendegradation und nachhaltige Entwicklung in Europa - Eine Herausforderung für das 21. Jahrhundert.- Kopenhagen: Umweltthemen-Serie, No.16: Seite 6.
>URL:http://reports.de.eea.eu.int/Environmental_issue_series_16/de/index_html_local<
Rev. 18-05-2005

GRIMSKI, D. (2001): Flächenrecycling – Bestandsaufnahme und Forschungsbedarf in Europa.- Altlasten Spektrum, Heft 5: S. 244 – 254.

Bodenschutz im Regionalplan/Landschaftsrahmenplan Südwestsachsen

Hinrichs, Ute; Lange, Ute *

Regierungspräsidium Chemnitz, Umweltfachbereich Plauen, Sachgebiet Bodenschutz
bzw. * Regionale Planungsstelle Südwestsachsen
Bahnhofsstraße 46 – 48, 08523 Plauen
e-mail: ute.hinrichs@rpc.sachsen.de

Zusammenfassung:

Für die derzeit in Überarbeitung befindliche Fassung des Regionalplanes Südwestsachsen sind bodenschutzfachliche Grundlagen zu erarbeiten, um nachvollziehbare Begründungen insbesondere für einen nachhaltigen und wirksamen Flächenschutz zu erreichen.

Böden, die aus Sicht des Bodenschutzes besondere Schutzansprüche aufweisen auf Grund der hochwertigen Ausprägung von Bodenfunktionen und z. B. bezüglich ihrer Seltenheit oder ihrer Gefährdung durch Bodenerosion, werden im Regionalplan ausgewiesen.

1 Einleitung

Mit der Novellierung des Landesentwicklungsplanes Sachsen wurde erstmals dem Schutzgut Boden ein eigenständiges Kapitel zugestanden. Bis Ende 2006 sind die Regionalpläne einschließlich der darin integrierten Landschaftsrahmenpläne entsprechend der Ziele und Grundsätze des LEP zu überarbeiten.

Zuständig für die Überarbeitung sind die fünf in Sachsen bestehenden Regionalen Planungsstellen. Hinsichtlich der Ausweisung bodenschutzfachlicher Grundlagen und Entwicklungsziele im Regionalplan arbeitet die Regionale Planungsstelle Südwestsachsen mit dem Regierungspräsidium Chemnitz, Umweltfachbereich Plauen, Sachgebiet Bodenschutz eng zusammen.

Der Zuständigkeitsbereich sowohl der Regionalen Planungsstelle Südwestsachsen als auch des Umweltfachbereiches Plauen umfasst die Kreise Zwickauer Land, Aue-Schwarzenberg und Vogtland sowie die kreisfreien Städte Plauen und Zwickau.

Der Vortrag soll einen Einblick in die derzeit laufenden Arbeiten zur Integration des Bodenschutzes in den zu novellierenden Regionalplan Südwestsachsen bieten.

2 Grundlagen

Auf der Grundlage der §§ 7 bis 10 ROG ist als landesweiter Raumordnungsplan der Landesentwicklungsplan Sachsen (LEP) zu nennen, der in seiner derzeit gültigen Form am 01.01.2004 in Kraft trat. Entsprechend § 24 Abs. 3 Satz 2 SächsLPIG wird eine Anpassung

der Regionalpläne an den LEP in einem Zeitraum von 3 Jahren verlangt. Die Regionalpläne dienen der sachlichen und insbesondere auch räumlichen Konkretisierung der im LEP zwangsläufig nur sehr abstrakt dargestellten Ziele und Grundsätze der Raumordnung.

Die Integration der bodenschutzfachlichen Erfordernisse basiert auf § 6 BNatSchG sowie § 5 SächsNatSchG. Der Landschaftsrahmenplan als Naturschutzfachplanung muss die nachhaltige Sicherung der Leistungsfähigkeit des Naturhaushaltes umfassen. Als maßgeblicher Teil des Naturhaushaltes ist das Schutzgut Boden und somit auch die unter § 2 Abs. 2 Nr.1 BBodSchG definierten natürlichen Bodenfunktionen im Landschaftsrahmenplan zu thematisieren und diesbezügliche Grundlagen und Planungsziele benennen.

Des Weiteren ist gemäß Naturschutzrecht auch das Ziel der Sicherung von Vielfalt, Eigenart und Schönheit der natürlichen Lebensgrundlagen zu gewährleisten, so dass auch die Erhaltung seltener oder aus landschaftsgeschichtlicher Sicht bedeutsamer Böden (Archivfunktion gemäß § 2 Abs. 2 Nr.2 BBodSchG) in den Landschaftsrahmenplan zu integrieren ist.

Da der Landschaftsrahmenplan in Sachsen als Teil des jeweiligen Regionalplanes aufgestellt wird, können somit insbesondere vorsorgeorientierte Ziele und Grundsätze bezüglich des Schutzgutes Bodens unmittelbar in den Regionalplan integriert werden.

Als Datengrundlagen für die kartografische Ausweisung der natürlichen Bodenfunktionen wird in erster Linie die Bodenübersichtskarte im M. 1 : 200.000 (BÜK200) sowie untergeordnet die Konzeptbodenkarte im Maßstab 1 : 25.000 (BK_{konz}) genutzt. Die Attributierung der einzelnen Legendeneinheiten in bodenfunktionsrelevante Klassen (z. B. Bodenfruchtbarkeit, Basensättigung, Wasserspeichervermögen) erfolgte durch das Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG). Darüber hinaus ist je nach Fragestellung auch eine Verschneidung mit den Daten der Hydrogeologischen Übersichtskarte (HUEK200), des Digitalen Geländemodells (ATKIS-DGM, 20m Raster), mit Nutzungsdaten sowie mit punktuellen Schadstoffuntersuchungen notwendig.

3 Bodenschutzfachliche Ansprüche an den Regionalplan/Landschaftsrahmenplan

Wie bereits dargestellt, soll der Regionalplan der konkretisierten Umsetzung der Ziele und Grundsätze des LEP dienen. Nachfolgend sind die maßgeblichen für den Bodenschutz zu nennenden Ziele (Z) und Grundsätze (G) aus dem Kapitel 4.4 „Bodenschutz und Altlasten“ und dem Kapitel 9 „Land-, Forst- und Fischereiwirtschaft“ des geltenden LEP in Kurzform aufgeführt.

- G 4.4.1 Sicherung und Wiederherstellung der natürlichen Bodenfunktionen - schonende und sparsame Inanspruchnahme von Böden
- G 4.4.2 Leistungsfähigkeit und Empfindlichkeit der Böden ist bei der Nutzung zu berücksichtigen
- G 4.4.3 Rückbau und Rekultivierung zukünftig nicht mehr genutzter baulicher Anlagen – Sanierung von schädlichen Bodenveränderungen und Altlasten mit dem Ziel einer zügigen Wiedernutzbarmachung
- Z 4.4.4 Ausweisung von Böden besonderer Funktionalität im Regionalplan unter Berücksichtigung der Kriterien Naturnähe, Archivfunktion, Speicherfunktion, Filterfunktion, Biotopentwicklungsfunktion.

- Z 4.4.5 Ausweisung besonders sanierungsbedürftiger Bereiche im Regionalplan
Z 9.1 Ausweisung regional bedeutsamer Flächen für die Landwirtschaft

Im LEP ist bereits eine kartografische Darstellung der Gebiete mit speziellem Bodenschutzbedarf (Karte 8) enthalten. In ihr werden die Gebiete mit besonderer hoher landwirtschaftlicher Bedeutung (Bodenwertzahlen 51 – 70 und > 70), die Gebiete mit mittlerer bis hoher Erosionsgefährdung durch Wasser sowie die Gebiete mit Anhaltspunkten für schädliche stoffliche Bodenveränderungen dargestellt, die es im Rahmen der Novellierung des Regionalplanes zu integrieren, evtl. auch zu spezifizieren gilt. Demzufolge sind die hauptsächlich durch das LfUG zur Verfügung gestellten Datengrundlagen einer weitergehenden Bearbeitung unter Berücksichtigung der regionalen Gegebenheiten zu unterziehen.

Insbesondere die bodenschutzfachlichen Ziele Z 4.4.4, Z 4.4.5 sowie Z 9.1 des LEP stellen einen bedeutenden aber auch notwendigen planerischen Aufwand dar.

4 Kartografische Ausweisung der Böden mit besonderer Funktionalität

Böden mit besonders hochwertiger natürlicher Funktionalität als Speicher, Filter und Puffer sowie als Bestandteil des Wasser- und Nährstoffkreislaufes sind insbesondere durch hohe Wertstufen der Parameter Basensättigung und Wasserspeichervermögen gekennzeichnet. Derzeit wird geprüft, ob auch eine Ausweisung und Unterschutzstellung der Böden erfolgen sollte, die im regionalen Maßstab ein besonders hohes Wasserspeichervermögen (> 200 mm / > 250 mm) aufweisen oder sich durch eine besonders hohe Basensättigung auszeichnen. Allerdings ist aus fachlicher Sicht als diesbezüglich vorhandene Multifunktionalität die natürliche Bodenfruchtbarkeit anzusehen.

Die Sicherung der Böden, die im regionalen Maßstab eine hochwertige natürliche Bodenfruchtbarkeit besitzen und damit auch als leistungsfähig bezüglich der landwirtschaftlichen Nutzbarkeit einzuordnen sind, erfolgt im Regionalplan als Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft. Durch das LfUG wurden hierfür aktualisierte fachliche Grundlagen zur Verfügung gestellt. Auf der Grundlage der BÜK200 wurden Wertstufen der natürlichen Bodenfruchtbarkeit durch eine Beurteilung der nutzbaren Feldkapazität, der Basensättigung, des Humusvorrates sowie einer zusätzlichen Einbeziehung der Grund- und Stauwasserbeeinflussung abgeleitet.

