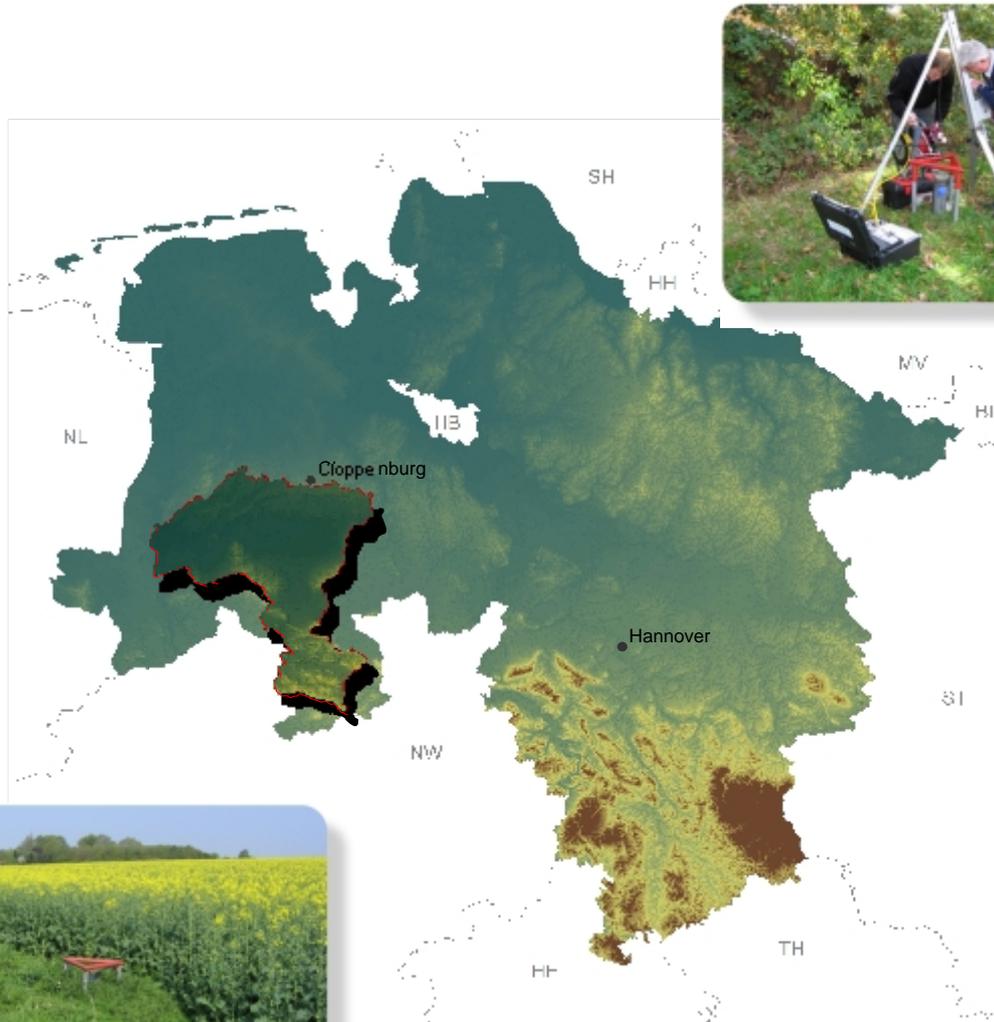




Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Regionalbericht für das Hase-Einzugsgebiet

Darstellung der Grundwassersituation



Niedersachsen



Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

**Regionalbericht
für das Hase-Einzugsgebiet**

**Darstellung der
Grundwassersituation**



Niedersachsen

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Der vorliegende Bericht wurde erarbeitet durch:

Dr. Christian Federolf, NLWKN Direktion ehem. Betriebsstelle Cloppenburg

Autoren:

Dr. Christian Federolf, NLWKN Direktion
Georg Kühling, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg
Annette Kayser, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

Mit Unterstützung durch:

Christel Karfusehr, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg
Ralf te Gempt, NLWKN Betriebsstelle Meppen
Dieter de Vries, NLWKN Betriebsstelle Aurich
Peter Wesemann, NLWKN Betriebsstelle Meppen
Bernd Stienken, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg
Anouchka Jankowski, NLWKN Betriebsstelle Hildesheim
Anke Wach, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

Koordinierung Grundwasserbericht Niedersachsen:

Dr. Christian Federolf, NLWKN Direktion

Bildnachweis:

NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg (Bild rechts oben auf dem Deckblatt)
NLWKN Betriebsstelle Meppen (Abb. 3)
Andreas Sawall, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg (Abb. 2, 8)
Annette Kayser, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg (Abb. 10)
Peter Göhrs, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg (Abb. 39, 45, Bild links unten auf dem Deckblatt)
Silke Hasse-Marquard, NLWKN Betriebsstelle Lüneburg (Abb. 31, 32)
Dr. Christian Federolf, NLWKN Direktion (Abb. 4, 5, 7, 11, 13, 14, 18-23, 28, 29, 35-38, 40, 46, 51-56, 90)

Federolf, C. M. J., Kayser, A., Kühling, G. (2012): Regionalbericht für das Hase-Einzugsgebiet. Darstellung der Grundwassersituation. Grundwasser Band 12. Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), 121 S., Norden/Cloppenburg.

1. Auflage: Dezember 2012, 500 Stück

Schutzgebühr: 5,00 € + Versand

Bezug:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Drüdingstr. 25
49661 Cloppenburg

Online verfügbar unter: http://www.nlwkn.niedersachsen.de/service/veroeffentlichungen_webshop/

Inhaltsverzeichnis

1.	Vorwort	1
2.	Einleitung	2
3.	Gewässerkundliche Rahmenbedingungen	2
3.1	Morphologischer und naturräumlicher Überblick	3
3.2	Entwicklungsgeschichte und geologischer Überblick	5
3.3	Grundwasser	8
3.4	Hydrogeologischer Überblick	8
3.5	Grundwasserneubildung	9
3.6	Grundwasserversalzung	12
3.7	Unterteilung des Gebietes nach der EG-WRRL	13
4.	Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen	16
4.1	Landwirtschaftliche Strukturen	16
4.2	Biogas und Flächennutzung	21
5.	Grundwasserschutz	27
5.1	Trinkwasserschutz	27
5.2	Wasserrahmenrichtlinie	37
5.2.1	Ergebnisse der erstmaligen Bewertung nach EG-WRRL	37
5.2.2	Bewirtschaftungsmaßnahmen	42
6.	Grundwasserbewirtschaftung	44
6.1	Grundwassermenge	44
6.2.	Trinkwasserversorgung	49
6.2.1	Öffentliche Trinkwasserversorgung	49
6.2.2	Entnahmesituation der Trinkwasserversorgung	51
7.	Grundwasserüberwachung	53
7.1	Aufbau der Messnetze	53
7.2	Verfilterung der Messstellen	55
8.	Grundwasserstandsentwicklung	56
8.1	Grundwasserganglinien	57
8.2	Analyse der Grundwasserstandsentwicklung	58
8.3	Aus- und Bewertungsmethodik	58
8.4	Ergebnisse der Grundwasserstandsdaten	60
8.4.1	Trendbetrachtung 20 Jahre	60
8.4.2	Trendbetrachtung 30 Jahre	60
8.5	Zusammenfassung Grundwasserstandsentwicklung	64

9.	Auswertung Grundwasserbeschaffenheit	65
9.1	Flächennutzung im Bereich der Grundwassermessstellen	65
9.2	Schwellen- und Grenzwerte in der Grundwasserüberwachung	67
9.3	Charakteristik der Grundwässer im Einzugsgebiet	68
9.4	Physiko-chemische Parameter	69
	9.4.1 Wasserhärte	69
	9.4.2 pH-Wert	72
9.5	Stickstoffhaltige Parameter	77
	9.5.1 Stickstoffkreislauf	77
	9.5.2 Nitrat	78
	9.5.2.1 Nitratgehalte im Locker- und Festgestein	80
	9.5.2.2 Aussagen zur Trendentwicklung der Nitratbelastung	85
	9.5.2.3 Nitratgehalte in Abhängigkeit von der Flächennutzung	87
	9.5.2.4 Fazit Nitrat	89
	9.5.3 Ammonium	89
	9.5.4 Nitrit	92
9.6	Sulfat	94
9.7	Chlorid	96
9.8	Kalium	100
9.9	Eisen	104
9.10	Aluminium	108
9.11	Schwermetalle	110
	9.11.1 Cadmium	111
	9.11.2 Nickel	113
9.12	Pflanzenschutzmittel und ihre Metabolite sowie Biozidprodukte	115
	9.12.1 Pflanzenschutzmitteluntersuchungen	115
	9.12.2 Ergebnisse der Pflanzenschutzmitteluntersuchungen	116
9.13	Zusammenfassung Grundwasserbeschaffenheit	117
10.	Literatur	119

1. Vorwort

Wasser ist unbestritten das wichtigste Lebensmittel und darüber hinaus Grundlage allen pflanzlichen, tierischen und menschlichen Lebens. Wasser und insbesondere Trinkwasser bedarf daher des besonderen Schutzes.

Im Einzugsbereich der Hase wird Trinkwasser zu 99 % aus dem Grundwasser gewonnen. Hieraus leitet sich die Bedeutung eines umfassenden Grundwasserschutzes im Hinblick auf die heutige wie auch die zukünftige Wasserversorgung ab. Grundwasser ist aber zahlreichen menschlichen (anthropogenen) Einwirkungen ausgesetzt. So werden heute zunehmend Verunreinigungen durch Schad- und Nährstoffe festgestellt. Schlagworte für Grundwasserbelastungen sind Nitrat, Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe und Pflanzenschutzmittel. Von besonderer Bedeutung im Einzugsgebiet der Hase ist die Belastung des Grundwassers mit Nitrat.

Die Kenntnis der Grundwasserbeschaffenheit und ihrer Veränderungen ist eine wichtige Voraussetzung für zielgerichtetes wasserwirtschaftliches Handeln. Ein allgemeines Ziel des Grundwasserschutzes ist es, das Grundwasser in weitgehend natürlicher Beschaffenheit für zukünftige Generationen zu bewahren. Deshalb muss das Grundwasser flächendeckend geschützt werden. Als ökologisches Leitbild wird die Erhaltung oder Wiederherstellung der ursprünglichen natürlichen (geogenen) Grundwasserbeschaffenheit angestrebt, da einmal verunreinigtes Grundwasser meist nur mit großem Aufwand wieder saniert werden kann.

Gesetze und Vorschriften haben unser Wasser - speziell das Grundwasser - nicht so vor menschlichen Einflüssen bewahren können, wie es notwendig gewesen wäre. Der vorliegende Bericht verdeutlicht, dass in einer großen Anzahl von Mess-

stellen des 1. Grundwasserstockwerkes hohe Nitratbelastungen zu verzeichnen sind. Diese Belastungen müssen weiterhin beobachtet werden.

Hierzu ist es wichtig, dass der Grundwasserschutz bereits an der Quelle beginnt, damit Belastungen gar nicht erst entstehen können. Unverzichtbares Prinzip des Gewässerschutzes ist und bleibt daher die „Vorsorge“.

Im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes betreibt der Gewässerkundliche Landesdienst (GLD) des NLWKN ein Landesgrundwassermessnetz in Niedersachsen zur Überwachung der Güte- und Mengensituation des Grundwassers. Dieses Messnetz ist die Voraussetzung zur Wahrnehmung der Aufgaben des GLD gemäß § 29 des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG). Mit Hilfe der aus den unterschiedlichen Messprogrammen gewonnenen Daten sowie ergänzender Informationen aus Messstellen des Landesmessstellenpools ist eine flächenhafte Beschreibung der Grundwassergüte und -menge gut möglich.

Mit diesem Regionalbericht über das Einzugsgebiet der Hase erfüllt der NLWKN, hier die Betriebsstellen Cloppenburg und Meppen, seine Aufgabe, die überregionalen Auswertungen des Landes Niedersachsen unter regional bedeutsamen Aspekten zu konkretisieren.

Der Bericht ist Teil des modular aufgebauten Grundwasserberichtes Niedersachsen (Abb. 1). Er wendet sich sowohl an interessierte Leser/Innen, die sich einen Überblick über die regionale Grundwassersituation verschaffen möchten, als auch an Fachleute, die insbesondere durch die Auswertungen angesprochen werden sollen.



Abb. 1: Vereinfachte Konzeptdarstellung des modular aufgebauten Grundwasserberichtes.

2. Einleitung

Der Regionalbericht Hase ist eine umfassende Darstellung der Grundwassergüte und -menge des gewässerkundlichen Kenntnisstandes im Bereich des Einzugsgebietes der Hase von der Quelle bis zur Einmündung in die Ems. Neben der quantitativen und qualitativen Darstellung der Untersuchungsergebnisse werden in diesem Bericht alle gewässerkundlich relevanten Erkenntnisse im Hinblick auf das Grundwasser zusammengetragen.

Das Einzugsgebiet der Hase liegt im südwestlichen Niedersachsen und erstreckt sich über die Dienstbezirke der NLWKN Betriebsstellen Cloppenburg und Meppen. Im Einzugsgebiet befinden sich Gebietsteile der Naturräume der flachen Geest und des Berg- und Hügellandes. Die Flächenausdehnung beträgt etwa 3086 km², davon liegt ein Anteil von 118 km² in Nordrhein-Westfalen (Tab. 1). Das niedersächsische Gebiet umfasst Teilbereiche der Landkreise Cloppenburg, Vechta, Emsland, Osnabrück und die kreisfreie Stadt Osnabrück.

Die vorgestellten Ergebnisse der Grundwassergüte und -standsdaten stützen sich auf die Untersuchungen der landeseigenen Messstellen der NLWKN Betriebsstellen Cloppenburg und Meppen. Diese Daten wurden im Rahmen des Gewässerkundlichen Landesdienstes (GLD) seit 1988 zur Qualitätssicherung der Grundwasservorkommen mit Hilfe des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN) sowie weiterer Zusatzinformationen aus Messstellen des Landesmessstellenpools erhoben.

Ergänzend zu den landeseigenen Messstellen wurden Gütedaten von Rohwasser- und Vorfeldmessstellen der öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen (WVU), die gemäß der 12. Ausführungsbestimmung zu § 89 NWG (RdErl) an den gewässerkundlichen Landesdienst übermittelt wurden, in die Auswertungen einbezogen (MU 2004). Weitere Daten von WVU wurden mit deren Einverständnis verwendet.

Neben der Darstellung der theoretischen Grundlagen ist es vor allem Ziel dieses Berichtes,

- die heutige Belastungssituation im Einzugsbereich der Hase insbesondere durch Nitrat aufzuzeigen sowie die Entwicklung im Zeitraum 2000 bis einschließlich 2009 darzustellen.
- die Entwicklung der Wasserstände in den Messstellen über 20 und 30 Jahre auszuwerten und darzulegen.

Die landwirtschaftlichen Anbauverhältnisse und die Viehdichte im Bearbeitungsgebiet werden ebenso

vorgestellt, wie die Situation der öffentlichen Trinkwasserversorgung in den Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebieten. Des Weiteren erfolgt die Vorstellung der Maßnahmen zum Trinkwasserschutz innerhalb der Wasserschutzgebiete (WSG). Zur Darstellung der Wasserrechts- und Entnahmesituation wurde das elektronisch geführte niedersächsische Wasserbuch (WBE) ausgewertet.

3. Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

Das Bearbeitungsgebiet Hase ist Teil der Flussgebietseinheit Ems und wird in einem kleineren Maßstab dem Betrachtungsraum Mittlere Ems zugeordnet.

Das hydrologisch prägende und bestimmende Fließgewässer im Bearbeitungsgebiet ist mit einer Gesamtlänge von ca. 170 km die Hase. Sie entspringt im Teutoburger Wald (Abb. 2) und fließt von Süden kommend über Osnabrück durch Bersenbrück in nördliche Richtung. Im Quakenbrücker Becken wird die Hase durch morphologische Geländeerhebungen nach Westen abgedrängt, bevor sie bei Meppen im Niederungsgebiet der Ems-Vechte in den Emsstrom mündet (Abb. 3). Das gesamte oberirdische Einzugs- und Niederschlagsgebiet umfasst ca. 3086 km².



Abb. 2: Die Hase Quelle bei Wellingholzhausen.

Das Bearbeitungsgebiet steht unter dem relativ feuchten klimatischen Einfluss des Nordatlantiks. Der mittlere Jahresniederschlag beträgt insgesamt ca. 750 mm, wobei die Niederschlagsmengen im südlichen Einzugsgebiet (Oberlauf) der Hase deutlich über denen im nördlich gelegenen Mittel- und Unterlauf liegen (Osthus 2010). Die Verdunstungsraten betragen im langjährigen Mittel zwischen 470 – 490 mm.



Abb. 3: Die Hase-Mündung bei Meppen.

3.1 Morphologischer und naturräumlicher Überblick

Aufgrund der unterschiedlichen Entstehungsgeschichte und morphologischen Überprägung kann das Einzugsgebiet der Hase in unterschiedliche landschaftstypische und wasserwirtschaftlich relevante Regionen gegliedert werden. Hierzu zählen zum einen der nördliche Teil, der eiszeitlich (glazial) stark überprägt ist und zum anderen das Osnabrücker Berg- und Hügelland südlich des Mittellandkanals.

Die glaziale Aufschüttungslandschaft (Geestlandschaft) im Norden, die den größten Teil des Untersuchungsraumes ausmacht, stellt die typische Landschaftsform des nordwestdeutschen Tieflandes dar. Charakteristisch für dieses Landschaftsgebiet sind die Grundmoränenrücken bzw. Endmoränenzüge sowie die fruchtbaren Niederungsbereiche.

Die Moränenzüge im Einzugsgebiet zeichnen sich morphologisch als wallartige, oft sichelartige Strukturen oder als langgestreckte Erhebungen im Gelände ab. Im nordwestlichen Bereich des Untersuchungsraumes zeugen Ausläufer der relativ flachen und wellig aufgebauten Sögeler Geest sowie im Norden die Grundmoräne der Cloppenburg-Geest vom glazialen Einfluss.

Im westlichen Hase-Einzugsgebiet heben sich die gestauchten Endmoränenzüge der Ankumer Höhe, weiter östlich die Dammer Berge morphologisch deutlich von der Umgebungslandschaft ab. Zwischen den beiden Endmoränenzügen befindet sich als morphologische Talebene das Quakenbrücker Becken sowie weiter westlich die Ems-Vechte-Niederung (Abb. 6).

Kennzeichnend für die Geesthochflächen sind vor allem trockene und teilweise unfruchtbare Sandböden mit Heidebedeckung oder Nadelwald.

Die Geest-Böden sind aufgrund von Verwitterungsprozessen in der Regel stark ausgelaugt und entsprechend arm an Nährstoffen (verändert aus NLWK 2001). Kennzeichnend für die Niederungsbereiche sind dagegen fruchtbare Böden sowie Feuchtgebiete und Moore.

Insgesamt lassen sich die Geestbereiche nicht nur morphologisch und naturräumlich, sondern auch bodenkundlich und geologisch von den Marschgebieten und den Niederungen des norddeutschen Tieflandes abgrenzen (siehe dazu Kap. 3.2). Im Übergangsbereich zum südlichen Teilbereich des Einzugsgebietes ist eine Abgrenzung durch vereinzelt aufragendes Festgestein und großräumige Lössbedeckung teilweise unscharf ausgebildet.

Südlich des Mittellandkanals erstreckt sich das 25 km breite Osnabrücker Bergland, das im Norden vom Wiehengebirge (Abb. 4) und im Süden vom Teutoburger Wald (Abb. 5) begrenzt wird und dessen Erhebung im 331 m hohen Dörenberg (Abb. 7) ihren höchsten Punkt im Untersuchungsraum erreicht (modifiziert aus Klassen 1984).



Abb. 4: Am Horizont erstreckt sich der westliche Rand des Wiehengebirges.



Abb. 5: Hügellandschaft des Teutoburger Waldes westlich von Bad Iburg.

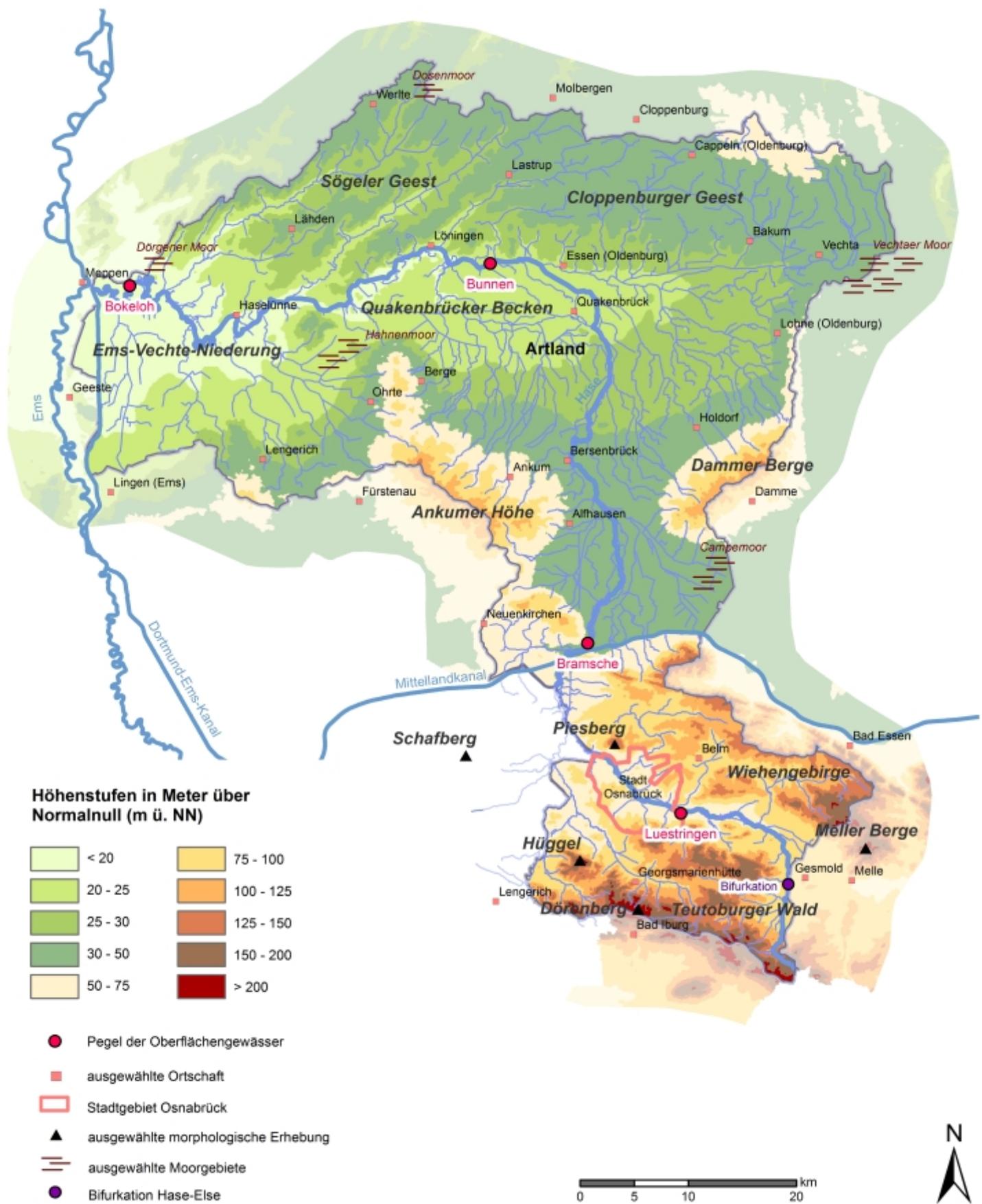


Abb. 6: Morphologische Reliefkarte in Kombination mit dem Gewässernetz innerhalb des Hase-Einzugsgebietes.

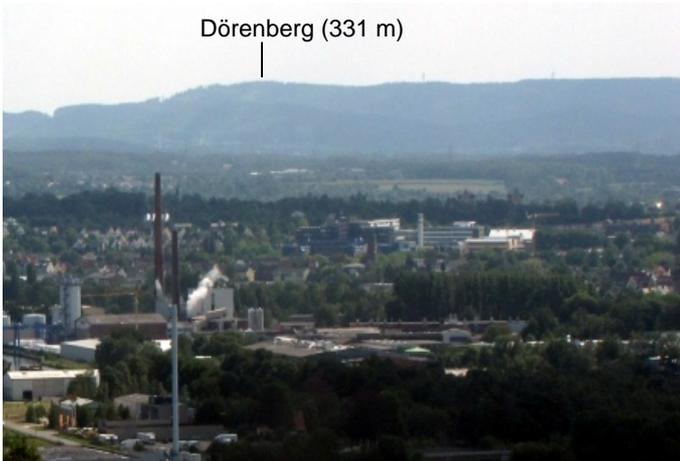


Abb. 7: Blick auf den Dörenberg südlich von Osnabrück. Im Vordergrund Industriestandorte in Osnabrück.



Abb. 8: Hase-Bifurkation bei Gesmold westlich von Melle (siehe auch Abb. 6). Hier beginnt die Else, deren Einzugsgebiet zur Weser entwässert.

Durch verschiedene Flüsse, vor allem die Hase, aus der sich bei der berühmten Bifurkation (Gabelung) die Else abzweigt (Abb. 8), entstand im Kernbereich, der im Westen mit dem Schafberg und im Osten mit den Meller Bergen endet, die morphologische Ausrichtung einer Hügellandschaft (modifiziert aus Klassen 1984).

Um die morphologisch sehr vielfältige Berg- und Hügellandschaft verstehen zu können, gilt es sich bewusst zu machen, dass sie der vorerst letzte Abschnitt einer 300 Millionen Jahre umfassenden Erdgeschichte des Osnabrücker Berglandes ist – von den ältesten Gesteinen des Oberkarbons im Hüggel und Piesberg (siehe auch Abb. 13 & 14) bis zu den jüngsten eiszeitlichen und nacheiszeitlichen Ablagerungen (Klassen 1984).

3.2 Entwicklungsgeschichte und geologischer Überblick

Im nördlichen Hase-Einzugsgebiet verdecken Lockergesteine der Eiszeit und der nacheiszeitlichen Gegenwart die älteren Festgesteine. Die Eiszeit werden in Norddeutschland nach den großen Flussläufen Elster, Saale und Weichsel benannt, wobei die Geestlandschaft im Einzugsgebiet der Hase besonders durch die Saale-Eiszeit überprägt wurde (siehe auch Zeittafel Abb. 9 & 12).

Die Ablagerungen, die das Eis in großen Teilen des Flusseinzugsgebietes der Hase hinterließ, stammen aus der Zeit des Quartärs. Geprägt von mehrfachem Wechsel von Kalt- und Warmzeiten sowie dem vorausgegangenen Zeitalter des Tertiär, wurden Sande, Tone aber z. T. auch Kiese abgelagert (NLWK 2001).

Zehnermeter mächtige Folgen dieser Ablagerungen treten vor allem in den Ankumer- und Dammer Bergen zutage (Abb. 10). Sie wurden vom Schmelzwasser des Drenthe-zeitlichen Gletschereises abgesetzt, als dieses von Norden her über das gesamte Arbeitsgebiet vorrückte. Der Druck des vorrückenden Gletschereises stauchte, verfaltete und verschuppte diese Schichten zu den bogenförmigen Höhenrücken der Ankumer- und Dammer Berge. Dabei wurden stellenweise ältere, tertiärzeitliche Sande, Schluffe und Tone aus dem Untergrund an die Oberfläche gepresst. Beim Abschmelzen des Gletschereises blieb eine zum Teil viele Meter dicke Decke von sandig-tonigem Schluff mit Kies und Findlingssteinen durchsetzt zurück. Dieser Geschiebelehm ist an der Oberfläche meist entkalkt und zum Teil zu Geschiebedecksand verwittert. Geschiebelehm nimmt vor allem im Norden des Einzugsgebietes, aber auch südlich des Wiehengebirges weite Flächen ein (MU 1990).

Niederungssand und –schluff sind von träge fließendem Gewässer in den sommerlichen Auftauperioden der letzten Eiszeit abgelagert worden. Während der Trockenperioden dieser Zeit wehte auch der Wind über weite Flächen des Einzugsgebietes Schluff und Sand. Lösslehm (kalkfreier bindiger Schluff) bedeckt im Süden die Hänge zwischen Teutoburger Wald und Wiehengebirge (MU 1990). Sandlöss (kalkfreier bindiger Schluff mit mehr als 15 % Fein- und Mittelsand) kommt im nördlichen Hase-Einzugsgebiet nördlich von Vechta und auf den Ankumer Höhen vor. Flugsand ist in vielen Einzelfällen nordwestlich von Osnabrück und im gesamten nördlichen Einzugsgebiet verbreitet. Örtlich ist er in kuppigen Dünenlandschaften aufgehäuft. An anderen Stellen bilden Flugsand, Sandlöss oder Lösslehm nur weniger als 2 m mächtige Deckschichten über älteren Gesteinen (MU 1990).

Ära	Periode	Serie/Epoche	Besonderes Ereignis	Beginn der Periode in Mio. Jahren vor heute *
Känozoikum (Erdneuzeit)	Quartär	Holozän	Heutige Tier- und Pflanzenwelt	1,8
		Pleistozän	Auftreten Hominiden (Menschen)	
	Tertiär	Pliozän	Entwicklung sowie Ausbreitung der Säugetiere	
		Miozän		
		Eozän Paläozän		
Mesozoikum (Erdmittelalter)	Kreide	obere	Letzte Dinosaurier, erste Primaten Blütepflanzen	144
		untere		
	Jura	Malm Dogger Lias	Erste Vögel, Saurierfahrten (Malm)	
Trias	Keuper Muschelkalk Buntsandstein	Erste Dinosaurier, erste Säugetiere, Vorherrschaft säugeähnlicher Reptilien	248	
Paläozoikum (Erdaltertum)	Perm	Zechstein	Erste säugetier-ähnliche Reptilien	290
		Rotliegendes		
	Karbon	oberes	Erste Reptilien, Blütezeit der niederen Gefäßpflanzen	354
		unteres		
	Devon	oberes	Erste Amphibien und Insekten, Vorläufer der Nacktsamer	417
		mittleres unteres		
	Silur	oberes	Erste Landpflanzen, Korallen	443
mittleres unteres				
Ordovizium	oberes	Algen und erste kieferlose Fische	495	
	unteres			
Kambrium	oberes	Erste Chordatiere (Manteltiere und Schädellose)	545	
	mittleres unteres			
Präkambrium	Oberes (Proterozoikum)		Weichtiere, erste hartschalige, skelettähnliche Elemente Erste Mikrofossilien	4600
	Unteres (Archaikum)			

* Die Zeitangaben entsprechen ungefähren Daten und unterliegen Veränderungen, die vom jeweiligen Stand der Forschung abhängen.

Abb. 9: Einteilung der geologischen Erdzeitalter. Im Hase-Einzugsgebiet finden sich die ältesten Ablagerungen des Ober-Karbons am Steinbruch des Piesberges sowie am Hüggel (auch Abb.13 & 14).

In geologisch jüngster Zeit bis in die Gegenwart wuchsen in den Niederungen z. B. des Quakenbrücker Beckens sowie weiter westlich in der Ems-Vechte-Niederung, verbreitet Moore. Es entstanden die im Einzugsgebiet anzutreffenden Moor- und Torfgebiete wie Vechtaer Moor im Nordosten, Campemoor im mittleren Einzugsgebiet, Hahnenmoor im Westen, Dosenmoor bei Werlte sowie das



Abb. 10: Sandgrube bei Astrup (Dammer Berge) in der pleistozäne Sande und Kiese abgebaut werden.

Dörgener Moor bei Meppen (Abb. 6 & 11). Die nach und nach entstandene Feuchtlandschaft ist die Grundlage für das fruchtbare Artland. Die heutigen Überschwemmungsbereiche der Hase und ihrer Nebengewässer sind bedeckt mit meist schluffigen, zum Teil auch sandigen, oft humosen Auenablagernungen, die auch bei gegenwärtigen Hochwässern abgelagert werden (MU 1990).



Abb. 11: Sumpfmooreschaft im Einzugsgebiet der Hase.

System/Periode	Serie	Unterserie	Stufe *	Stadium	Beginn Jahre vor heute **
Quartär	Holozän				10.000
	Pleistozän	Jung-Pleistozän	Weichsel (K)		110.000
			Eem (W)		130.000
		Mittel-Pleistozän	Saale (K)	Warthe-Stadium	300.000
			Holstein (W)		423.000
		Alt-Pleistozän	Elster (K)		690.000
			Cromer (W)		780.000
	Menap (K)		1,8 Mio.		

* Einteilung der Stufe in Nordeuropa bzw. Norddeutschland.

** Die Zeitangaben entsprechen ungefähren Daten und unterliegen Veränderungen, die vom jeweiligen Stand der Forschung abhängen.
(K) Kaltzeit, (W) Warmzeit.

Abb. 12: Zeitliche Detaileinteilung des Quartärs.

Im Süden des Hase-Einzugsgebietes treten Festgesteine der Karbon-, Trias-, Jura- und Kreidezeit auf (Abb. 9), die zusammen eine viele hundert Meter mächtige Gesteinsfolge bilden. Der Piesberg (Abb. 13) und der Hüggel (Abb. 14), nördlich und südwestlich von Osnabrück, sind Auftragungen bankiger Quarzite mit Tonschieferzwischenlagen und Kohleflözen des Ober-Karbon, die als Gebirgsschollen aus der Tiefe aufgestiegen sind und das jüngere Deckgebirge durchbrochen haben (MU 1990). Nur in der Umrandung des Hüggel sind im Zusammenhang damit auch Kalk- und Dolomitgesteine des Oberen Perm (Zechstein) an die Oberfläche gelangt. Rote Sand- und Schluffsteine (Bundsandstein), graue Kalk- und Mergelsteine (Muschelkalk), sowie Ton- und Schluffsteine mit Sandsteinbänken (Keuper) bilden zusammen die Gesteine der Trias-Zeit, die zwischen Teutoburger Wald und Wiehengebirge um Osnabrück weit verbreitet sind (MU 1990).



Abb. 13: Der Steinbruch am Piesberg in Osnabrück. Aufgeschlossen sind Schichten des Oberen Karbons die ca. 300 Mio. Jahre alt sind.

Das Berg- und Hügelland im südlichen Untersuchungsraum verdankt seinen Formenreichtum verschiedenen komplexen erdgeschichtlichen Vorgängen. Tektonische Bewegungen haben die einst durchweg im Meer abgelagerten Schichten in Schollen zerlegt und in unterschiedlicher Weise gekippt, wobei der Aufstieg von Zechsteinsalzen aus großer Tiefe mitgewirkt hat. Die abtragenden Kräfte der Erosion haben dann den Ausstrich der weichen Schichten ausgeräumt, zu Becken und Tälern umgeformt, während die harten Schichten Schichtstufen, Schichtkämme, Einzelberge oder steinige Hochflächen bilden. Die Täler und Becken wurden während der letzten Eiszeit mit Löss ausgekleidet (modifiziert aus Seedorf & Meyer 1992).

Insgesamt hinterließen die Eiszeiten des Quartärs, aufgrund der starken erodierenden Kräfte, einen wesentlichen Beitrag zum heutigen Erscheinungsbild der Osnabrücker Hügel- und Berglandschaft.

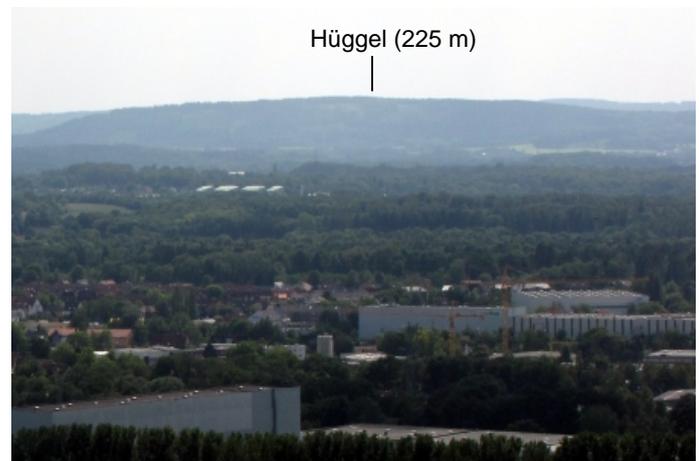


Abb. 14: Blick auf den Hüggel. Im Vordergrund einige Gewerbeanlagen in Osnabrück.

3.3 Grundwasser

Als Grundwasser wird das unterirdische Wasser bezeichnet, das die Hohlräume des Untergrundes zusammenhängend ausfüllt. In der über dem Grundwasser liegenden wasserungesättigten Bodenzone kommt das Wasser in verschiedenen Formen vor, und zwar als freibewegliches Sickerwasser, das sich infolge von Schwerkraft und Saugspannungen abwärts bewegt, als in den Porenwickeln gebundenes Kapillarwasser sowie als bestimmte Stoffteilchen im Boden fest umschließendes Hydrationswasser (MU 1990).

Das Grundwasser bewegt sich in den Lockergesteinsgebieten in Grundwasserleitern (Aquifer), in denen aufgrund der Art ihres Lockergesteinsgefüges bei entsprechendem Wasserspiegelgefälle ein Fließen des unterirdischen Wassers eintritt. Schluffige und tonige Bodenarten lassen keine oder nur sehr geringe Grundwasserbewegungen zu, sie werden als Grundwasserhemmer bezeichnet. Je nach den geologischen Verhältnissen können ein oder mehrere Grundwasserstockwerke übereinander liegen, deren einzelne Grundwasserleiter jeweils durch zwischengelagerte Grundwasserhemmer voneinander getrennt sind. Im obersten Grundwasserstockwerk steht das „freie Grundwasser“ unter atmosphärischem Druck. In den darunterliegenden Stockwerken kann „gespanntes Grundwasser“ vorkommen, wenn die darüber liegenden Grundwasserhemmer bei starkem seitlichem Zufluss die Ausdehnung des Wassers nach oben behindern und erhöhter Druck entsteht (MU 1990).

Im Festgestein des Teutoburger Waldes und des Wiehengebirges verursachen die teilweise steilen Gebirgshänge nach Niederschlägen starke Oberflächenabflüsse, die die Grundwasserneubildung quantitativ reduzieren. Das Grundwasser fließt im südlichen Teil des Einzugsgebietes in einzelnen Spalt- und Kluftsystemen ab und tritt stellenweise in Quellen zutage (MU 1990).

3.4 Hydrogeologischer Überblick

Die Grundwassermenge, Gewinnbarkeit und die Grundwassergüte hängen unter anderem von der petrographischen Ausbildung, der räumlichen Verbreitung und der Anordnung der mehr oder minder wasserleitenden Gesteinsschichten ab. Trotz der Vielfalt der stratigraphischen Folge im Einzugsgebiet der Hase (Abb. 9) lassen gemeinsame Züge großer Teilflächen eine generelle Unterteilung des Untersuchungsraumes in zwei Grundwasserlandschaftstypen zu, das Flachland im Norden sowie das Berg- und Hügelland im Süden (MU 1990).

Im Flachland erfolgt der hydrogeologisch bedeutsame Anteil des unterirdischen Abflusses überwiegend innerhalb der flächenhaft verbreiteten Lockergesteine des Quartär, untergeordnet auch des Tertiär. In den tiefer liegenden Locker- und Festgesteinsschichten sind nur Grundwasservorkommen mit geringer Ergiebigkeit verbreitet (modifiziert MU 1990).

Nahe dem Rand des Berglandes bilden überwiegend gering durchlässige Tonsteine des Oberen Jura und der Kreide die Sohl-schichten der Lockergesteinsaquifere. Weiter nördlich werden die Festgesteine von überwiegend tonig-schluffig ausgebildeten Schichten des Tertiärs überlagert. In weiten Gebieten stimmt die Aquiferbasisfläche mit der Unterfläche der quartären Ablagerungen überein. Lediglich im Raum nördlich von Lönigen und Essen (Oldenburg), im Verbreitungsgebiet pliozäner Sande (meist Feinsande), liegt die Aquiferbasis örtlich mehrere Dekameter unter der Quartärbasis. Im Quakenbrücker Becken bilden örtlich gering durchlässige quartäre Ablagerungen die Aquifersohlschicht (modifiziert MU 1990).

Örtlich abweichende Ablagerungs- und Abtragungsbedingungen während und zwischen den Elster-, Saale- und Weichselkaltzeiten haben dazu geführt, dass die quartären Ablagerungen im Einzugsgebiet der Hase durch einen starken vertikalen und horizontalen Wechsel unterschiedlich durchlässiger Schichten gekennzeichnet sind. Eine hohe Wasserdurchlässigkeit und ein großes nutzbares Porenvolumen besitzen im Allgemeinen die meist sandig ausgebildeten Fluss- und Schmelzwasserablagerungen vor allem der Saalekaltzeit. In zum Teil beträchtlicher Mächtigkeit und unterschiedlicher Tiefenlage sind sie nahezu flächenhaft in den Geest- und Niederungsgebieten des Flachlandes verbreitet und enthalten erhebliche nutzbare Grundwasservorkommen. Gering durchlässige Schichten, wie z. B. tonig-schluffige, zum Teil humose Stillwasserablagerungen (Beckenschluffe und -tone) und/ oder Geschiebelehme und -mergel überlagern örtlich die Sandfolgen. Als Zwischenschichten teilen sie in weiten Gebieten den Grundwasserraum in mehrere „Stockwerke“. Sie bewirken großflächig gesehen meist nur eine unvollkommene hydraulische Trennung, sind jedoch bedeutungsvoll für den Schutz des Grundwassers im tiefen Aquifer (MU 1990).

Die Gesamtmächtigkeit der Lockergesteinsaquifere und deren Ausbildung ist im Hase-Einzugsgebiet regional unterschiedlich. Nahe dem Rand des Berglandes sowie nördlich der Dammer Berge im Raum Vechta beträgt sie weniger als 25 m. Im Zentralbereich des Quakenbrücker Beckens erreichen die quartären Ablagerungen Mächtigkeiten von über 100 m. Der hohe Anteil an gering-

durchlässigen Beckenablagerungen und Geschiebemergel bedingt eine Mächtigkeit der meist nur feinsandigen Aquifere von weniger als 25 m. Andere Gebiete mit tiefreichenden Aquiferen (tiefer als 50 m unter NN), z. B. im Nordwestteil des Hase-Einzugsgebietes sowie am Rand der Stauchzonen bei Holdorf und im Gebiet Lengerich-Ohrte enthalten Grundwasserspeicherräume mit einer Gesamtmächtigkeit von zum Teil deutlich über 50 m. Im überwiegenden Flächenanteil beträgt die Aquifermächtigkeit zwischen 25 und 50 m. Im Zentralbereich der Stauchungszonen sind die Lagerungsverhältnisse geologisch stark gestört. Hier sind Schichten sehr unterschiedlicher Durchlässigkeit intensiv miteinander verschuppt und steilgestellt, so dass die Aquifermächtigkeit engräumig stark wechselt (MU 1990).

In weiten Bereichen des Einzugsgebietes der Hase sind wegen der durchschnittlich großen Mächtigkeit der Aquifere, insbesondere in den glaziofluviatilen (Wirkung und Ablagerung der Gletscherschmelzwässer) zum Teil kiesigen Sanden der Saaleeiszeit gute Entnahmebedingungen gegeben. Besonders günstig sind sie am Rand der Geestgebiete und Stauchungszonen. In derart günstigen hydraulischen Positionen liegen z. B. die Brunnenreihen der Wasserwerke Holdorf (Vorland Dammer Berge) und Ohrte (Rand der Fürstenaauer Stauchungszone, MU 1990).

Das Berg- und Hügelland - im morphologischen und hydrogeologischen Sinn - nimmt das obere Abflussgebiet der Hase zwischen dem Kamm des Teutoburger Waldes (Osnig) und dem Wiehengebirgsvorland ein. Ihm gehören insbesondere diejenigen Bereiche an, in denen Festgesteinsschichten oberflächennah verbreitet sind. Sie wurden überwiegend im Mesozoikum, untergeordnet auch im Paläozoikum abgelagert (Abb. 9). Örtlich überdecken Lockersedimente, die jedoch nur in den Tälern Mächtigkeiten über zehn Meter erreichen, die Festgesteine (MU 1990).

Die Grundwasserführung in Festgesteinsgebieten wird vor allem durch die Trennfugendurchlässigkeit, die Mächtigkeit und die Lagerungsverhältnisse der einzelnen Schichtglieder bestimmt. In gut geschichteten Kalksteinsfolgen (z. B. Muschelkalk und Oberer Jura) ist das Wasserleitvermögen insbesondere dort gut, wo Klüfte durch Lösungsvorgänge zu vergleichsweise breiten Wasserleitbahnen erweitert wurden (Verkarstung). Auch in mächtigeren Sandsteinsfolgen, im Bereich gut geklüfteter, tektonisch bedingter Auflockerungszonen ist eine hohe Wasserwegsamkeit gegeben (z. B. Osningsandstein, Wiehengebirgssandstein und Buntsandstein). Ein geringes bis mächtiges Wasserleitvermögen besitzen im Allgemeinen die Mergel- und Schluffsteinschichten (z. B. Unterer und

Mittlerer Keuper und Unterer Buntsandstein). Als grundwasserarm sind Gebiete einzustufen, in denen mächtige Tonsteinsfolgen (z. B. Unterer und Mittlerer Jura) flächenhaft verbreitet sind (MU 1990).

Das Rückhaltevermögen für Wasser ist in gut durchlässigen Gesteinsschichten im Allgemeinen gering. Trotz hoher Grundwasserneubildungsraten kann deshalb das nutzbare Grundwasserdargebot gering sein. In der Regel sind nur dort kontinuierlich gute Entnahmemöglichkeiten gegeben, wo die Kluftgrundwasserleiter tief genug unter die örtlichen Vorfluthöhen reichen und ein ausreichend großes Einzugsgebiet angeschlossen werden kann. Im überwiegenden Teil des Berglandes bewirkt der engräumige Wechsel der Lagerungsverhältnisse und des Oberflächenreliefs, dass die Einzugsgebiete für bestehende und potentielle Grundwasserfassungen (Quellen und Brunnen) sehr eng begrenzt sind (MU 1990).

