

Merkblatt: Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Hinblick auf die potentielle Nitrataustragsgefährdung und ihre Darstellung in Karten des Maßstabes 1 : 5000

Aufgestellt: Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Juni 1995

1. Allgemeines

Unter Nitrataustrag wird die Verlagerung von Nitrat mit dem Sickerwasser aus der Wurzelzone in den Untergrund verstanden. Da Nitrat im Boden nicht adsorbiert wird und nach Verlassen der Wurzelzone eine Pflanzenaufnahme nicht mehr möglich ist, läßt sich aus der Qualität und der Menge des Sickerwassers die potentielle Gefährdung des Grundwassers durch Nitratauswaschung ableiten. Die potentielle Nitrataustragsgefährdung verringert sich mit der Verweildauer des Wassers im Wurzelraum und dem dadurch vermehrten Nitratentzug durch die Pflanzenwurzeln.

Bei der Bewertung der Nitrataustragsgefährdung kann es sich nur um eine Abschätzung der potentiellen Gefährdung handeln, da nur die langfristig gleichbleibenden natürlichen Standortfaktoren berücksichtigt werden. Der aktuelle Nitrataustrag wird dagegen zusätzlich durch kurzfristig variable Faktoren, wie Witterungsverlauf und Bewirtschaftungsmaßnahmen, beeinflusst. Änderungen der Nitratkonzentration im Bodenwasser während des Jahres werden bei der Bewertung der Nitrataustragsgefährdung (Kap. 4.3) nur bei sehr hohen Sickerwasserraten (> 300 mm) pauschal berücksichtigt.

Bei Maßnahmen zur Reduzierung des Nitratgehaltes in dem von einer Trinkwassergewinnungsanlage geförderten Wassers ist zu bedenken, daß auch aus Böden, die als gering oder sehr gering nitrataustragsgefährdet eingestuft werden, Nitrat ausgewaschen wird, nur in sehr viel längeren Zeiträumen. Maßnahmen auf diesen Standorten machen sich daher z.T. erst nach Jahrzehnten im Wasser der Trinkwassergewinnungsanlage bemerkbar.

2. Theoretische Grundlagen

Die Sickerwassermenge, die im Laufe des Jahres den durchwurzelten Teil der wasserungesättigten Bodenzone abwärts verläßt, entspricht dem jährlichen Wasserbilanzüberschuß, der sich

aus der Differenz der Niederschläge und der Evapotranspiration ergibt. Die Verlagerungsgeschwindigkeit bzw. die Verweildauer dieses mit Nitrat befrachteten Überschußwassers hängt in erster Annäherung hauptsächlich von der Wasserbindung in den Bodenporen des Wurzelraumes ab, die im weiteren mit dem Parameter Feldkapazität (FK) beschrieben wird und als Berechnungsgrundlage dient.

Für die potentielle Nitrataustragsgefährdung gilt demnach näherungsweise die folgende Beziehung:

$$\text{potentielle Nitrataustragsgefährdung} = \frac{\text{Sickerwassermenge (mm)}}{\text{Feldkapazität (mm/dm) x Tiefe des Wurzelraumes (dm)}}$$

3. Ermittlung der Grundlagen

3.1 Ermittlung der bodenkundlichen Grundlagen

Grundlage für die Abschätzung der Nitratauswaschungsgefährdung ist eine Bodenkarte 1:5.000 der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Bodenkarte ist gemäß der jeweils neuesten Auflage der Kartieranleitung der Geologischen Landesämter anzufertigen.

Konzeptbodenkarten im Maßstab 1:50.000 liegen beim Hessischen Landesamt für Bodenforschung flächendeckend für ganz Hessen vor und können dort eingesehen werden. Ergänzend können die Daten der Bodenschätzung berücksichtigt werden.

