

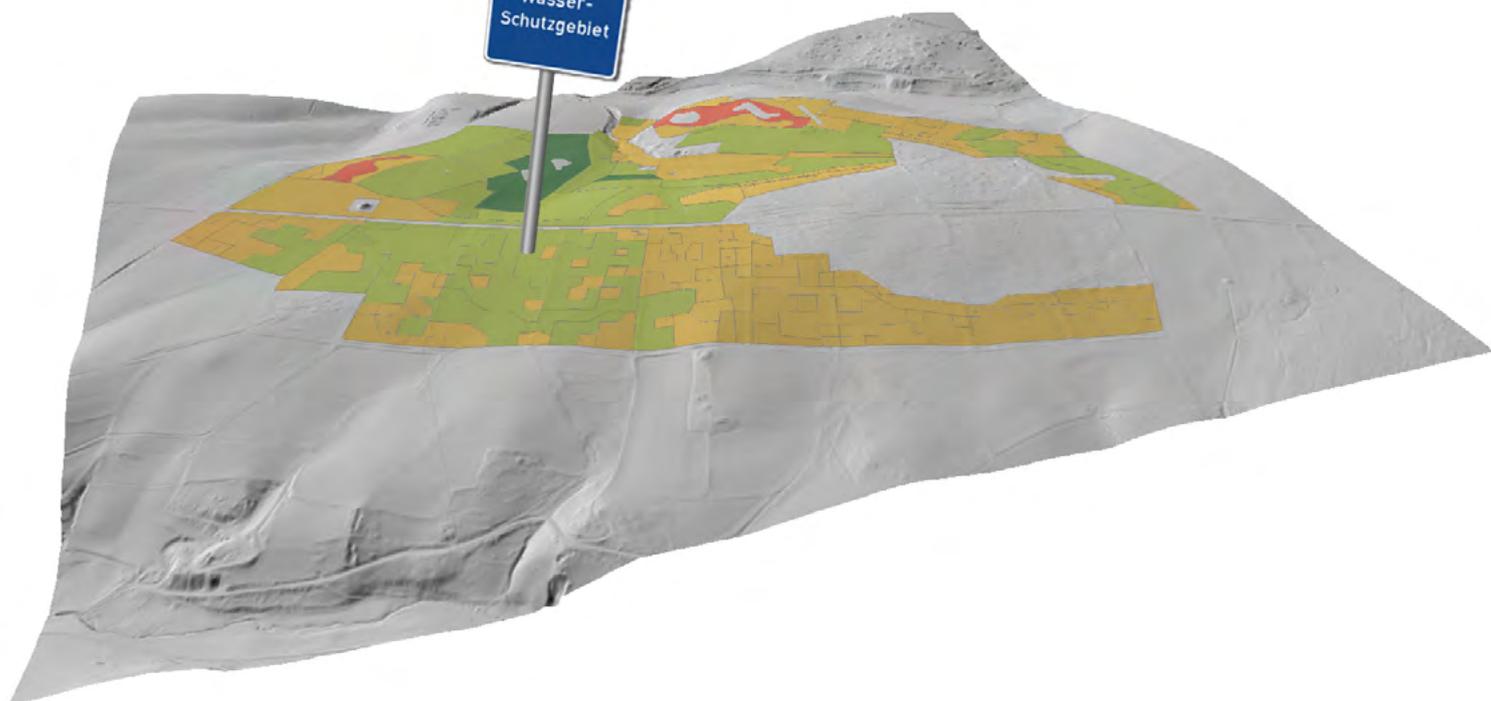


Umwelt und Geologie

Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 15

# Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5 000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L)

- Arbeitshilfe -



## Impressum

Umwelt und Geologie  
Böden und Bodenschutz in Hessen, Heft 15

ISSN 1610-5931

ISBN 978-3-89531-617-3

### **Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5 000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L) – Arbeitshilfe**

**Bearbeiter:** Arbeitsgruppe „Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage der BFD5L“

Klaus Friedrich (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)

Herbert Kasel (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)

Ricarda Miller (Ingenieurbüro Schnittstelle Boden)

Matthias Peter (Ingenieurbüro Schnittstelle Boden)

Thomas Vorderbrügge (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie)

Titelbild: Karte der Nitrataustragsgefährdung eines Wasserschutzgebietes

Herausgeber, © und Vertrieb:

Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie

Rheingaustraße 186

65203 Wiesbaden

Telefon: 0611 6939 0

Telefax: 0611 6939 555

E-Mail: [vertrieb@hlnug.hessen.de](mailto:vertrieb@hlnug.hessen.de)

[www.hlnug.de](http://www.hlnug.de)

Der Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Nachdruck – auch auszugsweise – nur mit schriftlicher Genehmigung der Herausgeber.

# Inhalt

<b>1 Anlass und Zielsetzung .....</b>	<b>1</b>
<b>2 Grundlagen .....</b>	<b>2</b>
2.1 Nitrataustragsgefährdung.....	2
2.2 Bodendaten .....	2
2.2.1 Historie.....	2
2.2.2 Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L).....	3
2.2.3 Ermittlung der Feldkapazität im Wurzelraum (FK).....	5
2.2.4 Ermittlung der Klimatischen Wasserbilanz (KWB).....	5
2.3 Bewertung der Nitrataustragsgefährdung auf Grundlage der Feldkapazität des Wurzelraums und der Klimatischen Wasserbilanz .....	6
2.3.1 Bewertung der Nitrataustragsgefährdung .....	6
2.3.2 Besonderheiten und Zuschläge bei der Einstufung der Nitrataustragsgefährdung (NAG) .....	7
<b>3 Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung auf Grundlage von Auswertungen der     BFD5L .....</b>	<b>9</b>
3.1 Unterlagen für die Bearbeitung .....	9
3.1.1 ALKIS®.....	9
3.1.2 Bodendaten (BFD5L).....	9
3.1.3 Basisdaten Bodenschätzung.....	10
3.1.4 BodenViewer und WMS-Layer .....	10
3.1.5 Anleitungen.....	10
3.2 Verfahrensweise in Abhängigkeit von den vorliegenden Bodendaten (BFD5L).....	10
3.2.1 Rahmenbedingungen.....	10
3.2.2 Ablaufschema.....	11
3.2.3 Überprüfung und Ergänzung der Bodenschätzung – Aufnahme im Gelände .....	12
3.2.4 Ableitung der NAG-Stufe .....	15
<b>4 Bewertung der mittleren Nitrataustragsgefährdung für die Nutzungsparzellen.....</b>	<b>16</b>
<b>5 Verfahrensschritte, Karten und Dokumentation .....</b>	<b>17</b>
<b>6 Literatur .....</b>	<b>19</b>
<b>7 Anhang .....</b>	<b>21</b>

## Abkürzungsverzeichnis

ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ALKIS®	Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem
BFD5L	Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche
BoFA	Bodenformenarchiv (Datenbankanwendung zur Erfassung und Weiterverarbeitung von Bodendaten, Erfassungsstandard Boden des HLNUG)
BS	Bodenschätzung
FESCH	Digitales Feldschätzungsbuch mit Grablochbeschreibungen
FISBO	Fachinformationssystem Boden/Bodenschutz
FK	Feldkapazität (in mm)
GIS	Geografisches Informationssystem
HLNUG	Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie
KA5	Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Auflage
KLZ	Klassenzeichen der Bodenschätzung
KWB	Klimatische Wasserbilanz
NAG	Nitrataustragsgefährdung
nFK	nutzbare Feldkapazität (in mm)
WMS	Web Map Services
WSG	Wasserschutzgebiet

## 1 Anlass und Zielsetzung

Die Bewertung der Nitrataustragsgefährdung (NAG) landwirtschaftlich genutzter Flächen in Wasserschutzgebieten (WSG) erfolgte bislang auf Basis bodenkundlicher Kartierungen und wurde seit 1996 nach einem im Staatsanzeiger für das Land Hessen veröffentlichten Merkblatt des ehemaligen Hessischen Landesamtes für Bodenforschung im Rahmen der Muster-Wasserschutzgebietsverordnung geregelt (HLfB 1996, HMuJFG 1996). Infolge der Verfügbarkeit hochauflösender Bodendaten in Form der „Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche“ (BFD5L) wird die Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung landwirtschaftlich genutzter Flächen neu geregelt. Die BFD5L liefert Auswertungen der Bodenschätzungsdaten zur Feldkapazität des Wurzelraums sowie weiterer relevanter Parameter, die zur Bewertung der Nitrataustragsgefährdung herangezogen werden können.

Um die Eignung der BFD5L-Daten zur Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung zu überprüfen, wurden in den Jahren 2009 bis 2012 bodenkundliche Vergleichskartierungen im Rahmen eines Pilotvorhabens im Wasserschutzgebiet Eschollbrücken/Pfungstadt in Südhessen, im Wassereinzugsgebiet der Quelle Meininghausen bei Korbach, im Wasserschutzgebiet des Tiefbrunnens Spieß der Gemeinde Bad Emstal sowie im WSG Quelle Ohmes der Stadt Kirtorf durchgeführt. Ziel war es, die Umsetzungsmöglichkeiten bei der Nutzung der BFD5L-Daten in organisatorischer und technischer Hinsicht zu erproben und das bisherige Verfahren zu überarbeiten (PETER & MILLER 2009, PETER & MILLER 2010a und 2010b, PETER & MILLER 2012).

Die Ergebnisse der Vergleichskartierungen zeigen, dass sich die Daten der BFD5L grundsätzlich für die Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten eignen. Lediglich für Flächen, für die nach den bislang im System BFD5L enthaltenen Methoden keine Kennwerte abgeleitet werden können sowie für Sonderstandorte, muss die Nitrataustragsgefährdung durch bodenkundliche Geländearbeiten ermittelt werden.

## 2 Grundlagen

### 2.1 Nitrataustragsgefährdung

Als Nitrataustrag wird die Verlagerung des Nitrats mit der Sickerung des vom Boden nicht aufnehmbaren Niederschlagswassers in tiefere Bodenschichten bis zum Grundwasser bezeichnet. Die Menge des verlagerten Nitrates ist abhängig von der Sickerwasserrate, die wiederum von der Feldkapazität (FK) des Bodens (Wasserspeicherfähigkeit) und den Klimabedingungen beeinflusst wird. Über diese Beziehung lässt sich die potenzielle Gefährdung des Grundwassers durch Nitrataustrag ermitteln. Je länger die Verweildauer des Wassers in der Wurzelzone aufgrund einer hohen Feldkapazität und einer geringen Sickerwasserrate ist, desto mehr Nitrat kann durch Pflanzenwurzeln entzogen werden und umso geringer ist die Nitrataustragsgefährdung.

Die Bewertung der Nitrataustragsgefährdung stellt eine Abschätzung der potenziellen Gefährdung aufgrund der Standortgegebenheiten dar. Der tatsächliche Nitrataustrag kann dagegen abhängig von Witterungsverlauf, Flächenbewirtschaftung und Stoffumsatz im Boden (Mineralisation und Immobilisation) höher oder niedriger ausfallen.

Auch aus Böden, die nur eine sehr geringe oder geringe Nitrataustragsgefährdung aufweisen, wird Nitrat – wenn auch in langen Zeiträumen – ins Grundwasser verlagert. Unter dem Gesichtspunkt des Trinkwasserschutzes ist hierbei zu beachten, dass sich Maßnahmen auf diesen Standorten z. T. erst nach Jahrzehnten in der Wasserqualität des geförderten Trinkwassers widerspiegeln können.