Kurzinformation: Hase-Einzugsgebiet

- die Gebietsfläche beträgt ca. 3086 km², davon 118 km² in Nordrhein-Westfalen
- die Gesamtlänge der Hase beläuft sich auf ca. 170 km
- die Trinkwassergewinnung erfolgt zu 99 % aus dem Grundwasser
- im nördlichen Einzugsgebiet stehen Lockergesteine an
- im südlichen Gebiet sind die Festgesteine verbreitet

3.5 Grundwasserneubildung

Unter der Grundwasserneubildung wird die Wassermenge verstanden, die flächig aus den Niederschlägen sowie stellen- und/oder zeitweise aus Flüssen und Seen versickert, die Grundwasseroberfläche erreicht und mit dem Grundwasserstrom als unterirdischer Abfluss den Bächen und Flüssen zufließt und sie speist. Nicht zur Grundwasserneubildung werden beispielsweise Wassermengen gerechnet, die zwar schon ins Grundwasser versickerten, dann aber von den Pflanzenwurzeln angesaugt werden und über die Blätter verdunsten. Unerheblich für die Neubildungsrate ist der Ort der Versickerung. In vielen Fällen fließen die auf die Erdoberfläche fallenden Niederschläge streckenweise oberflächlich ab und versickern später an

entfernteren Stellen. Im Flachland versickert das Wasser unmittelbar nach Niederschlägen häufig aus großen Pfützen oder aus kleinen normalerweise trockenen Gräben (z .B. Straßengräben), wenn z. B. wegen üppigen Krautwuchses im Sommer keine Vorflut besteht und das Wasser nicht abfließen kann (MU 1990).

Die Grundwasserneubildungsrate ist unter anderem abhängig von allen hydrologischen Größen des Wasserkreislaufs und damit auch von allen, die gewässerkundlichen Verhältnisse bestimmenden, natürlichen und künstlichen Einflüssen. Von hervorzuhebender Bedeutung sind der Niederschlag, die Verdunstung und der Anteil des Oberflächenabflusses. Durch menschliche Einwirkung kann sich die Verdunstung beispielsweise durch die Absenkung der Grundwasseroberfläche infolge Wasserförderung erheblich vermindern, wenn der Wasserspiegel früher oberflächennah im Bereich des Wurzelraumes der Pflanzen lag und dann in unerreichbare Tiefen sank (MU 1990).

Insgesamt variiert die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet je nach naturräumlicher Lage zwischen 100 und 500 mm/a und kann in einigen Regionen unter 50 mm/a betragen (siehe hierzu Abb. 15). In vernässten Gebieten mit extrem hohen Grundwasserständen kann die Höhe der Landverdunstung in die Nähe der Verdunstung von Wasserflächen (potentielle Verdunstung) steigen.

Dies ist beispielsweise in den Mooren des nördlichen Hase-Einzugsgebietes der Fall. In diesen Gebieten liegt die Verdunstung nach vorliegenden Verhältnissen bis 200 mm/a höher als in Gebieten mit tiefen Grundwasserständen (modifiziert aus MU 1990).

Aus überregionaler Sicht sind die Wirkungen von Bau- und Siedlungsmaßnahmen auf die Neubildung des Grundwassers im Untersuchungsraum nur von untergeordneter Bedeutung. Lediglich im Stadtkern von Osnabrück ist die Geländeoberfläche über größere Gebiete versiegelt und es stellt sich ein die Grundwasserstände absenkender Versickerungsverlust infolge der starken Oberflächenabflüsse ein. Noch gravierender wirken sich allerdings die Grundwasserentnahmen der Industrie innerhalb des Stadtgebietes aus (Modifiziert aus MU 1990).

Die Grundwasserneubildung auf den Geesthochflächen ist in den sandig/kiesigen Gebieten relativ hoch und beträgt im Durchschnitt 300 - 400 mm/a. Unter Geschiebemergel und unter Lössbedeckung ist sie geringer und beträgt ca. 200 - 300 mm/a, selten weniger (Abb. 15). Eine Übersicht der Grundwasserneubildung innerhalb der einzelnen Grundwasserkörper zeigt Tabelle 1. Der Oberflächenabfluss ist auf den Geestflächen eher gering (Tab. 2).

Tab. 1: Flächenausdehnung und Grundwasserneubildung innerhalb der fünf Grundwasserkörper (GWK) im Flusseinzugsgebiet der Hase. Unterteilung der GWK siehe Kapitel 3.7.

Grundwasserkörper	Fläche NI (km ²)	Fläche NRW (km ²)	Gesamtfläche (km ²)	Grundwasserneubildung (m ³ /a)
Hase Lockergestein rechts	1.420	0	1.420	271.337.000
Hase Lockergestein links	1.011	19	1.030	195.527.490
Hase Festgestein rechts	284	0	284	47.714.890
Hase Festgestein links	247	78	325	38.745.870
Teutoburger Wald - Hase	32	21	53	4.519.910
Gesamtsumme	2.994	118	3.112	557.845.160

Tab. 2: Mittlere Abflussgeschwindigkeiten ausgewählter Hase-Pegel für einen Zeitraum von 40 Jahren (1970-2009). Standorte der Pegel im Oberflächenwasser siehe Abbildung 6.

Pegelname	Niedrigwasser (NQ) m ³ /s	Mittleres Hochwasser (MQ) m ³ /s	Hochwasser (HQ) m ³ /s
Lüstringen	0,043	1,66	28,8
Bramsche	0,427	7,18	113
Bunnen	0,74	16,4	130
Bokeloh	5,21	28,5	196

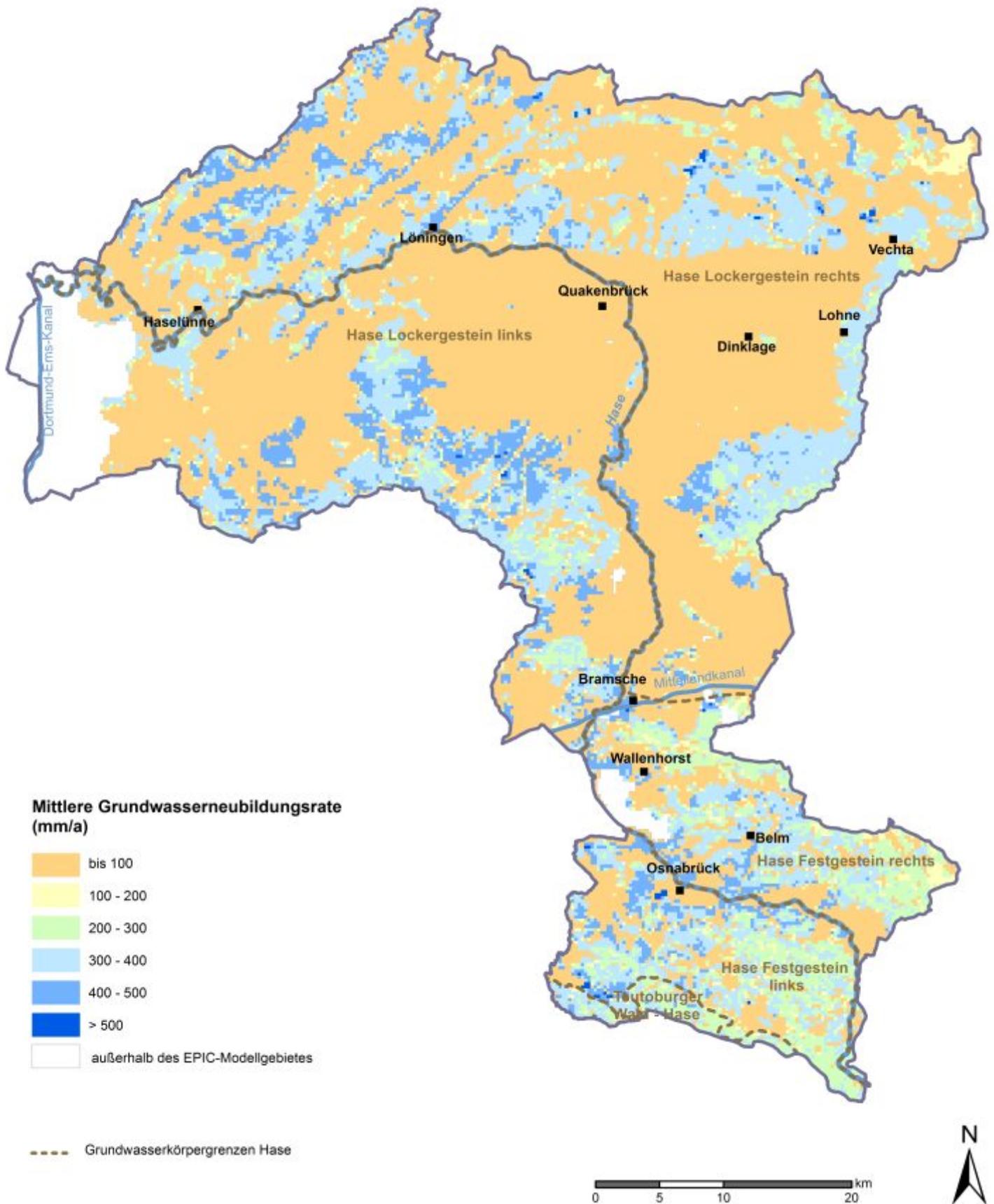


Abb. 15: Grundwasserneubildungsrate im Untersuchungsraum Hase. Vorläufige Simulationsergebnisse des Modells EPIC mit Stand September 2012.

Bedingt durch einen überwiegend hohen Oberflächenabfluss ist die Grundwasserneubildung in den Niederungsbereichen gering, sie liegt im Mittel unter 100 mm/a, gebietsweise bei 100 - 200 mm/a und kann in Mooregebieten auf 25 - 50 mm/a sinken (Abb. 15 und Tab. 2).

Aufgrund der morphologischen Ausbildung und den dadurch verstärkten Oberflächenabfluss liegt die Grundwasserneubildungsrate in weiten Bereichen des Berglandes bei ca. 100 – 200 mm/a (Abb. 15, Tab. 1 & 2). Aufgrund von regionalen Gegebenheiten können jedoch auch Neubildungsraten von 200 - 300 mm/a, im Raum Osnabrück sogar von 300 - 500 mm/a erreicht werden.

Kurzinformation: Grundwasserneubildung

Die Grundwasserneubildung variiert im Einzugsgebiet je nach naturräumlicher Lage zwischen 25 und 500 mm im Jahr.

3.6 Grundwasserversalzung

Bei den vorherrschenden klimatischen Bedingungen und hydrogeologischen Voraussetzungen in Niedersachsen ist die Erschließung größerer Grundwassermengen insgesamt gesehen unproblematisch. Schwieriger ist es, Grundwasser in der geforderten Qualität als Trinkwasser oder Brauchwasser bereit zu stellen. Unter den Faktoren, die eine Nutzung vorhandener Grundwasservorräte einschränken oder gar ausschließen können, ist in erster Linie die natürlich bedingte Chloridanreicherung im Grundwasser zu nennen. Ein Wasser wird als versalzt bezeichnet wenn sein Chloridgehalt 250 mg/l übersteigt, was in etwa der menschlichen Geschmacksgrenze entspricht (MU 1990).

Im Hase-Einzugsgebiet können Chloridanreicherungen im Grundwasser bedingt sein durch den Aufstieg versalzter Tiefengrundwässer, durch die Ablaugung hochreichender Salzstöcke oder durch Infiltration von versalztem Fluss- oder Kanalwässern in die Aquifere der Talniederungen (MU 1990).

Hohe Mineralisation von Tiefengrundwasser im Untersuchungsraum kann verschiedene natürliche Ursachen haben (MU 1990):

- Ablaugung von Salzvorkommen (Subrosion)

- Auslaugung der primär im Grundwasserleiter vorhandenen Salze und Minerale (nur bei geringer Fließgeschwindigkeit)

- Mobilisierung von Salzwässern, die bei der Ablagerung mariner Sedimente im Porenraum eingeschlossen wurden

- weiteres Beispiel für küstennahe Gebiete: Meerwasserintrusion (z. B. bei Absenkung der Grundwasserstände).

Eine Versalzung kann nicht nur die Grundwasserbeschaffenheit (Güte) beeinflussen, sondern in tiefen Grundwasserleitern ebenfalls zu Grundwasserstandsschwankungen in einer Messstelle führen. Höhere Salzkonzentrationen im Grundwasser führen zu einer höheren Masse der Wassersäule und einer reduzierten Standrohrspiegelhöhe entsprechend der mittleren Dichte der Wassersäule. Hierdurch kann es in Salzwässern zu erheblichen Wasserstandsdifferenzen gegenüber Süßwässern kommen. Dieser Dichteeffekt kann sich bereits bei mäßig erhöhten Salzkonzentrationen von einigen g/l auswirken (verändert aus Skowronek & Grossmann 1998). Derartige Sonderfälle von gestörten Grundwasserspiegelverhältnissen sind im Hase-Einzugsgebiet bislang nicht beobachtet worden.

Die Untersuchungsergebnisse zur Grundwasserbeschaffenheit werden anhand des Leitparameters Chlorid im Kapitel 9.7 vorgestellt.

Kurzinformation: Grundwasserversalzung

Im Einzugsgebiet können Chloridanreicherungen bedingt sein durch:

- Aufstieg versalzter Tiefengrundwässer

- Infiltration von versalztem Fluss- oder Kanalwässern

3.7 Unterteilung des Gebietes nach der EG-WRRL

Im Rahmen der Arbeiten zur Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL, 2000/60/EG) wurde eine Abgrenzung von Grundwasserkörpern (GWK) durchgeführt. Im Zuge dieser Arbeiten haben die staatlichen geologischen Dienste bundesweit ein hierarchisches System von hydrogeologischen Großräumen, Räumen und Teilräumen nach einem einheitlichen Verfahren entwickelt und beschrieben.

Die Vorgaben der EG-WRRL sehen eine Bewertung auf GWK-Ebene vor. Grundwasserkörper sind abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter, die anhand von hydrologischen Grenzen durch den Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) und das Niedersächsische Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) nach Vorgabe des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz festgelegt wurden.

Diese Einteilung diente vor allem der Sicherstellung einer systematischen Bearbeitung und einer übersichtlichen Verteilung der Bewirtschaftungsaufgaben. Aufgrund dieser Abgrenzung können in Niedersachsen derzeit insgesamt 120 Grund-

wasserkörper von einander differenziert bewertet werden, von denen sich grenzübergreifend fünf über das Einzugsgebiet der Hase erstrecken (Tab. 3).

Im Bereich des Hase-Einzugsgebietes gibt es 17 unterschiedliche Teilräume, wie z. B. Dammer Berge, Cloppenburger Geest und Ankumer Höhe, die u. a. nach geologischen, hydrologischen und bodenkundlichen Kriterien voneinander abgegrenzt wurden (Tab. 4 und Abb. 16). Die Teilraumbeschreibungen sind im Geobericht 3 des Niedersächsischen Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) veröffentlicht.

Aufgrund des regionalen Fokus des vorliegenden Berichtes sowie des fachlichen Anspruches einer kleinräumigeren detaillierten Auswertung erfolgen Darstellung und Auswertung je nach Erfordernis auf Ebene der GWK, der hydrogeologischen Teilräume oder auf Landkreisebene.

Tab. 3: Die fünf Grundwasserkörper (GWK) im Einzugsgebiet der Hase mit der GWK-ID sowie der geologischen Zuordnung.

Bezeichnung des Grundwasserkörpers	Grundwasserkörper ID-Nr.	Geologische Zuordnung
Hase Lockergestein rechts	36_05	Lockergestein
Hase Lockergestein links	36_01	Lockergestein
Hase Festgestein rechts	36_02	Festgestein
Hase Festgestein links	36_03	Festgestein
Teutoburger Wald - Hase	36_04	Festgestein

Tab. 4: Zuordnung der Grundwasserkörper sowie der hydrogeologischen Teilräume im Flusseinzugsgebiet der Hase. Teilweise nehmen die Teilräume nur sehr geringe Flächenausdehnungen im Einzugsgebiet ein (siehe Abb. 16).

Bezeichnung Grundwasserkörper	Teilraum Nr.	Bezeichnung Hydrogeologischer Teilraum
Hase Lockergestein links	01509	Ankumer Höhe
Hase Lockergestein links	01503	Cloppenburger Geest
Hase Lockergestein links	01305	Ems-Vechte Niederung
Hase Lockergestein links	05121	Hase-Else-Werre Talau
Hase Lockergestein links	05102	Ibbenbüren-Osnabrücker Bergland
Hase Lockergestein links	01508	Lingener Höhe
Hase Lockergestein links	01308	Quakenbrücker Becken
Hase Lockergestein links	05103	Wiehengebirge
Hase Lockergestein rechts	01503	Cloppenburger Geest
Hase Lockergestein rechts	01510	Dammer Berge
Hase Lockergestein rechts	01309	Diepholzer Moorniederung und Rinne von Hille
Hase Lockergestein rechts	01305	Ems-Vechte Niederung
Hase Lockergestein rechts	01308	Quakenbrücker Becken
Hase Lockergestein rechts	01502	Sögeler Geest
Hase Festgestein links	05121	Hase-Else-Werre Talau
Hase Festgestein links	05105	Herforder Mulde
Hase Festgestein links	05102	Ibbenbüren-Osnabrücker Bergland
Hase Festgestein links	05128	Karbon im Teutoburger Wald
Hase Festgestein links	02208	Osning und Thieberg
Hase Festgestein links	05129	Zechstein im Teutoburger Wald
Hase Festgestein rechts	05121	Hase-Else-Werre Talau
Hase Festgestein rechts	05105	Herforder Mulde
Hase Festgestein rechts	05102	Ibbenbüren-Osnabrücker Bergland
Hase Festgestein rechts	05127	Karbon im Osnabrücker Bergland
Hase Festgestein rechts	02208	Osning und Thieberg
Hase Festgestein rechts	05104	Südliches Vorland des Wiehengebirges
Hase Festgestein rechts	05103	Wiehengebirge
Teutoburger Wald - Hase	05102	Ibbenbüren-Osnabrücker Bergland
Teutoburger Wald - Hase	02208	Osning und Thieberg



Abb. 16: Innerhalb des Flusseinzugsgebiets der Hase werden 17 hydrogeologische Teilräume voneinander differenziert.

4. Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Zur Abschätzung der möglichen Gefährdung des Grundwassers sind Faktoren innerhalb der landwirtschaftlichen Produktion wie Flächennutzung und Viehdichte von großer Bedeutung. Bei Kulturen wie Mais, Kartoffeln oder Raps muss nach der Ernte mit hohen Gehalten an mineralischen Stickstoff (Herbst N_{min}) im Boden gerechnet werden, sodass die Gefahr eines Nitrataustrages hier deutlich erhöht ist. Im Gemüsebau bleiben teilweise sehr hohe Stickstoffgehalte in den Ernterückständen zurück und führen so zu hohen Stickstoff-Überschüssen im Boden. Hohe Viehdichten sind mit einem erhöhten Aufkommen von Wirtschaftsdüngern (Gülle, Stallmist, Geflügelkot) verbunden. Hierdurch kann es zu deutlichen Nährstoffüberschüssen im Boden kommen, was letztlich zu Nährstoffausträgen in das Grundwasser führen kann.

Daneben kommt es auch zu Stickstoffeinträgen aus der Atmosphäre. Über Stallabluft und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern gelangen mit dem Niederschlag Ammoniak-Emissionen auf den Boden und können als Nitrat in das Grundwasser verlagert werden.

Neben Nitrat kann auch der Parameter Kalium als Hinweis auf die Düngung der landwirtschaftlichen Felder gewertet werden. Kalium wird insbesondere durch die organische Düngung verstärkt auf den Boden aufgebracht und kann der Auswaschung unterliegen. Mit zunehmendem Tongehalt erfolgt jedoch eine verstärkte Absorption. Kaliumkonzentrationen über 3 mg/l im Grundwasser können auf einen Nutzungseinfluss hinweisen (Tab. 5).

Tab. 5: Belastungsklassen für Nitrat und Kalium (Quelle: LANU 2003).

Nitrat (mg/l)	Kalium (mg/l)	Bewertung / Belastungsklasse
0 - 10	0 – 3	Konzentration oftmals in natürlichen oder naturnahen Ökosystemen
> 10 - 25	> 3 - 6	Konzentration ist anthropogen erhöht, Nutzungseinfluss ist erkennbar
> 25 - 50	> 6 - 12	Konzentration ist deutlich anthropogen erhöht, noch unterhalb des Trinkwassergrenzwertes
> 50	> 12	Konzentration ist anthropogen sehr stark erhöht, oberhalb des Trinkwassergrenzwertes

Pflanzenschutzmittel (PSM) werden vorrangig in der Landwirtschaft aber auch von Unternehmen, wie der Bahn zu Freihaltung der Gleise, von Gärtnereien und Privatpersonen eingesetzt. Herbizide haben hierbei eine große Bedeutung (siehe Kap. 9.12).

PSM kommen im natürlichen System nicht vor und werden immer anthropogen auf die Böden aufgebracht. Über das Sickerwasser erreichen sie das Grundwasser und führen hier zu unerwünschten Belastungen. Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel liegt nach der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) für jeden Einzelstoff bei 0,0001 mg/l (in der Summe 0,0005 mg/l).

Der verstärkte Anbau von Mais im Rahmen der Biogaserzeugung als ein weiteres Standbein der Landwirtschaft verschärft die Problematik zunehmend. Mais ist bezüglich Bodengüte sehr anspruchslos, ist selbstverträglich und gegenüber stark überhöhter Düngung unempfindlich. Als problematisch anzusehen ist auch, dass zurzeit bei der in der Düngeverordnung festgesetzten Obergrenze von 170 kg Gesamtstickstoff je Hektar und Jahr für die Aufbringung an Gesamtstickstoff nur Stickstoff aus tierischen Quellen, also keine Gärreste aus pflanzlichen Substraten, berücksichtigt werden müssen. Neben der Beeinflussung der

Grundwassergüte können Veränderungen der Agrarstruktur wie Zunahmen von Beregnungstätigkeiten zur Ertragsabsicherung z. B. von Kartoffelflächen und Ausweitung von beregnungsintensivem Gemüsebau zur Beeinflussung der Grundwasserressourcen führen.

4.1 Landwirtschaftliche Strukturen

Aufgrund der oben genannten, dem Gewässerschutz gegenläufigen, Faktoren wird im vorliegenden Bericht die landwirtschaftliche Struktur auf Datenbasis der Agrarstrukturerhebung 2007 differenziert betrachtet.

Die Daten der Agrarstrukturerhebung 2007 sind auf Ebene des Flusseinzugsgebietes der Hase zusammengefasst. Um die regionalen Unterschiede in der landwirtschaftlichen Struktur des Betrachtungsraumes besser fassen zu können, wurden zusätzlich einzelne Regionen, an Landkreisgrenzen orientiert, abgegrenzt. Da die landwirtschaftliche Struktur insbesondere im Bereich des Landkreises Osnabrück und der Stadt Osnabrück bedingt durch die unterschiedlichen Bodentypen in diesem Gebiet sehr heterogen ist, wurde eine Untergliederung in

einen Nord- und Südbereich vorgenommen (Abb. 17). Gemeinden im Bereich des Landkreises Osnabrück wurden dabei zur Region Osnabrück-Nord zusammengefasst. Die Gemeinden und der Stadtbereich Osnabrück bilden den Bereich Osnabrück-Süd.

Die landwirtschaftliche Struktur des gesamten Bearbeitungsgebietes Hase wird in Tabelle 6 durch die Kennzahlen Anzahl und Größe der Betriebe, Großvieheinheiten sowie Acker- und Grünlandanteil näher beschrieben.

Die durchschnittliche Betriebsgröße im Flusseinzugsgebiet beträgt 38,5 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF). Der Viehbesatz ist mit 2,4 Großvieheinheiten (GVE) pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (GVE/ha LF) sehr hoch. Innerhalb des Gebietes sind jedoch große regionale Unterschiede festzustellen. Der Bereich Osnabrück-Süd verzeichnet 1,41 GVE /ha LF. Besonders viehstark ist

der Bereich Vechta mit durchschnittlich 3,32 GVE/ha LF. Wird der Viehbesatz auf Gemeindeebene betrachtet (Abb. 17), wird das Nord-Südgefälle besonders deutlich. Der nordöstliche Teil des Bearbeitungsgebietes (Bereich Cloppenburg, Vechta) ist deutlich durch die Veredelungswirtschaft geprägt, was sich in einer hohen Zahl von Gemeinden mit mehr als 3 GVE/ha LF widerspiegelt. Der westliche Bereich (Emsland, Bersenbrücker Land) ist ebenfalls mit 2 GVE als viehstark einzustufen. Im südlichen Bereich des Bearbeitungsgebietes ist der Viehbesatz mit ca. 1,5 GVE geringer.

Die nähere Betrachtung der landwirtschaftlich genutzten Flächen innerhalb des Einzugsgebietes der Hase zeigt, dass zu einem hohen Anteil Ackerbau betrieben (Ackerfläche 86 %) wird. Der Anteil der Dauergrünlandfläche beträgt hingegen nur 14 % (Tab. 6).

Tab. 6: Landwirtschaftliche Struktur des Bearbeitungsgebietes Hase (berechnet, Datenquelle Agrarstrukturerhebung, LSKN 2007).

Region	Anzahl Betriebe	Durchschnittsgröße Betrieb ha LF	Großvieheinheiten GVE/ha LF	Ackerfläche der Gesamt LF in %	Dauergrünland der Gesamt LF in %
Gesamt	4384	38,51	2,40	86	14
Cloppenburg	837	38,31	2,99	88	12
Vechta	1028	38,73	3,32	89	10
Emsland	810	44,03	2,10	90	10
Osnabrück-Nord	844	40,57	1,82	85	15
Osnabrück-Süd	881	32,39	1,41	77	22

Innerhalb des Hase-Einzugsgebietes dominierte 2007 auf den Ackerflächen mit 57 % der Getreideanbau. Der Anbau von Futterpflanzen (insbesondere Silomais) folgt mit einem Flächenanteil von 26 %. Hackfrüchte (Kartoffeln) haben einen Anteil von 7 %. Handelsgewächse, hier speziell Körnererbsen, umfassen einen Anteil von 5 % der Ackerfläche. Bracheflächen haben einen Anteil von 3 % und Gartenbau nimmt einen Anteil von 2 % ein.

Das Flusseinzugsgebiet weist örtlich sehr große Unterschiede in der landwirtschaftlichen Struktur auf. Diese Differenzen sind bedingt durch eine regional sehr heterogene Ertragsleistung der Böden. Als Bewertungszahl für die Ertragsleistung des Bodens wird die Bodenzahl (BZ) verwendet (Ertragsleistung des Bodens im Vergleich zum Schwarzerdeboden Magdeburg mit einer Bodenzahl von 100). Die Bodenzahlen innerhalb des Einzugsgebietes schwanken von 20 bis 70. Der westliche Teil des Bearbeitungsgebietes ist durch

ertragsschwache Sandböden (Geestflächen) geprägt, die teilweise sehr niedrige Bodenzahlen um 20 aufweisen. Im nordöstlichen Bereich herrschen ertragreiche lehmige Sande vor. Hier werden Bodenzahlen von 40 bis 50 erreicht. Der zentrale Bereich des Einzugsgebietes, der Teilraum Quakenbrücker Becken, ist mit Bodenzahlen um 50 ebenfalls als sehr ertragreich einzustufen. Nördlich der Stadt Osnabrück treten lehmige Sande mit Bodenzahlen um 50 auf. Im Süden und Osten von Osnabrück sind sandige Lehme und teilweise Lössböden vorherrschend (BZ um 70). Im westlichen Bereich kommen hingegen sandige Böden vor (BZ um 30).

Die unterschiedliche Bodenqualität und Produktivität spiegelt sich in der regionalen Verteilung der Anbauarten wieder (Tab. 7).

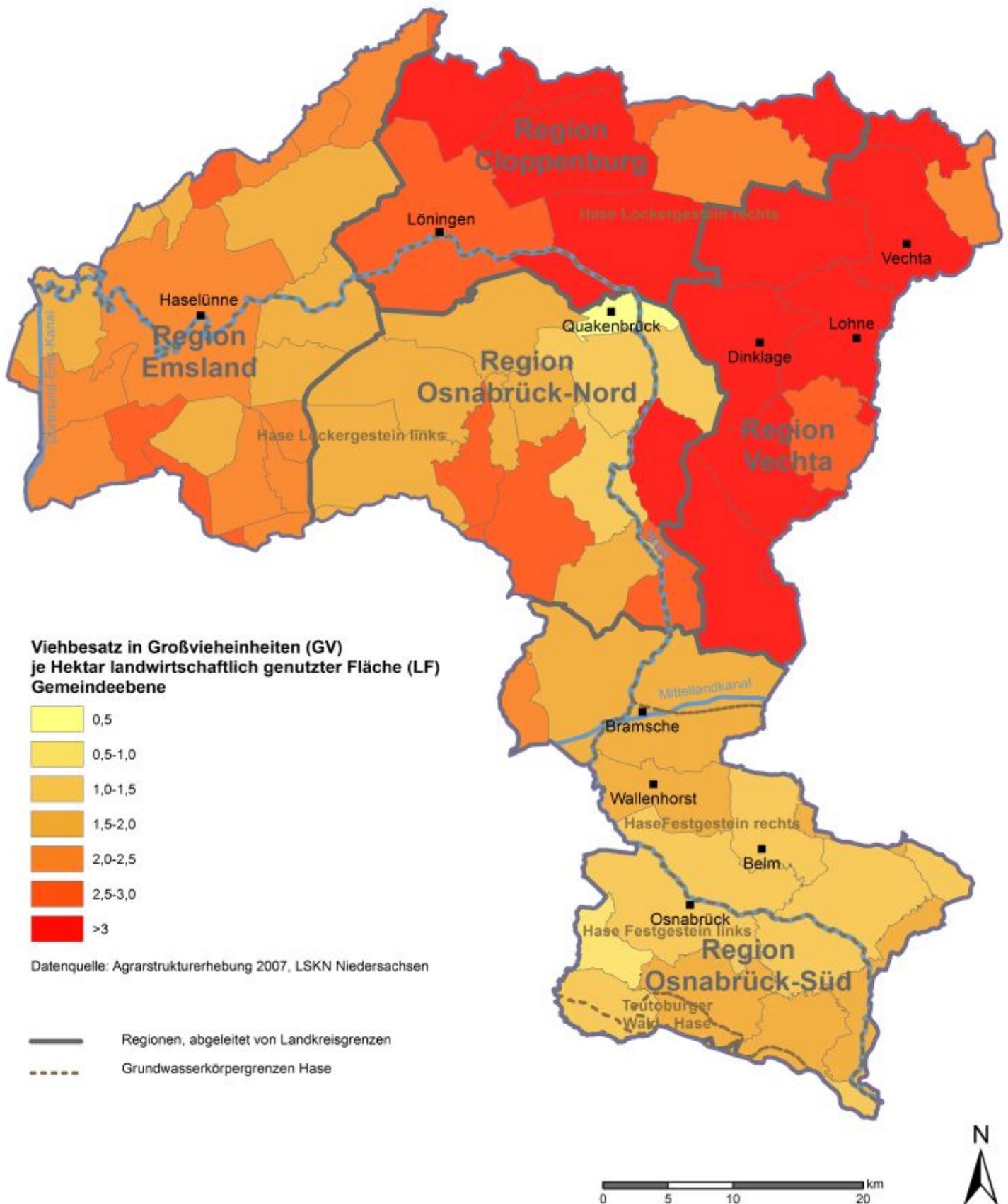


Abb. 17: Viehbesatz im Flusseinzugsgebiet auf Gemeindeebene (GVE je ha LF).

Tab. 7: Verteilung der Anbauarten in den Regionen des Bearbeitungsgebietes Hase als Anteil (in Prozent) an den entsprechenden Flächen des Gesamtgebietes (berechnet, Datenquelle Agrarstrukturserhebung, LSKN 2007).

Region	Getreide	Hackfrüchte	Gartenbau	Handelsgewächse	Futterpflanzen	Brache
Cloppenburg	19	12	63	18	20	13
Vechta	26	16	25	19	25	25
Emsland	20	35	0	20	25	9
Osnabrück-Nord	20	32	5	15	18	22
Osnabrück-Süd	15	5	7	28	12	31

Ein Schwerpunkt des Getreideanbaus liegt in der Region Vechta (Abb. 18). Weizenanbau erfolgt als Schwerpunkt auf den sehr ertragreichen Böden im Quakenbrücker Becken (Abb. 19). Der Bereich Osnabrück-Süd hingegen ist eher geprägt durch den Anbau von Körnerapps (Handelsgewächse), der höhere Anforderungen an die Bodenqualität stellt. Der Anbau von Kartoffeln (Hackfrüchte) erfolgt zu einem großen Anteil in den durch Sandböden geprägten Regionen Emsland und Osnabrück-Nord. Der Schwerpunkt des Gemüseanbaus liegt in der Region Cloppenburg (Gemeinde Cappeln, Emstek)



Abb. 18: Gerste in der Region Vechta.

im Bereich der ertragreicheren Böden. Hier befindet sich eines der Hauptanbauggebiete für Freilandgemüse in Niedersachsen. In der Region Langförden schließt sich ein Obst- und Gemüseanbaugebiet an. Der Anbau von Futterpflanzen, insbesondere Silomais, spielt in den Bereichen Cloppenburg, Vechta und Emsland eine große Rolle, da Mais keine großen Ansprüche an die Bodenqualität stellt. Mais, Kartoffeln, Raps und Gemüse hinterlassen in der Regel im Herbst erhöhte Nmin-Gehalte im Boden. Hierdurch kann es zu einem erhöhten Nitrat-eintrag ins Grundwasser kommen.



Abb. 19: Weizen im Quakenbrücker Becken.

Der Anteil an Bracheflächen ist im Bereich Osnabrück Süd besonders hoch, ca. 1/3 der Brachefläche des Hase-Einzugsbereiches befinden sich in dieser Region. Dies ist vermutlich bedingt durch Extensivierungsflächen im Stadtbereich Osnabrück sowie dem höheren Anteil an Bracheflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten, die dort als spezielle langjährige Wasserschutzmaßnahmen angeboten werden.

Neben der näheren Betrachtung der landwirtschaftlich genutzten Flächen im Hasegebiet wird im Folgenden die Tierhaltung im Bearbeitungsgebiet differenziert vorgestellt.

Innerhalb des Hasegebietes spielt die Veredelung eine wichtige Rolle. Dies wird angesichts des Anteils von 2,4 Großvieheinheiten pro ha landwirtschaftliche Nutzfläche deutlich (Abb. 17 und Tab. 6). Insbesondere die Schweine- und Geflügelhaltung nehmen einen hohen Stellenwert ein (Abb. 20). Nach Berechnungen aus der Agrarstrukturserhebung 2007 wurden im Bereich des Bearbeitungsgebietes ca. 1,8 Mio. Schweine, 220.000 Rinder, ca. 13 Mio. Hühner und 680.000 sonstiges Geflügel gehalten. Dazu kamen ca. 8000 Pferde und 6000 Schafe.

Die Tierhaltung ist innerhalb des Einzugsgebietes der Hase regional sehr unterschiedlich (Abb. 17 & Tab. 8). Der Schwerpunkt der Rinderhaltung liegt in den Regionen Cloppenburg, Vechta und dem Emsland und umfasst ca. 75 % des gesamten Rinderbestandes des Hasegebietes. Über 30 % des Schweinebestandes des Gebietes befindet sich in der Region Vechta, ca. 29 % in der Region Cloppenburg, jedoch lediglich 9 % im südlichen Osnabrücker Bereich. Deutlich ist die Vorrangstellung der Region Vechta in der Hühnerhaltung. Hier sind über 50 % der Hühner des gesamten

Einzugsgebietes eingestallt, wobei die Nutzung vorrangig auf die Eierproduktion (Legehennen) ausgerichtet ist (Abb. 21). Die Haltung von sonstigem Geflügel (Enten, Gänse, Truthähnen) erfolgt schwerpunktmäßig in den Gebieten Cloppenburg und Vechta. Bezüglich der Intensivierung der Veredelungswirtschaft ist deutlich ein Nord-Süd-Gefälle zu verzeichnen.



Abb. 20: Typischer Schweinemaststall.



Abb. 21: Legehennenbetrieb.

Tab. 8. Verteilung der Tierarten innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Hase in Prozent (%) als Anteil des jeweiligen Tierbestandes des Gesamtgebietes (berechnet, Datenquelle Agrarstrukturerhebung LSKN 2007).

Region	Pferde	Rinder	Schafe	Schweine	Hühner	Sonst. Geflügel
Cloppenburg	16,4	24	19,2	28,6	8,4	37,5
Vechta	18,4	26,5	12,7	32,6	53,2	47,3
Emsland	8,7	22,3	3,1	16,8	20,9	11,6
Osnabrück-Nord	21,4	16,1	32,2	13,4	16,9	3,6
Osnabrück-Süd	35	11,2	32,8	9	0,6	0,02

Kurzinformation: Landwirtschaftliche Strukturen

- Der Viehbesatz ist mit 2,4 Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche hoch.
- Im Einzugsgebiet sind 86 % Ackerfläche, davon 57 % Getreide, 26 % Futterpflanzen und 14 % Dauergrünland.
- An Nutztieren werden 220.000 Rinder, 1,8 Mio. Schweine, 13 Mio. Hühner und 680.000 sonstige Geflügelarten gehalten. Hinzukommen ca. 8000 Pferde und 6000 Schafe.

4.2 Biogas und Flächennutzung

Ein energiepolitisches Ziel Deutschlands ist es, im Jahre 2020 ca. 20 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll eine entsprechende Entwicklung vorantreiben. Bei der Biogaserzeugung können zusätzliche Vergütungsansprüche geltend gemacht werden, wenn beispielsweise nachwachsende Rohstoffe (NaWaRo) oder Gülle (NaWaRo-Bonus, Gülle-Bonus) genutzt werden (Abb. 22 und 23). Dadurch entwickelt sich der Anbau von nachwachsenden Rohstoffen zur energetischen Nutzung gegenwärtig zu einem wichtigen Standbein der landwirtschaftlichen Produktion. Durch das Inkrafttreten des EEG und insbesondere durch die Einführung des NAWaRo-Bonus verdoppelte sich in der Bundesrepublik im Zeitraum 2004 bis 2007 die Zahl der Biogasanlagen von ca. 2000 auf ca. 3700 (Wilking & Kayser 2011). Durch die Einführung des Gülle-Bonus 2009 werden auch Kleinanlagen mit hohem Gülleanteil gefördert.

In Niedersachsen ist für das Jahr 2011 mit einem Bestand an Biogasanlagen von 1.333 mit einer durchschnittlichen elektrischen Leistung von 480 Kilowatt zu rechnen (LWK 2011).



Abb. 22: Biogasanlage in der Region.

Für das Betreiben einer 500 kW-NaWaRo-Anlage ist ein Flächenbedarf von etwa 180 ha notwendig, unter der Voraussetzung, dass für das Verbringen des Gärrestes genau so viel Fläche veranschlagt wird, wie für den Anbau des Gärsubstrates (z. B. Silomais). Gerechnet wird mit einem Flächenanteil von 0,36 ha pro Kilowattstunde. Für Kofermentanlagen (als Gärsubstrat dienen hierbei beispielsweise kohlenstoffhaltige Abfälle wie Schlachtabfälle), die neben Gülle und Mist oft stickstoffreiche Bioabfälle verwerten, muss mit einem Flächenbedarf von 0,5 ha/kW gerechnet werden (LWK 2011). Die gegenwärtig zu beobachtenden Änderungen in

Der Betrieb von Biogasanlagen bringt neue Anbauverhältnisse und Stoffströme in der Landwirtschaft mit sich. Diese sind insbesondere geprägt durch einen verstärkten „Energimaisanbau“ sowie durch eine Zunahme an Wirtschaftsdüngern (Gärreste) aus pflanzlichen Substraten. Entstehende Gärreste fallen zusätzlich zum normalen Wirtschaftsdünger aufkommen an. Die für die Aufbringung an Gesamtstickstoff in der Düngeverordnung festgesetzte Obergrenze von 170 kg pro Hektar und Jahr kann bei der Verwendung von Gärresten aus pflanzlichen Substraten überschritten werden, da hier zurzeit nur tierische Wirtschaftsdünger angerechnet werden.

Silomais verursacht bei der derzeit gängigen Düngungspraxis deutlich höhere Nitratausträge in das Grundwasser als dies vergleichsweise im Getreideanbau der Fall ist. Eine Ausweitung der Maisanbaufläche ist zudem oft mit einem Umbruch von Grünlandflächen verbunden. Nach Grünlandumbrüchen muss jahrelang mit hohen Mineralisationsraten gerechnet werden, die hohe Nitrataustragsraten nach sich ziehen.



Abb. 23: Mais als nachwachsender Rohstoff.

der Landnutzung gehen nicht selten mit einer Intensivierung der Flächennutzung einher. Sie werden daher vor dem Hintergrund des Grundwasserschutzes zunehmend kritisch gesehen (von Buttler et al. 2010). Zudem wird durch einen verstärkten Energimaisanbau ein Rückgang der Artenvielfalt befürchtet.

Im Folgenden werden die Auswirkungen einer verstärkten landwirtschaftlichen Ausrichtung auf Biogaserzeugung für das Flusseinzugsgebiet Hase näher betrachtet.

Im Hase Einzugsgebiet lassen sich regional deutliche Unterschiede in der Konzentration der Biogasanlagen feststellen. Insbesondere in der Region Cloppenburg ist eine Häufung von Biogasanlagen, speziell auch der Koferment-Anlagen, zu verzeichnen.

Anlagen in den Bereichen Vechta, Emsland und Osnabrück sind auf einzelne Gemeinden beschränkt. Im Landkreis Vechta zeigt sich eher die Tendenz zu Investitionen in Schweine- und Geflügelhaltung. Im Landkreis Cloppenburg dagegen geben viele Betriebe die Rinderhaltung zu Gunsten des Biogasbetriebes auf, zumal die produktionstechnischen Abläufe (z. B. Anbau und Ernte Silomais) vergleichbar sind (Wilking & Kayser 2011). Eine ähnliche Entwicklung zeichnet sich für das Emsland ab.

Aufgrund der enorm schnellen Entwicklung innerhalb der Biogaserzeugung kann nur eine Momentaufnahme des Anlagenbestandes erfolgen (Abb. 24). In 2007 waren innerhalb des Hase-Einzugsgebietes 31 NaWaRo-Anlagen und 13 Koferment-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von insgesamt 23.900 kW in Betrieb. Der Anteil der NaWaRo-Anlagen beträgt daran 14.639 kW. Wird für die o. g. Faustzahlen die Flächenberechnung vorausgesetzt, besteht ein zusätzlicher Flächenbedarf für das Ausbringen des Gärsubstrates von 9.900 ha, dies entspricht ca. 5 % der LF des Hasegebietes.

Der Schwerpunkt der Biogaserzeugung befindet sich im nördlichen Teil des Flusseinzugsgebietes (Region Cloppenburg). Hier werden ca. 15 % der LF für die Verbringung von Gärresten benötigt, sodass es hier zu einem erhöhten Druck auf die landwirtschaftlichen Flächen mit den beschriebenen Auswirkungen kommt.

Wird die Entwicklung des Maisanbaus im Vergleich von 1995 zu 2007 (Agrarstrukturerhebung) betrachtet, so ist es im Flusseinzugsgebiet der Hase insgesamt zu keiner Erhöhung des Maisanteils an der Ackerfläche gekommen. Regional sind jedoch Zunahmen an Maisanbauflächen im emsländischen Teil des Einzugsgebietes und im nördlichen Teil des Landkreises Osnabrück festzustellen (Abb. 25). Im Cloppenburger Bereich hat die Zunahme der Maisanbaufläche vermutlich schon vor 1995 stattgefunden und so schon früh ein relativ hohes Niveau erreicht. Die deutliche Abnahme des Maisanbaus im östlichen Teil der Region Cloppenburg (Gemeinde Cappeln) ist sicherlich durch eine Intensivierung des Erwerbsgemüsebaus begründet. Abnahmen erfolgten im südlichen Teil des Hasegebietes.

Neben der Analyse der Agrarstrukturerhebung sind im vorliegendem Bericht, vom Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung (SLA) bereitgestellte Invekos-Daten (Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem) der Agrarförderung 2009, ausgewertet worden. Der Anteil der Maisanbaufläche und der Grünlandanteil an der gesamten landwirtschaftlichen Nutzfläche wurden anhand dieser Daten auf Gemeindeebene näher betrachtet (Abb. 26 und Abb. 27).

Innerhalb des Hase-Einzugsbereiches ist deutlich ein Schwerpunkt des Maisanbaus im nördlichen Gebiet erkennbar. Regional ist ein Maisanteil von über 50 % an der landwirtschaftlichen Fläche (LF) ermittelt worden. Deutlich weniger Mais wird in der Region Osnabrück-Süd angebaut. Insbesondere der Stadtbereich Osnabrück und das nähere Umfeld weisen einen geringeren Maisanteil auf.

Eine wichtige Flächennutzung für den Grundwasserschutz ist das Grünland, da aufgrund der ganzjährigen Begrünung und geringer Mineralisation deutlich geringere Nitratausträge als unter Ackerland auftreten. In Abbildung 27 ist der Grünlandanteil an der LF auf Gemeindeebene dargestellt. Der Grünlandanteil in den Gemeinden im Bearbeitungsgebiet Hase ist größtenteils als niedrig anzusehen. Einige Gemeinden weisen Grünlandanteilen von weniger als 5 % an der LF auf. Die höchsten Grünlandanteile befinden sich im Festgesteinsbereich des Landkreises Osnabrück (Stadt Osnabrück und stadtnahes Umfeld) und in den Niederungsgebieten in der Region Lönigen. Die Entwicklung des Grünlandanteils wird hier nicht näher betrachtet. Die Grünlanderhaltungsverordnung soll einen weiteren Grünlandverlust verhindern. Vor Greifen der Verordnung sind jedoch viele Grünlandflächen umgebrochen worden, um den Ackerstatus der Flächen zu sichern. Auf die gegenläufigen Tendenzen zum Gewässerschutz wird näher in der NLWKN Veröffentlichung „Trinkwasserkooperationen in Niedersachsen“ hingewiesen (NLWKN 2011).

Kurzinformation: Biogasanlagen (Stand 2007)

- Insgesamt 31 NaWaRo Anlagen
- 13 Koferment-Anlagen
- die Elektrische Leistung beträgt insgesamt 23900 kW
- der Flächenbedarf für Gärsubstrat beträgt 9900 ha



Abb. 24: Verteilung von Biogasanlagen im Flusseinzugsgebiet der Hase mit Datenbestand aus 2007 (Datenquelle MuP-Projekt Biogas).

