AUSLEIHEXEMPLAR

UFZ-Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH
Zentralbibliothek
Permoserstraße 15
04318 Leipzig

UFZ-Bericht

UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht • UFZ-Bericht

tforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Nr. 21/1996

Zusammenstellung der vom UFZ sowie von Partnereinrichtungen durchgeführten Untersuchungen in repräsentativen Kleineinzugsgebieten der Elbe

Ralph Meißner[1], Helmut Guhr[2],
Rudolf Krönert[3]

UFZ-Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH
[1] Sektion Bodenforschung
[2] Sektion Gewässerforschung
[3] Sektion Angewandte Landschaftsökologie

ISSN 0948-9452

Repräsentative Kleineinzugsgebiete der Elbe

Zusammenstellung der vom UFZ sowie von Partnereinrichtungen durchgeführten Untersuchungen in repräsentativen Kleineinzugsgebieten der Elbe

Herausgeber:

Ralph Meißner, Sektion Bodenforschung
Helmut Guhr, Sektion Gewässerforschung
Rudolf Krönert, Sektion Angewandte Landschaftsökologie

UFZ - Umweltforschungszentrum
Leipzig - Halle GmbH
Postfach 2
04301 Leipzig

Inhaltsverzeichnis

1. Zusammenfassende Übersicht zu laufenden Versuchen in Kleineinzugsgebieten und Ableitung einer Konzeption zur einzugsgebietsübergreifenden Bestimmung von Stoffflüssen 1

2. Vorstellung der in Bearbeitung befindlichen Kleineinzugsgebiete

J. Seeger und R. Meißner
Charakteristik des Einzugsgebietes Schaugraben 8

U. Keese, R. Krönert, U. Steinhardt und S. Knappe
Charakteristik des Einzugsgebietes Parthe 19

J. Wendler
Charakteristik des Einzugsgebietes Borlasbach 26

H. Abdank und M. Steininger
Charakteristik des Einzugsgebietes Schäferbach (Schäfergrund) 34

K. Kalbitz und H. Rupp
Charakteristik des Einzugsgebietes Ohre (Drömling) 45

E. Weber und U. Suhr
Charakteristik des Einzugsgebietes Ströbecker Fließ 55

1. Zusammenfassende Übersicht zu laufenden Untersuchungen in Kleineinzugsgebieten und Ableitung einer Konzeption zur einzugsgebietsübergreifenden Bestimmung von Stoffflüssen

Zur Koordinierung der Forschungsplanung im UFZ, speziell zum Forschungsverbundprojekt 2 **„Flußlandschaft Elbe“** sowie zur Vorbereitung der HGF - Aktivitäten innerhalb der Sektion 2 „Boden und Wasser in Landschaften“, wurde im Juni 1996 in Magdeburg ein Workshop zum Thema **„Erfassung diffuser Stoffausträge aus kleinen Einzugsgebieten“** durchgeführt. Das Ziel dieses Workshops bestand in der gegenseitigen Information und der Bündelung von Aktivitäten, die von verschiedenen Arbeitsgruppen des UFZ selbst bzw. in deren Auftrag in unterschiedlichen Kleineinzugsgebieten des Elbeeinzugsgebietes gegenwärtig durchgeführt werden. An dieser Veranstaltung nahmen auch Vertreter aus kooperierenden Einrichtungen (Universitäten, Blaue - Liste - Institute, Wasserwirtschaftsverwaltung) teil, die entweder selbst Forschungsarbeiten in Einzugsgebieten vornehmen bzw. diese finanziell unterstützen.
Um den in den einzelnen Teileinzugsgebieten erreichten Stand zu dokumentieren und anderen Bearbeitern zur Kenntnis zu bringen, wurde als Ergebnis dieser Sitzung vorgeschlagen, für jedes Einzugsgebiet eine Kurzdokumentation nach einem vorgegebenen Gliederungsschema zu erarbeiten.
Eine Übersicht über die geographische Lage der gegenwärtig unter Leitung des UFZ untersuchten Einzugsgebiete enthält Abbildung 1.
Nach der zusammenfassenden Auswertung der in den Einzugsgebieten vorgenommenen Untersuchungen werden die bestehenden Wissensdefizite abgeleitet und Lösungsvorschläge für einzugsgebietsübergreifende Forschungsarbeiten unterbreitet. Daran schließt sich die detaillierte Vorstellung der einzelnen Einzugsgebiete durch die jeweiligen Bearbeiter an.

Auf der Grundlage der eingegangenen Beiträge wurde in Tabelle 1 eine zusammenfassende Darstellung über die gegenwärtig laufenden Untersuchungen in den Teileinzugsgebieten vorgenommen.
Einigkeit zwischen den Wissenschaftlern besteht darüber, daß zur Beschreibung der Stoffströme im gesamten Elbeeinzugsgebiet detaillierte Untersuchungen in repräsentativen, überschaubaren Teileinzugsgebieten notwendig sind, die unterschiedliche hydrogeologische Strukturen widerspiegeln und eine Größe besitzen, die eine weitgehende Aufklärung des Wirkungsgefüges ermöglichen. Konnten die bisherigen Betrachtungsweisen nur langjährige Mittelwerte für die

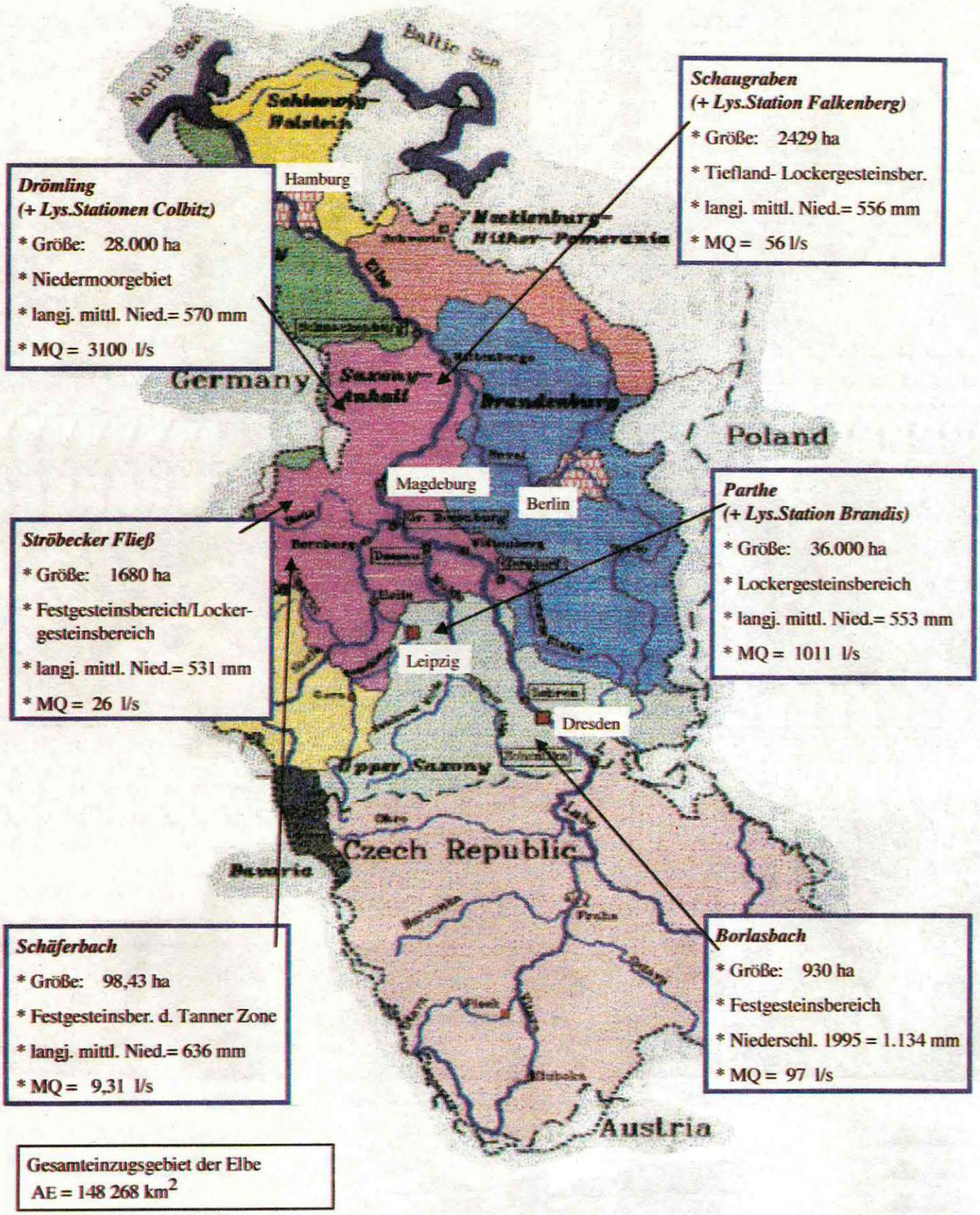


Abb. 1 Lage der untersuchten Kleineinzugsgebiete im Bereich der Elbe

Stoffeinträge einzelner Pfade liefern, ist die Untersuchung von Kleineinzugsgebieten (Größe ca. 10 bis 100 km^2) erfolgversprechend im Hinblick auf die Verknüpfung der Stoffströme mit hydrologischen Prozeßabläufen. Sie bieten die Möglichkeiten, räumlich und zeitlich aufgelöste Angaben zu den dynamischen Komponenten der Abflußbildung und des Abflußverlaufes zu ermitteln. Die gegenwärtig bearbeiteten Untersuchungsgebiete stellen bereits typische Landschaftsausschnitte dar und sind Bestandteil laufender und bisher finanziell abgesicherter Forschungsprojekte. Hiermit besteht sowohl die Chance als auch die Aufgabe, integrierende, einzugsgebietsübergreifende Untersuchungen vorzunehmen und Stoffflüsse in den Einzugsgebieten nach einer einheitlichen Methodik zu qualifizieren und zu quantifizieren. Erst auf der Grundlage von realistischen Szenariorechnungen wird es möglich sein, Varianten für eine ökonomisch - ökologisch verträgliche Landschaftsnutzung im gesamten Einzugsgebiet zu erarbeiten.

Die vorrangig zu bearbeitenden Schwerpunkte werden in folgenden Defiziten gesehen:

- Aufklärung der Ursachen für die Stoffdifferenzen, die sich aus dem Vergleich von Emissions- und Immissionsanalyse ergeben

- Quantifizierung des Weg - Zeit - Verhaltens der einzelnen Abflußkomponenten sowie des damit einhergehenden Stofftransportes über den Pfad Sickerwasser - Grundwasser - Oberflächenwassser

- Quantifizierung der Rückhalte - bzw. Eliminierungsfunktion eines Fließgewässers, insbesondere beim Nährstofftransport

- Möglichkeiten der Übertragung von mikro - bzw. mesoskalig gewonnenen Untersuchungsergebnissen, speziell von Lysimetern, Feldversuchen, Teileinzugsgebieten, auf größere Gebietseinheiten

- Quantifizierung des Einflusses von Landnutzungsänderungen in einem Einzugsgebiet auf die Komponenten des Wasser - und Stoffhaushaltes

- Erarbeitung von Parametern zum Stoffaustrag aus nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen wie urbanisierte Areale, Wald - und Parklandschaften, Deponien etc. sowie Analyse der Auswirkungen von Rückbau - und Renaturierungsmaßnahmen auf den Stofftransport als Voraussetzung für die Validierung von Gebietswasser - und Stoffhaushaltsmodellen

- Komplexe Modellierung der Wasser - und Stofftransportpfade in einem Einzugsgebiet, um Empfehlungen für eine ausgewogene Realisierung der landschaftlichen Grundfunktionen (Regulation, Produktion, Standort und Information) sowie für den Gewässerschutz abzuleiten

Zur Lösung der vorher aufgeführten Probleme bieten sich nachfolgend genannte methodische Ansätze an:

- Erstellung einer Stoffbilanz für die einzelnen Einzugsgebietstypen nach gleichen methodischen Grundsätzen (Emissions - Immissionsbetrachtungsweise auf der Grundlage der in der Schriftenreihe „agrarspectrum" 1994, Bd. 22 - Hrsg. WERNER u.a. dargelegten Prinzipien; zunächst beginnend für die Nährstoffe N und wenn möglich, auch für P)

- Detaillierte Erfassung des Gebietswasserhaushaltes (Grundwasserneubildung, Basisabfluß, Zwischenabfluß, Oberflächenabfluß, Durchfluß) und dessen Modellierung

- Detaillierte Erfassung der hauptsächlichen Stofftransportpfade von der Bodenoberfläche (incl. Deposition) bis in den Vorfluter (Weg - Zeit - Verhalten); neben dem Oberflächeneintrag (Erosion) erscheint hier vor allem der Sickerwasser - Grundwasserpfad von Bedeutung für den Flachlandbereich (Vorschlag: Anlage von Chlorid - oder Bromid - Tracer - Versuchen nach einheitlicher Methodik; Quantifizierung der Retention/ Retardation/ Stoffumwandlung in Abhängigkeit von den pedologisch - hydrologischen Bedingungen)

- Erfassung des Stoffrückhaltes und der Stoffumwandlungen während des Transportes im Vorfluter durch Separierung des Einzugsgebietes in Untereinzugsgebiete bzw. Fließstrecken und Messung entsprechender Parameter im Wasser, Schwebstoff, Sediment und ggf. in Biota

- Quantifizierung der Auswirkungen spezieller Nutzungsänderungen (z.B. Flächenstillegungen, Anbau nachwachsender Rohstoffe, Anlage von Siedlungen, Parks und Deponien etc.) in einem Einzugsgebiet auf der Basis von mikroskaligen Untersuchungen (z.B. Lysimeter und Felduntersuchungen) als Skalierungsmaßstab für die Modellierung

- Digitalisierung der Einzugsgebiete unter Berücksichtigung der pedologischen, hydrogeologischen, topologischen und nutzungsspezifischen Bedingungen nach einer einheitlichen Methodik als Grundlage für die Modellierung und Visualisierung von Meßergebnissen

- Erstellung eines Gesamtmodells zum Wasser - und Stofffluß im jeweiligen Einzugsgebiet und Durchführung von Szenariorechnungen zu anthropogenen Eingriffen in das System als Voraussetzung für die realistische Modellierung des gesamten Elbeeinzugsgebietes

Tab. 1 Charakteristik der vom UFZ sowie von Partnereinrichtungen betreuten Kleineinzugsgebiete innerhalb des Gesamteinzugsgebietes der Elbe

Bezeichnung des Einzugsgebietes (Betreiber)	Pedologisch-hydrologische Kennwerte einschl. Nutzung des Gebietes	Untersuchungsziele	Laufendes Arbeitsprogramm	Relevante Arbeitsergebnisse
Schaugraben (UFZ - Sektionen Boden - und Gewässerforschung)	Größe: 2.429 ha Tiefland - Lockergesteinsbereich im nördlichen Teil Sachsen - Anhalts mit schwach lehmigen bis lehmigen Böden überwiegend land - und forstwirtschaftliche Nutzung $\bar{x}$ langj. Niederschl.: 556 mm MQ - Schaugraben ~ 65 l/s MNQ - Schaugraben ~ 20 l/s MHQ - Schaugraben ~ 450 l/s	*Einfluß von Änderungen der Landnutzung (vorrangig Land - wirtschaft) im Einzugsgebiet auf die Wasserqualität im Schaugraben (seit 1993); Anwendung der Emissions - Immissions - Bilanzierungsmethodik (für N und P) *Aufklärung des diffusen Stofftransportes über den Sickerwasser - Grundwasserpfad in das Oberflächengewässer (Beginn Herbst 1996) *Testung einer biologischen Methode zur Quantifizierung des diffusen Stoffeintrages (seit Frühjahr 1995)	*jährliche Erfassung der Nutzungsstruktur des Einzugsgebietes *kontinuierliche Fortsetzung von Lysimeterversuchen analog zur Bewirtschaftung des Einzugsgebietes *monatliche N_{min} - Untersuchung auf repräsentativen Bodenflächen *Anlage von Cl - Versuchen (Tracer) zur Stoffverlagerung (Untersuchung 2x jährlich) *Durchflußerfassung an 4 Meßstellen + N - und P - Analyse im Abstand von ca. 2 bis 4 Wochen	*Nachweis der Nutzung von Lysimetermeßergebnissen für Gebietsuntersuchungen *Rotationsbrache führt zu steigender N - Belastung im Fließgewässer
Parthe (Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft Sachsen in Zusammenarbeit mit den UFZ - Sektionen Bodenforschung und Angewandte Landschaftsökologie)	Größe: 36.600 ha Lockergesteinsbereich der nordsächsischen Altpleistozänlandschaft bei Leipzig mit sandigen und lehmigen Böden überwiegend land - und forstwirtschaftliche Nutzung mit zunehmender Urbanisierung $\bar{x}$ langj. Niederschl.: 583 mm MQ - Parthe: 1011 l/s MNQ - Parthe: 348 l/s MHQ - Parthe: 7237 l/s	*Einfluß von Änderungen der Landnutzung (vorrangig urbane Eingriffe) auf die Abflußbildung im Sicker -, Grund - und Ober - flächenwasser und die Wasserqualität (seit etwa 1965) *Scaling up von Lysimetermeßergebnissen auf größere Einzugsgebiete (Beginn Herbst 1996)	*kontinuierlicher Betrieb eines umfangreichen Sickerwasser - (Lysimeter), Grundwasser -, Ober - flächenwasser - und Depositionsmeßnetzes	*Nachweis der Funktionsweise eines gekoppelten Grund - und Oberflächenwassermodells zur Simulation von Grundwasserständen und Oberflächenwasserabflüssen für das Parthe - Gebiet *Einfluß meteorologischer Eingangsgrößen auf den Wasser - und Stickstoffhaushalt von acht ackerbaulich genutzten Standorten im Einzugsgebiet auf der Basis von Lysimeteruntersuchungen

Bezeichnung des Einzugsgebietes (Betreiber)	Pedologisch-hydrologische Kennwerte einschl. Nutzung des Gebietes	Untersuchungsziele	Laufendes Arbeitsprogramm	Relevante Arbeitsergebnisse
Borlasbach (SAS - Aqua Service GmbH im Auftrag des UFZ - Sektion Gewässerforschung)	Größe: 930 ha Festgesteinsbereich der Gneisformation bei Dresden, überdeckt von einer sandig - lehmigen Lockermaterialdecke überwiegend land - und forstwirtschaftliche Nutzung Niederschl. 1995: 1.134 mm MQ- Borlasbach: 97 l/s MNQ - Borlasbach: 11 l/s MHQ - Borlasbach: 238 l/s	*Quantitative Erfassung von Nährstoffeinträgen (diffus und punktförmig) in den Borlasbach (seit 1991) *Bilanzierung des N - und P - Haushaltes (seit 1994) *Aufbau eines GIS für das gesamte Einzugsgebiet sowie Simulation der Stoffflüsse (geplant)	*jährliche Erfassung der Nutzungsstruktur des Einzugsgebietes *Aufstellung von Nährstoffbilanzen für die im Einzugsgebiet befindlichen Flächen (Jahresbasis) *Durchflußmessungen im Abstand von 8 bis 14 Tagen und Entnahme einer Wasserprobe alle 14 Tage sowie Untersuchung auf relevante Inhaltsstoffe (vor allem Nährstoffe, aber auch O_2, BSB, DOC, pH-Wert, Fe, Mn, Al, Cl)	*Aufstellung einer N - und P- Bilanz für das gesamte Einzugsgebiet
Schäferbach (Schäfergrund) (MLU - Halle, Institut für Agrartechnik und Landeskultur im Auftrag des UFZ - Sektion Bodenforschung)	Größe: 98,43 ha Festgesteinsbereich der Tanner Zone (Grauwacke, Plattenschiefer, Tonschiefer - Harz), überdeckt von sandig lehmigen bis tonigen Böden ausschließlich land - und forstwirtschaftliche Nutzung x langj. Niederschl.: 636 mm MQ - Schäferbach: ~ 9,3 l/s MNQ - Schäferbach: ~ 0,24 l/s MHQ- Schäferbach: ~ 92,50 l/s	*Auswirkungen unterschiedlicher landwirtschaftlicher Flächennutzung auf die Wasserqualität (seit 1993) *Ermittlung von Sickergeschwindigkeiten und Sickerwassermengen sowie Aufklärung des Stofftransportes über den Sickerwasser - Zwischenabfluß - Basisabflußpfad bis in den Vorfluter (seit 1995)	*jährliche Erfassung der Nutzungsstruktur des Einzugsgebietes *zeitlich gestaffelte Erfassung relevanter bodenphysikalischer und chemischer Parameter einschließlich N_{min} *Nährstoffuntersuchungen des Erntegutes *kontinuierliche Erfassung des atmosphärischen N - Eintrages *wöchentliche bis zweiwöchentliche Untersuchung des Oberflächen -, Drän - und Grundwassers an mehreren Meßpunkten auf Wassermenge bzw. Wasserstand und - qualität (NO_3, pH - Wert, elektr. Leitfähigkeit) *Anlage von Kalium - Bromid - Tracerversuchen zur Stoffverlagerung	*Reduzierung des Düngungsniveaus um 50% führt nicht unmittelbar zu einer Verringerung des NO_3- Austrags mit dem Dränwasser *Aufklärung des Eintragsverhaltens unterschiedlicher Stofftransportpfade (Zwischenabfluß, Basisabfluß) an der Belastung des Vorfluters mit N - Verbindungen

Bezeichnung des Einzugsgebietes (Betreiber)	Pedologisch-hydrologische Kennwerte einschl. Nutzung des Gebietes	Untersuchungsziele	Laufendes Arbeitsprogramm	Relevante Arbeitsergebnisse
Ohre (Drömling) (UFZ - Sektionen Bodenforschung und Hydrogeologie)	Größe: ca. 28.000 ha Niedermoorgebiet im Grenzbereich zwischen Niedersachsen und Sachsen - Anhalt mit vorwiegend anmoorigen sowie sandüberlagerten Böden überwiegend land - und forstwirtschaftliche Nutzung mit Tendenz zur Extensivierung und Renaturierung $\bar{x}$ langj. Niederschl.: 570 mm MQ- Hauptvorfluter Ohre: 3100 l/s MNQ-Hauptvorfluter Ohre: 10 l/s MHQ-Hauptvorfluter Ohre: 22.200 l/s	*Auswirkungen von Landnutzungsänderungen und Renaturierungsmaßnahmen auf die Wasserqualität im Drömling und Ableitung von umweltgerechten Bewirtschaftungsmaßnahmen (seit 1993) *Sicherung der Nutzung von Ohre - Wasser zur Grundwasseranreicherung und zur Gewährleistung der Trinkwasserversorgung der Stadt Magdeburg (seit 1995)	*Erfassung des Ist - Zustandes der Landnutzung an 6 repräsentativen Standorten (konventionelle Nutzung, Nutzungsumwidmung, Wiedervernässung, Renaturierung) und Messung der Stoffverlagerung über den Sickerwasser - Grundwasser - Oberflächenwasserpfad im Abstand von 3 Wochen *Ermittlung der Nährstoff - und Schwermetallbelastung von Böden und Sickerwässern einschließlich DOC, N_{min} und ausgewählter organischer Schadstoffe *Isotopenuntersuchungen (^{18}O, ^{2}H und ^{3}H) im Niederschlag, Grund - und Oberflächenwasser	*Umstellung der Landnutzung von intensiven zu extensiven Formen ist zu Beginn mit erhöhten N - Austrägen verbunden *hohe Grundwasserstände dienen der Niedermoorbodenkonservierung, können aber mit einer erhöhten P - Freisetzung aus dem Boden verbunden sein
Ströbecker Fließ (UFZ - Sektion Gewässerforschung)	Größe: 1680 ha Festgesteins - Lockergesteins - Übergangsbereich des Huy in der Halberstädter Mulde mit lehmigen und lößhaltigen Böden überwiegend land - und forstwirtschaftliche Nutzung $\bar{x}$ langj. Niederschl.: 531 mm MQ - Ströbecker Fließ: 51 l/s MNQ - Ströbecker Fließ: 9 l/s MHQ - Ströbecker Fließ: 2.580 l/s	*Quantifizierung der punktförmigen und diffusen Quellen im Einzugsgebiet in Abhängigkeit von der Landnutzung (11/92 bis 11/93)	*gegenwärtig keine Untersuchungen, da erhöhte Beeinträchtigung durch Abwasserentsorgungsmaßnahmen im Untersuchungsgebiet *geplante Weiterführung der Untersuchungen zum diffusen Stoffeintrag in das Gewässer in Abhängigkeit von der Veränderung der Landnutzung im Einzugsgebiet ab voraussichtlich Frühjahr 1997	*Ermittlung von Koeffizienten über den N - Austrag in Abhängigkeit von der Landnutzung im Einzugsgebiet *erhöhte Belastung des Vorfluters mit N und P aus Abwassereinleitungen - Separierung der Belastung aus der Flächennutzung deshalb gegenwärtig kompliziert

2. Vorstellung der in Bearbeitung befindlichen Kleineinzugsgebiete

Charakteristik des Einzugsgebietes Schaugraben

Dipl. Chem. J. Seeger und Dr. habil. R. Meißner
UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Forschungsstelle Falkenberg, Dorfstraße 55, 39615 Falkenberg

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

Das Gesamteinzugsgebiet des Schaugraben ist, linksseitig der B 189 vor Osterburg gelegen, 2429 ha groß. Der Schaugraben entwässert über die Nebenflüsse Biese und Aland bei Schnackenburg in die Elbe. Das Einzugsgebiet ist in vier Teilgebiete mit folgenden Größen gegliedert (Abb. 1):

Teileinzugsgebiet 1: 693 ha
Teileinzugsgebiet 2: 1413 ha
Teileinzugsgebiet 3: 2135 ha
Teileinzugsgebiet 4: 2429 ha

Im Einzugsgebiet befinden sich die Dörfer Ziegenhagen, Polkau und Erxleben mit insgesamt ca. 600 Einwohnern.