In Südwestsachsen sind kleinräumig nur im Gebiet um Crimmitschau Böden (überwiegend als Parabraunerden über Lösslehm) entwickelt, die Bodenzahlen der Bodenschätzung über 50 aufweisen. Als regional bedeutsam sind somit z. B. auch Braunerden und Pseudogleye im Gebiet des Vogtlandes und des Erzgebirgsvorlandes mit Ackerzahlen oder Grünlandzahlen größer 35 hervorzuheben und als Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft auszuweisen. Im geltenden Regionalplan umfasst die diesbezügliche Ausweisung nur Flächen unterhalb 500 m NN, die maßgeblich auf der „Mittelmaßstäbigen Landwirtschaftlichen Standortkartierung“ basieren und in Abstimmung mit den Ämtern für Landwirtschaft ermittelt wurden. Es wird derzeit geprüft, inwieweit auf der Grundlage der aktuell vorhandenen Daten einzelfallbezogene Änderungen der ausgewiesenen Vorbehaltsgebiete für die Landwirtschaft sinnvoll und notwendig sind.

Der LEP sieht vor, Archivböden, besonders naturnahe oder besonders seltene Böden im Regionalplan zu berücksichtigen und gegebenenfalls als Vorrang-/Vorbehaltsgebiete Natur und Landschaft auszuweisen. Das Vorkommen besonders schützenswerter Archivböden mit kulturhistorischer Bedeutung ist in Südwestsachsen nicht bekannt. Um eine Annäherung an die auszuweisenden bedingt naturnahen und damit in der Regel auch seltenen Böden zu ermöglichen, wurden die Daten der BKkonz ausgewertet, da die Datengrundlage der BÜK200 diesbezüglich ungeeignet ist. Die Bodenentwicklung der dabei zu berücksichtigen Böden, wie z. B. der Moore, der Humus skelettböden oder der Humusgleye, ist durch extreme Standortbedingungen geprägt, so dass häufig auch die jetzige Nutzbarkeit eingeschränkt und eine noch weitestgehend vorhandene Naturnähe möglich und zu erwarten ist. Es kann festgestellt werden, dass der überwiegende Flächenanteil der so ermittelten Bodenformen bereits im bestehenden Regionalplan in den Bereichen der ausgewiesenen Vorrang-/Vorbehaltsgebiete Natur und Landschaft liegt. Betroffen sind dabei maßgeblich Flächen, die derzeit forstwirtschaftlich genutzt werden. Zumindest stichprobenhaft bleibt sowohl der tatsächlich vorhandene Natürlichkeitsgrad dieser Böden als auch ihre Verbreitung zu überprüfen.

Eine Beurteilung des Biotopentwicklungspotentials erfolgte durch die Regionale Planungsstelle in Zusammenarbeit mit dem zuständigen Naturschutzfachreferat des Regierungspräsidiums Chemnitz primär nach naturschutzfachlichen Kriterien auch unter Berücksichtigung von Standortbedingungen. Eine darüber hinaus gehende fachliche Bearbeitung durch den „Bodenschutz“ kann deshalb vorerst unterbleiben.

5 Kartografische Ausweisung der Böden mit Anhaltspunkten für schädliche stoffliche Bodenveränderungen

Für die Region Südwestsachsen sind bereits im LEP Flächen mit Anhaltspunkten für schädliche stoffliche Bodenveränderungen ausgewiesen. Betroffen hiervon ist insbesondere der Raum Schneeberg-Schwarzenberg-Johanngeorgenstadt auf Grund der jahrzehntelangen bergbaulichen Abbauaktivitäten (überwiegend polymetallische Vererzungen). Dieser Raum zeichnet sich insbesondere durch erhöhte Arsengehalte sowie teilweise durch erhöhte Blei- und/oder Nickelgehalte aus, die durch die geologisch bedingten Hintergrundgehalte aber auch durch die anthropogen verursachte Verteilung über den Luftpfad sowie über Fließgewässer im Zuge des Hüttenwesens zu begründen sind. Eine Übernahme in den Regionalplan ist vorgesehen.

Zusätzlich wird derzeit geprüft, ob auch eine Ausweisung der Flächen mit Böden, die eine Entwicklung über basischen Magmatiten (überwiegend Diabase und Diabastuffe) aufweisen, angezeigt ist. Diese Böden treten maßgeblich im Raum Plauen auf und zeichnen sich in der Regel durch erhöhte Kupfer-, Chrom- und Nickelgehalte aus.

Im Rahmen der geochemischen Erkundung der Gesteine (keine Böden) Sachsens ermittelte das LfUG in basischen Magmatiten des Westerzgebirges und des Vogtlandes (sächsischer Anteil) Elementgehalte, die unter Berücksichtigung eines Umrechnungsfaktors (Totalgehalt aus dem Flusssäure-Aufschluss (HF-Aufschluss) bzw. der Röntgenfluoreszenzanalyse (RFA) in den nach BBodSchV beurteilungsrelevanten Gehalt im Königswasserauszug) dar-

auf schließen lassen, dass Böden über Diabasen und Diabastuff geogen bedingt erhöhte Hintergrundgehalte aufweisen. Diese Annahme wird durch die Datenerhebung und –recherche des LfUG, die im Vorfeld der Erstellung des Bodenatlas Sachsen, Teil 3 durchgeführt wurde, bestätigt.

Die nachgewiesenen Konzentrationen liegen insbesondere bezüglich Nickel fast durchgängig über den Vorsorgewerten, oft auch über den Prüfwerten des Anhangs 2 der BBodSchV insbesondere bei sensibler (Kinderspielflächen) aber auch bei weniger anspruchsvoller Nutzung.

Es ist davon auszugehen, dass ein überwiegender Anteil des Nickels in den Mineralen der basischen Magmatite silikatisch fest gebunden vorliegt. Auf der Grundlage des in der Literatur angegebenen chemischen Verhalten von Nickel ist in der Regel nur eine geringe Löslichkeit und darüber hinaus zum derzeitigen Kenntnisstand auch nur eine geringe öko- oder humantoxikologische Relevanz bei oraler Aufnahme des Nickels zu erwarten. Die Untersuchungen zur Pflanzenverfügbarkeit des Nickels belegen eine nur vereinzelt nachgewiesene Überschreitung des relevanten Prüfwertes nach BBodSchV bei ackerbaulicher Nutzung (NH₄NO₃-Extrakt – 1500 µg/kg). Allerdings basiert diese Aussage nur auf einem eingeschränkten Untersuchungsumfang. Unter Wald kann bei saurer Bodenreaktion (pH-Wert < 6) grundsätzlich eine erhöhte Mobilität des Nickels angenommen werden.

Es wird eine Ausweisung der durch Diabase und Diabastuffe dominierten Gebiete um Plauen für sinnvoll erachtet, um insbesondere bei Fragen des vorsorgenden Bodenschutzes eine Informationsquelle anzubieten.

6 Kartografische Ausweisung der Böden mit besonderen Schutzansprüchen

Für die Ausweisung von Schwerpunktgebieten, die einer erhöhten Erosionsgefährdung durch Wasser unterliegen, wurden durch das LfUG Hangneigungs- und Bodenartendaten (BÜK 200) verknüpft und zu einer Erosionsgefährdungskarte verschnitten. Auf diese Weise sind sowohl Flächen ab ca. 18 % Neigung unabhängig von der Bodenart sowie Flächen ab ca. 3,5 % Neigung in Abhängigkeit von der Bodenart mit einer potentiell großen Erosionsgefährdung auszuweisen. Anschließend erfolgt eine Überlagerung mit den Landnutzungsdaten bezüglich der Waldflächen, da diese für den Planungshorizont eines Regionalplanes stabil angesehen werden bzw. eher zunehmen (Waldmehrungsprogramm). Integriert in diese Schwerpunktgebiete sind die Flächen unter landwirtschaftlicher Nutzung, die eine besonders schwere Schädigung durch Wassererosion erwarten lassen, da hier die Böden nur eine geringmächtige Feinbodenaufgabe besitzen und mit der zu erwartenden Erosion auch eine sehr starke Verminderung der nutzbaren Feldkapazität im Wurzelraum einhergehen wird.

Die Ausweisung der Schwerpunktgebiete „Erosionsschutz“ soll im neuen Regionalplan nur als Übersichtsdarstellung erfolgen, um den unterschiedlich eingeflossenen Datengrundlagen und der Maßstabebene des Regionalplanes Rechnung zu tragen.

6 Schlussfolgerungen

Ein nachhaltiger und wirksamer Flächenschutz bezüglich des Schutzgutes Boden kann auf der Ebene des Regionalplanes durch die integrierte Ausweisung in der Plankategorie „Regi-

onaler Grünzug“, in der Plankategorie Vorrang- und Vorbehaltsgebiete „Landwirtschaft“ bzw. „Natur und Landschaft“ sowie durch ergänzende spezifische Ausweisungen in der Plankategorie „Bereiche der Landschaft mit besonderen Nutzungsanforderungen“ erfolgen.

7 Literatur

ANONYM (1999): Bekanntmachung über Methoden und Maßstäbe, die für die Ableitung der Prüf- und Maßnahmenwerte nach der Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV); Bundesanzeiger, 51, Nr. 161 a.

LITZ, WILCKE, WILKE – Hrsg (2004): Bodengefährdende Stoffe, ecomed Verlagsgesellschaft, 1. Auflage

REGIONALER PLANUNGSVERBAND SÜDWESTSACHSEN (2002): Regionalplan Südwestsachsen, in Kraft getreten am 27.12.2002

SÄCHSISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (1999): Die Landwirtschaftlichen Vergleichsgebiete im Freistaat Sachsen.