Als Sickerwassermenge wird die Menge an Wasser bezeichnet, die von der durchwurzelten Bodenzone in tiefere Untergrundzonen und bis zum Grundwasserkörper fließt und je nach Höhe der Zwischenabflüsse während des Transportwegs kleiner oder gleich der Grundwasserneubildungsrate ist. Die Sickerwassermenge ist dabei abhängig von der Höhe und der zeitlichen Verteilung (Sommer, Winter) der Niederschläge sowie der Verdunstung (Evapotranspiration). Die für die Nitrataustragsgefährdung entscheidende Verweildauer des Sickerwassers in der Wurzelzone wird durch die Wasserspeicherfähigkeit des Bodens in Abhängigkeit von Bodenart, Porengrößenverteilung, geschätzte Trockenrohdichte und Gehalt an organischer Substanz bestimmt.

Der methodische Ansatz zur Ermittlung der potenziellen Nitrataustragsgefährdung beruht auf folgender Beziehung von Sickerwassermenge zu Feldkapazität (DIN 19732):

$$\text{Potenzielle Nitrataustragsgefährdung} = \frac{\text{Sickerwassermenge [mm]}}{\text{Feldkapazität [mm/dm]} * \text{Wurzelraum [dm]}}$$

### 2.2 Bodendaten

#### 2.2.1 Historie

Als bodenkundliche Grundlage zur Abschätzung der Nitrataustragsgefährdung werden Bodendaten und Bodenkarten der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Maßstab 1: 5.000 benötigt. Bislang wurden gemäß den Verwaltungsvorschriften für die Festsetzung von Wasserschutzgebieten (HMUEJFG 1996) die Bodendaten durch bodenkundliche Kartierungen nach den Vorgaben der Bodenkundlichen Kartieranleitung (Ad-hoc AG

Boden 2005) erhoben und auf dieser Basis Bodenkarten im Maßstab 1: 5.000 erstellt. Dabei wurden folgende Mindestparameter im Gelände aufgenommen:

1. Gründigkeit,
2. Bodenhorizonte und Horizontabfolgen,
3. Korngrößenzusammensetzung des Feinbodens eines jeden Bodenhorizontes,
4. Skelettgehalt des Bodens,
5. Bodenartenschichtung,
6. geschätzte Trockenrohdichte,
7. Wurzelraum,
8. bodensystematische Ansprache.

Die Dokumentation erfolgte im Bodenformenarchiv (BoFA) des HLNUG, das als Erfassungsstandard und einer hierauf aufbauenden Datenbankanwendung für Daten im Bereich Boden bzw. Bodenschutz entwickelt wurde und in das die im Gelände erfassten Daten eingegeben und anschließend weiterverarbeitet wurden.

## 2.2.2 Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L)

### Hintergrundinformationen

Mit dem Produkt „Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche“ (BFD5L) des Hessischen Landesamtes für Naturschutz, Umwelt und Geologie (HLNUG) liegen seit 2008 großmaßstäbige Bodeninformationen vor, die anstelle einer neuen bodenkundlichen Kartierung zur Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung herangezogen werden können (FRIEDRICH et al. 2008).

Die Daten der Bodenschätzung werden seit 1934 in Deutschland einheitlich in einem 30 bis 50 m Bohrraster für die landwirtschaftliche Nutzfläche erhoben und stellen Bodeninformationen bis zu einem Meter Tiefe bereit. Die ursprünglich analogen Datenbestände wurden in Hessen in den Jahren 2001-2015 von den zuständigen Stellen digitalisiert und an das HLNUG geliefert. Das Hessische Landesamt für Bodenmanagement und Geoinformation erfasst die Geometrien der Bodenschätzung in der so genannten Folie 42 (F042) der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) bzw. seit der Umstellung 2010 auf das System ALKIS® (Amtliches Liegenschaftskatasterinformationssystem) u.a. in der Objektart *AX\_Bodenschätzung*, während die Finanzverwaltung die zu den Flächenabgrenzungen zugehörigen Grablochbeschreibungen im digitalen Feldschätzungsbuch (FESCH) ablegt.

In der Bodenschätzung wird der Boden nach dem so genannten Acker- und Grünlandschätzungsrahmen in Form von Klassen und Wertzahlen beschrieben. Böden mit gleichen Eigenschaften und Wertzahlen werden dabei kartografisch in Klassenflächen zusammengefasst (FRIEDRICH et al. 2008).

Im HLNUG werden die digitalen Flächen- und Punktinformationen der Bodenschätzung in einem automatisierten Datensystem zusammengeführt und geprüft. Mit Methoden, die im Rahmen eines fünfjährigen Projektes entwickelt wurden, werden die integrierten Daten hinsichtlich Bodeneigenschaften und -funktionen ausgewertet und für die Erzeugung von Karten verwendet. Ein Großteil der Methoden greift auf die Informationen des so genannten Klassenzeichens der Bodenschätzung in der ALKIS®-Objektart *AX\_Bodenschätzung* zu-

rück. Zudem gibt es Methoden, die auf den Daten der Grablochbeschreibungen in FESCH aufbauen. Die Auswertungen werden abschließend Plausibilitäts- und Qualitätsprüfungen unterzogen und stehen als „Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche“ (BFD5L) in Form von Karten- und Datenprodukten sowie als Themen im „BodenViewer“ und den Web Map Services (WMS) im Internet zur Verfügung (HLNUG 2017a).

### **BFD5L-Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung (m283)**

Die Methode m283 wurde im Rahmen der BFD5L ausschließlich zur Unterstützung der bodenkundlichen Kartierung in Wasserschutzgebieten entwickelt. Die Methode stellt verschiedene Auswertungsergebnisse zur Bestimmung der Nitrataustragsgefährdungsstufe zusammen und wird nur für den Zweck der Wasserschutzgebietskartierung vom HLNUG an Externe abgegeben. Eine Dokumentation der Methode m283 sowie der Eingangsdaten findet sich in Anhang 1.

### **Verfügbarkeit der BFD5L**

Die digitale Erfassung der Geometrie- und Punktdaten der Bodenschätzung für Hessen wurde 2015 abgeschlossen. Die Auswertungen der BFD5L stehen nahezu flächendeckend für die landwirtschaftliche Nutzfläche zur Verfügung. Dennoch gibt es Flächen, für die keine BFD5L-Daten vorliegen. Für diese muss je nach Umfang und Rahmenbedingungen auf Bodenkartierungen zurückgegriffen werden. Die Vorgehensweise wird in Kap. 3.2 beschrieben.

### **Nachschätzung**

Änderung der Nutzungsart sowie natürliche oder anthropogene Bodenveränderungen (Tagebau, Flurbereinigung, Rekultivierung, Melioration) erfordern nach dem Bodenschätzungsgesetz eine so genannte Nachschätzung. Bei der Nachschätzung werden die Flächen, bei denen sich die natürlichen Ertragsbedingungen verändert haben, überprüft. Veränderungen können sich ergeben bei der Nutzungsart (Acker- oder Grünland), der Zustands- oder Bodenstufe sowie der Wasserstufe. Bei einer Nachschätzung werden die betroffenen Flächen entsprechend der Vorgehensweise einer Erstschätzung aufgenommen. Grundsätzlich wird dabei aber auch die gesamte Schätzung der Gemarkung überprüft und bei Mängeln werden die entsprechenden Flächen zusätzlich nachgeschätzt.

### **Flächen ohne Bewertung**

In folgenden Fällen – im Text als „Flächen ohne Bewertung“ bezeichnet – werden in der BFD5L keine Kennwerte und damit auch keine NAG-Stufe abgeleitet:

- Grünland-Klassenzeichen mit Zusatz „Hu“ (Hutung) und „Str“ (Streuwiese) werden von der Berechnung bzw. Auswertung ausgeschlossen, da Kennwerte aufgrund der fehlenden Grünlandgrundzahl nicht berechnet bzw. ausgewertet werden können.
- Moorböden (Zusatz „Mo“) werden von der Berechnung bzw. Auswertung ausgeschlossen, da Kennwerte als Funktion der Torfart (Zersetzungsstufe) nicht aus dem Klassenzeichen ableitbar sind.
- Klassenzeichenkombinationen ohne Angabe einer Boden- oder Grünlandgrundzahl werden von der Berechnung bzw. Auswertung ausgeschlossen, da ohne diese Angaben eine Kennwert-Berechnung bzw. Auswertung nicht möglich ist.

Für Bodenschätzungsflächen mit den Bezeichnungen Hutung (HU) und Streuwiesen (STR), für die in der Objektart *AX\_Bodenschaetzung* nach den Vorschriften der Bodenschätzung keine Bodenzahlen bzw. Grünlandgrundzahlen nachgewiesen werden, können die entsprechenden Angaben aus den FESCH-Daten verwendet werden. Bei allen anderen Fällen von Flächen ohne Bewertung müssen diese im Gelände ermittelt werden (vgl. Kap. 3.2). Die FK kann dann mithilfe eines vom HLNUG bereitgestellten Excel-Werkzeugs berechnet werden (vgl. Kap. 3.2.3, Kap. 3.2.4).

### 2.2.3 Ermittlung der Feldkapazität im Wurzelraum (FK)

Die Feldkapazität (FK) bezeichnet den Wassergehalt eines natürlich gelagerten Bodens, der sich an einem Standort einige Tage nach voller Wassersättigung gegen die Schwerkraft einstellt. Das Wasser ist dann mit einer Saugspannung von  $pF=1,8$  (gemäß Konvention) gebunden.

#### Historie

Bislang wurden aus den im Gelände gewonnenen Parametern Bodenart und geschätzte Trockenrohichte sowie unter Berücksichtigung von Skelettgehalt und organischer Substanz die Feldkapazität in mm nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (Ad-hoc AG Boden 2005) abgeleitet und auf die Tiefe des Wurzelraums bezogen. Diese Berechnung lief im Bodenformenarchiv (BoFA) des HLNUG ab (vgl. Kap. 2.2.1).

#### Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L)

Bei der Verwendung der Bodendaten der BFD5L anstelle einer Geländekartierung wird die FK aus den Bodenschätzungsdaten abgeleitet. Dabei wird jeder Bodenklasse des Acker- bzw. Grünland-Schätzungsrahmens einschließlich der Mischentstehungen und Schichtprofile eine von fünf FK-Stufen zugeordnet. Da die Feldkapazität eng mit der Bodenzahl bzw. Grünlandgrundzahl korreliert, wird diese mit einem von der Bodenart des Klassenzeichens abhängigen Faktor multipliziert und so die FK in mm bestimmt (VORDERBRÜGGE et al. 2005). Die so ermittelte FK in mm wird zur Einstufung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten verwendet. Die vom HLNUG entwickelte Methode wurde mit Hilfe von Geländedaten validiert.

Für das Beispiel des Klassenzeichens L4Lö mit den Wertzahlen 68/67 (Bodenart Lehm, Zustandsstufe 4, Entstehungsart Löß, Bodenzahl 68, Ackerzahl 67) bedeutet dies eine FK von 371,5 mm. Der von der Bodenart Lehm (L) des Klassenzeichens abhängige Faktor 5,4633 wird mit der Bodenzahl 68 multipliziert. Eine detaillierte Beschreibung der Methode zur Ableitung der Feldkapazität und aller weiteren Teilmethoden (m151, m77, m100), findet sich in der Methodendokumentation zur BFD5L (HLNUG 2017b). Die entsprechenden Weblinks sind in Kap. 3.2.4 aufgeführt.

### 2.2.4 Ermittlung der Klimatischen Wasserbilanz (KWB)

Die jahresbezogene Klimatische Wasserbilanz (KWB) stellt die Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung (potenzielle Evapotranspiration) dar. Klimatische Wasserbilanzüberschüsse lassen Rückschlüsse auf die Sickerwassermenge zu, die den Wurzelraum verlässt und zur Grundwasserneubildung beiträgt. Die Klimatische Wasserbilanz wird nach dem Merkblatt zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen (HLfB 1996) als Eingangsparameter zur Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung herangezogen.