Die folgenden Parameter sollten im Gelände zum mindesten erhoben werden:

- Gründigkeit (Mächtigkeit des durchwurzelbaren Lockermaterials über festem Gestein)
- Bodenhorizonte und -horizontabfolgen (Tiefen und Mächtigkeiten, Hydromorphiemerkmale)
- Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens (i.d.R. Bodenartenuntergruppe) eines jeden Bodenhorizontes

- Skelettgehalt (Kornfraktion des Grobbodens, Gemenganteilsklasse in Vol.-%)
- Bodenartenschichtung
- Humusgehalt (i.d.R. nach optischem Eindruck, Dunkelfärbung)
- Lagerungsdichte (Ableitung von Gefügeausbildung)
- Bodensystematische Ansprache: Bodentyp, ggf. Subtyp, Varietät (z. B. Ausprägungsgrad hydromorpher Merkmale) und Subvarietät (z. B. Erosionsgrad)

3.2 Ermittlung der Sickerwassermenge

Der Überschuß der jahresbezogenen klimatischen Wasserbilanz (Niederschlag minus Potentielle Evapotranspiration) erlaubt Schlußfolgerungen auf die Sickerwassermenge, die den Wurzelraum verläßt. Daten zur klimatischen Wasserbilanz können vom Deutschen Wetterdienst bezogen werden.

Tabellen zur Ermittlung der Potentiellen Evapotranspiration nach HAUDE sowie der jahresbezogenen klimatischen Wasserbilanz sind z. B. in der Methodendokumentation Bodenkunde, Auswertungsmethoden zur Beurteilung der Empfindlichkeit und Belastbarkeit von Böden, (Geologisches Jahrbuch, Reihe F, Heft 31, Hannover 1994) in den Abschnitten Verknüpfungsregel 23 und 30 enthalten.

Eine grobe Einstufung der mittleren jährlichen klimatischen Wasserbilanz gibt die Karte "Mittlere Jahressumme der klimatischen Wasserbilanz (KWBa), Zeitraum 1951 - 1980" des Deutschen Wetterdienstes, 1993 (DVGW, Wasser-Information Nr. 35, 3/93).

4. Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung

4.1 Ermittlung des Wurzelraumes

Soweit der Wurzelraum(W) nicht durch Schichten oder verfestigte Bodenhorizonte begrenzt wird, die das Wurzelwachstum beschränken, wird als Kennwert der Wasserbindung die Feldkapazität des effektiven Wurzelraumes(FKWe) verwendet, und der Feldkapazität des Wurzelraumes (FKW) gleichgesetzt.

Beispiele für Schichten oder Bodenhorizonte, in die Wurzeln kaum eindringen:

- alle mC-, xC- und Cj-Horizonte
- Bbms-Horizont (stark verfestigte Ortsteinbänder)
- Sd- und Srd-Horizonte (mit hoher effektiver Lagerungsdichte und lang andauerndem Luftmangel, insbesondere in Fällen mit Reduktionsmerkmalen)
- Gco- oder Gcor-Horizonte (mit Carbonatanreicherung, z. B. sog. Rheinweiß in der Oberrhein- und Untermainebene)
- Gr-Horizont (mit reduzierenden Verhältnissen)

4.2 Ermittlung der Feldkapazität

Die Feldkapazität wird soweit keine Messungen vorliegen aus den bei der Bodenkartierung gewonnenen Parametern hergeleitet (gemäß der Bodenkundl. Kartieranleitung der Geol. Landesämter). Die Feldkapazität wird für die Mächtigkeit des Wurzelraums berechnet (FK_w).

Bei skeletthaltigen Bodenhorizonten sind die ermittelten Werte auf folgende Weise zu korrigieren:

$$\frac{100 - (\text{Vol.}\% \text{ Steine})}{100}$$

$$100$$

Die Berechnung auf die jeweils gegebene Tiefe des Wurzelraumes erfolgt durch Addition der für die einzelnen Bodenhorizonte geschätzten Feldkapazität.