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (1999): Bodenatlas des Freistaates Sachsen Teil 3 - Bodenmessprogramm, Bodenmessnetz Raster 4 x 4 km

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2004): [Instrument zur Beschreibung und Bewertung der natürlichen Bodenfunktionen](#)

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2004): Entwurf des Fachbeitrages des Naturschutzes und der Landschaftspflege zum Landschaftsprogramm des Freistaates Sachsen, Teil 1: Grundlagen und textliche Zielsetzungen

SÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR UMWELT UND GEOLOGIE (2001): Leitfaden Bodenschutz bei Planungs- und Genehmigungsverfahren – Materialien zum Bodenschutz

SÄCHSISCHES STAATSMINISTERIUM DES INNERN (2003): Landesentwicklungsplan Sachsen, in Kraft getreten am 01.01.2004

Zeitliche und räumliche Entwicklung komplexer Schwermetallbelastungen und deren Auswirkungen auf die Lösung von Nutzungskonflikten

Roselt, K.

JENA-GEOS®-Ingenieurbüro GmbH, Saalbahnhofstraße 25c, 07743 Jena

e-mail: roselt@jena-geos.de

1 Einleitung

In zunehmenden Maße stoßen Behörden, Kommunen und Planer bei dem Versuch, Nutzungskonflikte in Regionen anthropogen beeinflusster Naturraumpotenziale zu lösen, an die Grenzen herkömmlicher Planungs- und Bewertungsinstrumente, da diese zumeist auf Einzelvorhaben ausgerichtet sind und nicht die Komplexität sich gegenseitig beeinflussender Prozesse und Bedingungen berücksichtigen. Mit dieser praktizierten Verfahrensweise wurden bislang nur Teillösungen gefunden oder gar neue Nutzungskonflikte hervorgerufen bzw. bestehende aufgeschoben.

Großflächige, komplexe Kontaminationen sowohl in Stadtgebieten als auch in konfliktbehafteten Industrielandschaften (*„brownfields“*) mit mehreren Eignern, Schadensverursachern oder Betroffenen führen so oft zu Hemmnissen bei gewerblichen Investitionen, aber auch zu grundsätzlichen Konflikten bei der mittel- und großräumigen Planung kommunaler städtebaulicher Vorhaben. Ergebnis ist das extensive Bauen auf der *„grünen Wiese“*.

Aufgrund der Diversität der Einflussfaktoren, die bei Standortentwicklungen und dem Flächenrecycling von rechtlichen, wirtschaftlichen und technisch-naturwissenschaftlichen Kriterien gleichermaßen bestimmt werden, sind fach- und ressortübergreifende Lösungen erforderlich. Dazu bedarf es inter- bzw. transdisziplinärer Denk- und Arbeitsweisen. Der im Vortrag vorgestellte Ansatz, die naturwissenschaftlichen Erkenntnisse zu den Kontaminationstypen mit aktuellen und beabsichtigten Nutzungen nicht nur zu verknüpfen, sondern auch Konfliktlösungen zu optimieren, soll zur effektiven Bewältigung der aufgezeigten komplexen Problematik beitragen.

2 Kontaminationstypen

Die Genese von Bodenkontaminationen durch Schwermetalle hat einen entscheidenden Einfluss auf die Gefahrenbeurteilung und Lösung von damit in Verbindung stehenden Konflikten im Rahmen gegenwärtiger und zukünftiger Nutzungen der beeinträchtigten Areale.

Es werden in diesem Vortrag Kontaminationstypen unterschieden, deren Schadstoffe über standortspezifischen Direkteintrag, den Luftweg oder die Vorfluter in den Boden gelangten, wie auch durch Ablagerung von Industrieabfällen (*Altablagerungen*) bzw. gezielte Aufbringung schadstoffbehafteter Substanzen auf Bodenareale entstanden sind. Die von der Emissionsquelle ausgehende Ausbreitung der Schadstoffe wird im Wesentlichen von geologisch-strukturellen, pedologischen, hydrologischen, hydrodynamischen und meteorologischen Faktoren kontrolliert.

Diese verschiedenen Arten der Emissionen und die die Schadstoffausbreitung kontrollierenden Faktoren generieren unterschiedliche Typen von Kontaminationen hinsichtlich des 3-dimensionalen Verteilungsmusters der Schadstoffe im Boden. Es wurden typbezogene Wirkpfade abgeleitet, die ggf. weitere Schutzgüter schädigend beeinflussen. Eine Beurteilung der Umweltgefährdung muss deshalb sehr differenziert - typenweise - erfolgen. Komplizierte Situationen entstehen bei räumlicher Überlagerung mehrerer Kontaminationstypen. Solche standortspezifischen Mischtypen werden hier als *komplexe Schwermetallbelastungen* bezeichnet.

In ihrer lateralen Verbreitung gehen hinsichtlich ihrer Schadstoffkonzentrationen Kontaminationstypen wie z.B. der über den Luftweg generierte mit zunehmender Entfernung von der Emissionsquelle allmählich zu den geogenen Hintergrundkonzentrationen über. Andere - wie beispielsweise der durch Überflutungen entstandene Kontaminationstyp - sind gegenüber benachbarten Typen oder kontaminationsfreien Arealen aufgrund der die Ausbreitung limitierenden Faktoren scharf abgrenzbar.

Innerhalb einer relativ großen Zeitspanne zwischen ersten Erhebungen zum Ausmaß der Bodenkontaminationen und der Durchführung von Sanierungsmaßnahmen (am exemplarischen Standort 15 Jahre) sind auch bei Schwermetallen zeitliche und räumliche Veränderungen des Kontaminationsstatus im Boden feststellbar. Bei einer Verwendung aller im Untersuchungszeitraum erhobenen Analysedaten für eine räumliche Auswertung der Konzentrationsverteilung im Boden ist daher die Aktualität von Analysen zu hinterfragen.

Die Betrachtungen am exemplarischen Standort zeigen, dass von den Kontaminationstypen einzelne Bodenfunktionen unterschiedlich beeinträchtigt sind. Beispielsweise wurde aufgrund des massiven SM-Eintrages am Altstandort das Rückhaltevermögen des Bodens (Funktion 1c) überfordert, so dass sich eine Schadstofffahne im Grundwasser ausbilden konnte. Auf den Überflutungsarealen wurden aufgrund der massiven Stoffeinträge die Lebensraum- und die Haushaltsfunktion (1a und 1b) derart beeinträchtigt, dass Pflanzen in erheblichem Maße Cd aufgenommen haben.

3 Die Lösung von Nutzungskonflikten aufgrund flächenhafter Bodenkontaminationen mit Hilfe Geografischer Informationssysteme und Mitteln der Geostatistik

In der Synopsis der Verbreitung relevanter Bodenfunktionen und der Kontaminationstypen entsteht ein räumlich vielgestaltiges Mosaik. Eine selektive Betrachtungsweise nach dem Beeinträchtigungsgrad einzelner Bodenfunktionen wird deshalb zur Bewältigung analoger Aufgabenstellungen künftig unerlässlich sein.

Die Untersuchungsergebnisse in ihrer Gesamtheit zeigen, dass Geografische Informationssysteme (GIS) in Verbindung mit geostatistischen Methoden erfolgreich zur Beseitigung von Nutzungskonflikten und Investitionshemmnissen bei großräumigen Kontaminationen und heterogenen Datenbeständen eingesetzt werden können. Die Digitalisierung und ganzheitliche Betrachtung bislang erhobener Daten und ihre Verknüpfung mit den spezifischen Nutzungsszenarien und nutzungsbezogenen Schwellenwerten in einem Geografischen Informationssystem bietet die Möglichkeit, der Problematik großflächiger und komplexer Bodenkontaminationen mit ökotoxikologisch statistisch gesichertem Kenntnisstand zu begegnen und verhältnismäßige Sicherungs- und Sanierungsmaßnahmen abzuleiten.

Grundlage bildet zunächst die Kartierung relevanter Rahmenkriterien für die Konfliktlösung wie Nutzungsarten der Flurstücke, Bebauungspläne, Schutzzonen, Überflutungsgebiete u.v.m. sowie deren Georeferenzierung im GIS.

Die kritische Auseinandersetzung mit Herkunft und Qualität der Daten und die geostatistische Auswertung mit Semivariogrammanalysen und der Kriging-Schätzung schaffen die Voraussetzung für die Abgrenzung nutzungsbezogener schwellenwertüberschreitender Areale.

Die Einbeziehung kommunaler städtebaulicher Vorhaben in die Betrachtung führt zu dem Effekt, Fragen der Abwehr von Umweltgefährdungen nicht über speziell dafür ausgerichtete Sanierungsmaßnahmen lösen zu müssen. Die Dekontaminationen oder Immobilisierungen können auf diese Weise nach dem Grundsatz der Verhältnismäßigkeit in den Rahmen der vorgesehenen baulichen Maßnahmen der Stadtentwicklung gestellt werden

4 **Ausblick**

Kurzfristig wurde mit derartiger Herangehensweise die eingeforderte Beseitigung von kontaminationsbedingten Investitions- und Planungshemmnissen erreicht, weil flurstücksübergreifende Abhängigkeiten komplex gelöst werden konnten.

Weitere Untersuchungs- oder Monitoringarbeiten können auf der Grundlage der Ergebnisse deutlich optimiert werden. Die Fortschreibung des GIS eröffnet der zuständigen Umweltbehörde und der Kommune die Möglichkeit gezielter aktiver Einflussnahme.

Mittel- und langfristig ist die Erweiterung eines solchen GIS zu umweltrelevanten Aufgaben wie Stadtbodenkartierung, Ver- und Entsiegelung, Entwässerung, aber auch im Zusammenhang mit der Verwirklichung der 'Agenda 21' und des '30-ha-Zieles' der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie von großem Nutzen.

Im Verein von geeigneten abgeleiteten Eingriffen und der Fähigkeit des Naturhaushaltes, bis zu einem gewissen Grade auch solche Belastungen zu verkraften, sind für den exemplarischen Standort die wesentlichen Nutzungskonflikte mittels des wissenschaftlich begründeten Maßnahmenkomplexes im Jahre 2005 beseitigt worden.