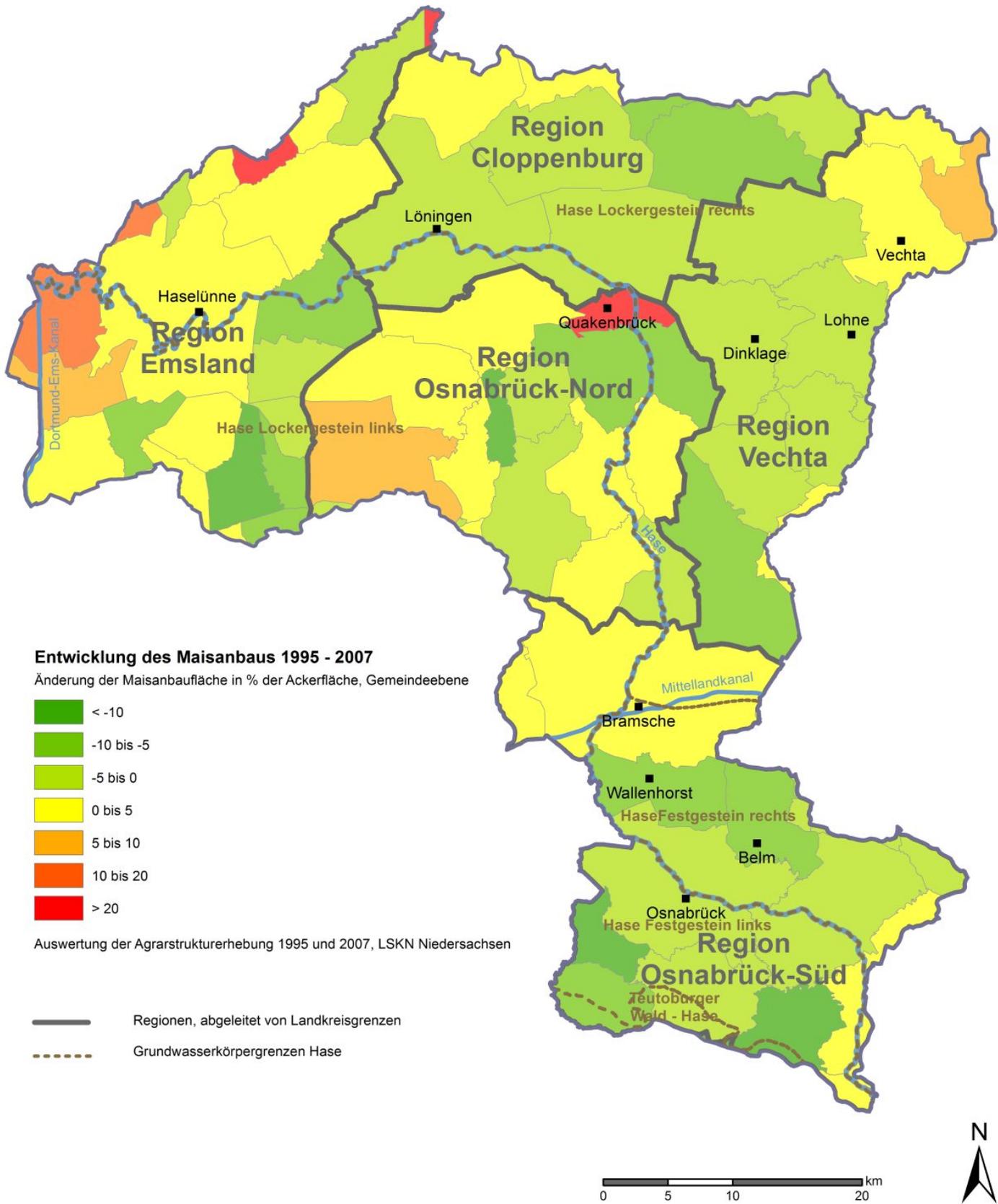


Abb. 25: Prozentuale Entwicklung des Maisanbaus in der Ackerfläche, Vergleich der Jahre 1995 und 2007 (Quelle: Agrarstrukturerhebung LSK 1995, LSKN 2007).

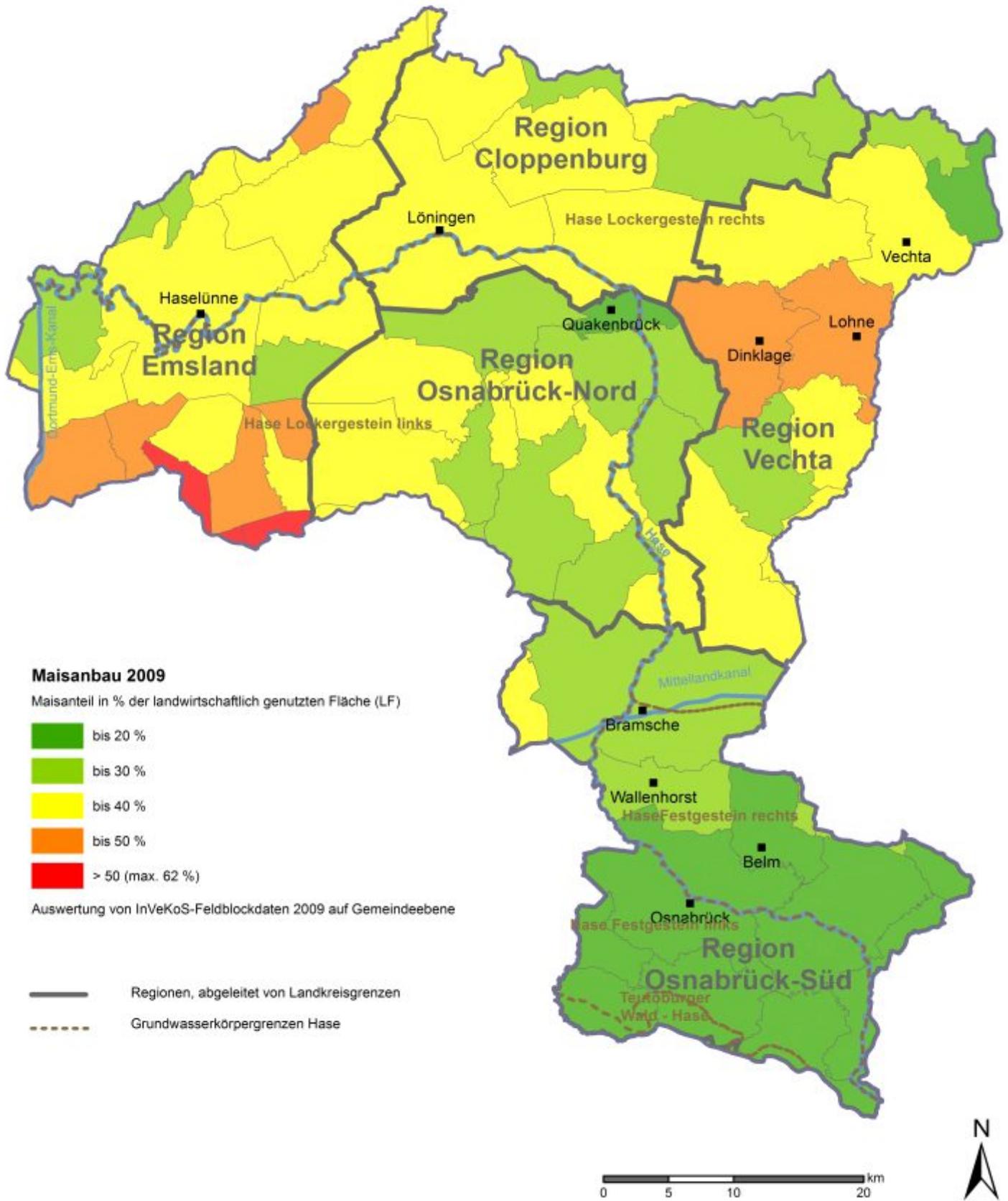


Abb. 26: Daten zum Maisanbau in 2009 (NLWKN Auswertung Invekos Daten).

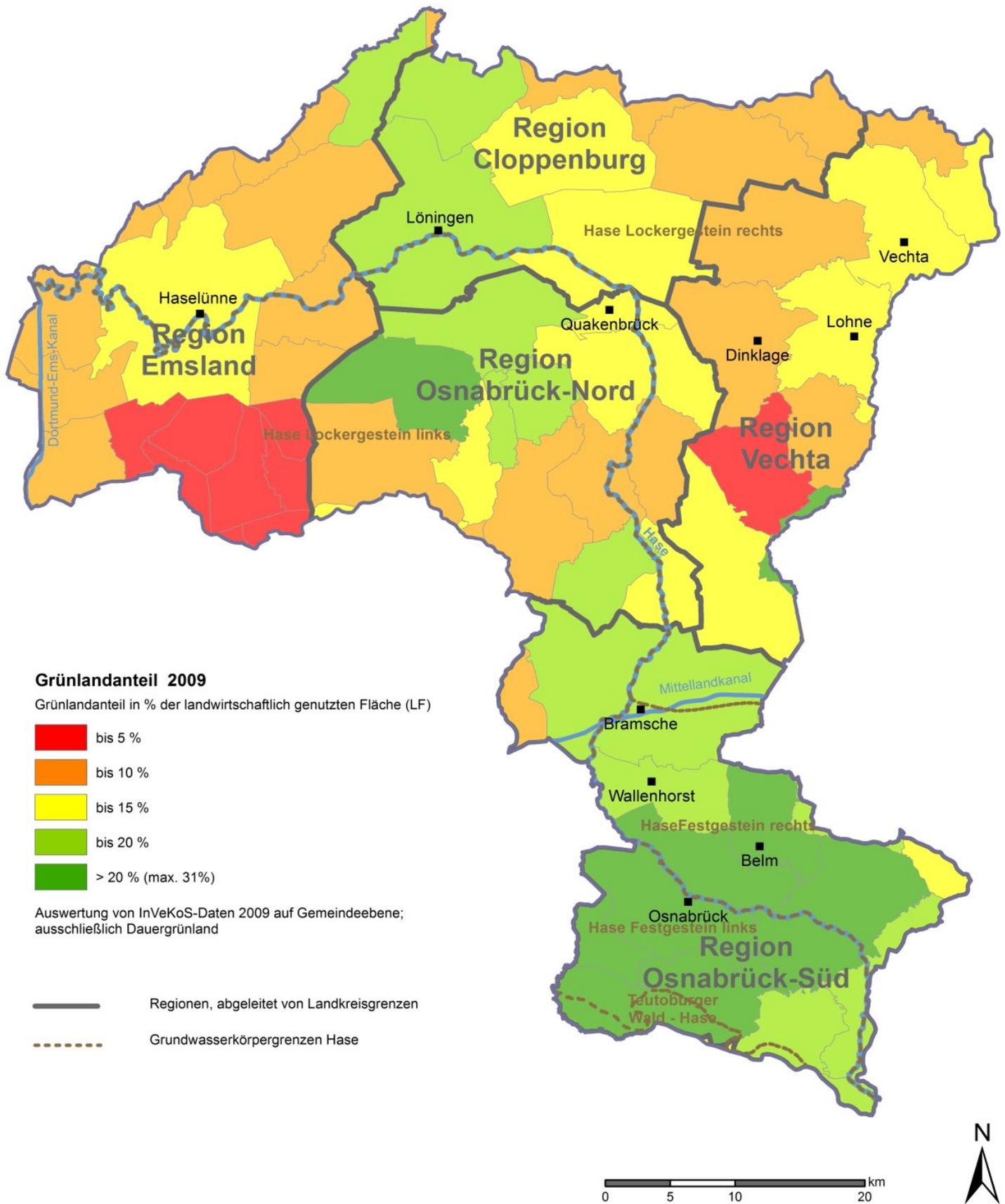


Abb. 27: Daten zum Grünlandanteil in 2009 (NLWKN Auswertung Invekos Daten).

5. Grundwasserschutz

Ein allgemeines Ziel des Grundwasserschutzes ist es, das Grundwasser in weitgehend natürlicher Beschaffenheit für zukünftige Generationen zu bewahren. Deshalb muss das Grundwasser flächendeckend geschützt werden. Als ökologisches Leitbild wird die Erhaltung oder Wiederherstellung der ursprünglichen geogenen (natürlichen) Grundwasserbeschaffenheit angestrebt.

Die rechtliche Grundlage dafür bildet das Wasserhaushaltsgesetz des Bundes (WHG) vom 01. März 2010, das durch das zeitgleich in Kraft getretene Niedersächsische Wassergesetz (NWG) ergänzt wird. Es verpflichtet dazu, das Wasser heute und für kommende Generationen in ausreichender Menge und Güte zu sichern und in seinen ökologischen Funktionen zu erhalten. Ziel des Gesetzgebers war es dabei, Doppelregelungen in WHG und NWG zu vermeiden, eigenständige Regelungen des NWG neben dem WHG zu erhalten und gesetzliche Abweichungskompetenzen zu nutzen. Weitere Vorschriften zum Gewässerschutz sind in bundesrechtlichen Regelungen wie z. B. der Grundwasserverordnung (GrwV) und Oberflächengewässerverordnung (OgewV) geregelt.

Die gesetzliche Grundlage für die Eigenüberwachung der Wasserbeschaffenheit durch die Wasserversorgungsunternehmen bildet der § 89 des NWG. Die Eigenüberwachung betrifft die Grundwasserbeschaffenheit der im Einzugsbereich von Grundwasserentnahmen zu errichtenden Messstellen (Vorfeldmessstellen) und des zur öffentlichen Trinkwasserversorgung gewonnenen Wassers (Rohwassermessstellen). Auf Grundlage des § 89 NWG wird auch die Weitergabe der erhobenen Daten an den NLWKN und an die Unteren Wasserbehörden (UWB) geregelt. Nähere Einzelheiten sind in der 12. Ausführungsbestimmung zum NWG, RdErl. d. MU v. 9.9.2004, aufgeführt.

Nach § 29 NWG ist es Aufgabe des Landes Niedersachsen, einen Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) zu betreiben. Details über Zuständigkeiten und Aufgaben des GLD (Umfang, Beteiligung, Verfahrensweise sowie die Zusammenarbeit der Dienststellen untereinander) werden im Runderlass (RdErl. d. MU v. 13.10.2009 -23-62018) des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz (MU 2009) geregelt. Dienststellen des GLD sind der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) und das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG). Aufgabe des GLD ist es u. a. regelmäßig Berichte über den quantitativen sowie qualitativen Zustand des Grundwassers zu erstellen und zu veröffentlichen.

5.1 Trinkwasserschutz

Der Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen ist in den Wassergesetzen als allgemeiner Grundsatz formuliert. Für das Trinkwasser gelten landesweit besonders strenge Schutzbestimmungen. In den Einzugsgebieten der Wasserwerke, den sogenannten Trinkwassergewinnungsgebieten (TWGG), ist besonders konsequent darauf zu achten, dass die allgemein gültigen Schutzbestimmungen eingehalten werden.

Nach § 91 des NWG können durch Rechtsverordnung Wasserschutzgebiete im Interesse der öffentlichen Wasserversorgung bzw. zum Wohl der Allgemeinheit festgesetzt werden. Dies ist nötig, um das Grundwasser im Gewinnungs- bzw. Einzugsgebiet einer Grundwasserentnahme vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Ein vorrangiges Ziel der Landesregierung ist es, alle Einzugsgebiete der öffentlichen Wasserversorgung als Wasserschutzgebiete (WSG) auszuweisen. Neben den WSG bestehen TWGG, die noch nicht als WSG festgesetzt worden sind. Hier ist lediglich das Einzugsgebiet für die Grundwasserentnahmen durch eine hydrogeologische Abgrenzung festgelegt. Laut § 28 NWG werden WSG und sonstige Gebiete, die in einer Bewilligung oder Erlaubnis zur Entnahme von Wasser für die öffentliche Wasserversorgung als Einzugsgebiet dargestellt sind, allgemein auch als TWGG bezeichnet.

Wasserschutzgebiete werden nach dem Regelwerk der DVGW 2006 (Arbeitsblatt W 101) in Zonen mit unterschiedlichen Schutzbestimmungen eingeteilt:

- Schutzzone I: Fassungsbereich; unmittelbare Umgebung des Brunnens; Nutzung nicht zugelassen (Abb. 28 und 29).
- Schutzzone II: Engere Schutzzone, dient dem Schutz vor pathogenen Organismen und sonstigen Beeinträchtigungen; die Größe ist abhängig von der Fließzeit des Grundwassers, wobei ein Sicherheitszeitraum von 50 Tagen festgelegt ist.
- Schutzzone III (IIIA, IIIB): weitere Schutzzone; dient dem Schutz vor chemischen oder radioaktiven Verunreinigungen; die Größe umfasst das gesamte Einzugsgebiet des Grundwassers, das der Fassung zufließt; bei großen Einzugsgebieten wird eine Aufteilung in Abhängigkeit von den Fließzeiten des Grundwassers in Zone IIIA und IIIB vorgenommen.

Die in den Schutzzonen der WSG geltenden Verbote und Einschränkungen bei der Nutzung der Flächen werden in Schutzgebietsverordnungen festgelegt, die individuell auf das jeweilige Schutzbedürfnis des Einzugsgebietes abgestimmt werden können. Ein Mindeststandard von Anforderungen wird durch die Verordnung über Schutzbestimmungen in WSG (SchuVO) festgelegt. Daraus resultierende Einschränkungen oder ein Mehraufwand werden durch Ausgleichszahlungen abgedeckt. Eine Aktualisierung der SchuVO ist im November 2009 herausgegeben worden (MU 2009 b). Ihre Einhaltung wird in Niedersachsen durch die Unteren Wasserbehörden (UWB) des jeweils zuständigen Landkreises oder der kreisfreien Städte kontrolliert.

Innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Hase nehmen die TWGG bzw. WSG insgesamt einen Flächenanteil von 9,8 % ein (Stand 2008). Aus der Tabelle 9 können Informationen zu den TWGG/WSG im Flusseinzugsgebiet entnommen werden. Unter anderem werden die Wasserrechte, Flächen-



Abb. 28: Schutzzone I einer Fassungsanlage im WSG Thiene.

die Möglichkeit für einen vorsorgenden und sanierenden Grundwasserschutz geschaffen.

Die Gewährung der Finanzhilfe setzt voraus, dass Wasserversorger und Landbewirtschaftler gleichberechtigt in einer Kooperation zusammenarbeiten und sich in einem Schutzkonzept auf Ziele und Erfolgsindikatoren geeinigt haben. Näheres dazu ist in der Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten geregelt (Nds. GVBl. Nr. 27/2007, 03.09.2007; MU 2007 d). Da eine Finanzhilfe nur gewährt wird, wenn die Kosten für die Umsetzung des Schutzkonzeptes einen Schwellenbetrag überschreiten, haben sich einzelne Wasserversorgungsunternehmen oder kleinere Kooperationen zu größeren Kooperationen zusammen-

größe und Nutzung sowie der Gefährdungszustand der einzelnen TWGG/WSG beschrieben.

Da Grundwasser überwiegend in ländlichen Regionen gefördert wird, ist eine enge Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft die Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen vorsorgenden Grund- bzw. Trinkwasserschutz. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Verminderung der Nitratreinträge in das Grundwasser. Im Jahr 1992 wurde die Erhebung einer Wasserentnahmegebühr im Niedersächsischen Wassergesetz (NWG) gesetzlich verankert und die Verwendung der Mittel geregelt. Der § 28 NWG ermöglicht eine Verwendung der Gelder für eine zusätzliche Beratung der land- oder forstwirtschaftlichen oder erwerbsgärtnerischen Nutzer (Zusatzberatung). Daneben ist für Flächen in Trinkwassergewinnungsgebieten ein Ausgleich von wirtschaftlichen Nachteilen aufgrund von vertraglich vereinbarten Einschränkungen (Schutzbestimmungen innerhalb der Wasserschutzgebiete) in Form von Freiwilligen Vereinbarungen möglich. Mit diesen Instrumenten wurde landesweit



Abb. 29: Förderbrunnen in einer Schutzzone I bei Limberg.

geschlossen. Nähere Information zum Kooperationsprogramm werden in der NLWKN Veröffentlichung „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen, Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse“, vorgestellt (NLWKN 2011).

Tab. 9: Relevante Wasserschutz- bzw. Trinkwassergewinnungsgebiete gemäß Prioritäten Programm (MU 2007 c) im Flusseinzugsgebiet der Hase (Datenquelle DIWA Shuttle 2009 und Berichte der Trinkwasserschutzberatung (LWK 2008)).

WSG Name	WVU	Kooperation	Zustand	PP	Wasserrechte in Mio m³/a	Gesamt- fläche ha	Fläche in BAG ha	Fläche in BAG %	Gesamt- fläche ha LF	Acker ha LF	Grünland ha LF	Zone II ha LF	Zone III ha LF
Ahausen-Slitter	WV Bersenbrück	Bersenbrück	TWGG	B2	1,50	725	725	100	517	439	78	7	510
Bad Iburg	Stadt Bad Iburg	Osnabrück-Süd	TWGG	A	0,58	293	31	11	27	3	23	0	26
Borghol	Gemeinde Hilter	Osnabrück-Süd	WSG	B1	0,15	124	124	100	48	28	18	0	48
Bramsche	STW Bramsche GmbH	Bersenbrück	TWGG	B1	1,00	445	445	100	196	150	52	0	0
Dissen	Stadt Dissen	Osnabrück-Süd	WSG	C	0,50	909	182	20	197	145	42	33	164
Düstrup	STW Osnabrück AG	Osnabrück	WSG	C	3,97*	1840	1840	100	804	522	240	14	790
Engler und Engler-	WV Bersenbrück, WBV												
Niewedde	Wittlage	Bersenbrück	WSG	C	1,67	2254	953	42	974	657	311	60	914
Gattberg-Nettetal	Gemeinde Belm	Belm	WSG	C	1,44**	1.363	1.363	100	838	728	165	275	564
Geeste-Varloh	TAV Bourtangter Moor	Meppen	TWGG	B1	3,70	1914	1333	70	807	686	121	0	807
Brunnen V Gaste	Gemeinde Hasbergen	Osnabrück-Süd	WSG	B1	0,08	70	70	100	39	8	31	11	28
Alt Georgsmarienhütte	WBV Osnabrück Süd	Osnabrück-Süd	WSG	A	0,28	143	143	100	4	0	4	0	4
Harderberg	WBV Osnabrück Süd	Osnabrück-Süd	TWGG	B1	0,37	380	380	100	161	98	85	47	114
Hagener Straße	WBV Hagener Straße	Osnabrück-Süd	WSG	A	0,06	47	47	100	11	8	5	0	11
Hasbergen	Gemeinde Hasbergen	Osnabrück-Süd	TWGG	C	0,46	295	295	100	76	53	27	18	58
Haselünne-Stadtwald	TAV Bourtangter Moor	Meppen	TWGG	B1	2,45	1363	1363	100	836	774	62	0	836
Holdorf	OOWV, Brake	OOWV/Bad											
Jeggen	WBV Jeggen	Zwischenahn/Norden	WSG;TWGG	C	5,00	2414	2414	100	978	860	164	3	343
Kloster Oesede	WBV Osnabrück Süd	Osnabrück-Süd	WSG	C	0,40	446	446	100	286	214	72	2	284
Lechtingen	Gemeinde Wallenhorst	Osnabrück-Süd	WSG	B1	0,13	122	215	100	122	80	38	0	122
Lüstringen	STW Osnabrück AG	Osnabrück	WSG	C	1,00	481	481	100	198	151	47	25	173
Meppen-Kossentannen	Stadtwerke Meppen	Osnabrück	TWGG	B1	*	204	204	100	57	39	18	0	0
Niedermark	Meppen-Hagen	Meppen	WSG	B1	2,00	1139	68	6	747	623	124	3	744
Oesede	Gemeinde Hagen	Osnabrück-Süd	WSG	B1	0,15	119	119	100	53	27	30	5	48
Ohrte	WBV Osnabrück Süd	Osnabrück-Süd	WSG	A	0,37	238	238	100	10	6	5	1	9
Powe	WV Bersenbrück	Bersenbrück	WSG	B1	2,50	1.868	1.868	100	944	702	260	0	944
Pye-Hollage	STW Osnabrück AG	Osnabrück	TWGG	B1	0,50	347	347	100	92	75	25	1	91
Schinkel	Gemeinde Wallenhorst	Osnabrück	TWGG	C	0,87	611	611	100	262	227	54	9	253
Schleddehausen	STW Osnabrück AG	Osnabrück	TWGG	C	0,25	268	268	100	28	40	0	0	28
Silberberg	Gemeinde Belm	Belm	TWGG	C	0,12	109	109	100	28	24	8	0	28
Stockumer Berg	Gemeinde Bissendorf	Osnabrück-Süd	WSG	C	0,30	320	320	100	133	100	36	15	118
Thiene	WBV Altenhagen	Osnabrück-Süd	TWGG	C	0,20	238	238	100	110	61	43	10	100
Vechta-Holzhausen	Gemeinde Bissendorf	Osnabrück-Süd	WSG	B1	0,15	170	170	100	90	65	21	3	87
Vörden	STW Osnabrück AG	Osnabrück	TWGG	B2	6,00	4985	4985	100	2800	2308	532	150	2650
Wellenholzhausen2	Stadt Vechta	Vechta	WSG	B2	2,00	3500	3500	100	2415	2160	274	21	2394
Werthe	Gemeinde												
Westenhausen-Oldendorf	Neuenkirchen/Vörden	Bersenbrück	WSG	B2	0,40	542	542	100	390	371	29	2	388
Wiesentalquelle	WW der Stadt Melle	Melle-Wittlage	WSG	C	0,16	570,9	446	78	192	128	64	25	168
Wittfeld	WV Hümmeling	Hümmeling	TWGG	B2	4,25	1415	429	30	806	765	41	0	806
	WW der Stadt Melle	Melle-Wittlage	WSG	C	1,61	1489,48	1149	77	783	580	200	62	721
	WBV Altenhagen	Osnabrück-Süd	WSG	B1	0,10	58	58	100	33	30	4	4	29
	STW Osnabrück AG	Osnabrück	TWGG	B2	3,50	2006	2006	100	1265	1011	250	0	0

* Wasserrecht bezogen auf Düstrup/Lüstringen
** Brunnen Belm-Powe, Gattberg, Icker, Rulle III, Nettetal zusammen

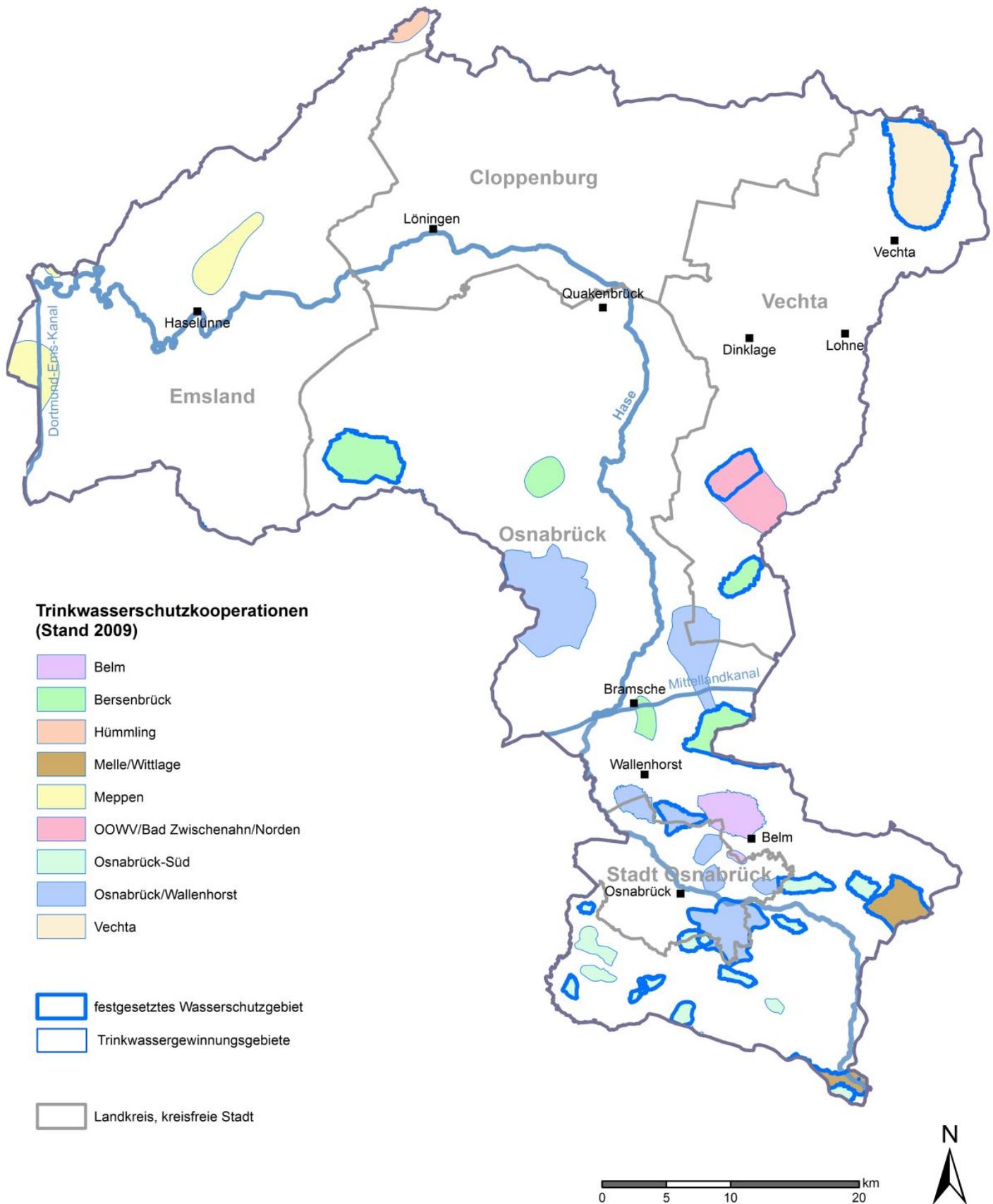


Abb. 30: Festgesetzte Wasserschutzgebiete und nicht festgesetzte Trinkwassergewinnungsgebiete, Trinkwasserschutzkooperationszugehörigkeit (Stand 2009).

Im Flusseinzugsgebiet der Hase sind neun Kooperationen vertreten. Die zu den einzelnen Kooperationen gehörenden TWGG liegen zum Teil außerhalb des Hase-Einzugsgebietes und sind daher nicht dargestellt (Abb. 30).

Die Beratung der Landwirte innerhalb der TWGG wird in diesen Kooperationen durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen geleistet (Abb. 31 und 32).

Die Fördermittelzuteilung für Maßnahmen und Beratung der einzelnen TWGG erfolgt mit Hilfe des Prioritätenprogramms (PP) nach fachlichen Gesichtspunkten wie Sickerwasser- oder Grundwasserbelastung, Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Trinkwassergewinnung und potentiell Stickstoffeintrag. Dazu werden Handlungsbereiche unterschiedlicher Priorität wie folgt eingestuft:

- Als A-Gebiete werden Gebiete mit berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter 25 mg/l definiert.
- In C-Gebieten werden die Fördermengen gewichteten Nitratkonzentrationen im Rohwasser von 25 mg/l überschritten.



Abb. 31: Beratung zur Düngeplanung durch N-min Probenahmen.

des Grundwassers auswirken und eine hohe Belastungskategorie bedingen.

Ein Teil der Fördermittel aus der Wasserentnahmegebühr wird für die grundwasserschutzorientierte Zusatzberatung bereitgestellt, wobei diese Förderung über EU-Gelder kofinanziert wird. Die Wasserversorgungsunternehmen legen dazu ein aussagekräftiges Beratungskonzept vor.

Eine grundwasserschutzorientierte Zusatzberatung beinhaltet beispielsweise die Erstellung von Düngeplanungen und Wirtschaftsdüngeranalysen. Über

- Gebiete, die nicht die Kriterien eines A- oder C-Gebietes erfüllen, werden als B-Gebiete definiert, wobei hier noch eine Differenzierung zwischen B1 und B2 anhand von Nitrattrends, Pflanzenschutzmittel-Belastungen und ähnlichem vorgenommen wird.

Sowohl die Eingruppierung als auch die Lage und Größe der TWGG sowie die landwirtschaftlichen Nutzflächen innerhalb der Gewinnungsgebiete sind Änderungen unterworfen und werden daher in regelmäßigen Abständen durch den Gewässerökologischen Landesdienst (GLD) des NLWKN aktualisiert (NLWKN 2011).

In Abbildung 33 ist die Einteilung der TWGG nach den Kriterien des Prioritätenprogrammes im Flusseinzugsgebiet der Hase dargestellt. Insbesondere in den Festgesteinsgebieten des Osnabrücker Berglandes sind eine Vielzahl von WSG bzw. TWGG in die Belastungskategorie C eingestuft worden (siehe auch Tab. 9).

Im Gegensatz zu den Lockergesteinsgebieten erfolgt im Festgesteinsgebiet in der Regel keine Umwandlung von Nitrat zu Stickstoff (Denitrifikation) im Grundwasser, so dass sich relativ schnell hohe Nitratgehalte anreichern, die sich auf die Qualität



Abb. 32: Beratung zur Düngeplanung mit Hilfe von Hydro-N-Testern, bei denen sortenspezifische Korrekturkarten genutzt werden.

Pflanzenanalysen (z. B. Nitratcheck) kann eine vegetationsbegleitende Düngeberatung durchgeführt werden, bei der auch Fragen zur Optimierung der Bodenbearbeitung und Beratung zu einem grundwasserschonenden Pflanzenschutzmitteleinsatz beantwortet werden. Ein wichtiger Aspekt der Zusatzberatung besteht in der Entwicklung und Vermittlung von Freiwilligen Vereinbarungen zur Reduzierung des Stickstoffaustrages. Landesweit wurden in 2008 ca. 20 €/ha LF (landwirtschaftliche genutzte Fläche) für die Wasserschutzzusatzberatung verwendet (NLWKN 2011).

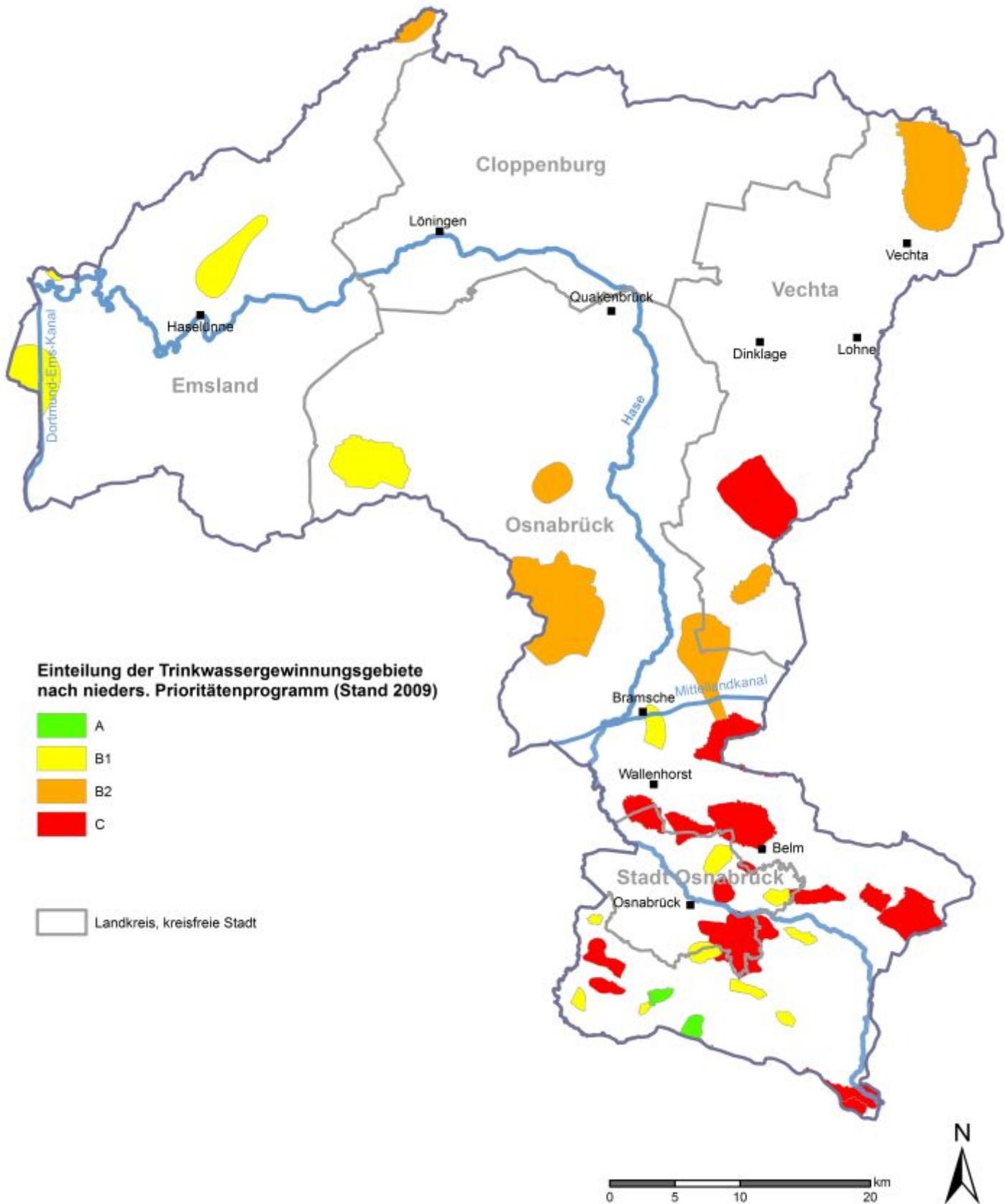


Abb. 33: Einteilung der Wassergewinnungsgebiete (WSG und TWGG) nach den Kriterien des Prioritätenprogrammes im Flusseinzugsgebiet der Hase.

In den Kooperationen innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Hase waren die Ausgaben für die Beratung zum Teil höher. Durchschnittlich wurden 2008 in den betroffenen Kooperationen 30 €/ha LF für die Beratung ausgegeben. Die über dem Landesdurchschnitt (20 €/ha LF) liegenden Ausgaben im Flusseinzugsgebiet sind weitgehend strukturbedingt. Der Beratungsaufwand für den Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen ist höher, da deren durchschnittliche Anzahl pro Betrieb deutlich über dem Landesdurchschnitt liegt. Die landwirtschaftliche Ausrichtung im Flusseinzugsgebiet Hase ist stark durch Veredelungswirtschaft geprägt (siehe Kap. 4.1). Der Zeitbedarf für Düngeplanungen in Veredelungsbetrieben ist zumeist höher als in ackerbaulichen Regionen.

Der größte Anteil der Fördermittel fließt in die freiwilligen Grundwasserschutzmaßnahmen, die Freiwilligen Vereinbarungen (FV). Bei der Ausgestaltung der FV sind die Vorgaben des Maßnahmenkatalogs des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz (MU 2007 b) hinsichtlich Mindestanforderungen und maximalen Förderbeträgen zu beachten (Tab. 10). Im Rahmen dieser Vorgaben können die Maßnahmen durch Beschluss der Kooperation an örtliche Verhältnisse in den einzelnen TWGG angepasst werden. Näheres dazu kann der Veröffentlichung des NLWKN „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen - Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse“ entnommen werden (NLWKN 2011).

Tab. 10: Übersicht der Freiwilligen Vereinbarungen gemäß MU-Maßnahmenkatalog (MU 2007 b).

Bezeichnung	Max. Förderbetrag
Basisvertrag - Verbesserung des Nährstoffmanagements	15,50 €/je Schlag
Zeitliche Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger	40 €/ha
Verzicht auf den Einsatz tierischer Wirtschaftsdünger	250 €/ha
Gewässerschonende Aufbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern	50 €/ha
Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	65 €/je Analyse
Aktive Begrünung	150 €/ha
Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung	400 €/ha
Extensive Bewirtschaftung von Grünland	450 €/ha
Umbruchlose Grünlanderneuerung	100 €/ha
Reduzierte N-Düngung	150 €/ha
Reduzierte Bodenbearbeitung	60 €/ha
Maisengsaat	60 €/ha
Unterfußdüngung	50 €/ha
Einsatz stabilerer N-Dünger	60 €/ha
Reduzierter Herbizideinsatz in Reihenkulturen	150 €/ha
Umwandlung von Acker in extensives Grünland/ extensives Feldgras	350 €/ha
Erosionsschutz Forst	bis zu 100 %
Waldumbau	bis zu 100 %

In Niedersachsen wurden in 2008 37 €/ha LF für freiwillige Maßnahmen gezahlt (berechnet aus Datengrundlage NLWKN 2011). Auf den innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Hase liegenden Flächen wurden hingegen durchschnittlich 49 €/ha LF für Freiwillige Vereinbarungen erstattet. Der höhere Aufwand im Bearbeitungsgebiet ist bedingt durch den hohen Schutzbedarf der teilweise sehr austragsgefährdeten Böden in Verbindung mit intensiver Landbewirtschaftung. Die natürlichen Ausgangsbedingungen und die Landbewirtschaftung in den TWGG sind sehr unterschiedlich.

Über angepasste Maßnahmenpakete erhoffen sich die beteiligten Kooperationspartner die Einhaltung der Ziele des langfristigen Grundwasserschutzes, insbesondere der Minimierung von Nitrat- und Pflanzenschutzmittel-Einträgen. In den Kooperationen kommen verschiedene, an die örtlichen Gegebenheiten angepasste, Maßnahmenprogramme zur Anwendung. Über eine gefährdungsabhängige Maßnahmensteuerung sollen

vorrangig besonders sensible Flächen mit Maßnahmen belegt werden. Dies ist auch vor dem Hintergrund zurückgehender Fördermittel notwendig:

- In Gebieten mit geringer Grundwasserbelastung wird für alle Flächen ein Standardprogramm an Freiwilligen Vereinbarungen angeboten.
- In anderen Gebieten, insbesondere dort, wo hohe Nitratbelastungen im Förderwasser oder im Sickerwasser festgestellt wurden, erfolgt eine gefährdungsabhängige Maßnahmensteuerung, bzw. räumliche Prioritätensetzung.

Am Beispiel des TWGG Ahausen-Sitter (Kooperation Bersenbrück) wird die Prioritätensetzung dargestellt (Abb. 34 und Tab. 11). Berücksichtigt

wurden dabei die Nitratauswaschungsgefährdung der Böden, Tiefbohrungen zur Sickerwasserermittlung sowie Kenntnisse über Denitrifikationsprozesse (Nitratabbauvorgänge).

Mögliche Grundwasserschutzmaßnahmen innerhalb der einzelnen Prioritätsstufen sind in Tabelle 12 aufgeführt.

Bezüglich der Vertragsfläche und der Anzahl der Vertragsabschlüsse sind im Einzugsgebiet der Hase die Freiwilligen Vereinbarungen mit aktiver Begrünung (meist in Form von Zwischenfruchtanbau) sowie die Vereinbarungen zur zeitlichen Beschränkung und zur gewässerschonenden Aufbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern auf die Ackerflächen am bedeutendsten.

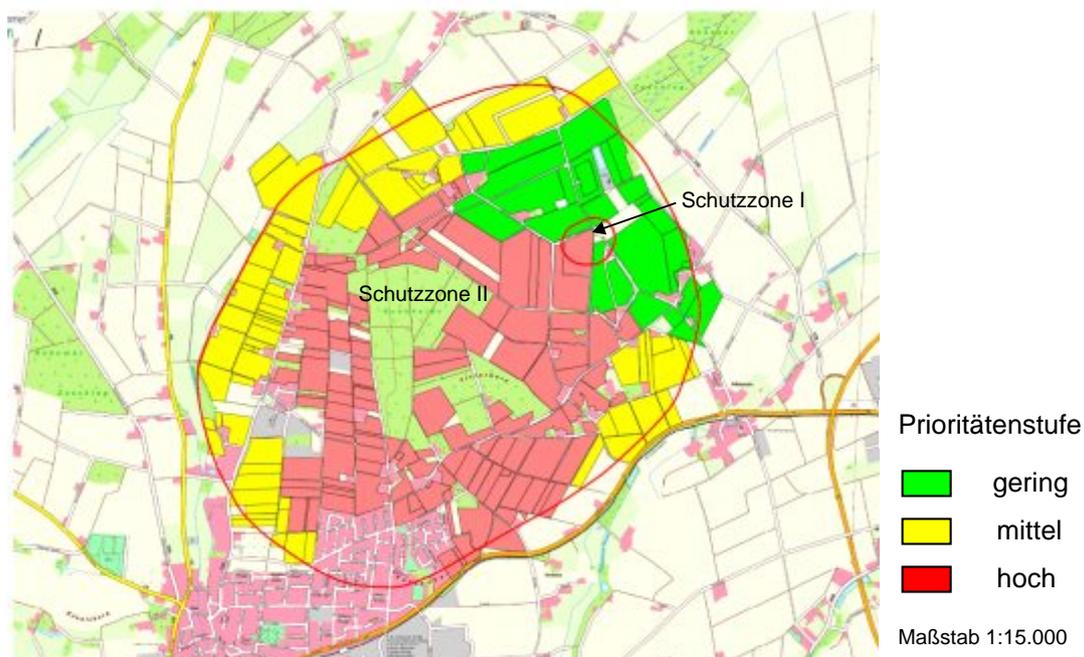


Abb. 34: Prioritätensetzung im TWGG Ahausen-Sitter (Quelle: LWK 2010).

Tab. 11: Prioritätsstufen (Kooperation Bersenbrück) und Freiwillige Vereinbarungen (FV).

Prioritätsstufe	Freiwillige Vereinbarungen (FV)
C = hoch	Alle mehrjährigen und einjährigen FV Angebot besonders kostenintensiver Sondermaßnahmen
B = mittel	Einjährige FV (siehe Tab. 12)
A1 = gering	Nur: Zeitliche Beschränkung der Gülle- und Jaucheausbringung, Schlagaufzeichnungen, Zwischenfruchtanbau vor Sommerung und Wirtschaftsdüngeruntersuchung Standardmaßnahmen
A2 = sehr gering	Nur: Zeitliche Beschränkung der Gülle- und Jaucheausbringung und Wirtschaftsdüngeruntersuchung Standardmaßnahmen

Tab. 12: Zuordnung der freiwilligen Vereinbarungen zu den Prioritätsstufen (Kooperation Bersenbrück).