In der BFD5L-Auswertung wird für die Acker- und Grünlandflächen einer Gemarkung die Stufe der Klimatischen Wasserbilanz auf Basis des gewichteten Mittelwertes für den Bezugszeitraum 1981-2010 ausgewiesen (vgl. Anhang 1).

## 2.3 Bewertung der Nitrataustragsgefährdung auf Grundlage der Feldkapazität des Wurzelraums und der Klimatischen Wasserbilanz

### 2.3.1 Bewertung der Nitrataustragsgefährdung

Auf Basis der FK in mm (vgl. Kap. 2.2.3) und der jahresbezogenen Klimatischen Wasserbilanz in mm/Jahr (vgl. Kap. 2.2.4) wird die Nitrataustragsgefährdung in 5 Stufen von sehr gering (Stufe 1) bis sehr hoch (Stufe 5) klassifiziert (vgl. Tab. 1 und Anhang 1).

**Tab. 1:** Bewertung der Nitrataustragsgefährdung auf Basis der Feldkapazität im Wurzelraum und der Klimatischen Wasserbilanz (HLfB 1996)

FK <sub>w</sub> in mm	Klimatische Wasserbilanz in mm/a			
	≤ 100	> 100 bis ≤ 200	> 200 bis ≤ 300	> 300
≤ 130	4	5	5	5
> 130 bis ≤ 260	4	4	4	4
> 260 bis ≤ 390	3	3	3	3
> 390 bis ≤ 520	2	2	2	2
> 520	1	1	2	1

Die Nitrataustragsgefährdung ist sowohl vom Wasserspeichervermögen des Bodens als auch von der zu erwartenden Sickerwassermenge abhängig (vgl. Kap.2.1). Da die tatsächliche Sickerwassermenge starken Schwankungen unterliegt, wird die Feldkapazität als langfristig gleichbleibender natürlicher Standortfaktor bei der Bewertung der potenziellen Nitrataustragsgefährdung stärker gewichtet als die klimatische Wasserbilanz, zumal die potenzielle Evapotranspiration nach Haude bei trockenen Standorten (KWB ≤ 100 mm) tendenziell überschätzt wird, da bei diesem Verfahren eine permanente Wasserverfügbarkeit vorausgesetzt wird. Weiterhin werden in Tab. 1 bei hohen Sickerwassermengen (KWB > 300 mm) Verdünnungseffekte berücksichtigt. Durch das Zusammenspiel dieser Parameter ergibt sich eine Bewertungstabelle, bei der die NAG-Stufe – mit nur zwei Ausnahmen – eine Umkehrung der FK-Klasse darstellt.

## 2.3.2 Besonderheiten und Zuschläge bei der Einstufung der Nitrataustragsgefährdung (NAG)

Nachdem die Einstufung der Nitrataustragsgefährdung nach Tab. 1 erfolgt ist, werden bei Böden mit besonderen Eigenschaften weitere Zuschläge vorgenommen (vgl. Tab. 2). Die Zuschläge zur NAG werden in der BFD5L-Auswertung zu Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung (m283) berechnet (vgl. Anhang 1).

**Tab. 2:** Besonderheiten und Zuschläge bei der Einstufung der Nitrataustragsgefährdung (NAG)

Merkmal(e) Bodenschätzung	Zuschlag/ Einstufung	Bodenausprägung
Zustandsstufe 1 (Z1) allgemein	+1	Hortisole, Kolluvisole, Rigosole, Tschernoseme
Entstehung Al + Zustandsstufe 2 (Z2)	+1	Vegen (Braune Aueböden), Reliktgleye, Tschernitzen
*amo* (anmoorig) in Schichtdaten im Feld HU (Humus)	+1	Böden mit Aa-Horizont
T,13 oder L,t3 im Feld SCHICHTBA (Schichtbodenart) in den Schichtdaten (1. Schicht) in Verbindung mit *LT* oder *T* im Feld BA (Bodenart) im KLZ	+1	Tonige Böden mit Neigung zu Trockenrissen
*Nmo* oder *Mo* im Feld SCHICHTBA (in mind. einer Schicht) in den Schichtdaten	NAG 5	Böden mit H-Horizonten

Tiefgründige Böden ( $\geq 1$  m durchwurzelbar) mit erhöhten Humusgehalten in größeren Teilen des Wurzelraums (z. B. Hortisole, Kolluvisole, Rigosole, Tschernoseme) und tiefgründige Auenböden mit Humusgehalten im gesamten Wurzelraum (z. B. Vegen, Reliktgleye, Tschernitzen) haben ein hohes Stickstoffmineralisierungspotenzial und werden deshalb in die nächsthöhere NAG-Stufe eingestuft.

Aufgrund der hohen Gehalte an organischer Substanz besitzen Moorböden (h7) und anmoorige Böden mit Aa-Horizont (h6) ein noch deutlich höheres Stickstoffmineralisierungspotenzial als die oben genannten Böden. Deshalb werden Böden mit Nmo- oder Mo-Schichten (H-Horizonte) grundsätzlich mit NAG 5 (sehr hohe potenzielle Nitrataustragsgefährdung) eingestuft, während Böden mit amo-Schichten (Aa-Horizonte) nur um eine NAG-Stufe erhöht werden.

Im Gegensatz zum bislang geltenden Merkblatt zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen (HLfB 1996) ist für Böden mit Pseudovergleyung nunmehr kein direkt ableitbarer Zuschlag zur NAG vorgesehen (vgl. Tab. 2 und Tab. 3). Hintergrund ist, dass sich einerseits keine allgemein gültigen Zusammenhänge für pseudovergleyte Standorte und deren Nitrataustragsgefährdung ableiten lassen, die über die ungünstigere NAG-Einstufung aufgrund des eingeschränkten Wurzelraums (Sd-Horizont) hinausgehen. Andererseits lassen sich entsprechenden Parameter auch nicht problemlos aus der Bodenschätzung ableiten.

Die jeweiligen Bearbeiter und Gutachter müssen – wie bei den bisher durchgeführten Geländekartierungen – nach ihrer Fachkenntnis und Geländebeurteilung entscheiden, ob ein Zuschlag für Pseudovergleyung auf bestimmten Standorten dennoch notwendig ist. Dies gilt analog auch für semiterrestrische Böden.

Bei tonigen Böden, die zu Trockenrissen neigen, wird abweichend zum Merkblatt (HLfB 1996) die NAG nur um eine Stufe erhöht, wenn die entsprechenden Tongehalte im Oberboden vorliegen. Die Neigung zur Trockenrissbildung erfordert spezielle Bewirtschaftungsmaßnahmen. Deshalb ist es nicht sinnvoll, die NAG um mehrere Stufen zu erhöhen, stattdessen werden die betroffenen Flächen mit einer besonderen Signatur in der Karte versehen, um später die notwendige Maßnahmenplanung optimieren zu können.

**Tab. 3:** Zuschläge bei der Einstufung der Nitrataustragsgefährdung (NAG) nach dem bislang geltenden Merkblatt zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen in Abhängigkeit von Bodenbesonderheiten (HLfB 1996)

Eigenschaft	Zuschlag/Einstufung
Kolluvisole, Auenlehme	+1
Hortisole	+1
Pseudovergleyung	+1
Böden mit Aa-Horizont	+1
Semiterrestrische Böden	+1
Tonige Böden mit Neigung zu Trockenrissen	
a) bei Trockenrissen innerhalb der oberen Wurzelraumhälfte (dm Wurzelraum/2)	+1
b) bei darüber hinaus reichenden Trockenrissen	+2
Böden mit H-Horizonten	NAG 5

## 3 Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung auf Grundlage von Auswertungen der BFD5L

### 3.1 Unterlagen für die Bearbeitung

Um eine Nitrataustragsgefährdungskarte (NAG-Karte) in Wasserschutzgebieten basierend auf der Bodenschätzung erstellen zu können, müssen die unter 3.1.1 bis 3.1.3 beschriebenen Daten vom Auftragnehmer beschafft und mittels GIS weiterverarbeitet werden.

#### 3.1.1 ALKIS®

Die **ALKIS®-Flurstücksgrenzen und -inhalte** (*AX\_Flurstueck*, *AX\_Flurstueck\_Kerndaten*, *AX\_Flurstuecksnummer*) werden parzellenscharf benötigt und müssen vom Auftragnehmer (Ingenieurbüro) **verbindlich** verwendet werden.

Ein **ALKIS®-Verwendungsrecht** wird für die **Abgabe der Basisdaten** (FESCH und *AX\_Bodenschaetzung*, *AX\_GrablochDerBodenschaetzung*) sowie der **BFD5L-Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung (m283)** durch das HLNUG vorausgesetzt. In den meisten Fällen besitzt der Auftraggeber des NAG-Gutachtens ein solches ALKIS®-Verwendungsrecht. Der Auftragnehmer verpflichtet sich, die ALKIS®-Daten ausschließlich zu dem im Auftrag beschriebenen Zweck zu verwenden und diese dann auch durch den folgenden Hinweis zu kennzeichnen:

*Datengrundlage: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation*

#### 3.1.2 Bodendaten (BFD5L)

Die **BFD5L-Methode m283 „Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung“** ist verpflichtend zu verwenden, um die Nitrataustragsgefährdung zu ermitteln.

Da die BFD5L-Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung (m283) kein Standardprodukt des HLNUG darstellt, ist diese nicht über den HLNUG-Shop sondern zweckgebunden über den Vertrieb des HLNUG vom Auftragnehmer (Ingenieurbüro) zu bestellen. Dabei muss das ALKIS®-Verwendungsrecht nachgewiesen werden (vgl. Kap. 3.1.1).

Die kostenpflichtige Bestellung (aktuelle Kosten siehe <https://www.hlnug.de/?id=12940>) erfolgt mit einem Nachweis/Scan von Rechnung/Kaufbeleg der ALKIS®-Daten und Angabe der Gemarkungsnummern und -namen an *VertriebDigitaleDaten@hlnug.hessen.de* mit dem Betreff „Bestellung einer Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung“.

### 3.1.3 Basisdaten Bodenschätzung

Die Verwendung der **Basisdaten der Bodenschätzung** mit den rechtsverbindlichen Bodenschätzungsgrenzen und -inhalten (FESCH und *AX\_Bodenschaetzung*, *AX\_Grabloch DerBodenschaetzung*, *AX\_MusterundVergleichsstueck*) ist vor allem für das Auffinden der **bestimmenden Grablöcher** sowie der **Muster- und Vergleichsstücke** erforderlich, wenn die Bodenschätzung überprüft und ergänzt werden soll (vgl. Kap. 3.2). Den Muster- und Vergleichsstücken kommt dabei eine besondere Bedeutung zu, da es sich um Eich- und Referenzpunkte handelt, die mit großer Sorgfalt erhoben wurden. Sie sind auf jeden Fall in die Geländeaufnahme mit einzubeziehen, wenn die Schätzung insgesamt überprüft werden muss (Bodenschätzung älter als 2003).

Wie in Kap. 3.1.1 erläutert, erfordert eine kostenfreie Abgabe der Basisdaten der Bodenschätzung durch das HLNUG den Nachweis eines ALKIS®-Verwendungsrechts durch den Auftragnehmer.

### 3.1.4 BodenViewer und WMS-Layer

Der **BodenViewer** Hessen liefert zusätzliche Informationen (<http://bodenviewer.hessen.de>) für die Erstellung des Gutachtens. Die dort abgebildeten Daten können als WMS-Dienste in ein lokales GIS des Gutachters eingebunden werden (Geodienste Boden: <https://www.hlnug.de/?id=537>).

Hintergrundkarten wie die TK 1: 25.000 stehen ebenfalls als WMS-Layer über die hessische Vermessungsverwaltung zur Verfügung.

