

Ergebnisse 17jähriger Untersuchungen zum Wasser- und Stoffhaushalt typischer Bodenformen Mitteldeutschlands in der Lysimeterstation Brandis

Haferkorn, U.¹, Knappe, S.²

¹Staatliche Umweltbetriebsgesellschaft,

Lysimeterstation Brandis, Kleinsteinberger Str. 3, 04821 Brandis

²UFZ-Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung

Theodor-Lieser-Straße 4, 06120 Halle/Saale

1. Einleitung

Die Lysimeterstation Brandis liegt südöstlich von Leipzig am Rande des Mitteldeutschen Trockengebietes. In der Station befinden sich 24 wägbare Lysimetermonolithe. Diese sind mit acht, zunehmend tiefgründigeren und sorptionsstärkeren, höhere Wasserkapazität aufweisenden Böden aus der Partheniederung und dem Sächsischen Lößhügelland gefüllt.

Veranlassung für den Bau der Lysimeterstation Brandis und die Aufnahme langjähriger Untersuchungen zum Wasser- und Stickstoffhaushalt waren Probleme bei der Trinkwassergewinnung in stark beanspruchten Einzugsgebieten (MORITZ u.a., 1991) des Parthegebietes. Die Datengewinnung ist auf die Ermittlung langjähriger Reihen der Bodenwasserhaushaltsgrößen unter regionalspezifischer landwirtschaftlicher Bewirtschaftung und N-Düngung ausgerichtet. Es soll das jährliche und innerjährliche Schwankungsverhalten der Verdunstung und Grundwasserneubildung und des damit verbundenen Stickstoffhaushaltes in Trocken- und Feuchtjahren untersucht werden. Um gesicherte Daten in hoher zeitlicher Auflösung gewinnen zu können, wurden die Bodenmonolithe von den teils sehr weit entfernt liegenden Herkunftsflächen am Standort Brandis zusammengeführt.

2. Methodik

Für die wägbaren Lysimeter wurden Bodenmonolithe mit einer Mächtigkeit von 300cm gewonnen. Alle Bodenmonolithe haben eine Oberfläche von 1 m². Die Entnahme der Bodenmonolithe für die wägbaren Lysimeter erfolgte in den Jahren 1976 - 1978, die kontinuierlich geführten Meßreihen beginnen im November 1980.

Für den Standort Brandis wurde für die Jahre 1981 - 1997 eine mittlere klimatische Wasserbilanz (kWB) von 30 mm ermittelt. Die korrigierten Sommerniederschläge (Mai bis Oktober) liegen mit 353 mm deutlich über den Winterniederschlägen (302 mm).

Die Lysimeterböden und das umliegende Feld werden in gebietstypischer Form landwirtschaftlich bewirtschaftet (KNAPPE u.a., 1994; KNAPPE und KEESE, 1997). Diese Nutzungsform repräsentiert einen hohen Anteil der Bewirtschaftung in Sachsen und gilt dabei insbesondere für Trinkwassereinzugsgebiete. Mit der Lysimeteranlage wurden folgende Ziele verfolgt:

- Bestimmung der Grundwasserneubildung und der realen Verdunstung unter gebietstypischen Bedingungen
- Ermittlung der Effizienz der mineralischen Düngung und der Höhe der Stickstoff-Entzüge durch die Pflanze
- Aussagen zum Stickstoff-Auswaschungspotential der verschiedenen Böden und zur davon ausgehenden Gefahr für das Grundwasser.

Bei der Wahl der Herkunftsflächen für die Bodenmonolithe wurde angestrebt, daß sowohl aus bodenkundlicher Sicht, als auch hinsichtlich der Hydrologie der Grundwasserleiter-deckschichten, durch die Lysimetermessungen möglichst große Gebiete mit gleichem Versickerungsverhalten (Hydrotipe) repräsentiert werden (Tabelle 1). Dabei handelt es sich ausschließlich um Standorte mit flurfernen Grundwasserständen.