5 Literatur

ROSELT, K., C. SCHEIBERT, J.W. EINAX, J. KRAFT (2004): Die Lösung von Nutzungskonflikten aufgrund flächenhafter Bodenkontaminationen mit Hilfe Geografischer Informationssysteme und Mitteln der Geostatistik. UWSF - Z.Umweltchem Ökotox 2004

Schwermetall- und Arsenuntersuchungen in Auenböden der Vereinigten Mulde in Sachsen

Heilmann, H., R. Klose

Sächsisches Landesamt für Umwelt und Geologie, Zur Wetterwarte 11, 01109 Dresden

e-mail: heiner.heilmann@lfug.sachsen.de

Zusammenfassung

1. Ursachen der Arsen- und Schwermetall-Belastungen von Böden in Sachsen

Die im Erzgebirge vorhandenen Belastungen sind ursprünglich rein geogener Natur. Ihre Herkunft liegt in Mineralisationen, die vor allem im westlichen und mittleren Erzgebirge sowie im Freiburger Raum auftreten. Über Verwitterung, Erosion und Wassertransport gelangte belastetes Material schon immer in die Bach- und Auensedimente der Vorfluter. Im Mittelalter setzte mit der Ausbreitung des Abbaus und der Verhüttung der regionalen Erze zusätzlich ein anthropogener Einfluss ein. Über den Luft- sowie über den Wasserpfad gelangten Arsen (As) und Schwermetalle (SM) in die Umgebung der Bergbau- und Hüttenzentren sowie in die Vorflut.

2. Landesweite Ermittlung der Belastungen durch das Sächsische Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG)

Das LfUG betreibt seit 1992 ein Bodenmessprogramm zum Erkennen und zur flächenhaften Ausgrenzung von Gebieten, die bergbaubedingte SM- und As-Belastungen aufweisen. Damit kommt der Freistaat Sachsen seinen Verpflichtungen gemäß § 2 Abs. 3 BBodSchG (1998) nach. Das Programm umfasste einerseits Bodenmessnetze, über die einmalige stoffliche Bodenuntersuchungen durchgeführt wurden. Landesweit wurde im Raster 4 x 4 km (RANK, G., KARDEL, K., PÄLCHEN, W. & WEIDENSDÖRFER, H. 1999) und in fünf regionalen Netzen im Raster 1 x 1 km beprobt (RANK, G., KARDEL, K., PÄLCHEN, W., SYMMANGK, R. & WEIDENSDÖRFER, H. 1997). Zusätzlich wurden in bereits als belastet bekannten Gebieten Sondermessnetze eingerichtet. Andererseits erfolgt seit 1994 auch stationäres Langzeitmonitoring auf inzwischen 55 Bodendauerbeobachtungsflächen (BARTH, N. ET AL. 2001).

Die Ergebnisse des Programms wurden sukzessive publiziert. Damit wurde die Belastung der Böden mit SM und As für weite Landesteile belegt. Ein relativ hohes Belastungsniveau mit As, Cd und Pb stellte sich für Teile des Muldesystems und für die ehemaligen Bergbau- und Hüttenzentren rund um Freiberg, Ehrenfriedersdorf sowie Aue – Schwarzenberg heraus (GREIF, A., PÄLCHEN, W., RANK, G. & WEIDENSCHÖRNER, H. 2004). Dagegen erwies sich die Elbaue als relativ gering belastet.

3. Pilotprojekt "Auenböden der Vereinigten Mulde"

Mit der Flut vom August 2002 rückten die SM-Belastungen der Auenböden über die hohen Schadstoffgehalte der Schlämme in den Fokus der Politik/Öffentlichkeit. Speziell in Schlämmen der Freiburger Mulde und der Vereinigten Mulde wurden extrem hohe SM-Gehalte festgestellt. Wesentliche Ursache war hier der Abtrag von ca. 10 000 t Haldenmaterial und Flusssediment aus dem Hüttenstandort Muldenhütten.

Als Folge der Flut und der umzusetzenden Hochwasserschutzmaßnahmen veranlasste das Sächsische Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) im Rahmen eines Pilotprojektes die flächenhafte Untersuchung der stofflichen Belastungen der Auenböden im Bereich der Vereinigten Mulde. Beteiligt waren das Landesamt für Umwelt und Geologie (LfUG), die Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), die Sächsische Landsiedlung GmbH (SLS) sowie mehrere Ingenieurbüros.

Es bestand folgende Zielstellung:

- Pilothaft Untersuchung der kleinräumig hohen Variabilität der As- und SM-Belastung mit Klärung vermuteter Abhängigkeiten zwischen Mikrorelief und charakteristischen Verteilungsmustern.
- In Ergänzung vorliegender Ergebnisse Ermittlung des Ausmaßes der As- und SM-Belastung sowie des Transfers dieser Elemente vom Boden in die Ernteprodukte speziell für Auenböden.
- Im Hinblick auf die Planungen zur Ausgestaltung technischer Hochwasserschutzmaßnahmen (Deichrückverlegungen, Einrichtung von Polderflächen) Ermittlung des erforderlichen Schutzniveaus für landwirtschaftliche Flächen auf Basis der Schadstoffsituation in den Böden und drohender Schadstoffgehalte in Futter- und Lebensmitteln.

Das LfUG war für die flächenhafte Untersuchung der Schadstoffsituation in den Böden, die LfL für die Transferbeziehungen Boden - Pflanze (Grünland, Acker) hinsichtlich kritischer Bodengehalte für die Überschreitung der Grenzwerte nach Lebens- und Futtermittelrecht sowie die Untersuchung von drei ausgewählten Kleingartenanlagen zuständig.

Der Untersuchungsraum umfasste die gesamte Aue der Vereinigten Mulde von nördlich Col-ditz bis zur Landesgrenze (cirka 7900 ha). Das LfUG in Kooperation mit der SLS untersuchte cirka 2800 Standorte. Die LfL testete auf 75 Grünlandstandorten den ersten und auf 39 Standorten zusätzlich den zweiten Schnitt. Auf Acker wurden 63 und in Kleingartenanlagen 130 Standorte mit 25 Gemüse- und 2 Obstarten überprüft.

Beim Versuch, die Stoffdaten nach BBodSchV (1999) zu bewerten, stellte sich heraus, dass für Cd und Pb (Ammoniumnitratauszug) keine klaren Beziehungen zwischen den Bodenwer-ten und den in den Pflanzen gefundenen Gehalten herzustellen waren. Als diesbezüglich relevant hingegen erwiesen sich die von der LfL bei den Transferuntersuchungen mittels Königswasserauszug gewonnenen Cd-Ergebnisse. Konsequenterweise wurden demnach unterschiedliche Bewertungsmaßstäbe herangezogen. Tabelle 1 zeigt Klassifizierung und empfohlene Maßnahmen für die charakteristischen Schadstoffe.

Tab. 1: Bewertungsmaßstäbe nach BBodSchV und LfL (Transfer Boden-Pflanze)

Belastung (Klasse)	Maßnahmen	Ackerland			Grünland
		Cd (KW) ¹ mg/kg	As (KW) ² mg/kg	Pb (AN) ² mg/kg	As (KW) ³ mg/kg
gering (1)	keine Einschränkung	< 1	< 200	< 0,1	< 50
deutlich (2)	Anbauempfehlung; Eigenkontrolle	1 - 2	> 200	> 0,1	
hoch (3)	• Brotweizen nicht zu empfehlen • Grünlandaufwuchs überprüfen	> 2 - 7			> 50
sehr hoch (4)	bei Futtergetreide Untersuchung empfohlen	> 7			

¹ Transferbeziehung Boden-Pflanze (LfL)

² Prüfwert nach BBodSchV

³ Maßnahmenwert nach BBodSchV

KW = Königswasseraufschluss

AN = Ammoniumnitratauszug

Die Ergebnisse der LfL für den Transfer Boden-Pflanze besagen u.a. Folgendes: Für Cd ist festzustellen, dass in Belastungsklasse 2 Überschreitungen des Lebensmittelgrenzwertes für Weizen zu 50-80% und in Klasse 3 zu >80% wahrscheinlich sind. In Klasse 4 sind auch Ü-berschreitungen des Futtermittelgrenzwertes wahrscheinlich. Ein Lebensmittelgrenzwert für As existiert nicht. Für Pb ist zu konstatieren, dass trotz hoher Gehalte im Boden keine Ü-berschreitungen des Lebensmittelgrenzwertes registriert wurden.

Bezüglich der Bodenschadstoffgehalte erwiesen sich Cd (KW) auf Acker und As (KW) auf Grünland als beispielhaft auch für andere Elemente. Es wurde nahezu flächendeckend eine deutliche Belastung festgestellt (s. Abb.1 bis 3). Der Medianwert für Cd (KW) auf Acker lag

bei 1,5 mg/kg, der für As (KW) auf Grünland bei 73 mg/kg bzw. bei 160 mg/kg im Vordeichbereich (s. Tab. 2). Dies ist ein deutlicher Hinweis auf zusätzliche Schadstoffeinträge nach dem Deichbau. Die ermittelten As-Werte auf Acker lassen auch hier ein Problem vermuten.