### 3.1.5 Anleitungen

In den Fällen, in denen Flächen im Wasserschutzgebiet kartiert werden müssen, ist es für die bodenkundliche Erfassung, die Ableitung der NAG sowie die Dokumentation hilfreich, die folgender Materialien zu verwenden:

- Bodenschätzung – Arbeitsanleitung Neues Feldschätzungsbuch
- Bodenkundliche Kartieranleitung 5. Auflage (KA5)
- Erfassungsstandard Boden/Bodenschutz Hessen:  
<https://www.hlnug.de/?id=8796>

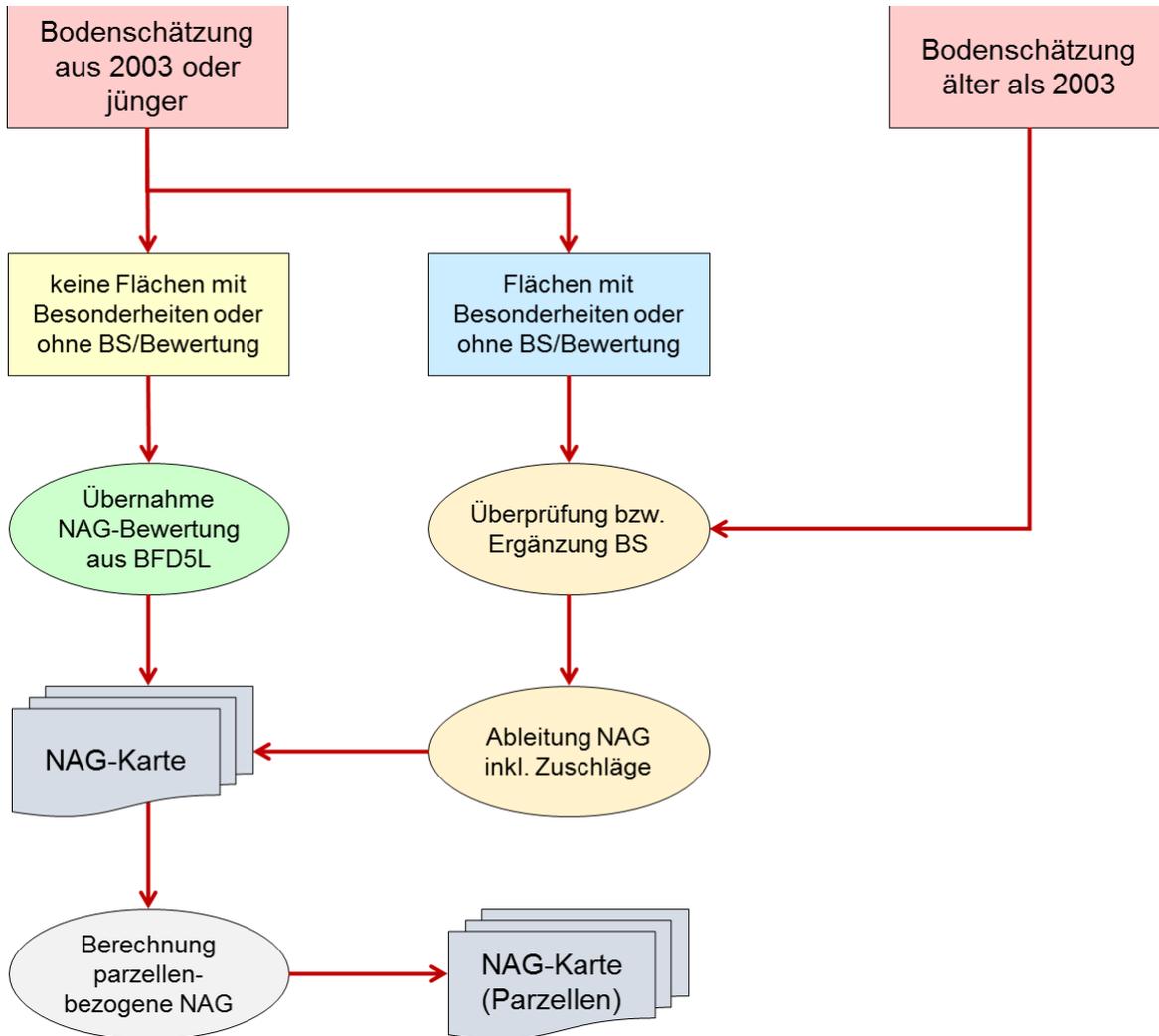
## 3.2 Verfahrensweise in Abhängigkeit von den vorliegenden Bodendaten (BFD5L)

### 3.2.1 Rahmenbedingungen

Generell ist von einer Verwendbarkeit der BFD5L-Daten für die Ermittlung der NAG in Wasserschutzgebieten auszugehen. Vorhandene Datenlücken sowie Böden mit Besonderheiten erfordern einen Nachbearbeitungs- bzw. Bodenkartierungsbedarf, der im Folgenden für verschiedene Fallkonstellationen beschrieben wird.

### 3.2.2 Ablaufschema

In Abhängigkeit von den vorliegenden Bodendaten (BFD5L) werden vier Vorgehensweisen unterschieden (vgl. Abb. 1).



**Abb. 1:** Ablaufschema zur Verfahrensweise in Abhängigkeit der vorliegenden Bodendaten (BFD5L); BS = Bodenschätzung

#### 1. Übernahme der NAG-Auswertung aus der BFD5L ohne Änderungen

Das Jahr 2003 wird als „Stichjahr“ für die direkte Übernahme der NAG-Bewertung aus der BFD5L-Ableitung festgelegt. Dies bedeutet, bei **Bodenschätzungsdaten** mit einer Jahresangabe im FESCH von **2003 und jünger**, werden die NAG-Ergebnisse der Methode m283 „Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung“ direkt übernommen, sofern die Flächen **keine Besonderheiten** aufweisen und **Flächen ohne Bodenschätzung** nicht vorkommen (vgl. Kap. 2.2). Um das Alter der Schätzung einfach überprüfen zu können, stellt das HLNUG eine Übersicht auf der NAG-Webseite zur Verfügung (<https://www.hlnug.de/?id=12940>). Diese wird jährlich fortgeschrieben.

## 2. *Überprüfung bzw. Ergänzung der Bodenschätzung für einzelne Flächen*

Für Flächen **mit Besonderheiten** oder **ohne Bodenschätzung** bzw. ohne Bewertung (vgl. Kap. 2.2) muss eine Aufnahme im Gelände erfolgen. Bei allen anderen Flächen können die Ergebnisse der NAG-Bewertung aus der BFD5L übernommen werden, wenn die **Bodenschätzung aus dem Jahr 2003 oder jünger** stammt. Die Eckpunkte der durchzuführenden Geländeaufnahmen sind in Kap. 3.2.3 beschrieben.

## 3. *Überprüfung bzw. Ergänzung der Bodenschätzung für alle landwirtschaftlich genutzten Flächen*

Falls die **Bodenschätzung vor dem Jahr 2003** durchgeführt wurde, kann die NAG aus der Methode m238 „Auswertung zur Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung“ nicht ungeprüft übernommen werden. Die Ableitung der NAG für landwirtschaftlich genutzte Flächen erfolgt in diesem Fall auf Basis von Geländeaufnahmen. Es müssen aber nicht alle Klassenflächen der Bodenschätzung überprüft werden. Für die Auswahl der zu überprüfenden Flächen ist zunächst die Nutzung abzugleichen (ALKIS®, ggf. Nutzungskartierung). Anschließend wird jeweils eine Statistik der auftretenden Klassen der Acker- und Grünlandschätzung (z. B. Acker: L3Lö, sL6Vg bzw. Grünland: LIIa2, TIIIb3) erstellt und auf dieser Basis die Auswahl der zu kartierenden Flächen vorgenommen. Für die Geländeaufnahmen muss jede Klasse der Bodenschätzung mindestens einmal – möglichst am bestimmenden Grabloch – kartiert werden. Bei größeren Flächenanteilen einer Bodenklasse im Wasserschutzgebiet sollte die Häufigkeit der Bohrungen im Verhältnis zum tatsächlichen Flächenanteil stehen. In Kap. 3.2.3 sind die erforderlichen Geländearbeiten und Aufnahmeparameter erläutert.

## 4. *Neukartierung aller landwirtschaftlich genutzten Flächen*

In seltenen Einzelfällen kann es vorkommen, dass die BFD5L-Daten für die NAG-Ermittlung grundlegend ungeeignet sind. Das kann bei stark generalisierten und noch nicht nachgeschätzten Gemarkungen der Fall sein oder bei Gemarkungen mit einem hohen Anteil an Hutungen, Streuwiesen oder Moorböden, für die es im Rahmen der BFD5L derzeit keine Auswertungsmethoden gibt, vorkommen. In diesen Fällen muss das Gebiet neu kartiert werden. Das Verfahren hierzu ist ebenfalls in Kap. 3.2.3 beschrieben.

In den Fällen 3 und 4 kann der erforderliche Arbeitsaufwand bei der Angebotsabgabe noch nicht vollumfänglich abgeschätzt werden. Die Angebote von Ingenieurbüros zur Ermittlung der NAG in Wasserschutzgebieten sollten deshalb einen Passus enthalten, der diesen Mehraufwand, der erst im Laufe der Bearbeitung abgeschätzt werden kann, nachträglich ermöglicht.

### 3.2.3 Überprüfung und Ergänzung der Bodenschätzung – Aufnahme im Gelände

Ziel der Geländearbeiten ist es, bestehende Klassenzeichen der Bodenschätzung zu kontrollieren bzw. neue Klassenzeichen zu vergeben. Hierzu müssen die fraglichen Klassenflächen bzw. die Flächen ohne Bewertung kartiert werden. Die **Beschreibung der Bohrpunkte** kann entweder als **vereinfachte Schätzungsbeschreibung** oder nach **Erfassungsstandard Boden/Bodenschutz** (in **vereinfachter Form**) des HLNUG erfolgen. Durch die **Vergabe** eines zur Bohrpunktbeschreibung passenden **Klassenzeichens** werden für die Klassenfläche eine gültige **NAG-Stufe** sowie eventuelle **Zuschläge** abgeleitet (vgl. Kap. 3.2.4 und Tab. 2).

Das **HLNUG** stellt für die **Dokumentation und Kontrolle der Bohrpunkte** die **Excel-Datei nag\_bohrpunkte.xlsx** (<https://www.hlnug.de/?id=12940>) zur Verfügung, die vom Auftragnehmer zu verwenden ist. Die

Excel-Datei bietet Begriffslisten als Eingabehilfen sowie die automatische Berechnung der NAG-Stufe an und zwar sowohl aufgrund der Klassenzeichen als auch – bei Verwendung der vereinfachten Beschreibung nach Erfassungsstandard – aufgrund der Bohrpunkte. Auf beiden Wegen kann die NAG-Stufe ermittelt werden, wobei die Ableitung über das Klassenzeichen vorrangig ist. Für die Ableitung aus dem Klassenzeichen ist der methodische Ablauf in Kap. 3.2.4 beschrieben.

Wichtig ist, dass die aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung abgeleitete NAG-Stufe nicht zwangsläufig mit der über die vereinfachte Beschreibung nach Erfassungsstandard abgeleiteten NAG-Stufe identisch sein muss. Es handelt sich um zwei unterschiedliche Verfahren. Die Profilbeschreibung des Bohrpunktes dient dazu, die Geländearbeiten zu dokumentieren und zu überprüfen. Sie soll inhaltlich zum Klassenzeichen passen. Die NAG-Stufe kann aus methodischen Gründen nicht automatisiert aus der vereinfachten Schätzungsbeschreibung berechnet werden. Eine Erläuterung sowie **Arbeitsanleitung zur Excel-Datei *nag\_bohrpunkte.xlsx*** findet sich ebenfalls unter dem oben angegebenen Link.