4.3 Bewertung der Nitrataustragsgefährdung auf der Grundlage der Feldkapazität des Wurzelraumes (FKW)

FKWe (mm)	jährlicher Sickerwasserbeitrag zur Grundwasserneubildung (mm)			
	≤ 100	101 - 200	201 - 300	≥ 300
≤ 130	4	5	5	5
131 - 260	4	4	4	4
261 - 390	3	3	3	3
391 - 520	2	2	2	2
≥ 521	1	1	2	1

Stufen der Nitrataustragsgefährdung (dimensionslos)

	fünfstufig		dreistufig
1 =	sehr geringe Nitrataustragsgefährdung		geringe Nitrataustragsgefährdung
2 =	geringe	”	geringe
3 =	mittlere	”	mittlere
4 =	große	”	große
5 =	sehr große	”	große

4.4 Bodenkundliche Besonderheiten mit Einfluß auf die potentielle Nitrataustragungsgefährdung

Vom bisher dargelegten Bewertungsverfahren werden die von Grund- oder Stauwasser beeinflussten Böden ausgenommen. Bei Wassersättigung des Bodens und damit anaeroben Verhältnissen kann es zu erheblichen Stickstoffverlusten durch Denitrifikation und

Verflüchtigung der dadurch entstehenden Gase kommen. Die Aktivität der denitrifizierenden Mikroorganismen hängt dabei von der Bodentemperatur und vom pH-Wert der Bodenlösung sowie von der Kohlenstoffverfügbarkeit ab. Eine Quantifizierung ist nicht möglich.

Der so bewirkten Verringerung der Nitrataustragsgefährdung steht bei semiterrestrischen (vom Grundwasser beeinflussten) Böden die Nähe des Grundwassers gegenüber. Dem Gefährdungspotential wird durch einen Zuschlag Rechnung getragen.

Bei stauwasserbeeinflussten Böden steht der Denitrifikation und der längeren Verweilzeit des Stauwassers im Wurzelraum die nicht quantifizierbare seitliche Austrag mit dem Interflow gegenüber. Stauwasserbeeinflusste Böden werden daher mit einem Zuschlag versehen.

In Böden mit hohem Gehalt an organischer Substanz, insbesondere in Mooren, kann Nitrat durch Mineralisierung in erheblichem Maß freigesetzt werden. Dazu zählen besonders entwässerte Moore und anmoorige Böden mit Aa-Horizont. Böden mit H-Horizonten werden grundsätzlich als sehr hoch gefährdet (Stufe 5) eingestuft.

Darüber hinaus sollten auch die höheren Humusgehalte des Hortisols mit RAp-Horizont und des Kolluvisols mit M-Horizont aus verlagertem humosem Bodenmaterial beachtet werden. Kolluvisole entstanden bzw. entstehen durch subrezente bzw. rezente Akkumulation von erodiertem Bodenmaterial, sie füllen in ackerbaulich genutzten Gebieten Dellen und Rinnen. Hier erfolgt eine laterale Zufuhr von erodiertem, humosem, gedüngtem Bodenmaterial und die damit verbunden eine Überdüngung. Außerdem ist die Sickerwasserrate, aufgrund lateralem Wasserzufluß unter Kolluvisolen höher sein als auf den benachbarten Hängen und Kuppen. Ähnliches gilt für Auen.

Das N-Mineralisationspotential, sowie die laterale Stoffzufuhr lassen sich nicht exakt quantifizieren. Aus diesem Grunde kann nur mit pauschalen Zuschlägen gearbeitet werden, sodaß humusreiche Böden eine Stufe schlechter bewertet, als es aufgrund der Klasse ihrer Feldkapazität der Fall wäre.

In tonreichen Böden, die zur Bildung von Trockenrissen neigen, kann es trotz hoher Feldkapazität bei Niederschlägen nach längeren Trockenzeiten zu erheblicher Nitratverlagerung

kommen. Deshalb sollten derartige Böden bei der Bewertung mit einem Zuschlag versehen werden. Beispiele dafür sind der Pelosol sowie die Terra fusca.