Die Flächennutzung erfolgt ausschließlich landwirtschaftlich. Die größenmäßige Aufteilung nach der Art der Bodennutzung gestaltete sich bei der Festlegung des Einzugsgebietes wie folgt:

Ackerland	1483 ha
Grünland	523 ha
Wald	372 ha
versiegelte Flächen	48 ha
Ödland	3 ha

Das Ackerland wurde vor 1990 intensiv genutzt. Die mit der politischen Wende einhergehende Umstrukturierung in der Landwirtschaft führte ab 1990 zunehmend zu einer marktorientierten Bewirtschaftung der Flächen und somit zu einer damit verbundenen Abkehr von der ausschließlichen Etablierung traditioneller Fruchtfolgen. Mit den sich auf den Ackerflächen sukzessive vollziehenden Änderungen in der Landbewirtschaftung ist das Gebiet somit durchaus als repräsentativ für viele Lockergesteinsflächen in den neuen Bundesländern anzusehen.

Der Raps - und Getreideanbau ist nach kurzzeitigem Anstieg von ca. 60 % (gemessen an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche im Einzugsgebiet) im Jahr 1990 - auf 70 % in den Jahren 1991 und 1992 - wieder auf 60 % im Jahr 1996 zurückgegangen. Verschiebungen sind auch bei den Hackfrüchten erkennbar. Der Kartoffelanbau ist von ca. 6 % fast auf Null gesunken, während bei Mais ein starker Anstieg von 8 auf 20 % erfolgte. Der Zuckerrübenanbau ist mit ca. 4 % etwa gleich geblieben. Ein Maß für die

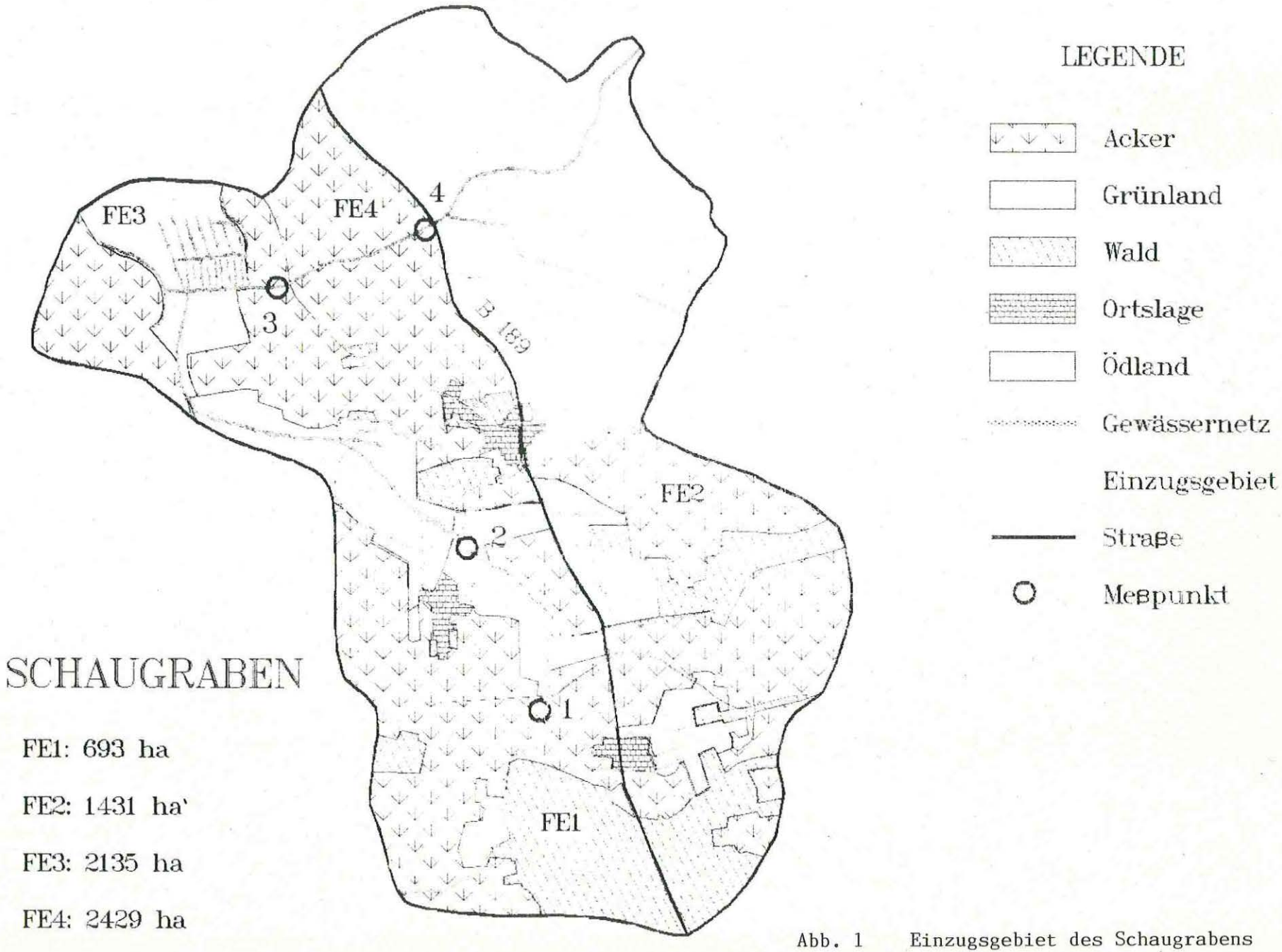


Abb. 1 Einzugsgebiet des Schaugrabens

bereits erwähnte Umstrukturierung in der Landbewirtschaftung ist in erster Linie der Anteil an Stillegungsflächen. Der Startwert lag 1990 bei 3 % und nahm 1992 und 1994 Spitzenwerte von 14 bzw. 13 % ein. Ab 1995 ist dann ein Rückgang reiner Brachlegungsflächen, teilweise zugunsten des Anbaues von subventionierten Früchten, zu erkennen. Daraus resultiert nur noch ein Anteil von 4 % im Jahr 1996. Neben Sonnenblumen mit ca. 8 % Anbaufläche im Jahr 1993, nehmen in den Jahren 1995 und 1996 auch Früchte wie Lupinen, Lein und Erbsen einen Umfang von ca. 3 % ein.
Eine Vergrößerung der Flächenanteile am Einzugsgebiet ist beim Ödland festzustellen. Besonders in der Nähe von Osterburg blieben seit 1990 größere Areale unbewirtschaftet liegen (wahrscheinlich umgewidmet in Bauland oder Bauerwartungsland).
Der hydrologischen Grundgleichung zufolge kommt unter den betreffenden Kenngrößen eines Gebietes dem Niederschlag eine Schlüsselbedeutung zu. Der mittlere langjährige Gebietsniederschlag, gemessen auf der meteorologischen Station in Seehausen/Altmark, liegt bei 556 mm. Bei einem mittleren Grundwasserflurabstand von ca. 1 - 2 m, der territorial stauwasserbeeinflußt ist, wird aus durchschnittlichen Niederschlagswerten von 500 bis 550 mm/a, ermittelt auf der Basis von Isolinien (Grundlage Niederschlagskarte des Hydrographischen Kartenwerks 1901 - 1950) nach Keller und Liebscher (1979), eine Verdunstungshöhe von 450 bis 520 mm/a abgeleitet und eine jährliche potentielle Sickerwasserhöhe im Gebiet von 50 - 100 mm errechnet (Wendland u.a. 1993).
Die für das Gebiet weiterhin vorgenommene Auswertung von Deckfolien (Niederschlags - Abfluß - Unterschieds - **Karten**), unter Berücksichtigung der Niederschlagsreihe zwischen 1931 und 1960, ergab für den Bezugszeitraum mittlere jährliche Niederschläge zwischen 607 und 615 mm sowie Verdunstungswerte von 470 bis 515 mm. Die mittleren jährlichen Abflüsse variierten von 95 mm im Quellbereich des Schaugrabens bis zu 145 mm im Mündungsbereich (Dottermusch 1982).
Das Gebiet zwischen Osterburg und Erxleben gehört zum Altmärkischen Hügel - und Niederungsgebiet und wurde im Pleistozän gebildet. Im Oberboden wird als Bodenart in einer Tiefe bis zu 3 bzw. 7 dm humoser, schwach lehmiger bis lehmiger Sand angetroffen. Darunter steht bis zu einer Tiefe von etwa 3 m größtenteils Sand an, der mit unterschiedlich starken sandigen Lehm - bis Lehmschichten durchsetzt ist. Der an einigen Stellen (z.B. Grünlandflächen im Teileinzugsgebiet 2) bereits in einer Tiefe von ca. 8 dm anzutreffende Lehm, der ab etwa 12 dm von Ton abgelöst wird, führt bei ansteigendem Grundwasserstand zu dem bereits erwähnten Stauwassereinfluß in einer Tiefe von ca. 1,5 m.
Die Bodenzahlen des Einzugsgebietes liegen zwischen 30 und 40.
Bei den hier anstehenden sandig - lehmigen Böden bewegt sich die Feldkapazität zwischen 14 bis 26 mm/dm, die nutzbare Feldkapazität liegt zwischen 12 und 18 mm/dm. Die Durchwurzelungstiefen werden mit 7 bis 9 dm als hoch eingeschätzt. In Anlehnung an Wendland u.a.(1993) werden die Denitrifikationsbedingungen für den im Gebiet

anstehenden Bodentyp - Braunerde - als mittelmäßig eingestuft. Die Reliefenergie liegt unter 25 m/km^2; daraus resultiert eine geringe Neigung zur Wassererosion.
Die grundwasserführenden Gesteinseinheiten des Schaugrabens sind überwiegend Sande und Kiese. Die Durchlässigkeit dieser Gesteinseinheiten liegt zwischen 17,28 und 34,56 m/d. Der nutzbare Hohlraumanteil im Aquifer bewegt sich zwischen 10 und 15 %. Grundlage zur Ermittlung der hydraulischen Gradienten (Grundwassergefälle) sind die Grundwassergleichenpläne. Das Gefälle wurde für das Gebiet mit 0,0017 berechnet und korrespondiert mit Angaben aus dem Hydrogeologischen Kartenwerk der früheren DDR, die sich zwischen 0,001 - 0,0025 bewegen. Diese Fließverhältnisse sind typisch für den norddeutschen Flachlandbereich. Aus dem geringen Gefälle resultieren auch kleine mittlere Abstandsgeschwindigkeiten von 0,2 m/d bzw. 0,1 bis 0,5 m/d. Werden die maximalen Verweilzeiten für den Teil des Grundwassers im Aquifer, der dem Hauptvorfluter, also der Elbe, zuströmt, mit für das Norddeutsche Flachland typischen 10 bis 60 Jahren eingeschätzt, ergibt die Berechnung der Verweilzeit des Grundwassers beim Zuströmen auf den Schaugraben für die Fließstrecke von 100 m einen Wert von etwa 1,4 Jahren und bei einer Fließstrecke von 1500 m etwa 20 Jahre.

2. Untersuchungsziele

Die Elbe als Hauptvorfluter des beschriebenen Kleineinzugsgebietes ist mit mehr als 1100 km Länge und einem Gesamteinzugsgebiet von über 148 000 km^2 eines der größten Flußgebiete Mitteleuropas. Von besonderer Bedeutung ist die Elbe und ihr Einzugsgebiet für die fünf neuen Bundesländer, denn 73 % des früheren DDR - Territoriums befinden sich darin. Nach Schätzungen entstammen etwa 12 - 13 % der jährlich in die Nordsee eingeleiteten Stickstoff (N) - und Phosphor (P) - Mengen der Elbe. Die Forderung, die N - und P - Einleitungen um 50 % zu senken, war bereits Gegenstand internationaler Nordseeschutzkonferenzen.
Gezielte Maßnahmen zur Verringerung von Stoffeinträgen in die Fließgewässer können nur nach Kenntnis über die verschiedenen Belastungsquellen realisiert werden. Dabei sind neben den punktförmigen Einleitungen die diffusen Stoffeinträge von großer Bedeutung, deren Höhe vor allem durch die im Einzugsgebiet stattfindende Landnutzung bestimmt wird. Im Vergleich zu punktuellen Belastungsquellen gestaltet sich die Aufklärung diffuser Quellen komplizierter, da die Verursacher zunächst nicht eindeutig identifiziert werden können. Bei der Kalkulation dieser diffusen Nährstoffeinträge besteht weiterer Forschungsbedarf. Die Strukturänderungen in der Landwirtschaft und ihre Auswirkungen auf die Landnutzung werden als einzigartige Möglichkeit der Durchführung einer experimentellen Systemanalyse angesehen. Waren vor 1990 alle Bemühungen auf die Erzielung hoher Erträge gerichtet, bewirkte der Beitritt zur Europäischen Gemeinschaft

die Einleitung von Maßnahmen zum Abbau von Agrarüberschüssen durch subventionierte Flächenstillegungen und Extensivierungsmaßnahmen. Dies hatte u.a. eine Stillegung von 10 % vorher intensiv genutzten Ackerlandes zur Folge. Die auf solchen Flächen akkumulierten Nähr - und Schadstoffe stellen durch Erosionsprozesse und Auswaschungen in Richtung Grundwasser ein beträchtliches Gefahrenpotential für ober - und unterirdische Gewässer dar. Bei einer mittleren Verweilzeit des Sicker - bzw. Grundwassers in der Dränzone und im Grundwasserleiter von ca. 20 Jahren bewegt sich eine erhebliche Belastungsfront auf die Fließgewässer zu.
Konnten die bisherigen Betrachtungsweisen nur langjährige Mittelwerte für die Stoffeinträge einzelner Pfade liefern, ist die Untersuchung von Kleineinzugsgebieten (Größe ca. 10 bis 100 km^2) erfolgversprechend im Hinblick auf die Gewährleistung der Verknüpfung der Stoffströme mit hydrologischen Prozeßabläufen. Sie bieten Lösungsmöglichkeiten bei der Ermittlung von räumlich und zeitlich aufgelösten Angaben zu den dynamischen Komponenten der Abflußbildung und des Abflußverlaufes.
Das Hauptuntersuchungsziel im Kleineinzugsgebiet des Schaugrabens besteht darin, den Nachweis zu erbringen, inwieweit Landnutzungsänderungen einen relevanten Einfluß auf die Gewässerbelastung ausüben. Dies wird zunächst für den Nährstoff Stickstoff (N) auf der Grundlage der Emissions - (Austrag von mobilen N - Verbindungen aus dem Boden in das Gewässer) und der Immissionsanalyse (Austrag von mobilen N - Verbindungen mit dem Durchfluß aus dem Einzugsgebiet) vorgenommen. Dabei wird der Versuch unternommen, die N - Emissionsgröße durch Übertragung von aktuellen Lysimeterdaten auf das Kleineinzugsgebiet zu ermitteln (unter der Bedingung des Vorhandenseins annähernd identischer hydrologischer und pedologischer Bedingungen in beiden Einheiten und der Realisierung eines vergleichbaren Landbewirtschaftungsregimes). Die N - Immission wird durch Abfluß - und Konzentrationsmessungen im Schaugraben erfaßt.

3. Laufendes Arbeitsprogramm

Zur Gewinnung der Kenndaten über den Einfluß von Flächenstillegung und Extensivierung auf vormals intensiv ackerbaulich genutzten Standorten dient ein auf der UFZ - Forschungsstelle in Falkenberg bereits 1983 angelegter und 1991 modifizierter Lysimeterversuch (Meissner u.a. 1993). In dieses Experiment sind insgesamt 108 Vollmantellysimeter mit einer Oberfläche von 1 m^2 und einer Gesamttiefe von 1,25 m integriert. Davon sind 90 Lysimeter mit der für landwirtschaftliche Standorte der fünf neuen Bundesländer repräsentativen Bodenart lehmiger Sand (lS) und jeweils 6 Lysimeter mit den Bodenarten Sand (S), Lehm (L) und Löß (Loe) gefüllt. Die Böden wurden auf natürlich gewachsenen Standorten gewonnen und im Winterhalbjahr 1981/82 manuell

über eine abgestufte Filterschicht von 250 mm (Sand -Kies - Schotter) weitgehend profilgerecht eingebaut (Meissner u.a. 1991).
Die im folgenden genannten Flächennutzungsregime wurden aus Gründen der Repräsentanz sowie der Bewirtschaftungsmodalitäten mit agrarwissenschaftlichen Einrichtungen (Zentrum für Agrarlandschafts - und Landnutzungsforschung Müncheberg, Agrarwissenschaftliche Fakultät der Martin - Luther - Universität Halle - Wittenberg) abgestimmt:

I Flächenstillegung

- Brachlegung
  - -Dauerbrache (für fünf Jahre stillgelegt) — 10 Lysimeter
  - -Rotationsbrache (einjährige Stillegung) — 12 Lysimeter
- Aufforstung — 2 Lysimeter
- Nutzung zu nichtlandwirtschaftlichen Zwecken (z.B. Golfplatz) — 2 Lysimeter
- Umwandlung von Ackerland in extensiv zu nutzendes Grünland — 2 Lysimeter

II Extensivierung

- Quantitative Methode
  Ertragsreduzierung um mindestens 20 % durch verminderte Aufwandmengen an Agrochemikalien, z.B. Senkung der Mineraldüngung (low input) sowie Verzicht auf Zusatzbewässerung — 10 Lysimeter
- Produktionstechnische Methode
  Verringerung der Produktion durch Anwendung weniger intensiver Produktionsweisen, u.a. durch
  - Verzicht auf den Einsatz chemisch - synthetischer Produktionsmittel (Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel) — 12 Lysimeter
  - Ersatz von hochproduktivem Getreide (Winterweizen, Wintergerste) durch ertragsextensive Getreidearten (Roggen, Hafer oder Dinkel) — 8 Lysimeter
- Extensive Grünlandnutzung — 10 Lysimeter

III Integrierter Landbau (Standardvariante) — 40 Lysimeter

- Landnutzungssystem, das den technischen Fortschritt nutzt und den Anforderungen von Ökologie und Ökonomie weitgehend entspricht

Weitere Lysimeter stehen darüber hinaus zur Verfügung, um auf neue Bewirtschaftungsmaßnahmen reagieren zu können, die sich aus bisher nicht bekannten staatlichen Verfügungen ergeben können (z.B. Anbau von geeigneten Ackerfrüchten zur Rohstoffgewinnung). Auf diese Weise ist die kurzfristige Schaffung von Kenndaten über den Wasser - und Stoffhaushalt bisher wenig bekannter Bewirtschaftungsregime möglich.
Von den monatlich in den Auffanggefäßen quantitativ erfaßten Sickerwassermengen werden im Labor im Rahmen eines umfangreichen Analysenprogrammes die N - Konzentrationen mittels Ionenchromatographie bestimmt und für jedes Lysimeter die N - Austräge (Stofffrachten) aus der Bodenzone errechnet. Diese vom Bewirtschaftungsregime und den hydrologischen Bedingungen abhängigen Frachten stellen die Ausgangsgröße zur Ermittlung der N - Emission im Einzugsgebiet dar. Desweiteren werden in regelmäßigen Abständen Befragungen der ansässigen Flächennutzer über die Bewirtschaftungsintensität durchgeführt und in Form von Gebietsbegehungen jährliche Bestandsaufnahmen der Nutzungsstruktur von landwirtschaftlichen Flächen vorgenommen. Die anschließende Zuordnung der Lysimeterfrachten zu den im Gebiet, weitgehend identisch bewirtschafteten Flächen macht eine relativ genaue N - Mengenbestimmung möglich, die bereits die Haupt - N - Eintragsgrößen - atmosphärische Deposition und N - Düngung (wenn erfolgt) - und die entscheidende N - Austragsgröße - Entzug durch die Pflanzen - berücksichtigt. Eine gleiche Vorgehensweise erfolgt bei Grünlandnutzung.
Zur Ermittlung aktueller Sickerwassermengen und N - Frachten bei Waldnutzung dienen die Werte des ebenfalls in der Nähe befindlichen Wald - Großlysimeters in der Colbitz - Letzlinger Heide. Die erhaltenen 3 Frachtsummen bilden die Grundlage für die jährlich aktualisierte Emissionsermittlung durch die land - bzw. forstwirtschaftliche Nutzung - d.h. von ca. 98 % der Fläche des Kleineinzugsgebietes.
Die auf der Lysimeteranlage in Falkenberg über eine automatische Wetterstation durchgeführte Erfassung von Klimadaten liefert aktuelle meteorologische Grunddaten für die rechnerische Abschätzung der hydrologischen Kenngrößen Verdunstung und Sickerwassermenge im Kleineinzugsgebiet.
Monatlich seit November 1992 begleitende N_{min} - Untersuchungen an ausgewählten Standorten im Einzugsgebiet und im Herbst 1994 ebenfalls an diesen Stellen angelegte Cl - Tracerversuche zur Bestimmung der Wanderungsgeschwindigkeit von nichtadsorbierbaren Anionen bzw. zur Abschätzung der Sickerwassermengenbildung im Gebiet gestatten Vergleiche zwischen Lysimeterergebnissen und Freilandbedingungen.
Zur Erfassung der Dynamik des gebietsspezifischen Wasser - und Stoffaustrages wurden im November 1992 in Zusammenarbeit mit dem Staatlichen Amt für Umweltschutz Magdeburg im Flußlauf des Schaugrabens 4 Wassermengen / - güte - Meßpunkte eingerichtet, jeweils am Ende eines Teileinzugsgebietes. An diesen Pegeln werden in 2 - bis 4 -wöchigen Abständen (möglichst ereignisbezogen) die Durchflüsse und ausgewählte

Gewässergüteparameter - O_2, CSB, BSB_5, CSV, NH_4 - N, NO_2 - N, NO_3 - N, o - PO_4 - P, G - PO_4 - P, Cl, pH, Leitfähigkeit - bestimmt. Diese Einzelwerte werden zu Jahresfrachten summiert und daraus zunächst die N - Immission ermittelt.