Grundwasserschutzmaßnahmen	Priorität C	Priorität B	Priorität A1 WSG	Priorität A2 TWGG
Wirtschaftsdüngeruntersuchung	x	x	x	x
Schleppschlauchausbringung	x	x		
Mistausbringung	x	x		
Grünlandextensivierung normal	x	x		
Grünlandextensivierung austragsgefährdete Flächen	x			
pfluglose Grünlandneuansaat	x	x		
Maisengsaat	x	x		
Brachemaßnahmen	x	x		
Zwischenfruchtanbau normal	x	x	x	
Auflaufraps	x	x	x	
Grasuntersaaten	x	x		
System Immergrün/Zwischenfrucht mit Umbruch	x			
Zeitliche Gülleausbringungsbeschränkung	x	x	x	x
Schlagaufzeichnungen	x	x	x	
Gülleausbringungsverbot	Nur Zone II			
Zwischenfruchtanbau nach Mais	x	x	x	

Über die Zwischenfrüchte (Abb. 35 bis 38) können die im Boden vorhandenen Nährstoffe über Winter

konserviert werden und stehen dann der nachfolgenden Hauptkultur zur Verfügung.



Abb. 35: Senfanbau als Zwischenfrucht.



Abb. 36: Senfpflanze im Detail.



Abb. 37: Örettich als Zwischenfrucht.



Abb. 38: Örettich im Detail.

Bei den Maßnahmen zur zeitlichen Beschränkung der Gülleausbringung handelt es sich um recht extensive Maßnahmen, d. h. es wird eine große Fläche mit vergleichsweise geringem Finanzeinsatz unter Vertrag genommen. Durch diese Maßnahme wird erreicht, dass im Herbst auf den Flächen in TWGG großflächig keine Gülle ausgebracht wird. Die anfallenden Güllemengen werden stattdessen im Frühjahr mit exakt arbeitenden Gülleschleppschlauchverteilern gezielt in den Pflanzenbestand verteilt (Abb. 39).

Im Vergleich zu den o. a. Maßnahmen sind die Freiwilligen Vereinbarungen zur mineralischen Unterfußdüngung (Düngergabe im Boden unterhalb



Abb. 39: Schleppschlauchdüngung.

des Saatgutes), zum Einsatz von stabilisierten Stickstoffdüngern, zum reduzierten Mineraldünger- und Herbizideinsatz (Abb. 40) sowie Maßnahmen im Forst von untergeordneter Bedeutung.

Der Anteil der Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen im Vergleich zur Wasserschutzzusatzberatung betrug 2008 in Niedersachsen 64 % zu 36 %. In den Kooperationen des Flusseinzugsgebietes der Hase besteht ein ähnliches Verhältnis der Ausgaben von 60 % zu 40 %. Lediglich in der Kooperation Vechta zeigt sich eine Umkehrung der Gewichtung (44 % zu 56 %). Hier spielt der beratungsintensive Gemüsebau neben der Landwirtschaft eine große Rolle (Tab. 13).



Abb. 40: Einsatz von Herbiziden.

Tab. 13: Ausgaben für Beratung und Freiwillige Vereinbarungen (FV) 2008. Angaben zum Beratungsbudget sind den entsprechenden Beratungskonzepten entnommen, Angaben zu den Ausgaben für FV entstammen dem DIWA Shuttle 2009 für das Jahr 2008. Für das TWGG und WSG Holdorf (siehe auch Tab. 9) sind die Daten für das Einzelgebiet aufgeführt, da Daten innerhalb der Kooperation OOWV/Bad Zwischenahn/Norden aufgrund unterschiedlicher landwirtschaftlicher Strukturen inhomogen ausfallen.

Kooperation	Fläche ha LF	Ausgaben	Ausgaben	Ausgaben	Ausgaben	Beratung %	FV %
		Beratung €	Beratung €/ha LF	FV €	FV €/ha LF		
Belm	928	30.088	32,42	33.254,43	35,83	48	52
Bersenbrück	4670	124.500	26,66	255.488,66	54,71	33	67
Melle - Wittlage	1873	67.493	36,03	90.293,72	48,21	43	57
Osnabrück							
Wallenhorst	5660	129.500	22,88	357.883,04	63,23	27	73
Osnabrück Süd	2568	69.970	27,25	112.319,81	43,74	38	62
Vechta	2435	77.300	31,75	61.973,78	25,45	56	44
OOWV							
(Holdorf)*	1024	49.000	47,85	105.346,00	102,88	32	68
Meppen	3250	70.300	21,63	107.174,25	32,98	40	60
Hümmling	2506	69.500	27,73	86.826,98	34,65	44	56
Durchschnitt	-	-	30,47	-	49,08	40	60

*Daten auf Einzelgebiet bezogen

5.2 Wasserrahmenrichtlinie

Mit Inkrafttreten der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL 2000) am 22.12.2000 wurden über 50 wasserrechtliche EG-Vorschriften in einer Richtlinie zusammengefasst. Der Geltungsbereich umfasst Fließgewässer, Seen, Küstengewässer und Grundwasser. Die WRRL bietet die Grundlage für ein gemeinsames wasserwirtschaftliches Handeln. Als Zielsetzung beinhaltet die WRRL die Erreichung eines guten Gewässerzustandes aller oberirdischen Gewässer und im Grundwasser. Für Oberflächengewässer bedeutet dies, dass ein guter ökologischer und chemischer Zustand erreicht werden soll. Der gute chemische und gute mengenmäßige Zustand sind als Ziel für Grundwasser definiert. Die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie werden durch sogenannte Tochterrichtlinien weiter konkretisiert. Die Richtlinie zum Schutz des Grundwassers (2006/118/EG) benennt nähere Vorgaben für das Grundwasser.

Im Grundwasser sollen Schadstoffeinträge verhindert oder zumindest begrenzt werden. Eine Verschlechterung des Grundwasserzustandes ist zu verhindern und Belastungstrends müssen umgekehrt werden. Ziel ist es den guten mengenmäßigen und chemischen Zustand möglichst bis 2015 zu erreichen. Zur Bewertung des guten chemischen Zustandes sind Qualitätsnormen für Nitrat (50 mg/l) und Pflanzenschutzmittel (0,1 µg/l) und nationale Schwellenwerte für Schwermetalle (Arsen, Cadmium, Blei, Quecksilber), Ammonium, Sulfat Chlorid und Kohlenwasserstoffe (Summe Trichlorethylen und Tetrachlorethylen) festgelegt worden.

Soll ein „guter mengenmäßiger Zustand“ im Grundwasser vorliegen, darf keine Übernutzung des Grundwassers stattfinden, Wasserentnahmen dürfen die verfügbare Grundwasserressource nicht überschreiten.

Zur Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes sind spezielle Überwachungsprogramme (Monitoringprogramme) aufgestellt worden. Mit Hilfe des Überblicksmessnetzes wird der chemische Zustand in allen Grundwasserkörpern überwacht. Durch das operative Messnetz werden die als gefährdet eingestuft Grundwasserkörper jährlich ein weiteres Mal überprüft.

Über spezielle Maßnahmenprogramme soll der gute Gewässerzustand erreicht werden. Im niedersächsischen Maßnahmenprogramm sollen neben den gesetzlichen Vorgaben (grundlegende Maßnahmen), ergänzende Maßnahmen wie Beratung und Agrarumweltmaßnahmen eine Zustandsverbesserung bewirken.

5.2.1 Ergebnisse der erstmaligen Bewertung nach EG-WRRL

Alle Grundwasserkörper in Niedersachsen sind 2009 hinsichtlich ihres mengenmäßigen und chemischen Zustandes bewertet worden. Hauptinstrument der mengenmäßigen Bewertung der Grundwasserkörper war die Ganglinienauswertung nach dem Grimm-Strele Verfahren (NLWKN, LBEG 2008; NLWKN, LBEG, SBUV Bremen 2009).

Für ganz Niedersachsen, also auch für die fünf Grundwasserkörper des Flusseinzugsgebietes der Hase, konnte ein guter mengenmäßiger Zustand der Grundwasserkörper festgestellt werden. Im Bezug zum quantitativen Zustand der Grundwasserkörper gab es daher keinen Handlungsbedarf.

In Hinblick auf die chemische Bewertung wurden innerhalb der Grundwasserkörper sogenannte Typflächen mit vergleichbaren oder ähnlichen hydrogeologischen, hydrodynamischen, hydrochemischen und bodenkundlichen Eigenschaften abgegrenzt. Grundlage der Bewertung waren die Monitoringergebnisse des Überblicks- und operativen Messnetzes. Die Bewertung des chemischen Zustandes deckte in einer Vielzahl von niedersächsischen Grundwasserkörpern Probleme auf. Im Flusseinzugsgebiet der Hase wurden lediglich die Grundwasserkörper „Hase Festgestein links“ und „Teutoburger Wald-Hase“ als im guten Zustand befindlich eingestuft (Abb. 41 a).

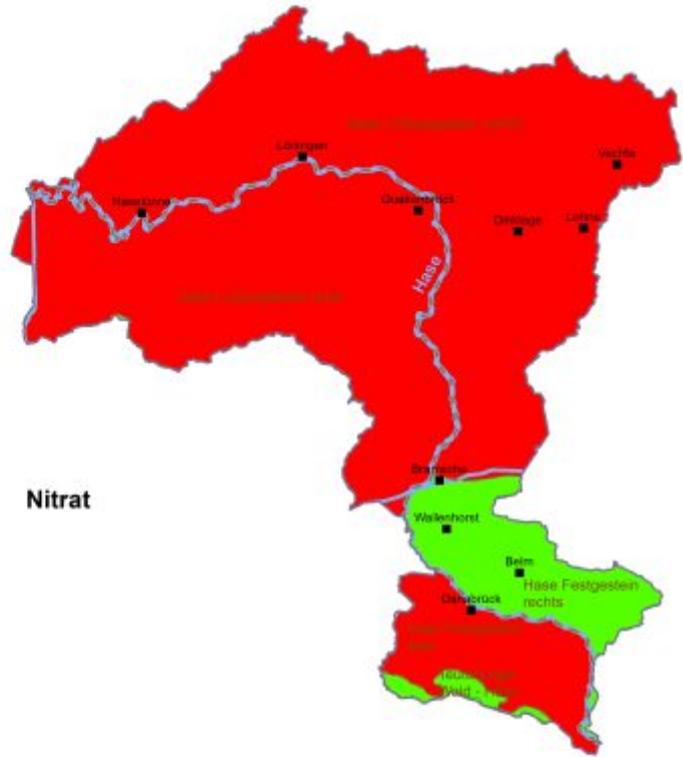
Die übrigen Grundwasserkörper befinden sich hinsichtlich der Bewertung des Parameters Nitrat in einem schlechten Zustand (Abb. 41 b). Der Grundwasserkörper „Hase Lockergestein links“ musste aufgrund von Grenzwertüberschreitungen innerhalb der Schwellenwertparameter als im schlechten Zustand befindlich eingestuft werden (Abb. 41 c).

Die Lockergesteinsgebiete „Hase Lockergestein rechts“ und „Hase Lockergestein links“ weisen zudem eine relevante Belastung durch Pflanzenschutzmittel auf (Abb. 41 d). Insgesamt befindet sich 89 % der Fläche des Hasegebietes nach den Bewertungskriterien in einem schlechten chemischen Zustand.

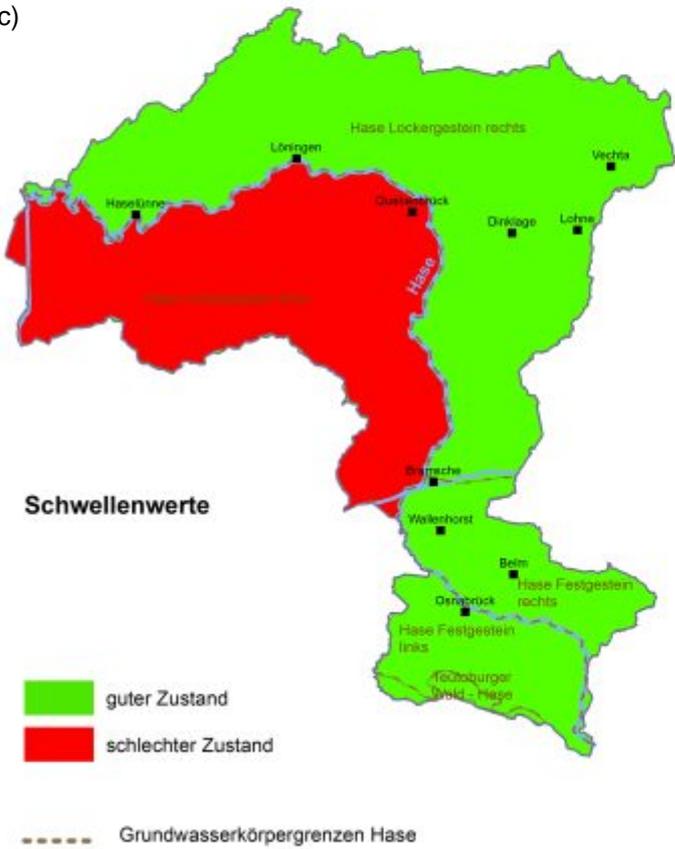
a)



b)



c)



d)



0 5 10 20 km



Abb. 41 a-d: Bewertung in 2009 des gesamten chemischen Zustands, der Parameter Nitrat, der Schwellenwertparameter sowie der Pflanzenschutzmittel nach der EG-WRRL für die Grundwasserkörper innerhalb des Hase-Einzugsgebietes.

Als Haupteintragsquelle können Stickstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft genannt werden. Der Schwerpunkt der Maßnahmenumsetzung besteht aus diesem Grund in der Reduktion des Nitratreintrages. Eine Zielkulisse „Nitratreduktion“ ist daher auf Basis der als signifikant gefährdet eingestuften Typflächen ausgewiesen worden. Berücksichtigt wurden dabei jedoch nicht diejenigen Typflächen, die als Niederungsgebiete einen hohen Direktabfluss aufweisen und somit relevant für Maßnahmen im Oberflächenbereich sind. Für das Hasegebiet sind dies die Niederungsgebiete des Quackenbrücker Beckens und die Ems-Vechte-Niederung.

Im Einzugsgebiet der Hase wurde insgesamt 43 % der Gesamtfläche als Zielkulisse für Maßnahmen zur Stickstoffreduktion ausgewiesen, dies entspricht insgesamt 932 km² der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Gebietes. In diese Zielkulisse fallen innerhalb des Grundwasserkörpers „Hase Lockergestein rechts“ die Geestgebiete und die Dammer Berge, im Grundwasserkörper „Hase Lockergestein links“ die Ankumer/Lingener Höhe und im „Hase Festgestein links“ das Ibbenbüren-Osnabrücker Bergland (Abb. 42).

Um den Stickstoffeintrag auf landwirtschaftlichen Flächen zu verringern, ist vom LBEG und dem Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich) der Reduzierungsbedarf der Stickstoffüberschüsse ermittelt worden, der notwendig ist, um das vom Umweltziel (50 mg/l Nitrat im Grundwasser) abgeleitete Handlungsziel zu erreichen. Bei der Berechnung wurde das Denitrifikationspotential des Bodens berücksichtigt.

Niedersachsenweit besteht innerhalb der Zielkulisse (7700 km² LF) ein Reduktionsbedarf von ca. 20.000 t Stickstoff pro Jahr. Innerhalb der Zielkulissenfläche im Einzugsgebiet der Hase müssen dabei jährlich ca. 4000 t Stickstoff, das entspricht rund 20 % des Reduktionsbedarfes des Landes, eingespart werden, um das Handlungsziel zu erreichen. Der notwendige Reduzierungsbedarf auf Typflächenebene ist innerhalb des Einzugsgebietes sehr unterschiedlich. In Abbildung 43 ist die not-

wendige Reduzierung des Stickstoffüberschusses bezogen auf die landwirtschaftliche Nutzfläche dargestellt. Besonders hoch müssen die Stickstoffeinsparungen in den nördlichen Geestgebieten ausfallen. Hier ist die Emissionsbelastung aufgrund der intensiven Veredelungswirtschaft besonders hoch.

Kurzinformation: Bewertung nach EG-WRRL (2009)

- 89 % der Gesamtfläche der Grundwasserkörper (GWK) befindet sich in einem schlechten gütemäßigen Zustand.
- 43 % der GWK-Gesamtfläche ist Bestandteil der Zielkulisse „Nitratreduktion“.
- der Stickstoffreduktionsbedarf beträgt 4000 t, das sind 21 % des Einsparungsbedarfs Niedersachsens.
- 100 % der GWK-Gesamtfläche befindet sich in einem guten mengenmäßigen Zustand.

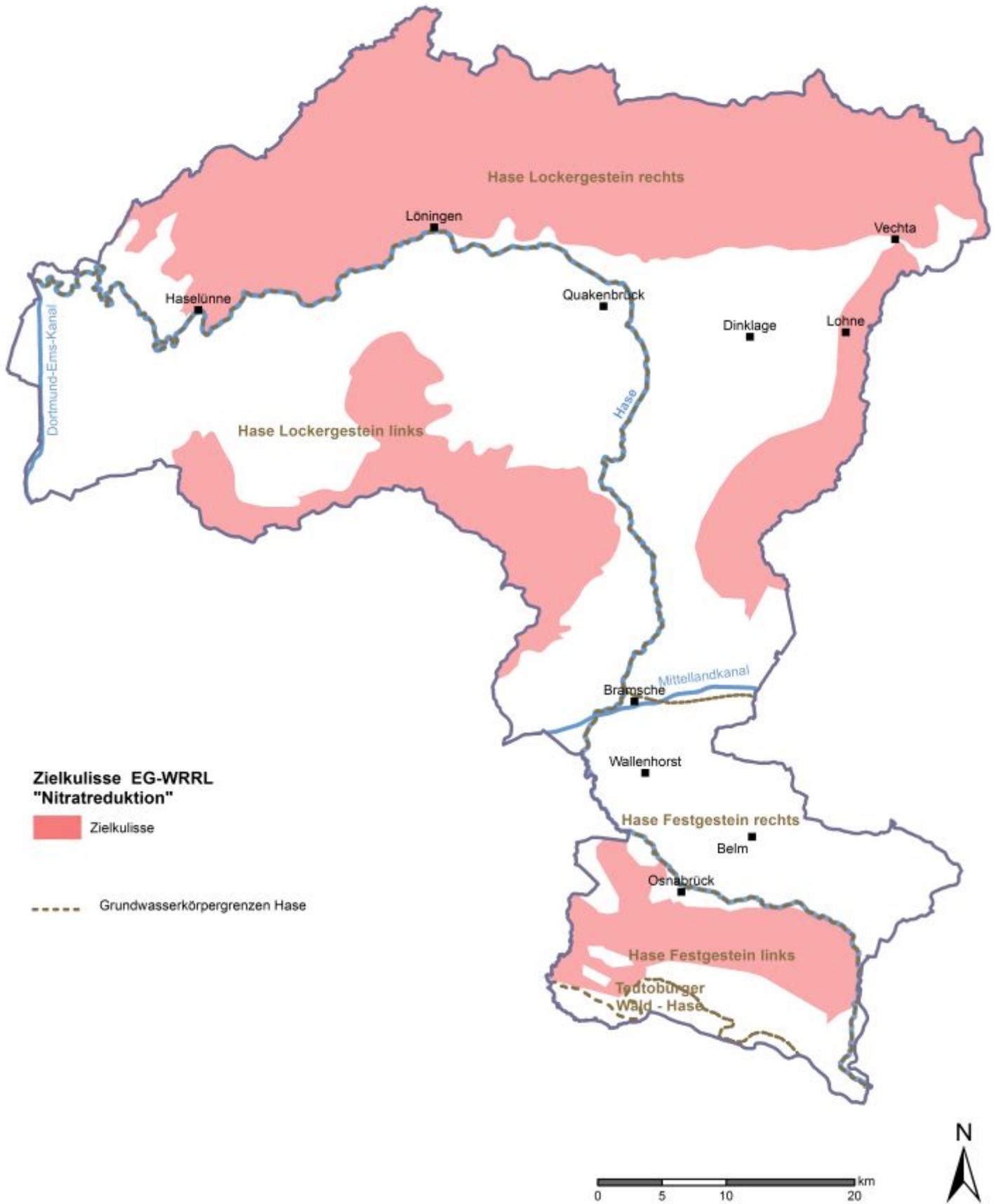


Abb. 42: Zielkulisse Nitratreduktion innerhalb des Hase-Einzugsgebietes. In dieser Maßnahmenkulisse sind spezielle Agrarumweltmaßnahmen sowie eine Gewässerschutzberatung nach EG-WRRL möglich.

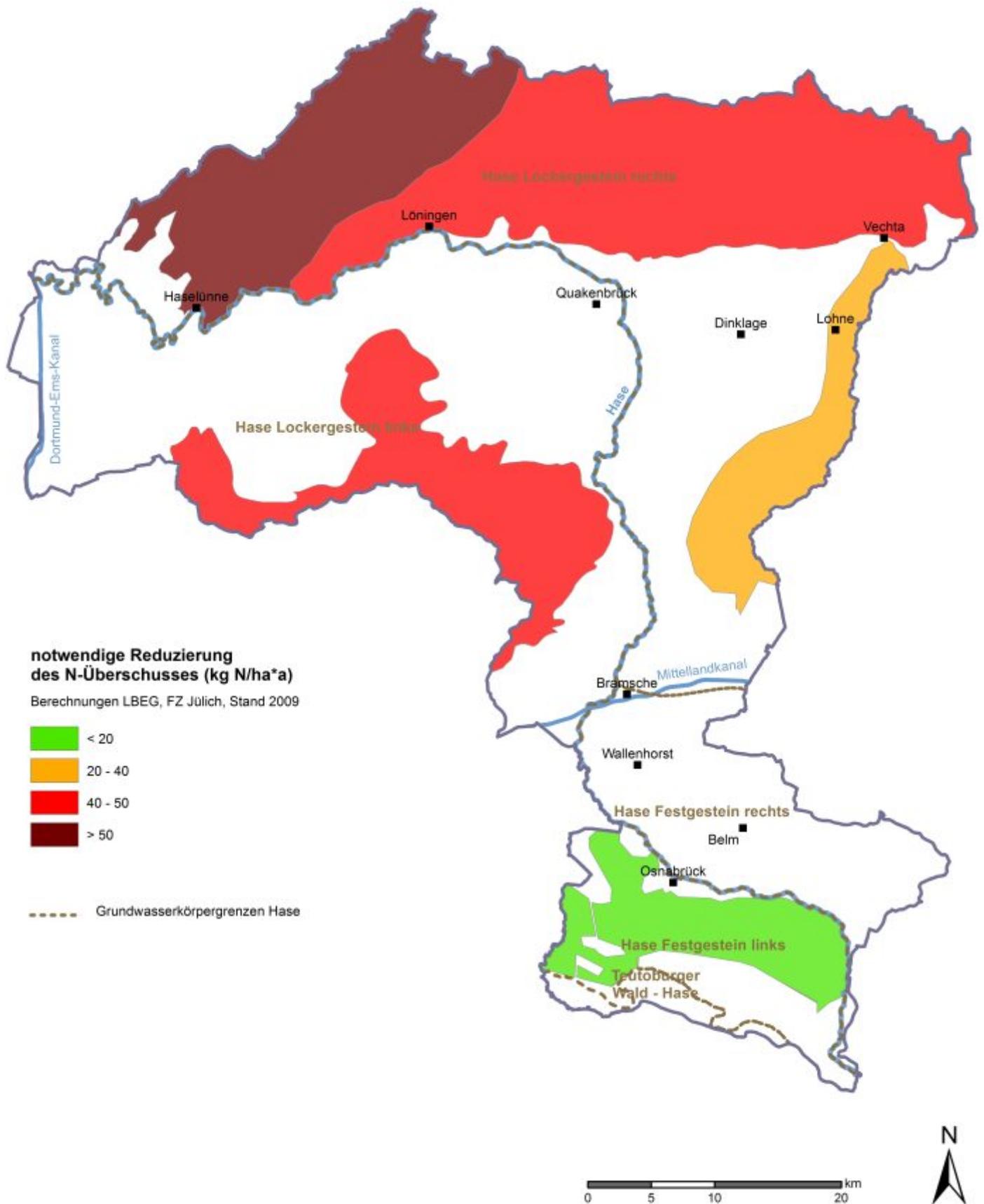


Abb. 43: Notwendige Stickstoffreduzierungen in der Zielkulisse EG-WRRl auf Typflächenebene (Auswertungen LBEG 2009).

5.2.2 Bewirtschaftungsmaßnahmen

Die Bewertung der Grundwasserkörper in 2009 hat ergeben, dass die diffusen Belastungen des Grundwassers mit Nitrat zum größten Teil dazu beitragen, dass das Umweltziel verfehlt wurde. In einigen Grundwasserkörpern führen auch Pflanzenschutzmittelfunde und Überschreitungen innerhalb der Schwellenwertparameter dazu, dass die vorgegebenen Ziele nicht erreicht werden (vgl. Kapitel 5.2.1).

Gemäß der EG-WRRL müssen auf Ebene der Flussgebiete Maßnahmenprogramme (WRRL Artikel 11) und Bewirtschaftungspläne (WRRL Artikel 13) festgelegt werden, um die festgelegten Umweltziele zu erreichen. Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenprogramm sind erstmalig 2009 nach einer Beteiligung der Öffentlichkeit aufgestellt worden. Eine Fortschreibung erfolgt alle 6 Jahre.

Für das Einzugsgebiet der Hase als Teil des Flussgebietes Ems hat das Maßnahmenprogramm des Flussgebietes Ems Gültigkeit. Dieses Maßnahmenprogramm sieht für die Reduzierung der Stickstoffbelastungen vier Bausteine vor (NLWKN 2009).

Als erstes ist die Umsetzung der Nitratrichtlinie durch die Düngeverordnung als bedeutendste grundlegende Maßnahme zu nennen. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass durch grundlegende Maßnahmen die Ziele der Richtlinie nicht erfüllt werden können. Ergänzende Maßnahmen sind notwendig.

Als zweiter Baustein wird daher das Angebot freiwilliger Agrarumweltmaßnahmen als wichtig erachtet. Als dritter Bestandteil wird eine spezielle Wasserschutzberatung in das Maßnahmenprogramm integriert. Ziel der Beratung ist es, einen effizienten Einsatz der Nährstoffe zur Verringerung des Nährstoffeintrages zu bewirken. Als vierter Bereich ist das Wirkungsmonitoring zu nennen, das neben der Evaluierung auch zur fortlaufenden Optimierung des Maßnahmenprogramms dient.

Folgender Maßnahmenkatalog für das Grundwasser ist in dem niedersächsischen Beitrag für das Maßnahmenprogramm in der FGE Ems (Flussgebietsgemeinschaft Ems) festgeschrieben worden (NLWKN 2009):

- Maßnahmen zur Reduzierung der auswaschungsbedingten Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft.
- Maßnahmen zur Reduzierung der Einträge von Pflanzenschutzmitteln aus der Landwirtschaft.

- Umsetzung und Aufrechterhaltung von spezifischen Wasserschutzmaßnahmen in Trinkwasserschutzgebieten.
- Maßnahmen zur Reduzierung anderer anthropogener Belastungen.
- Konzeptionelle Maßnahmen:
 - Erstellung von Konzeptionen, Studien und Gutachten.
 - Durchführung von Forschungs-, Entwicklungs- und Demonstrationsvorhaben.
 - Informations- und Fortbildungsmaßnahmen.
 - Beratungsmaßnahmen.
 - Einrichtung bzw. Anpassung von Förderprogrammen.
 - Freiwillige Kooperationen.
 - Vertiefende Untersuchungen und Kontrollen.

In 2010 ist mit der Maßnahmenumsetzung in der Zielkulisse begonnen worden. Vier Maßnahmen zur Reduzierung auswaschungsbedingter Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft (W-Maßnahmen) werden innerhalb des niedersächsischen und Bremer Agrarumweltprogramms (NAU/BAU) auf Ebene der Zielkulisse angeboten.

- W2 Anbau von winterharten Zwischenfrüchten oder Untersaaten
- W3 Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais bei nachfolgendem Anbau einer Sommerung
- W4 Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Raps
- W 5 Anbau von Winterrüben vor Wintergetreide

Der Abschluss dieser „W-Maßnahmen“ ist für Betriebe möglich, die mindestens 25 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Betriebes oder wenigstens 10 Hektar innerhalb der Zielkulisse bewirtschaften.

Bezüglich Pflanzenschutzmittel und Schwellenwertparameter werden vorerst konzeptionelle Maßnahmen durchgeführt. Neben zusätzlichen Untersuchungen zur Verbesserung der Datenlage, stehen Fundaufklärungen und Recherchen zur Herkunft der Belastungen an.

Seit 2010 ist eine Gewässerschutz-Beratung als konzeptionelle Maßnahme innerhalb der EG-WRRL-Zielkulisse installiert. Innerhalb der Zielkulisse „Nitratreduktion“ sind neun Beratungsgebiete in Anlehnung an die Flussgebietsabgrenzungen ausgewiesen worden. Fünf Beratungsträger übernehmen die Beratung in diesen Gebieten. Das Flusseinzugsgebiet der Hase liegt innerhalb des Beratungsgebietes Mittlere Ems/Vechte. Hier ist die Landwirtschaftskammer Niedersachsen als Beratungsträger tätig.

Aufgrund des großen Flächenumfanges der Zielkulisse und der im Gegensatz zur Zusatzberatung in TWGG deutlich geringeren Mittelausstattung wird eine einzelbetriebliche Beratung in den einzelnen Beratungsgebieten nur für eine relativ kleine Zahl von Betrieben, den sog. Modellbetrieben, durchgeführt. Eine Angebotsberatung steht jedoch innerhalb des gesamten Beratungsgebietes zur Verfügung. Ziel der Beratung ist es landwirtschaftliche Betriebe verstärkt für den Gewässerschutz zu sensibilisieren und gewässerschonende Produktions- und Bewirtschaftungsverfahren stärker in die Betriebsabläufe zu integrieren.

Über die Beratung erfolgt eine fachliche Begleitung und Unterstützung der Landwirte bei der Umsetzung der Agrarumweltmaßnahmen. Zudem werden fachliche Empfehlungen zur Verminderung der Herbst-Nmin Werte und zur Reduzierung von N-Bilanzüberschüssen erarbeitet und herausgegeben. Strategien zur Steigerung der N-Effizienz werden von der Beratung in Zusammenarbeit mit den Landwirten erarbeitet.

Durch die Zusammenarbeit zwischen Landwirt, Berater und NLWKN soll eine Optimierung des Maßnahmenprogramms bewirkt werden. Daneben werden zur Unterstützung der Beratung Untersuchungen an Böden, Pflanzen und Gewässer durchgeführt, die auch zum Zweck der Erfolgskontrolle herangezogen werden können.

Zur Erfolgskontrolle werden Betriebsdaten der Modellbetriebe wie Hoftorbilanzen, Nährstoffvergleiche und Schlagbilanzen erhoben. Neben der Erfolgskontrolle dient das Wirkungsmonitoring der Optimierung des Maßnahmenprogramms und der Beratung. Daneben ist das Monitoring als Nachweis eines effizienten Mitteleinsatzes gegenüber der Landespolitik notwendig.

Die Landwirtschaftskammer Niedersachsen baut zur Optimierung der Beratung eine Vernetzungsstruktur in den von ihr betreuten Beratungsgebieten auf. Zur Unterstützung der Beratung werden Arbeitskreise mit Landwirten und Multiplikatoren wie Landvolkvertreter, Mitarbeiter von Beratungsringen, Lohnunternehmer und landwirtschaftliche Berufsschullehrer eingerichtet (LWK 2009).

Eine Grundberatung erfolgt aufgrund der geringen Mittelausstattung nicht über eine einzelbetriebliche Beratung, sondern über fachliche Empfehlungen, Informationsveranstaltungen, Feldführungen und weiteren Veranstaltungen (Angebotsberatung). Einzelbetriebliche Beratungen werden hauptsächlich auf Modellbetrieben durchgeführt.

Modellbetriebe sind für die Region typische Betriebe, anhand deren Betriebs- und Bilanzdaten ein Wirkungsmonitoring für die Maßnahmenumsetzung und Beratung stattfinden kann. Die regionalen Gebietskooperationen werden regelmäßig vom NLWKN über den Sachstand der Beratung und die Maßnahmenumsetzung informiert (Beratungskonzept LWK 2010).

TWGG werden von der Beratung nach EG-WRRL ausgeklammert. Hier findet eine gesonderte Beratung zum Trinkwasserschutz (vgl. s. Kap. 5.1) statt. Der Abschluss von Agrarumweltmaßnahmen zum Gewässerschutz ist jedoch auch hier möglich.

6. Grundwasserbewirtschaftung

Das Grundwasser unterliegt nicht nur qualitativen Beeinflussungen sondern auch quantitativen Schwankungen. So wirken sich Grundwasserentnahmen z. B. der verarbeitenden Industrie, der öffentlichen Wasserversorgung sowie der Landwirtschaft auf die zur Verfügung stehenden Grundwasserressourcen aus. Auch die Intensivierung der landwirtschaftlichen Produktion, die häufig mit verstärkter Beregnung von Nutzflächen sowie der Viehhaltung einhergeht, kann sich negativ auf die Grundwassermenge auswirken.

Die mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers wird durch einen Erlass („Mengenerlass“) des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt- und Klimaschutz (RdErl. d. MU vom 25.06.2007) geregelt (MU 2007). Der Erlass besagt, dass Grundwasser so zu bewirtschaften ist, dass die im NWG vorgegebenen Grundsätze (§ 2 NWG) und Bewirtschaftungsziele (§ 136 a Abs. 1 NWG) eingehalten werden. Die zuständige Wasserbehörde hat im Rahmen der Prüfung eines Antrages auf Erteilung einer Erlaubnis oder Bewilligung zur Entnahme von Grundwasser zu prüfen, ob sich die Wasserförderung auf die örtlichen Verhältnisse auswirkt und ob die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung eingehalten werden. Für letzteres ist vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) das nutzbare Grundwasserdargebot ermittelt worden, welches den nutzbaren Anteil des gewinnbaren Grundwasserdargebotes darstellt.

Die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung gelten als erfüllt, wenn die Summe aller Nutzungen das nutzbare Grundwasserdargebot in den jeweiligen Grundwasserkörpern nicht überschreitet.

6.1 Grundwassermenge

Die Grundwasserneubildung wird durch klimatische, bodenkundliche und geologische Gegebenheiten beeinflusst. Die Niederschlagsmenge und -verteilung, die Durchlässigkeit der Böden und Speicherkapazität der Gesteine sowie Bewuchs, Relief der Bodenoberfläche und der Grundwasserflurabstand können als Einflussgrößen benannt werden.

Hohe Niederschlagsmengen in Verbindung mit guter Durchlässigkeit von Böden und hoher Speichereigenschaft des Untergrundes führen zu hohen Grundwasserneubildungsraten. Trotz hoher Niederschläge kann es in Verbindung mit schweren Böden und schlechten Speichereigenschaften der Gesteine (Kluft- oder karstbildende Gesteinsformationen) zu einer geringeren Grundwasserneubildung kommen.

Grundwasserentnahmen erfordern eine Genehmigung durch die Untere Wasserbehörde in Form einer Erlaubnis oder einer Bewilligung, da jede Wasserentnahme aus einem Grundwasserleiter eine Benutzung darstellt. Eine Entnahme von Grundwasser bedeutet immer eine Veränderung des hydrodynamischen Zustands. Eine Vielzahl miteinander konkurrierender Eingriffe wie Gewinnung von Grundwasser zur Trinkwasserversorgung oder als Brauch- und Produktionswasser für Gewerbe und Industrie (landwirtschaftliche Beregnung und Tierbedarf) verändern den Grundwasserspiegel nachhaltig und vermindern die Grundwasserdargebotsreserve.

Wasserrechte werden durch die Unteren Wasserbehörden in eine Datenbank, dem elektronisch geführten niedersächsischen Wasserbuch (WBE) eingetragen.

Zu den o. a. Wasserrechten kommen weitere Einflüsse anthropogener Aktivitäten wie z. B. der Abbau von Lagerstätten, Versiegelung und Entwässerung von Flächen hinzu, die sich negativ auf die Grundwasserstände auswirken können (siehe auch Kap. 8).

Um einen Überblick über die Entnahmesituation des Grundwassers, bzw. das nutzbare Dargebot des Grundwassers zu erhalten, werden in Abbildung 44 die Angaben des „Mengenerlasses“ für die Grundwasserkörper des Flusseinzugsgebietes der Hase graphisch dargestellt.

Deutlich erkennbar ist, dass das nutzbare Grundwasserdargebot in den Lockergesteinskörpern deutlich höher ist als in den Festgesteinsgebieten. In den Grundwasserkörpern „Hase Festgestein rechts“ und „Hase Festgestein links“ ist das nutzbare Dargebot durch genehmigte Entnahmen bereits zu 90 % ausgeschöpft.

Bei Betrachtung der Entnahmerechte innerhalb der Grundwasserkörper fallen regionale Unterschiede auf. Im Bereich der Stadt Osnabrück (Teilbereich Hase Festgestein rechts und links) gibt es einen erhöhten Bedarf an Trink- und Brauchwasser für die ansässigen Industriebetriebe.

Demgegenüber steht ein relativ niedriges nutzbares Dargebot. Die für die Wasserversorgung im Stadtgebiet Osnabrück zuständigen Stadtwerke sichern daher ihren Bedarf zusätzlich durch Wasserförderung aus den Lockergesteinsgebieten des Flusseinzugsgebietes der Hase. In den Lockergesteinskörpern und im Grundwasserkörper „Teutoburger Wald Hase“ wird eine Ausschöpfung von maximal

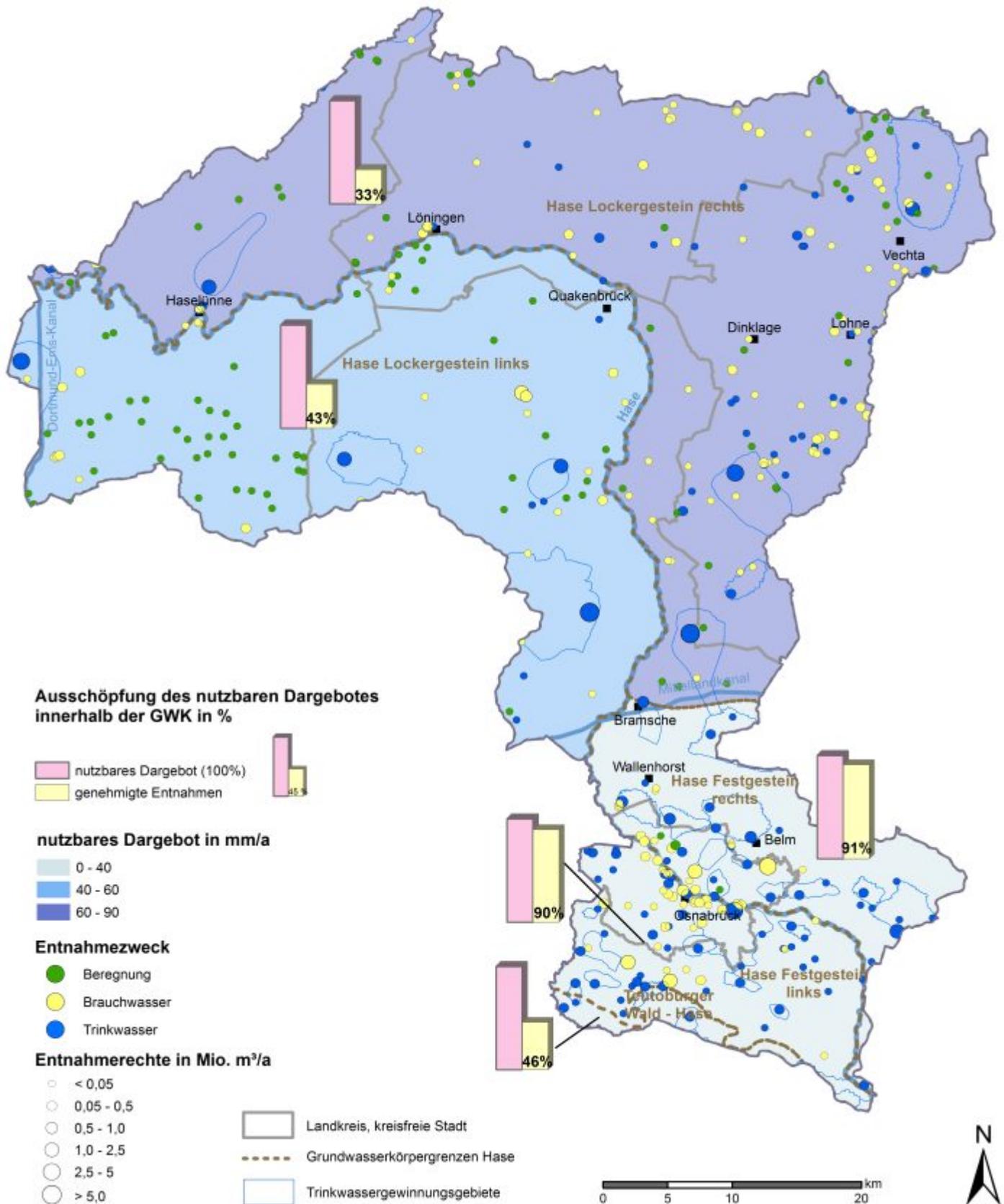


Abb. 44: Überblick über die Entnahmesituation bzw. des nutzbaren Grundwasserdargebotes nach Mengenerlass 2007 in den Grundwasserkörpern des Flusseinzugsgebietes der Hase (MU 2007). Neuere Anlagen des Mengenerlasses 2011 ergeben für das Hase-Einzugsgebiet keine Veränderung.

45 % erreicht. Diese Gebiete sind geprägt durch hohe Entnahmen in den TWGG für die öffentliche Trinkwasserversorgung. Daneben gibt es kleinere und mittlere Brauchwasserentnahmen und Entnahmen zur landwirtschaftlichen Beregnung (Abb. 45 & 46).

In den westlichen Bereichen findet hauptsächlich eine Beregnung von Ackerflächen mit Kartoffelanbau statt. Im nordöstlichen Teil des Gebietes liegt ein Nutzungsschwerpunkt im beregnungsintensiven Erwerbsgartenbau. Aufgrund des hohen nutzbaren Dargebotes in den Lockergesteinsgrundwasserkörpern bleibt die Ausschöpfung dennoch unter 50 %.

Eine Auswertung des elektronischen Wasserbuches mit Stand Mai 2010 wird in Abbildung 47 sowie in Tabelle 14 dargestellt. Auch in dieser Darstellung werden die oben beschriebenen regionalen unterschiedlichen strukturellen Ausrichtungen innerhalb des Hase-Einzugsgebietes verdeutlicht. Hohe Entnahmerechte der Öffentlichen Trinkwasserversorgung in den TWGG der Lockergesteinsgrundwasserkörper stehen vielen mittleren Wasserrechten in den Festgesteinsgebieten gegenüber.



Abb. 45: Beregnung im Erwerbsgartenbau.



Abb. 46: Beregnungsanlage im Erwerbsgartenbau.

Tab. 14: Darstellung der genehmigten Entnahmerechte innerhalb der einzelnen Grundwasserkörper (elektronisches Wasserbuch, Stand Mai 2010).

Grundwasserkörper	Gesamtentnahme		Beregnung		Brauchwasser		Trinkwasser	
	m³/a	%	m³/a	%	m³/a	%	m³/a	%
Hase-Festgestein rechts	16.985.145	21,8	125.480	0,7	8.654.635	51,0	8.205.030	48,3
Hase-Festgestein links	12.750.440	16,4	-	-	5.714.425	44,8	7.036.015	55,2
Hase-Lockergestein rechts	28.405.957	36,5	2.984.965	10,5	8.118.642	28,6	17.302.350	60,9
Hase-Lockergestein links	19.128.139	24,6	933.129	4,9	3.524.290	18,4	14.670.720	76,7
Teutoburger Wald-Hase	477.300	0,6	-	-	-	-	477.300	100,0
Gesamt	77.746.981	100,0	4.043.574	5,2	26.011.992	33,5	47.691.415	61,3

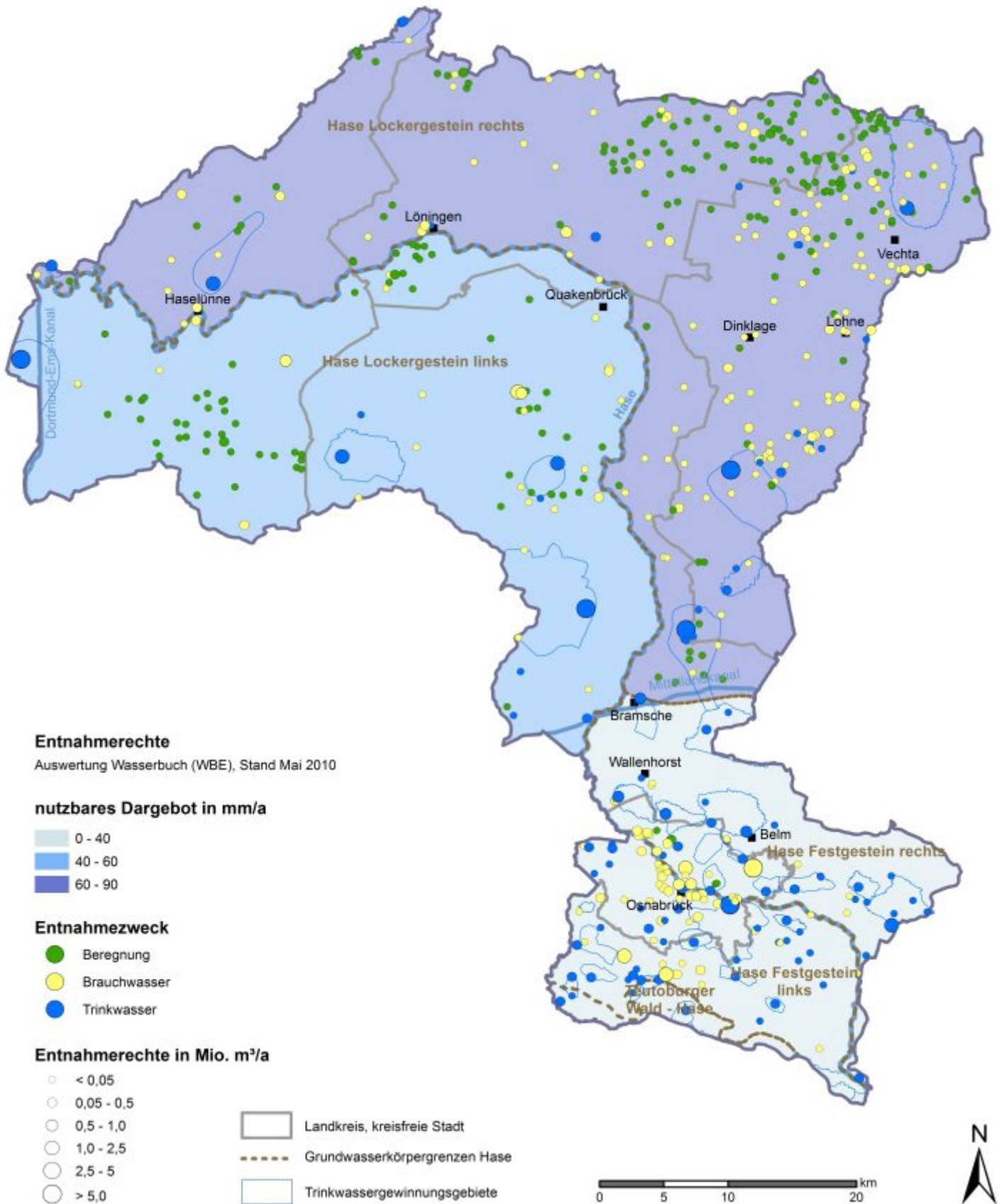


Abb. 47: Genehmigte Entnahmerechte (Auswertungen des Elektronischen Wasserbuches (WBE), Stand Mai 2010).