Tabelle 1: Zusammenstellung der in Brandis untersuchten Böden

Lys.-gruppe	Bodentyp	Hydromorphie	Schichtung	Typ
5	erodierte Braunerde	sickerwasserbeeinflusst	Sandlöß über Schmelzwassersanden (locker)	a
4 und 8	Braunerde-Fahlerde, Parabraunerde-Braunerde	sickerwasserbeeinflusst	Sandlöß über Schmelzwassersanden (lehmig)	b
1, 7 und 11	(lessivierter) Braunerde-Pseudogley, pseudovergleyte Braunerde-Fahlerde	stauwasserbeeinflusst, früher teils gwbeeinflusst	Sandlöß (Geschiebedecksand) über Geschiebelehm, -mergel (teils stark verdichtet)	c
9 und 10	Parabraunerde, Schwarzerde	starke Aufwärtsbewegung infolge hoher Verdunstung	Löß über Schmelzwassersanden (sehr homogen)	d

3. Ergebnisse

Die Grundwasserneubildung der untersuchten Böden ist durch drei Merkmale gekennzeichnet:

- einem typischen jahreszeitlichen Gang mit relativ hohen Werten im Winter und sehr geringen oder keinen Neubildungsraten im Sommer
- einem mehrjährigen Rhythmus von Jahren mit überdurchschnittlich hoher bzw. niedriger Grundwasserneubildung
- durch eine sehr hohe Abweichung der Einzelwerte von den langjährigen Mittelwerten.

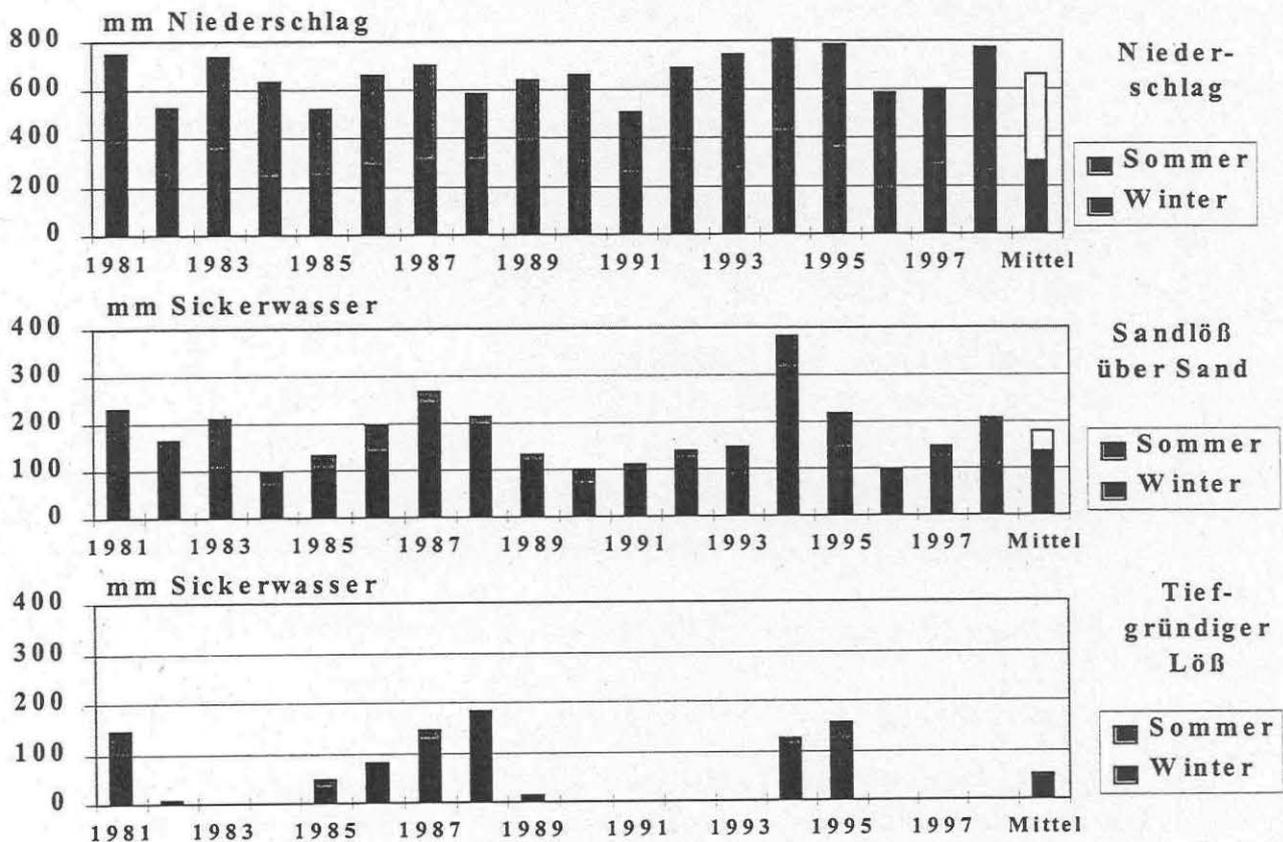


Abb.:1 Korrigierter Niederschlag und Grundwasserneubildung von zwei typischen, extremen Böden in der Lysimeterstation Brandis