4. Bisher erzielte Ergebnisse

- Vor der Übertragung von Lysimeterergebnissen auf das Kleineinzugsgebiet wurde ab 1993 ein Vergleich der in den Lysimetern gemessenen Sickerwassermengen mit der im Gebiet zu erwartenden Grundwasserneubildung nach verschiedenen, in der wasserwirtschaftlichen Praxis gebräuchlichen Berechnungsansätzen durchgeführt. Da die auftretenden Unterschiede bei den mit Hilfe von Lysimetern gemessenen Sickerwassermengen sowohl in der Variationsbreite der mit anderen Modellansätzen berechneten Grundwasserneubildungsraten als auch in vergleichbarer Höhe mit Pegelmessungen im Schaugraben liegen, kann davon ausgegangen werden, daß die Versuchsgefäße die natürlichen Bedingungen im Einzugsgebiet mit ausreichender Genauigkeit widerspiegeln.
- Erste Auswertungen des Cl - Tracerversuches ergaben ebenfalls eine gute Übereinstimmung zwischen den im Gebiet bei definiertem Bewirtschaftungsregime ermittelten Sickerwassermengen und mit den aus Lysimetern mit identischer Nutzung gemessenen Abflüssen.
- Unter der Voraussetzung eines vergleichbaren Wasserhaushaltes bietet die Übertragung von Lysimeterergebnissen auf ein hydrologisch und pedologisch vergleichbares Einzugsgebiet eine solide wissenschaftliche Grundlage für die Abschätzung der durch die Landwirtschaft und deren Änderungen bedingten N - Emissionen vom Boden in das Einzugsgebiet.
- Aus den jährlich anhand aktueller Kenndaten für die Teileinzugsgebiete ermittelten N - Emissions - und N - Immissionsgrößen wurde der N - Rückhalt im Gebiet durch die resultierende Differenz ermittelt (Abb. 2).
- Aus Lysimeter - und Einzugsgebietsuntersuchungen abgeleitete Szenarien belegen die These, daß mit der Erhöhung des Flächenstillegungsanteils, vor allem in Form einer Rotationsbrache, die Gefahr des verstärkten N - Eintrages in die Gewässer besteht. Damit wird der in bisherigen N - Bilanzierungsansätzen verfolgte Grundsatz eines nicht vorhandenen Austragspotentials bei Flächenstillegungen aufgrund fehlender Düngungsmaßnahmen und ausbleibendem Entzug durch die fehlende Ernte widerlegt (Meissner u.a. 1995, 1996).

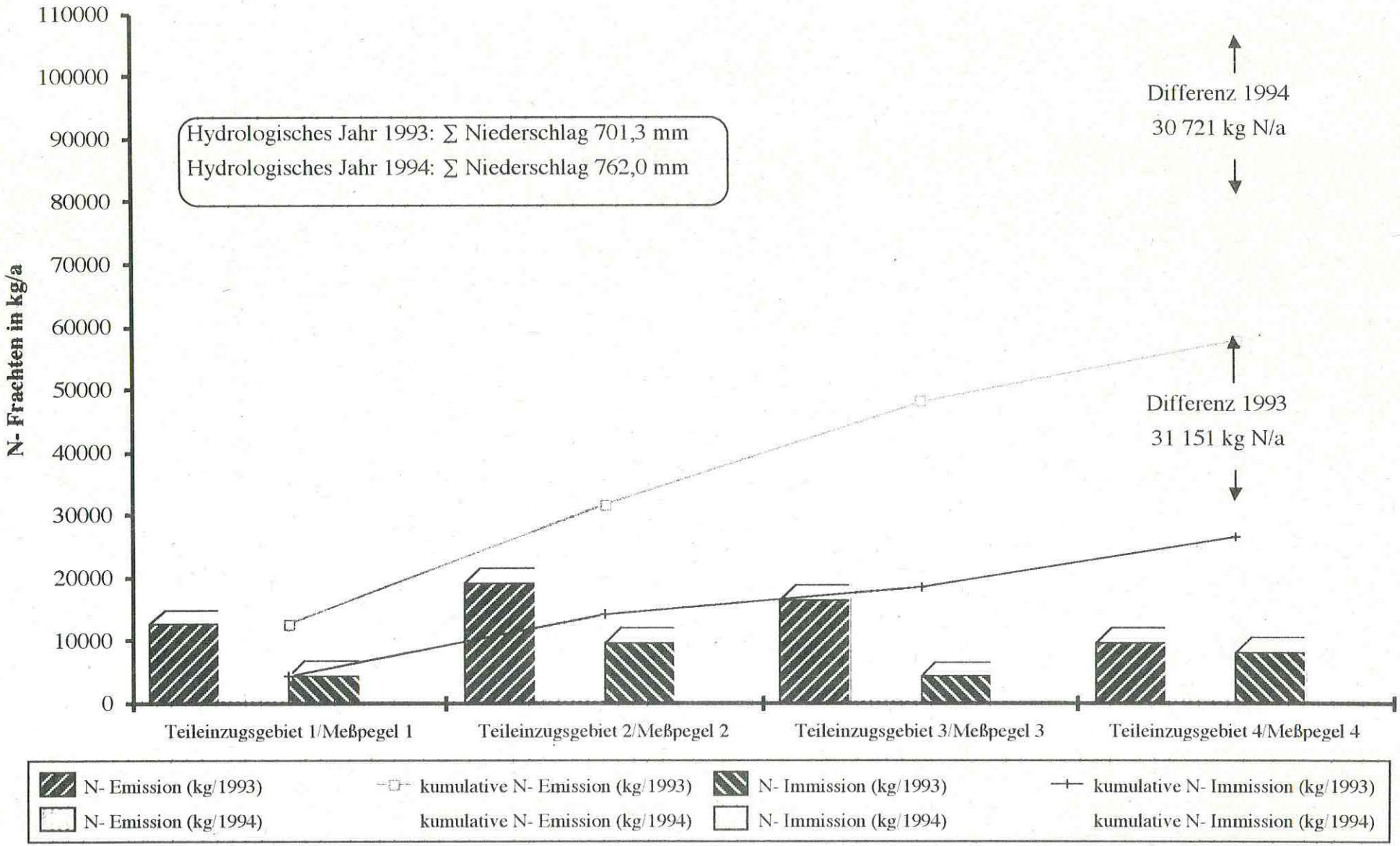


Abb.2 Vergleich von N - Emission und N - Immission im Kleineinzugsgebiet Schaugraben

5. Wissensdefizite im Untersuchungsgebiet/ Ausrichtung der künftigen Arbeit

- Die in der Literatur zur Problematik der Flächenstillegung, der Extensivierung und auch zum Anbau neuer subventionierter Ackerfrüchte vorhandenen Daten über den Stoffaustrag sind begrenzt, da diese Art der Landnutzungsänderung erst seit Ende der achtziger Jahre aktuell in Deutschland ist. Lysimeteruntersuchungen stellen somit eine Basis zur Abschätzung von Kenngrößen über den Wasser - und Stofftransport aus der Bodenzone bei unterschiedlichem Bewirtschaftungsmanagement dar. Sie sind ständig zu aktualisieren und sollten beim Aufbau von großflächig anzuwendenden Modellsystemen Berücksichtigung finden.
- Die Erfassung der jährlich zu ermittelnden N - Immissionsgröße ist weiter zu verbessern. Kürzere Meßrhythmen sind nötig, um besonders auch im Hinblick auf eine Erweiterung des betrachteten Analysenspektrums (z.B. P) qualifiziertere Ergebnisse zu erzielen.
- Da sich das Grundwasser bei seinem Eintritt in den Vorfluter aufgrund der verschiedenen Verweilzeiten im Untergrund aus Wässern unterschiedlichen Alters zusammensetzt, ist eine längerfristige Gegenüberstellung der N - Emissions - und N - Immissionswerte unter Verwendung jeweils konkreter Einzugsgebiets - und Lysimetermeßdaten notwendig.
- Es sind Wissensdefizite bezüglich des Verbleibs der jährlich ermittelten N - Differenz zwischen der Emissions - und der Immissionsbetrachtung zu klären - sowohl beim Transport über den Pfad Boden - Sickerwasser - Grundwasser - Oberflächenwasser als auch beim Durchfließen des Oberflächengewässers selbst.
- Eine wesentliche Fehlerquelle bei der Ermittlung der auf den landwirtschaftlichen Flächen im Einzugsgebiet ausgebrachten Agrochemikalien besteht in der unzureichenden Auskunftsbereitschaft der dort tätigen Landwirte. Um eine realistische, flächenbezogene Bilanzierung der Stoffeinträge und - abfuhren durch die Erntegüter vornehmen zu können, ist eine enge Kooperation mit den Flächenbewirtschaftern aufzubauen. Nur wenn diese funktioniert, sind Maßnahmen zur Entlastung der Gewässer mit Nähr - und Schadstoffen aus diffusen Quellen wirkungsvoll durchsetzbar.

Literatur

DOTTERMUSCH, H. (1982): Untersuchungen der Abflußbedingungen im Bereich der Wasserwirtschaftsdirektion "Untere Elbe" Magdeburg (unveröffentlichtes Material)

LIEBSCHER, H.J., KELLER, R. (1979): Abfluß. In: Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland. Hrsg. im Autrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft, Bonn, S. 90 - 159

MEISSNER, R, KRAMER, D. (1993): Lysimeterversuchsergebnisse über Möglichkeiten zur optimierten wasser - und landwirtschaftlichen Bewirtschaftung von Trinkwasserschutzgebieten (TSG). *Arch. f. Acker - und Pflanzenbau undBodenkunde*, Berlin **35**, 6, S. 425 - 434

MEISSNER, R., SEEGER, J., RUPP, H., SCHONERT, P. (1993): Der Einfluss von Flächenstillegung und Extensivierung auf den Stickstoffaustrag mit dem Sickerwasser. *Vom Wasser* , Weinheim **81**, S. 197 - 215.

MEISSNER, R., SEEGER, J., RUPP, H., SCHONERT, P. (1995): Experimental research about the influence of agricultural fallow and extensivation on non point pollution. Proceeding of the Second International IAWQ Specialized Conference and Symposia on Diffuse Poluution, Brno & Prague, Czech Republic, August 13 - 18, 1995, Part I, p. 139 - 144

MEISSNER, R., SEEGER, J., RUPP, H., SCHONERT, P. (1996): Estimation the effects of set aside on the water quality. Proceedings of the 18th IAWQ Biennial International Conference & Exhibition, Singapore, June 23 - 28, 1996, Abstracts, p. 9

WENDLAND, F., ALBERT, H., BACH, M., SCHMIDT, R. (1993): Atlas zum Nitratstrom in der Bundesrepublik Deutschland. Springer - Verlag Berlin - Heidelberg

N - A - U - Karte (1958): Großblätter der Topographischen Übersichtskarte (Maßstab 1: 200000), Institut für Wasserwirtschaft Berlin

Charakteristik des Einzugsgebietes Parthe

Dipl. Hydrol. U. Keese
Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft, Fachbereich 31, 04821 Brandis
Prof. Dr. R. Krönert, Dr. U. Steinhardt - Sektion Angewandte Landschaftsökologie,
Dr. S. Knappe - Sektion Bodenforschung,
UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GmbH, Hallesche Str. 44, 06246 Lauchstädt

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

Das 366 km^2 große Parthegebiet liegt im östlichen Teil der Leipziger Tieflandsbucht, zwischen den Flußgebieten der Mulde und der Weißen Elster (Abb.1). Die Parthe entspringt 208 m über NN im Forst Colditz und mündet nach rund 60 km langem Lauf in Leipzig auf einem Höhenniveau von 105 m über NN, als größerer rechter Zufluß, in die Weiße Elster. Als Mündungspegel zählt, mit 315 km^2 Einzugsgebiet, der Pegel Thekla (Tab.1). Unterhalb dieser seit 1938 betriebenen Meßstelle wird das Einzugsgebiet im Bereich der Stadt Leipzig zunehmend urban geprägt, im Bereich des Leipziger Hauptbahnhofes ist die Parthe sogar verrohrt.

Die Breite des Einzugsgebietes schwankt zwischen 2 und 10 km. Die Flußdichte ist mit 0,5 km $*$ km^{-2} gering, wobei zwei Drittel des Flußlaufes in den 30er Jahren begradigt wurden. Auch die Zuflüsse der Parthe sind oft anthropogen verändert. Folgende nennenswerte Zuflüsse sind vorhanden: Schnellbach (9,3 km^2), Pomßener Graben (4,4 km^2), Gladegraben (15,1 km^2), Faule Parthe (45,2 km^2), Threne (47,2 km^2) und Cunnersdorfer Bach (2,5 km^2).

Tab.1 Abflüsse (1981-95) ausgewählter Oberflächenwassermeßstellen

Meßstelle	Vorfluter	Einzugsgebiet [km^2]	MQ [m^3/s]	HQ [m^3/s]	NQ [m^3/s]
Thekla	Parthe	315	1,011	7,237	0,348
Albrechtshain	Parthe	136	0,265	3,260	0,028
Naunhof	Parthe	81	0,183	1,759	0,001
Großbardau	Schnellbach	8,6	0,022	0,190	0,003
Glasten	Parthe	3,5	0,046	0,605	0,001

Das Einzugsgebiet der Parthe ist hinsichtlich seiner naturräumlichen Ausstattung ein repräsentativer Ausschnitt aus der nordsächsischen Altpleistozänlandschaft. Das Quellgebiet und das östliche Einzugsgebiet grenzen an das Grimmaer Porphyrhügelland. Im Süden und im Westen wird die oberirdische Einzugsgebietsgrenze von den flachen Kiesmoränen der Wachauer -

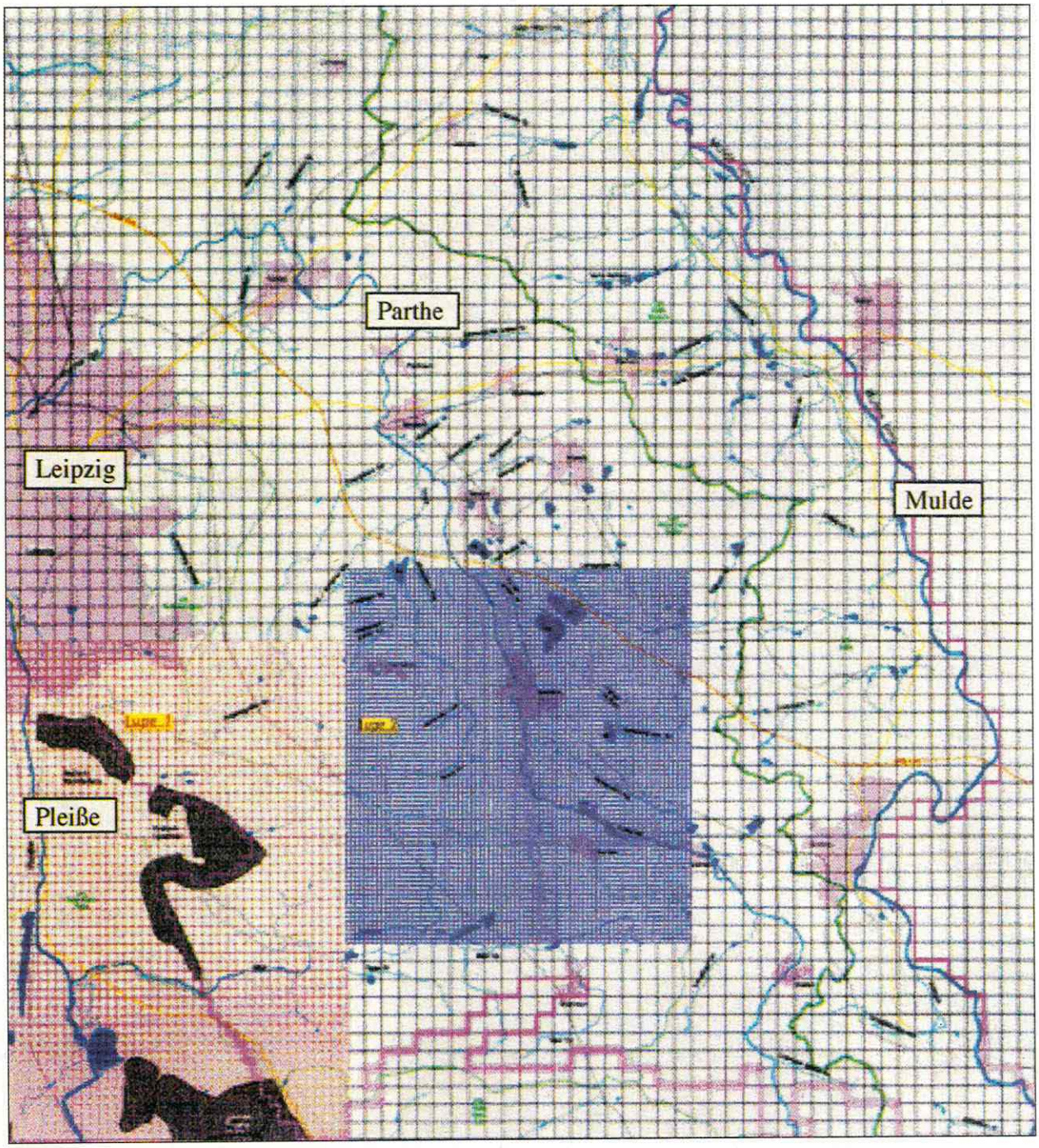


Abb.1 Einzugsgebiet der Parthe

Grimmaer Eisrandlage gebildet und im Norden wird die flachwellige Geschiebelehmebene des Einzugsgebietes von den weitgespannten Endmoränen der Dieskau - Eilenburger Randlage eingerahmt.
Für die Bodenbildung sind im Parthegebiet sandige und lehmige Substrattypen vorherrschend. Bestimmende Bodentypen sind Braunerden und Staugleye, aber auch Ranker, Podsole sowie Grund- und Moorgleye treten auf.
Das gesamte Parthegebiet ist relativ reliefarm. Seine Oberfläche wird nur durch die Endmoränenzüge und einige Porphyrkuppen im Osten und Südosten des Gebietes gegliedert. Zu den höchsten Erhebungen zählen der Küchenberg bei Großbardau (228 m ü NN), der Kohlenberg bei Waldsteinberg (179 m ü NN) und der Schwarze Berg bei Taucha (177 m ü NN).

Das Parthegebiet liegt im Bereich des stärker kontinental beeinflußten ostdeutschen Binnenklimas (583 mm Niederschlag, Station Oschatz, Reihe 1951-80). Es stellt ein Übergangsgebiet vom maritimen zum kontinentalen Klimabereich dar, d.h., die Sommer sind regenreicher als die Winter. Das Quellgebiet im Porphyrhügelland und das Zentralgebiet sind gleich temperiert (Jahresmittel der Lufttemperatur 8,4 °C, Station Oschatz, Reihe 1951-80), der Nordteil ist in geschützten Lagen wärmebegünstigter. Das Niederschlagsverhalten ist im gesamten Parthegebiet einheitlich, weist aber jährliche Mengenunterschiede auf.

Hinsichtlich seines hydrogeologischen Aufbaues gliedert sich das Parthegebiet vereinfacht in

- die tertiären Ablagerungen aus marinen i.a. schwer entwässerbaren, feinkörnig - schluffigen Sedimenten (incl. der Braunkohlenflöze) des Weiße Elsterbeckens und

- die darüberliegenden quartären Schichtfolgen der Elster- und Saalekaltzeiten, die ihren tertiären Untergrund und verwittertes Grundgebirge teilweise erodierten.

Wichtigster Grundwasserleiter, der intensiv wasserwirtschaftlich genutzt wird, sind die gut durchlässigen Muldeschotter, die im Bereich der Wasserwerke Naunhof bis zu 25 m mächtig sind. Dieser Hauptgrundwasserleiter ist im Parthegebiet zu rd. 80 % mit 0,5 bis 5 m mächtigen bindigen holozänen Ablagerungen bedeckt.

Alle Grundwasserleiter bilden infolge ihrer unterschiedlichen Höhenlagen und hydraulischen Verbindungen untereinander und mit den Oberflächengewässern ein kompliziertes Abflußsystem.