Die Grundwasserkörper „Hase Lockergestein rechts“ und „Hase Lockergestein links“ sind zusätzlich geprägt durch eine Vielzahl von Entnahmerechten zur landwirtschaftlichen Beregnung. Wobei in „Hase Lockergestein rechts“ der Schwerpunkt auf der Beregnung im Erwerbsgartenbau liegt. Daneben sind Wasserrechte kleiner und mittlerer Industriebetriebe (Brauchwasser) zu verzeichnen.

Die Festgesteinsgrundwasserkörper sind geprägt durch eine Vielzahl mittlerer Entnahmen der öffentlichen Trinkwasserversorgung und im Stadtgebiet Osnabrück durch zum Teil hohe Entnahmerechte der ansässigen Industrie (Brauchwasser).

Kurzinformation zur Grundwassermenge:

Die graphische Darstellung des Mengenerlasses in Abb. 44 verdeutlicht, dass in den Lockergesteinsbereichen das Dargebot deutlich höher ist als in den südlich gelegenen Festgesteinsgebieten.

In den nördlichen Lockergesteinskörpern und im südlichen Grundwasserkörper „Teutoburger Wald Hase“ wird eine Ausschöpfung von maximal 46 % erreicht. In den Festgesteinskörpern „Hase Festgestein rechts“ und „Hase Festgestein links“ reichen die genehmigten Entnahmen bis zu 90 % an das nutzbare Dargebot heran.

Im direkten Vergleich der Abbildungen 44 und 47 wird deutlich, dass im nordöstlichen Teil des Grundwasserkörpers „Hase Lockergestein rechts“ der Bedarf an Beregnungen sowie an Brauchwasser in den letzten Jahren deutlich zugenommen hat.

6.2 Trinkwasserversorgung

Die der Allgemeinheit dienende öffentliche Wasserversorgung ist eine Aufgabe der Daseinsvorsorge. Dieser Aufgabe haben sich die Städte und Gemeinden als freiwillige Leistung angenommen und in der Regel die Aufgabe entweder selbst wahrgenommen oder mit Nachbargemeinden Wasserversorgungsverbände gegründet. Die Versorgung mit Wasser kann in öffentlich-rechtlicher Organisationsform, in gemischter öffentlich-privatwirtschaftlicher oder in einer ausschließlich privatrechtlichen Form betrieben werden. Sie dient der Sicherstellung von Trink- und Brauchwasser in der durch die landesübergreifende regelnde Trinkwasserordnung (TrinkwV 2001) vorgeschriebenen Qualität. Die TrinkwV stellt eine Umsetzung der EG Trinkwasserrichtlinie 98/83 EG „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ in nationales Recht dar (Trinkwasserrichtlinie 1998). Sie schreibt vor, dass Trinkwasser frei von Krankheitserregern sein muss, und dass bestimmte Schwermetalle, Zyanide, polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, Nitrate und Pflanzenschutzmittel vorgeschriebene Grenzwerte nicht überschreiten dürfen.

6.2.1 Öffentliche Trinkwasserversorgung

In den vom Flusseinzugsgebiet der Hase angeschnittenen Landkreisen Cloppenburg, Vechta, Emsland, Osnabrück und der Stadt Osnabrück erfolgt die Trinkwassergewinnung überwiegend aus

Grundwasser. Lediglich im Landkreis Osnabrück wird Trinkwasser zu 1 % aus Quellwasser gewonnen (LSKN 2009).

Die Einwohner im Landkreis Emsland und der Stadt Osnabrück sind fast vollständig an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen. Im Landkreis Osnabrück versorgt sich hingegen noch rund 7 % (LSKN 2009) der Bevölkerung über Hausbrunnen, die vom Gesundheitsamt regelmäßig kontrolliert werden (Tab. 15).

Die Versorgung mit Trinkwasser wird im Flusseinzugsgebiet der Hase durch unterschiedliche Organisationsformen sichergestellt. Die Wasserversorgungsunternehmen sind für die Wasserversorgung der Bevölkerung in abgegrenzten Gebieten, sogenannten Versorgungsräumen, zuständig (Abb. 48). So wird beispielsweise die Stadt Osnabrück durch die Stadtwerke Osnabrück versorgt. Besonders im südlichen Festgesteinsbereich des Landkreises Osnabrück und im Stadtbereich Osnabrück sind die Versorgungsräume sehr kleinräumig. Hier liegt die Wasserversorgung teilweise in der Verantwortung der Städte und Gemeinden. Im südlichen Osnabrück und im Landkreis Vechta sind neben den größeren Versorgungsräumen der Verbände, Städte und Gemeinden noch eine Anzahl kleiner Wassergemeinschaften und Verbände anzutreffen, die einzelne Siedlungsbereiche oder Straßenzüge mit Wasser versorgen.

Tab. 15: Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung in den Landkreisen innerhalb des Flusseinzugsbereiches der Hase für die Jahre 2001, 2004 und 2007 (LSKN 2004, 2007, 2009).

Landkreis	Anteil im Hase-Einzugsgebiet	Jahr	Wasserabgabe je Einwohner und Tag	Abgabe je Einwohner und Tag (**)	Bevölkerung	Angeschlossene Einwohner
			insgesamt (*)	I/(E*d)		I/(E*d)
Cloppenburg	36	2007	183,2	132,8	157.672	97,9
		2004	185,6	125,5	154.804	97,6
		2001	168,6	106,2	150.973	95,5
Emsland	22	2007	215,9	128	313.036	99,8
		2004	206	124,7	309.245	99,8
		2001	206,1	130,6	304.698	99,6
Osnabrück	56	2007	153,3	127,6	359.477	92,8
		2004	151,1	126,9	359.399	92,1
		2001	151	131,8	355.871	91,7
Stadt Osnabrück	100	2007	163	127	162.565	98,9
		2004	184,4	125	164.489	98,6
		2001	175,6	133,2	164.195	98,7
Vechta	66	2007	162,1	127,5	138.334	96,7
		2004	163,8	130	131.660	95,1
		2001	164,4	109,1	128.189	93,4
Niedersachsen		2007	160	128	798.7161	99,3
		2004	163	130	800.0909	99,2
		2001	164	131	795.6416	99,1

(*) Gesamtwasserabgabe an Letztverbraucher wie Gewerbe, Kleingewerbe, Privathaushalte und sonstiges.

(**) Gesamtwasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe.

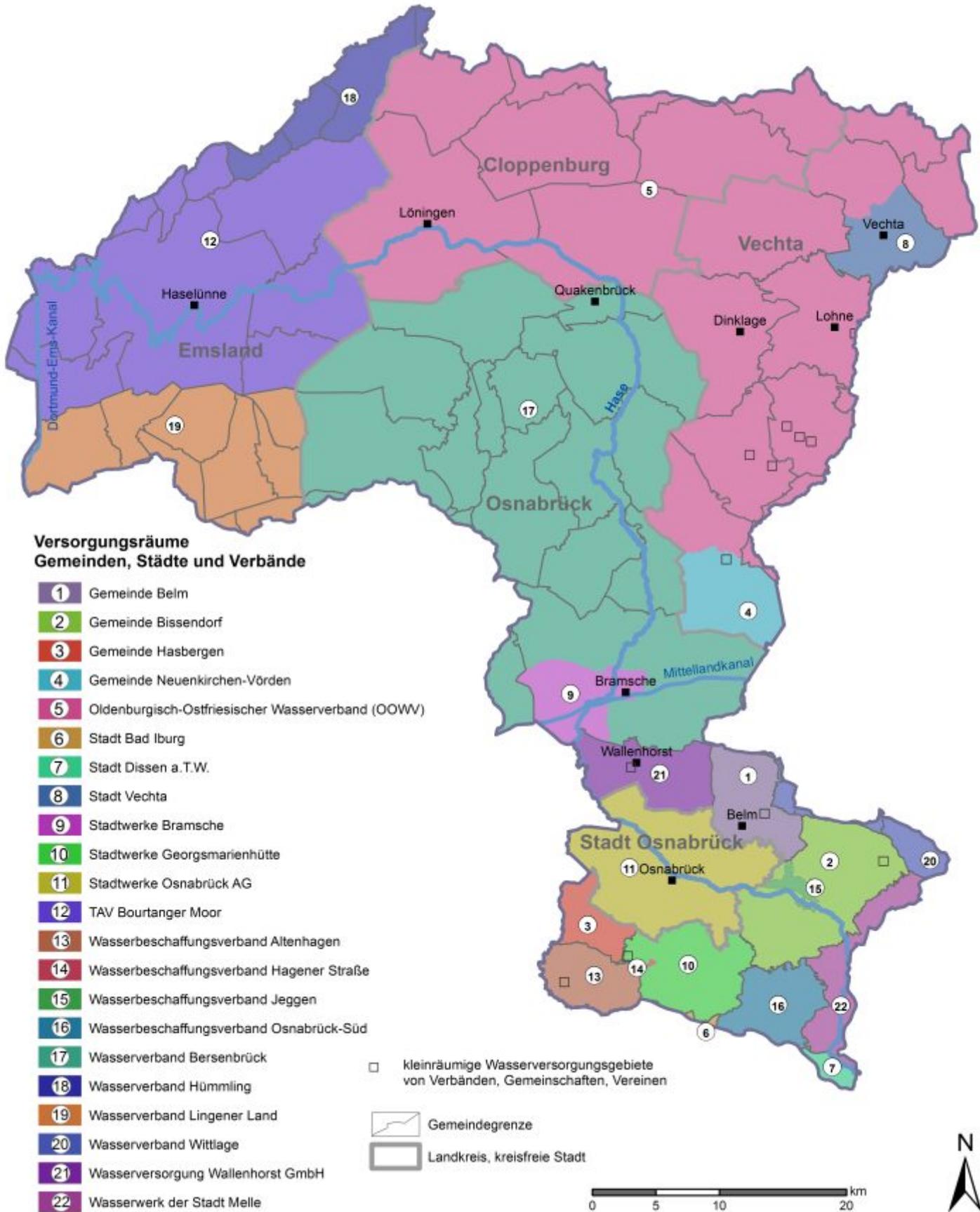


Abb. 48: Trinkwasser-Versorgungsräume der Verbände, Städte und Gemeinden im Einzugsgebiet der Hase.

Der tägliche verbrauchsbezogene Wasserbedarf für private Haushalte der Landkreise Emsland, Osnabrück und der Stadt Osnabrück entspricht dem Landesdurchschnitt von 128 l pro Einwohner und Tag. In den Landkreisen Cloppenburg und Vechta stieg der Wasserverbrauch pro Einwohner in den letzten Jahren von einem relativ geringen Niveau (ca. 100 l pro Einwohner und Tag) auf Werte des Landesdurchschnittes (128 l pro Einwohner und Tag) an (Tab. 15).

6.2.2 Entnahmesituation der Trinkwasserversorgung

Zur Berechtigung für die Förderung von Trinkwasser werden von den Unteren Wasserbehörden Wasserrechte erteilt. Die Höhe der genehmigten Wasserrechte richtet sich nach der Wasserbedarfsprognose und der förderbaren Menge. Gegenwärtig sind im Flusseinzugsgebiet der Hase insgesamt Wasserrechte in Höhe von 47,8 Mio. m³/a (Stand 2008) erteilt worden. Aufgrund der unterschiedlichen Entnahmebedingungen sowie der unterschiedlichen Grundwasserneubildungsraten in den Locker- und Festgesteinsbereichen sind die Wasserrechte im Flusseinzugsgebiet inhomogen verteilt. Von der Gesamthöhe der vergebenen Wasserrechte im Flusseinzugsgebiet der Hase fallen aufgrund der günstigeren Entnahmebedingungen 71 % auf die Grundwasserkörper der Lockergesteinsgebiete und 29 % auf die Festgesteinkörper. So liegen die einzelnen Anlagen zur Wassergewinnung, Aufbereitung sowie Verteilung in den GW-Lockergesteinskörpern „Hase Lockergestein rechts“ und „Hase Lockergestein links“ zumeist deutlich über einer Förderung von 1 Mio. m³/a. Für das Wasserwerk Holdorf besteht z. B. ein Wasserrecht von 5 Mio. m³/a. Lediglich die Brunnen in Zuständigkeit der Wassergemeinschaften und Verbände im Landkreis Vechta weisen Wasserrechte bis 100.000 m³/a auf.

In den südlich gelegenen Festgesteinsgebieten mit relativ hohen Neubildungsraten wurden viele Wasserrechte bis 500.000 m³/a erteilt. Eine geringe Anzahl der Wassergewinnungsanlagen verfügen über Rechte um bzw. über 1 Mio. m³/a (Beispiele: Wassergewinnungsanlage Düstrup 3,5 Mio. m³/a; Wasserwerk Westerhausen-Oldendorf 1,6 Mio m³/a; Abb. 49).

Für die Ermittlung der Ausschöpfung der einzelnen Wasserrechte sind den genehmigten Entnahmen die tatsächlichen Entnahmen gegenübergestellt worden. Im Ergebnis werden die Wasserrechte im gesamten Flusseinzugsgebiet der Hase zu 79 % ausgeschöpft. In den Lockergesteinsbereichen wird ein Ausnutzungsgrad von 82 % erreicht, wobei auch die kleinen Anlagen der Wassergewinnungs-

verbände und -gemeinschaften berücksichtigt worden sind. In den Festgesteinsgebieten beträgt die Ausnutzung der Wasserrechte 73 % (Abb. 49).

Der nicht ausgeschöpfte Anteil der Wasserrechte wird herangezogen, um in Spitzenzeiten des Wasserverbrauchs oder bei notwendigen Renovierungen einzelner Wasserwerksanlagen genügend Reserven zu haben, um den Wasserbedarf zu decken.

2008 erfolgte im Flusseinzugsgebiet der Hase eine Entnahme von 37,9 Mio. m³/a Grundwasser zur Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung.

Aufgrund der höheren Ergiebigkeit und der besseren Entnahmebedingungen sind 73 % der Entnahmen in den Lockergesteinsgebieten (Hase Lockergestein rechts und links) getätigt worden. Lediglich 27 % der Gesamtentnahme erfolgt in den Festgesteinsgebieten.

Kurzinformation: Entnahmesituation der Trinkwasserversorgung

Aufgrund der unterschiedlichen Entnahmebedingungen sowie der unterschiedlichen GW-Neubildungsraten in den Locker- und Festgesteinsbereichen sind die Wasserrechte **inhomogen verteilt**.

Im Arbeitsgebiet sind gegenwärtig insgesamt **Wasserrechte** in Höhe von **47,8 Mio. m³/a** erteilt. Von der Gesamthöhe der vergebenen Wasserrechten entfallen **71 %** auf die Lockergesteinsgebiete und **29 %** auf die Festgesteinskörper. Die entsprechende Ausnutzung der Wasserrechte beträgt **82 %** in den Lockergesteinsgebieten und **73 %** in den Festgesteinsgebieten.

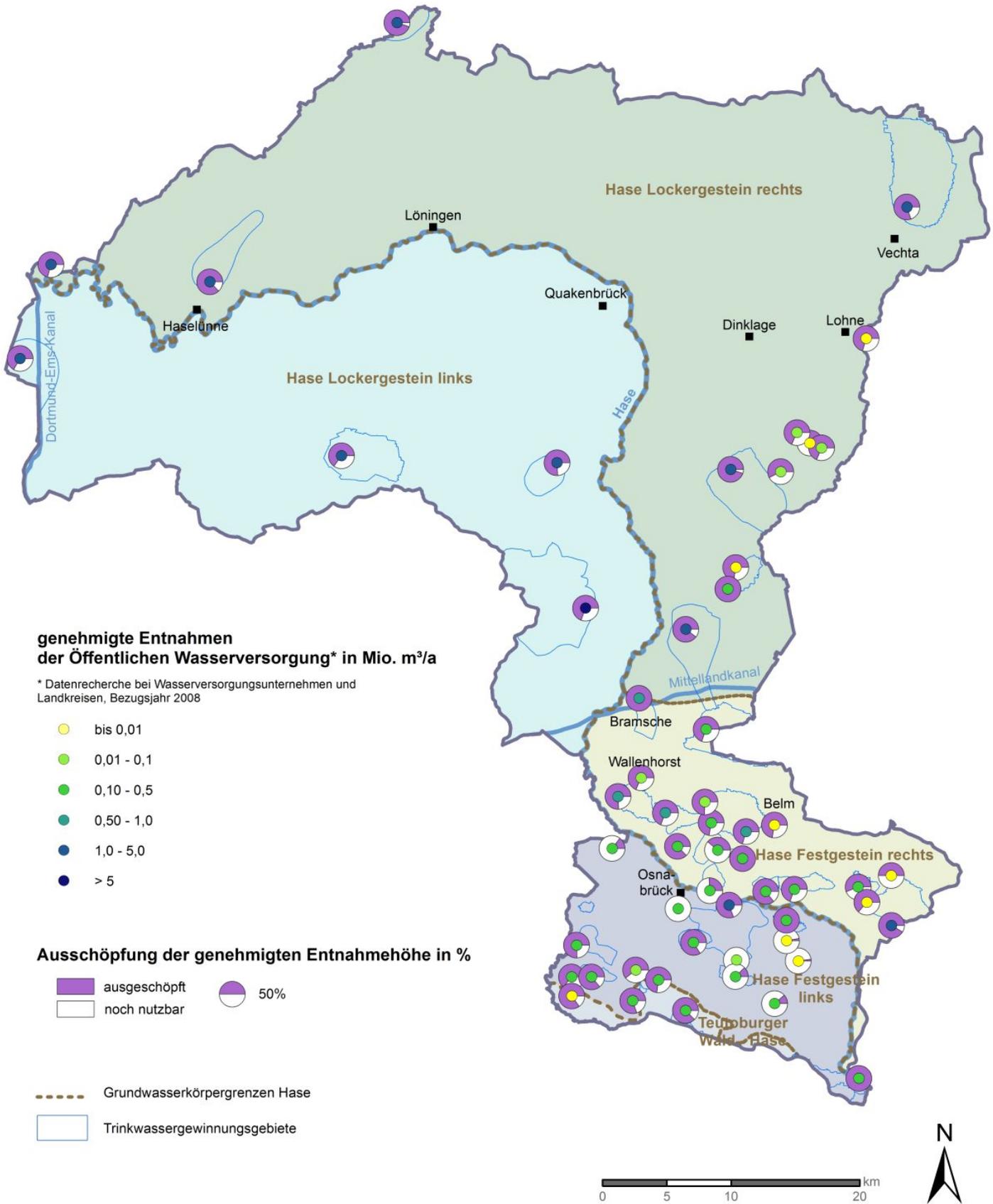


Abb. 49: Höhe und Ausschöpfung genehmigter Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung (2008). Quelle: NLWKN Recherche bei den Landkreisen und WVU.

7. Grundwasserüberwachung

Grundwasser sollte möglichst in seiner Beschaffenheit anthropogen unbeeinflusst sein. Die chemischen und mineralogischen Eigenschaften und die mikrobielle Besiedlung der Feststoffphasen im Untergrund sowie das Wasser mit seinen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffen bestimmen die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers. Eine zunehmende Rolle spielen anthropogene Inhaltsstoffe, die direkt oder indirekt durch menschliche Tätigkeit punktförmig, linienhaft oder flächig in das Grundwasser eingebracht werden (NLWK 2001).

Die Grundwassergüte schwankt räumlich und zeitlich, da einerseits der Stoffeintrag nicht zeitkonstant und abhängig von der Struktur der Quelle ist, zum anderen die eingetragenen Stoffe im inhomogenen Grundwasserraum unterschiedlichen Ausbreitungsprozessen unterliegen und schließlich chemisch, physikalisch-chemisch oder biochemisch induzierte Wechselwirkungen zwischen dem Grundwasser und seinem Leitergestein bestehen. Die Grundwasserbeschaffenheit wird auch von der Einstellung chemischer Gleichgewichte bestimmt, die wiederum von der Kontaktzeit zwischen der mobilen und stationären Phase im System Grundwasser / Feststoffe des Grundwasserleiters beeinflusst werden (NLWK 2001).

Die Beobachtung der Grundwassergüte stützt sich auf landeseigene Messstellen sowie Rohwasser- und Vorfeldmessstellen, die von den öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) im Einzugsgebiet ihrer Förderanlagen betrieben werden. Die Rohwasseruntersuchungen sowie Untersuchungen an Vorfeldmessstellen werden von der Unteren Wasserbehörde unter Beachtung der 12. Ausführungsbestimmung festgelegt (siehe Kap. 5).

Das Grundwasser unterliegt jedoch auch quantitativen Schwankungen. So können sich Grundwasserentnahmen aus der Industrie, der öffentlichen Wasserversorgung und der Landwirtschaft negativ auf den Grundwasserstand auswirken und so Einfluss auf die Grundwasserressourcen haben. Die Beobachtung der Grundwasserstände und der Entnahmemengen dient im Wesentlichen der Erfassung der Wasservorräte in den Grundwasserleitern und ihrer zeitlichen Veränderung sowie der Überwachung der räumlichen Auswirkungen von Grundwassernutzungen. Diese Kenntnisse sind notwendige Voraussetzungen für eine schonende, bedarfsgerechte Bewirtschaftung unserer Grundwasservorkommen und für wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen.

7.1. Aufbau der Messnetze

Während Belastungen der Atmosphäre wie z. B. durch Ozon oder Feinstaubbelastung sowie der Oberflächengewässer häufig unmittelbar erkennbar bzw. messbar sind, können nachteilige Veränderungen im Grundwasser ohne entsprechende Überwachung lange Zeit verborgen bleiben. Voraussetzung für einen wirksamen Grundwasserschutz ist daher ein Netz von geeigneten Messstellen, aus dem das Wissen über Ursachen und Folgen von Belastungen gewonnen wird und mit dem der Erfolg von Schutzmaßnahmen überwacht werden kann.

Zur Überwachung der Gewässer betreibt das Land Niedersachsen ein Gewässerüberwachungssystem (GÜN). Ein wesentlicher Bestandteil des GÜN ist die Grundwasserüberwachung, die sich auf die Bereiche Grundwasserstand und Grundwassergüte bezieht. Dementsprechend sind ein Grundwasserstands- und ein Grundwassergütemessnetz eingerichtet (Abb. 50). Im Rahmen des GÜN werden an den landeseigenen Messstellen Daten erhoben, aufbereitet und gesammelt. Diese Daten dienen als Grundlage aller wasserwirtschaftlichen Planungen, Entscheidungen und sonstiger Maßnahmen in Niedersachsen.

Das Grundwassermessnetz ist so angelegt, dass einmalige sowie wiederkehrende, kurzzeitige oder langfristige Belastungen erfasst und natürliche Veränderungen der Grundwassergüte als auch des Grundwasserstandes beobachtet werden können.

Grundwassermessstellen (GWM) sind Anlagen zur Ermittlung hydrologischer Daten des Grundwassers und werden als Grundwasserbeschaffenheitsmessstellen bezeichnet, wenn sie bei Einhaltung bestimmter Eignungskriterien als Probenahmestellen dienen. Diese Messstellen müssen die Voraussetzung bieten, eine möglichst unverfälschte Grundwasserprobe zu gewinnen, die in stofflicher Hinsicht die örtlichen Gegebenheiten repräsentiert.

Während eine Grundwasserstandsmessstelle den gegenwärtigen Grundwasserstand im Grundwasserleiter wiedergibt, kann eine Grundwasserbeschaffenheitsmessstelle in Abhängigkeit vom Ausbau nur einen räumlich begrenzten Ausschnitt der Beschaffenheit des Grundwassers erfassen (NLWK 2001).



Abb. 50: Die Grundwassergüte und -stand wird in Niedersachsen im Rahmen von verschiedenen Messprogrammen umfassend überwacht. Je nach Bedarf werden hierfür Messstellen aus dem Messstellenpool herangezogen und nach Vorgaben des entsprechenden Messprogramms untersucht. Der Gesamtmessstellenpool setzt sich aus Landesmessstellen sowie Messstellen Dritter zusammen.

Die innerhalb der Messprogramme erhobenen Daten werden durch die NLWKN-Betriebsstellen auf Plausibilität geprüft, ausgewertet und zunächst in einer regionalen wasserwirtschaftlichen Datenbank erfasst, bevor sie anschließend in der Landesdatenbank (LDB) zentral zusammengeführt werden (Abb. 50).

Die Beprobung bzw. Messung der einzelnen Grundwassermessstellen (GWM) im Rahmen des GÜN, d. h. der Messturnus sowie die Festlegung des Parameterumfangs, erfolgt dabei aufgrund

regionaler und landesweiter Fragestellungen sowie unterschiedlichster nationaler und internationaler Berichtspflichten (Abb. 51 & 52). Diese Vielfältigkeit wird durch verschiedene Messprogramme widergespiegelt. Die Probenahme sowie der Turnus der Beprobung und Messungen erfolgt nach einem vom NLWKN erarbeiteten Messkonzept. Die Messnetzkonzeption wird in regelmäßigen Abständen den neuen Erkenntnissen und der fortschreitenden Entwicklung der Mess- und der Analysetechnik sowie den sich ändernden aktuellen Fragestellungen angepasst.



Abb. 51: Gütebeprobung an einer Grundwassermessstelle nach DIN 38402-13 (Probennahme aus Grundwasserleitern).



Abb. 52: Laborfahrzeug des NLWKN im Einsatz.

Der Betrieb des GÜN Grundwassermessnetzes umfasst die Probenahme, die Durchführung der Vor-Ort-Messungen, die Laboruntersuchung der Proben sowie die Wartung und die Unterhaltung der Messstellen, ferner die Sammlung, Plausibilitätsprüfung und Auswertung der erhobenen Daten und deren Darstellung in Berichten wie beispielweise in Regionalberichten (Abb. 53 und 54). Bei den Landesmessstellen obliegt diese Aufgabe dem

jeweiligen Eigentümer (hier NLWKN) bzw. dem Genehmigungsinhaber. Zur Durchführung von Sonderuntersuchungsprogrammen kann die NLWKN Betriebsstelle auch Dritte beauftragen. Ausführliche Informationen zu den einzelnen Messprogrammen des GÜN können dem Gütemodul des Grundwasserberichtes (Abb.1) sowie dem aktuellen Messkonzept entnommen werden .



Abb. 53: Kamerabefahrung einer Grundwassermessstelle.

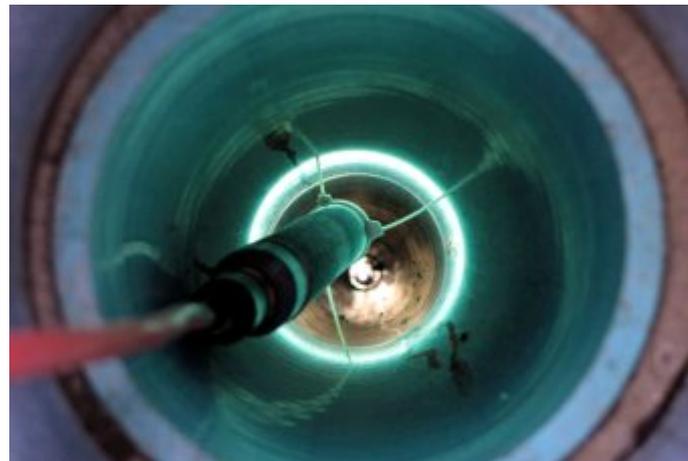


Abb. 54: Nahaufnahme während einer Kamerabefahrung innerhalb der Messstellenverrohrung.

7.2 Verfilterung der Grundwassermessstellen

Das Grundwassergütemessnetz des Landes ist dreidimensional angelegt. Die Inhaltsstoffe werden an ausgewählten Standorten in ihrer vertikalen Verteilung innerhalb eines Grundwasserleiters bzw. mehrerer Grundwasserstockwerke erfasst (NLWK 2001).

Zur Überwachung des Grundwassers stehen den NLWKN Betriebsstellen Cloppenburg und Meppen innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Hase derzeit 197 Förderbrunnen von 32 WVU und 255 GWM zur Verfügung (Tab. 16). Diese setzen sich zusammen aus 207 landeseigenen NLWKN-

Messstellen außerhalb von TWGG und 48 Vorfeldmessstellen Dritter innerhalb von Gewinnungsgebieten. Letztere dienen der zusätzlichen Überwachung des näheren Zustrombereiches zu den Förderbrunnen der WVU. Diese zusätzlichen Messungen finden überwiegend in Lockergesteinsgebieten statt, im Festgestein ist die Errichtung von zusätzlichen Kontrollmessstellen aufgrund der komplexen geologischen Gegebenheiten oftmals problematisch und kostenintensiv. Durch die WVU im Hase-Einzugsgebiet wurden Grundwassergütedaten von Messstellen der WSG und TWGG Ahausen-Sitter, Ohrte, Holdorf, Geeste-Varloh, Meppen-Kossentannen und Haselünne-Stadtwald geliefert (siehe auch Tab. 9, Kap. 5.1).

Tab. 16: Anzahl der Messstellen, Förderbrunnen und Quellen im Flusseinzugsgebiet der Hase.

Grundwasserkörper	Förderbrunnen	Grundwassermessstellen	Quellen	Gesamt
Hase Festgestein links	34	4	3	41
Hase Festgestein rechts	62	6	-	68
Hase Lockergestein links	40	99	-	139
Hase Lockergestein rechts	55	146	-	201
Teutoburger Wald - Hase	6	-	1	7
Gesamt	197	255	4	456

Von den 456 Messstellen im Flusseinzugsgebiet der Hase sind 347 Messstellen im Lockergestein und 109 Messstellen im Festgestein abgeteuft (Tab. 16). Im Lockergestein sind Mehrfachmessstellen in unterschiedlichen Tiefen vorhanden. Davon sind 216 Messstellen im 1. Grundwasserstockwerk und 116 GWM im 2. Stockwerk verfiltert. Im tieferen Untergrund (> 2. Stockwerk) sind insgesamt 17 GWM verfiltert (Tab. 17).

Im Festgesteinsbereich wird aufgrund komplexer Untergrundverhältnisse zum jetzigen Zeitpunkt keine Stockwerkseinteilung vorgenommen. Ausnahme sind die im Randbereich der Festgesteins-

grundwasserkörper z. B. nordwestlich von Bramsche liegenden Messstellen, die im Lockergestein verfiltert sind, obwohl sie bei der Abgrenzung der Grundwasserkörper dem Festgestein zugeordnet wurden. Hierdurch ist zu erklären, dass in den vorliegenden Kartenwerken für diese Messstellen eine Stockwerksermittlung dargestellt ist. Gegebenfalls ist eine Anpassung der Grundwasserkörperabgrenzung notwendig.

Abb. 17: Messstellenverteilung nach Förderung aus Grundwasserstockwerken im Lockergestein.

Grundwasserkörper	1. Stockwerk	2. Stockwerk	tieferes Stockwerk	Gesamt
Hase Festgestein links	-	1	-	1
Hase Festgestein rechts	14	-	-	14
Hase Lockergestein links	80	44	12	136
Hase Lockergestein rechts	122	71	5	198
Teutoburger Wald - Hase	-	-	-	-
Gesamt	216	116	17	349

8. Grundwasserstandsentwicklung

Der zeitliche Verlauf des Grundwasserstandes wird langfristig beobachtet. Die erforderlichen GWM werden durch den NLWKN unterhalten und betrieben. Die Standsdaten werden im Rahmen des GÜN erhoben und bilden eine wichtige Grundlage für die Aufgabenwahrnehmung des GLD. In Abhängigkeit von der Messtechnik wird der Grundwasserstand in monatlichen, wöchentlichen oder täglichen Messungen ermittelt. Zunehmend werden die Grundwasserstände auch per Datenfernübertragung (DFÜ) abgerufen und archiviert (Abb. 55 &



Abb. 55: Grundwassermessstelle die mit einer Datenfernübertragung (DFÜ) ausgestattet ist.

56). Die Daten bilden die Grundlage für die Erfassung, Auswertung und Beurteilung der vorhandenen Grundwassermenge.

Zur Beobachtung der vorhandenen Grundwassermenge wird der zeitliche Verlauf des Grundwasserstandes an allen zur Verfügung stehenden GWM durch eine sich über mehrere Jahre erstreckende Ganmlinie wiedergegeben (Abb. 57).



Abb. 56: Analoge Messung des Grundwasserstandes mittels Lot.

Die Daten werden u. a. durch Verbindung von Linien gleichen Grundwasserstandes zur Konstruktion von Grundwassergleichenplänen genutzt, da über ein Netz von Grundwassermessstellen die Höhe des Grundwasserspiegels einer ganzen Region abzulesen ist. Zur Erfassung der Situation werden die Daten in der Regel an einem Stichtag erhoben. Grundwassergleichenpläne werden für jeden Grundwasserleiter getrennt erstellt.

Mittels Grundwassergleichenplan lässt sich ebenso wie aus Grundwassermodellen die Fließrichtung des Grundwassers bestimmen.

Es sei darauf hingewiesen, dass im Rahmen des Grundwasserberichtes Niedersachsen (Modul Grundwassermenge) zukünftig landesweit die Grundwasserstandsdaten der NLWKN Messstellen auf der Internetseite des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz veröffentlicht werden (http://www.umweltkarten-niedersachsen.de/GlobalNetFX_Umweltkarten/).

Der Grundwasserstand und seine Veränderungen werden hauptsächlich von folgenden Faktoren beeinflusst:

a) Natürliche Faktoren:

- Klimatische Verhältnisse (z. B. Niederschlag, Temperatur, Verdunstung)
- Gestalt der Geländeoberfläche (Morphologie)
- Oberirdisches Gewässernetz
- Bodentyp, Bodenart
- Grundwasserflurabstand
- Hydrogeologie des Untergrundes

b) Anthropogene Faktoren:

- Landnutzung
- Versiegelung der Erdoberfläche
- Stauhaltungen
- Gewässerausbau
- Meliorationsmaßnahmen
- Einleitungen in das Grundwasser
- Grundwasserentnahmen
- Einbauten in das Grundwasser
- Abbau von Bodenschätzen

Unter Berücksichtigung der o. a. Einflüsse gibt es zwei große Gruppen von Messstellen: Solche, die vom Menschen weitgehend unbeeinflusst den natürlichen Grundwasserstand und seinen zeitlichen Gang erkennen lassen, und solche, deren Messergebnisse mehr oder weniger stark von anthropogenen Einflüssen bestimmt werden.

Aus diesem Grund ist es wichtig, dass bei der Interpretation von Grundwasserstandsdaten entsprechende Informationen über die jeweiligen Messstellen berücksichtigt werden, um keine vorläufigen Rückschlüsse aus den Auswertungsergebnissen zu ziehen.

8.1 Grundwasserganglinien

Bei der Darstellung einer Grundwasserganglinie werden die gemessenen Grundwasserspiegelhöhen einer Grundwassermessstelle gegen die Zeit aufgetragen. Der Verlauf dieser Ganglinie wird maßgeblich durch den Grundwasserzufluss bzw. -abfluss und durch die Grundwasserneubildung bestimmt.

Meist untergeordnet können noch Schwankungen des Luftdruckes und des Auflastdruckes, insbesondere in gespannten Grundwasserleitern, Einflüsse von Erd- und Meeresgezeiten sowie seismische Aktivitäten den Verlauf der Grundwasserganglinie beeinflussen. In oberflächennahem Grundwasser ist häufig eine direkte Abhängigkeit des Grundwasserstands von Niederschlagsereignissen zu beobachten. Teilweise kann bei flach verfilterten Messstellen auch die Transpiration (Verdunstung) eine Rolle spielen. In tieferen Grundwasserstockwerken tritt diese Abhängigkeit nur noch abgeschwächt sowie mit zeitlicher Verzögerung auf.

Die Ganglinien zeigen typische Strukturen, die auf den Witterungsablauf im Jahresgang, aber auch auf geologische, hydrologische und bauliche (allg. anthropogene) Faktoren zurückgeführt werden können. In Abbildung 57 ist für eine Grundwassermessstelle (GWM Schwege) der über die Wintermonate ansteigende GW-Verlauf mittels einer Jahresganglinie dokumentiert, der einhergeht mit erhöhten Niederschlägen. In den Sommermonaten fallen die Grundwasserstände, in der Regel bis September/Oktober, um danach mit den einsetzenden Herbstniederschlägen wieder anzusteigen.

Aufgrund der ausreichend hohen Datendichte und der langen Beobachtungsreihen kann der langfristige Grundwasserverlauf dokumentiert werden.

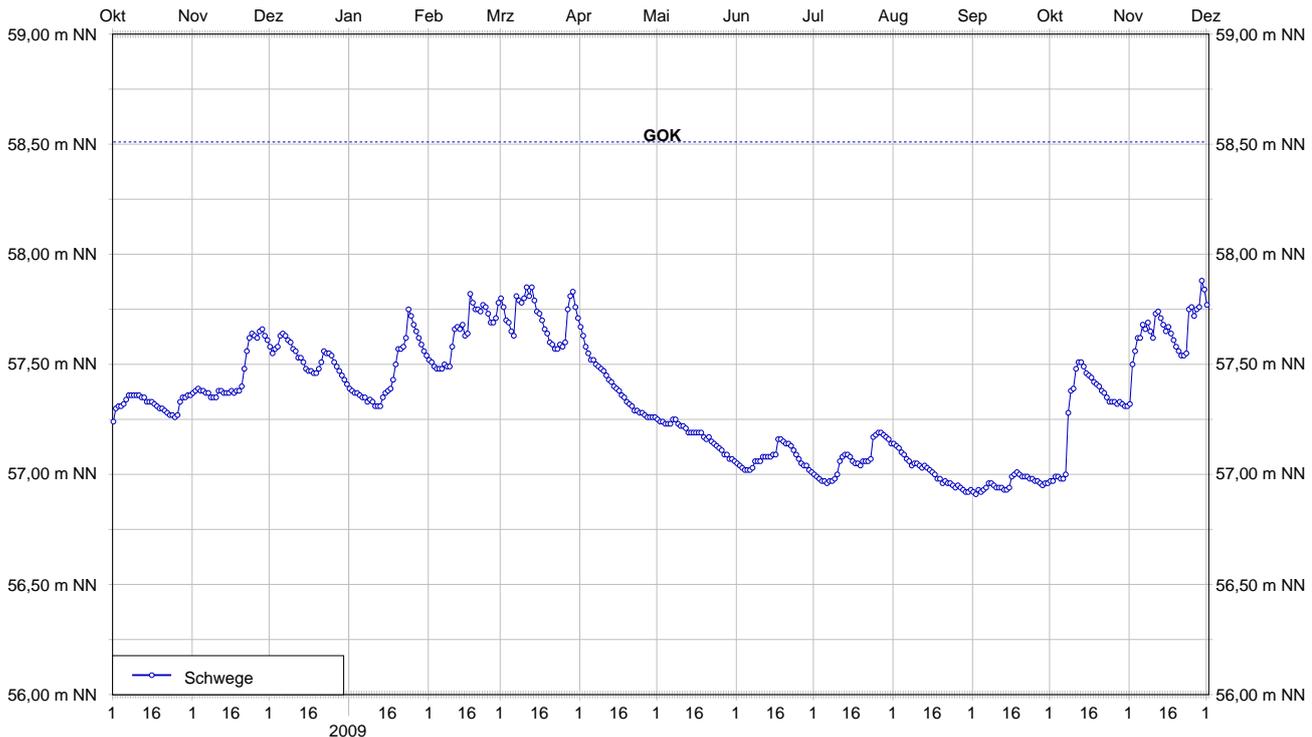


Abb. 57: Typischer Jahresganglinienverlauf einer Grundwassermessstelle am Beispiel der NLWKN Messstelle Schewe für den Zeitraum Oktober 2008 bis Dezember 2009 (hydrologisches Jahr). Die Abkürzung GOK steht für die Geländeoberkante.

8.2 Analysen der Grundwasserstandsentwicklung

Die Analysen der Grundwasserstandsentwicklung (Trendanalyse) ermöglicht die Aussage über langfristige Veränderungen der Grundwasservorräte. Dies entspricht sowohl dem Vorgehen in der Meteorologie als auch in der Hydrologie, bei dem ebenfalls davon ausgegangen wird, dass sich nach 30 Jahren Beobachtung das durchschnittliche Geschehen genauer beurteilen lässt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass in dieser Zeitreihe von 30 Jahren bereits alle möglichen Extremwerte aufgetreten sein müssen.

Da nicht von allen Messstellen im Flusseinzugsgebiet der Hase lückenlos 30 jährige Zeitreihen (hier 1979 bis 2009) zur Verfügung stehen, werden hilfsweise auch 20 jährige Zeitreihen (1989 bis 2009) in die Rechengänge mit einbezogen, um möglichst viele Landesmessstellen im Rahmen des Regionalberichtes zu berücksichtigen.

8.3 Aus- und Bewertungsmethodik

Im Gegensatz zu der Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper gem. EG-WRRL (siehe Kapitel 5.2.1), die in Nieder-

sachsen auf einer in einzelne Prüfschritte gegliederten Matrix basiert, werden im Rahmen des vorliegenden Regionalberichtes keine flächenbezogenen, sondern punktuelle, messstellenbezogene Aussagen getätigt. Eine flächenbezogene Gefährdungsabschätzung bzw. Aktualisierung der Bestandsaufnahme wird im Zuge der Bestandsaufnahme 2013 vorgenommen. Eine Bewertung ist 2015 im Rahmen des nächsten Bewirtschaftungsplans 2015 - 2021 an die EU-Kommission zu übermitteln.

Im Regionalbericht werden unabhängig von der Bewertung nach der EG-WRRL Grundwasserstandsdaten regional ausgewertet und in entsprechenden Kartenabbildungen dargestellt. Im Zuge der Umsetzung der EG-WRRL wurde 2008 in Niedersachsen zur Bewertung des mengenmäßigen Zustandes eine modifizierte Trendauswertung nach Grimm-Strele (NLWKN & LBEG 2008) für eine landesweit überschlägige Betrachtung durchgeführt. Zur Trendermittlung der Grundwasserstandsdaten (bzw. Grundwasserganglinien) im Rahmen des vorliegenden Regionalberichtes wird dieses Verfahren ebenfalls angewandt.

Die Trendermittlung ergibt sich aus dem Verhältnis von Steigung der Regressionsgeraden in Zentimeter (cm) pro Jahr und der Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in Zentimeter (cm). Bei dem Verfahren nach Grimm-Strele wird also nicht allein die Steigung der Regressionsgeraden, sondern auch die Differenz der beiden Extremwerte durch Division berücksichtigt. Dadurch wird die Schwankungsbreite des Grundwasserstandes (Spannweite der Gesamt-

amplitude einer Ganglinie) zumindest ansatzweise einbezogen. Die Extremwerte sind dabei der maximale und der minimale Einzelwert in der betrachteten Zeitreihe. Nach Gleichung 1 wird ein prozentualer positiver oder negativer Steigungswert (in Prozent pro Jahr) berechnet und einer von fünf Klassifikationen, die zwischen „stark fallend“ und „stark steigend“ liegen, zugeordnet (Tab. 18).

$$\text{Gleichung (1)} \quad \frac{\text{Steigung der Regressionsgeraden in cm pro Jahr}}{\text{Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in cm}} = \text{Trendauswertung}$$

Eine beispielhafte Trendberechnung ist in Abbildung 58 dargestellt. Aus der Steigung der Regressionsgeraden (-0,0352 m/a) und der Spannweite der Extremwerte (3,73 m) errechnet sich nach Gleichung 1 der Trend der gezeigten Ganglinie $(-0,0352 \text{ (m/a)}/3,73 \text{ (m)}) \cdot 100$ (Umrechnung in Prozent) = -0,943. Nach Abgleich des Endergebnisses von -0,943 mit Tabelle 18 ergibt sich für das vorliegende Beispiel ein fallender Trend.

für die niedersächsischen hydrogeologischen Verhältnisse entsprechend angepasst, da die ursprüngliche Klassifizierung für baden-württembergische Verhältnisse entwickelt wurde.

Mit dieser Klassenteilung, die den Empfehlungen der LAWA-Arbeitshilfe entspricht, ergibt sich für die Lockergesteinsgebiete des Flusseinzugsgebietes der Hase ein plausibles Bewertungsbild, das die wasserwirtschaftlichen Entnahmesituationen der Region widerspiegelt.