Die folgenden Böden sollten in der Bewertung der Nitrataustragsgefährdung einen Zuschlag erhalten:

Kolluvisole, Auenlehme	+ 1
Hortisole	+ 1
pseudovergleyte Böden (z.B. Pseudogley-Parabraunerde, Parabraunerde-Pseudogley und Pseudogley)	+ 1
Böden mit Aa-Horizont	+ 1
Semiterrestrische Böden	+ 1
Tonige Böden, die zu Trockenrissen neigen	
a) bei Trockenrissen innerhalb der oberen Wurzelraumhälfte	+ 1
b) bei darüber hinausreichenden Trockenrissen	+ 2

Zuschläge könne je nach Bodentyp mehrfach erteilt werden (z.B. Gley-Kolluvisol +2). In Einzelfällen kann es dazu kommen, daß sich rechnerisch eine Stufe größer als 5 ergibt, diese werden in der Nitratauswaschungsgefährdungsstufe 5 gleichgestellt.

Böden mit H-Horizonten werden in die Nitratauswaschungsgefährdungsstufe 5 gestellt.

4. Darstellung der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Bodenkartierung sind in einer Karte im geeigneten Maßstab darzustellen (1:5.000, in Ausnahmefällen auch 1:10.000). Zur Abgrenzung der Bodeneinheiten können die natürlichen Bodengrenzen bzw. die Grenzen der Reichsbodenschätzung dienen. Die Bodenkarte ist mit einer Legende zu versehen in der mindestens die unter 3.1 erhobenen Parameter enthalten sind. Für die einzelnen Bodeneinheiten ist die Nitrataustragsgefährdung zu berechnen und in die Legende mit

Aus dieser Bodenkarte wird eine Karte der Nitrataustragsgefährdung der landwirtschaftlich genutzten Grundstücke in fünf Stufen im Maßstab 1:5.000 abgeleitet. Die Karte der Nitratauswaschungsgefährdung ist parzellenscharf anzulegen.

5. Adressen

Hessisches Landesamt für Bodenforschung
Leberberg 9
65 193 Wiesbaden
0611/5370

Deutscher Wetterdienst
Frankfurter Str. 135
63067 Offenbach

Erweiterte Anleitung für die bodenkundliche Kartierung in Wasserschutzgebieten.

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Stand 30.04.1999

Die bodenkundliche Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Hinblick auf die potentielle Nitrataustragsgefährdung und ihre Darstellung in Karten des Maßstabes 1 : 5 000 wird im Allgemeinen in einem Merkblatt des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung (HLfB) vom Juni 1995 geregelt. Diese erweiterte Anleitung dient zur Standardisierung der Kartierungen, die von unterschiedlichen Institutionen durchgeführt werden. Es soll ein kurzer Überblick über zu erhebende Parameter und die grundsätzliche Kartierweise und damit Kriterien zur Bildung von Kartiereinheiten gegeben werden. Eine detaillierte Anleitung bietet der Erfassungsstandard zur Erhebung von bodenkundlichen Punkt und Flächendaten des HLfB, der zum 30. Mai 1999 erscheinen wird. Dieser ist bei der Kartierung und der Dokumentation anzuwenden. Um den Aufwand zu minimieren, wird eine auf dem Erfassungsstandard aufbauende Software zur Erhebung der Bodeneinheiten vom HLfB bereitgestellt. Diese kann bei unten stehender Adresse angefordert werden.

Zweck der Kartierung

Die Kartierung bzw. die Bodenkarte 1 : 5 000 ist Grundlage für die Abschätzung der Nitratauswaschungsgefährdung der landwirtschaftlich genutzten Flächen. Die Ergebnisse der Abschätzung der Nitratauswaschungsgefährdung sind Grundlage für die spätere Beratung bzw. für die Durchführung von Kooperationen von Wasserversorger und Landwirtschaft. Weiterhin können auf Basis der Ergebnisse, in Abhängigkeit vom Nitratgehalt des Rohwassers, Auflagen für die landwirtschaftliche Nutzung erlassen werden. Die Auflagen erfolgen nutzungsdifferenziert [Acker, Grünland, Sonderkulturen].
Nutzungsdifferenziert bedeutet zunächst, daß zumindest der Oberboden [Ap, Ah] differenziert zu beschreiben bzw. bei Sonderkulturen auch der Rigolhorizont aufzunehmen ist.
Da die Mächtigkeit des effektiven Wurzelraumes gemäß KA4 in Abhängigkeit von der Nutzung unterschiedlich ist und auch der Humusgehalt in Oberboden stark von der Nutzung abhängt, sind die Bodenformen nutzungsdifferenziert für Acker, Grünland [evtl. Brache] und Sonderkulturen zu beschreiben.