Falls der Auftragnehmer aus darzulegenden Gründen die Excel-Datei *nag\_bohrpunkte.xlsx* nicht verwendet, müssen dennoch die Profilbeschreibungen der Bohrpunkte und die daraus abgeleiteten Klassenzeichen und NAG-Stufen dokumentiert werden. Dies hat im gleichen Layout und mit den gleichen Begrifflichkeiten und Einheiten, wie in der Excel-Vorlage dargelegt, zu erfolgen. Die Daten müssen dem HLNUG zur Kontrolle übergeben werden.

**Folgende Parameter müssen – soweit möglich – bis 1 m Bodentiefe horizontweise dokumentiert werden:**

**a) Entweder eine vereinfachte Schätzungsbeschreibung mit**

- Bohrpunktnummer
- Wurzelraum (maximal 12 dm)
- Horizontuntergrenze
- Horizontsymbol
- Feinbodenart nach Bodenschätzung in vereinfachter Form (nur die Bodenarten des Ackerschätzungsrahmens)
- Grobbodengehalt in Vol.-%
- Eisenschuss (oxydative Merkmale der Hydromorphie) nach Bodenschätzung (5 Stufen)
- Bleichung (reduktive Merkmale der Hydromorphie) nach Bodenschätzung (5 Stufen)
- Humusgehalt
- Kalkgehalt

**b) oder eine vereinfachte Beschreibung nach Erfassungsstandard Boden/Bodenschutz HLNUG mit**

- Bohrpunktnummer
- Bodentyp nach KA5
- Wurzelraum (maximal 12 dm)
- Horizontuntergrenze
- Horizontsymbol
- Feinbodenart

- Grobbodenanteil
- Humusgehalt
- Carbonatgehalt
- geschätzte Trockenrohddichte

Wenn Flächen aufgenommen werden, die noch nicht von der Bodenschätzung erfasst waren, muss für diese Flächen ein Klassenzeichen (KLZ) nach Bodenschätzung vergeben werden. Bei der Überprüfung von Flächen mit einer Bodenschätzung vor 2003, wird dagegen nur dann ein „neues“ KLZ vergeben, wenn es aufgrund des Geländebefundes vom ursprünglichen KLZ abweicht.

Klassenzeichenänderungen, die sich bei der Überprüfung eines KLZ an einem Bohrpunkt ergeben, müssen immer auch auf ihre Relevanz für nicht überprüfte benachbarte Flächen und/oder Flächen mit gleichem Klassenzeichen bewertet werden, damit die Bodenschätzung nicht nur „selektiv“ geändert wird. Dies gilt gleichermaßen für gutachterlich vergebene Zuschläge zur NAG-Stufe.

Relevante Abweichungen (z. B. bei Abweichungen der FK- bzw. NAG-Stufe) müssen in der Bohrpunktdokumentation erläutert oder es muss auf eine Stelle im Gutachtentext mit entsprechenden Erläuterungen verwiesen werden.

Wenn systematische Abweichungen auftreten, muss ein geeigneter, gutachterlich begründeter Lösungsweg für die umfassende Überarbeitung der Bodenschätzung gefunden und dokumentiert werden. Ein in diesen Fällen zu erstellendes Konzept für eine systematische Überarbeitung der Bodenschätzung, kann im Vorfeld mit dem HLNUG abgestimmt werden.

Wenn auch eine umfassende Überarbeitung der Bodenschätzung nicht zielführend erscheint, müssen die Gründe dafür dargelegt werden. Es muss dann eine vollständige Neukartierung des Gebietes erfolgen (vgl. Punkt 4 in Kapitel 3.2.2). Die dabei erhobenen Bohrpunkte sind ausschließlich in der oben beschriebenen vereinfachten Form nach Erfassungsstandard Boden/Bodenschutz HLNUG in der Tabelle *nag\_bohrpunkte.xlsx* zu dokumentieren, in der dann auch die NAG-Stufen automatisiert berechnet werden. Auch die Zuschläge zur NAG-Stufe sind in dieser Excel-Tabelle zu dokumentieren und werden bei der NAG-Berechnung berücksichtigt. Die Vorgehensweise ist aus dem Merkblatt zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen (HLfB 1996) abzuleiten.

Das Merkblatt steht unter <https://www.hlnug.de/?id=12940> zum Download zur Verfügung.

### **Übernahme von Bodenschätzungsdaten benachbarter Flächen**

Die Bodenschätzungsangaben – insbesondere das Klassenzeichen – benachbarter Flächen können auf Flächen mit Datenlücken übertragen werden. Dies kann erfolgen, wenn die bestimmenden Grablöcher eine vergleichbare Horizontfolge, gleiche bodenbildende Substrate und eine vergleichbare Reliefsituation aufweisen, wie die Profilbeschreibungen der Bohrungen der Flächen ohne Bodenschätzung.

### 3.2.4 Ableitung der NAG-Stufe

Wie in Kap. 2.2 und Kap. 2.3 beschrieben, wird in der BFD5L-Auswertung die NAG zunächst auf Basis der FK abgeleitet. Die **FK-Auswertung** beruht dabei auf dem Klassenzeichen der Bodenschätzung und ist aus folgenden Teilmethoden aufgebaut (m151, m77, m100):

- Feldkapazität des Bodens, FK-Faktoren (m151):
- Feldkapazität des Bodens, FK-Berechnung (mm) (m77):
- Feldkapazität des Bodens, Klassifizierung (m100):

Im nächsten Schritt werden folgende Teilmethoden der **NAG-Ableitung** angewendet:

- NAG-Stufe (potenzielle Nitrataustragsgefährdung) (m233)
- Profilauswertung: Nmo oder Mo in Schicht (m225)
- NAG-Stufe aus FK-Klassifizierung (m221)
- NAG-Stufe aus FK-Klassifizierung, Zuschläge (m232)

In der Methodendokumentation zur bodenfunktionsbezogenen Auswertung von Bodenschätzungsdaten unter <https://www.hlnug.de/?id=8417> sind alle Methoden einzeln erläutert und durch die Methodenummer eindeutig identifizierbar.

Abschließend wird die abgeleitete NAG in Beziehung gesetzt zur Stufe der **Klimatischen Wasserbilanz** auf Basis des gewichteten Mittelwertes für den Bezugszeitraum 1981-2010 (m289), um die endgültige NAG-Stufe zu erhalten (vgl. Anhang 1).

Die **Berechnungen** für die FK- und NAG-Klassifizierung erfolgen **automatisiert** im Excel-Werkzeug *nag\_bohrpunkte.xlsx*, wie in Kap. 3.2.3 beschrieben. Die Werte für die Methoden m225 und m232 müssen vom Gutachter ermittelt und eingetragen werden.

## 4 Bewertung der mittleren Nitrataustragsgefährdung für die Nutzungspartellen

Für die praktische landwirtschaftliche Anwendung der Auswertungsergebnisse von Bodenschätzung und -kartierung hinsichtlich der Nitrataustragsgefährdung im Sinne des Grundwasserschutzes ist, solange eine teilflächenspezifische Bewirtschaftung nicht flächendeckend realisiert ist, eine Bewertung der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung jeder Nutzungspartelle notwendig. Nur so können gezielte, die Landnutzung betreffende, Bewirtschaftungsvorgaben und -maßnahmen in der landwirtschaftlichen Praxis mit vertretbarem Aufwand umgesetzt werden.

Die einheitliche Bewertung der einzelnen Partellen stellt also einen Kompromiss zwischen den oft sehr kleinräumig wechselnden natürlichen Bodeneigenschaften und der praktischen Landbewirtschaftung dar. Hierzu wurden die Flächenanteile der in einer Partelle (Grundlage: Katasterpartellen, ALKIS®) liegenden Gefährdungsstufen ermittelt. Die meisten Partellen erhalten den flächengewichteten Mittelwert der auf ihrer Fläche vertretenen Nitrataustragsgefährdungsstufen (vgl. Beispiel 1 in Abb. 2). Nimmt jedoch die jeweils höchste Austragsgefährdungsstufe einer Fläche mehr als 40 % der Partellenfläche ein, so wird die gesamte Fläche aus Gründen eines effizienten Grundwasserschutzes dieser höchsten Stufe zugeordnet (vgl. Beispiel 2 in Abb. 2). Liegen zwei oder mehr Stufen zusammen über dem flächengewichteten Mittel und ergeben in ihrer Summe über 40 % Flächenanteil, so wird auch hier die gesamte Fläche der nächsthöheren NAG-Stufe zugeordnet (vgl. Beispiel 3 und 4 in Abb. 2).

Bei- spiel	Flächenanteil (%) der NAG der Bodeneinheiten in der Partelle					Flächenge- wichtetes Mittel	gerundetes flächenge- wichtetes Mittel	NAG-Stufe mit Zuschlag durch Stufen- summier- ung
	1	2	3	4	5			
1	0	40	30	30	0	2,9	3	3
2	0	30	20	41	0	3,0	3	4
3	0	40	19	31	10	3,1	3	4
4	45	14	10	16	15	2,4	2	3

Abb. 2: Beispiele zur Berechnung der Nitrataustragsgefährdung der Nutzungspartellen

## 5 Verfahrensschritte, Karten und Dokumentation

### Verfahrensschritte:

Vor Beginn der örtlichen Geländeaufnahmen ist auf Einladung des Begünstigten des Wasserschutzgebietes eine **Informationsveranstaltung** unter Beteiligung der zuständigen Oberen Wasserbehörde durchzuführen. Hierauf kann dann verzichtet werden, wenn nur geringe Geländeaufnahmen zur Überprüfung der vorhandenen Bodenschätzung erforderlich sind. Nach Fertigstellung des NAG-Gutachtens und Erstellung der Gutachtenkarten, wie nachfolgend aufgeführt, sind diese in zweifacher Ausfertigung über die Obere Wasserbehörde dem HLNUG (einfache Ausfertigung) zur Freigabe vorzulegen. Nach erfolgter Freigabe ist auf Einladung des Begünstigten des Schutzgebietes mit dem gleichen Personenkreis, wie zu Beginn der Kartierung, erneut eine Informationsveranstaltung durchzuführen. Sofern bei dieser Veranstaltung seitens der Landwirte berechnete Zweifel an einzelnen Einstufungen der Böden geäußert und vom beauftragten Ingenieurbüro nicht ausgeräumt werden können, ist gemeinsam mit der Oberen Wasserbehörde, dem Ingenieurbüro und dem/den Landwirt/en die Fragestellung örtlich zu überprüfen. Die Angebote der Ingenieurbüros müssen diesen Sachverhalt berücksichtigen.