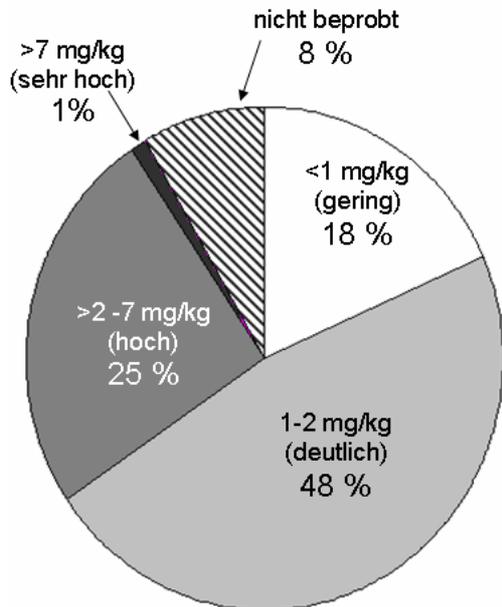


Abb. 1: Statistik Cd (KW) Acker

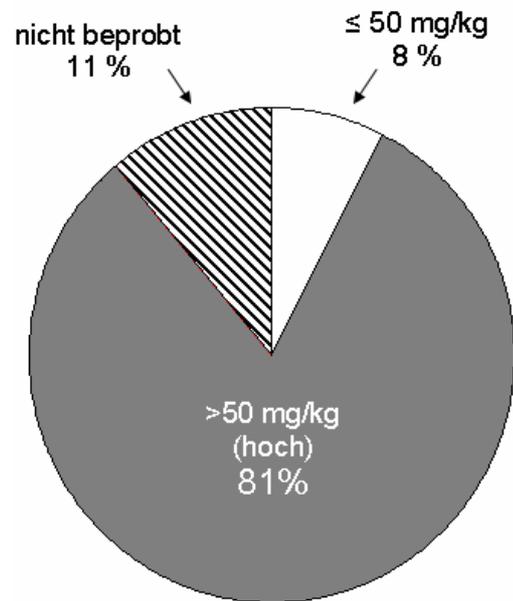


Abb. 2: Statistik As (KW) Grünland

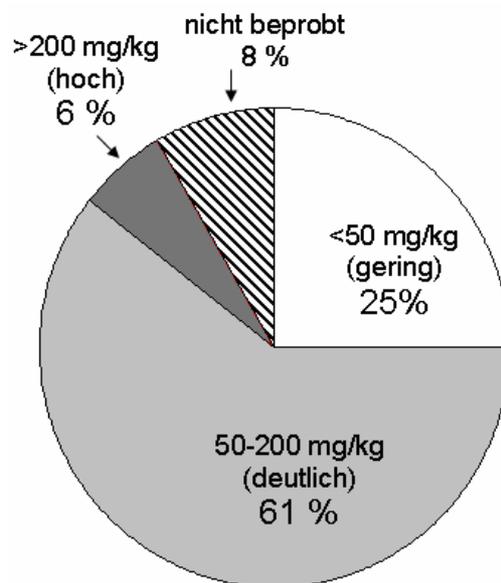


Abb. 3: Statistik As (KW) Acker

Hinsichtlich des Einflusses der Mikromorphologie auf die Schadstoffverteilung ergaben sich eindeutige Zusammenhänge. So stellten sich Altarmbereiche regelmäßig als besonders hoch belastet heraus, und zwar unabhängig von ihrer Position vor oder hinter dem Deich. Davon nicht ausgenommen waren auch verlandete und überpflügte Bereiche.

Tab. 2: Wichtigste Untersuchungsergebnisse

Nutzung (Anzahl Proben)	Gehalte (mg/kg)* <u>Min.-Max.</u> P50
Acker (1977)	Cd <u><0,10 – 17</u> 1,5
Grünland im Bereich geplanter Hochwasserschutzmaßnahmen (284)	As <u><0,50 – 547</u> 73
Grünland im Vordeichbereich (495)	As <u>4,0 – 670</u> 160

*ermittelt in KW

Als Konsequenz aus den Ergebnissen des Pilotprojektes veranlasste das SMUL die Beratung betroffener Besitzer / Pächter landwirtschaftlicher Nutzflächen zum Umgang mit einer vorliegenden Arsen- und Schwermetallbelastung landwirtschaftlicher Flächen durch die LfL und die Ämter für Landwirtschaft.

Detaillierte Hinweise zu

- Vorernteuntersuchungen
- Anbau von Getreidesorten mit geringer Cd-Aufnahme
- Kalkung (zur Bindung von Schwermetallen)
- Anbau von weniger Cd-anreichernden Getreidearten
- Minimierung der Verschmutzung von Grünfütter
- Verringerung des Kräuteranteils auf Grünland
- Umwidmung von Flächen

finden sich bei KLOSE, R. (2003, 2004 u. 2005) bzw. unter

(http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/fachinformationen/ressourcenschutz/index_ressourcenschutz.html).

4. Schlussfolgerungen

- Die hohen Schwermetallgehalte in den Auenböden des Muldensystems stehen ursächlich im Zusammenhang mit den geogenen und anthropogenen Bodenbelastungen in den erzgebirgischen Bergbau- und Hüttenstandorten.
- Auf landwirtschaftlichen Nutzflächen der Aue der Vereinigten Mulde werden u.a. die Prüf (P)- und Maßnahmenwerte (M) der BBodSchV sowie Beurteilungswerte nach LfL über-

schritten:

- As (KW) Grünland: M= > 50 mg/kg 81%
- Cd (KW) Acker: n. LfL= > 2 mg/kg 26%
- Als Maßnahmen zum Verbraucherschutz werden Informationsveranstaltungen mit den Landwirten, Beratung, Vorernteuntersuchungen als Eigenkontrollen, Lebens- und Futtermittelüberwachung durchgeführt

5. Literatur

BARTH, N. ET AL. (2001): Bodenmonitoring in Sachsen.- Materialien zum Bodenschutz, Landesamt für Umwelt und Geologie, Landesanstalt für Landwirtschaft, Landesanstalt für Forsten, Dresden und Pirna.

Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV) vom 16.06.1999.

Gesetz zum Schutz des Bodens (Bundes-Bodenschutzgesetz – BBodSchG) vom 17.03.1998 – BGBl. I S. 502-510.

GREIF, A., PÄLCHEN, W., RANK, G. & WEIDENSDÖRFER, H. (2004): Geochemischer Atlas des Freistaates Sachsen, Teil 2 – Spurenelementgehalte in Bachsedimenten.- Materialien zum Bodenschutz, Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

KLOSE, R. (2003): Hinweise zum Umgang mit arsen- und schwermetallbelasteten landwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden.- Faltblatt der LfL

KLOSE, R. (2004): Empfängliche Sorten – Cadmiumaufnahme von Winterweizensorten, Bauernzeitung (2004) 9, S. 8

KLOSE, R. (2005): Ursa will kein Cadmium, Bauernzeitung (2005) 4; S. 8

RANK, G., KARDEL, K., PÄLCHEN, W., SYMMANGK, R. & WEIDENSDÖRFER, H. (1997): Bodenmessprogramm Freistaat Sachsen – Bodenmessnetz Ehrenfriedersdorf.- Materialien zum Bodenschutz, Landesamt für Umwelt und Geologie, Radebeul.

RANK, G., KARDEL, K., PÄLCHEN, W. & WEIDENSDÖRFER, H. (1999): Bodenmessprogramm Freistaat Sachsen, Bodenmessnetz Raster 4 x 4 km.- Materialien zum Bodenschutz, Landesamt für Umwelt und Geologie, Dresden.

Anwendung von Bodenschätzungsdaten für den Grundwasserschutz landwirtschaftlich genutzter Wassereinzugsgebiete der Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH

M. Steininger, J. Abraham & A. Jäger

Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde und Bodenschutz, Hauptstr. 19, 06132 Halle
m.steininger@bodensachverstaendige.de

Zusammenfassung

Die Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH gewinnen jährlich 24 Mio. m³ Wasser in den Wasserwerken Canitz, Thallwitz, Naunhof 1 und 2. Die Wasserschutzgebiete werden zu ca. 67 % landwirtschaftlich genutzt. Hauptsächliche Probleme der Rohwassergüte ergeben sich aus landwirtschaftlich bedingten Nährstoffeinträgen. Aus diesem Grund wurde eine Schutzkonzeption entwickelt, die sich auf eine flächenkonkrete Begrenzung des Stickstoff-Saldos als Maß für Ausgleichszahlungen an die Landwirtschaftsbetriebe stützt. Die Stickstoffbilanzierung basiert auf dem Modell REPRO. Voraussetzung für eine Weiterentwicklung der Schutzkonzeption ist die großmaßstäbige Erfassung und Bewertung der landwirtschaftlichen Standortverhältnisse durch eine mehrstufige Auswertung der Unterlagen der Bodenschätzung. Durch die Verknüpfung der Ergebnisse aus Stickstoffbilanzierung, Standortkennzeichnung und Sickerwassermodellierung können klassenflächenkonkrete Aussagen zur Nitrat- auswaschung getroffen und innerbetriebliche Änderungen im Bewirtschaftungssystem erarbeitet werden.

1 Veranlassung

Die Wasserversorgung der Stadt Leipzig gründet sich zu einem wesentlichen Teil auf Grundwasservorkommen im Urstromtal der Mulde östlich von Leipzig. Dort gewinnen die Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH (KWL) jährlich fast 24 Mio. m³ Wasser in den Großwasserwerken Canitz, Thallwitz, Naunhof 1 sowie Naunhof 2. Die Wasserschutzgebiete (WSG) Canitz/Thallwitz sowie Naunhof haben eine Ausdehnung von ca. 136 km², von denen ca. 91 km² landwirtschaftlich, vorwiegend ackerbaulich genutzte Flächen sind.

Der natürliche Schutz des Aquifers durch Deckschichten ist in den WSG Canitz/Thallwitz sowie Naunhof überwiegend nur gering. Die hauptsächlichen anthropogenen Rohwassergüteprobleme ergeben sich durch Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft.

Strategie der KWL ist es, den Schutz des Grundwassers in den Wassereinzugsgebieten durch die kooperative Gestaltung der Vorsorge in der Landnutzung zu gewährleisten.