Die in Tabelle 18 dargestellten Klasseneinteilungen wurden der Empfehlung von Grimm-Strele folgend

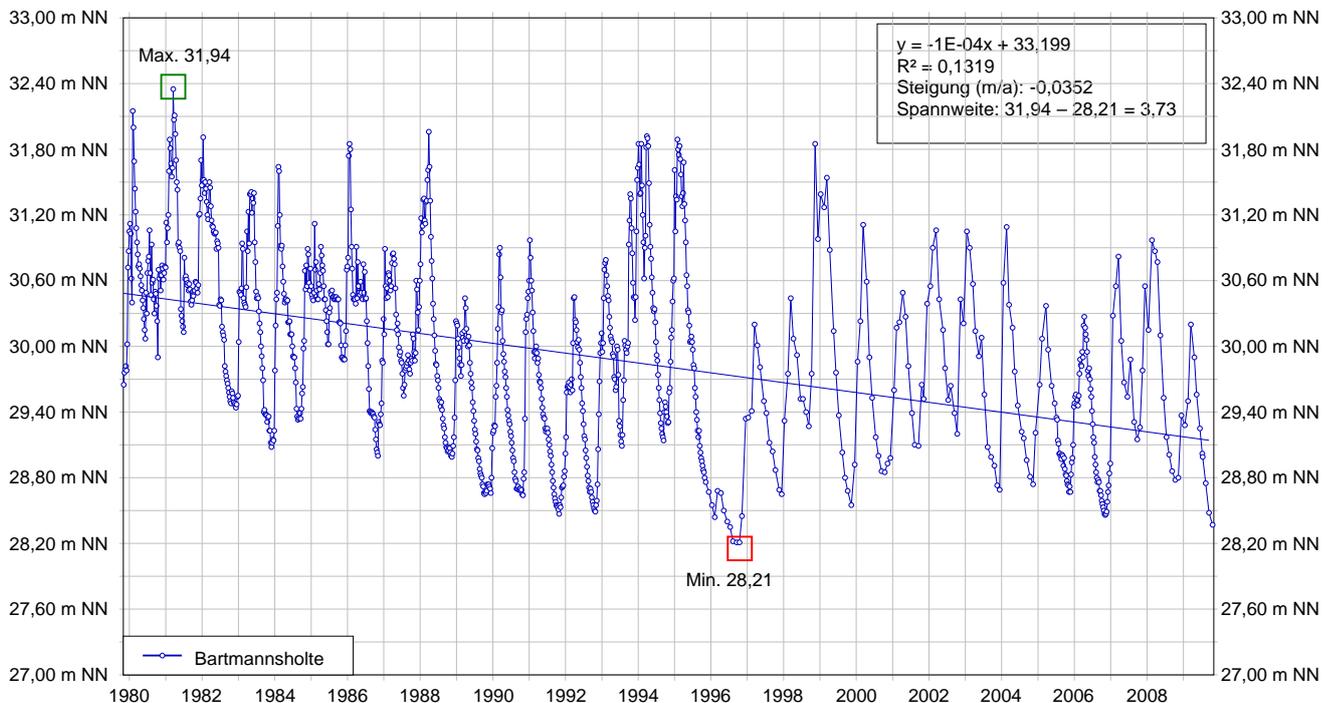


Abb. 58: Beispiel einer Trendberechnung nach Grimm-Strele für einen Zeitraum von 30 Jahren (01.11.1979 - 31.10.2009) anhand einer exemplarischen Ganglinie. Die blaue Linie zeigt die Regressionsgerade an.

Tab. 18: Klasseneinteilung der Bewertung nach Grimm-Strele, angepasst an niedersächsische Verhältnisse.

- 4 %	bis < - 1 %	pro Jahr	-	stark fallend
- 1 %	bis < - 0,5 %	pro Jahr	-	fallend
- 0,5 %	bis < + 0,5 %	pro Jahr	-	gleich bleibend
> 0,5 %	bis < + 1 %	pro Jahr	-	steigend
+ 1 %	bis + 4 %	pro Jahr	-	stark steigend

In den Festgesteinsgebieten im Süden des Bearbeitungsgebietes gibt es wesentlich weniger Grundwassermessstellen. Aufgrund der teilweise komplizierten geologischen Verhältnisse sowie der unterschiedlichen Grundwasserleitertypen (Karst- und Kluffleiter) ist eine Interpretation der Standsdaten problematischer als in den Lockergesteinsgebieten.

8.4 Ergebnisse der Grundwasserstandsdaten

Im Zuge des vorliegenden Regionalberichtes werden unabhängig von der Bewertung nach der EG-WRRRL die Grundwasserstandsdaten punktuell für jede Messstelle ausgewertet und dargestellt. Bei der Bewertung im Zuge der EG-WRRRL 2008 wurde für alle Grundwasserkörper (GWK) im Flusseinzugsgebiet der Hase ein guter mengenmäßiger Zustand attestiert.

Für die vorliegenden Auswertungen standen insgesamt 114 GWM für den 20 jährigen Trend sowie 99 GWM für die 30 jährige Trendentwicklung zu Verfügung. In den beiden Ergebniskarten sind jeweils nur die GWM dargestellt, die entsprechende Zeitreihen für die jeweilige Trendbetrachtung erfüllen. Die in den folgenden Abschnitten benannten GWM sind in den Abbildungen 59 und 60 entsprechend mit einem Pfeil (→) gekennzeichnet.

8.4.1 Trendbetrachtung 20 Jahre

Die 20 jährige Trendentwicklung im Flusseinzugsgebiet der Hase zeigt, dass ein Großteil der Messstellen des ersten und zweiten Grundwasserstockwerks gleichbleibende Tendenzen aufweisen. Überwiegend ist eine relativ ausgeglichene Situation im 20 jährigen Trendverlauf festzustellen (Abb. 59). Ein gleichbleibender Trend ist bei insgesamt 95 Messstellen zu verzeichnen. Für insgesamt 12 Messstellen ist ein fallender, für zwei GWM sogar eine stark fallende Entwicklung punktuell nachzuweisen. Auffällig sind die GWM Vechta I im Nordosten sowie die GWM Achmer südwestlich von Bramsche (→ in Abb. 59). Beide Messstellen weisen einen stark fallenden Trend auf. Für die

Messstelle Vechta I kann zudem ein direkter Vergleich zur 30 jährigen Trendentwicklung durchgeführt werden, da hier längere Zeitreihen vorliegen. An vier Messstellen kann eine steigende sowie an einer Messstelle eine stark steigende Tendenz nachgewiesen werden (→ in Abb. 59).

Im Festgesteinsbereich weisen zwei Messstellen einen gleichbleibenden und zwei weitere GWM einen fallenden Trend auf. Im Stadtgebiet von Osnabrück ist an der Landesmessstelle OS-Limbergerstraße ein stark steigender sowie an der Messstelle Borgloh ein steigender Trend zu verzeichnen (→ in Abb. 59).

8.4.2 Trendbetrachtung 30 Jahre

Bei einer 30 jährigen Auswertung der Trendentwicklung kann an 48 GWM ein gleichbleibender sowie an 49 GWM ein fallender Trend nachgewiesen werden (Abb. 60). Zwei Messstellen weisen zudem eine stark fallende Tendenz auf (→ in Abb. 60). Hierbei handelt es sich, wie bei der 20 jährigen Darstellung, erneut um die Messstellen Vechta I sowie um Restrup, die bereits bei der 20 jährigen Betrachtung einen fallenden Trend aufweisen (Kap. 8.4.1).

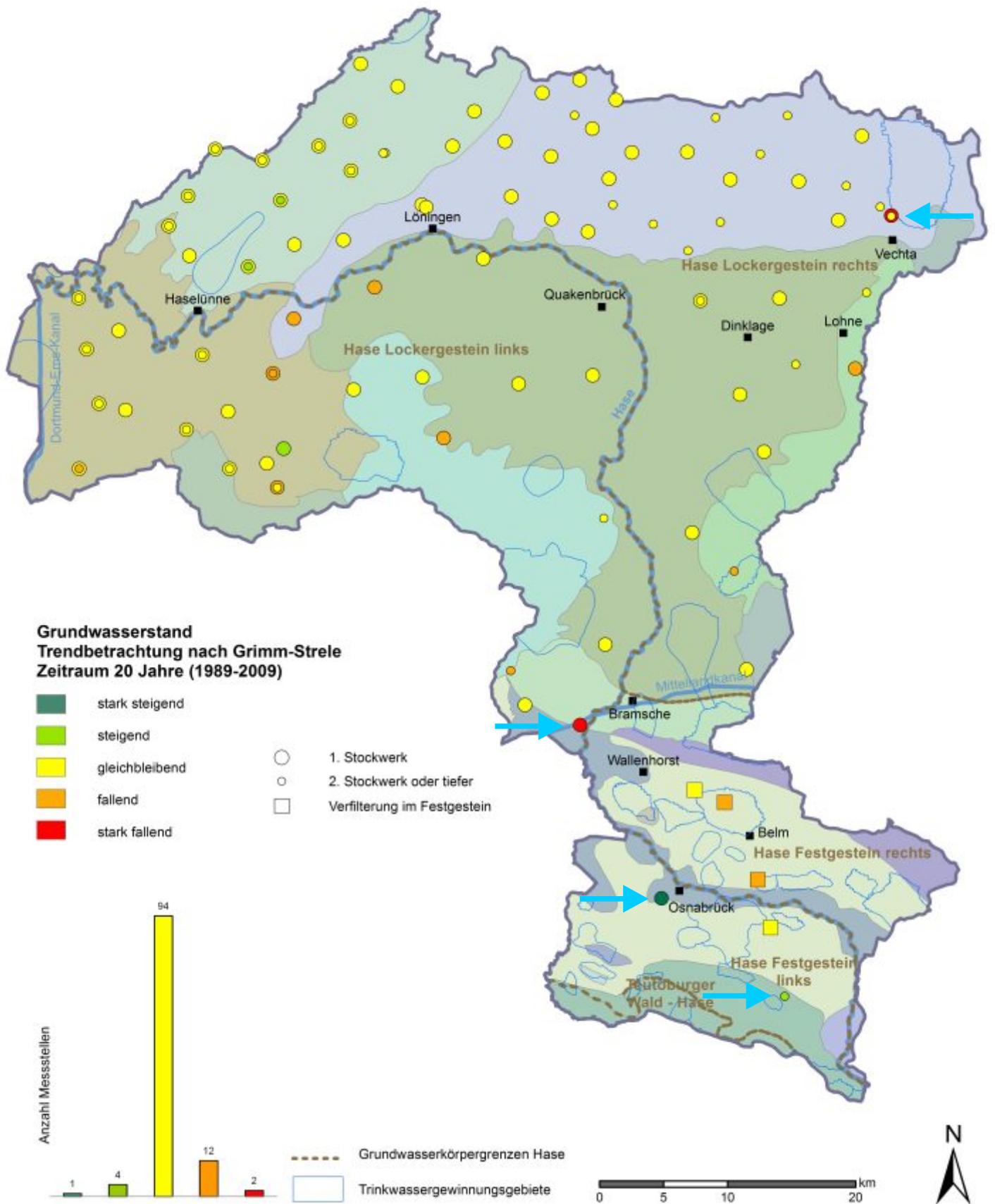


Abb. 59: 20 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16. Blaue Pfeile siehe Text.

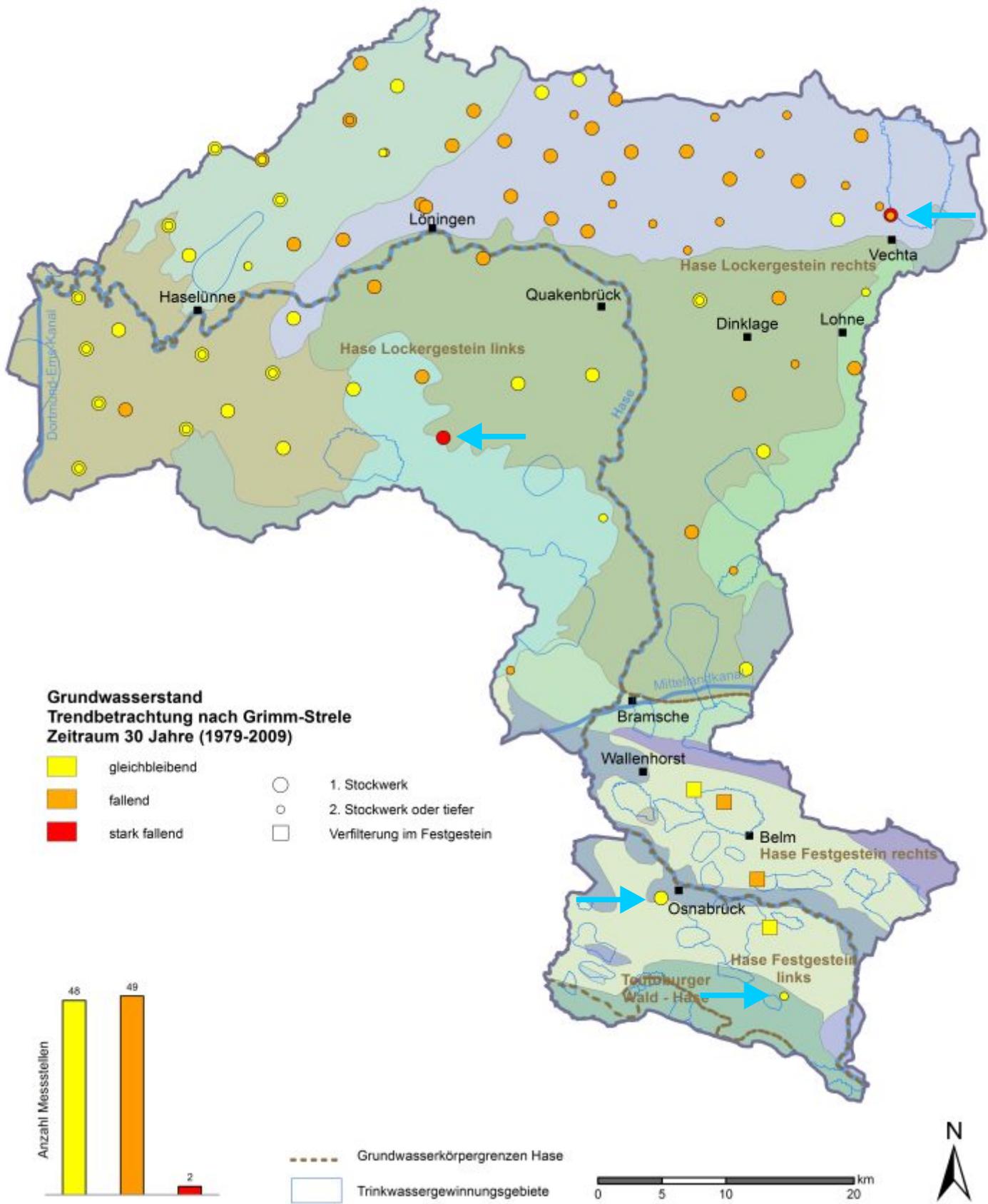


Abb. 60: 30 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16. Blaue Pfeile siehe Text.

Werden die entsprechenden Ganglinien betrachtet, so zeigen beide Messstellen (Vechta I und Restrup) deutlich unterschiedliche Gangverläufe.

In der Ganglinie der GWM Restrup kann keine abrupte, sondern vielmehr eine allmählich sinkende Trendentwicklung beobachtet werden (Abb. 61). Auffällig sind die beiden Extremwerte in 1981 und 1994, die sich rechnerisch auf die gesamte Trendberechnung auswirken. Da vergleichbare Trendentwicklungen auch an anderen GWM festzustellen sind (z. B. an der GWM Vechta I), handelt es sich hierbei wahrscheinlich um klimatische Einflüsse. Daher stehen diese Messstellen weiterhin unter

besonderer Beobachtung. Innerhalb der letzten Jahre nimmt der Wasserstand in den benannten Messstellen jedoch kontinuierlich ab.

Der Ganglinienverlauf der GWM Vechta I zeigt, dass ab dem Jahr 2000 deutlich geringere Grundwasserstände nachzuweisen sind als in den Jahren zuvor (Abb. 62). Da in diesem Fall keine baulichen Maßnahmen in der Nähe bekannt sind, muss auch hier weiter beobachtet werden. Ein möglicher Einfluss durch eine Wasserentnahme des angrenzenden WSG Vechta Holzhausen kann in diesem Fall weder nachgewiesen noch ausgeschlossen werden.

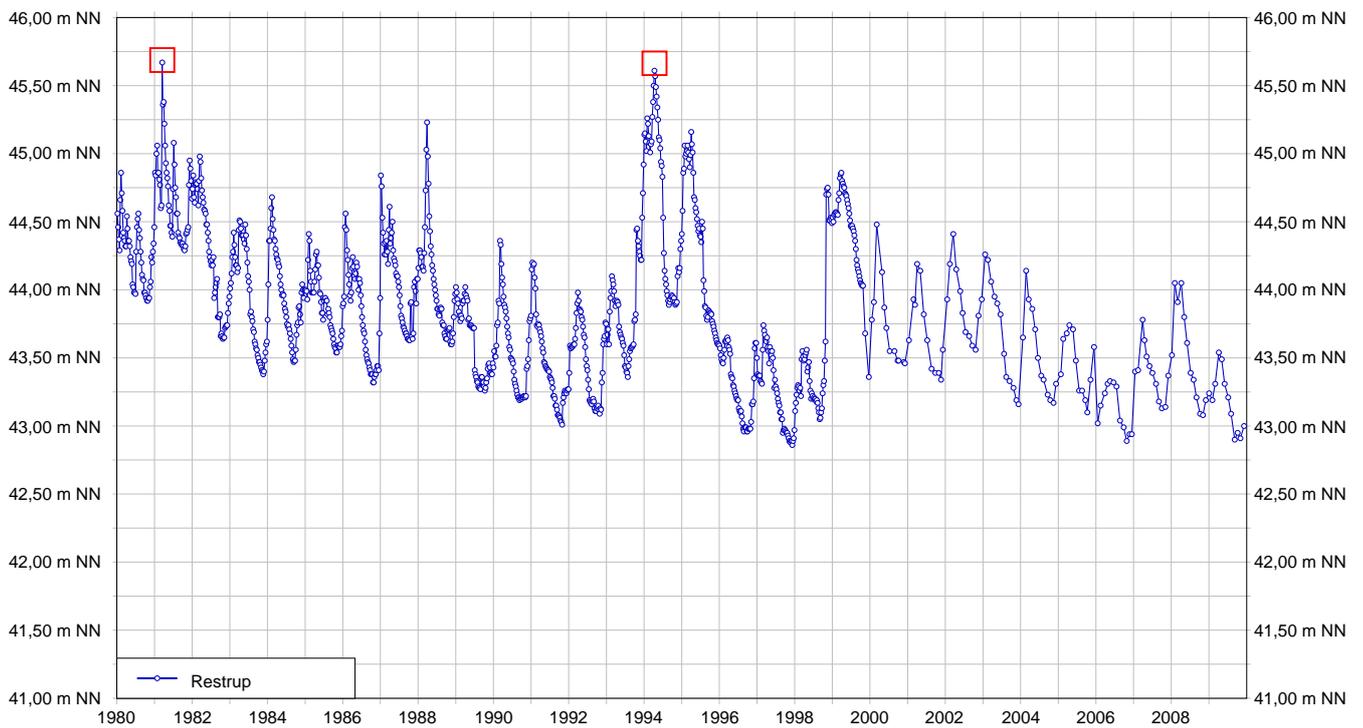


Abb. 61: 30 jähriger Ganglinienverlauf im Monatsmittel für die NLWKN Messstelle Restrup. Rote Rechtecke markieren Maxima in 1981 und 1994).

Im südlichen Festgesteinsbereich hat sich die Grundwasserstandssituation bei 30 jähriger Betrachtung kaum verändert. Von den insgesamt fünf GWM weisen lediglich die Messstellen OS-Limbergerstraße sowie Borgloh im Gegensatz zur 20 jährigen Betrachtung nun einen gleichbleibenden Trend auf (→ in Abb. 60).

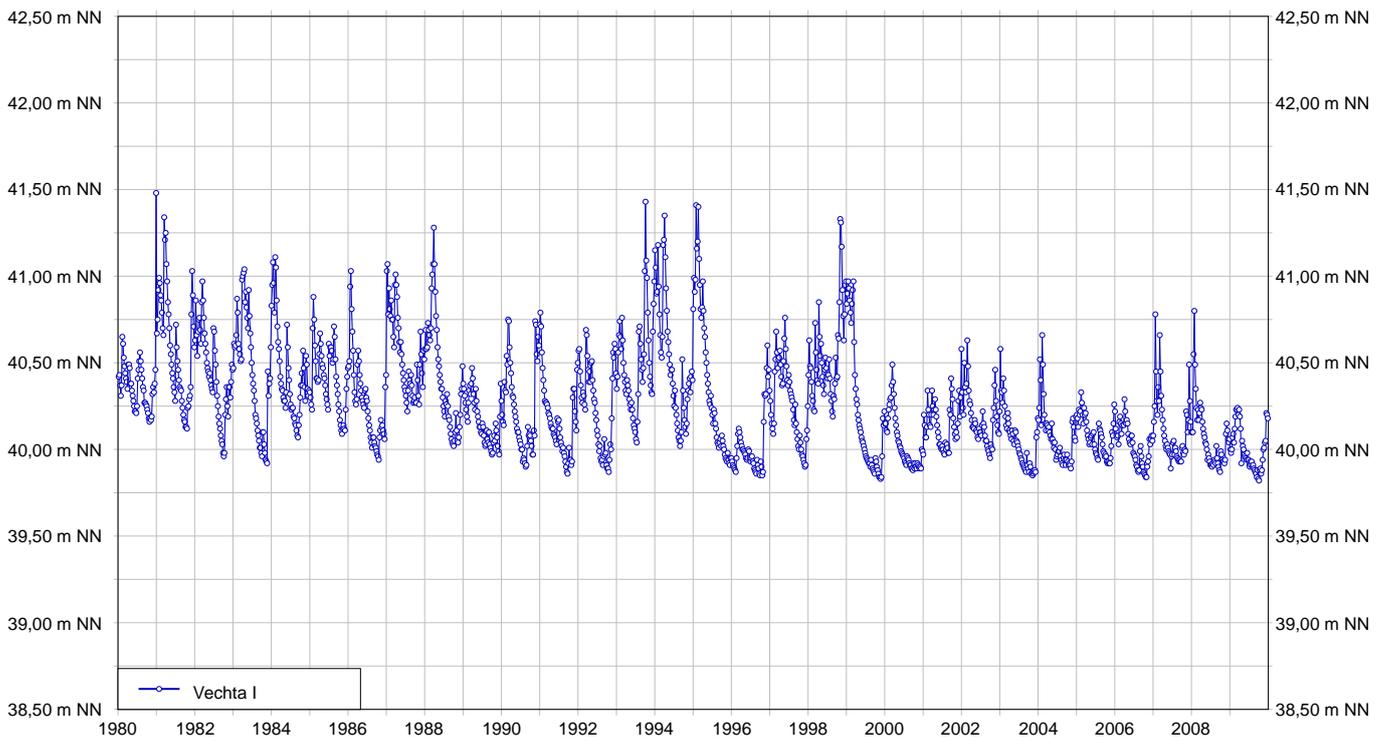


Abb. 62: 30 jähriger Ganglinienverlauf im Monatsmittel für die NLWKN Messstelle Vechta I.

8.5 Zusammenfassung Grundwasserstandsentwicklung

Die Trendauswertungen verdeutlichen, dass bei Betrachtung von zwei verschiedenen Zeitfenstern (also 20 und 30 jähriger Betrachtung) sich jeweils unterschiedliche Trendentwicklungen ergeben können. Dies lässt sich in den Lockergesteinsgebieten besonders in den sandigen Geestbereichen feststellen. So überwiegen in diesen Bereichen bei einer 20 jährigen Betrachtung gleichbleibende Tendenzen.

Ein anderes Bild ergibt sich dagegen bei einer 30 jährigen Betrachtung, bei der nahezu 50 % der Messstellen einen fallenden Trend aufweisen, obwohl in diesen Bereichen von relativ höheren Grundwasserneubildungsraten auszugehen ist (siehe auch Abb. 15). Diese negative Trendentwicklung steht bei der weiteren Betrachtung besonders im Fokus. In Zusammenarbeit mit den Unteren Wasserbehörden (UWB) sollen die Ergebnisse zunächst kommuniziert und die Ursachen ergründet werden. Fallende Trends in diesem Ausmaß können Auswirkungen auf den "Mengenerlass" und damit auf die Genehmigungspraxis der UWB sowie die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes der EG-WRRL haben.

Im Gegensatz zu den Lockergesteinsbereichen ist die Trendentwicklung in den Festgesteinsgebieten als eher konstant zu bezeichnen, wobei berücksichtigt werden muss, dass eine Trendbetrachtung in Festgesteinsgebieten aufgrund der geologischen komplexen Situation nur bedingt aussagekräftig ist.

9. Auswertung Grundwasserbeschaffenheit

Das Grundwasser unterliegt sowohl geogenen als auch anthropogenen Einflussfaktoren. Die unterschiedliche Intensität der Einflüsse und die damit verbundenen physiko-chemischen und biologischen Wechselwirkungen verleihen der Grundwasserqualität eine besondere Dynamik. Das Ziel des vorbeugenden Grundwasserschutzes muss es sein, diese Dynamik zu erkennen, um bei einer negativen Veränderung mit Auswirkung auf die Trinkwassernutzung rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

In den folgenden Kapiteln werden die Analyseergebnisse der Untersuchung zur Grundwasserbeschaffenheit dargestellt.

Aus dem umfangreichen Datenmaterial sind neben zahlreichen Grundwassergütekarten für einige Parameter charakteristische Werte tabellarisch zusammengefasst worden, um Hinweise auf die Auffälligkeiten der chemisch-physikalischen Analysen zu geben. Insgesamt sind in die vorliegenden Auswertungen Gütedaten aus 456 Messstellen und Förderbrunnen im Flusseinzugsgebiet der Hase eingeflossen.

Als Indikatoren für eine Belastung der Grundwasservorkommen durch Stoffeinträge wurden Auswertungen für 14 Parameter in hydrochemischen Karten sowie in Tabellen dargestellt. In den vorliegenden Kartendarstellungen werden neben den physiko-chemischen Kenngrößen wie Härtegrad und pH-Wert, die erste Hinweise auf die Grundwasserqualität geben, auch die wichtigsten Stoffe der Ionenbilanz dargestellt.

Betrachtet werden die Anionen Nitrat, Sulfat und Chlorid sowie die Kationen Ammonium, Kalium und Aluminium. Des Weiteren wird der Parameter Eisen ausgewertet, da anhand dessen ebenfalls auf Unterschiede in der Herkunft des Grundwassers oder sogar auf Denitrifikationsvorgänge geschlossen werden kann. Ebenfalls vorgestellt werden die Kenngrößen, die in größeren zeitlichen Abständen gemessen wurden, wie die Schwermetalle Nickel und Cadmium. Am Ende des vorliegenden Kapitels wird auf den Parameter Pflanzenschutzmittel (PSM) und deren Metaboliten eingegangen.

Zu beachten ist, dass die in den Karten dargestellten Analyseergebnisse nur für eine begrenzte Flächenausdehnung und das jeweils untersuchte Grundwasserstockwerk im Lockergesteinsbereich, bzw. den spezifischen Chemismus der Gesteinsformation im Festgesteinsbereich eine Aussage zur Grundwasserqualität wiedergeben. Infolge klein-

räumiger geologischer und bodenkundlicher Inhomogenitäten sowie örtlich variierender Flächennutzungen können sich auf engem Raum starke Unterschiede in der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers einstellen. Zur Erfassung langfristiger Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit an einzelnen Messstellen wurden aus Messdaten in einem Zeitraum von 10 Jahren Trends ermittelt. Die Aussagen der hydrochemischen Karten werden durch die Darstellung der Häufigkeitsverteilung in Histogrammen ergänzt. Gleichwohl vermitteln die Kartendarstellungen einen optischen Eindruck der Unterschiede in der Grundwasserbeschaffenheit innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Hase.

9.1 Flächennutzung im Umkreis der Grundwassermessstellen

Um eine Einschätzung der Flächennutzung in näheren Umkreis einer Grundwassermessstelle (GWM) zu erhalten, wurde im Zuge der Auswertungen in einem Radius von 100 m um die GWM jeweils die Flächennutzung mit Hilfe der Daten des automatisierten Liegenschaftskatasters (ALK) bestimmt. Das Verfahren kann zumindest für Messstellen, die im 1. Grundwasserstockwerk verfiltert sind, als Hilfe für eine Abschätzung des Zusammenhanges zwischen Flächennutzung und Grundwasserbeschaffenheit dienen. Für Messstellen, die im 2. Grundwasserstockwerk oder tiefer verfiltert sind, ist diese Methode nicht zuverlässig anwendbar. In solchen Fall muss eine Einzelüberprüfung durchgeführt werden. Insbesondere in den Festgesteinsbereichen ist eine Einzelfallprüfung daher notwendig.

Die ermittelte Flächennutzung setzt sich im Flusseinzugsgebiet der Hase wie folgt zusammen (siehe auch Abb. 63):

Insgesamt wurde die Nutzung im Bereich von 456 GWM ermittelt. Im Umfeld von 157 GWM findet überwiegend Ackernutzung statt, bei 52 GWM überwiegt im gewählten Radius Bebauung, im Bereich von 30 GWM wurde Grünland festgestellt und 115 GWM liegen im Wald. Eine Mischnutzung wurde im Bereich von 101 GWM festgestellt und 1 GWM wurde einer sonstigen Nutzung (Kleingartensiedlung im Stadtgebiet Osnabrück) zugeordnet. Die Verteilung innerhalb der Grundwasserkörper kann der Tabelle 19 entnommen werden.

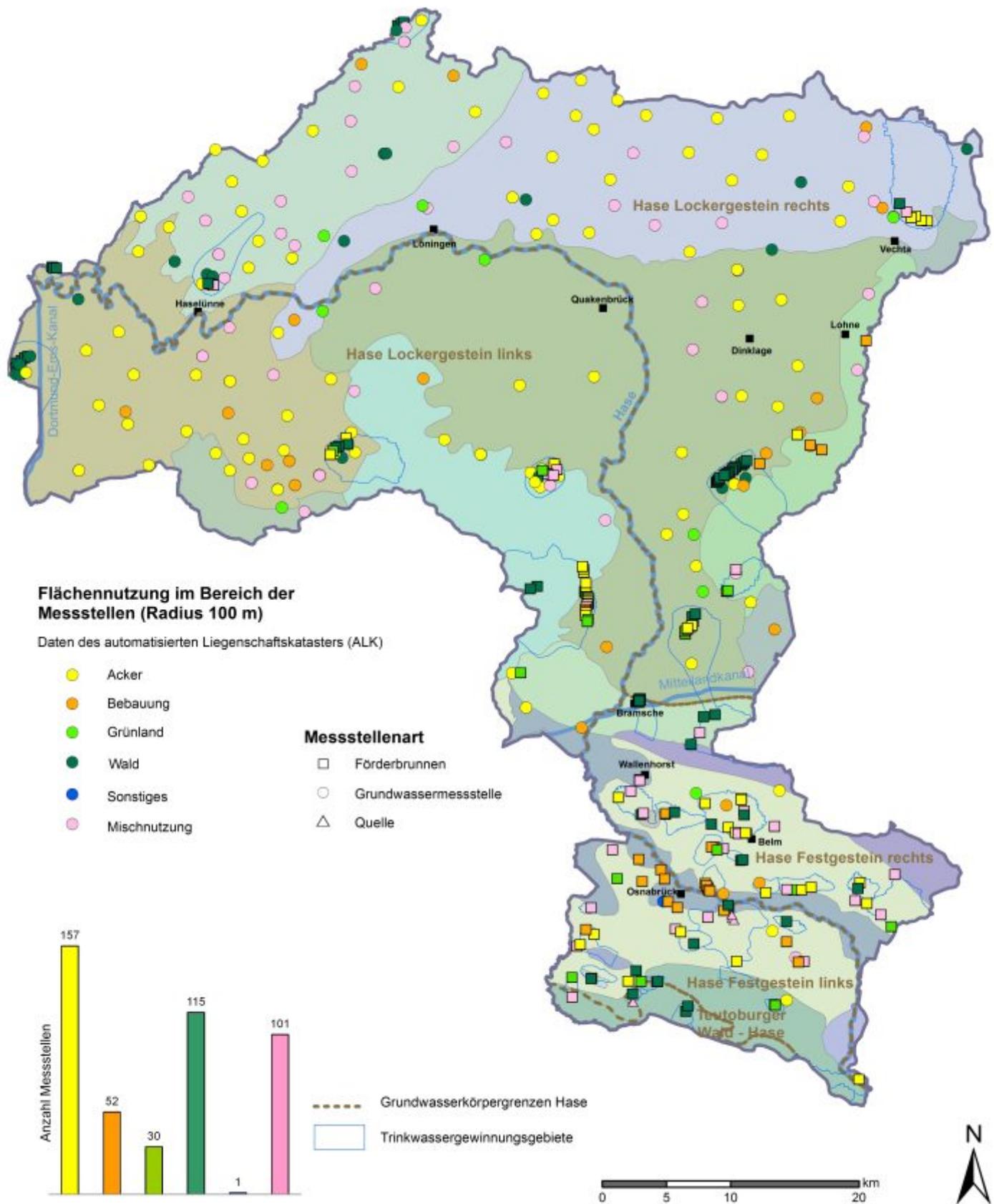


Abb. 63: Flächennutzung im Umfeld der Messstellen in einem 100 m Radius. Datengrundlage des automatisierten Liegenschaftskatasters. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

Tab. 19: Messstellenverteilung nach Nutzung im Flusseinzugsgebiet der Hase (Auswertung ALK Kataster).

Grundwasserkörper	Acker	Bebauung	Grünland	Wald	Mischnutzung	Sonstiges	Gesamt
Hase Festgestein links	7	10	4	8	9	1	39
Hase Festgestein rechts	15	12	4	24	13	-	68
Hase Lockergestein links	62	12	14	23	28	-	139
Hase Lockergestein rechts	73	17	8	56	49	-	203
Teutoburger Wald - Hase	-	1	-	4	2	-	7
Gesamt	157	52	30	115	101	1	456

9.2 Schwellen- und Grenzwerte in der Grundwasserüberwachung

Für eine Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit werden definierte Grenzwerte sowie Schwellenwerte zu Grunde gelegt. Die für die Analysen herangezogenen Schwellenwerte bzw. Grenzwerte stammen aus der Verordnung zum Schutz des Grundwassers (GrwV 2010) und aus der Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001). Die verwendeten Grenz- und Schwellenwerte sind in Tabelle 20 aufgeführt.

Die im vorliegenden Regionalbericht ausgewerteten Gütedaten beinhalten 10 jährige Zeitreihen (01.01.2000 bis 31.12.2009) und stammen aus insgesamt 7.320 Grundwasserbeprobungen. Im Zuge dessen wurden 150.095 Einzelanalysen durchgeführt, von denen 36.578 Untersuchungen in den vorliegenden Regionalbericht eingeflossen sind.

Folgende Wasseruntersuchungen werden regelmäßig durchgeführt:

- jährliche Untersuchungen des Rohwassers der Förderbrunnen durch die Wasserversorger auf die wichtigsten Parameter
- jährliche Untersuchung von Vorfeldmessstellen durch die Wasserversorger
- jährliche Untersuchung von ca. 100 landeseigenen NLWKN Messstellen (GÜN-Programm, Sonderprogramme)
- jährliche Untersuchung der EG-WRRL Messstellen mit Untersuchungen auf Schwermetalle und leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW), Pflanzenschutzmittel (PSM)
- Operative Messstellen in Grundwasserkörpern, die nach der EG-WRRL mit im schlechten Zustand bewertet wurden, werden zweimal jährlich beprobt.

Tab. 20: Übersicht einer Auswahl der untersuchten Parameter mit den jeweiligen Schwellen- bzw. Grenzwerten. Aufgrund des Umfanges wird nicht das vollständige Analysenspektrum in der Tabelle abgebildet. Des Weiteren werden nicht alle hier gelisteten Parameter im vorliegenden Regionalbericht dargestellt, da diese keine erhöhten Werte aufweisen.

Parameter (*)	Grenzwert TrinkwV	Schwellen- wert GrwV	Anzahl Untersuchungen	
	mg/l	mg/l	Gesamt	< Bestimmungsgrenze
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln	Jeweils > 0,0001 Zusammen > 0,0005		716	
Aluminium gelöst	> 0,2		2448	1380
Ammonium	> 0,5	> 0,5	3723	1438
Arsen	> 0,01	> 0,01	662	456
Blei	> 0,01	> 0,01	632	564
Basekapazität 8,2			2203	2
Cadmium	> 0,005	> 0,0005	634	505
Calcium			2778	1
Chlorid	> 250	> 250	3360	32
Eisen	> 0,2		3449	541
Gesamthärte in °dH			1215	-
Kalium	> 12 (Alte TVO)		3206	78
Leitfähigkeit	> 2500		4155	-
Mangan gesamt			3195	533
Magnesium			2777	16
Natrium	> 200		3115	10
Nickel	> 0,02		707	460
Nitrat	> 50	> 50	5343	1674
Nitrit	> 0,5		4155	3072
pH	< 6,5 und > 9,5		3989	-
Quecksilber	> 0,001	> 0,0002	591	539
Säurekapazität 4,3			3011	49
Sulfat	> 250	> 240	3936	120

(*) Mikrobiologische Parameter wie z. B. Escherichia Coli, Enterokokken und coliforme Bakterien wurden bei der Auswertung nicht berücksichtigt, da nur sehr vereinzelt Befunde festgestellt wurden. Die Ursachen sind selten durch Eintrag von Fäkalien oder Wirtschaftsdüngern, sondern häufiger durch Verunreinigungen im Leitungssystem bedingt.

9.3 Charakteristik der Grundwässer im Einzugsgebiet

Anhand der Auswertung der Daten der untersuchten Messstellen erfolgt eine chemische Beschreibung der Wässer in den unterschiedlichen Grundwasserkörpern. Die zugrunde liegende Datenauswertung mit Darstellung der Minimum-, Maximum- und Durchschnittswerte in Tabellenform umfasst alle vorliegenden Daten aus dem Auswertungszeitraum vom 01.01.2000 bis 31.12.2009. In den Karten wird aus dem oben genannten Zeitraum zusätzlich der aktuellste Jahresmittelwert der Einzelmessstellen graphisch dargestellt.

Die Wassercharakteristik der einzelnen Grundwasserkörper ist gekennzeichnet durch ihre Aus-

gangsgesteine. Die Festgesteine in den Grundwasserkörpern „Hase Festgestein rechts“ und „Hase Festgestein links“ sowie „Teutoburger Wald Hase“ haben in der Regel deutlich härteres Wasser, höhere pH-Werte und höhere Säurekapazitäten. Ursachen sind die geogen bedingten höheren Gehalte an Magnesium und Calcium, die aus dem magnesium- und calciumreichen Ausgangsgestein (Karbonatgestein) stammen. Sie haben trotz der Wasserentnahmen aus größeren Tiefen häufig höhere Nitratgehalte, da das Grundwasser anders als im Lockergestein selten durch Deckschichten geschützt ist und aufgrund fehlender Denitrifikation kein Nitratabbau stattfindet.

Das Grundwasser innerhalb der Grundwasserkörper „Hase Lockergestein rechts“ und „Hase Lockergestein links“ zeigt einen typischen Chemismus für Lockergesteinsgebiete. Die Wässer weisen in der Regel höhere Eisen- und Mangangehalte auf, haben geringere Leitfähigkeiten, eine höhere Basenkapazität und niedrigere pH-Werte und dadurch bedingt oft höhere Aluminium- und Nickelgehalte.

Die Nitratgehalte sind dagegen differenzierter ausgeprägt. So wird in Gebieten mit natürlichem Nitratabbau im Oberboden aufgrund von hoch anstehendem Grundwasser sowie bei Denitrifikation im Untergrund und/oder bei vorhanden mächtigen Deckschichten, in tieferen Grundwasserstockwerken selten Nitrat vorgefunden. Wo der natürliche Schutz durch überlagernde Deckschichten nicht besteht, werden insbesondere in sandigen Geestgebieten relativ hohe Nitratgehalte gemessen, die auch darauf zurückzuführen sind, dass hier häufig intensive Landwirtschaft und Tierhaltung stattfindet.

9.4 Physiko-chemische Parameter

9.4.1 Wasserhärte

Der Gesamthärte des Grundwassers kommt vor allem in technischer Hinsicht eine Bedeutung zu. Um Trinkwasser in Rohrsystemen weiter zu leiten, ist eine gewisse Wasserhärte immer erforderlich. Weiche Wässer bilden nämlich keine Schutzschicht aus und greifen wegen der stets vorhandenen aggressiven Kohlensäure die Rohrleitungen an. Dagegen kann es bei hartem Wasser zu unerwünschten Kalkabscheidungen kommen. Bei industriellen Prozessen und Reinigungsvorgängen sind immer Wässer mit geringer Gesamthärte vorteilhaft. In korrosions-chemischer Hinsicht spielt die Gesamthärte wegen der möglichen Bildung von Inkrustierungen eine wichtige Rolle.

Die Neufassung des Wasch- und Reinigungsmittelgesetzes (WRMG) vom 29.04 2007 sieht vor, die Härtebereiche von Trinkwasser wie folgt einzuteilen:

Härtebereich weich: weniger als 1,5 mmol Calciumcarbonat je Liter (bis 8,4 °dH)

Härtebereich mittel: 1,5 bis 2,5 mmol Calciumcarbonat je Liter (8,4 bis 14 °dH)

Härtebereich hart: mehr als 2,5 mmol Calciumcarbonat je Liter (über 14 °dH)

In den Abbildungen 64 und 65 werden die gemessenen Wasserhärtegrade der GWM im Einzugsgebiet abhängig vom Grundwasserstockwerk dargestellt. Die Wasserhärte ist nur für einige GWM und für die Förderbrunnen dargestellt, da weitere Daten nicht vorlagen. Es ist zu erkennen, dass im Osnabrücker Festgesteinsraum hartes Wasser überwiegt, während in den nördlichen Lockergesteinsgebieten vor allem in den Sandgebieten vorwiegend weiches und in den Lößgebieten um Vechta (Cloppenburger Geest) weiches bis mittelhartes Wasser nachgewiesen wird (Abb. 64).

Im Festgestein ist die jeweilige geologische Formation, in der die GWM verfiltert ist, ausschlaggebend für die vorherrschende Wasserhärte. Beispielsweise weisen Brunnen/Messstellen, die im Muschelkalk (mittlere Trias) verfiltert sind, ein kalkreiches also hartes Wasser auf. Für die im Buntsandstein (untere Trias) verfilterten Brunnen/ Messstellen kann im Vergleich dazu ein wesentlich weiches Wasser nachgewiesen werden.

Sowohl in Locker- und Festgesteinsgebieten kann mit zunehmender Aufenthalts- bzw. Fließzeit, in Abhängigkeit des durchflossenen Mediums, eine Aufhärtung des Grundwassers erfolgen.