Die Parthe und ihre Nebenflüsse sind teilweise eingebettet in schwerdurchlässigen Schichten und führen in Ufernähe deren laterale Abflüsse ab. Aber insbesondere im Raum Pomßen - Lindhardt - Naunhof verlaufen sie auch im anstehenden Grundwasserleiter und nehmen dort, bei entsprechenden Abflußverhältnissen, den Basisabfluß des Gebietes auf. Trockenperioden und/oder hohe Grundwasserentnahmen führen zum Absinken der Grundwasserstände im Einzugsgebiet.
In diesen Extremsituationen kommt es zur Infiltration aus den Vorflutern in das Grundwasser und zum zeitweiligen Austrocknen der Parthe und ihrer Nebenflüsse.

Die Flächennutzung eines Einzugsgebietes erfährt einen steten Wandel. Die aus dem Jahre 1973 stammende Analyse wies folgende Nutzungsstruktur auf:

- landwirtschaftliche Nutzung (Acker)	67,0 %
- langfristig stillgelegte Flächen	0 %
- Grünland	6,0 %
- Gärten	0,4 %
- Wald	17,0 %
- bebaute Flächen (Höfe, Straßen, Gebäude, Gewerbegebiete)	8,0 %
- Wasserflächen	0,5 %
- devastierte Flächen (Steinbrüche, Ton, Sand- und Kiesgruben)	0,2 %

Obgleich gegenwärtig keine etablierten Informationen über die Nutzungsänderung im Untersuchungsgebiet vorliegen, kann davon ausgegangen werden, daß der landwirtschaftlich genutzte Flächenanteil rückläufig ist und eine Zunahme der Wohn- und Gewerbebebauung zu verzeichnen ist. Gleichzeitig entstanden in dem Gebiet zahlreiche neue Kiestagebaue.

2. Untersuchungsziele

In den zunehmend anthropogen beeinflußten Einzugsgebieten Sachsens haben die drei abfluß-bildenden Systeme - Oberflächenwasser, Bodenzone und Grundwasser - zum Teil starke Veränderungen erfahren.
Das Einzugsgebiet der Parthe dient seit mehr als drei Jahrzehnten als Repräsentativgebiet zur flächendifferenzierten Bestimmung der einzelnen Abflußkomponenten im Lockergesteinsbereich, um diese Veränderungen hinsichtlich Menge und Beschaffenheit quantifizieren zu können.

3. Laufendes Arbeitsprogramm

Zur Erfassung der Niederschläge, des Sickerwassers (Grundwasserneubildung) sowie des Oberflächen- und Grundwasserabflusses wird ein umfangreiches Meßnetz betrieben. Im Ergebnis der Messungen liegt ein sehr komplexes Datenmaterial vor, das sowohl die natürlichen, klimatisch bedingten, langjährigen Schwankungen des regionalen Wasserhaushaltes beschreibt als auch zur Beurteilung der menschlichen Einflüsse auf das Wasserdargebot dienen kann. Schwerpunkt bilden zunehmend Fragen zur Stoffverlagerung im Pfad - Atmosphäre - Boden-, Oberflächen- und Grundwasser.

Eine Zusammenstellung der gegenwärtig betriebenen Meßnetze enthält Tab.2. Das Lysimeter-meßnetz beinhaltet auch Meßstellen außerhalb des Parthegebietes.

Tab.2 Zusammenstellung von Meßstellen im Einzugsgebiet der Parthe

Beobachtungsreihe	Beginn	Meßrhythmus
Grundwasserstände*		
4 Meßstellen	1905	im Abstand von 14
12 Meßstellen	1921	Tagen an 38 Meß-
34 Meßstellen	1963	stellen, sonst
52 Meßstellen	1969	halbjährlich
Grundwasserbeschaffenheit		
22 Meßstellen	1996	halbjährlich
Lysimeter		
24 wägbar	1980	täglich
19 nicht wägbar	1965	täglich
Oberflächenwasser-		6 Schreibpegel, sonst im
stände und Abfluß		Abstand von 14 Tagen,
10 Meßstellen	1966	Lattenpegelablesung
Oberflächenwasser-		
beschaffenheit		
12 Meßstellen	1976	halbjährlich
Niederschlag		
Station Naunhof	1911	
15 weitere Stationen	1965	täglich
nasse Deposition	1992	im Abstand von 14 Tagen
in Brandis		
Entnahmemengen		
Wasserwerke Naunhof	1920	monatlich
und weitere GW-Nutzer	1976	jährlich

*hier nur Anzahl der Sondermeßstellen ohne die 93 Grundmeßstellen des Landesmeßnetzes

Bei den Grund- und Oberflächenwassermeßstellen handelt es sich um Meßstellen des Grundmeßnetzes und Sondermeßstellen des gewässerkundlichen Meßnetzes des Freistaates Sachsen, wobei

in die Grundwasserbeobachtung auch Meßstellen anderer Rechtsträger einbezogen werden. Die Niederschlagsmeßstellen sind ausschließlich Sondermeßstellen.
Die Messungen an den Meßstellen des Grundmeßnetzes sowie des Niederschlagsmeßnetzes werden von ehrenamtlichen Beobachtern durchgeführt. Die Betreuung der Lysimeter sowie die restlichen Sondermessungen erfolgen durch die Mitarbeiter des FB 31 (Brandis) oder, im Fall der Abflußmessungen und der Grundwasserprobenahme, durch die Mitarbeiter des FB 34 (Leipzig) der Staatlichen Umweltbetriebsgesellschaft.

Die Depositionsmeßgeräte werden durch das Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle betreut. Die Grundwasserstände von Meßstellen anderer Rechtsträger (z.B. der Kommunalen Wasserwerke Leipzig GmbH, der Kieswerke oder der LMBV) werden der Station Brandis im Rahmen von Verträgen übergeben oder von den Mitarbeitern der Station gemessen.

4. Bisher erzielte Ergebnisse

- Am Beispiel des Partheeinzugsgebietes wurde mit der zeitgleichen Simulation der Grundwasserstände und Oberflächenwasserabflüsse im Verlauf einer Trocken- und Feuchtperiode erstmals die Funktionstüchtigkeit eines gekoppelten Grund- und Oberflächenwassermodells nachgewiesen [Landesamt für Umwelt und Geologie, Materialien zur Wasserwirtschaft, 3/1995 und IBGW Leipzig, Modell PART, 1994].

- Messung und Interpretation der Schwankungen meteorologischer Eingangsgrößen und ihrer Wirkungen auf den Wasser- und Stickstoffhaushalt von acht typischen Ackerböden (Standortformen) Mitteldeutschlands unter gleichen Nutzungsbedingungen (Fruchtfolgewirtschaft).

5. Wissensdefizite im Untersuchungsgebiet / Ausrichtung der künftigen Arbeit

a) Untersuchungen zum zeitvariablen (z.B. ereignisbezogen) und flächendifferenzierten Anteil des Landflächenabflußes am Gesamtabfluß im Einzugsgebiet

- Einfluß der Landnutzungsänderung und des Reliefs auf die Komponenten des Wasserhaushaltes

- Separation der Oberflächenwasserabflußganglinien zur Beschreibung der einzelnen Abflußkomponenten

b) Modellierung des Stickstofftransports für das Oberflächen- und Grundwasser im Einzugsgebiet unter Nutzung des "Parthemodells", der Lysimeterergebnisse und weiterer Meßergebnisse zur Wasserbeschaffenheit aus dem Einzugsgebiet der Parthe

- Übertragung von Lysimeterergebnissen auf landwirtschaftlich genutzte Flächen durch Validierung des Modells CANDY mit den Ergebnissen des Stoff - und Wasserhaushaltes von Böden aus der Partheregion

- Modellierung des Einflusses von Landnutzungsänderungen auf den Stickstofftransfer durch die ungesättigte Zone der landwirtschaftlich genutzten Flächen des Parthegebietes

- Defizit: bisher keine Modellierung der Stoffausträge aus nicht landwirtschaftlich genutzten Flächen (z.B. teilversiegelte Flächen, Wald) und von Punkteinträgen (z.B. Deponien) im Parthegebiet

c) Landschaftsbewertung zur Ableitung von Empfehlungen für eine ausgewogene Realisierung aller landschaftlichen Grundfunktionen (Regulations -, Produktions -, Standort - und Informationsfunktion)

- besondere Berücksichtigung der Regulationsfunktion zur Minimierung des Stickstoffaustrages

- Bestimmung der Landschaftsfunktionen zur Sicherung der Mehrfachnutzung im Parthegebiet unter Berücksichtigung des Schutzes der Wasserressourcen

Charakteristik des Einzugsgebietes Borlasbach

Dipl. Ing. J. Wendler
SAS Aqua Service GmbH, Schweizer Str. 3 a, 01069 Dresden

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

Das Einzugsgebiet des Borlasbaches gehört topographisch zum unteren Osterzgebirge. Es umfaßt eine Fläche von 9,3 km² und erstreckt sich zwischen einer 422 m ü. NN hohen Erhebung südlich von Paulshain und der nördlich von Lübau gelegenen Mündung des Borlasbaches in die Rote Weißeritz (Abb.1). Die östliche Begrenzung des Einzugsgebietes wird vom Sandberg (433,0 m ü. NN), der Erashöhe (427,9 m ü. NN), der Geierswacht (404,3 m ü. NN) und dem Ascheberg (383,1 m ü. NN) gebildet. Die westliche Wasserscheide verläuft über die Viehweghöhe (406,0 m ü. NN) und den Mückenberg (425 m ü. NN).

Die Abgrenzung dieses Einzugsgebietes erfolgte anhand der Höhenlinien. Es handelt sich somit um das Niederschlagseinzugsgebiet des Borlasbaches.

Das gesamte Umfeld entwässert über das Flußgebiet der Weißeritz, die sich durch die Vereinigung der Wilden und Roten Weißeritz bei Freital - Hainsberg bildet und in Dresden - Cotta linksseitig in die Elbe mündet. Der Borlasbach ist ein linksseitiger Zufluß der Roten Weißeritz. Er hat eine Gesamtlänge von 5,8 km.

Der Niedrigwasserdurchfluß NQ im Jahr 1995 betrug 11 l/s, der Hochwasserdurchfluß HQ im Jahr 1995 238 l/s und der mittlere Durchfluß MQ im Jahr 1995 97 l/s. Das durchschnittliche Gefälle des Borlasbaches beträgt 2,7 %.

Die im Einzugsgebiet hauptsächlich anstehenden Gneisformationen sind von einer 2 - 5 m mächtigen Lockermaterialdecke überlagert, bestehend aus Braunerden und Staugleyen mit sandig - lehmigem Frostschutt.

Das Quellgebiet des Borlasbaches befindet sich ca. 100 m nördlich der Gemeinde Paulshain. Es wird hauptsächlich durch oberflächennahes Grundwasser gespeist.

Nach einer Fließstrecke von 3,4 km fließt dem Borlasbach linksseitig der Dorfbach aus Borlas mit einer Einzugsgebietsfläche von 1,11 km² und einer Länge von 1,2 km zu. Nach weiteren 1,8 km mündet, ebenfalls linksseitig, der Lübauer Bach in den Borlasbach. Dieser hat eine Länge von 0,6 km und entwässert ein Einzugsgebiet von 0,29 km².

Die rechtsseitigen Zuflüsse sind bei Stark - und Dauerregen sowie Schneeschmelzen aktiv. Teilweise dienen sie als Entwässerungsgräben der gedränten landwirtschaftlichen Flächen. In Trockenzeiten führen sie in der Regel kein Wasser. Der Borlasbach hat ein asymmetrisches

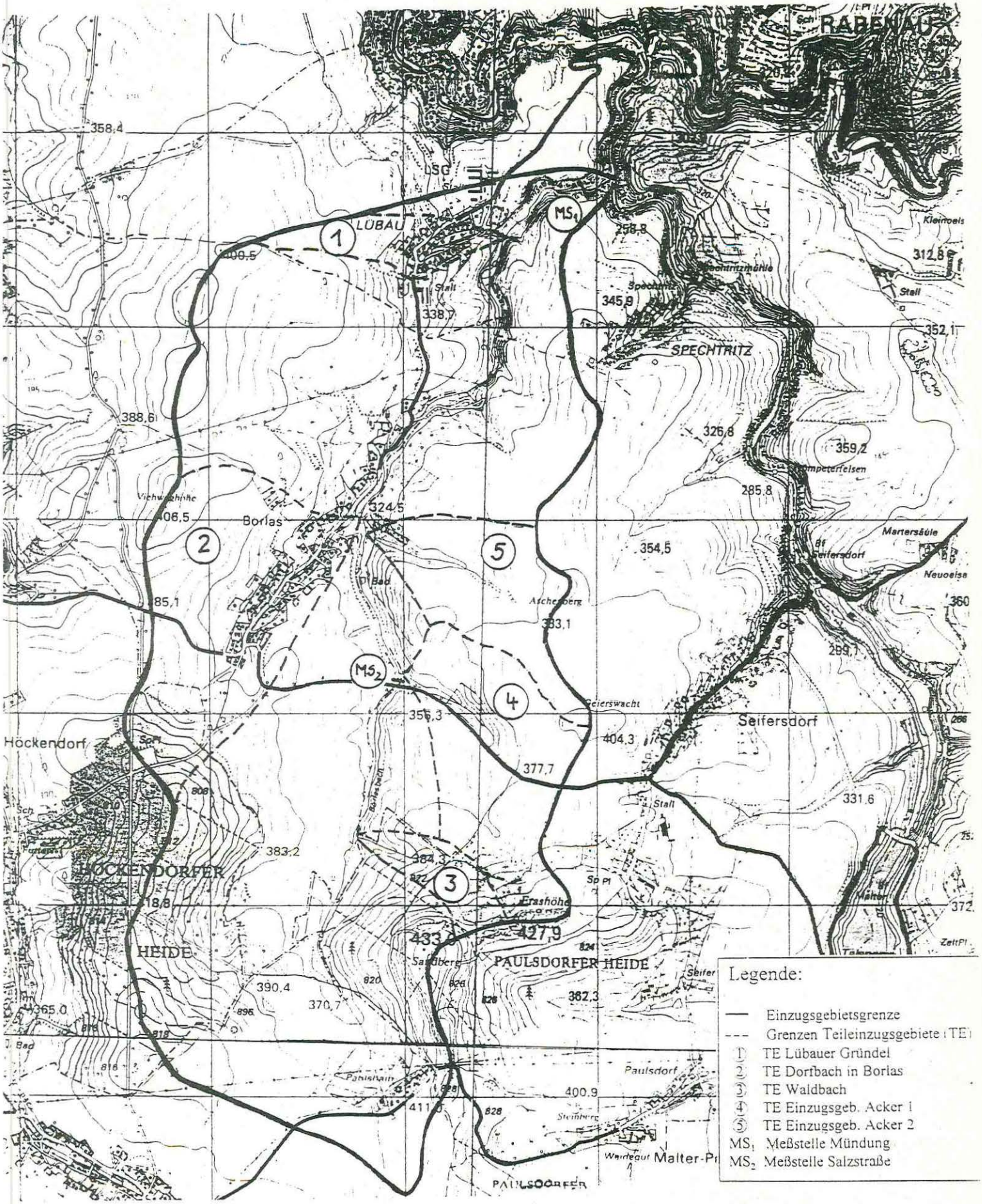


Abb.1 Einzugsgebiet des Borlasbaches

Querprofil. Die Neigung des Gebietes linksseitig des Borlasbaches beträgt 6 bis 7 % und rechtsseitig zwischen 9 bis 18 %.
Die Niederschlagshöhe im Jahr 1995 betrug 670,5 mm.

Die Flächen des Einzugsgebietes werden wie folgt genutzt (Abb.2):

- ca. 60 % Landwirtschaft
- ca. 6 % Wiese und Weide
- ca. 28 % Wald
- ca. 6 % bebaute Fläche

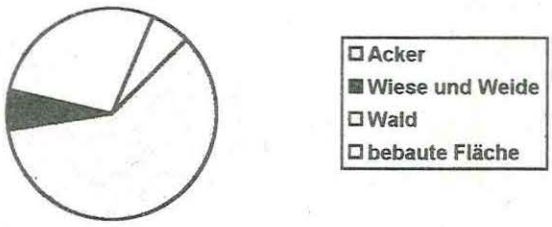


Abb.2 Anteile der Flächennutzungen

Unter ca. 36 % der landwirtschaftlichen Nutzflächen befinden sich Dränageleitungen. Das Acker- und Weideland wird von der Agrargenossenschaft Ruppendorf, der Dresdener Vorgebirgs - Agrar - AG und privaten Bauern bewirtschaftet. 1995 wurden Silomais, Winterweizen, Kartoffeln, Kleegras, Weidegras und Industrieraps angebaut. Der Anbau von Industrieraps wird als „Brache" gewertet und gefördert. Eine Brache im herkömmlichen Sinn war im Jahr 1995 nicht vorhanden.

Linksseitig des Borlasbaches reicht das Ackerland bis an das Bachufer. Rechtsseitig verläuft zwischen Ackerland und Flußlauf ein schmaler Waldstreifen.
Neben diesem Waldstreifen handelt es sich bei den Waldflächen um die Paulsdorfer und Höckendorfer Heide. Die Waldflächen sind durch einen Kiefern - Forstbestand gekennzeichnet.

In Borlas befindet sich eine Tierproduktionsanlage, die bis 1990 einen Bestand von 550 Schweinen, 300 Läufern, 93 Kühen und 167 Jungrindern hatte. Derzeit werden nur noch Kühe und Jungrinder gehalten, deren Bestand auf 78 Tiere reduziert wurde.
Weiterhin besitzt ein privater Bauer in Borlas derzeit etwa 120 Rinder (Kühe und Jungrinder).
In Lübau befindet sich eine Zuchtanlage für Mastbullen und - kälber. Der Bestand wurde seit 1990 (2.000 Bullen, 1.000 Kälber) auf 1550 Bullen reduziert, die Anzahl der Kälber blieb gleich.

In beiden Ställen wird Einstreu als Unterlage verwendet. Der anfallende Frischmist wird durch die Agrargenossenschaft Ruppendorf bzw. durch den privaten Bauern auf die Felder verbracht.

In beiden Ställen wird Einstreu als Unterlage verwendet. Der anfallende Frischmist wird durch die Agrargenossenschaft Ruppendorf bzw. durch den privaten Bauern auf die Felder verbracht.

2. Untersuchungsziele

Der Untersuchungsbeginn war 1991. Das Ziel dieser Untersuchungen sind die quantitative Erfassung von Nährstoffeinträgen in das Fließgewässer in Form einer Bilanz der Nährstoffe Stickstoff und Phosphor sowie die Untersuchung von Zusammenhängen zwischen verschiedenen für den Nährstoffaustrag relevanten Parametern und anderen Einflußfaktoren. Damit soll eine Voraussetzung geschaffen werden, den Eintrag dieser Nährstoffe in Fließgewässer und die u.a. damit verbundene Eutrophierung stehender Gewässer minimieren zu können.

Im Einzelnen stehen bei diesen Untersuchungen folgende Aspekte und Zielsetzungen im Mittelpunkt:

1. Erfassung der hydrologischen, meteorologischen, geologischen und biologischen Daten wie:
   - Größe des Einzugsgebietes
   - Topographie (Höhenlage, Gefälle)
   - Geologische Verhältnisse (Gesteins - und Bodenarten)
   - meteorologische Daten, Klima

2. Erfassung der verschiedenen Flächennutzungen wie:
   - Landwirtschaft
   - Forstwirtschaft
   - Kommunen

3. Ermittlung der für das Einzugsgebiet wesentlichen Emissions - und Immissionsquellen durch:
   - Aufstellung von Bilanzen für Stickstoff und Phosphor

4. Regelmäßige und ereignisbezogene Erfassung eines breiten Spektrums von Parametern des Stoffaustrages wie:
   - Durchfluß
   - Temperatur, pH - Wert, Sauerstoffgehalt und - sättigung, Leitfähigkeit
   - Nährstoffe, DOC, DC, IC
   - Schwermetalle
   - Wasserhärte, Säure -, Basenverbrauch

5. Langfristige Untersuchung von Veränderungen des Stoffaustrages als Anhaltspunkt für Veränderungen des Ökosystems durch Fortführung bereits begonnener Meßreihen.

- Auswertung und Vergleich der Meßreihen der Jahre 1991, 1992, 1994 und 1995

6. Aufbau von GIS für das Einzugsgebiet des Borlasbaches.

7. Anwendung eines Simulationsmodelles zur Abschätzung der Auswirkungen von Nutzungen und deren Änderungen.

3. Laufendes Arbeitsprogramm

Es werden im ersten und vierten Quartal wöchentlich und im zweiten und dritten Quartal im Abstand von 14 Tagen jeweils montags am Mündungsprofil des Borlasbaches Wasserproben genommen und protokollarisch Pegelstand, Luft - und Wassertemperatur, pH - Wert, Sauerstoffgehalt, Leitfähigkeit und weitere Wahrnehmungen am Ort der Probenahme registriert. Anhand der praktisch untersetzten Beziehung zwischen Pegel und Durchfluß wird rechnerisch der Durchfluß ermittelt.
Weiterhin wird im Abstand von 14 Tagen eine Wasserprobe von dem Vergleichsprofil Salzstraße entnommen. Bei Starkniederschlags - und Schneeschmelzereignissen werden ereignisbezogene Probenahmen durchgeführt.
Diese Proben werden auf die Kriterien BSB, DC, IC, DOC, UV - 254, Trübung, Färbung, K, Na, Ca, Mg, Gesamthärte, Säure - Bindungs - Vermögen, Clorid, Sulfat, Ammonium, Nitrat, Nitrit, o - Phosphat, G - Phosphat, pH - Wert, Fe, Mn, Al analysiert. Die Analysenergebnisse werden in einer Tabelle des Kalkulationsprogrammes Excel 5.0 gespeichert. Weiterhin werden für diese Kriterien die Frachten in kg/d ermittelt und in einer Excel - Tabelle gespeichert.
Für die Aufstellung der Nährstoffbilanzen des Einzugsgebietes wurde der Boden als zentrales System betrachtet. Es wurden für das Einzugsgebiet jeweils die Immissionen und Emissionen für Stickstoff und Phosphor sowohl in t/a und kg/ha*a als auch prozentual bestimmt und in einer Berechnungstabelle dargestellt.

4. Bisher erzielte Ergebnisse

Ein wesentliches Ergebnis der bisherigen Untersuchungen ist die Aufstellung einer Nährstoffbilanz für das Jahr 1995. Diese Bilanz konnte für Stickstoff fast vollständig aufgestellt werden. Lediglich die Angabe der Emission durch Grundwasser fehlt.