Auf KWL-eigenen Flächen wird im Kernbereich der Fassung ökologischer Landbau praktiziert und damit ein sehr stickstoffextensives Bewirtschaftungssystem umgesetzt. Als Antwort auf die für sächsische Wasserversorger neue, in der Sächsischen Schutz- und Ausgleichsverordnung (SächsSchAVO vom 4.1.2002) verordnete, Ausgleichspflichtigkeit für Landnutzungseinschränkungen in Wasserschutzgebieten wurde eine flächenbezogene Schutzkonzeption entwickelt. Diese beinhaltet, dass für wesentliche Anstrombereiche die Begrenzung

des Stickstoff-Saldos das Maß für Ausgleichszahlungen an die Landwirtschaftsbetriebe ist. Durch die Berechnung des Stickstoffsaldos mit dem Umweltmanagementsystem REPRO (HÜLSBERGEN, 2003) sind die Ergebnisse auf Grundlage der Datenführung jederzeit reproduzierbar und durch Einbeziehung der betrieblichen Stickstoffflüsse auf Plausibilität prüfbar. Mit dem N-Saldo wurde ein Indikator ausgewählt, der einerseits eine hohe Relevanz für Nitrat-einträge ins Grundwasser aufweist und andererseits durch die Steuerung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftungsmaßnahmen beeinflussbar ist.

Für die weitere Entwicklung der Schutzkonzeption ist es wichtig, die landwirtschaftlich genutzten Flächen bezüglich des Nitrataustragspotentials bodenkundlich zu bewerten. Die enge Verknüpfung von Standort- und Bewirtschaftungsdaten erlaubt eine detaillierte Analyse der Ursachen für Stickstoffverluste mit dem Sickerwasser. Sie kann als Grundlage für Maßnahmepläne zur weiteren Minimierung der Sickerwasserbelastung genutzt werden.

Ziel ist, die Abstufung der Wasserschutzansprüche an die Standort- und Bewirtschaftungsbedingungen und damit der hydrologischen Sensitivität der Flächen besser auszurichten sowie die finanziellen Mittel für die Ausgleichszahlung effektiver einzusetzen.

2 Methodik und Ausgangsdaten

Den Zielvorgaben der KWL entsprechend, erfordert die Bewertung der Standortverhältnisse sowie die Grunddatengenerierung für das Bilanzmodell REPRO eine teilflächenspezifische Herangehensweise. Aufgrund der heterogenen, teils kleinflächig wechselnden Bodenverhältnisse im Untersuchungsraum der Einzugsgebiete der Trinkwasserfassungen wurde ein Auflösungsmaßstab von 1:5.000 festgelegt. Mit den z. Z im Freistaat Sachsen vorliegenden Bodenkarten im Maßstabsbereich 1:400.000 (Bodenübersichtskarte - BÜK400), 1:200.000 (BÜK SN 200) bzw. 1:50.000 (BK50 einschließlich der Konzeptkarten im Maßstab 1:25.000) kann das Auflösungs-niveau nicht erreicht werden. Aus diesem Grunde wurde für die Ausgrenzung der bodenkundlichen Grundinformation auf die Unterlagen der Bodenschätzung zurückgegriffen (Flurkarten der Bodenschätzung; Grablochbeschriebe). Darüber hinaus standen die digitale Schlagkarten der Landwirtschaftsbetriebe, die Mittelmaßstäbige Landwirtschaftliche Standortkartierung (gedruckt 1:100.000) sowie die Geologischen Übersichtskarten (1:25.000) zur Verfügung

Die Bodenschätzung stellt für die großmaßstäbige Standortkennzeichnung landwirtschaftlicher Flächen einen unverzichtbaren Datenfundus dar, da sie als einziges großmaßstäbiges bodenkundliches Kartenwerk in Deutschland flächendeckend mit einheitlicher Methodik und Nomenklatur vorliegt. Die Ergebnisse der Bodenschätzung sind jedoch aus heutiger Sicht mit verschiedenen Unschärfen behaftet, die bei deren Auswertung und insbesondere bei der Umsetzung der Daten für die Standortbewertung berücksichtigt werden müssen:

- Die Bodenschätzung wurde hauptsächlich zwischen 1934 und 1955 realisiert. Danach fanden nur Nachschätzungen statt. In dem seither vergangenen Zeitraum haben Prozesse der Erosion und Sedimentation zu Substratverlagerungen mit Änderungen der Mächtigkeit des Solums geführt.
Außerdem fanden Ackerkrumenvertiefungen, umfangreiche Meliorationsmaßnahmen und weitere anthropogene Veränderungen der Böden statt. Eigene Untersuchungen im Schwarzerdegebiet (ALTERMANN U. A. 2000) haben gezeigt, dass zwischen 30 und 50 % (im Mittel 40 %) der Grablochbeschriebe die gegenwärtigen Bodenverhältnisse nicht mehr zutreffend wieder geben.
- Die Grenzen der kartierten Klassenflächen der Bodenschätzung orientieren sich zwar hauptsächlich an den Bodenverhältnissen innerhalb landwirtschaftlicher Flächen, daneben aber z. T. auch an administrativen bzw. topografischen Grenzen.

Die Übersetzung der Grablöcher in die aktuelle bodenkundliche Nomenklatur führt somit zwangsläufig zu Unschärfen, die im Idealfall durch eine gezielte Überprüfung und Präzisierung der Übersetzungsergebnisse durch Untersuchungen im Gelände (Schürfe, Peilstangenbohrungen) bereinigt werden. In der Regel wird jedoch im ersten Schritt, wie auch für die Anliegen der KWL, lediglich eine Übersetzung der Daten ohne Gelände-überprüfung durchgeführt. Dieser erste Arbeitsschritt ermöglicht bereits weitaus bessere Parameterableitungen als die Verwendung der (Durchschnitts)Klassenflächenzeichen (HARTMANN U. A. 1999).

Die Standortkennzeichnung gliedert sich in folgende Arbeitsschritte:

Datenübernahme und -aufbereitung

Erstellung einer digitalen, georeferenzierten Karte der Bodenschätzung mit bodenkundlicher Grundinformation sowie einer nach geologischen Einheiten sortierten Datenbank der Grablochbeschriebe.

Übersetzung der Grablochbeschriebe

Für jede Klassenfläche der Bodenschätzung wird ausgewiesen:

- Substrattyp (nach KA4 und TGL 24300)
- Bodentyp (nach KA4)
- Hydromorphie,
- Steinigkeit.

Anmerkung: Liegt für eine Klassenfläche kein Grablochbeschrieb vor, werden die entsprechenden Parameter aus der Vergesellschaftung der verfügbaren Grablochbeschriebe abgeleitet.

[optional; nicht für KWL] Reliefkennzeichnung durch Auswertung des DGM (digitales Geländemodell)

Ableitung des Hangneigungsklasse für die Klassenflächen der Bodenschätzung

Standortkennzeichnung

Die durch Auswertung der Unterlagen ermittelten Flächentypen für verschiedene Standortparameter werden für die Klassenflächen der Gemarkung bzw. des Landwirtschaftsbetriebes zusammengestellt.

Teilflächenbezogene Standortbewertung

Die Daten der Standortkennzeichnung werden mit Hilfe des Bewertungsprogramms VERMOST (THIERE, HENDZLIK (1989); Parameterkataloge z.T. nach SCHINDLER U. A. (2004) sowie MÜLLER (1997) aktualisiert) zur Standortbewertung herangezogen und für die Klassenflächen des Landwirtschaftsbetriebes zusammengestellt.

Generierung Standortgrunddaten für das Bilanzmodell REPRO

Nach dem Dominanzprinzip werden für jeden Schlag der Landwirtschaftsbetriebe der dominierende und der dazu im stärksten Kontrast stehende Substrattyp ermittelt. Für diese ausgegrenzten Substrattypen werden über eine mehrstufige Verschneidung mit Parameterkatalogen die Standorteingangsdaten für das Bilanzmodell REPRO abgeleitet.

Mit dem Bilanzmodell REPRO wurde ein betriebliches Managementsystem entwickelt, welches es ermöglicht, potentielle Umweltwirkungen landwirtschaftlicher Betriebe darzustellen und zu bewerten. Viele der integrierten Bewertungsverfahren stehen in einem engen Bezug zu den Standortverhältnissen. Nur diese Verbindung ermöglicht es, landwirtschaftliche Betriebe und deren Produktionsverfahren bezüglich ihrer Anpassung an den Standort beurteilen zu können. Die Abschätzung von Umweltwirkungen, die im Falle der KWL-Schutzkonzeption die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit, den Stickstoffumsatz im Boden und den Nitrataustrag mit dem Sickerwasser betreffen, erfordern neben einer detaillierten Darstellung der landwirtschaftlichen Produktionsprozesse eine umfangreiche Grundlage an Daten zu Klima, Boden und Relief. REPRO ist modular aufgebaut. Das heißt, dass, wie auch im vorliegenden Falle, nicht alle Module bzw. Bewertungsverfahren bei der Modellanwendung genutzt werden müssen sondern die Möglichkeit besteht, sich auf betriebliche bzw. regionale Schwerpunkte zu konzentrieren und gleichzeitig den Erfassungsaufwand an betrieblichen Daten zu reduzieren. Um eine möglichst einfache Modellanwendung zu gewährleisten, werden in den Landwirtschaftsbetrieben nur allgemein vorhandene Daten in das Modell eingegeben und diese durch den Zugriff auf modellinterne Stammdaten mit Koeffizienten (z. B. Nährstoffgehalte in Ernteprodukten) hinterlegt.

Als Mindestanforderungen an Standortdaten für Berechnungen mit dem Modell REPRO benötigt der Nutzer die Kennzeichnung der Flächen aus der Bodenschätzung. Die Bodenart und die Ackerzahl fließen als Eingangsgrößen in die Stickstoff-, Humus- und Energiebilanz ein.

Mit der Berechnung des Stickstoffumsatzes im Boden werden die Stickstofffreisetzung im Boden und potentielle N-Verluste mit dem Sickerwasser sowie über die Denitrifikation ausgewiesen. Dieses Verfahren stellt sehr komplexe Ansprüche an Standortdaten (ABRAHAM 2001, HÜLSBERGEN u. a. 2002), wobei bodenphysikalische Parameter, Wetterdaten in Tagesschritten und die Frühjahrs-N_{min}-Gehalte des Bodens (optional) einbezogen werden (siehe Tabelle 1).