Wie ist im Gelände zu erfassen - Durchführung der Kartierung

Intensität und Vorgehensweise bei der Kartierung sind vom Stand der Vorinformation, von der Diversität der Bodenverhältnisse und von der Diversität der naturräumlichen Gegebenheiten abhängig.

Beim Kartieren in naturnahen Landschaften wird nicht grundsätzlich nach einem rasterförmigen Bohrnnetz vorgegangen. Zusammenhänge zwischen Relief, Substrat und Bodenausprägung lassen sich i.d.R. nur sinnvoll durch eine an die Geomorphologie angepaßte Kartierweise ableiten.

Die räumliche Abgrenzung der Kartiereinheiten im Gelände erfolgt unter Bewertung der Reliefsituation sowie durch Rückschlüsse aus Veränderungen der Bedeckung, der Zusammensetzung der Vegetation bzw. Hinweise auf Vernässungserscheinungen. Änderungen in der Art und Intensität der Bedeckung sind häufig Hinweise auf Änderungen im Substrataufbau und/oder Wasserhaushalt eines Standortes.

Wichtige zu erhebende Parameter

Die im Gelände zu erfassende Parameter sind z.T. im Staatsanzeiger angeführt. Eine komplette Liste der zu erhebenden Merkmale sind im Erfassungsstandard zur Beschreibung von bodenkundlichen Punkt und Flächendaten des HLFB definiert.

Die Erhebung umfaßt demnach:

- die Beschreibung einer nutzungsdifferenzierten Bodeneinheit mit einer oder mehreren Bodenformen (die Heterogenität der Böden innerhalb einer Bodeneinheit bzw. Kartiereinheit kann dabei mit mehreren Bodenformen beschrieben werden);
- die bodensystematische und substratsystematische Ansprache mit Standort-, Horizont- und Schichtmerkmalen wie z.B.:
Gründigkeit, Bodenhorizonte und -horizontabfolgen, Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens (i.d.R. Bodenartenuntergruppe) eines jeden Bodenhorizontes, Petrographie und Stratigraphie der Ausgangssubstrate, Lößderivatanteil, etc.

Auszugrenzende und zu beschreibende Eigenschaften der Böden

Die Abgrenzung der Bodeneinheiten erfolgt nach morphologischen, geologischen und bodenkundlichen Kriterien. Den Flurstücksgrenzen können sie dadurch nicht entsprechen.

Das Ergebnis der Kartierung wird in einer bodenkundlichen Grundlagenkarte im Maßstab 1 : 5 000 dokumentiert. Sie weist die Verbreitung der Bodeneinheiten aus. Eine Bodeneinheit ist hierbei wie folgt definiert:

Bodeneinheiten bestehen aus Böden mit gleichem oder ähnlichem Substrat, gleicher oder ähnlicher Substratschichtung, gleichen Eigenschaften und ähnlichen Entstehungsbedingungen. Hinsichtlich des Standortfaktors Wasser unterliegen bzw. unterlagen sie ähnlichen Einflüssen.

Die boden-systematische Ansprache erfolgt gemäß der Bodenkundlichen Kartieranleitung [4. Auflage]. Die Kartiereinheiten werden durch eine Legende auf Grundlage des Erfassungsstandards des HLFB beschrieben (Erfassungssoftware).

Die Hauptbeschreibungsebene zur Charakterisierung der Bodeneinheiten ist die Bodenform im Sinne der KA4. Hiermit werden die Ausprägung der Böden dokumentiert, die auch zur Auswertung der Feldkapazität und der Nitrataustragsgefährdung herangezogen werden.