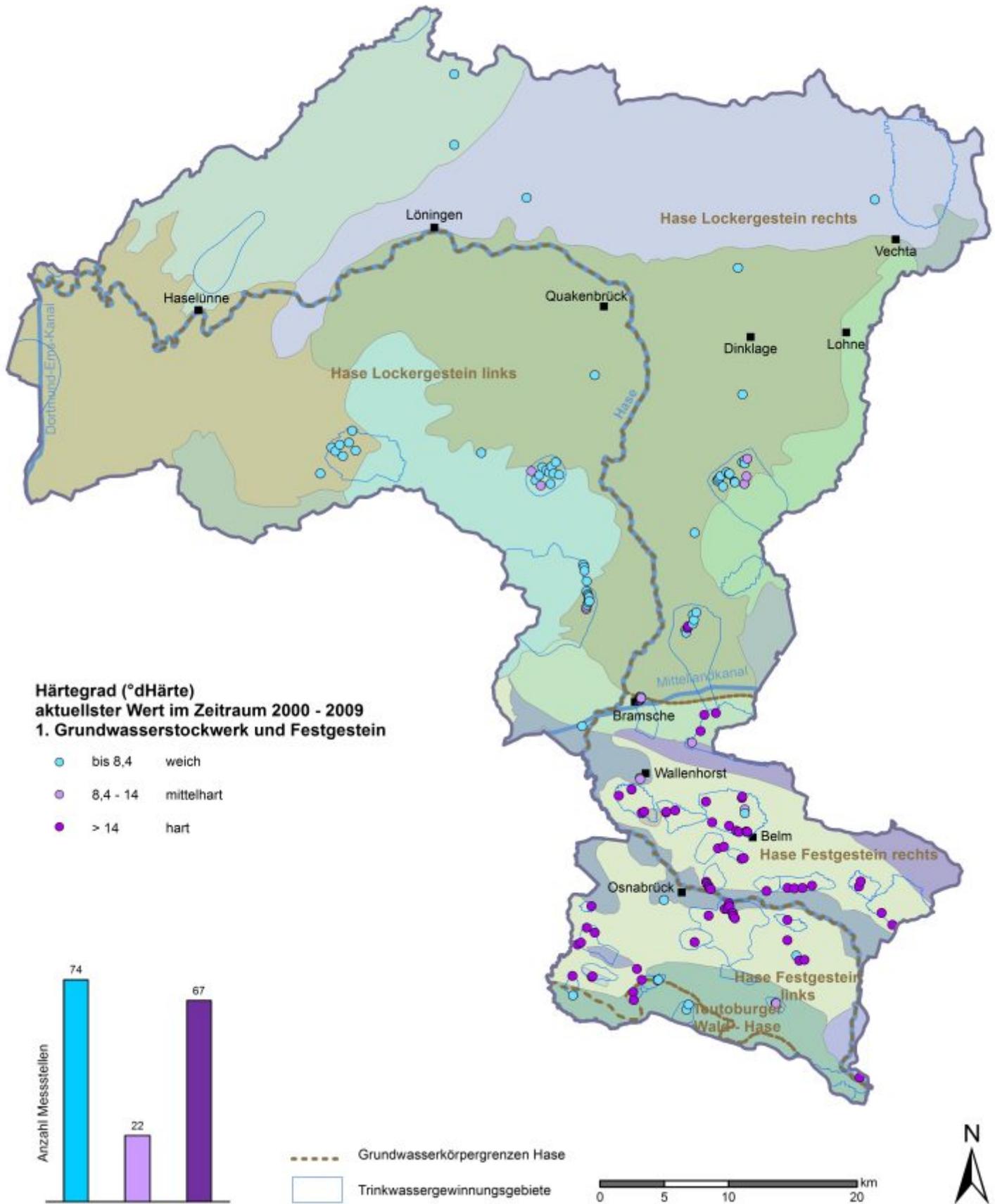


Abb. 64: Wasserhärtegrad (°dHärte = Deutsche Härte) als aktuellster Wert im Zeitraum 2000-2009 im Flusseinzugsgebiet der Hase für das 1. Grundwasserstockwerk und im Festgestein. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

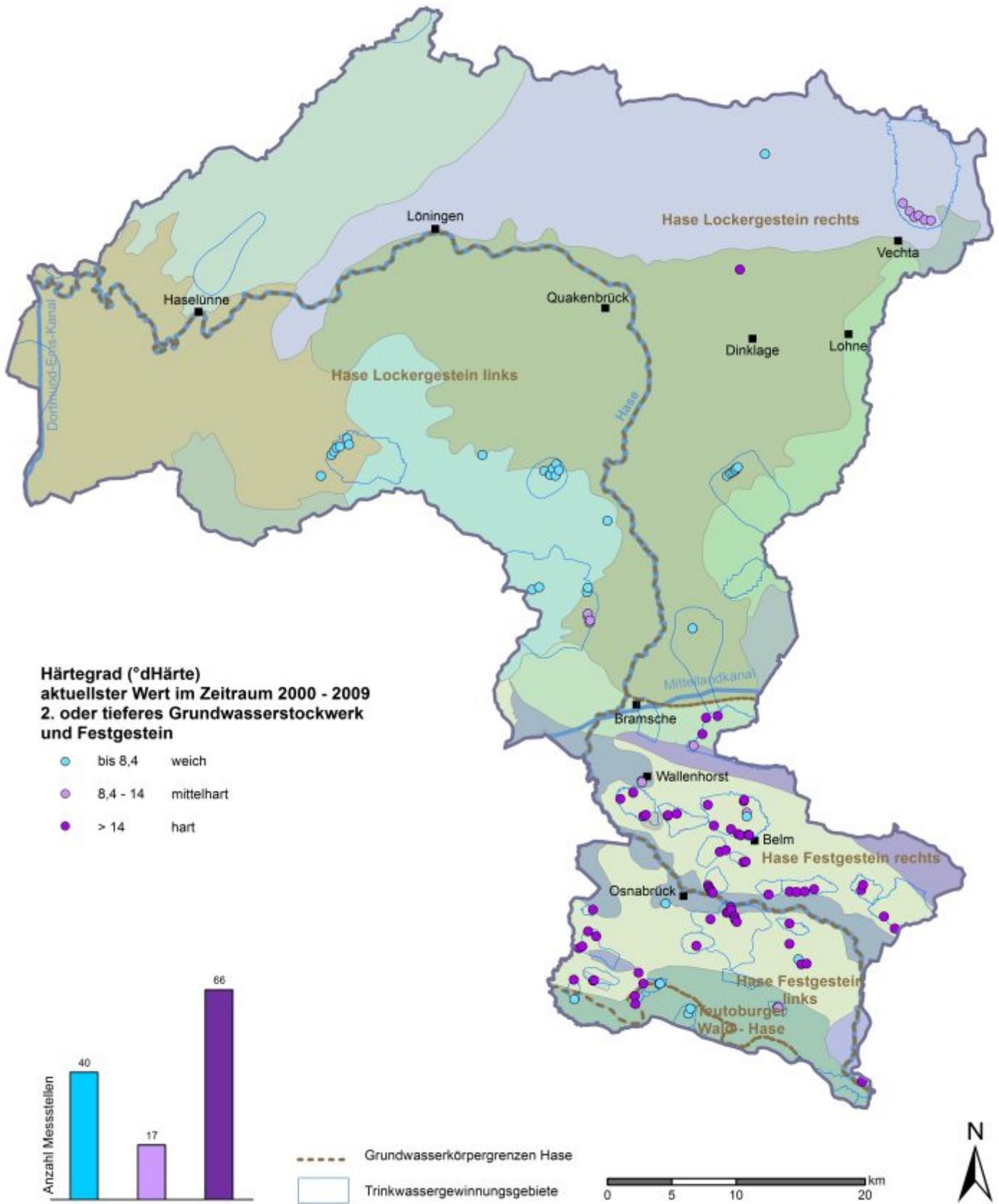


Abb. 65: Wasserhärtegrad (°dHärte = Deutsche Härte) als aktuellster Wert im Zeitraum 2000-2009 für das 2. und tiefere Grundwasserstockwerke sowie im Festgestein. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.4.2 pH-Wert

Der pH-Wert kennzeichnet den Säuregehalt eines Wassers; er gibt an, ob eine Lösung sauer, alkalisch oder neutral reagiert. Er ist definiert als der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen-Aktivität. Die pH-Skala reicht von 0 bis 14. Der Neutralpunkt dieser Skala ist pH 7. Ein pH-Wert kleiner als 7 bedeutet saures Milieu; alkalische (basische) Verhältnisse entsprechen pH-Werten über 7. Stoffe im Boden und in den Gesteinen der Grundwasserleiter mit saurem oder alkalischem Charakter (z. B. Kohlensäure, Huminstoffe, Hydrogencarbonat) bewirken, dass ein natürliches Wasser in der Regel nicht den neutralen pH-Wert 7 aufweist. Saurer Regen - verursacht durch Luftverunreinigungen (Stickstoffmonoxid, Stickstoffdioxid und Schwefeldioxide) - kann vor allem bei basenarmen Gesteinen zu einer Versauerung (durch Bildung von Salpeter- und Schwefelsäure) des Grundwassers und zu einer Mobilisierung von Stoffen (z. B. Aluminium) aus dem Grundwasserleiter führen.

Der pH-Wert hat einen großen Einfluss auf das Korrosionsverhalten von metallischen und zementgebundenen Rohrwerkstoffen bezüglich der Freisetzung von Eisen, Zink, Kupfer, Blei und Cadmium bzw. der Zerstörung des Rohrmaterials. Betroffene Wässer müssen vor der Nutzung als Trinkwasser vor Abgabe durch technische Maßnahmen, wie Aufkalkung oder Ausblasen der Kohlensäure, aufbereitet werden.

Die Schädigung bzw. die biologische Verfügbarkeit vieler Stoffe (z. B. Löslichkeit vieler Verbindun-

gen, wie z. B. Schwermetallen) ist abhängig vom pH-Wert. Ein pH-Wert zwischen 6 und 9 gilt für die meisten Organismen als verträglich. Der Reaktionsablauf vieler chemischer und biologischer Vorgänge wird durch den pH-Wert entscheidend bestimmt; viele dieser Vorgänge sind für ihren optimalen Ablauf an bestimmte pH-Bereiche gebunden. Welchen pH-Wert ein Wasser aufweist, hängt hauptsächlich vom Stoffmengenverhältnis der freien Kohlensäure zum Hydrogencarbonat ab. Bei gut gepufferten Grundwässern liegt der pH-Wert häufig in der Nähe des Neutralpunktes (pH 6,5 bis 7,5), bei weichen, jedoch kohlenstoffreichen Wässern etwa zwischen 5 und 6, bei sehr kohlenstoffreichen Mineralwässern kann der pH-Wert sogar auf Werte von 4,5 bis 5 absinken. Fehlen im Boden oder Grundwasser entsprechende Substanzen, welche die Puffereigenschaften regulieren, wie z. B. in kalkarmen Sanden in Bereichen des Lockergesteinsgebietes, ist die Folge eine Versauerung des Grundwassers.

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) sieht die Einhaltung des pH-Bereiches von 6,5 bis 9,5 vor.

Im Untersuchungsraum des Hase-Einzugsgebietes wird der untere Grenzwert der Trinkwasserverordnung (pH-Wert 6,5) bei 246 Messstellen, dies entspricht 54,9 % aller untersuchten Messstellen, unterschritten (Tab. 21). Überschreitungen des oberen Grenzwertes von pH 9,5 liegen nicht vor.

Tab. 21: pH-Wert von Grundwassermessstellen (GWM) und Förderbrunnen (FB) in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009.

pH-Wert	Anzahl		pH-Unterschreitungen < 6,5				
	GWM/FB	Durchschnitt	Min.	Max.	Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM/FB	in %
Hase-Festgestein Links	42	7,4	5,9	7,9	4	2	4,8
Hase-Festgestein rechts	65	7,3	4,3	8,3	26	7	10,8
Hase-Lockergestein links	139	6,4	3,9	8,1	719	79	56,8
Hase-Lockergestein rechts	195	6,1	4,2	7,9	1027	153	78,5
Teutoburger Wald-Hase	7	6,6	4,8	8,3	30	5	71,4
Gesamt	448	6,5	3,9	8,3	1806	246	54,9

Die Messstellen wurden zudem in die pH-Wertebereiche „sauer“ (< 6,0), „neutral“ (6,0 - 7,5) und „alkalisch“ (> 7,5) eingestuft (Abb. 67). Insgesamt weisen 149 Messstellen pH-Werte im sauren Bereich auf (112 GWM in Abb. 67 & 37 GWM in Abb. 68).

Die pH-Werte des Grundwassers werden entscheidend von den geologischen und bodenkundlichen Gegebenheiten des Untergrundes geprägt, so sind im Flusseinzugsgebiet der Hase niedrige pH-Werte im sauren Bereich ein Charakteristikum für Lockergesteinsgebiete. Sie sind hauptsächlich begründet durch die calcium- und magnesiumarmen (karbonatarm) Lockersedimente der überlagernden Deckschichten. Als Beispiel sind hierbei die Sögler Geest sowie der südliche Bereich der Cloppenburger Geest zu erwähnen (Abb. 67). Aber auch in natürlich sauren Anmoorgebieten können die Grundwasser Wertebereiche < 6 erreichen.

Für den nordwestlichen Randbereich der Dammer Berge sowie im nordöstlichen, westlichen bzw. südwestlichen Randgebiet der Ankumer Höhe, zeigen die Auswertungen, dass in diesen Einzugsgebieten besonders die Vorfeldmessstellen der WVU, die vorwiegend im 1. Grundwasserstockwerk verfiltert sind (Abb. 67, →), im Vergleich zu den Förderbrunnen (die das Grundwasser in der Regel aus tieferen Grundwasserstockwerken fördern) deutlich saure pH-Wertebereiche aufweisen (Abb. 68, →).

In den Festgesteinsbereichen des Osnabrücker Berglandes werden im Vergleich dazu pH-Werte im neutralen bis alkalischen Bereich nachgewiesen. Neben der Verfilterung innerhalb der jeweiligen geologischen Formation spielt auch die Kontaktzeit des Wassers mit dem umgebenen Grundwasserleiter (Kluft, Karst) eine ausschlaggebende Rolle. Besonders die lokal verkarsteten Kalkgesteine des Unteren und Oberen Muschelkalkes (Mittlere Trias) beeinflussen das Grundwasser maßgebend. Auch die Sandsteinschichten des Buntsandsteines (Untere Trias) sowie die geologisch jüngeren Keuper-Ablagerungen (Obere Trias) bilden Kluftgrundwasserleiter aus, die von silikatischer bis karbonatischer Beschaffenheit sind. An Klüften sowie an Schutthängen kann frisch versickertes, eher saures Niederschlagswassers (pH-Wertebereich 5,6 - 6,8) aufgrund von geringeren Kontaktzeiten mit dem Umgebungsgestein, eher ein neutrales als alkalisches Milieu annehmen (Abb. 67 und Abb. 68 im Festgesteinsbereich).

Insgesamt zeigen die Auswertungen, dass in den Lockergesteinsgebieten der mittlere pH-Wert in der Regel niedriger ist als in den Festgesteinsbereichen.

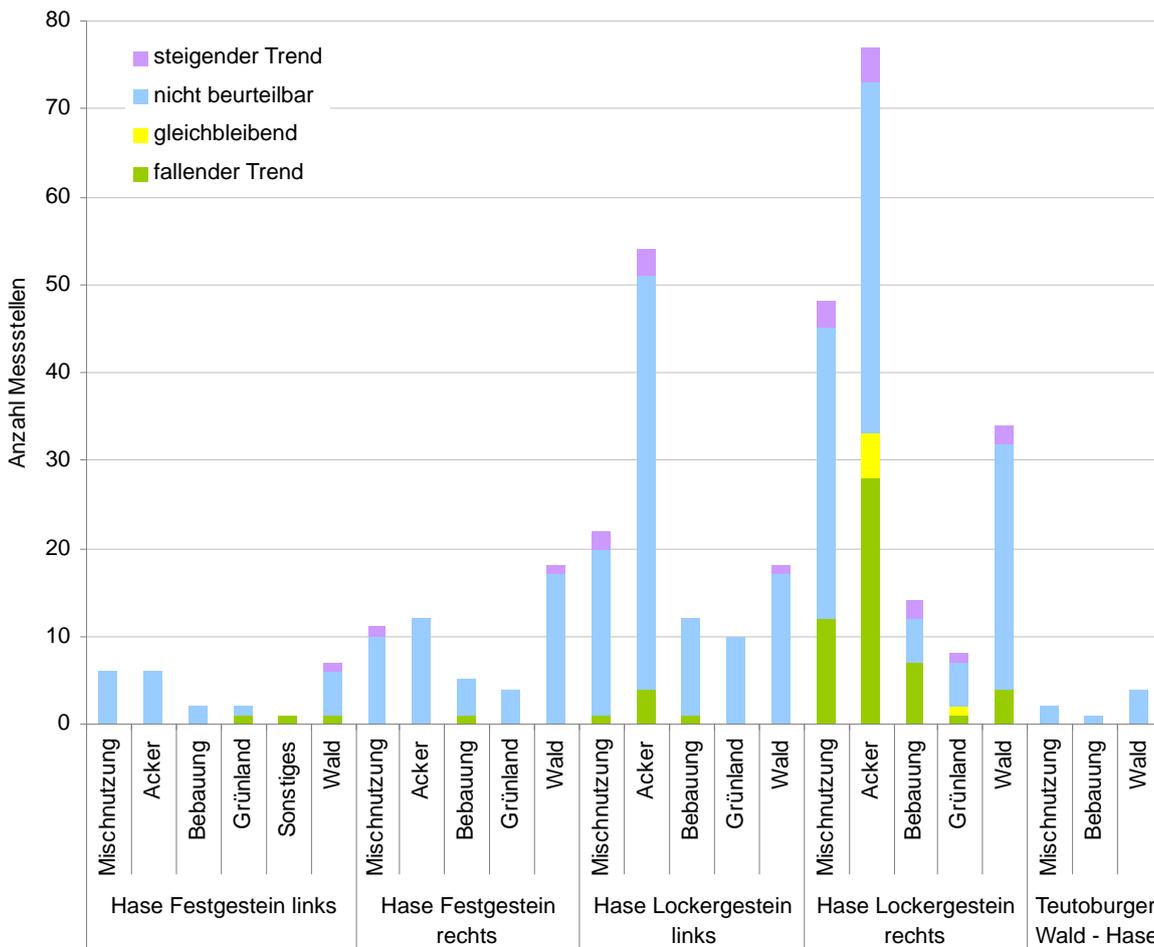


Abb. 66: Anzahl der Messstellen mit einem steigenden/fallenden pH-Wert in Abhängigkeit von der Flächennutzung. Nicht beurteilbar bedeutet, dass die Anzahl der Analysewerte eine Trendbewertung nicht zulassen.

In Abbildung 66 ist die pH-Wert-Entwicklung in den einzelnen Grundwasserkörpern in Abhängigkeit von der jeweiligen Flächennutzung dargestellt. Aufgrund der Messungen kann nachgewiesen werden, dass vor allem im Grundwasserkörper „Hase Lockergestein rechts“ die pH-Werte in zahlreichen Messstellen über den betrachteten Zeitraum abnehmen. Dies gilt insbesondere für Messstellen, die sich in unmittelbarer Nähe von Ackernutzung befinden (Abb. 66). Dieses Ergebnis ist unerwartet, da die Landwirte ihre Ackerflächen durch Kalkdüngung normalerweise auf den gewünschten pH-Wert einstellen können.

Unter Forstflächen (Wald) werden ebenfalls abnehmende pH-Werte im Untersuchungszeitraum festgestellt. Dies gilt insbesondere bei Messstellen die sich am Randbereich von Wald befinden. Von den Bäumen werden säurewirksame Luftschadstoffe wie Ammoniak, Schwefelsäure etc. herausgekämmt und gelangen auf die Bodenoberfläche und tragen dadurch zur Versauerung des Bodens bei (Untersuchungen der Landwirtschaftskammer Niedersachsen; LWK 2008). Über diesen Eintrags-

pfad werden in vielen Bereichen des Bearbeitungsgebietes hohe Stickstoffmengen in den Boden eingelagert.

Im TWGG bzw. WSG Holdorf liegen die Stickstoffeinträge aus der Luft bei etwa 28 kg pro Hektar im Jahr. Verursacht durch diese Einträge wurden unter Waldbeständen in Holdorf im oberflächennahen Grundwasser pH-Werte von 4,1 gemessen (LWK Niedersachsen 2008).

Eine Erhöhung des pH-Wertes führt zu einer Immobilisierung von Schwermetallen. Dies wird beim Vergleich der pH-Werte mit den Ergebnissen der Parameter Cadmium (Abb. 88) und Nickel (Abb. 89) verdeutlicht. Kalkungen können zu einer Minderung von Schwermetallgehalten im Grundwasser beitragen.

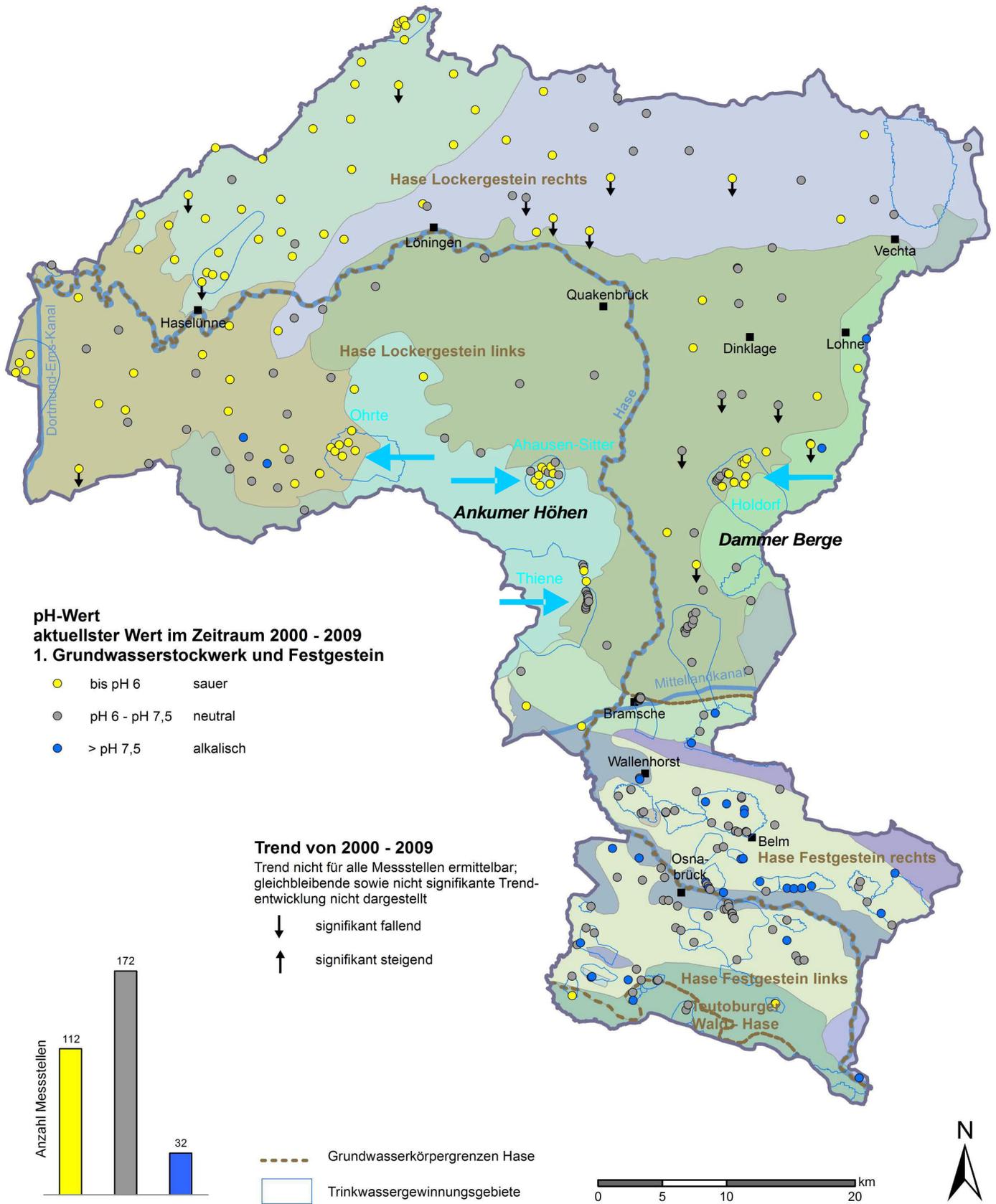


Abb. 67: Aktuellster pH-Wert sowie dessen Trendentwicklung im 1. Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Blaue Pfeile siehe Text. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

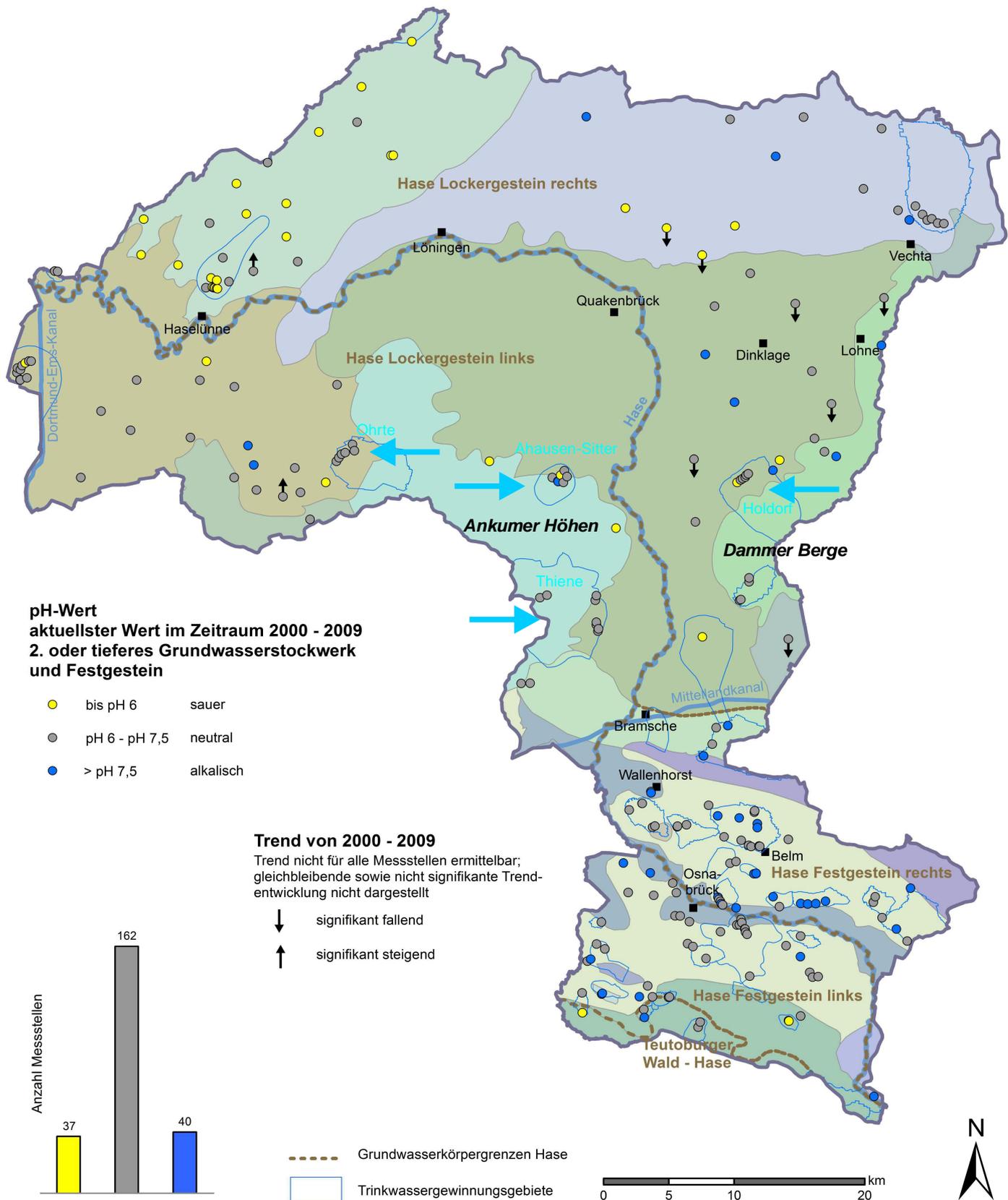


Abb. 68: Aktuellster pH-Wert sowie dessen Trendentwicklung im 2. oder tieferen Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.5 Stickstoffhaltige Parameter

Von besonderer Bedeutung sowohl im Flusseinzugsgebiet der Hase als auch im gesamten Dienstbezirk der NLWKN Betriebsstellen Cloppenburg und Meppen ist die Belastung des Grundwassers mit Stickstoff. Als Standardparameter für die Nährstoffbelastung werden die wichtigen Pflanzennährstoffe Nitrat, Ammonium und Nitrit ausgewertet. Der Hauptparameter ist dabei das Nitrat.

Als Ursache für die zum Teil gravierenden Nitratbelastungen kommen vielfältige menschliche Nutzungen in Betracht. Hier sind zum einen landwirtschaftliche Bodennutzungen mit einhergehenden Einträgen durch Düngung zu nennen (vgl. Kapitel 5.1). Zum anderen können aber auch nicht landwirtschaftliche Nutzungen bzw. Austräge aus Anlagen wie beispielsweise Deponien, Kanalisationen und Hauskläranlagen ebenfalls zu Nitratbelastungen im Grundwasser führen. Eine Abschätzung der Einflüsse dieser Nutzungen erfolgt in den folgenden Kapiteln.

9.5.1 Stickstoffkreislauf

Elementarer Stickstoff wird auf mikrobiologischem Wege gebunden, in Ammonium und Nitrat umgewandelt und schließlich in die organische Materie in Form von Eiweißen (Proteinen), Aminen (z. B. Harnstoff) und Amiden eingebunden. Umgekehrt wird durch Mineralisierung (Abbau der toten, organischen Materie u. a. zu Ammonium), Nitrifikation (Bildung von Nitrat aus Ammonium) und anschließender Denitrifikation (Bildung von Stickstoff aus Nitrat) wieder elementarer Stickstoff freigesetzt. Stickstoff bewegt sich also in einem Kreislauf.

Der Abbau des organischen Materials zu Nitrat über Ammonium und Nitrit läuft im sauerstoffreichen Niveau sehr schnell ab, weshalb Ammonium und Nitrit im Grundwasser selten in höheren Konzentrationen gefunden werden. Erhöhte Gehalte an Ammonium werden unter reduzierten Bedingungen und bei hohen Anteilen von organischem Material im Oberboden gefunden (z. B. in Hochmooren). Nitrat ist der Parameter, der am häufigsten und in erhöhten Mengen im Grundwasser zu finden ist.

Der Gesamtgehalt an Stickstoff im Boden, Stickstoff der Bodenluft (N_2), Ammonium (NH_4^+), Nitrat (NO_3^-), Nitrit (NO_2^-) und organisch gebundener Stickstoff, ist durch im Boden lebende Mikroorganismen einem ständigen Wandel unterzogen. Spezielle Bakterien können den Luft-Stickstoff organisch binden.

In Anwesenheit von Sauerstoff wird durch biologische Umsetzungsvorgänge aus Proteinen des organischen Materials Ammonium, Nitrit und schließlich Nitrat (Nitrifizierung) gebildet.

Unter anoxischen Bedingungen können bestimmte Bakterien Nitrat als Oxidans anstelle von Sauerstoff (O_2) für die Oxidation von organischen Stoffen oder elementarem Wasserstoff (H_2) als energieliefernde Reaktion nutzen. Nitrat wird dabei zu Nitrit (NO_2^-) reduziert. Nitrit wirkt auf viele Organismen giftig. Unter anaeroben (sauerstofffreien) Verhältnissen wird Nitrat über Nitrit zu elementarem Stickstoff reduziert (Denitrifizierung).

Pflanzen nehmen Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium auf und entziehen ihn so dem Boden. Dieser mineralische Stickstoff wird bei landwirtschaftlicher Nutzung der Böden durch Stickstoffdüngung ersetzt. Der direkte Eintrag in Form von Mineraldünger und organischem Dünger, Klärschlamm und Gründünger (z. B. Klee, Luzerne) beträgt etwa 90 % der dem Boden zugeführten Stickstofffracht. Rund 10 % stammen aus dem indirekten Eintrag über Pflanzen und aus dem Niederschlag, dessen Nitratgehalt vor allem darauf beruht, dass durch Verbrennungsvorgänge mit hohen Temperaturen (z. B. Kraftfahrzeugmotoren) aus den Luftbestandteilen Stickstoff und Sauerstoff Stickoxide gebildet werden. Daneben kommt es durch Ammoniakemissionen aus Stallabluft sowie durch das Ausbringen organischer Düngemittel zu weiteren Nitratbelastungen. Nitrat ist seit Jahren im Grundwasser ein Problemstoff. Während in natürlichen Böden Stickstoff ein Mangel-element ist, tritt bei landwirtschaftlicher Bodennutzung infolge der langjährigen Überdüngung ein ständiger Überschuss an Nitrat auf. Auswaschungen führen zu einem Anstieg des Nitratgehaltes im Grundwasser; dies macht sich in steigendem Maße nachteilig bei der Trinkwasserversorgung bemerkbar. Ein durch landwirtschaftliche Nutzung unbeeinflusstes Grundwasser weist Nitratgehalte meist zwischen 0 und 10 mg/l auf.

Denitrifikation:

Bestimmte Bakterien (denitrifizierende, fakultativ anaerobe Bakterien), z. B. Arten der Gattungen *Pseudomonas*, *Paracoccus* oder *Flavobacterium* können unter anoxischen Bedingungen Nitrat und auch Nitrit als Oxidantien für die Oxidation von organischen Stoffen oder H_2 nutzen und auf diese Weise Energie gewinnen. Nitrat und Nitrit werden dabei über mehrere Zwischenstufen zu N_2 reduziert. Aus Nitrat wird also durch diesen bakteriellen Prozess N_2 gebildet, der zum großen Teil in die Atmosphäre entweicht.

Über Nahrungsmittel nimmt der Mensch durchschnittlich 75 mg Nitrat pro Tag auf. Diese Menge kann schon allein durch die Aufnahme eines stark nitrathaltigen Trinkwassers erreicht werden. Der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagene ADI-Wert (Wert für die duldbare tägliche Aufnahme) beträgt 225 mg pro Person und Tag.

In der Trinkwasserverordnung ist für Nitrat ein Grenzwert von 50 mg/l festgesetzt. Die EU-Trinkwasserrichtlinie nennt neben dem Grenzwert in gleicher Größe noch einen Richtwert von 25 mg/l.

9.5.2 Nitrat

Nitrat kommt in der Natur wegen der leichten Löslichkeit der Salze sehr selten in Lagerstätten vor, ist jedoch im Boden in Spuren durch natürliche Umsetzungsvorgänge enthalten. Der Nitratgehalt des anthropogen unbeeinflussten Bodens wird durch den Stickstoff-Kreislauf bestimmt.

In Abbildung 69 sind die jeweils aktuellsten Nitratgehalte als Jahresmittelwert für den Zeitraum 01.01.2000 bis 31.12.2009 inkl. einer 10 jährigen Trendbetrachtung dargestellt. Werden die Nitratkonzentrationen ohne Stockwerksberücksichtigung abgebildet, so wird die Nitratproblematik im Einzugsgebiet der Hase deutlich ersichtlich. Insgesamt weisen 56 GWM und Förderbrunnen Grenzwertüberschreitungen > 50 mg/l auf. Die Trendbetrachtung zeigt für den überwiegenden Anteil der Messstellen und Förderbrunnen ein signifikant fallenden Trendverlauf an (Abb. 69).

Die Analysenergebnisse verdeutlichen, dass besonders in Bereichen der Sögeler Geest und einigen Teilen der Cloppenburger Geest, der Ankumer Höhe sowie am Randgebiet der Dammer Berge erhöhte Nitratwerte nachzuweisen sind (→ in Abb. 69). In den Niederungsbereichen des Quakenbrücker Beckens sind die Nitratgehalte auf einem niedrigen Niveau. Dagegen wurden im westlichen Bereich der Ems-Vechte-Niederung an einigen GWM ebenfalls erhöhte Nitratkonzentrationen nachgewiesen.

Ebenfalls hohe Nitratwerte sind im Festgesteinsgebiet vorzufinden. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass hohe Nitratgehalte mit Grenzwertüberschreitungen vor allem in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Bereichen des Festgesteins gemessen werden. Neben den geologischen-hydrogeologischen Gegebenheiten, ist dies auf fehlende Denitrifikationsprozesse sowie geringmächtige Deckschichten zurück zu führen.

In Tabelle 22 ist die Anzahl der Nitratgrenzwertüberschreitungen (> 50 mg/l Nitrat) in den Grundwässern bezogen auf die jeweiligen Grundwasserkörper dargestellt.

Tab. 22: Nitratgrenzwertüberschreitungen in den fünf Grundwasserkörpern des Hase-Einzugsgebietes im Zeitraum 2000-2009 für Grundwassermessstellen (GWM) und Förderbrunnen (FB).

Nitrat	Anzahl GWM/FB	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM/FB	in %
Hase-Festgestein Links	42	30	0,20	76	25	10	23,8
Hase-Festgestein rechts	66	28	0,20	85	80	11	16,7
Hase-Lockergestein links	139	19	0,01	252	130	25	18,0
Hase-Lockergestein rechts	196	18	0,00	372	223	32	16,3
Teutoburger Wald- Hase	7	11	0,30	44	-	-	-
Gesamt	450	21	0,00	372	458	78	17,3
Messstellen, deren aktuellster Nitratwert den Grenzwert überschreiten:						56	12,4

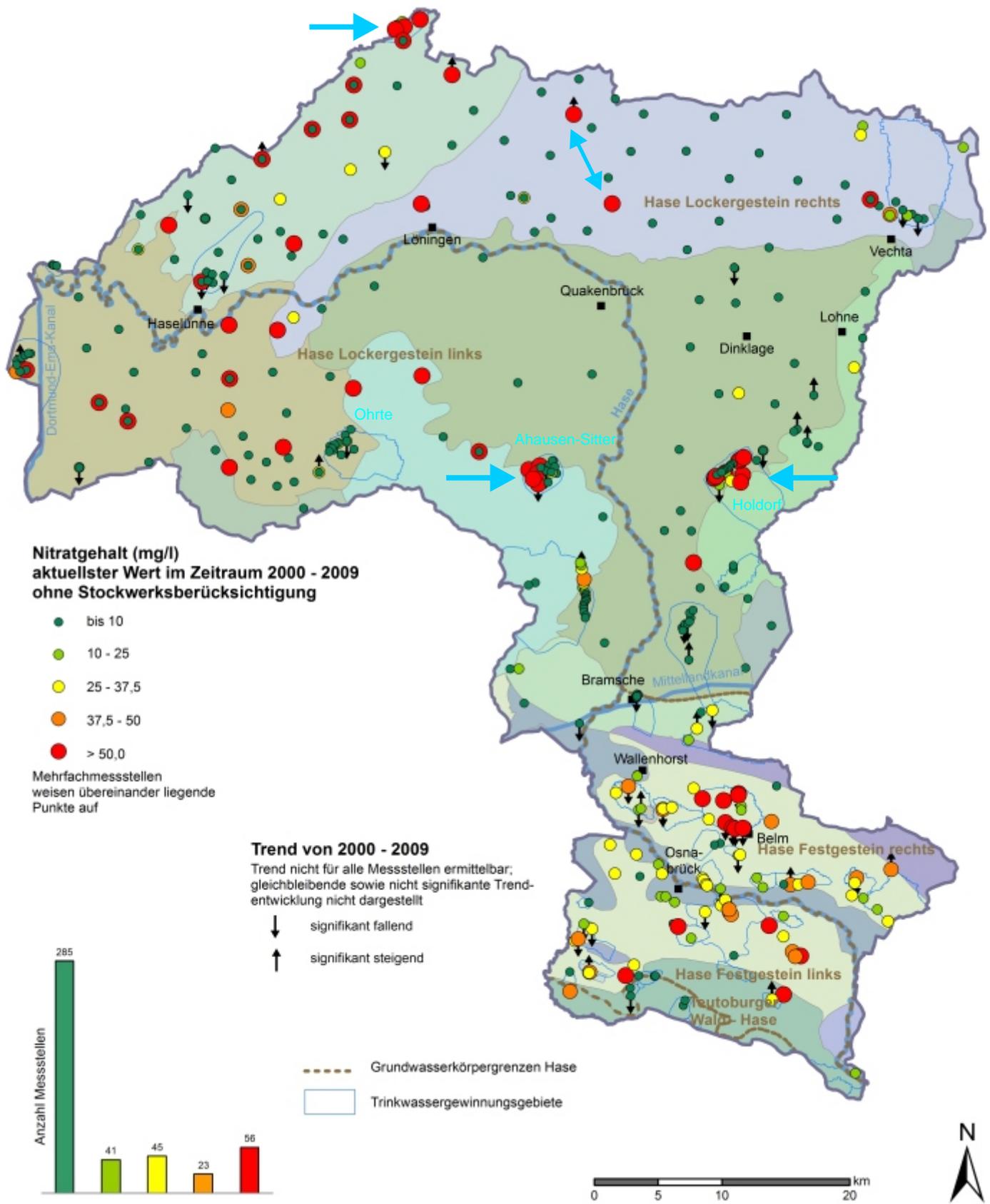


Abb. 69: Aktuellste Nitratgehalte sowie deren Trendentwicklung im Zeitraum 2000-2009. Blaue Pfeile siehe Text. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.5.2.1 Nitratgehalte im Locker- und Festgestein

Wie aus dem vorangegangenen Kapitel ersichtlich wird, unterscheidet sich der Nitratgehalt in den Lockergesteinsgebieten wesentlich von den Konzentrationen in Festgesteinskörpern. Um näher auf die Besonderheiten eingehen zu können, werden im Folgenden die beiden Gebiete getrennt von einander betrachtet.

Nitratgehalte in Lockergesteinsgebieten

Die Schwankungsbreite der Nitratkonzentrationen in Grundwässern des Lockergesteins ist mit Werten unterhalb der Nachweisgrenze und bis zu 372 mg/l deutlich höher als im Festgesteinsgebiet, welches Werte bis zu 85 mg/l aufweist.

Wie den Abbildungen 70 und 71 zu entnehmen, unterscheiden sich die Nitratgehalte in Abhängigkeit von der Verfilterungstiefe deutlich voneinander. Die höheren Nitratgehalte wurden am häufigsten an Messstellen gemessen, die im ersten Grundwasserstockwerk verfiltert sind (Abb. 70). In den Messstellen des 2. bzw. in tieferen Stockwerken (Abb. 71) werden im Vergleich zu Messstellen des 1. Stockwerks flächendeckend geringere Nitratkonzentrationen nachgewiesen.

Die Ursache hierfür begründet sich in den Grundwasserun- oder schwerdurchlässigen Trennschichten zwischen den Stockwerken, den dadurch bedingten längeren Fließzeiten des Sickerwassers sowie einem Nitratabbau in den vorhandenen Deckschichten. Die Messstellen des ersten Grundwasserstockwerkes weisen mit durchschnittlich 27 mg/l Nitratgehalt einen deutlich höheren Mittelwert auf, als Messstellen des zweiten oder tieferen Stockwerks, bei denen durchschnittlich 5 mg/l nachgewiesen werden.

Auffällig sind die geringen Nitratkonzentrationen des zentral im Hasegebiet liegenden Quakenbrücker Beckens. Dieses Gebiet wird im Vergleich zu den umgebenden Teilräumen überwiegend durch niedrigere Grundwasserneubildungsraten aufgrund von höheren Abflussraten geprägt (siehe auch Abb. 15). Aufgrund dessen ist in diesem Gebiet eine relativ geringe Messstellenverteilung begründet. Stickstoff wird in diesem Teilraum hauptsächlich in Form von Ammonium nachgewiesen (Abb. 74, Kap. 9.5.3). Ein ähnliches Verteilungsmuster der Nitratkonzentrationen lässt sich auch auf das Gebiet der Ems-Vechte-Niederung übertragen.

In den Lockergesteinskörpern können vor allem in den Messstellen des ersten Grundwasserstockwerkes oftmals kleinräumige, lokale Nitratgehaltsschwankungen festgestellt werden. Teilweise zeigen einige Messstellen des ersten Stockwerkes sehr geringe Nitratkonzentrationen, wogegen unmittelbar benachbarte GWM (z. B. Mehrfachmessstellen, die im selben Aquifer verfiltert sind) zum Teil höhere Nitratgehalte aufweisen. Fallbeispiele für eine derartige Situation zeigen die Brunnen der TWGG Ahausensitter und Thiene im nordöstlichen und westlichen Randgebiet der Ankumer Höhe (Abb. 70). Die Ursachen hierfür liegen in der variierenden Mächtigkeit der tektonisch beanspruchten quartären und tertiären Sandablagerungen der anstehenden Deckschichten und den damit verbundenen lokal sehr unterschiedlichen Sickerwasser- und Denitrifikationsraten.

Ein Beispiel für ein Gebiet, in dem offensichtlich flächendeckend kein Nitratabbau stattfindet, ist das TWGG bzw. WSG Holdorf im nordwestlichen Randbereich der Dammer Berge (Abb. 70). In der Vergangenheit wurden in Messstellen des 1. Stockwerkes aufgrund von geringen Sickerwasserfließzeiten und fehlender Deckschichten sehr hohe Nitratgehalte in Vorfeldmessstellen und Förderbrunnen nachgewiesen. Diesem Zustand konnte durch gezielte Grundwasserschutzmaßnahmen entgegengewirkt werden, so dass die Nitratgehalte in relativ kurzer Zeit erheblich reduziert werden konnten.

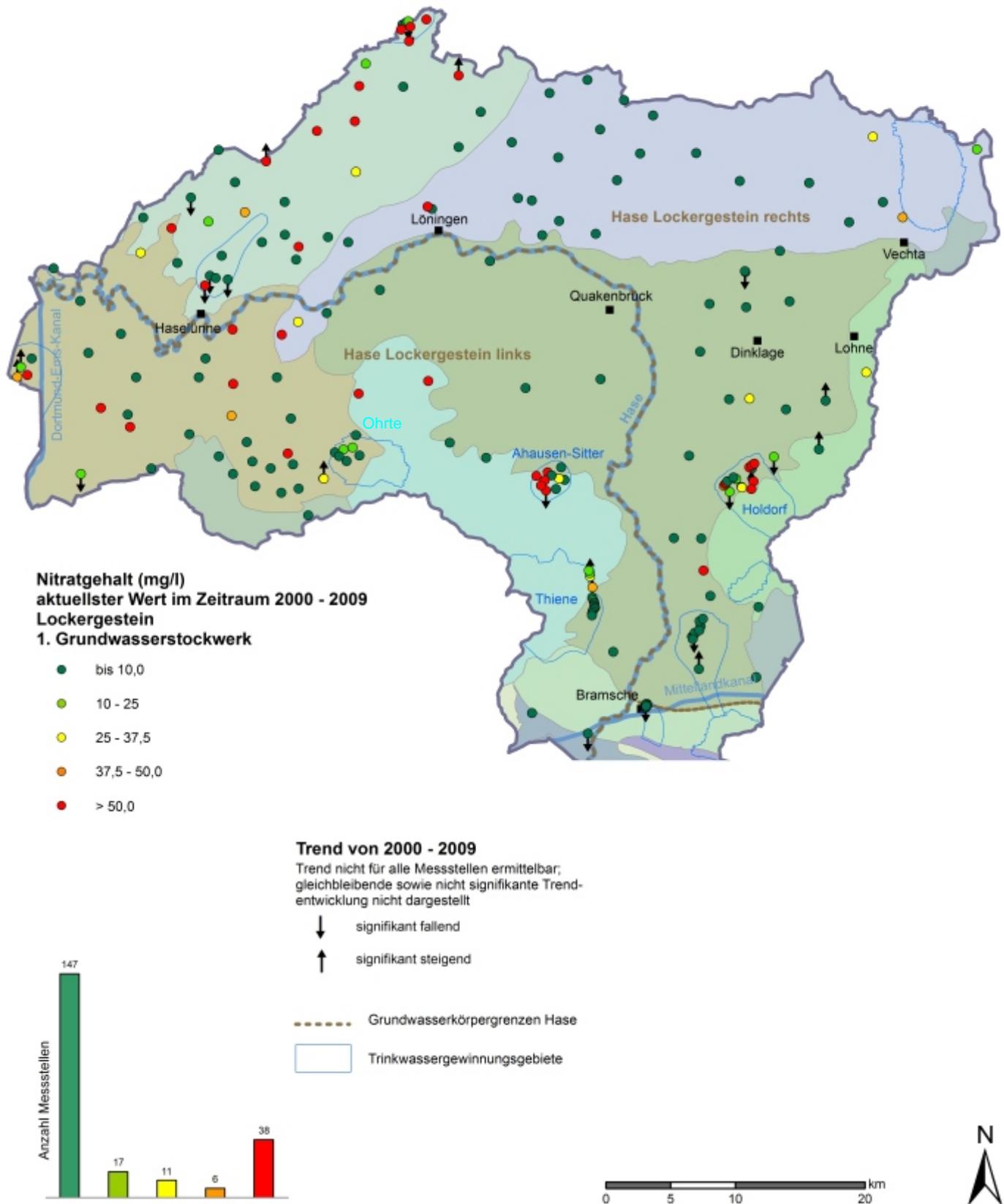
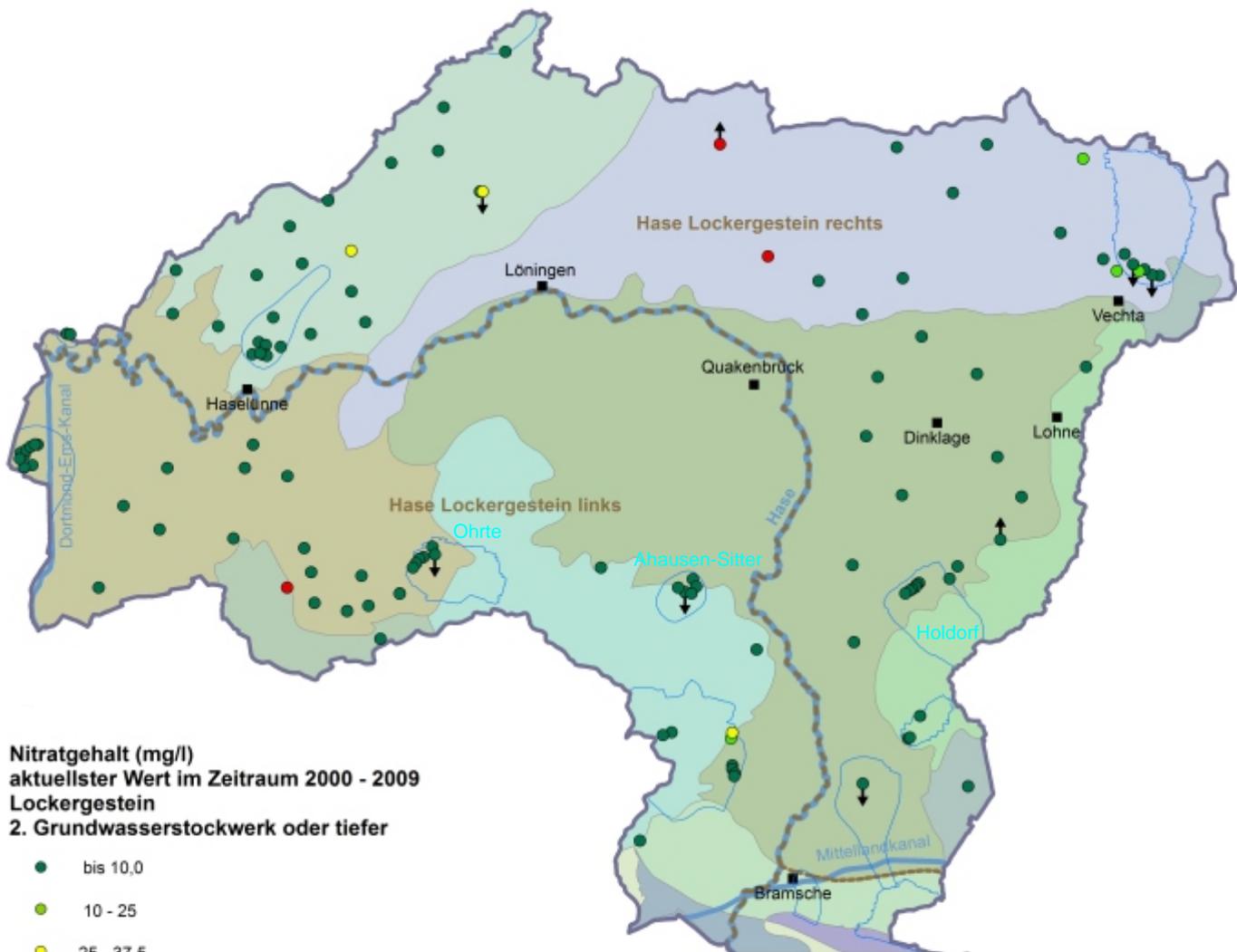


Abb. 70: Aktuellste Nitratgehalte sowie deren Trendentwicklung für das 1. Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.