Tab. 1: Bedarf an Standortdaten für die Berechnung des N-Umsatzes im Boden im Modell REPRO

REPRO-Modul	Datenbedarf	Ergebnisse
-------------	-------------	------------

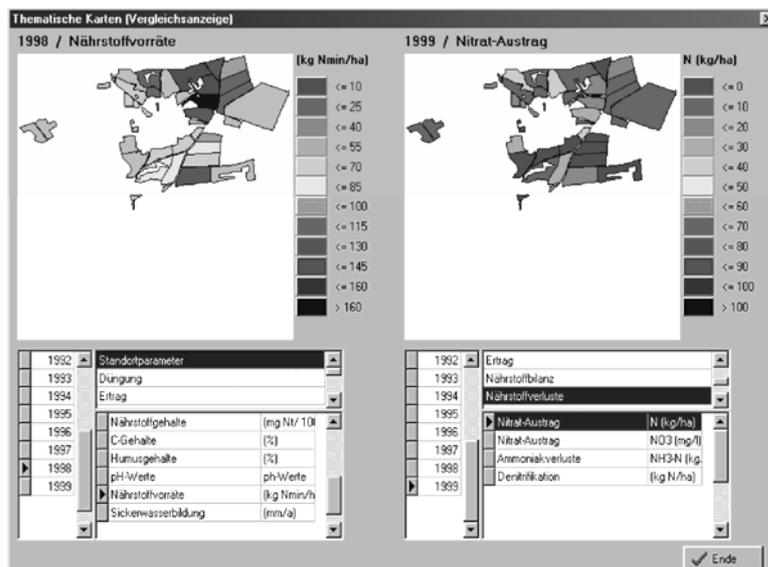
<p>N-Umsatz im Boden</p>	<p><i>Profildaten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Bodenhorizontbezogene Angaben zur Feldkapazität, permanenter Welkepunkt, Bodenart, Feinanteilgehalt, Körnung <p><i>Wetterdaten:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Niederschlag, mittlere Lufttemperatur, Sonnenscheindauer in Tageswerten 	<ul style="list-style-type: none"> - Denitrifikation, - Mineralisierung, - potentieller Nitrataustrag, - Sickerwassermenge, - Nitratkonzentration des Sickerwassers
--------------------------	--	--

Für detaillierte Auswertungen auf Schlagebene bietet sich der modellinterne Vergleich thematischer Karten an (Abb. 1)

Abb. 1: Vergleich thematischer Karten im Modell REPRO

3 Ergebnisse

Nach Durchführung der erläuterten Arbeitsschritte stehen 2 Teilergebnisse zur Verfügung, die zur Bewertung der Auswirkungen der landwirtschaftlichen Produktion auf die Nitratkonzentration im Sickerwasser und darauf aufbauend zum Festlegen des innerbetrieblichen Bewirtschaftungsmanagement herangezogen werden.



Durch Verknüpfung des verlässlichen N-Saldos, der mit dem Bilanzmodell REPRO auf Schlagebene ermittelt wird, und der Sickerwassermenge wird nach dem

DVWK-Ansatz (1996) die Nitratkonzentration im Sickerwasser berechnet. Bezugsebenen bilden hierbei wahlweise der Schlag oder die Klassenfläche. Die Abbildungen 2 bis 5 zeigen für ein Beispielsgebiet im Einzugsgebiet der KWL die Abhängigkeit zwischen Boden, verlagerbarem N-Saldo und der Nitratkonzentration im Sickerwasser.

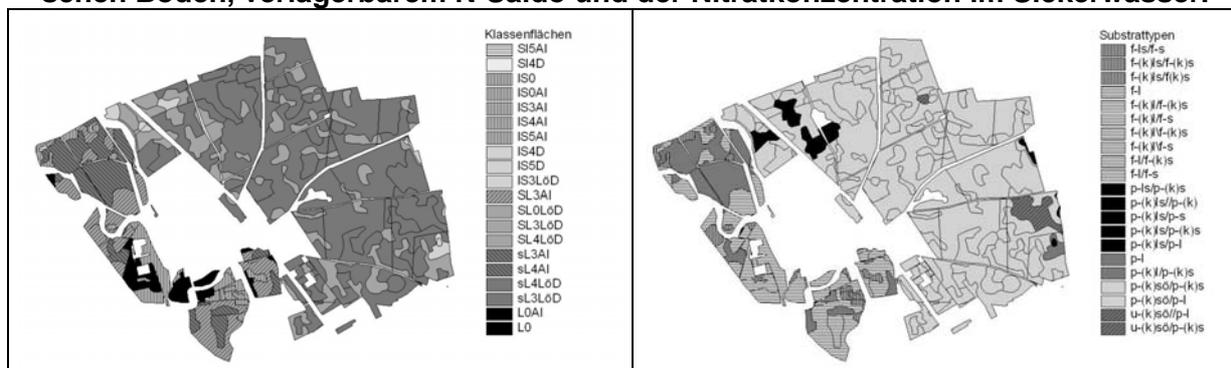


Abb. 2: Klassenflächen (nach Entstehung und Durchschnittsbodenart zusammengefasst) für ein Beispielsgebiet der KWL

Abb. 3: Aus Grablochbeschrieben abgeleitete Substrattypen (KA4) nach Bodenart zusammengefasst für ein Beispielsgebiet der KWL

Abbildung 2 zeigt die Einschätzung der Bodenverhältnisse nach Übernahme der Flurkarten mit den Klassenflächenzeichen und den zugehörigen Grablochbeschrieben. Die Übersetzungsergebnisse auf der Ebene der Substrattypen nach KA4 für dieses Beispielsgebiet enthält Abbildung 3. Auf der Grundlage dieses Datenbestandes ist es möglich, horizontbezogen mittels der vorgenannten Methodenkataloge, ergänzt durch eigene Daten, bodenkundliche Informationen (Mächtigkeit, Durchwurzungstiefe, Bodenart, Körnung, Bodenphysik, org. Substanz, Angaben zur Standorteignung) abzuleiten und den Modellen zur Verfügung zu stellen.

Abbildung 4 enthält ein Ergebnis –schlagbezogenes verlagerbares N-Saldo 2004- des Bilanzmodells REPRO. Unter Berücksichtigung der Austauschhäufigkeit und der Sickerwassermenge ist daraus die Nitratkonzentration im Sickerwasser ableitbar (Abbildung 5).

Ergänzend zu diesen Aussagen stehen den KWL klassenflächenbezogene Bewertungen der landwirtschaftlichen Standorte zur Verfügung. Dabei handelt es sich zum gegenwärtigen Stand um:

- Die nutzbare Feldkapazität gibt die Menge an pflanzenverfügbarem Bodenwasser in einer definierten Bodenzone an und ist eine wichtige Kenngröße für den Bodenwasserhaushalt und damit auch für den bodenbezogenen Gewässerschutz sowie die Anbauplanung.
- Für die Einstufung in die Bodengruppen Düngung wird die Bodenart herangezogen. Eine Sichtung der verschiedenen Methoden zur Ausweisung der Bodengruppen Düngung ergab, dass die Einstufung nach dem Substratflächentyp (auf die Klassenflächen der Bodenschätzung bezogen) den realen Verhältnissen in der landwirtschaftlichen Praxis am besten entspricht.

Mit Hilfe der Standortbewertung wird der Handlungsbedarf hinsichtlich einer angepassten Bodenbewirtschaftung für die einzelnen Schläge verdeutlicht. Weitere Kennwerte können bei Bedarf bewertet werden.

Die Bilanzergebnisse und die Ergebnisse der Standortbewertung ermöglichen es den KWL, das Nitrataustragspotential der landwirtschaftlich genutzten Flächen unter Berücksichtigung des Bewirtschaftungssystems und der Standorteigenschaften sowohl in zeitlicher Abhängigkeit (Erntejahre) als auch räumlich differenziert (Teilflächen eines Betriebes, aber auch mehrere Betriebe) zu bewerten. Die Nutzung der Ergebnisse im Gesamtkontext erlaubt eine detaillierte Analyse der Ursachen für Stickstoffverluste mit dem Sickerwasser. Die räumliche Differenzierung der sickerwassergebundenen Stickstoff-Verlustpotentiale lässt die Verknüpfung mit den zugehörigen hydrogeologischen und hydrochemischen Daten zu. Dieser Schritt ermöglicht es dem Wasserversorger, effektiv, d. h. flächenkonkret, die Wasserschutzkooperation mit den Landwirtschaftsbetrieben auf den Flächen weiterzuentwickeln, die hydrologisch sensibel sind und/oder auf Grund der Standortbedingungen sowie der Bewirtschaftung als potentiell grundwassergütegefährdend einzuschätzen sind.