Zur Festsetzung des Wasserschutzgebietes sind im Rahmen der Grundlagenerstellung folgende **Unterlagen** in mehrfacher Ausfertigung (Anzahl ist im Einzelfall festzulegen) in Abstimmung mit der zuständigen Oberen Wasserbehörde zu liefern:

### Gutachten zur Nitrataustragsgefährdung (NAG-Gutachten):

- NAG-Gutachten (Text)
- Karte mit den Klassenflächen und -inhalten der amtlichen Bodenschätzung sowie ggf. der Lage der Bohrpunkte aus der Überprüfung der Bodenschätzung (vgl. Anhang 2)
- Karte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung abgeleitet aus der Bodenschätzung auf Basis der BFD5L-Methode m238 mit ggf. Kennzeichnung von Flächen mit Besonderheiten (vgl. Anhang 3)
- ggf. Karte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung abgeleitet aus der Bodenschätzung auf Basis der BFD5L-Methoden mit den Bohrpunkten aus der Überprüfung/Ergänzung der Bodenschätzung und den Anpassungen, die sich aus der Überprüfung ergeben (nur bei Fällen, bei denen eine Überprüfung durchgeführt wurde) (vgl. Anhang 4)
- Karte der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung der Nutzungspartellen (vgl. Anhang 5)
- Bohrpunktdokumentation mit Bohrpunktnummer, Punktbeschreibung, FK-Klasse, NAG-Stufe und Zuschlägen (vgl. Anhang 8)

### Unterlagen für den Verordnungsentwurf:

- Karte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung der Böden auf Basis der BFD5L mit den Änderungen aus der Überprüfung der Bodenschätzung (inkl. Gemarkungs-, Flur-, Flurstücks- und Bodenklassengrenzen, wobei Gemarkungs- und Flurgrenzen zusätzlich in einer Übersichtskarte enthalten sind) (vgl. Anhang 6)

- Karte der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung, Bezug: Katasterparzellen (inkl. Gemarkungs-, Flur- und Flurstückgrenzen, wobei Gemarkungs- und Flurgrenzen zusätzlich in einer Übersichtskarte enthalten sind) (vgl. Anhang 7)
- Liste der landwirtschaftlichen Nutzungsberechtigten im Schutzgebiet mit Zuordnung der Katasterparzellen (Recherche beim Fachbereich/Fachdienst Landwirtschaft bei den Kreisen, bei Ortslandwirten etc.)

**Zusätzliche Unterlagen zur Kontrolle durch das HLNUG:**

- Dokumentation der Bohrpunkte bei Bodenkartierungen im Excel-Werkzeug *nag\_bohrpunkte.xlsx* (vgl. Kap. 3.2.3)

Die Beschriftung in Karten muss lesbar und eindeutig zuzuordnen sein. Beispielkarten für die aufgelisteten zu erstellenden Karten finden sich in Anhang 2 bis Anhang 7.

## 6 Literatur

- Ad-hoc-AG Boden (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung. – 5. Aufl.: 438 S., 41 Abb., 103 Tab.; Hannover.
- BMF – Bundesministerium für Finanzen (1996): Arbeitsanleitung „Neues Feldschätzungsbuch“. OFD-Vfg. S 3380 A-10-St II 5 vom 22.11.1996. Bonn.
- DIN 19732: Bodenbeschaffenheit – Bestimmung des standörtlichen Verlagerungspotentials von nichtsorbierten Stoffen. – DIN 19732:2011-10. Berlin (Beuth Verlag GmbH).
- FRIEDRICH, K., GOLDSCHMITT, M., KRZYZANOWSKI, J., MILLER, R., PETER, M., SAUER, S., SCHMANKE, M. & VORDERBRÜGGE, T. (2008): Großmaßstäbige Bodeninformationen für Hessen und Rheinland-Pfalz – Auswertung von Bodenschätzungsdaten zur Ableitung von Bodenfunktionen und -eigenschaften. – 64 S., 31 Abb., 17 Tab.; Wiesbaden (Hess. L.-Amt Umwelt Geol.).  
URL: [https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/Bodenschaeztung/sonderheft\\_BS\\_08.pdf](https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/boden/Bodenschaeztung/sonderheft_BS_08.pdf)
- HLfB – Hessisches Landesamt für Bodenforschung (1996): Merkblatt: Anleitung zur bodenkundlichen Kartierung landwirtschaftlich genutzter Flächen im Hinblick auf die potentielle Nitrataustragsgefährdung und ihre Darstellung in Karten des Maßstabes 1: 5.000. Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 13, 25.03.1996: 1001-1002; Wiesbaden.
- HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2017a): Bodenflächendaten Hessen 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). URL: <http://bodenviewer.hessen.de>
- HLNUG – Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie (2017b): Bodenflächendaten Hessen 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L).  
URL: <https://www.hlnug.de/?id=7707>
- HMUEJFG – Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Jugend, Familie und Gesundheit (1996): Verwaltungsvorschriften für die Festsetzung von Wasserschutzgebieten. Staatsanzeiger für das Land Hessen, Nr. 13, 25.03.1996: 987-1003, Wiesbaden.
- MILLER, R. & PETER, M. (2015): Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L) sowie ergänzender Bodenkartierungen. – Wasserschutzgebiete „Tiefbrunnen Naunstadt“ sowie „Tiefbrunnen Heinzenberg und Schürfungen Unteres und Oberes Quaidersbachtal“. – Im Auftrag der Gemeinde Grävenwiesbach: 41 S.
- PETER, M. & MILLER, R. (2012): Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). – Abschlussbericht zum Pilotprojekt „WSG Quelle Ohmes“ der Stadt Kirtorf. – Im Auftrag des Baugrund Instituts Dipl.-Ing. Knierim GmbH: 48 S.
- PETER, M. & MILLER, R. (2010a): Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). – Abschlussbericht zum Pilotprojekt „Quelle Meininghausen“. – Im Auftrag der Energie Waldeck-Frankenberg GmbH: 34 S.

- PETER, M. & MILLER, R. (2010b): Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). – Abschlussbericht zum Pilotprojekt „Tiefbrunnen Spieß“ der Gemeinde Bad Emstal. – Im Auftrag der Gemeinde Bad Emstal: 41 S.
- PETER, M. & MILLER, R. (2009): Ermittlung der Nitrataustragsgefährdung in Wasserschutzgebieten auf Grundlage von Auswertungen der Bodenflächendaten 1: 5.000, landwirtschaftliche Nutzfläche (BFD5L). – Abschlussbericht zum Pilotprojekt WSG Eschollbrücken/Pfungstadt. – Im Auftrag des Hessischen Landesamts für Umwelt und Geologie: 28 S.
- VORDERBRÜGGE, T., MILLER, R., PETER, M. & SAUER, S. (2005): Ableitung bodenphysikalischer Kennwerte aus dem Klassenzeichen der Bodenschätzung am Beispiel der Feldkapazität. – Mitt. Dt. Bodenkundl. Ges., 107 (2): 531–532; Oldenburg.

## 7 Anhang

- Anhang 1: Methodendokumentation der Methode m283 der BFD5L „Auswertung zu Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung“ mit Verlinkungen zu Eingangsdaten und Teilmethoden
- Anhang 2: Beispielkarte der Klassen der amtlichen Bodenschätzung mit den Bohrpunkten aus der Überprüfung/Ergänzung der Bodenschätzung
- Anhang 3: Beispielkarte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung auf Basis der BFD5L-Daten
- Anhang 4: Beispielkarte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung auf Basis der BFD5L-Daten mit den Bohrpunkten sowie den Änderungen aus der Überprüfung/Ergänzung der Bodenschätzung
- Anhang 5: Beispielkarte der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung bezogen auf die Nutzungsparzellen
- Anhang 6: Beispielkarte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung auf Basis der BFD5L-Daten mit den Änderungen aus der Überprüfung/ Ergänzung der Bodenschätzung für den Verordnungsentwurf (inkl. Gemarkungs-, Flur-, Flurstücks- und Bodenklassengrenzen)
- Anhang 7: Beispielkarte der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung, Bezug: Katasterparzellen; für Verordnungsentwurf (inkl. Gemarkungs-, Flur- und Flurstücksgrenzen)
- Anhang 8: Beispiel für eine Bohrpunktdokumentation mit Bohrpunktnummer, Punktbeschreibung, FK-Klasse, NAG-Stufe und Zuschlägen

**Anhang 1:** Methodendokumentation der Methode m283 der BFD5L „Auswertung zu Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung“ mit Verlinkungen zu Eingangsdaten und Teilmethoden (<https://www.hlnug.de/?id=8417>)

## Auswertung zu Unterstützung der Wasserschutzgebietskartierung

<b>Methoden-ID</b>	283
<b>Bearbeiter</b>	HLNUG
<b>verantwortlicher Bearbeiter</b>	
<b>Eingangsdaten</b>	Methode 233: <a href="#">NAG-Stufe (potenzielle Nitrataustragsgefährdung)</a> Methode 289: <a href="#">Klimatische Wasserbilanz 1981-2010, klassifiziert</a>
<b>Erläuterung</b>	
<b>Beschreibung</b>	Die Methode stellt verschiedene Auswertungsergebnisse zur Unterstützung der Bestimmung der Nitrataustragsgefährdungsklasse zusammen und wird nur im Zuge der Wasserschutzgebietskartierung an Externe abgegeben. Für die Datenabgabe wird der Wert des aus den verschiedenen Eingangsmethoden zusammengesetzten Ergebnisses wieder in mehrere Spalten aufgespaltet, was eine getrennte Darstellung der Eingangsmethoden ermöglicht. Die direkte Darstellung des zusammengesetzten Ergebniswertes ist nicht sinnvoll.

### Ablauf der Teilmethoden

<b>1. Auswertung zu Unterstützung der WSG-Kartierung, ohne NAG</b>	
<b>Beschreibung</b>	Wenn kein Wert für NAG eingetragen ist, das heißt, dass die FK-Stufe nicht berechnet wurde und es sich nicht um ein Moor-Klassenzeichen mit Moor-Angabe im Schichtbeschrieb gehandelt hat, wird der Ausgabewert über den Wert des Ausschlusskriteriums bestimmt (z.B. -2 für HU und STR). Weiterhin sind die Stufe der klimatischen Wasserbilanz und eine Code-Kombination der speziellen Auswertungen zur Bestimmung des NAG-Zuschlags enthalten. Der Wertebereich der Ergebnisse liegt immer im negativen Bereich zwischen -1100 und -3431.
<b>Auswahl</b>	Schätzungsbuch (Methodenergebnisse der Kopfdaten): Nummer der Methode = (233) und Wert = (<1)
<b>Eingangsdaten</b>	<a href="#">Profilauswertung: Nmo oder Mo in Schicht</a> , Wert [T1.WERT], <a href="#">Profilauswertung: amo in Schicht</a> , Wert [T2.WERT], <a href="#">Profilauswertung: T, l3 oder L, t3 in 1. Schicht</a> , Wert [T3.WERT], <a href="#">Profilauswertung: z1</a> , Wert [T4.WERT], <a href="#">Profilauswertung: Al z2</a> , Wert [T5.WERT] <a href="#">Klimatische Wasserbilanz 1981-2010, klassifiziert</a> , Wert [T6.WERT]
<b>Berechnung</b>	$(T0.WERT*1000)-((T6.WERT*100)+(T1.WERT*16)+(T2.WERT*8)+(T3.WERT*4)+(T4.WERT*2)+(T5.WERT))$