Tab.1 Nährstoffbilanz für das Jahr 1995

Einzugsgebiet						
Fläche ha	930					
Ackerland ha	558					
Wiese und Weide ha	56					
Wald ha	260					
Bebauung ha	56					
Einwohner	669					
Großvieheinheiten						
Immissionen	Stickstoff			Phosphor		
	t N a^{-1}	kg N ha^{-1}	%	t P a^{-1}	kg P ha^{-1}	%
Niederschlag	11,3	12,14	11,1	0,21	0,22	2,5
Düngung (org., min)	75,5	81,2	74,0	7,82	8,4	92,7
Exkrementeanfall	1,46	1,5	1,4	0,29	0,31	3,4
Ernterückstände	1,7	1,8	1,7			
symbiot. N - Fixierung:	2,5	2,8	2,5	-	-	-
asymbiotische N - Fixierung	8,8	9,4	8,6	-	-	-
kommunales Abwasser	0,73	0,79	0,7	0,12	0,13	1,4
Summe der Immissionen	101,99	111,13	100	8,44	9,06	100
Emissionen						
Entzug durch Pflanzen	46,33	49,8	38,3	7,4	7,9	97,5
Entzug durch Wald	2,6	2,8	2,2			
gasförmige Verluste:						
Exkremente	8,1	8,7	6,7	-	-	-
Mineraldünger	8,6	9,2	7,1	-	-	-
Fäkalien	0,25	0,27	0,2	-	-	-
ungedüngter Boden	0,6	0,65	0,5	-	-	-
Grundwasser	-	-				
Oberflächenwasser	54,48	58,58	45,0	0,19	0,21	2,5
Summe der Emissionen	120,96	130,0	100	7,59	8,11	100
Differenz	- 18,97	- 18,87		0,85	0,95	

Die Summe der Stickstoffemissionen war nach der Bilanz 1995 größer als die Summe der Stickstoffimmissionen.

Der Anteil der Düngung mit ca. ¾ des Gesamteintrages an Stickstoff ist der höchste Immissionsanteil. Den geringsten Anteil besitzt die Stickstoffimmission durch kommunales Abwasser. Oberflächenwasser und Entzug der Pflanzen besitzen die größten Anteile an der Stickstoffemission.

Der Hauptanteil der Phosphorimmissionen ist mit über 90 % die Düngung. Die Phosphoremissionen werden hauptsächlich durch den Entzug durch Pflanzen bestimmt.

Neben den Bilanzbetrachtungen sind ausgewählte Konzentrations - und Frachtganglinien der Profile Salzstraße und Mündung und einige aussagekräftige Längsschnitte untersucht und mit möglichen Einflußfaktoren in Zusammenhang gebracht worden.
Bei der Untersuchung des Mündungsprofils konnten Nutzungsfaktoren des Einzugsgebietes auf die Beschaffenheit des Borlasbaches in ihrer Auswirkung auf die untersuchten Wasserinhaltsstoffe summarisch analysiert werden.
Ein Vergleich der Konzentrationsmittelwerte der Jahre 1994 und 1995 zeigt eine geringfügige Abnahme für die Kriterien Ammonium, Nitrat, Phosphat, DC, IC, Kalium, Kalzium und Magnesium im Jahr 1995 im Vergleich zu 1994.

5. Wissensdefizite im Untersuchungsgebiet / Ausrichtung der künftigen Arbeit

- Bei der Bilanzbetrachtung fällt auf, daß die Summe der Stickstoffemissionen größer ist als die der Stickstoffimmissionen.
  Gründe dafür könnten das äußerst niederschlagsreiche Jahr 1995, die Wirkung des Boden - und Grundwasserraumes als „Überjahresspeicher" und ein hoher Anfangsgehalt des Bodens an Stickstoff, die offene Position der Emission durch Grundwasser und die großen zeitlichen Abstände zwischen den Probenahmen sein.
- Die Untersetzung der offenen Position der Emission durch Grundwasser ist durch eine quantitative und qualitative Analyse der Grundwasserleiter des Einzugsgebietes vorzunehmen. Eine Präzisierung der Bestandteile Emission durch Oberflächenwasser ist nur durch häufigere Beprobung, insbesondere bei Starkniederschlags - und Schneeschmelzereignissen möglich. Der Anfangsgehalt des Bodens an Stickstoff als eine Ursache für die negative Bilanz sollte durch Bodenanalysen ermittelt werden.
- Die offenen Positionen der Bilanz für Phosphor sind in Zukunft noch mit Werten zu belegen.
- Es werden praktische Untersuchungen zur Untersetzung bzw. Präzisierung der mit Annahmen belegten Immissions - und Emissionsgrößen empfohlen.
- Für die weiteren Untersuchungen der Zusammenhänge zwischen den Konzentrationen bzw. Frachten der Wasserinhaltsstoffe wären ausgewählte Korrelationen denkbar.
  Zur Untersuchung des Austragsverhaltens der Nährstoffe aus dem Boden wird die Durchführung von Tracer - und Lysimeterversuchen im Einzugsgebiet vorgeschlagen.

- Zur weiteren Auswertung sollen die Untersuchungsergebnisse mit denen der diesbezüglichen Forschungsarbeiten der Fakultät für Forst -, Geo - und Hydrowissenschaften der Technischen Universität Dresden verglichen werden.

Charakteristik des Einzugsgebietes Schäferbach (Schäfergrund)

Dr. H. Abdank und Dr. M. Steininger
Martin - Luther - Universität Halle - Wittenberg, Landwirtschaftliche Fakultät
Institut für Agrartechnik und Landeskultur, PF 1, 06015 Halle

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

Entsprechend der allgemein anerkannten Gliederung des Harzes in Ober -, Mittel -, Unterharz und östliche Harzabdachung nach Hövermann (in Meynen, Schmithüsen 1959) ist das Kleineinzugsgebiet Schäfergrund mit dem Schäferbach als Vorfluter dem Unterharz zuzuordnen. Es ist ein flaches Kerbtal im nordwestlichen Teil der Gemarkung Siptenfelde (Landkreis Quedlinburg), das zum Einzugsgebiet der Selke gehört. In der Zeitspanne vom 1.11.1969 bis 31.10.1975 wurden im Schäferbach folgende Durchflußwerte bestimmt:

MNQ =	0,24 l/s	NNQ =	0 l/s	NQ_{max} =	0,64 l/s
MMQ =	9,3 l/s	MQ_{min} =	5,3 l/s	MQ_{max} =	15,4 l/s
MHQ =	92,5 l/s	HQ_{min} =	38,4 l/s	HHQ =	198 l/s.

Zu den aktuellen Abflüssen sind derzeit noch keine mehrjährig gesicherten Angaben möglich. Tabelle 1 enthält einige wichtige Standortangaben.

Tab.1 Beschreibung des Einzugsgebietes (Abdank, Steininger, Altermann 1995)

1. Einzugsgebiet	Schäferbach (Zufluß zum Uhlenbach und Selke)	
2. Landschaftseinheit	Harz, Teileinheit Unterharz	
3. Geologische Einheit	Tanner Zone (Grauwacke, Plattenschiefer, Tonschiefer)	
4. Größe des Einzugsgebietes (A_e) [ha]	Pegel Meßgarten Untersuchungsgebiet	144,0 98,4
5. Höhe ü. NN [m ü NN]	Pegel Meßgarten höchster Punkt: landwirtschaftliche Nutzfläche Einzugsgebiete (gesamt)	393,2 445,8 474,9
6. Länge des Vorfluters [m]		1755,0
7. mittleres Sohlgefälle [%]		2,3
8. mittlere Hangneigung im A_e [%]		6,1
9. Flächennutzung [%] (144 ha = 100%)	Ackerland Grünland Wald Wege	80,8 15,9 3,2 0,1
10. Flächenanteile der Bodengesellschaften an der landwirtschaftlichen Nutzfläche [%] (98,43 ha = 100 %)	Regosol - Bodengesellschaft Braunerde - Bodengesellschaft Parabraunerde/Fahlerde - Bodengesellschaft Pseudogley - Bodengesellschaft Pseudogley - Braunerde - Bodengesellschaft Pseudogley - Bodengesellschaft Gley- Bodengesellschaft Kolluvisol - Bodengesellschaft	1,5 28,4 56,6 5,2 2,3 1,1 1,6 3,3

Die im östlichen Harz und Harzvorland anstehenden Festgesteine sind von mehrgliedrigen Lokkergesteinslagen überdeckt, die in der Regel aus der stark wasserdurchlässigen Hauptlage aus Berglöß (k_f=2,5 m/d), der Mittellage aus einer Löß - Fließerde mit sehr geringer Durchlässigkeit (k_f=0,005 m/d) sowie aus der Basislage aus Basisschutt mit wesentlich höherer Durchlässigkeit (k_f=0,2 m/d) aufgebaut sind (Altermann 1985). Bei den Böden handelt es sich überwiegend um Parabraunerden und Braunerden, die in unterschiedlicher Vergesellschaftung vorkommen und die auch für das Untersuchungsgebiet charakteristisch sind (Tab. 2).

Tab.2 Bodengesellschaften im Schäfergrund

Bodengesellschaft (Anteil [%] an der Gesamtfläche)	Lage am Hang (Anteil n/5)	vergesellschaftete Bodentypen - Profil - (Anteil n/5)
Regosol (1,5 %)	Plateau (5/5)	Braunerde - Regosol -Ah/Bv - ilCv/ilC - (4/5) Norm-Braunerde - Ah/Bv/C - (1/5) Braunerde-Parabraunerde - Ah/Bv - Al/Bvt/C - (x)
Braunerde (28,4 %)	Plateau/Oberhang (3/5) Mittelhang (2/5)	Norm - Braunerde - Ah/Bv/C - (3/5) Parabraunerde-Braunerde - Ah/Al - Bv/Btv/C - (1/5) Braunerde - Parabraunerde - Ah/Bv - Al/Bvt/C - (1/5) Braunerde - Regosol - Ah/Bv - ilCv/ilC - (x)
Parabraunerde (56,6 %)	Plateau/Oberhang (1/5) Mittelhang (4/5) Unterhang/Hangfuß (x)	Braunerde - Parabraunerde - Ah/Bv - Al/Bvt/C - (4/5) Parabraunerde - Braunerde - Ah/Al - Bv/Btv/C - (1/5) Braunerde - Pseudogley - Ah/Bv - Sw/(Sw/)Sd - (x) Parabraunerde - Pseudogley - Ah/(Al/)Al - Sw/Bt - Sd - (x) Pseudogley - Braunerde - Ah/Bv/(Bv -)Sw/Sd - (x) Pseudogley - Parabraunerde - Ah/Al-Sw/ Sd-Bt/C - (x)
Pseudogley (5,2 %)	Unterhang (3/5) Talsohle (2/5)	Norm - Pseudogley - Ah/Sw/Sd - (4/5) Braunerde - Pseudogley - Ah/Bv - Sw/(Sw/)Sd - (1/5) Norm - Kolluvisol - Ah/M/... - (x) Pseudogley - Gley - Ah/Sw/Sd - Go/Gr - (x)
Pseudogley - Braunerde (2,3 %)	Unterhang (5/5)	Pseudogley - Braunerde - Ah/Bv/(Bv -)Sw/Sd - (2/5) Norm - Pseudogley - Ah/Sw/Sd - (2/5) Braunerde - Pseudogley - Ah/Bv - Sw/(Sw/)Sd - (1/5)
Pseudogley-Gley (1,1 %)	Talsohle (5/5)	Pseudogley - Gley - Ah/Sw/Sd - Go/Gr - (3/5) Gley - Pseudogley - Ah/Sw/Sd,Go - Sd/(Go/)Gr - (2/5)
Gley (1,6 %)	Talsohle (5/5)	Norm - Gley - Ah/Go/Gr - (5/5) Norm - Kolluvisol - Ah/M/... - (x) Naßgley - Go-Ah/Gr - (x) Humusgley - Ah/Ah - Go/(Go/)Gr - (x)
Kolluvisol (3,3 %)	Talsohle (5/5)	Norm - Kolluvisol - Ah/M/... - (4/5) Pseudogley - Kolluvisol - Ah/M/M - Sw/Sd - (1/5) Gley - Kolluvisol - Ah/M/M - Go/Gr - (x)

es bedeuten: x - Flächenanteil < 5 %
n = 1 - Flächenanteil > 5 bis 20 %
n = 2 - Flächenanteil > 20 bis 40 %
n = 3 - Flächenanteil > 40 bis 60 %
n = 4 - Flächenanteil > 60 bis 80 %
n = 5 - Flächenanteil > 80 %

Das Klima im Untersuchungsgebiet ist durch die Leewirkung des Ackerberg - Bruchberg - Brockenmassivs geprägt; im Mittel fallen 636 mm/a Niederschläge, die klimatische Wasserbilanz beträgt + 126 mm/a, jedoch für die Zeit von April bis September - 64 mm (Latta 1988). Die Monatsdaten der Niederschlagssummen und der Durchschnittstemperaturen für die Jahre 1993, 1994 und 1995 sowie die entsprechenden langjährigen Mittelwerte sind in der Tabelle 3 zusammengestellt. Ein Vergleich der Jahre läßt deutliche Unterschiede im Witterungsablauf erkennen. Die hohen Niederschläge im Jahr 1994 resultieren vor allem aus den April - und Mai - Niederschlägen (vom 9.4. bis 13.4. fielen 127 mm Niederschlag), während die Sommermonate Juni und Juli zu trocken waren. 1995 sind die Monate Juli, August, Oktober und Dezember durch Niederschlagsdefizite gekennzeichnet, die verantwortlich für die unterdurchschnittliche Niederschlagshöhe sind. In den Hochsommermonaten Juli und August sowie im Oktober wurde die Wassermangelsituation durch weit überdurchschnittliche Temperaturen verschärft. Das Niederschlagsgeschehen bestimmt maßgeblich die Abflußbildung im Schäfergrund.

Tab.3 Übersicht zum Witterungsverlauf der Jahre 1993, 1994 und 1995 sowie zum Vergleich das jeweilige 30jährige Mittel (1951 - 1980)

	Jan	Feb.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sep.	Okt.	Nov.	Dez.	Jahr
Niederschlag													
30jähr. Mittel	48	44	48	49	59	71	64	63	43	46	47	54	636
1993	70	21	8	16	92	85	91	48	55	35	41	98	660
1994	69	25	90	135	107	37	50	66	54	32	32	47	744
1995	61	47	46	50	49	67	46	39	82	7	42	26	562
Temperatur													
30jähr. Mittel	-1,8	-1,3	1,6	5,8	10,6	14,2	15,5	14,8	11,7	7,4	2,8	-0,3	6,8
1993	0,6	-1,9	2,0	9,1	13,1	13,7	14,2	14,3	10,2	6,3	-0,3	1,7	6,9
1994	1,6	-2,6	4,7	6,5	11,0	14,3	19,6	16,4	11,6	6,1	5,4	2,5	8,1
1995	-1	3,4	1,6	7,0	10,1	12,7	18,4	17,1	11,3	10,8	1,7	-4,4	7,4

2. Untersuchungsziele

Untersuchungen zum Wasserhaushalt mit ausschließlich quantitativer Ausrichtung wurden im Kleineinzugsgebiet Schäfergrund bereits seit den 70er Jahren durch die damalige Ingenieurschule für Wasserwirtschaft Magdeburg durchgeführt (Borchardt 1984). Schwerpunkt der 1993 begonnenen Arbeiten bilden die Fragen von Nährstoffeinträgen in die Gewässer. Mit finanzieller Förderung durch das GKSS Forschungszentrum Geesthacht GmbH (Projektträger) wurde vom 1.1.1993 bis 31.12.1994 das Projekt „Auswirkungen unterschiedlicher Flächennutzung auf die Wasserqualität in einem landwirtschaftlich genutzten Kleineinzugsgebiet im Unterharz" bearbeitet. Im Rahmen dieses Projekts wurden Untersuchungen zum Stoffhaushalt, speziell hinsichtlich der Gewässereutrophierung durchgeführt und erste Ansätze zur Quantifizierung des Zwischenabflusses bei unterschiedlicher Flächennutzung ermittelt. Dabei wurden die folgenden Nutzungsvarianten geprüft:

standortübliche Landbewirtschaftung entsprechend guter fachlicher Praxis

- einmalig auf 50 % reduzierte N - Düngung
- Rotationsbrache
- Sozialbrache (Auflassung).

Strategien zur Vermeidung von Stoffeinträgen in Gewässer haben die Aufklärung der Migrationspfade zur Voraussetzung. Unter diesem Gesichtspunkt wird vom UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GmbH das Projekt „Ermittlung von Sickergeschwindigkeiten und Sickerwassermengen auf Berglöß Standorten des Harzes" mit einer Laufzeit vom 1.9.1995 bis 31.8.1998 finanziell gefördert. Bei diesen Arbeiten werden folgende Ziele verfolgt:

- Ermittlung der vertikalen und horizontalen/lateralen Sickergeschwindigkeiten in situ in Abhängigkeit von der Bodenform, der Hangneigung und der Hangposition.

- Separation der Abflußkomponenten unter Berücksichtigung der Abflußmenge sowie der Eintrittsvoraussetzungen.

- Aufklärung der Voraussetzungen, die zur verstärkten Zwischenabflußbildung führen und Kennzeichnung entsprechender Areale.

- Quantitative und qualitative Untersuchungen zum Zwischenabfluß.

3. Laufendes Arbeitsprogramm

Das Spektrum der Meßgrößen und der Untersuchungsrhythmen ist in der Tabelle 4 aufgeführt.

Tab.4 Untersuchungsprogramm

Meß-programm	Untersuchungsrhythmus	Anzahl der Pro-benahmepunkte	Meßwerte
Wasser	Vegetationsperiode: 2 x wöchentlich,	Schäferbach: 12	Abflußmenge, NO_3, pH - Wert, elektrische Leitfähigkeit, BSB_5
	seit 1996 14täglich, außerhalb der Veg.periode:	Dränwasser: 16	Abflußmenge, NO_3, pH - Wert, elektrische Leitfähigkeit, BSB_5
	in der frostfreien Zeit	Grundwasser: 9	Grundwasserflurabstand, NO_3,
	1 x wöchentlich, bei Frost 1 x 14tägig		pH - Wert, elektrische Leitfähigkeit
Witterung	kontinuierlich		Niederschlag, Lufttemperatur, Bodentemperatur, relative Luftfeuchtigkeit, Gesamtdeposition (NO_3, NO_2, NH_4)
Boden	zu Versuchsbeginn	50x50-m - Raster	N_{min}, P, K, Mg, pH - Wert
	in der Sickerperiode in Abhängigkeit von der Niederschlagsmenge wöchentlich bis 14täglich	10 Meßpunkte	N_{min}, N_t, Cl, Bodenfeuchte
	1x jährlich an den Meßpunkten	10 Meßpunkte	k_f, pF - Kurve, Körnung
	3x jährlich	19 Meßpunkte	N_{min}, P, K
Pflanze		15 Meßparzellen	N, P, K - Gehalte, TS - Ertrag

Aufgrund bisheriger Ergebnisse weist die NO_3 - Konzentration (als Schwerpunkt - Zielgröße) in der Vegetationsperiode mit Niedrigwasserabfluß keine nennenswerten Schwankungen auf; damit ist eine Beprobung in 14tägigem Rhythmus während der abflußschwachen Zeit vertretbar. Mit Beginn der Sickerperiode im Herbst ist ein steiler Konzentrationsanstieg zu erwarten, so daß eine wesentlich engere Untersuchungsfrequenz (1x wöchentlich, ereignisbezogen, evtl. mehrmals

wöchentlich) erforderlich ist. Mit dem Eintritt anhaltender Frostperioden klingt die Abflußbildung kurzfristig ab, so daß eine 14tägliche Beprobung vertretbar ist.
Zu Versuchsbeginn wurde die Bodenansprache und - beprobung des gesamten Untersuchungsgebietes in einem 50 x 50 m - Raster durchgeführt, so daß die räumliche Verteilung der Bodengesellschaften geklärt ist (Abb. 1).
Unter Berücksichtigung des Bodentyps sowie der Reliefgestaltung werden zu Beginn des hydrologischen Jahres Tracerversuche angelegt, die in Abhängigkeit von der zu erwartenden niederschlagsbedingten Sickerwasserbewegung wöchentlich bis 14täglich (bei anhaltender Trockenheit bzw. anhaltendem Frost auch in wesentlich weiteren Zeitintervallen) beprobt werden; Ziel ist die Verfolgung der vertikalen/lateralen Sickerfront (Weg - Zeit -Verhalten). Jeweils nach Abschluß der Sickerperiode im Frühjahr, bei Niedrigwasserabfluß im Sommer sowie zu Beginn der Sickerperiode im Herbst werden an 19 fixen Meßpunkten Bodenproben zur Nährstoffuntersuchung (N_{min}, P, K) entnommen.
Weiterhin wird die oberirdische Biomasse geerntet, um über den TS - Ertrag sowie die Bestimmung der N -, P -, K - Gehalte den Nährstoffentzug zu ermitteln.
Über die angewandten Meß - und Analysemethoden gibt Tabelle 5 Auskunft. Die Datenablage erfolgt in Abhängigkeit von der Art der Erfassung. Daten, die im Gelände digital erfaßt werden, Witterung und Abfluß aus der Quellmulde, werden im ASCII - Format ausgelesen und archiviert. Die über Protokolle erfaßten Daten werden kontinuierlich in dBase - Datenbanken abgelegt. Zur Weiterverarbeitung kommen verschiedene Systeme zur Anwendung. Punktdaten mit Flächenbezug gehen in ein Informationssystem ein, das auf einem GIS (SPANS) basiert. Neben der Erstellung thematischer Grundkarten, z.B. der Karte der Bodenformengesellschaften (vgl. Abb. 1), ist hiermit gleichzeitig die Verschneidung verschiedener Themen möglich. Zeitreihen werden über statistische Auswerteprogramme (STATISTICA) bzw. über Tabellenkalkulationen (EXCEL) verarbeitet. Zur Modellierung der vertikalen Stoffverlagerung ist geplant, auf das US - Modell CREAMS zurückzugreifen.