In Bezug auf die Höhe der Sickerwasserbildung dominiert eindeutig der Einfluß der kWB vor

der Fruchtart. Die durchschnittliche Sickerwasserleistung der einzelnen Böden schwankt zwischen 175 mm bei (Sandlöß über Schmelzwassersanden - Lysimetergruppe 5) und 50 mm beim tiefgründigem Löß über Schmelzwassersanden (Lysimetergruppe 9). Das sind 27 % bzw. 8 % des mittleren Niederschlages. Die Unterschiede in der Sickerwasserleistung resultieren aus der unterschiedlichen Verfügbarkeit von Bodenwasser für die Verdunstung (max. 80 mm beim Sandlöß über Schmelzwassersanden und max. 460 mm bei den tiefgründigen Lößböden). So zeigen die Böden mit niedrigem Wasserspeichervermögen (Feldkapazität) auf Grund der relativ geringen Bodenwasserdefizite am Ende des Sommerhalbjahres, die geringsten Unterschiede bei der jährlichen Grundwasserneubildung. Dagegen schwankt die jährliche Grundwasserneubildung bei den tiefgründigen Lößböden zwischen 0 bis max. 184 mm im Jahr 1988 (HAFERKORN und KNAPPE, 1998).

Die Düngung von durchschnittlich 130 kg/ha/Jahr mineralischem Stickstoff und zusätzlicher Zufuhr von 40 kg/ha über nasse Deposition (1980 -1992) wurde von den einzelnen Böden recht unterschiedlich verwertet. So wurde auf den tiefgründigen Lößböden der Stickstoff-Pool im Boden durch die Pflanzen in der Mehrzahl der Ernten über die Düngegabe hinaus beansprucht (KNOBLAUCH und ROTH, 1995). Auf Standorten mit leichten Sandböden wird dagegen nur etwa die Hälfte der mineralischen Stickstoff-Einträge über den N-Entzug der Pflanzen genutzt (KNAPPE und KEESE, 1997).

Die mittleren jährlichen Stickstoff-Austräge über das Sickerwasser liegen zwischen 7 kg/ha auf den ertragreichen, sorptionsstarken Löß-Parabraunerden (Lysimetergruppe 9) und 48 kg/ha auf den weniger ertragreichen erodierten Braunerden (Lysimetergruppe 5).