<b>2. Auswertung zu Unterstützung der WSG-Kartierung, ohne FK</b>	
<b>Beschreibung</b>	Nachdem im ersten Schritt alle Beschriebe ohne NAG-Stufe ausgewählt wurden bleiben durch die Selektion der Beschriebe ohne FK-Stufe nur diejenigen Beschriebe übrig, für die auch ohne Angabe einer FK-Stufe eine NAG-Stufe bestimmt wurde. Hierbei handelt es sich um Moor-Klassenzeichen mit Moor-Angabe in der Bodenart des Schichtbeschriebs. Die Ausgabewerte liegen alle im 5000er Bereich und enthalten neben der NAG-Stufe die Stufe der klimatischen Wasserbilanz und eine Code-Kombination der speziellen Auswertungen zur Bestimmung des NAG-Zuschlags.
<b>Auswahl</b>	Schätzungsbuch (Methodenergebnisse der Kopfdaten): Nummer der Methode = (100) und Wert = (<1)
<b>Eingangsdaten</b>	<u>NAG-Stufe (potenzielle Nitrataustragsgefährdung)</u> , Wert [T1.WERT], <u>Profilauswertung: Nmo oder Mo in Schicht</u> , Wert [T2.WERT], <u>Profilauswertung: amo in Schicht</u> , Wert [T3.WERT], <u>Profilauswertung: T,I3 oder L,t3 in 1. Schicht</u> , Wert [T4.WERT], <u>Profilauswertung: z1</u> , Wert [T5.WERT], <u>Profilauswertung: Al z2</u> , Wert [T6.WERT] <u>Klimatische Wasserbilanz 1981-2010, klassifiziert</u> , Wert [T7.WERT]
<b>Berechnung</b>	$(T1.WERT*1000)+(T7.WERT*100)+(T2.WERT*16)+(T3.WERT*8)+(T4.WERT*4)+(T5.WERT*2)+(T6.WERT)$
<b>3. Auswertung zu Unterstützung der WSG-Kartierung, mit NAG und FK</b>	
<b>Beschreibung</b>	Der Wert von Beschrieben, für die sowohl ein Wert für die NAG-Stufe wie auch für die FK-Stufe eingetragen ist, enthält als 4-stellige Kombination die NAG-Stufe, die Stufe der klimatischen Wasserbilanz und eine Code-Kombination der speziellen Auswertungen zur Bestimmung des NAG-Zuschlags.hieraus ergeben sich Werte zwischen 1100 und 5431. Dieser Zahlenkombination wird noch der gerundete FK-Wert in mm vorangestellt woraus sich dann 5- oder 6-stellige Endergebnisse .
<b>Eingangsdaten</b>	<u>NAG-Stufe (potenzielle Nitrataustragsgefährdung)</u> , Wert [T1.WERT], <u>Feldkapazität des Bodens, FK-Berechnung (mm)</u> , Wert [T2.WERT], <u>Profilauswertung: Nmo oder Mo in Schicht</u> , Wert [T3.WERT], <u>Profilauswertung: amo in Schicht</u> , Wert [T4.WERT], <u>Profilauswertung: T,I3 oder L,t3 in 1. Schicht</u> , Wert [T5.WERT], <u>Profilauswertung: z1</u> , Wert [T6.WERT], <u>Profilauswertung: Al z2</u> , Wert [T7.WERT] <u>Klimatische Wasserbilanz 1981-2010, klassifiziert</u> , Wert [T8.WERT]
<b>Berechnung</b>	$(T1.WERT*1000)+(ROUND(T2.WERT,0)*10000)+(T8.WERT*100)+(T3.WERT*16)+(T4.WERT*8)+(T5.WERT*4)+(T6.WERT*2)+(T7.WERT)$

## Legende

M283\_MIX

 MIX\_STUFE > 0

NAG-Stufe (ohne Klima)