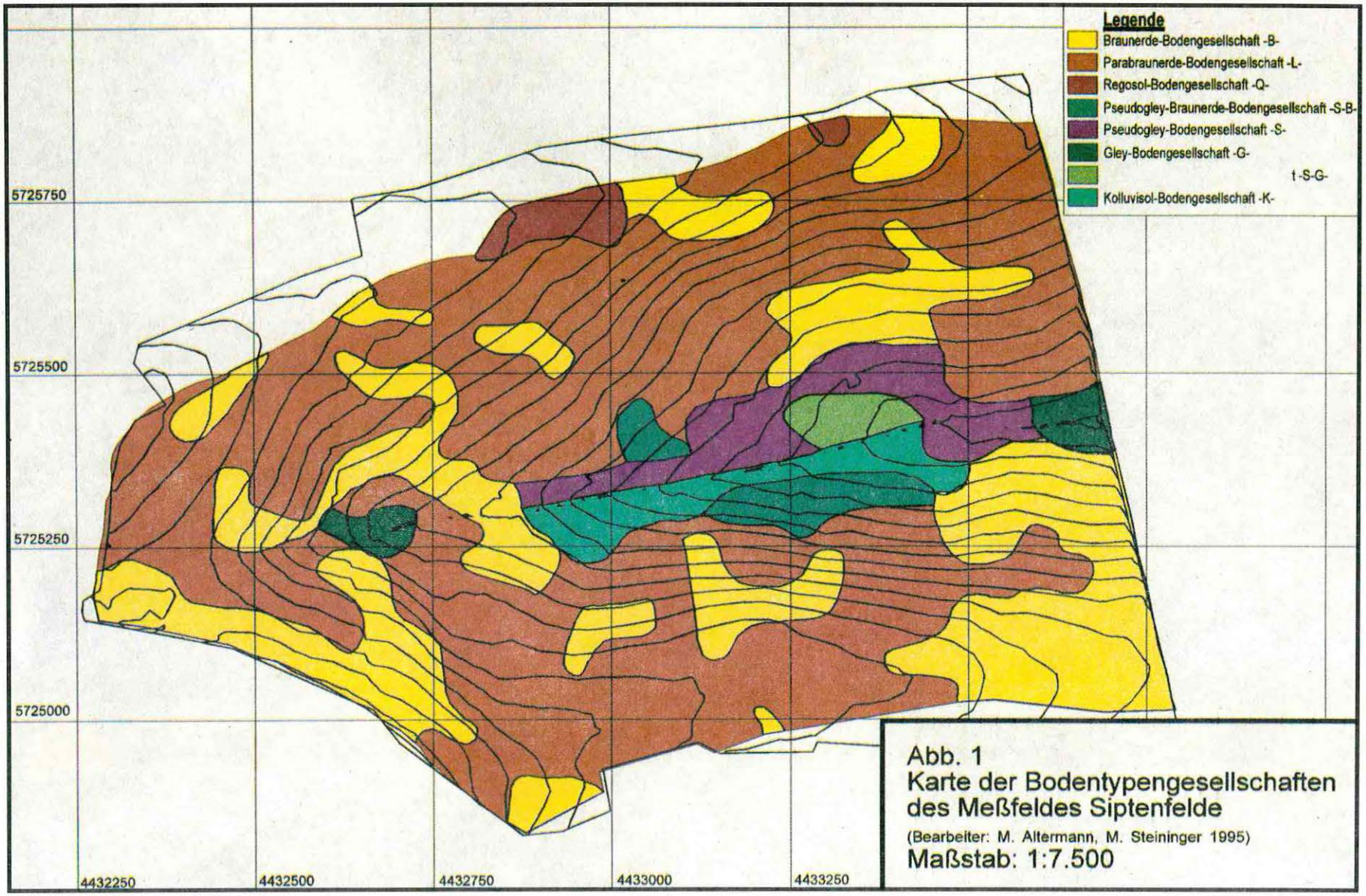


Abb. 1
Karte der Bodentypengesellschaften des Meßfeldes Siptenfelde
(Bearbeiter: M. Altermann, M. Steininger 1995)
Maßstab: 1:7.500

Tab.5 Methodenübersicht

Medium	Meßwerte	Methode
Wasser	Abflußmenge	Dräns: geeichte Meßgefäße/Dränrekorder Firma Eijkelkamp Gebietsabfluß: Vertikalschreibpegel am Meßwehr
	NO_3	elektrometrisch
	NO_2	photometrisch
	NH_4	photometrisch
	pH - Wert	elektrometrisch DIN 38404
	elektrische Leitfähigkeit	elektrometrisch EN 27888
	BSB_5	maßanalytische Bestimmung nach Winkler
	Grundwasserflurabstand	Brunnenpfeife
	Orthophosphat	photometrisch
Boden	N_t	N - Analyzer
	NO_3	photometrisch mit CFA im KCl - Aufschluß
	NH_4	photometrisch mit CFA im KCl - Aufschluß
	pH - Wert	elektrometrisch im 0,1 m $CaCl_2$ - Aufschluß
	P	photometrisch im Doppellaktat - Aufschluß
	K	optische Emissionsspektroskopie (ICP) im Doppellaktat - Aufschluß
	Mg	optische Emissionsspektroskopie (ICP) im $CaCl_2$ - Aufschluß
	Cl^-	photometrisch im H_2O - Aufschluß
	Bodenfeuchte	gravimetrisch
	k_f	DIN 19683
	pF	DIN 19683
Pflanze	N	N - Analyzer
	P	photometrisch im Doppellaktat - Aufschluß
	K	optische Emissionsspektroskopie (ICP) im Doppellaktat - Aufschluß
Witterung	Niederschlag	Niederschlagsgeber Firma Thiess
	Lufttemperatur	Thermogeber Firma Thiess
	Luftfeuchtigkeit	Hygrogeber Firma Thiess
	Gesamtdeposition	

4. Bisher erzielte Ergebnisse

Aufgrund der Standortkenntnis wurden den Arbeiten die folgenden Arbeitshypothesen zugrunde gelegt: Die Stofftransporte sind durch die Bodenwasserdynamik determiniert. Der Zwischenabfluß vollzieht sich ereignisbezogen in einer relativ geringmächtigen Bodenschicht oberhalb der Bt - bzw. Sd - Horizonte, er ist demzufolge gegenüber dem Basisabfluß die schneller und mit höheren Stoffkonzentrationen abfließende Koponente. Auf den Regosolen und Braunerden dominiert die

vertikale Wasserbewegung und somit die Bildung des grundwasserbürtigen Basisabflusses. Die Untersuchungen führten bisher zu den folgenden Aussagen, die jedoch durch weitere Arbeiten zu sichern sind: Der Basisabfluß weist im Vergleich zum Zwischenabfluß signifikant niedrigere NO_3 - Konzentrationen auf. Beim Dränabfluß, der überwiegend den Zwischenabfluß repräsentiert, besteht eine signifikante Abhängigkeit zwischen der Abflußmenge und der NO_3 - Konzentration (Abb.2).

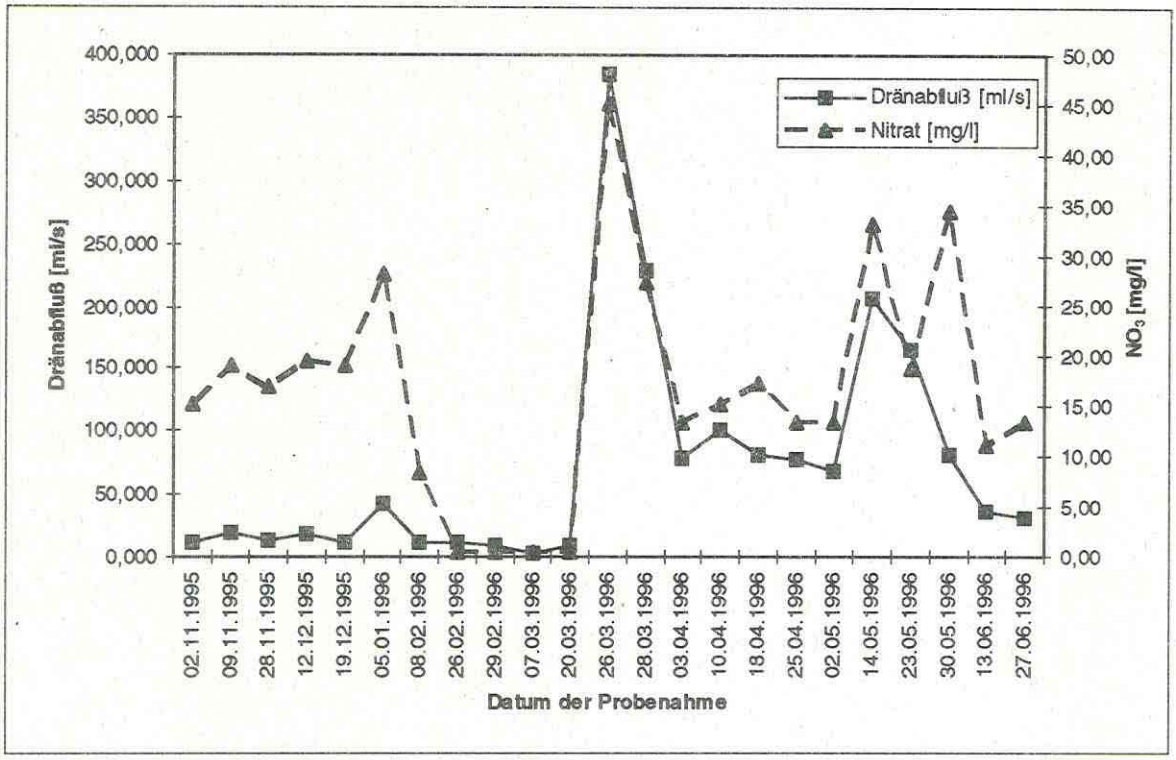


Abb.2 Verlauf der Abfluß - und der NO_3 - Ganglinie des Dräns 12 (1996)

Beim Abfluß zum Ende der Vegetationsperiode handelt es sich um Basisabfluß mit relativ niedriger NO_3 - Konzentration. Nach Eintritt der Sickerperiode, die auch durch einen deutlichen Anstieg des Grundwasserstandes im Talbereich und eine rasche Zunahme der Dränabflußmenge im gesamten Schäfergrund gekennzeichnet ist, steigt die NO_3 - Konzentration der Abflüsse steil an. Nach 6...8 Wochen wird kurzfristig das Maximum mit Werten > 100 mg NO_3 /l erreicht, danach geht die NO_3 - Konzentration bei etwa gleichbleibender Abflußmenge auf 60...90 mg/l zurück. Mit Beendigung der Sickerperiode - etwa zeitgleich mit Beginn der Vegetationsperiode - gehen sowohl die Abflußmenge als auch die NO_3 - Konzentration wieder auf das niedrige Basisniveau zurück (Steininger, Abdank, Meissner 1996). Die Abbildung 3 spiegelt den jahreszeitabhängigen Trend der NO_3 - Konzentration wider.

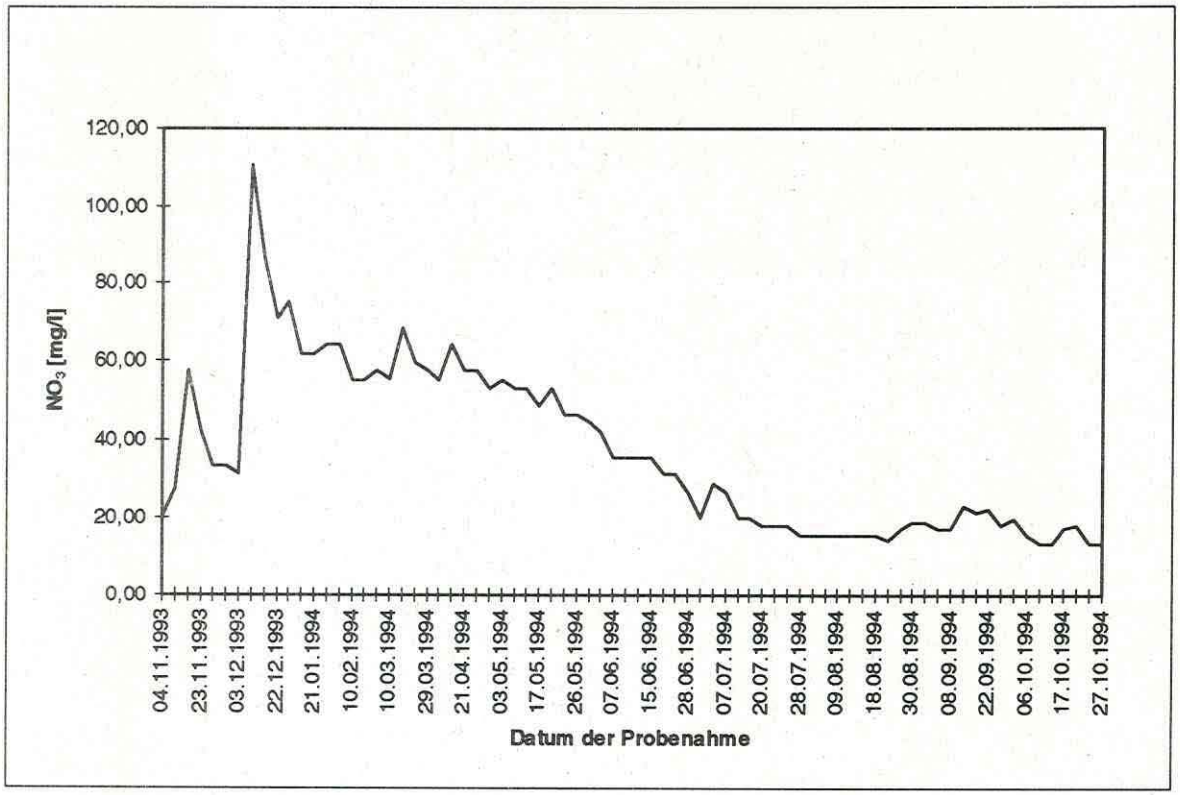


Abb.3 NO_3 - Ganglinie am Gebietsauslaß (1994)

Eine Rückführung des Intensitätsniveaus der Flächennutzung, im vorliegenden Fall Reduzierung der N - Düngung um 50 %, führte kurzfristig nicht zu einer Verminderung der Nitratkonzentration im Dränabfluß.

5. Wissensdefizite im Untersuchungsgebiet / Ausrichtung der künftigen Arbeit

Aufgrund bisheriger und laufender Arbeiten zeichnen sich Wissensdefizite in den folgenden Problemfeldern ab, die über Anschlußprojekte detailliert untersucht werden sollten:

- Quantifizierung des Einflusses von Landnutzungsänderungen auf den Wasser - und Stoffhaushalt
- Ermittlung des Weg - Zeit - Verhaltens der einzelnen Abflußkomponenten; Aufklärung des standorttypischen Reaktionsverhaltens der Niederschlag - Abfluß - Beziehung
- Quantifizierung der Denitrifikation auf dem Verlagerungspfad Oberfläche - Grundwasser-Wasserlauf / Oberflächengewässer als eine mögliche Ursache der relativ niedrigen NO_3 - Konzentration im Basisabfluß
- Quantifizierung des Bodenabtrags durch Wassererosion
- Quantifizierung der Wirkung von Rückbaumaßnahmen auf den Wasser - und Stoffhaushalt; Ermittlung der Nährstoffretentionswirkung von wasserlaufbegleitenden extensiv genutzten Wiesenstreifen
- Übertragung der Untersuchungsergebnisse auf höhere hydrologische Skalen

Literatur

ABDANK, H, STEININGER, M., ALTERMANN, M. (1995): Untersuchungen zur Landnutzung und zum Gewässerschutz im Unterharz. - In: Altermann, M., Steininger, M u.a.: Böden, Landnutzung, Natur - und Gewässerschutz im östlichen Harz. In: Mitteilungen der Deutschen Bodenkundlichen Gesellschaft, 77, S. 155 - 206.

ALTERMANN, M. (1985): Standortkennzeichnung landwirtschaftlich genutzter Gebiete des östlichen Harzes. - Diss. B, Univ. Rostock.

BORCHARDT, D. (1984): Zur Charakterisierung des unterirdischen Abflusses im Lockermaterial des Mittelgebirges, dargestellt am Beispiel hydrologischer Versuchsgebiete der oberen Selke (Harz). - Archiv Acker - , Pflanzenbau und Bodenkunde, Berlin 28, 2, S. 107 - 120.

HÖVERMANN, J. (1953 - 1962): Harz, Oberharz, Mittelharz, Unterharz, Östliche Harzabdachung. - In: Handbuch der naturräumlichen Gliederung Deutschlands (Meynen, E., Schmithüsen, J.). - Bundesanstalt für Landeskunde und Raumforschung, Selbstverlag Bad Godesberg, S. 601 - 608.

LATTA, P. (1988): Ingenieurabschlußarbeit, Ing. - Schule für Wasserwirtschaft, Magdeburg

STEININGER, M., ABDANK, H., MEISSNER, R. (1996): Untersuchungen zum diffusen Nitrataustrag aus einem landwirtschaftlich genutzten Kleineinzugsgebiet des Unterharzes - Zeitschrift für Kulturtechnik und Landentwicklung. - Manuskript eingereicht, Veröffentlichung voraussichtlich im Heft 2/97.

Charakteristik des Einzugsgebietes Ohre (Drömling)

Dipl. agr. Ing. K. Kalbitz und Dr. H. Rupp
UFZ - Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GmbH, Sektion Bodenforschung, Hallesche Straße 44, 06246 Bad Lauchstädt und Forschungsstelle Falkenberg Dorfstraße 55, 39615 Falkenberg

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

Der Drömling befindet sich im Nordwesten Sachsen - Anhalts, reicht nach Niedersachsen hinein und ist mit ca. 28.000 ha das größte zusammenhängende Niedermoorgebiet Sachsen - Anhalts (Abb.1). Er liegt zumeist in einer Höhe von 57 bis 70 m über NN. Der gesamte sachsen - anhaltinische Drömling bildet heute den Naturpark Drömling. Der Hauptvorfluter des Drömlings ist die Ohre, die wiederum einen Nebenfluß der Elbe darstellt.

Die Ohre entspringt in der Gemarkung Ohrdorf, 6 km südlich von Wittingen. Bis zu ihren Eintritt in den Drömling bei Jahrstedt entwässert sie ein Einzugsgebiet mit einer Fläche von 140 km². In ihrem Verlauf von 32,9 km durch den Naturpark Drömling erfährt die Ohre einen Einzugsgebiets-zuwachs von 592,1 km². Das Einzugsgebiet am Pegel Calvörde beträgt somit 732,1 km².

Die Hauptnebenflüsse der Ohre sind:

- Steimker Graben
- Fanggraben
- Wilhelmskanal
- Friedrichskanal
- Allerkanal
- Sichauer Beeke

Daneben besteht ein stark vermaschtes System aus Gräben, die z.T. direkt oder über das Grundwasser in Verbindung stehen. Die Mehrheit der Gewässer im Drömling ist anthropogenen Ursprungs. Sie sind im Zuge der seit etwa 200 Jahren betriebenen Kultivierung angelegt worden. Die natürlichen Gewässer sind oftmals anthropogen verändert. Selbst die Ohre als ursprünglich natürliche Hauptvorflut wurde sehr stark kanalisiert und somit in ihrem Verlauf grundlegend verändert.

Gequert wird der Drömling durch den Mittellandkanal. Er nimmt am Wasserhaushalt des Gebietes über das Grundwasser teil. In Hochwassersituationen werden über den Mittellandkanal Entlastungen bis zu einer Größenordnung von 22 m^3s^{-1} vorgenommen.

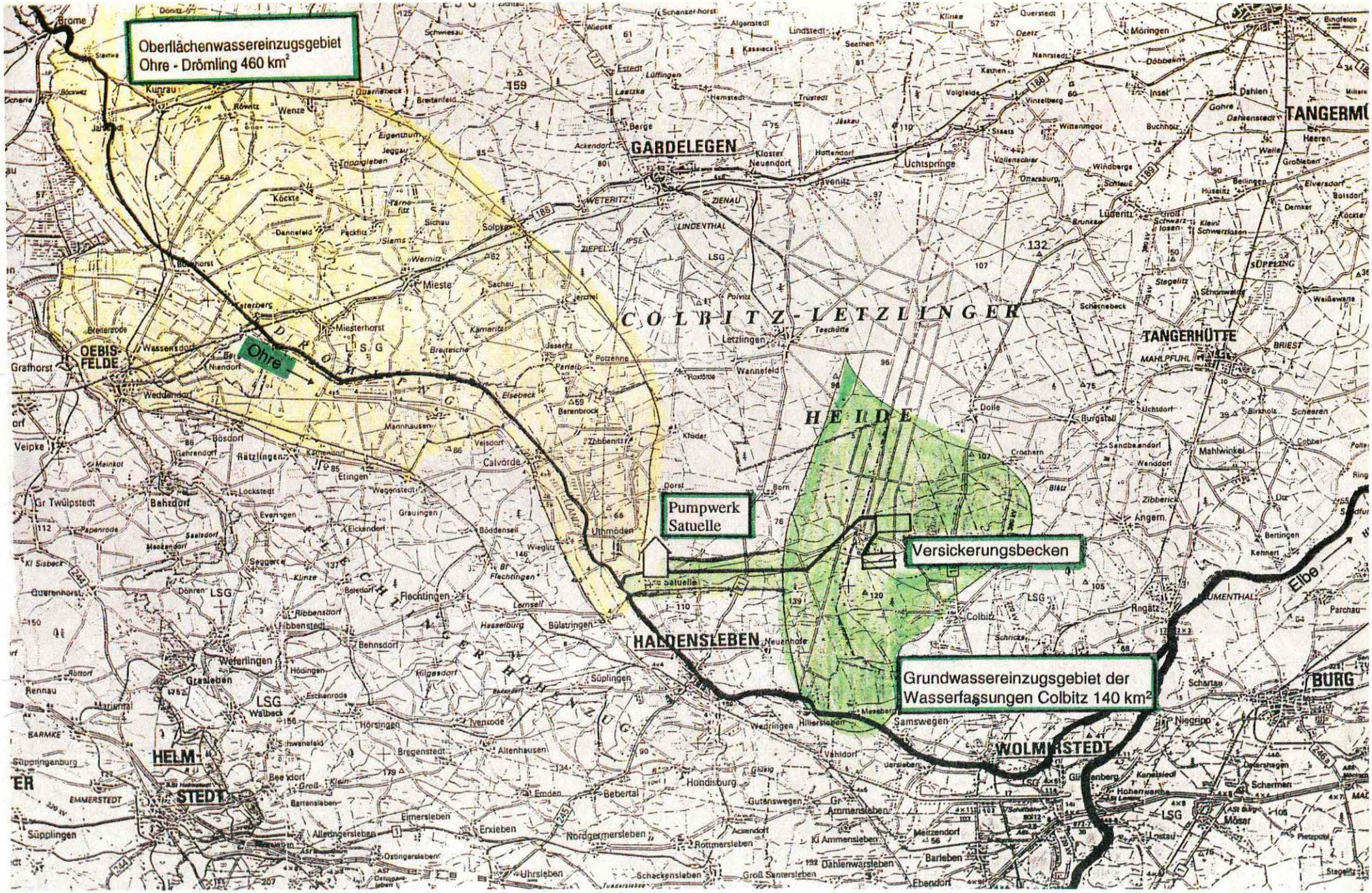


Abb.1 Einzugsgebiet der Ohre

Tangiert wird der Naturpark Drömling von der Aller, die an der Entwässerung vornehmlich des niedersächsischen Teils des Drömlings beteiligt ist. Das Wasserdargebot der Aller kann dem Naturpark über den Allerkanal zugeführt werden.
Die hohe Dichte des Gewässersystems ist hervorragend zur Entwässerung des Drömlings geeignet. Der Entwässerungsfall tritt vornehmlich im Winter und Frühjahr ein, um den Hochwasserschutz durchzusetzen und die Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Nutzflächen abzusichern. Nach Abschluß der Frühjahrsentwässerung sollen ca. 270 Stauanlagen der Abflußverminderung und Einstaubewässerung dienen. Das Gewässersystem kann somit in Verbindung mit den Stauanlagen auch zur Wiedervernässung von Niedermoorstandorten genutzt werden. Durch das geringe Gefälle der Drömlingsgewässer (im Mittel 0,1 ‰) läßt sich das vorhandene Dargebot weiträumig rückstauen. Auch großräumige Überstauungen sind möglich, jedoch nur in dargebotsreichen Zeiten (meist nur Winterhalbjahr). Dagegen besteht im Sommerhalbjahr eine negative Wasserbilanz von 10,6 Mio. m^3.
Die offenen Wasserflächen im Drömling haben eine Gesamtgröße von 355 ha. Somit beträgt der Wasserflächenanteil 1,4 % der Gesamtgebietsfläche des Naturparkes Drömling.
Der Gebietswasserhaushalt läßt sich mit den folgenden Zahlen charakterisieren:

- mittlerer jährlicher Niederschlag: 570 mm
- mittlerer jährlicher Abfluß
  - Pegel Jahrstedt (Eintritt der Ohre in den Drömling): 0,54 m^3s^{-1}
  - Pegel Calvörde (Austritt der Ohre aus dem Drömling): 3,10 m^3s^{-1}
- maximaler jährlicher Abfluß
  - Pegel Jahrstedt (Eintritt der Ohre in den Drömling): 3,99 m^3s^{-1}
  - Pegel Calvörde (Austritt der Ohre aus dem Drömling): 22,20 m^3s^{-1}
- niedrigster jährlicher Abfluß
  - Pegel Jahrstedt (Eintritt der Ohre in den Drömling): 0,02 m^3s^{-1}
  - Pegel Calvörde (Austritt der Ohre aus dem Drömling): 0,01 m^3s^{-1}

Das Drömlingsgebiet hat eine mittlere jährliche Abflußbildung von 127 mm a^{-1}. Problematisch werden die Abflußverhältnisse in Trockenperioden. Dann stellen einige Teile des Drömlings Zehrflächen dar. Das Gebiet des Drömlings ist auf den Zufluß von Grund - und Oberflächenwasser außerhalb liegender Einzugsgebiete sowie auf die eigene Gebietsspeicherung angewiesen. Dies wird auch daran ersichtlich, daß die potentielle Gebietsverdunstung mit 587 mm größer ist als der jährliche Niederschlag von 570 mm. Der Zufluß am Pegel Jahrstedt (Eintritt der Ohre in den Drömling) beträgt im Jahresmittel 0,54 m^3s^{-1}. Dies entspricht einer Abflußspende von 6,15 l $s^{-1}km^{-2}$, einer Abflußhöhe von 194 mm und einer Abflußsumme von 20,2 Mio. m^3a^{-1}. Der Abfluß am Pegel Calvörde beträgt im Jahresmittel 3,10 m^3s^{-1}, was einer Abflußspende von 4,29 $ls^{-1}km^{-2}$, einer Abflußhöhe von 135 mm und einer Abflußsumme von 98,9 Mio. m^3a^{-1} entspricht. Davon fließen dem Drömling im hydrologischen Sommerhalbjahr über die Ohre am Pegel Jahrstedt nur noch 5,7 Mio. m^3 zu. Aus dem Gebiet fließen im Sommerhalbjahr am Pegel Calvörde aber noch 27,2 Mio. m^3 ab.

Im gesamten Naturpark nehmen die Niedermoorböden etwa 16 % der Fläche ein; auf etwa 1/3 sind trockene Sandböden (Rosterden, Rostgleye, Reliktgleye) vertreten und auf 20 % der Fläche Anmoore. Unter bodenkundlichen Gesichtspunkten kann man den Drömling in folgende Gebiete gliedern:

Moordrömling

- westliche Kernzone des Naturparkes
- Dominanz von Niedermooren unterschiedlicher Ausprägung

Anmoordrömling

- verstärkt an den Randzonen des Moordrömlings
- wurden primär nur zu einem geringen Teil gebildet, sind vor allem Ergebnis der Niedermoordegradation
- aus Niedermooren mit Muddeunterlagerung oder aus sandbedeckten flachen Niedermooren

feuchter Sanddrömling

- Gürtel um Moor - und Anmoordrömling
- Humusgleye und Gleye

trockener Sanddrömling

- Übergangssaum zu den angrenzenden Hochflächen sowie als größerer Komplex im östlichen Drömling
- Halbgleye, Reliktgleye, Rosterden

Mit der Schaffung des Naturparkes Drömling im Herbst 1990 sind weitreichende Veränderungen in der Landbewirtschaftungsstruktur in diesem Gebiet verbunden. So wurde in den vergangenen 6 Jahren die bis dahin dominierende Intensivbewirtschaftung von Acker - und Grünlandstandorten zunehmend durch extensive Bewirtschaftungsformen ersetzt.
Besondere Restriktionen gelten für die Kernzone des Naturparkes (ca. 740 ha). Hervorzuheben ist das generelle Nutzungs - und Betretungsverbot. In diesem Bereich werden seit 1993 verstärkt Renaturierungsmaßnahmen durchgeführt, die eine Wiedervernässung von ausgewählten Standorten einschließen.
In der Schutzzone 2 des Naturparkes (ca. 3775 ha) soll eine Bewirtschaftung der landwirtschaft-lichen Nutzfläche ausschließlich als Grünland und nach den Grundsätzen einer extensiven Landwirtschaft erfolgen. Vorhandene Ackerstandorte wurden und werden in Grünland umgewandelt.
Hieran werden die gegenwärtig ablaufenden Veränderungen in der Landnutzung, die von einer starken Extensivierung der Grünlandnutzung, von einer Umwandlung von Ackerstandorten in extensives Grünland und von der Aufgabe jeglicher Landnutzung durch Wiedervernässung der Böden gekennzeichnet sind, deutlich. Industrie spielt in diesem sehr ländlich geprägten Raum keine Rolle. Eine zunehmende Bedeutung erfährt der Tourismus.

2. Untersuchungsziele

Die Neuformierung der Landnutzung im Drömling ließ Auswirkungen auf das System Boden - Grundwasser - Oberflächenwasser erwarten. Als relevante Parameter zur Charakterisierung dieser Veränderungen können neben den anorganischen Stickstoffverbindungen Nitrat und Ammonium, Phosphor sowie der Gehalt an gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC; Dissolved Organic Carbon) angesehen werden.
Da jährlich etwa 12 - $24*10^6$ m^3 Wasser der Ohre entnommen und in der Colbitz - Letzlinger Heide zur künstlichen Grundwasseranreicherung genutzt werden, sind die Parameter Nähr - und Huminstoffgehalt des Ohrewassers von großer Bedeutung für die Trinkwassergewinnung im Wasserwerk Colbitz.
Die seit 1993 vom Ministerium für Umwelt - und Naturschutz des Landes Sachsen - Anhalt finanziell geförderten Forschungsarbeiten sollen dazu beitragen, gewässerschonende Renaturierungsstrategien zu entwickeln, die gewährleisten, daß das hauptsächlich aus dem Drömling stammende Ohrewasser auch künftig für die Grundwasseranreicherung in der Colbitz - Letzlinger Heide genutzt werden kann. Desweiteren wurde anhand der zeitlichen Entwicklung des Nan - Konzentrationsverlaufes des Hauptgewässers Ohre geprüft, ob die seit 1990 einsetzende Verringerung der Bewirtschaftungsintensität bereits zu einer Veränderung der Gewässerbelastung mit diesen Nährstoffen geführt hat.

Der Bearbeitung des seit Ende 1995 begonnenen Fortführungsprojektes liegt folgendes **Gesamtziel** zugrunde:

- Erfassung der Auswirkungen der gegenwärtigen Landnutzung, von Landnutzungsum-widmungen und Renaturierungsmaßnahmen auf die Wasserqualität des Drömlings als Voraussetzung für die Ableitung von umweltgerechten Bewirtschaftungsmaßnahmen

Wissenschaftliche und technische Arbeitsziele:

- Erfassung der Wirkung der gegenwärtig laufender Nutzungen bzw. Nutzungsum-widmungen und der geplanten Veränderungen sowie der Witterung auf die Dynamik der gelösten organischen Substanz in den einzelnen Kompartimenten Boden, Bodenlösung, Grundwasser, Oberflächenwasser
- Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Dynamik der gelösten organischen Substanz und der Mobilisierung sowie dem Transport von Nähr - und Schadstoffen (Schwermetalle)
- Erfassung der Wirkung der gegenwärtig laufenden Nutzungen bzw. Nutzungsum-widmungen und der geplanten Veränderungen sowie der Witterung auf die P - Dynamik und den Eintrag von mineralischen N - Verbindungen aus dem Boden in das Grund - und Oberflächenwasser des Drömlings

- Bewertung des Einflusses der Nutzung, von Nutzungsumwidmungen und Renaturierungsmaßnahmen sowie deren Wechselwirkungen auf die Wasserqualität der Ohre

3. Laufendes Arbeitsprogramm

An sechs verschiedenen Standorten wurden im Frühjahr 1996 bodenhydrologische Meßplätze angelegt, wo nach einer Statusanalyse in einem Abstand von 3 Wochen die Kompartimente Oberboden, Sickerwasser (Saugkerzen in 25 cm, 50 cm und 90 cm Tiefe), Grund - und Ober - flächenwasser sowie der Niederschlag beprobt und analysiert werden. Folgende Standorte wurden ausgewählt:

- intensive Grünlandnutzung
- extensive Grünlandnutzung
- Grünland in natürlicher Sukzession
- normale ackerbauliche Nutzung
- Umwandlung von Ackerland in extensiv genutztes Grünland
- Erlenbruchwald

Mit dieser Standortauswahl werden die verschiedenen Nutzungen, Nutzungsumwidmungen und Renaturierungsmaßnahmen erfaßt.

Die Statusanalyse umfaßt eine detaillierte bodenkundliche Aufnahme anhand der gültigen Kartieranleitung (KA4). Darüber hinaus werden die Bodenprofile aller Standorte in ca. 3 Tiefenstufen beprobt. In diesen Böden werden die folgenden Bodeneigenschaften und Schadstoffgehalte bestimmt:

- allgemeine bodenchemische Eigenschaften
  - Gehalte der Böden an organischem Kohlenstoff und Stickstoff sowie an heißwasserlöslichem Kohlenstoff und Stickstoff (Corg und Norg nach Standardmethode; Chwl und Nhwl nach KÖRSCHENS et al.1990)
  - pH - Wert, Nmin, Pcal, Kcal, Pgesamt nach Standardmethoden
  - KAK, austauschbare Basen, oxalat - und dithionitlösliches Eisen und Mangan (nach Standardmethoden)
  - DOC - Gehalt im Boden (im Sättigungsextrakt)
- bodenphysikalische Eigenschaften
  - Korngrößenverteilung (Pipettmethode nach KÖHN)
  - Trockenrohdichte, Trockensubstanzdichte, Wasserkapazität, pF - Kurve (nach Standardmethoden)
- Schadstoffgehalte
  - Schwermetalle (Cd, Zn, Cr, Cu, Mn, Fe, Hg, Pb, Ba, Ni, Sn), Al und As als Gesamtgehalte nach S7 (Königswasseraufschluß), als mobilisierbare Gehalte (NH_4NO_3 - Extraktion) und als wasserlösliche Gehalte (im Sättigungsextrakt)

- organische Schadstoffe (Screening mit GC - MS, Quantifizierung wichtiger Einzelsubstanzen wie PAHs und wenn nötig von chlorierten Kohlenwasserstoffen)

Die regelmäßige Beprobung der verschiedenen Kompartimente umfaßt die folgenden Eigenschaften:
Oberboden

- Nmin, Pcal, pH, TS - Gehalt
- im Sättigungsextrakt: DOC, Norg, Nmin, pH - Wert, Leitfähigkeit, Ca, Mg, K, Na, Chlorid, Sulfat, Schwermetalle (Elemente s. Statusanalyse der Böden; zu Beginn der Untersuchungen werden alle aufgeführten Schwermetalle analysiert. Die Ergebnisse werden zeigen, ob und bei welchen Elementen Einschränkungen möglich sind.)

Sickerwasser in 3 Tiefen, Grund - und Oberflächenwasser, Niederschlag

- zu bestimmende Eigenschaften s. Sättigungsextrakt der Oberböden

Qualitative Untersuchungen an der gelösten organischen Substanz werden aufgrund ihres Aufwandes nur an ausgewählten Proben (angestrebt wird dreimal im Jahr) vorgenommen. Es erfolgt eine Fraktionierung der gelösten organischen Substanz nach ihrer Ladung und Hydrophobie nach Leenheer und Huffman (1976) und Leenheer (1981). Diese Methode ist bei Guggenberger (1992) zusammengefaßt dargestellt. Gleichzeitig wird die gelöste organische Substanz an ausgewählten Proben durch Isotopenuntersuchungen näher charakterisiert. Nachgelesen werden können die dafür notwendigen Methoden bei Geyer (1994).
Zur hydrologischen Kennzeichnung des Untersuchungsgebietes werden der Niederschlag und der Abfluß aus dem Gebiet (Ohre bei Calvörde) isotopenchemisch durch die Bestimmung von ^{18}O, ^{2}H (wöchentliche Beprobung) und stichprobenartig ^{3}H untersucht. Gleichzeitig werden die Grund - und Oberflächenwässer alle drei Wochen auf diese Parameter analysiert.
Mit dieser komplexen Betrachtung der Kompartimente des Drömlings (Boden, Bodenlösung, Grundwasser, Oberflächenwasser) in ihrer Quantität und Qualität, die auf den bisher erzielten Ergebnissen aufbaut, wird es möglich sein, die Auswirkungen der Landnutzung und entsprechender Veränderungen (Umwidmung, Wiedervernässung, Renaturierung) auf die Wasserqualität im Drömling zu erfassen. Auf dieser Grundlage können Empfehlungen für eine umweltverträgliche Nutzung der Niedermoorstandorte erarbeitet werden.

4. Bisher erzielte Ergebnisse

Die Installation der bodenhydrologischen Meßplätze wurde Ende April 1996 vorgenommen, so daß eine Meßwerterfassung erst Mitte Mai begann. Aus diesem Grund können bisher keine Ergebnisse dargestellt werden. Die in vorhergehenden Forschungsarbeiten zur Nährstoffdynamik vorliegenden Ergebnisse lassen sich folgendermaßen zusammenfassen:

- Der Grundwasserstand ist neben der mineralischen Düngung die entscheidende Einflußgröße auf den Nmin - Gehalt organogener Böden. Hohe Grundwasserstände dienen gleichermaßen der Moorbodenkonservierung und dem Gewässerschutz.
- Zur Einschränkung der Mineralisation von Niedermoortorfen ist ein möglichst hoher Grundwasserstand einzustellen.
- Die Austrocknung des Moorbodenkörpers ist bei Wiederbefeuchtung mit der Gefahr einer forcierten Mineralisation verknüpft, in deren Folge erhöhte Nmin - Gehalte im Boden auftreten.
- Die Umstellung der Landnutzung von intensiven zu extensiven Formen ist vor allem im ersten Folgejahr mit erhöhten N - Austrägen verbunden.
  Extensive Formen der Grünlandbewirtschaftung sind hinsichtlich der Nmin - Gehalte im Boden als eine günstige Form der Landbewirtschaftung anzusehen.
- Anhand einer Zeitreihenanalyse der für die Ohre vorhandenen NO_3 -N - Konzentrationen (Ohrepegel Calvörde; Zeitreihe 1976 - 1992) konnte ein Trend zu reduzierten N - Gehalten infolge einer zunehmend extensiv betriebenen Landbewirtschaftung unter Berücksichtigung des jeweiligen Durchflusses nicht festgestellt werden. Ein sich seit den neunziger Jahren andeutender Rückgang der mittleren jährlichen NO_3 -N - Konzentration läßt sich zumindest als ein Indiz für die Verbesserung der Wasserqualität bei nachlassender Intensität der Landbewirtschaftung deuten.
- Die P - Konzentrationen des oberflächennahen Grundwassers und des Oberflächenwassers müssen als deutlich erhöht angesehen werden. Bei den wiedervernäßten Standorten im Totalreservat zeigt sich eine Tendenz zu erhöhten P - Konzentrationen bei ansteigenden Grundwasserständen. Eine P - Rücklösung unter anoxischen Bedingungen erscheint möglich. Die P - Konzentrationen der untersuchten Oberflächenwässer überstiegen teilweise deutlich den für die Eutrophierung angesehenen Schwellenwert für Oberflächengewässer von 0,010 mg/l P. Differenzierungen der P - Oberflächengewässerbelastung der verschiedenen Bewirtschaftungssysteme konnten nicht belegt werden.
- Im Gebiet des Drömlings treten in allen Kompartimenten erhöhte DOC - Konzentrationen auf. Diese bereiten Probleme bei der Trinkwasseraufbereitung, müssen aber vor allem hinsichtlich ihrer Bedeutung für den Nähr - und Schadstofftransport betrachtet werden.

5. Wissensdefizite im Untersuchungsgebiet / Ausrichtung der künftigen Arbeit

- Dynamik der wasserlöslichen organischen Substanz im Drömling (Quellen, Senken, fließende Mengen, qualitative Charakterisierung der DOM, zeitliche Dynamik) und

Einfluß von Landnutzung bzw. Landnutzungsänderungen und Renaturierungsmaßnahmen

- Bewertung der z.T. sehr hohen DOC - Konzentrationen in den verschiedenen Kompartimenten des Drömlings
- Mobilität von DOC bei erhöhten Grundwasserständen
- Einfluß der gelösten organischen Substanz auf den Nährstofftransport und - austrag sowie auf die Mobilisierung und den Transport von Schadstoffen in Abhängigkeit von Landnutzung und Landnutzungsänderungen
- Zeitreihenanalysen der verfügbaren Daten vom Pegel Calvörde zur Ableitung von Trendaussagen bezüglich der Inhaltsstoffkonzentrationen bei veränderter Intensität der Landnutzung
- P - Dynamik in Niedermoorböden sowie die Beziehungen zwischen den P - Gehalten des Bodens und den P - Konzentrationen im Wasser in den Kompartimenten Bodenwasser, Grundwasser, Oberflächenwasser in Abhängigkeit von Landnutzung, Landnutzungsumwidmungen und Renaturierungsmaßnahmen
- P - Rücklösung bei der Wiedervernässung von Niedermoorstandorten

Literatur

GEYER, S. (1994): Isotopengeochemische Untersuchungen an Fraktionen von gelöstem organischen Kohlenstoff (DOC) zur Bestimmung der Herkunft und Evolution des DOC im Hinblick auf die Datierung von Grundwasser. GSF - Bericht 4/94, Neuherberg

GUGGENBERGER, G. (1992): Eigenschaften und Dynamik gelöster organischer Substanzen (DOM) auf unterschiedlich immissionsbelasteten Fichtenstandorten. Bayreuther Bodenkundliche Berichte, Band 26

KÖRSCHENS, M., SCHULZ, E., BREHM, R. (1990): Heißwasserlöslicher C und N im Boden als Kriterium für das N - Nachlieferungsvermögen. Zentralbl. Mikrobiol. 45, 305 - 311

LEENHEER, J. A. (1981): Comprehensive approach to preparative isolation and fractionation of dissolved organic carbon from natural waters and wastewaters. Environ. Sci. Technol. 15, 578 - 587

LEENHEER, J. A., HUFFMANN, E. W. D. (1976): Classification of organic solutes in water by using macroreticular resins. J. Res. U. S. Geol. Survey 4, 737 - 751

Charakteristik des Einzugsgebietes Ströbecker Fließ

Dr. E. Weber und Dipl. Ing. U. Suhr
UFZ Umweltforschungszentrum Leipzig - Halle GmbH, Sektion Gewässerforschung,
Heydeckstraße 9, 39114 Magdeburg

1. Beschreibung des Einzugsgebietes

Das Ströbecker Fließ befindet sich im nördlichen Harzvorland und entwässert in die Holtemme, einem Nebenfluß der Bode. Das Ströbecker Fließ führt im wesentlichen Wasser der ungesättigten Bodenzone, ein Austausch mit dem Grundwasser erfolgt nur in der Talaue bzw. durch den Zufluß aus den angeschnittenen grundwasserführenden Schichten des Huy im Festgesteinsbereich. Niederschläge mit hoher Intensität wirken sich in kurzfristig hohen Durchflüssen aus.

Die Durchflußmessung (Schreib - und Lattenpegel in Ströbeck, 5,1 km oberhalb der Mündung in die Holtemme, Einzugsgebietsgröße (AE) 13,7 km^2) wird vom STAU Magdeburg durchgeführt (Abb.1).

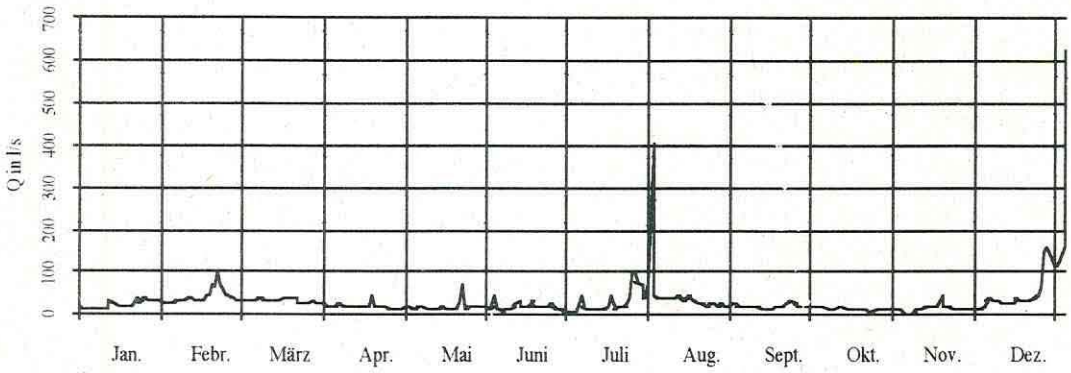


Abb.1 Tägliche Durchflüsse am Pegel Ströbeck 1993

Der MQ in der Beobachtungszeit November 1992 bis Dezember 1993 lag bei 26 l/s. Die Lauflänge der beobachteten Gewässerstrecke betrug 5,65 km bei einem mittleren Sohlgefälle von 0,92 ‰.