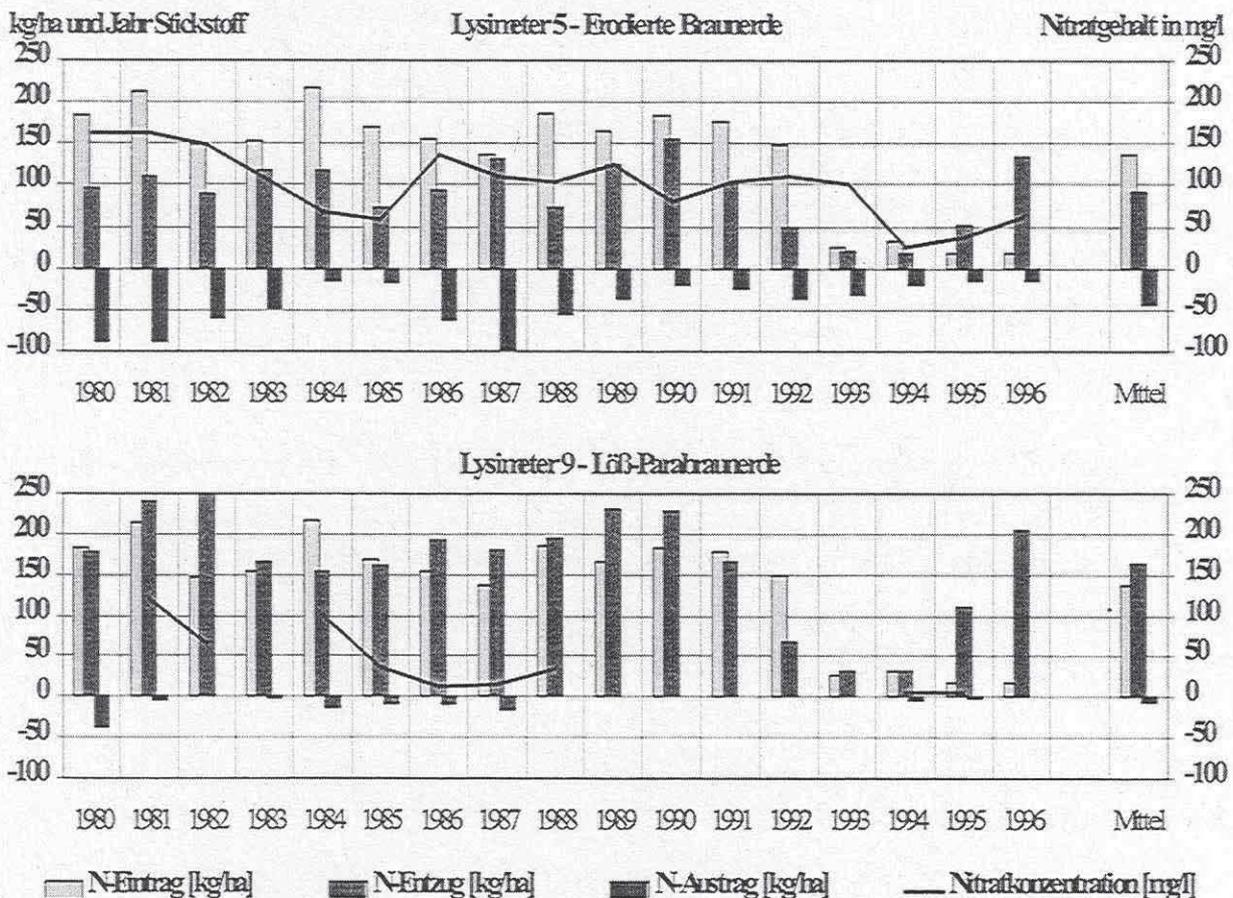


Abb.:2 Zusammenhang zwischen N-Eintrag über Düngung und nasse Deposition, N-Entzug durch die Pflanze, N-Austrag durch Sickerwasser und Nitratgehalt im Sickerwasser
 Dabei besteht kein eindeutiger korrelativer Zusammenhang zwischen Stickstoff-Saldo und Höhe der Stickstoff-Austräge über das Sickerwasser (HAFERKORN und KNAPPE, 1998). In Abhängigkeit

von den entsprechenden Bodeneigenschaften wirken vor allem Immobilisierung und Mineralisation als auch Denitrifikation in unterschiedlichen Anteilen, wobei die Austauschhäufigkeit des Bodenwassers bestimmt, wie lange das Nitrat in der verdunstungsbeeinflussten Zone diesen Prozessen unterliegt.

Die Diskontinuität der Grundwasserneubildung beeinflusst die Stickstoff-Umsatz- und transportprozesse. Unter der Voraussetzung, daß sich das Sickerwasser nach dem Verdrängungsprinzip als Matrixfluß in ausschließlich vertikaler Richtung bewegt, wurden mittlere jährliche Austauschhäufigkeiten des Bodenwassers im effektiven Wurzelraum von 230 % bei den erodierten Braunerden und 20 % bei Lößböden berechnet. Besonders hervorzuheben ist, daß auch die bindigen Böden über Geschiebelehm und tiefgründigem Löß in Einzeljahren Austauschhäufigkeiten von 230 % (1994) bzw. 150 % (1988) aufweisen.