M233\_STUFE

 -3: Moore ohne Moor in der Schichtbodenart

 -2: Hutung/Streuwiese

 1: sehr gering

 2: gering

 3: mittel

 4: hoch

 5: sehr hoch

M283\_FK\_KA4-KLASSEN

FKMM

 0

 1: 1 bis 130 mm

 2: 131 bis 260 mm

 3: 261 bis 390 mm

 4: 391 bis 520 mm

 5: > 521 mm

KWB-Stufe

M289\_STUFE

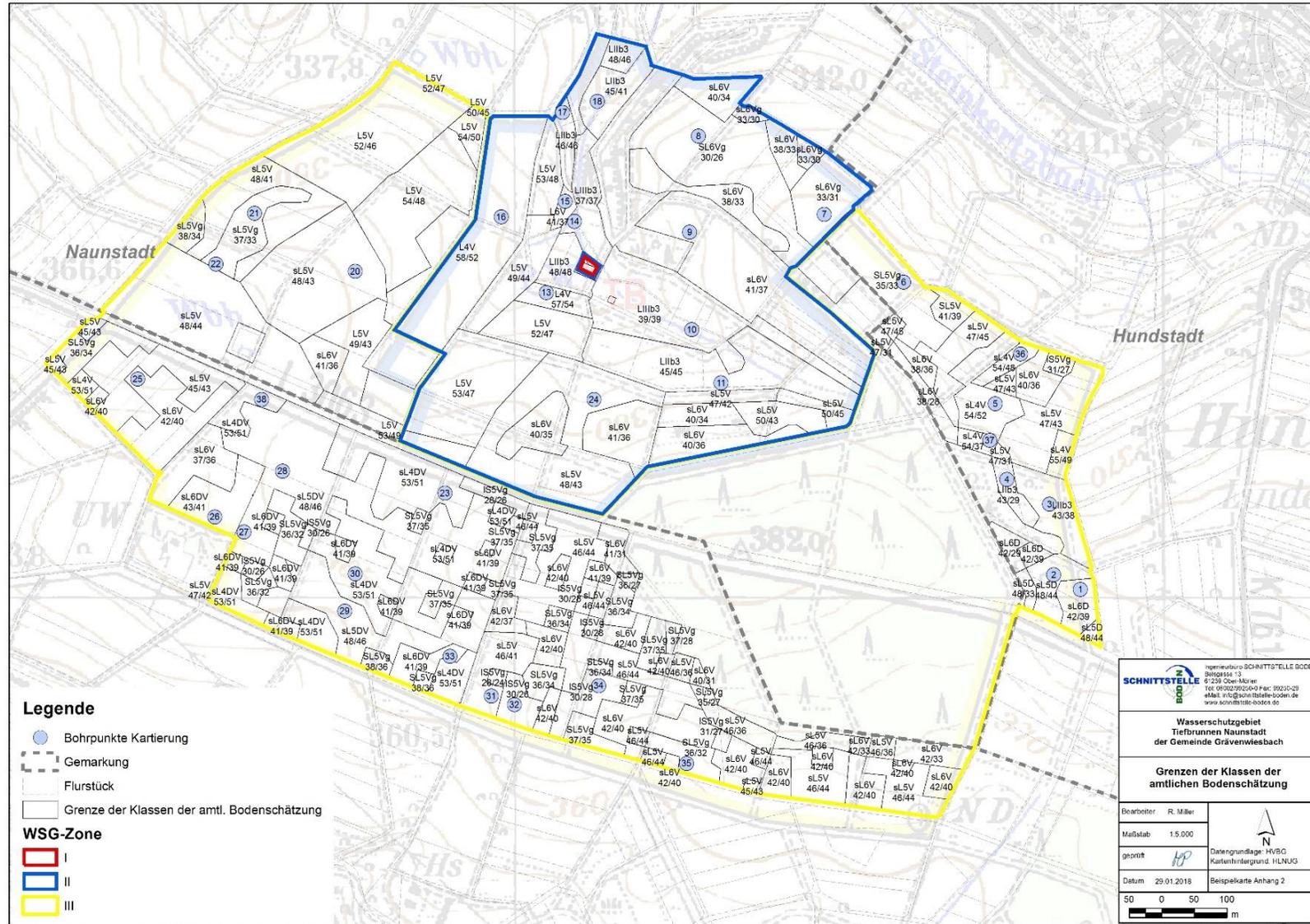
 1:  $\leq 100$  mm/a

 2:  $> 100$  bis  $\leq 200$  mm/a

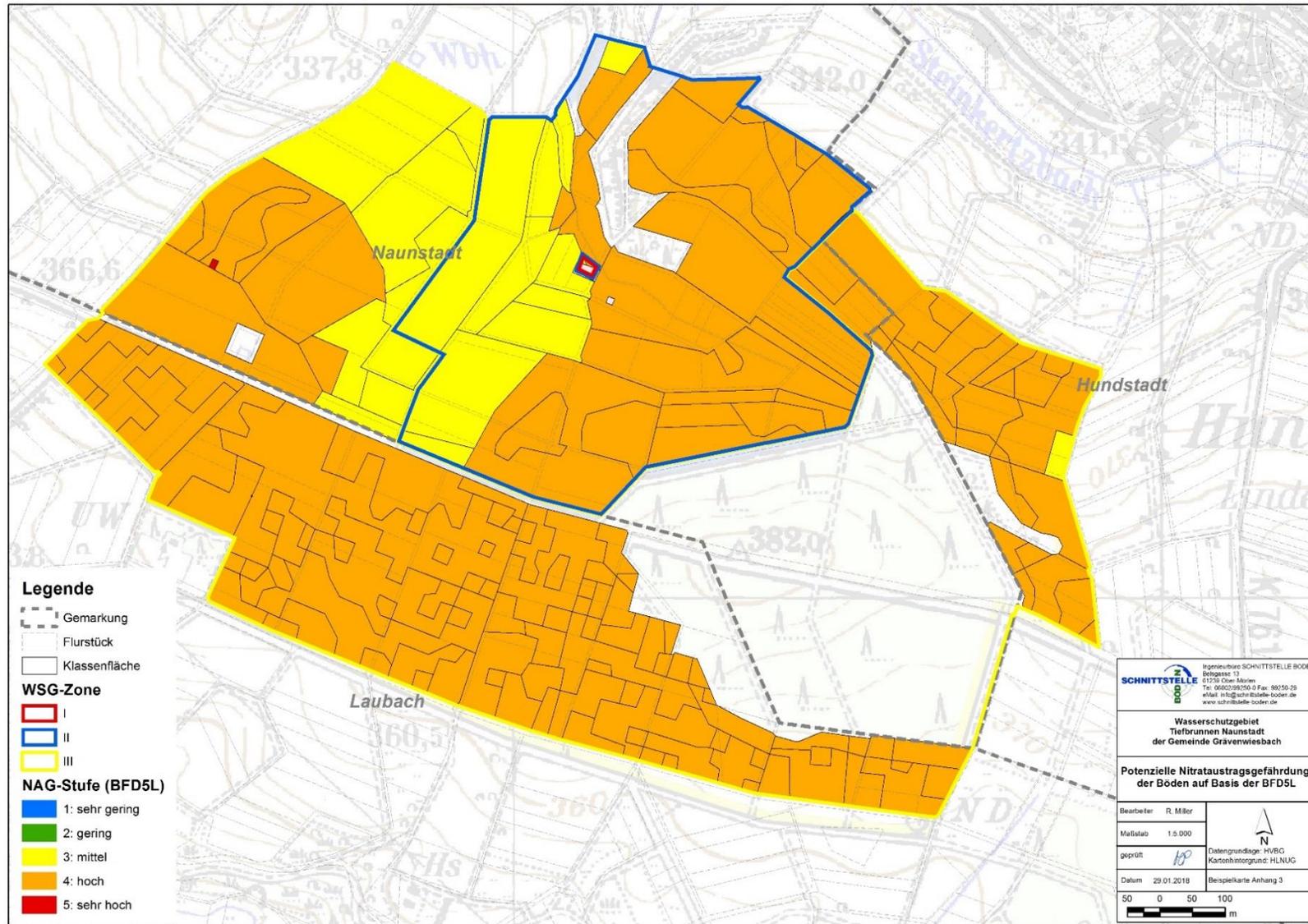
 3:  $> 200$  bis  $\leq 300$  mm/a

 4:  $> 300$  mm/a

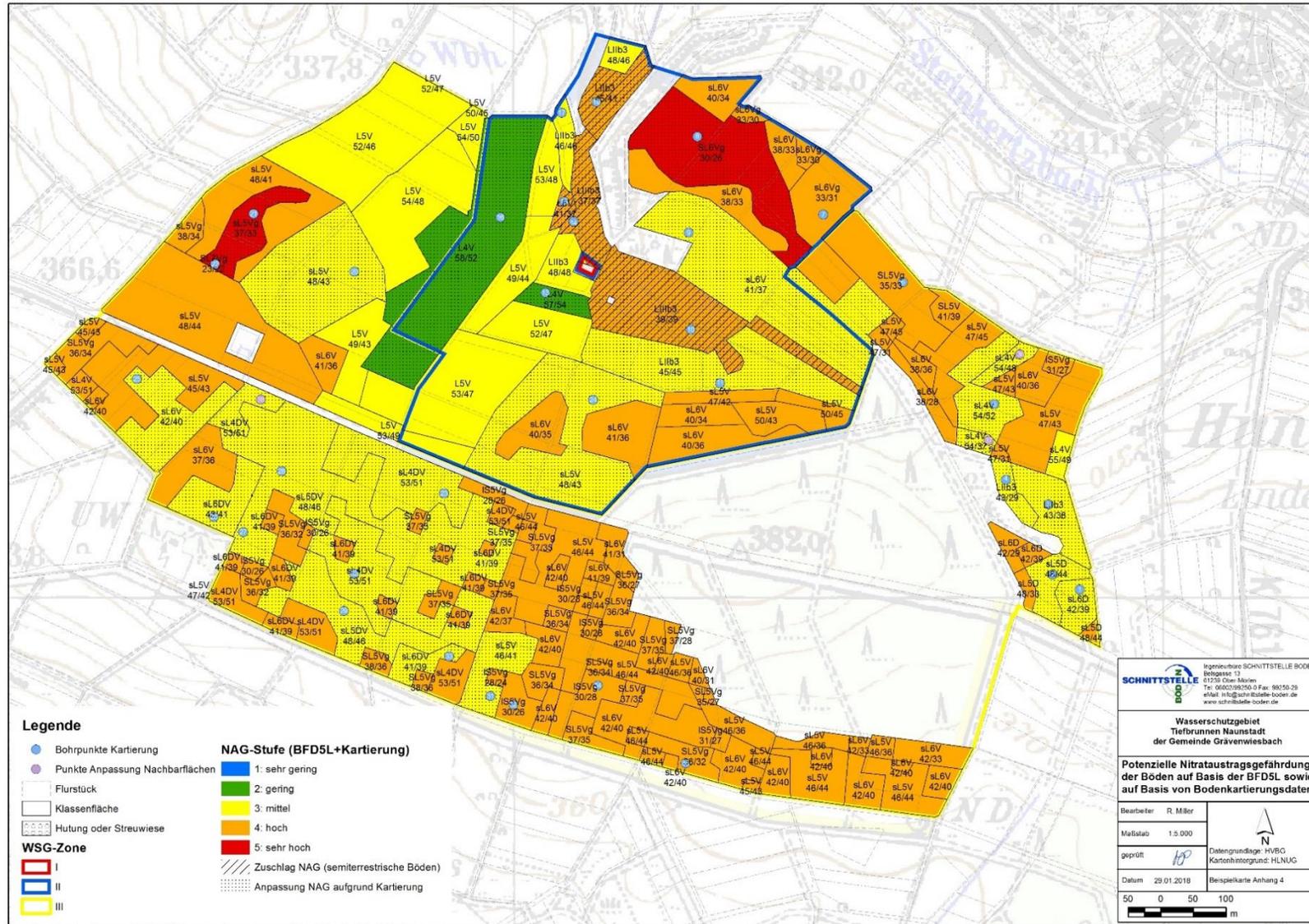
**Anhang 2:** Beispielkarte der Klassen der amtlichen Bodenschätzung mit den Bohrpunkten aus der Überprüfung/Ergänzung der Bodenschätzung



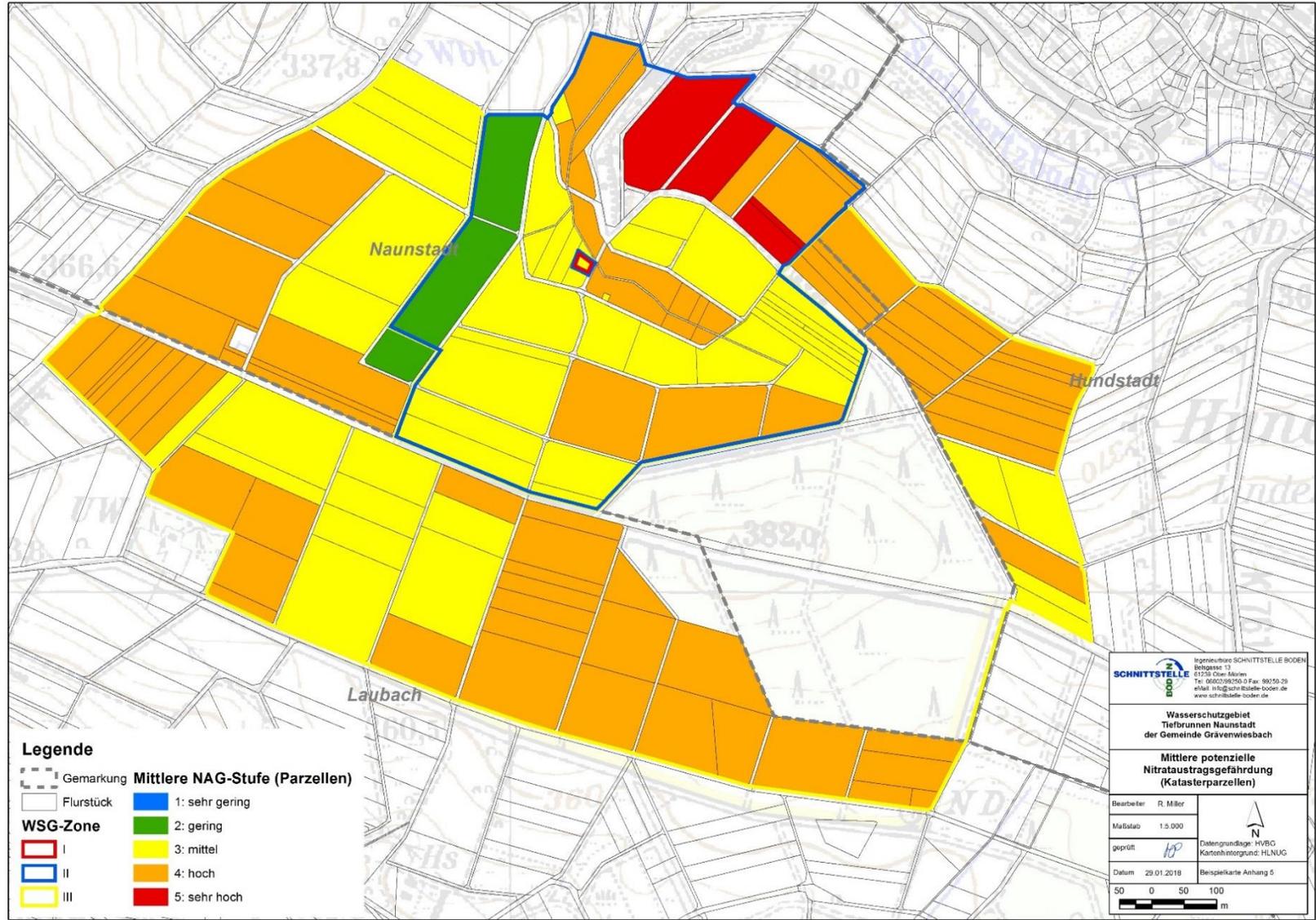
**Anhang 3:** Beispielkarte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung auf Basis der BFD5L-Daten



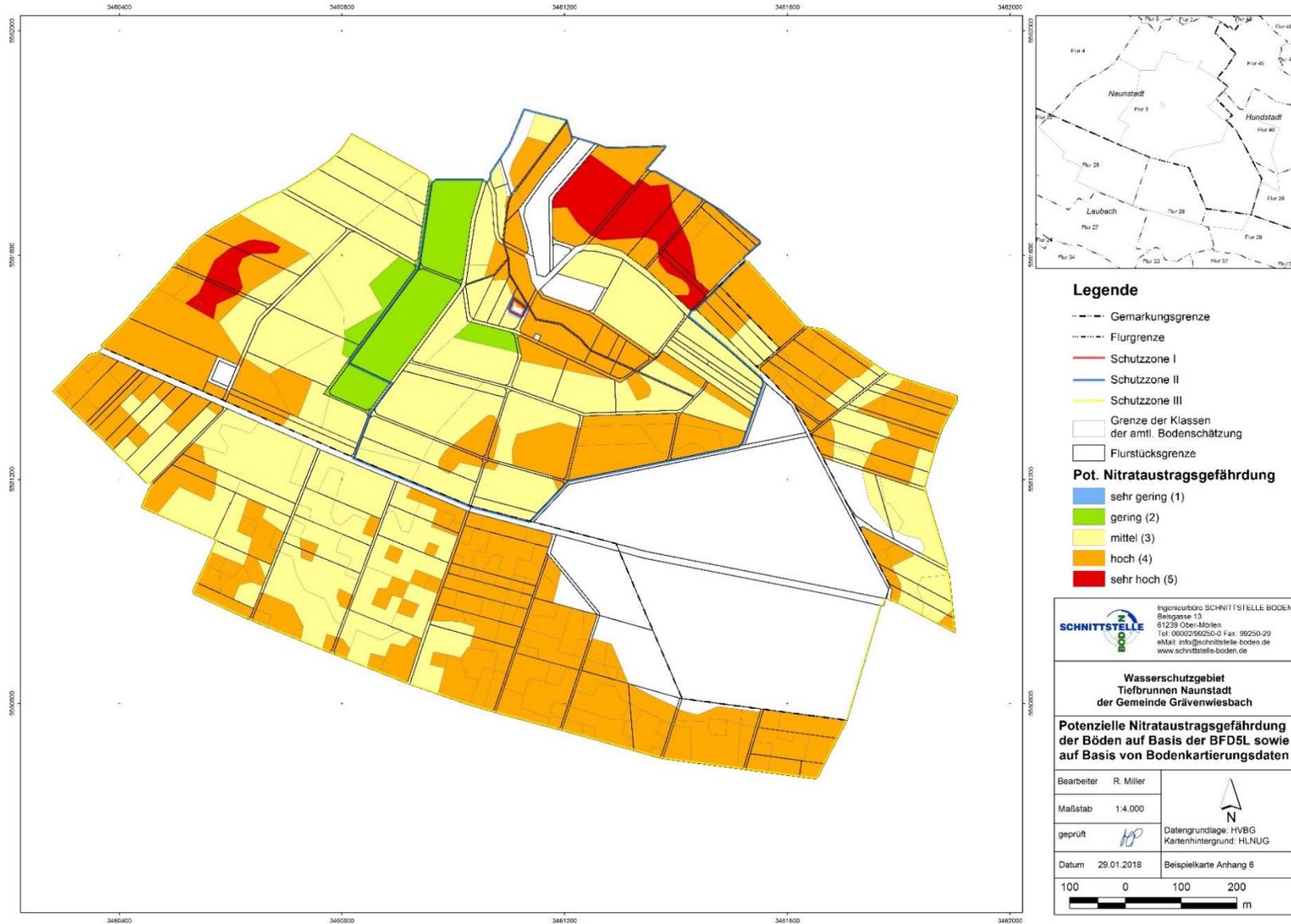
**Anhang 4:** Beispielkarte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung auf Basis der BFD5L-Daten mit den Bohrpunkten sowie den Änderungen aus der Überprüfung/Ergänzung der Bodenschätzung



**Anhang 5:** Beispielkarte der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung bezogen auf die Nutzungsparzellen



**Anhang 6:** Beispielkarte der potenziellen Nitrataustragsgefährdung auf Basis der BFD5L-Daten mit den Änderungen aus der Überprüfung/Ergänzung der Bodenschätzung für den Verordnungsentwurf (inkl. Gemarkungs-, Flur-, Flurstücks- und Bodenklassengrenzen)



**Anhang 7:** Beispielkarte der mittleren potenziellen Nitrataustragsgefährdung, Bezug: Katasterparzellen; für Verordnungsentwurf (inkl. Gemarkungs-, Flur- und Flurstücksgrenzen)