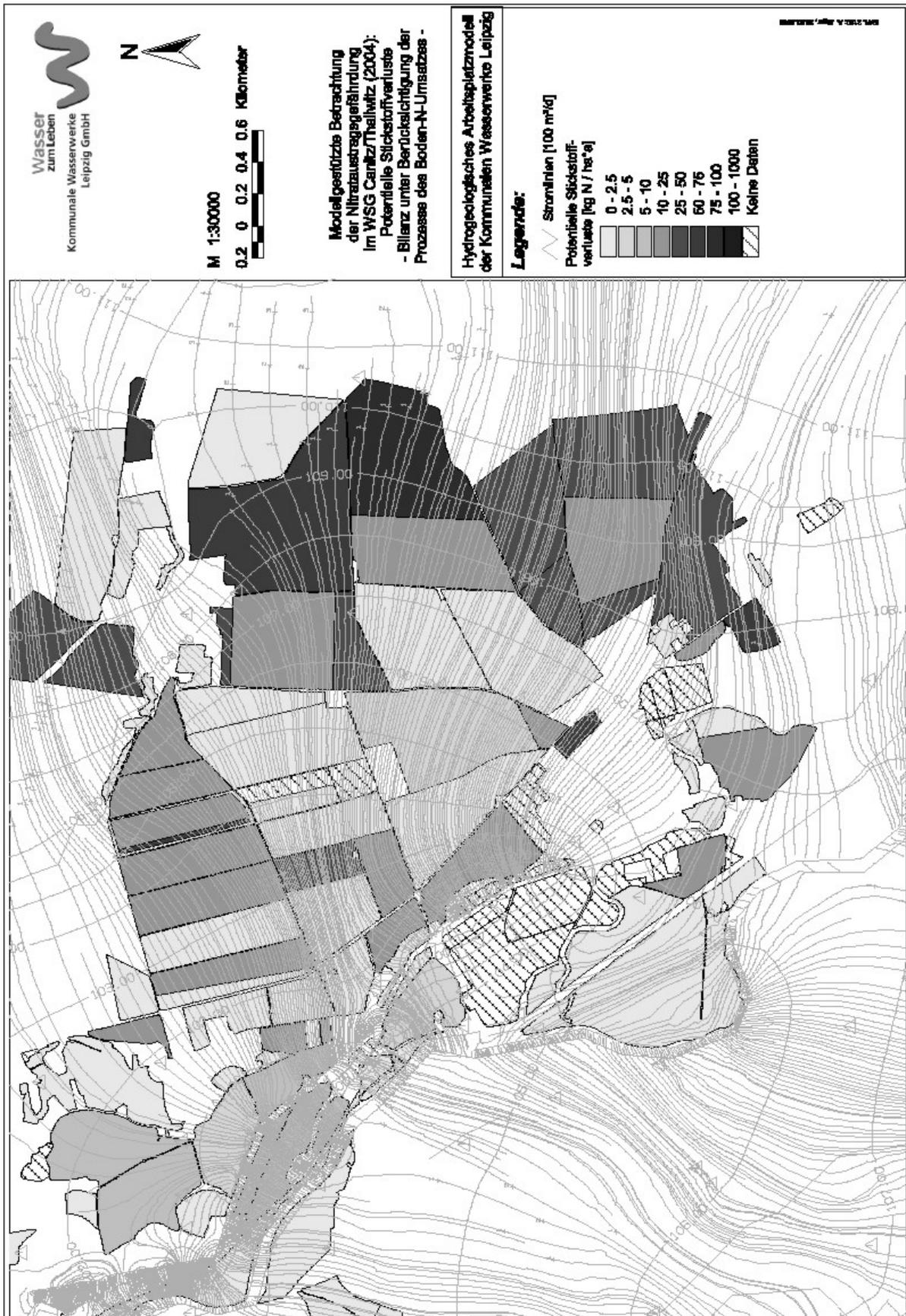


Abb. 4: Potenzielle Stickstoffverluste - Bilanz unter Berücksichtigung der Prozesse des Boden-N-Umsatzes

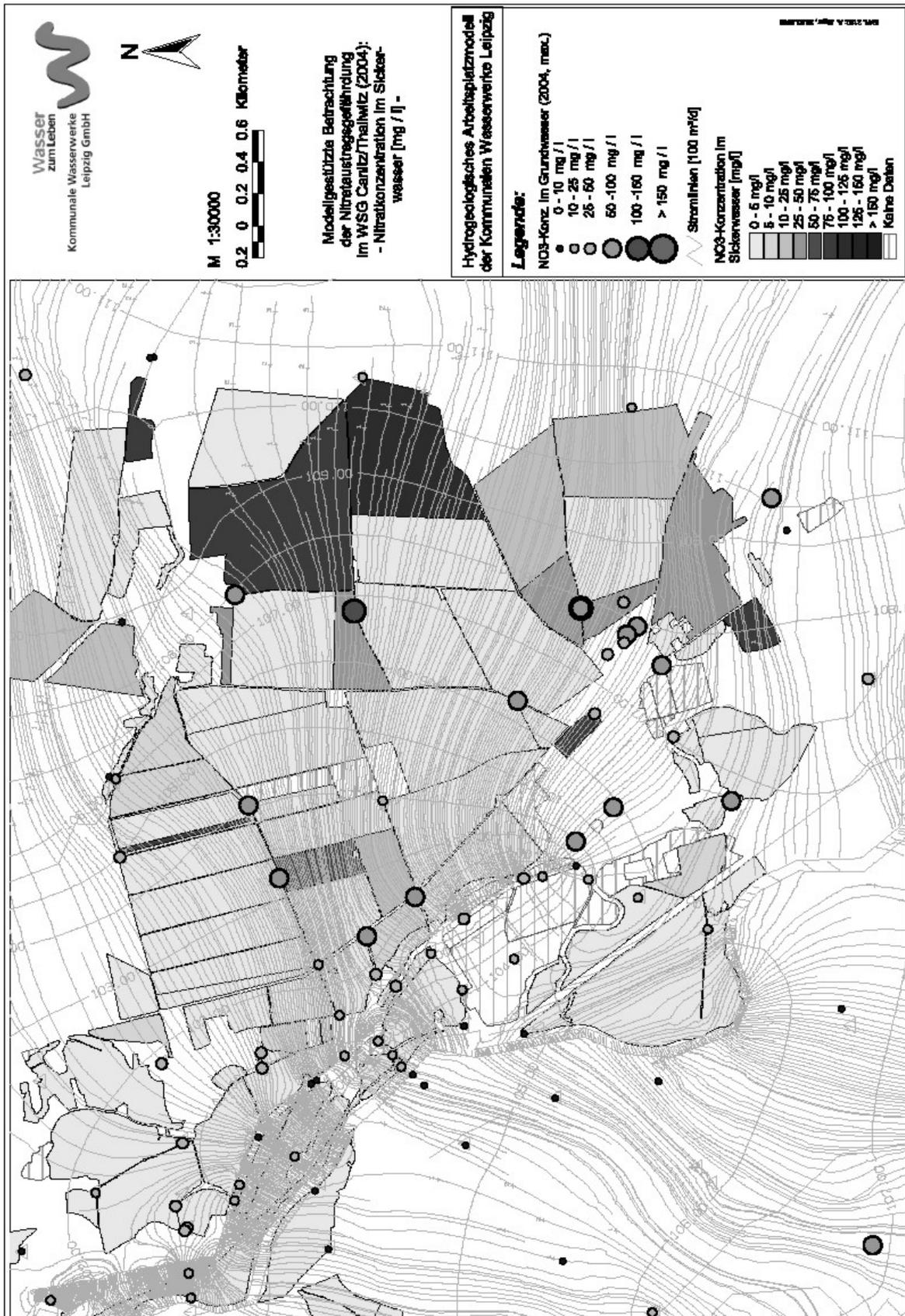


Abb. 5: Modellgestützte Betrachtung der Nitrataustragsgefährdung im WSG Canitz/Thallwitz (2004):
- Nitratkonzentration im Sickerwasser [mg/l]

4 Literatur

ABRAHAM, J. (2001): Auswirkungen von Standortvariabilitäten auf den Stickstoffhaushalt ackerbaulich genutzter Böden unter Berücksichtigung der Betriebsstruktur, der standortspezifischen Bewirtschaftung und der Witterungsbedingungen. - Diss., Verlag Shaker Aachen.

ALTERMANN, M., ROSCHE, O. UND M. STEININGER (2000): Erarbeitung von betrieblichen Handlungsrichtlinien für die schlagbezogene standortgerechte Bodenbewirtschaftung im Rahmen umweltschonender Produktionsverfahren. - Abschlußbericht Mitteldeutsches Institut für angewandte Standortkunde u. Bodenschutz Halle, unveröffentlicht.

ARBEITSGRUPPE BODEN der Geologischen Landesämter und der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe der Bundesrepublik Deutschland (1994): Bodenkundliche Kartieranleitung.- 4. Auflage, Hannover (als KA 4 zitiert).

DVWK (1996): Wasserwirtschaftliche Forderungen an die Landnutzungsplanung zur Verminderung des Nitrataustrags insbesondere in Wasserschutzgebieten. – In: Schriftenreihe des DVWK, Heft 111, Bonn.

HARTMANN, K.-J., FINNERN, J. UND E. CORSDEN (1999): Bewertung von Bodenfunktionen auf Grundlage der Bodenschätzung – ein Verfahrensvergleich. - In: J. Plant Nutr. Soil Sci., 162, S. 179-181.

HÜLSBERGEN, K.-J., J. ABRAHAM & O. CHRISTEN (2002): Analyse und Bewertung von Stoffflüssen in landwirtschaftlichen Betrieben mit dem Modell REPRO. – In: Vortrag 114. VDLUFA-Kongress, Leipzig.

HÜLSBERGEN, K.-J. (2003): Entwicklung und Anwendung eines Bilanzierungsmodells zur Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Systeme. – Habilitation, Halle.

MÜLLER, U. (1997): Auswertungsmethoden im Bodenschutz, Dokumentation zur Methodendatenbank des Niedersächsischen Bodeninformationssystems – NIBIS-. - Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, 6. Aufl., Hannover.

SCHINDLER, U., THIÈRE, J., STEIDL, J. UND L. MÜLLER (2004): Bodenhydrologische Kennwerte heterogener Flächeneinheiten - Methodik der Ableitung und Anwendungsbeispiel für Nordostdeutschland. – In: Fachbeiträge des Landesumweltamtes Brandenburg - Titelreihe, Heft - Nr. 87- Bodenschutz 2 -, Potsdam.

TGL 24 300: Aufnahme landwirtschaftlich genutzter Standorte. - Berlin 1985.

THIÈRE, J. UND A. HENDZLIK (1989): Vergleichsmethode Standort (VERMOST) und ihre Anwendung auf Bewirtschaftungs- und Anbaueignung. - In: Quantifizierung der Abhängigkeit der Erträge und technologischen Aufwendungen - FZB Müncheberg d. AdL, Bereich Bodenkunde/Fernerkundung Eberswalde; FE-Bericht.