Für die Ermittlung des Niederschlages werden die Daten der meteorologischen Station in Halberstadt verwendet (Abb.2). Für die Reihe 1951/80 beträgt die Jahressumme 531mm. Die Jahressumme des Niederschlages 1993 liegt mit 10 % über dem langjährigen Mittelwert.

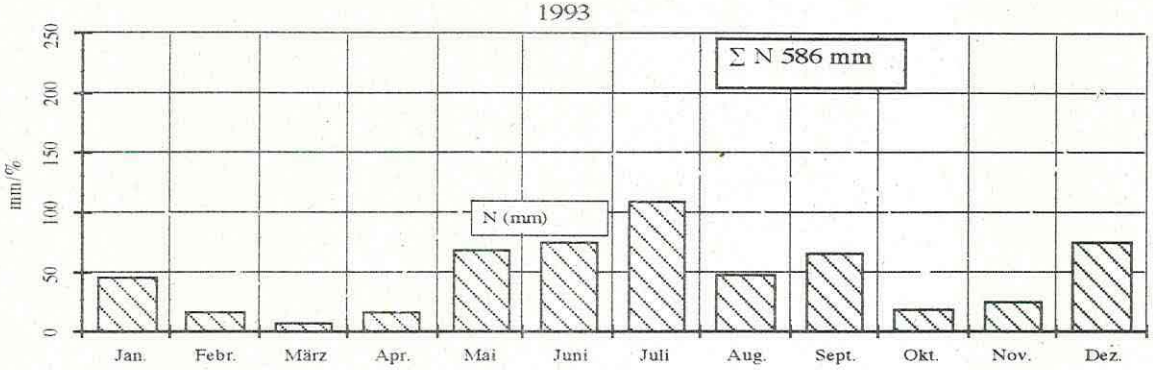


Abb.2 Niederschlagsmeßstelle Halberstadt 1993, Niederschlagssummen in mm und in % vom langjährigen Niederschlag 1951 - 1980

Das betrachtete Einzugsgebiet hat eine Größe von 16,8 km^2 (Abb.3). Der nördliche Teil des Einzugsgebietes liegt im Huy, 310 m ü. NN und fällt südöstlich bis auf 140 m ü. NN ab; das entspricht einer Gebietsneigung von 3,2 %.

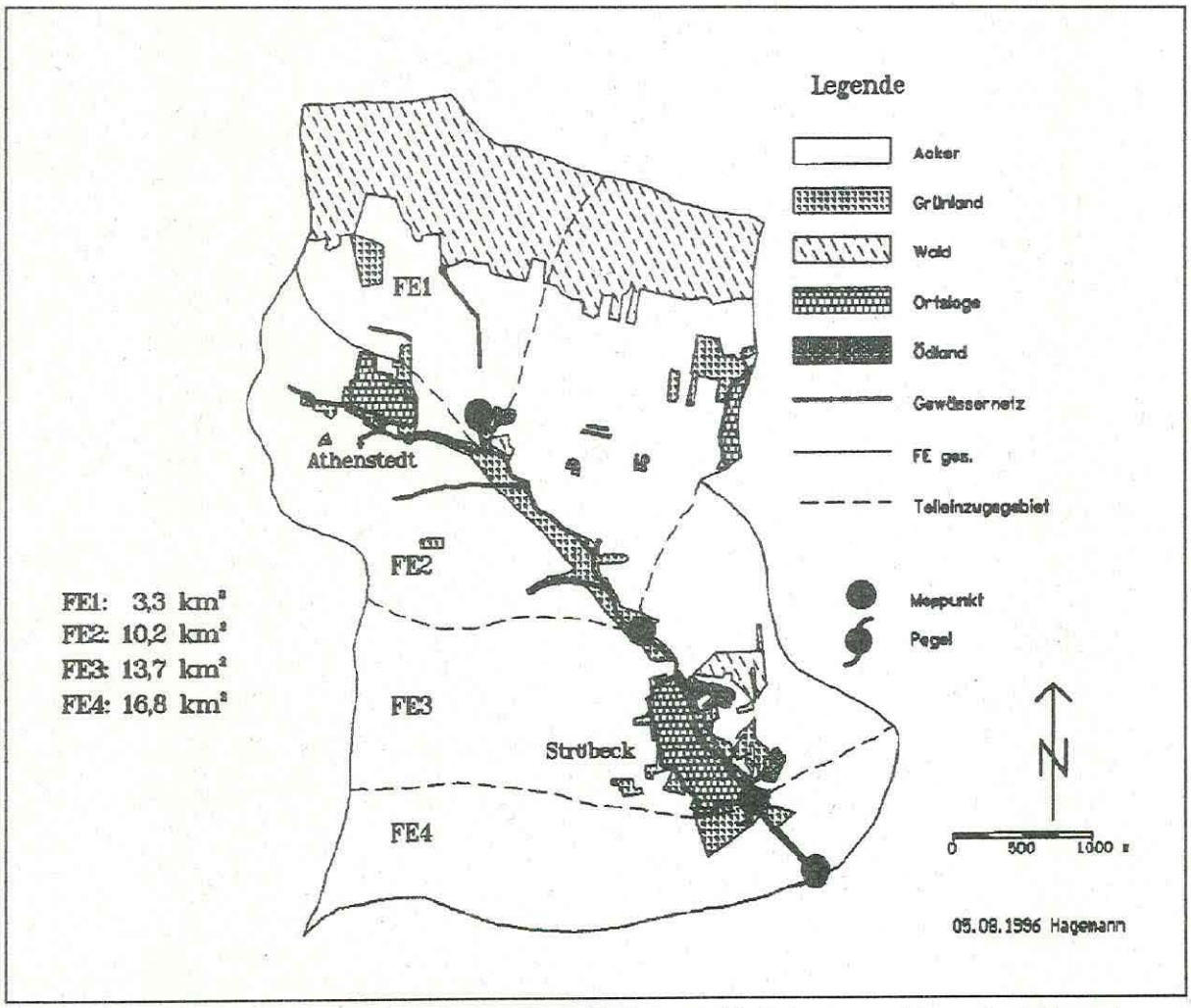
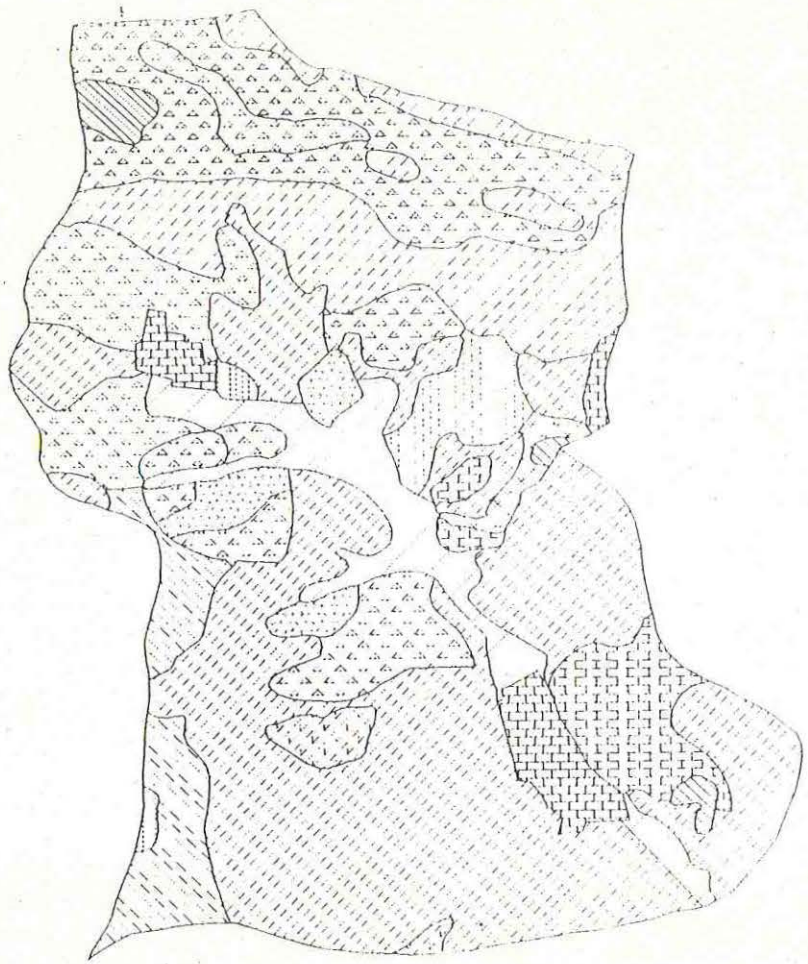


Abb.3 Gesamteinzugsgebiet des Ströbecker Fließes mit Teileinzugsgebieten in Abhängigkeit von den Probenahmestellen am Gewässer und Flächennutzungen

Die Bodenbildung datiert aus der Saale - und Weichselkaltzeit (Abb.4). Das Gebiet ist Bestandteil der Halberstädter Mulde.
Das Einzugsgebiet gehört im Norden zum Festgesteinsbereich des Huy. Dort stehen Löß über Schutt - Fahlerde und Schutt - Rendzina an, das Gebiet ist bewaldet. Im mittleren und südlichen Teil des Einzugsgebietes (Lockergesteinsbereich) ist vorwiegend Löß - Braunschwarzerde anzutreffen. In der Talaue des Ströbecker Fließes steht Schluff - Schwarzgley an, bei etwa 1,10 m befindet sich das Grundwasser.
Die Peilstangenbohrungen erfassen eine Tiefe von 10 bis 12,5 dm, die Schürfgruben eine Tiefe von 20 bis 25 dm. Die oberen Bodenschichten bestehen bei Löß - Braunschwarzerde aus feinkörnigem Material (Schlufflehm bzw. lehmigem Schluff zu 95 %), die Korngrößen sind dann kleiner als 0,063 mm. Sie werden oft von anlehmigem Sand unterlagert.
Die Grundwasserneubildung erreicht 3 l/s*km^2 mit Versickerungsmöglichkeiten von 10 bis 30 % des Niederschlages. Die Denitrifikationsmöglichkeiten des Bodens sind mittel bis gering.
Die Bodenzahlen liegen zwischen 70 und 80; es ist mit guten Erträgen zu rechnen. Nur kleinflächig stehen Decksandlöß-Braunerde (östlich von Ströbeck) oder Decksandlöß - Fahlerde (B79 vor Athenstedt) an, deren Erträge geringer sind.
Die durchschnittlichen Feldkapazitäten, auf 11 Peilstangenbohrungen und 6 Schürfgruben basierend, liegen zwischen 33 und 36 mm/dm. Entsprechend ergibt sich eine nutzbare Feldkapazität von 14 bis 18 mm/dm.
Die Durchwurzelungstiefe beträgt mehr als 9 dm.
Im Gebiet erfolgt folgende Flächennutzung:

1. Ackerland	12,74 km^2	76 %
2. Grünland	0,30 km^2	2 %
3. Wald	2,70 km^2	16 %
4. Siedlungsflächen	0,86 km^2	5 %
5. Ödland	0,20 km^2	1 %

Die als Ackerland genutzten Flächen wurden bis 1990 von der LPG Ströbeck intensiv bewirtschaftet. Nach der Liquidation der LPG haben sich mehrere kleinere landwirtschaftliche Betriebe gebildet, die auch weiterhin die Flächen intensiv ackerbaulich nutzen. Flächenstillegungen haben nur eine untergeordnete Bedeutung.
Großviehbestände sind seit dem Herbst 1992 nicht mehr vorhanden. Somit ist die Ausbringung organischer Düngung durch die Tierhaltung nicht mehr im Einzugsgebiet gegeben und besitzt im Beprobungszeitraum 11/92 bis 12/93 keine Bedeutung.
Dagegen stellt die Belastung des Ströbecker Fließes durch die Abwassersituation der Dörfer



Legende

- ßW – Löß-Braunschwarzerde
- sßW – Sandlöß-Braunschwarzerde
- ß/dW – Decklöß-Braunschwarzerde
- ß/uW – Löß über Schutt-Braunschwarzerde
- sß/dW – Decksandlöß-Braunschwarzerde
- ßF – Löß-Fahlerde
- sß/dB – Decksandlöß-Braunerde
- sß/dF – Decksandlöß-Fahlerde
- ß/uF – Löß über Schutt Fahlerde
- uC – Schutt-Rendzina
- vß/uS – Berglöß über Schutt Staugley
- sR – Sand-Rosterde
- ßJ – Löß-Schwarzstaugley
- zZ – Schluff-Schwarzgley
- Ortslage

N

0 500 1000 m

Ströbecker Fließ

Bodentypen

Anl. 1

05.08.1996 Hagemann

Abb.4 Zusammenstellung der Bodentypen im Einzugsgebiet des Ströbecker Fließes

Ströbeck (1200 EW) und Athenstedt (465 EW) ein gravierendes Problem dar. Im Untersuchungszeitraum wurden diese Dörfer zentral aus dem Wasserwerk Aspenstedt (Grundwasser aus dem Einzugsgebiet der Holtemme) mit Trinkwasser versorgt. Etwa 70 % der Haushalte verfügen über eine Kleinkläranlage und 30 % über Sammelgruben. Da beide Dörfer vom Ströbecker Fließ durchflossen werden, entwässern die Überläufe der Kleinkläranlagen und z. T. auch Überläufe aus Sammelgruben in den Vorfluter. Das Dorf Aspenstedt liegt nur teilweise im AE des Ströbecker Fliesses, ein oberirdischer Zufluß zum Vorfluter besteht nicht. In Ströbeck wurden im Jahre 1993 mehrere Straßen ausgebaut, deren Regenwasserentwässerung ins Ströbecker Fließ erfolgt. Durch nicht sachgerechte Lagerung von Pflanzenschutzmitteln und Dieselkraftstoffen in den neu entstandenen landwirtschaftlichen Betrieben sind zusätzliche Gefährdungsquellen für Schadstoffeinträgen im Einzugsgebiet vorhanden.
Im Jahre 1994 war die Inbetriebnahme des Abwasseranschlusses von Ströbeck an die Kläranlage Halberstadt geplant. Im Sommer 1996 ist die Kanalisation des Dorfes sowie die Überleitung zur Kläranlage Halberstadt bautechnisch fertiggestellt, eine Einleitungsgenehmigung des Abwasserzweckverbandes liegt aber noch nicht vor. Für den Ort Athenstedt wird eine dezentrale Abwasserentsorgung vorbereitet.

2. Untersuchungsziele

Das Untersuchungsziel bestand in der Quantifizierung des diffusen Nährstoffaustrages am Beispiel des Ströbecker Fließes und der Aufklärung der Auswirkungen auf die Elbe. Dieses Projekt wurde von 11/92 bis 12/93 unter der Trägerschaft des GKSS - Forschungszentrums Geesthacht GmbH bearbeitet.

Folgende Arbeitsschwerpunkte wurden dabei untersucht:

- Einschätzung von punkt - und diffusen Nährstoffquellen des AE Ströbecker Fließ
- Möglichkeiten der Quantifizierung diffuser Nährstoffausträge in Abhängigkeit von der Landnutzung im Einzugsgebiet

3. Laufendes Arbeitsprogramm

Die laufenden Untersuchungen sind aufgrund von erheblichen Beeinflussungen im Gebiet vorübergehend eingestellt. Das frühere Meßprogramm enthält Tabelle 1.

Tab.1 Zusammenstellung der im Ströbecker Fließ gemessenen Parameter

Untersuchungsrhythmus	1x monatlich		
Probenahmepunkte im Ströbecker Fließ	Straßendurchlaß Athenstedt		6,8 km v. Mdg.
	oberhalb Ströbeck		4,5 km v. Mdg.
	unterhalb Ströbeck		2,5 km v. Mdg.
Meßwerte		DIN	
	Q	Handmessung v, A - Profil	
	WT	Handmessung Thermometer	
	ph	38404 - C5	elektrometrische Bestimmung
	O_2		Bestimmung nach Winkler
	NO_2 - N	38405-D10	kolorimetrische Bestimmung
	NH_4 - N	38405-E 5	IC, Shimadzu - Chromatograph HIC-6A
	NO_3 - N	38405-D19	IC, Shimadzu - Chromatograph HIC-6A
	o - PO_4 - P	38405-D11	kolorimetrische Bestimmung
	G-P	38405-D11	kolorimetrische Bestimmung
	Cl	38405-D19	IC, Shimadzu - Chromatograph HIC-6A
	SO_4	38405-D19	IC, Shimadzu - Chromatograph HIC-6A

4. Bisher erzielte Ergebnisse

Eine Zusammenstellung relevanter Gewässergüteparameter enthält Tabelle 2.

Tab.2 Kennzahlen relevanter Gewässerqualitätsparameter vom Ströbecker Fließ

		Q	NO_3-N	NH_4-N	Σ anorg. N	G-P	Cl	SO4
		l/s	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l
Straßendurchlaß Athenstedt 6,8 km v. Mdg.	Median	0,5	6,62	0,039	6,86	0,036	76	359
	min	0,3	4,60	0,016	4,64	0,003	58	310
	max	15	9,18	0,094	9,20	0,068	95	459
oberhalb Ströbeck 4,5 km v. Mdg.	Median	12	10,67	1,014	12,10	0,554	90	418
	min	3	5,15	0,039	6,39	0,326	78	265
	max	30	14,84	6,240	15,94	1,858	101	552
unterhalb Ströbeck 2,5 km v. Mdg.	Median	23	9,89	7,644	18,45	1,271	98	398
	min	8	2,28	3,510	10,26	0,587	36	124
	max	80	15,89	13,650	21,22	4,564	131	533

Folgende wesentliche Ergebnisse lassen sich daraus ableiten (Abb.5):

Meßstelle Straßendurchlaß bei Athenstedt:

- Wasser im Vorfluter besteht aus einem Gemisch von Dränwasser und Quellen aus dem Huy. Anorganischer Stickstoff liegt als Nitrat vor, Spitzenwerte im Frühjahr, Spannweite mit 4,5 mg/l NO_3 - N gering, Spitzenwert von 40 mg/l NO_3 liegt unterhalb des Trinkwassergrenzwertes
- Flächennutzung des AE: 50 % Wald, 50 % Acker, davon 50 % gedränt
- Chlorid - und Sulfatkonzentrationen durch geogene Grundlast der gelösten Gipse des Festgesteins bedingt

Meßstelle unterhalb Ströbeck

- Hohe N - und P - Konzentrationen durch Abwasser, Vorfluter biologisch verödet (NH_4 - Anteil), daher keine Beziehung zur Flächennutzung im AE möglich
- Frachtsummen N und P des Gesamteinzugsgebietes belegen die Belastung durch Punktquellen sowie Austräge durch Landnutzung

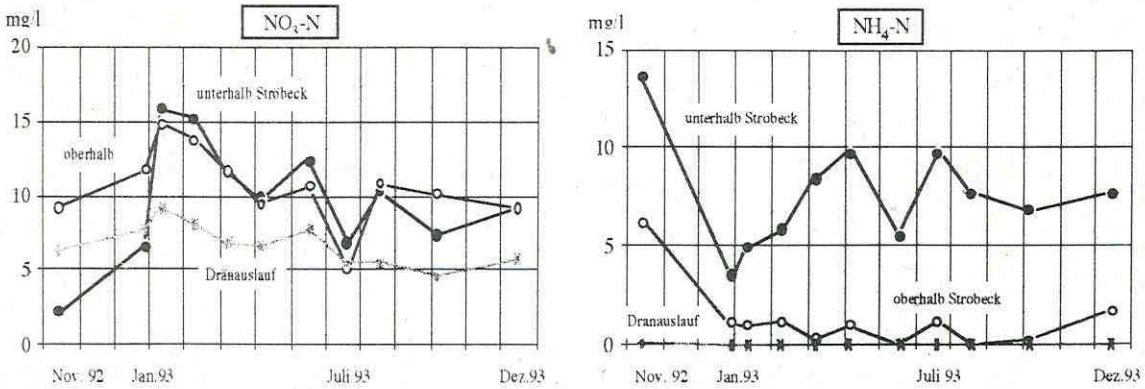


Abb.5 NO_3 - N und NH_4 - N - Meßwerte während des Untersuchungszeitraumes November 1992 bis Dezember 1993

Eine Zusammenstellung der aus dem Einzugsgebiet ausgetragenen Stoffrachten enthält Tabelle 3.

Tab.3 Über die Immission ausgetragene Stoffrachten aus dem Einzugsgebiet

Frachtsummen in kg/a	∑ anorg. N	G - P	SO4
Straßendurchlaß Athenstedt 6,8 km v. Mdg.	548	1	27740
unterhalb Ströbeck 2,5 km v. Mdg.	17038	1178	376800

Die aus der Fläche ausgetragenen anorganischen N - Verbindungen (Emissionbetrachtung) sind in Tabelle 4 zusammengestellt.

Tab.4 Über die Emission ausgetragene anorganische N - Stoffrachten aus der Fläche

Abschätzung der Flächenaustragskoeffizienten - ∑ anorg. N			
	Fläche	Austragskoeffizient	Austrag
	ha	kg/ha*a	kg/a
Ackerland	1274	3	3822
Grünland	30	2	60
Wald	270	1	270
Siedlungsflächen	86	7	602
Ödland	20	1,5	30
Summe	1680		4748

5. Wissensdefizite im Untersuchungsgebiet/ Ausrichtung der künftigen Arbeit

- N - Bilanzen der landwirtschaftlich genutzten Flächen (Düngung, Ertrag)
- Anteil der stillgelegten Flächen
- N - und P - Vorrat im Boden
- Grundwasseranalyse von Hausbrunnen in Athenstedt
- Errichtung einer Meßblende am Straßendurchlaß bei Athenstedt zur sicheren Bestimmung des Durchflusses
- Probenahmerhythmus im Frühjahr im Abstand von 14 Tagen

Eine zukünftige Untersuchung des AE zur Abschätzung der Nährstoffbelastung durch die Bodennutzung ist erst nach Abschluß der Abwasserentsorgungsmaßnahmen sinnvoll (voraussichtlich Frühjahr 1997). Die Anwendung des GIS ist durch die Auswertung vorhandener Unterlagen (Digitalisierung der Flächennutzungen und Bodenformen) begonnen worden. Defizite bestehen in der Modellierung des Gebietswasserhaushaltes.

Autoren:
Dr. Ralph Meißner, Sektion Bodenforschung
Telefon: 039386/97113, Telefax: 039386/97116
Dr. Helmut Guhr, Sektion Gewässerforschung
Telefon: 0391/8507-410, Telefax: 0391/8507-500
Prof. Rudolf Krönert
Sektion Angewandte Landschaftsökologie
Telefon: 0341/235-2021, Telefax; 0341/235-2511
am UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH

Herausgeber:
UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH
Permoserstraße 15, D-04318 Leipzig
PF 2, D-04301 Leipzig