3. Schlußfolgerungen

- Die Vielfalt von acht verschiedenen, landwirtschaftlich genutzten Böden mit jeweils drei Wiederholungen (Lysimetergruppe) erlaubt statistisch gesicherte Aussagen zum Einfluß von Boden, Klima und Bewirtschaftung auf den Bodenwasserhaushalt. Schwerpunkt der langjährigen Lysimetermessungen ist die Beschreibung der hydrologischen Prozesse unter den speziellen klimatischen Bedingungen des östlichen norddeutschen Tieflandes.
- Größten Einfluß auf die Höhe der Sickerwasserbildung hat die jährliche Inanspruchnahme des Bodenwasserspeichers durch die Verdunstung. Hohe Sickerwassermengen sind zu verzeichnen, wenn hohe Winterniederschläge auf einen bereits gefüllten Bodenwasserspeicher treffen. Diese außergewöhnlich guten Bedingungen zur Grundwasserneubildung traten am Standort Brandis im Verlauf der 17jährigen Versuchsreihe nur in den Winterhalbjahren 1988 und 1994 auf (für die Lößstandorte nur im Jahr 1988). Unter diesen Bedingungen zeigen die Sickerwasserleistungen von Sand, Geschiebelehm und Lößböden nur geringe Unterschiede.
- Aus der mengenmäßig und zeitlich sehr stark differenzierten Grundwasserneubildung resultieren Transportraten, die sich sehr stark von den mittleren jährlichen Transportraten unterscheiden. Diese Diskontinuität der Grundwasserneubildung beeinflusst die Stoffumsatz und -transportprozesse. Hinzu kommen bei grundwasserfernen Standorten noch längere Transportwege und -zeiten in der Dränwasserzone. Aus diesen Gründen ist es kaum möglich Zusammenhänge zwischen Ursache (Intensität der Bewirtschaftung) und Wirkung (Sicker- und Grundwasserqualität) innerhalb kurzer Beobachtungszeiträume herzustellen.

4. Literatur

MORITZ, CH.; SÄMISCH, G.; SPENGLER, R.: Die Basislysimeterstation Brandis bei Leipzig - Einrichtung und erste Untersuchungsergebnisse. Dtsch. Gewässerkundl. Mitteilg. 35 (1991) 5/6, S.149-160

HAFERKORN, U; KNAPPE, S.: Austrag von Wasser und gelösten Inhaltsstoffen aus natürlich gelagerten Böden in Lysimetern in Abhängigkeit vom Grad der Wassersättigung des Bodens. Mitt. Deutsche Bodenkundl. Gesellsch. 88 (1998) 367-370

KNAPPE, S.; MORITZ, CH.; KEESE, U.: Grundwasserneubildung und N-Austrag über Sickerwasser bei intensiver Landnutzung - Lysimeteruntersuchungen an acht Bodenformen in der Anlage Brandis. Arch. Acker- Pflanzenbau Bodenk. 38 (1994) S. 393-403

KNAPPE, S.; KEESE, U.: Lysimeteruntersuchungen zur Wirkung von Flächenstillegungsmaßnahmen auf den Stickstoff- und den Wasserhaushalt von vier Bodenformen. Mitt. Deutsche Bodenkundl. Gesellsch. 85 (1997) 937-940

KNOBLAUCH, S.; ROTH, D.: N-Austrag aus einer Braunschwarzerde (Löß) im Thüringer Becken - Ergebnisse aus dem Bodenwassermonitoring. Mittlg. Dtsch. Bodenkundl. Gesellsch. 76 (1995), S. 839-842



INTERNATIONALES SYMPOSIUM

Dauerdüngungsversuche als Grundlage für nachhaltige Landnutzung und Quantifizierung von Stoffkreisläufen

Vom 3. bis 5. Juni 1999 in Halle/Saale

120 Jahre „Ewiger Roggenbau“
50 Jahre Hallenser Dauerdüngungsversuche

Veranstalter:

Landwirtschaftliche Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg
Deutsche Gesellschaft für Pflanzenernährung
Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH, Sektion Bodenforschung
International Society for Sustainable Agriculture & Resource Management, Hisar (Indien)
Deutsche Bodenkundliche Gesellschaft

Schirmherr:

Der Minister für Landwirtschaft, Ernährung und Forsten des Landes Sachsen-Anhalt,
Herr **Johann Konrad Keller**

Sponsoren:

- Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) Bonn
- Stadt Halle, Amt für Wirtschaftsförderung
- Gesellschaft der Freunde der Landwirtschaftlichen Fakultät der Martin-Luther-Universität
- Kali und Salz GmbH Kassel
- Kultusministerium des Landes Sachsen-Anhalt
- Stiftungsfonds der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg

Hrsg.: Wolfgang Merbach und Martin Körschens