Als Kriterien für den Wechsel einer Bodeneinheit gelten

- Wechsel im Ausgangsgestein
[petrographisch, stratigraphisch, Bildungsprozeß]
- Schichtenwechsel
Abstufungen nach der Mächtigkeit der Schichten
- Wechsel der Substrate und der Substratschichtung
- Kalkgehalt der Substrate
- Bodenartenwechsel auf dem Niveau der Bodenartengruppe
- Wechsel in Art, Gehalt und Größe des Anteils an Grobböden
- Wasserhaushalt
Grundwasserstand [Tiefenlage des sMNGW]
Intensität der Staunässe
Hang- oder Haftnässe

Als weitere Parameter für den Wechsel einer Bodenform können dienen:

Entwicklungstiefe, Mächtigkeit des Solums bei Kolluvien, Gründigkeit, Grad der Podsolierung, Grad der Basensättigung, Intensität der Auendynamik, Intensität der Vernässungserscheinungen, Tiefenlage der Gr und Go-Horizonte.

Die Ergebnisse der Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung für die einzelnen Einheiten sind tabellarisch darzustellen. Einheiten für die eine Abstufung der Nitrataustragsgefährdung erfolgte sind gesondert zu kennzeichnen.

Grundlagen; Datenaufbereitung; Erfassungsstandard

1. Hessischer Staatsanzeiger 1996, Nr. 13, Anl. 5, S. 1001 f.:
2. Merkblatt: Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Hinblick auf die potentielle Nitrataustragsgefährdung und ihre Darstellung in Karten des Maßstabs 1 : 5 000
3. Bodenkundliche Kartieranleitung 4. Auflage
4. Erfassungsstandard zur Beschreibung von bodenkundlichen Punkt und Flächendaten HfB, Stand 30.Mai 1999
5. Erfassungssoftware des HfB (Bofa-Extern)

Adressen (neuer Stend nach Fusion HfB HLUG)

Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie
Rheingaustr. 186
65203 Wiesbaden
Fax: (0611) 6939-941

Ansprechpartner:

Herbert Kasel

Tel.: (0611) 6939-956

Email: h.kasel@hlug.de

Bewertung der mittleren Nitrataustragsgefährdung für Einzelparzellen

Hessisches Landesamt für Bodenforschung, Stand 30.04.1999

Für die praktische Anwendung der Nitrataustragsgefährdungskartierung in Bezug auf Landnutzung und Grundwasserschutz ist es notwendig, eine Bewertung der mittleren potentiellen Nitrataustragsgefährdung jeder Einzelparzelle vorzunehmen. Hierzu sind die Flächenanteile der in einer Parzelle liegenden Gefährdungsstufen zu ermitteln (Grundlage: aml. Katasterparzellen). Jede Parzelle erhält den flächengewichteten Mittelwert der auf ihrer Fläche vertretenen Nitrataustragsgefährdungsstufen. Nimmt die jeweils höchste Austragsgefährdungsstufe einer Fläche > 40% der Parzellenfläche ein, so ist die gesamte Fläche aus Gründen eines effizienten Grundwasserschutzes dieser höchsten Stufe zuzuordnen. Liegen zwei oder mehr Stufen zusammen über dem flächengewichteten Mittel und ergeben summiert > 40 %, so ergibt sich ein Zuschlag einer Stufe (siehe Beispiele 3 und 4).

Beispiele zur Bestimmung der Nitrataustragsgefährdungsstufe

Bei- spiel	Flächenanteil (%) der NAG der Bodeneinheiten in der Parzelle					flächengew. Mittel	gerund. Mittel	mit Zuschlag durch Klassen- summierung
	1	2	3	4	5			NAG-Stufe
1	0	40	30	30	0	2.9	3	3
2	0	39	20	41	0	3.0	3	4
3	0	40	20	30	11	3.1	3	4
4	45	14	10	16	15	2.4	2	3