**Nitratgehalt (mg/l)
aktuellster Wert im Zeitraum 2000 - 2009
Lockergestein
2. Grundwasserstockwerk oder tiefer**

- bis 10,0
- 10 - 25
- 25 - 37,5
- 37,5 - 50,0
- > 50,0

Trend von 2000 - 2009

Trend nicht für alle Messstellen ermittelbar;
gleichbleibende sowie nicht signifikante Trend-
entwicklung nicht dargestellt

- ↓ signifikant fallend
- ↑ signifikant steigend

- Grundwasserkörpergrenzen Hase
- Trinkwassergewinnungsgebiete

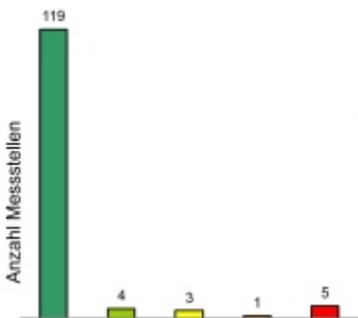


Abb. 71: Aktuellste Nitratgehalte sowie deren Trendentwicklung im Zeitraum 2000-2009 des 2. und tieferen Grundwasserstockwerks für Messstellen die im Lockergestein verfiltert sind. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

Nitratgehalte in Festgesteinsgebieten

Hohe Nitratkonzentrationen mit insgesamt 14 Grenzwertüberschreitungen > 50 mg/l sind im Festgesteinsgebiet des Ibbenbüren-Osnabrücker Berglandes zu verzeichnen (Abb. 72). Ohne Berücksichtigung der Verfilterungstiefen werden durchschnittlich 28 mg/l Nitrat ermittelt.

In nahezu allen Festgesteinsmessstellen werden immer Nitratkonzentrationen über Bestimmungsgrenze nachgewiesen. Bei einzelnen Messstellen beträgt der Nitratgehalt bis zu 85 mg/l. Dies gilt insbesondere in Festgesteinsgebieten mit hohem Ackeranteil.

Auch in einigen Förderbrunnen werden erhöhte Nitratgehalte festgestellt. Besonders bei Förderbrunnen, die im Kalkgestein des Muschelkalks (Trias) verfiltert sind, können Grenzwertüberschreitungen nachgewiesen werden. Besonders im WSG Gattberg-Nettetal zeigen einige der Förderbrunnen deutliche Grenzwertüberschreitungen an, obwohl sie bei langjähriger Betrachtung einen signifikant fallenden Trendverlauf aufweisen. Entsprechend tiefer verfilterte Förderbrunnen, die in Sandsteinschichten des Bundsandsteins (Untere Trias) abgeteuft sind, weisen Nitratkonzentrationen zwischen 10-25 mg/l auf (Abb. 72). Relativ geringe Nitratgehalte bis 10 mg/l zeigen die Messstellen im Bereich des Teilraums Osning und Thieberg (GWK Teutoburger Wald-Hase).

Ursache für die nachgewiesenen hohen Nitratkonzentrationen im Festgesteinsbereich des Ibbenbüren-Osnabrücker Berglandes ist der fehlende natürliche Nitratabbau, aufgrund von nicht vorhandenen oder nur geringmächtig ausgeprägten Deckschichten. Des Weiteren greifen Grundwasserschutzmaßnahmen im Festgestein aufgrund der komplexen geologischen Situation häufig nicht so gezielt, wie es in den Lockergesteinsgebieten der Fall ist.

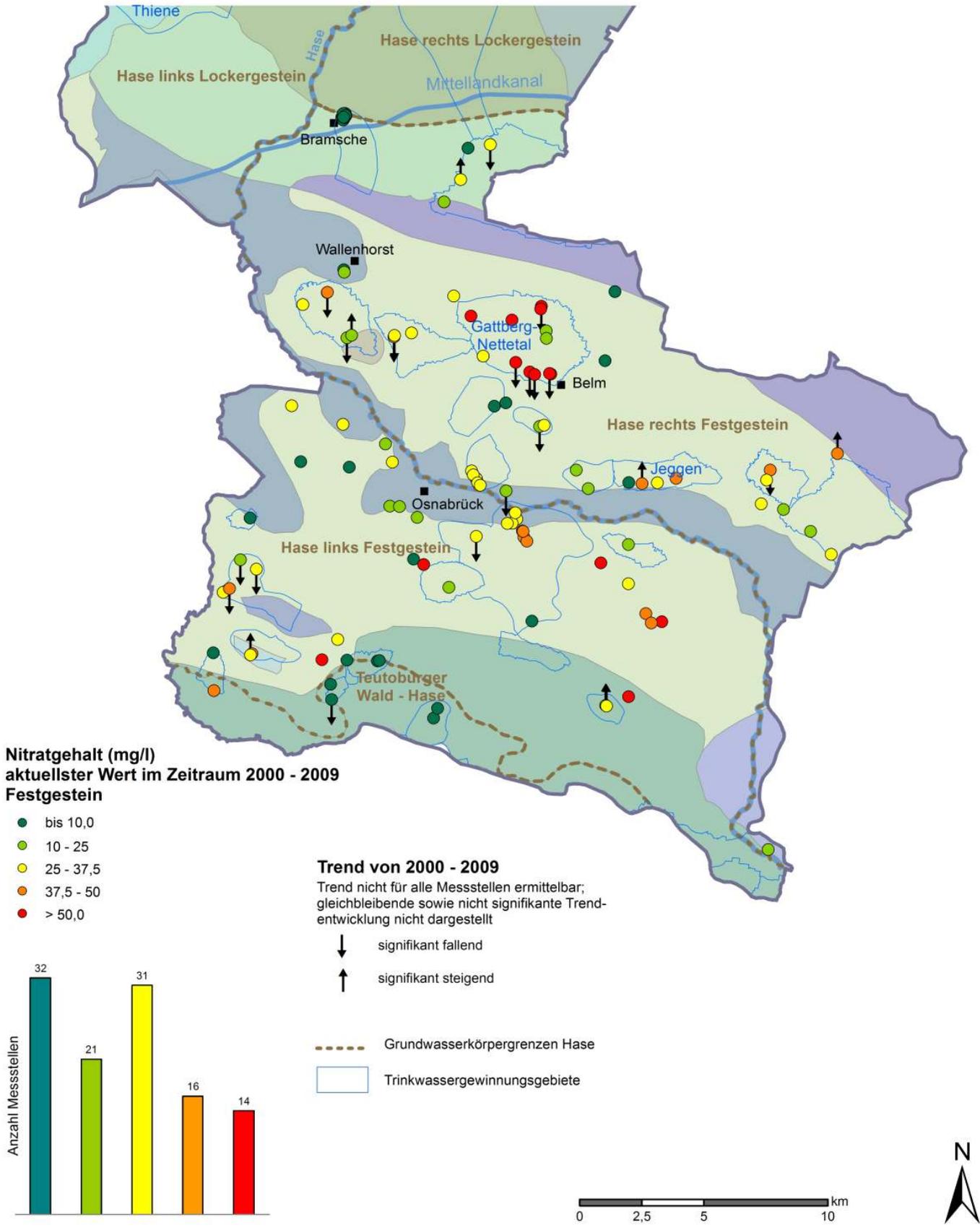


Abb. 72: Aktuellste Nitratgehalte sowie deren Trendentwicklung im Festgesteinsbereich im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.5.2.2 Aussagen zur Trendentwicklung der Nitratbelastung

Anfang der 90er Jahre wurden in einigen TWGG bzw. WSG wie z. B. in Holdorf bedenkliche Nitratanstiege festgestellt. Aufgrund dessen geriet der Grundwasserschutz deutlich stärker in den Fokus des öffentlichen Interesses. Die damals in Holdorf gemessene maximale Nitratkonzentration betrug 315 mg/l.

Aufgrund dieser hohen Nitratfunde wurden ab 1993 verstärkt Grundwasserschutzmaßnahmen in den TWGG angeboten.

In Tabelle 23 ist die Anzahl aller trendbewerteten Landesmessstellen sowie Messstellen und Förderbrunnen der WVU im Zeitraum von 10 Jahren dargestellt. Bei dieser Gesamtbetrachtung wird ersichtlich, dass sich bei einer Mehrzahl der Messstellen ein fallender, bzw. gleichbleibender Trend entwickelt hat. Einen steigenden Trend weisen dagegen 55 Messstellen und Förderbrunnen auf. In 99 Messstellen geht die Nitratbelastung zurück.

Tab. 23: Anzahl aller trendbewerteten Messstellen (Landesmessstellen und Messstellen sowie Förderbrunnen der WVU) im Zeitraum 2000-2009 für den Parameter Nitrat.

Grundwasserkörper	fallend	gleichbleibend	steigend	nicht beurteilbar (*)
Hase Festgestein links	14	1	9	4
Hase Festgestein rechts	31	1	11	8
Hase Lockergestein links	15	43	15	43
Hase Lockergestein rechts	35	86	18	42
Teutoburger Wald - Hase	4	1	2	-
Gesamt	99	132	55	97

(*) nicht beurteilbar, da ein eindeutiger Trend nicht ermittelt werden konnte.

In Tabelle 24 ist die Entwicklung der Nitratkonzentrationen aller trendbewerteten Messstellen und Förderbrunnen der WVU, in Tabelle 25 die Trendbetrachtung aller Landesmessstellen für die letzten zehn Jahre dargestellt.

Es wird ersichtlich, dass bei den Messstellen der Wasserversorger, die sich alle innerhalb von Ein-

zugsgebieten der Förderbrunnen befinden, ein fallender, bzw. gleichbleibender Trend entwickelt hat. Dies wird auf die Zusatzberatung und den Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen mit den Landwirten zurückgeführt. Beides wird seit Jahren innerhalb der WSG angeboten und durchgeführt.

Tab. 24: Anzahl aller trendbewerteten Messstellen von WVU im Zeitraum 2000-2009 für den Parameter Nitrat.

Grundwasserkörper	fallend	gleichbleibend	steigend	nicht beurteilbar (*)
Hase Festgestein links	12	1	9	2
Hase Festgestein rechts	30	-	10	5
Hase Lockergestein links	10	26	10	1
Hase Lockergestein rechts	17	22	4	6
Teutoburger Wald - Hase	4	1	2	-
Gesamt	73	50	35	14

(*) nicht beurteilbar, da ein eindeutiger Trend nicht ermittelt werden konnte.

Außerhalb von TWGG und WSG kann bei 82 Landesmessstellen, in deren Umfeld bisher wenige Maßnahmen (hier nur NAU-Maßnahmen) angeboten wurden, kein eindeutiger Nitrattrend nachgewiesen

werden (Tab. 25). Die Messstellen, die einen steigenden Trend verzeichnen, entsprechen von der Anzahl her in etwa denen, die einen fallenden Trend aufweisen.

Tab. 25: Anzahl der Landesmessstellen mit steigendem bzw. fallendem Trendverlauf für den Parameter Nitrat im Zeitraum 2000-2009. In der Tabelle sind alle Trends unabhängig von der Signifikanz berücksichtigt worden.

Grundwasserkörper	fallend	gleichbleibend	steigend	nicht beurteilbar (*)
Hase Festgestein links	2	-	-	2
Hase Festgestein rechts	1	1	1	3
Hase Lockergestein links	5	17	5	42
Hase Lockergestein rechts	15	63	13	35
Gesamt	23	81	19	82

(*) nicht beurteilbar, da ein eindeutiger Trend nicht ermittelt werden konnte.

Insgesamt gesehen ist die steigende Nitratentwicklung der 35 Messstellen innerhalb der Wasserschutz- bzw. Trinkwassereinzugsgebiete (Tab. 24) und die der 19 Landesmessstellen bedenklich (Tab. 25). Hier müssen in Zusammenarbeit mit den zuständigen Behörden die Ursachen ermittelt werden.

Unter Einbeziehung der Verfilterungstiefen der Messstellen in die Trendbetrachtung, wird deutlich, dass aufgrund von Nitratabbau in ausgebildeten Deckschichten und langwierigen Verlagerungsprozessen in tieferen Schichtabfolgen seltener

steigende Nitratgehalte gemessen werden (Tab. 26). Bis Erfolge bei der Nitratreduzierung infolge von Maßnahmen in tiefer verfilterten Messstellen beobachtet werden können, dauert es daher deutlich länger. In der Regel werden aus diesem Grund Messstellen, die im ersten Stockwerk verfiltert sind, für Trendaussagen herangezogen. Dennoch werden auch die Nitratentwicklungen in tieferen Stockwerken beobachtet, um vertikale Verlagerungen von Nitrat in tiefere Schichten rechtzeitig erkennen und darauf reagieren zu können.

Tab. 26: Anzahl Messstellen in Abhängigkeit vom verfilterten Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009 für den Parameter Nitrat.

Grundwasserstockwerk	fallend	gleichbleibend	steigend	nicht beurteilbar (*)
nicht beurteilt	43	3	20	11
1	41	59	27	49
2	11	57	6	33
tiefer	1	12	1	3
Gesamt	96	131	54	96

(*) nicht beurteilbar, da ein eindeutiger Trend nicht ermittelt werden konnte.

Schlussfolgerung zum Parameter Nitrat:

1. Die Anzahl der Messstellen mit fallendem Nitratgehalt ist deutlich höher als die Anzahl mit steigendem Nitratgehalt.
2. Es gibt deutlich mehr Messstellen der WVU mit fallendem als mit steigendem Trend. Diese Entwicklung ist, mit Ausnahme des Grundwasserkörpers Hase Lockergestein links, in allen Grundwasserkörpern zu verzeichnen. Diese Tendenz beruht vermutlich auf der seit 1993 in TWGG/WSG angebotenen landwirtschaftlichen Wasserschutzberatung und der Freiwilligen Vereinbarungen. Vergleichbare Maßnahmen werden erst seit Mitte des Jahres 2010 in der WRRL-Zielkulisse „Nitratreduktion“ angeboten.
3. Im Grundwasserkörper Hase Lockergestein rechts sind die meisten Messstellen mit sinkendem Nitratrend zu verzeichnen.
4. Der Grundwasserkörper Hase Festgestein links ist problematischer als der Grundwasserkörper Hase Festgestein rechts; er weist zum einen ein höheres Nitratniveau auf und hat zum anderen weniger Messstellen mit sinkendem Trend.
5. Der Grundwasserkörper Teutoburger Wald Hase weist eine geringe Nitratbelastung mit sinkender Tendenz auf. Dieser Zustand ist sicherlich bedingt durch die Nutzung im Bereich der Messstellen, bei denen ausschließlich Wald zu finden ist.

9.5.2.3 Nitratgehalte in Abhängigkeit von der Flächennutzung

Neben der Verfilterungstiefe einer Messstelle hängt der Nitratgehalt von der jeweiligen Landnutzung im Einzugsbereich der Messstelle ab. In Tabelle 27 ist der durchschnittliche Nitratgehalt unter Berücksichtigung der Landnutzung in einem Radius von 100 m um die Messstelle dargestellt.

Aus Tabelle 27 wird ersichtlich, dass die Nitratgehalte in der Reihenfolge Acker > Bebauung > Wald > Grünland fallende Nitratgehalte aufweisen. Überraschend hohe Nitratgehalte werden in den Messstellen unter Wald im Bereich der Festgesteinskörper nachgewiesen.

Tab. 27: Durchschnittlicher Nitratgehalt (mg/l) innerhalb der einzelnen Grundwasserkörper in Abhängigkeit von der Landnutzung im Zeitraum 2000-2009.

Grundwasserkörper	Mischnutzung	Acker	Bebauung	Grünland	Wald
Hase Festgestein links	37	39	32	8	29
Hase Festgestein rechts	28	40	31	29	21
Hase Lockergestein links	14	26	13	7	6
Hase Lockergestein rechts	16	13	33	6	18
Teutoburger Wald - Hase	24	-	4	-	5
Gesamt	24	29	23	12	16

Trendentwicklung von Nitrat in Abhängigkeit von der Flächennutzung

Die Flächennutzung hat einen entscheidenden Einfluss auf die jeweiligen Nitratgehalte. In Abbildung 73 ist der Nitratrend in Abhängigkeit von der Flächennutzung dargestellt. Die Anzahl von Messstellen und Förderbrunnen mit fallendem Nitratrend ist unter Acker und Wald deutlich höher als die mit steigendem Nitratrend. Diese Tendenz

zeigt sich bei den Ackermessstellen in allen Grundwasserkörpern. Bei den Waldmessstellen ist dieser Trend nur in den GWK Hase Festgestein rechts und Hase Lockergestein rechts nachzuweisen. Messstellen mit der Hauptnutzung Bebauung weisen eher eine steigende Tendenz auf.

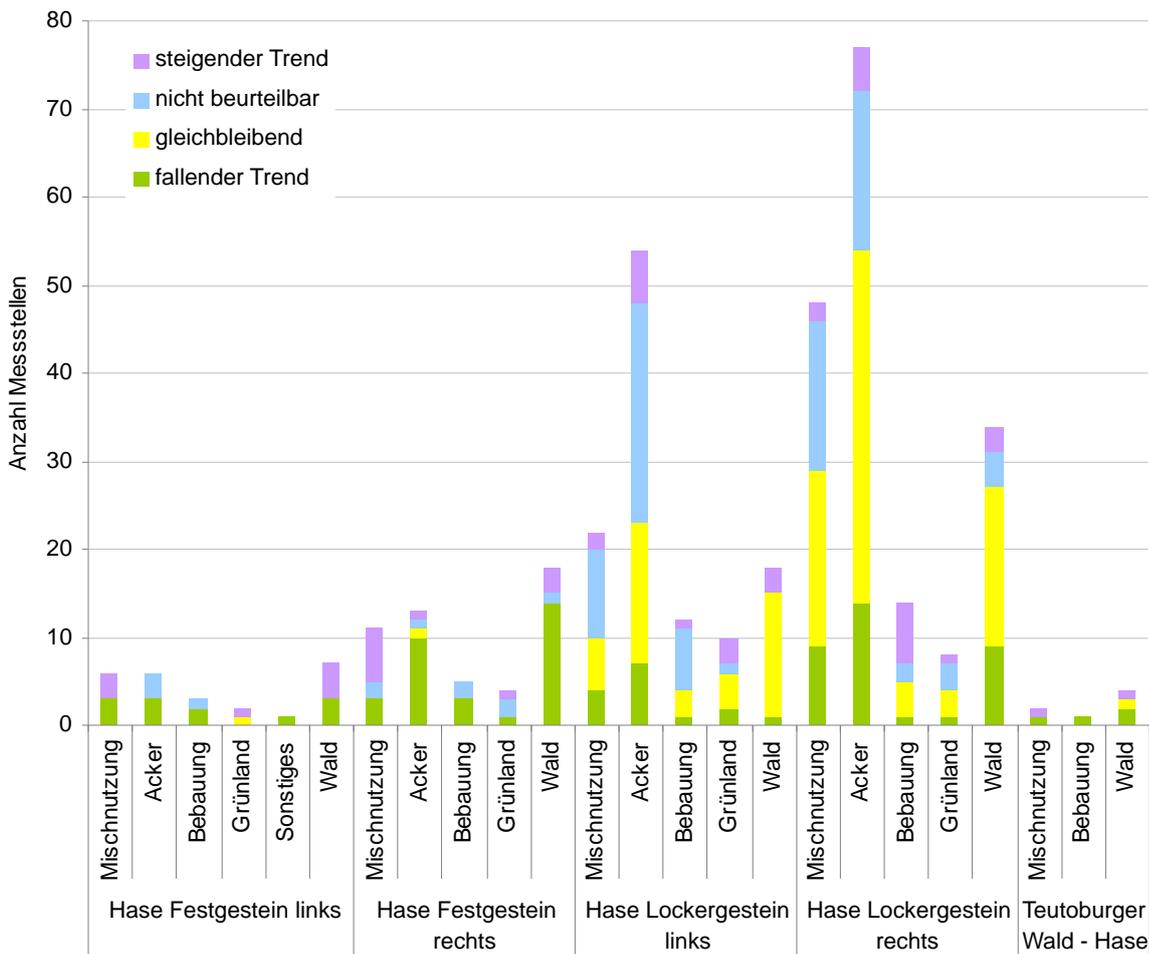


Abb. 73: Anzahl der Messstellen mit steigendem bzw. fallendem Nitratgehalt in Abhängigkeit von der Flächennutzung. Nicht beurteilbar bedeutet, dass ein eindeutiger Trend nicht ermittelt werden konnte.

9.5.2.4 Fazit Nitrat

Die Durchschnittswerte der Nitratgehalte in Messstellen- und Förderbrunnen im Einzugsgebiet der Hase liegen bei 18 mg/l und schwanken zwischen einem Wertebereich unterhalb der Nachweisgrenze und 372 mg/l (Tab. 22). Maximalkonzentrationen können in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und sandigen Böden mit geringem Rückhaltevermögen bzw. kurzen Sickerwasserraten nachgewiesen werden.

In Festgesteinsgebieten werden höhere Nitratgehalte mit einem Durchschnittswert von etwa 28 mg/l festgestellt und einer Spannweite von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze bis 85 mg/l (Tab. 22). Die höheren Nitratdurchschnittsgehalte sind auf fehlende Denitrifikation aufgrund mangelnder oder ungenügender Deckschichten zurückzuführen.

In Messstellen, die im 1. Grundwasserstockwerk verfiltert sind, wurden deutlich höhere Nitratgehalte nachgewiesen als in Grundwassermessstellen des 2. Stockwerks und darunter. Diese Befunde sind in der Regel vermutlich auf erhöhte Nitratreinträge z. B. aus der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung zurückzuführen.

Die vorliegenden Auswertungsergebnisse beziehen sich auf die Nitratgehalte der Messstellen im Zeitraum 2000 bis 2009. Es ist davon auszugehen, dass für einige Gebiete, in denen mächtige Deckschichten anstehen und hohe Flurabstände vorherrschen, die Nitratkonzentrationen aufgrund längerer Fließzeiten des Sickerwassers vermutlich aus früheren Zeiträumen stammen.

Seit 2008 hat sich die Situation in der Landwirtschaft gravierend verändert. Bedingt durch höhere Erlöspreise für landwirtschaftliche Erzeugnisse, höhere Produktionskosten, die zunehmende Biogasproduktion und die Ausweitung der Viehhaltung ist die Landbewirtschaftung im Flusseinzugsgebiet der Hase deutlich intensiviert worden.

Ein Beispiel für die steigenden Produktionskosten sind die stark angestiegenen Pachtpreise. So werden im südlichen Landkreis Cloppenburg derzeit bis zu 1500 Euro Pacht/ha gezahlt. Im Vergleich zu den Spitzenpachtpreisen aus dem Jahr 2000, die sich um 700 Euro/ha bewegten, ist dies ein Anstieg von über 100 %.

Des Weiteren hat der Maisanbau auf Kosten von anderen Nutzungen wie z. B. Getreideanbau zugenommen. Dem gegenüber haben extensive Nutzungen wie Brachen und Grünland, so genannte Verdünnungsflächen, abgenommen.

In Forstgebieten bestehen Probleme aufgrund der hohen Stickstoffauskämmung. Tendenziell sind durch die verschlechterten Rahmenbedingungen zukünftig wieder flächendeckend steigende Nitratgehalte im Grundwasser zu erwarten.

9.5.3 Ammonium

Ammonium (NH_4^+) stellt eine für die Pflanzenernährung wesentliche Stickstoffverbindung dar, die bei der Mineralisation organischer Verbindungen auftritt. Im Zuge der Nitrifikation wird Ammonium über Nitrit zu Nitrat biologisch oxidiert.

Da Ammonium im Boden relativ leicht an Kationenaustauscher gebunden ist, ist die Gefahr der Verlagerung mit dem Sickerwasser gering. Hohe Ammoniumgehalte deuten auf reduzierte Grundwasser (anoxische Bedingungen) hin und können in Niederungsgebieten ursächlich auch in Verbindung mit langsam ablaufenden anaeroben Mineralisation gebracht werden (organische Lagen, Torfe). In Einzelfällen können sie auf eine übermäßige Anwendung organischer Düngemittel hinweisen.

In der EG-Trinkwasserrichtlinie (98/83/EG) über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch ist Ammonium zu den unerwünschten aber nicht giftigen Stoffen gezählt worden. Sowohl in der Trinkwasserverordnung als auch in der Grundwasserverordnung wurde der Grenzwert für NH_4^+ auf 0,5 mg/l festgesetzt (siehe auch Tab. 20).

In den Grundwässern des Flusseinzugsgebietes der Hase wird dieser Grenzwert häufig überschritten. Insgesamt können in 91 GWM Ammoniumkonzentrationen $> 0,5$ mg/l nachgewiesen werden. In den Lockergesteinsbereichen sind mit 84 GWM deutlich mehr Messstellen betroffen als im Festgestein, in dem nur sieben GWM erhöhte Werte aufweisen (Tab. 28 und Abb. 74).

Die natürlichen Hintergrundwerte von Ammonium liegen im Neubildungsgeprägten Grundwasser bei $0,6$ mg NH_4^+ /l.

Tab. 28: Ammoniumgehalt in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Ammonium	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	42	0,08	0,01	0,81	12	1	2,4
Hase-Festgestein rechts	64	0,13	0,01	1,6	22	6	9,4
Hase-Lockergestein links	105	0,68	0,02	19	282	41	39,0
Hase-Lockergestein rechts	189	0,85	0,00*	59	265	43	22,8
Teutoburger Wald- Hase	7	0,09	0,01	0,16	-	-	-
Gesamt	407	0,60	0,00*	59	581	91	22,4
Messstellen, deren aktuellster Ammoniumwert den Grenzwert überschreiten:						74	18,2

(*) < Bestimmungsgrenze

Die Tabelle 28 verdeutlicht, dass Ammonium hauptsächlich in den Grundwasserleitern der Lockergesteinsgebiete nachgewiesen wird. Die Ammoniumgehalte des Grundwassers sind auf die hydrogeologischen, naturräumlichen Gegebenheiten zurückzuführen.

Insbesondere in den Niederungsbereichen des Quakenbrücker Beckens und der westlichen Ems-Vechte Niederung finden sich aufgrund der natürlichen Begebenheit (ehemalige Mooregebiete mit anoxischen Bedingungen) erhöhte Ammoniumgehalte. Hinzu kommt die Gegebenheit, dass diese Gebiete im Vergleich zu den umgebenden Teilräumen überwiegend durch niedrigere Grundwasserneubildungsraten aufgrund von höheren

Abflussraten geprägt sind (siehe auch Abb. 15). Die Messstellen innerhalb des Hase-Einzugsgebiet, die einen Ammoniumgehalt von über 10 mg/l aufweisen, sind ausschließlich in diesen Niederungsbereichen vorzufinden.

In sauerstoffhaltigen Lockergesteinsbereichen (Sande ohne Podsol und Löss) wird unter oxidierenden Bedingungen dagegen nur selten Ammonium nachgewiesen (Abb. 74). Im Festgesteinsbereich und auch in Sandergebieten, die sedimentologisch gröbere Kornfraktionen aufweisen, sind die Konzentrationen im Vergleich niedrig.

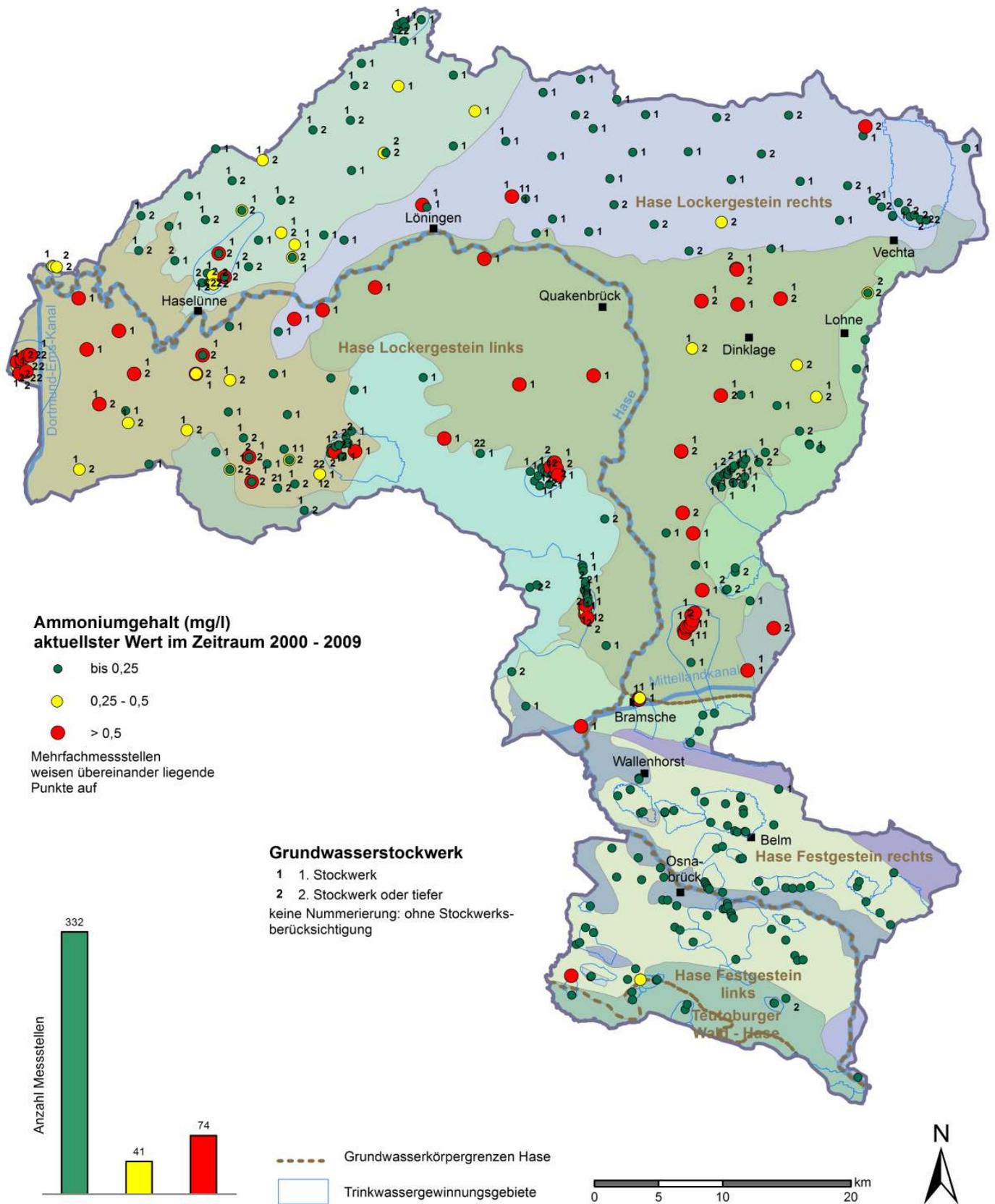


Abb. 74: Aktuellste Ammoniumgehalte im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.5.4 Nitrit

Nitritionen werden im Boden, in Gewässern und in Kläranlagen von Nitritbakterien durch Oxidation aus Ammoniumionen unter Verbrauch von Sauerstoff gebildet. Nitrit ist das Zwischenprodukt, welches bei der vollständigen Oxidation des Stickstoffs zu Nitrat auftritt (Nitrifikation). Nitrite können auch unter anaeroben Bedingungen durch bakterielle Reduktion aus Nitrationen entstehen (Nitrat-reduktase).

Nur bei zwei Messstellen wird der Grenzwert von 0,5 mg/l überschritten (Tab. 29 und Abb. 75). Grund dafür ist der Umstand, dass der Umbau von Nitrit zu Nitrat relativ schnell verläuft und damit Nitrit nur unter sehr ungünstigen sauerstoffarmen Verhältnissen nachgewiesen werden kann.

Tab. 29: Nitritgehalt in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Nitrit	Anzahl	Durchschnitt	Min.	Max.	Grenzwertüberschreitungen		
	GWM	mg/l	mg/l	mg/l	Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	42	0,03	0,002	0,23	-	-	-
Hase-Festgestein rechts	66	0,02	0,001	0,23	-	-	-
Hase-Lockergestein links	139	0,03	0,003	0,82	1	1	0,7
Hase-Lockergestein rechts	196	0,03	0,000*	1,28	8	1	4,1
Teutoburger Wald-Hase	7	0,02	0,004	0,05	-	-	0,0
Gesamt	450	0,03	0,000*	1,28	9	-	2,0
Messstellen, deren aktuellster Nitritwert den Grenzwert überschreiten:						2	0,4

(*) < Bestimmungsgrenze

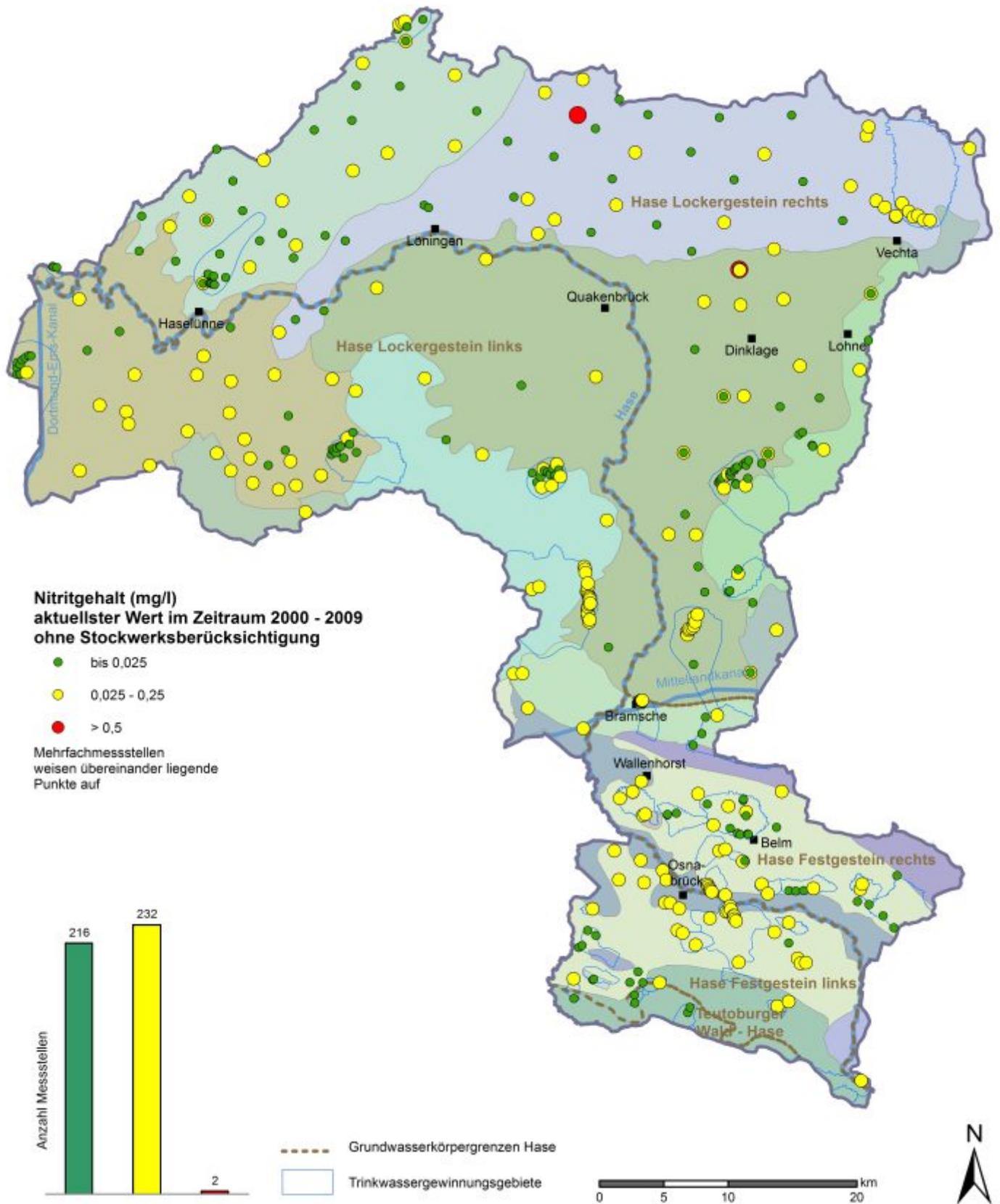


Abb. 75: Aktuellste Nitritgehalte im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.6 Sulfat

Sulfate, die Salze der Schwefelsäure, sind wichtige Gesteinsbestandteile. Die häufigsten sulfathaltigen Mineralien sind Calciumsulfat (Gips, Anhydrit), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Bariumsulfat (Schwerspat) und Natriumsulfat (Glaubersalz). Sulfate sind in der Mehrzahl gut wasserlöslich und werden relativ schnell ausgewaschen. Geogen nicht sulfatbeeinflusste Grundwässer enthalten üblicherweise bis ca. 30 mg/l Sulfat. Wesentlich höhere Gehalte (bis mehrere 100 mg/l) sind jedoch für Wässer aus sulfathaltigen Gesteinen typisch. Erhöhte Sulfatkonzentrationen finden sich auch in huminstoffhaltigen Grundwässern bei Kontakt mit Torfen und Mooren (NLWK 2001). Ein Anstieg der Sulfatgehalte kann auch durch Pyrit in Folge von Denitrifikationsvorgängen hervorgerufen werden.

Die landwirtschaftliche Düngung, insbesondere mit den Mineraldüngern Superphosphat, Ammoniumsulfat und Kaliumsulfat, führt speziell im oberen Grundwasserstockwerk oftmals zu erhöhten Sulfatkonzentrationen. Ein messbarer Sulfateintrag kann auch über den Niederschlag erfolgen. Der saure Regen als anthropogene Auswirkung der Verbrennung fossiler Brennstoffe ist hierfür ein allgemein bekanntes Beispiel.

Höhere Sulfatgehalte von wenigen 100 mg/l machen sich gemeinsam mit Natrium oder Magnesium im Trinkwasser geschmacklich nachteilig

bemerkbar. Die Grundwasserverordnung legt für Sulfat einen Grenzwert von 240 mg/l fest (Tab. 20).

An den betrachteten Grundwassermessstellen wurde im Untersuchungszeitraum der Grenzwert in zwei Fällen überschritten (Tab. 30). Üblicherweise treten geogen bedingte Werte von bis zu 50 mg/l auf. In Gebieten, in denen tendenzielle Anstiege ermittelt werden können (z. B. WSG Vechta-Holzhausen), beruhen die höheren Sulfatgehalte vermutlich auf Denitrifikationsprozessen und decken sich mit den Nitratwerten in diesem Gebiet (siehe auch Abb. 71).

Im Festgesteinsgebiet sind die erhöhten Sulfatgehalte durch die verfilterte Gesteinsformation bedingt. Die Grundwässer aus den Gesteinsformationen des Zechsteins (Permzeitalter; siehe auch Abb. 9) weisen oftmals etwas höhere Hydrogencarbonat-Konzentrationen sowie eine höhere Härte auf. Dagegen zeigen die Wässer aus den Buntsandsteinschichten höhere Sulfatgehalte als die der Zechsteinformation. Ein Anstieg der Sulfatgehalte innerhalb der letzten zehn Jahre ist nach den vorliegenden Auswertungen nicht zu verzeichnen (Abb. 76).

Tab. 30: Sulfatgehalte in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Sulfat	Anzahl	Durchschnitt	Min.	Max.	Grenzwertüberschreitungen		
	GWM	mg/l	mg/l	mg/l	Anzahl Analysenwerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	42	88	23	590	11	2	4,8
Hase-Festgestein rechts	65	70	0,1	250	1	1	1,5
Hase-Lockergestein links	138	46	0,5	340	13	4	2,9
Hase-Lockergestein rechts	190	47	0,0*	400	16	2	1,1
Teutoburger Wald-Hase	7	64	15	190	-	-	-
Gesamt	442	55	0,1	590	41	9	2,0
Messstellen, deren aktuellster Sulfatwert den Grenzwert überschreiten:						2	0,5

(*) < Bestimmungsgrenze

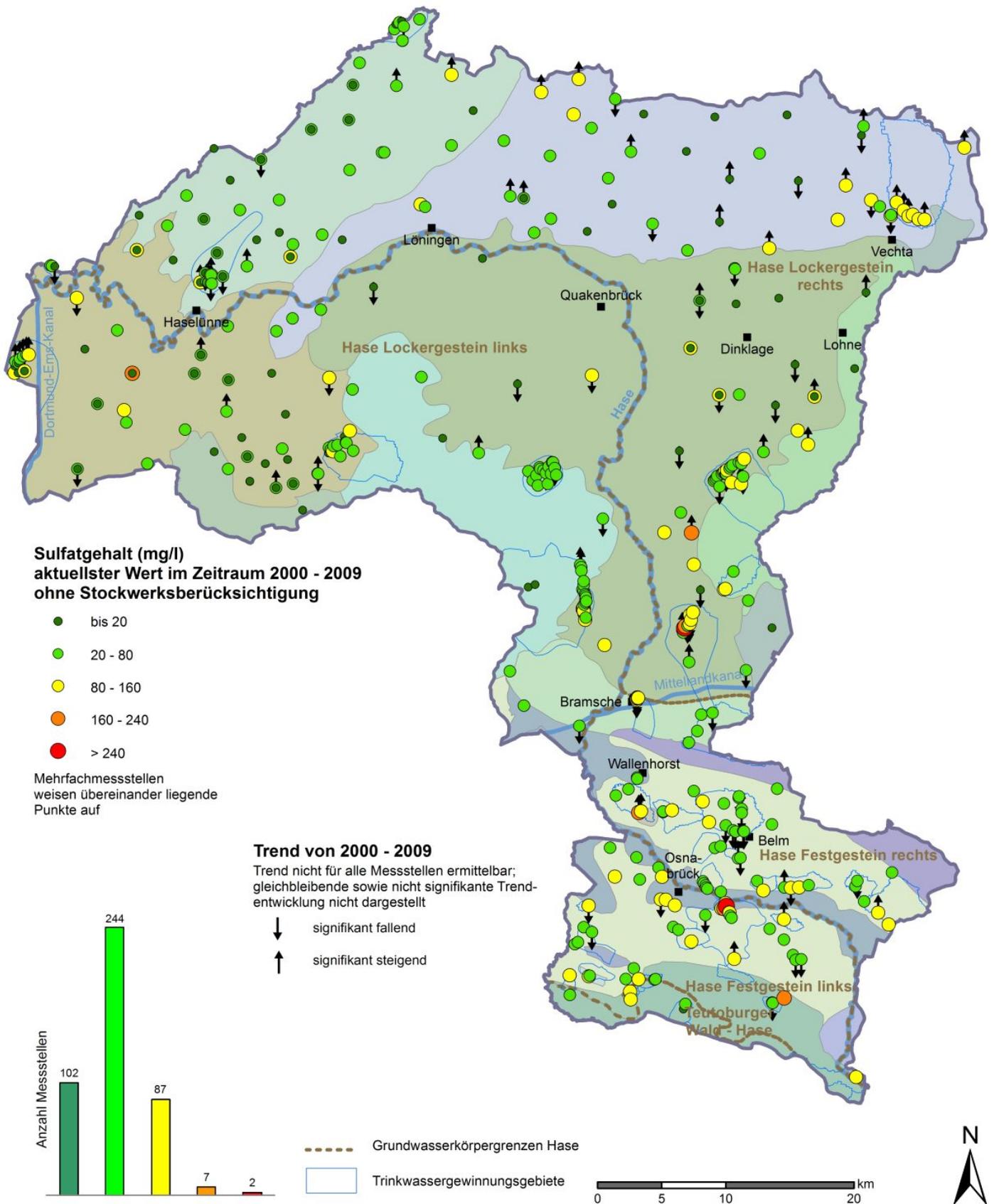


Abb. 76: Aktuellste Sulfatgehalte sowie deren Trendentwicklung im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.7 Chlorid

Als Leitparameter für den Grad der Versalzung wird der Chloridgehalt des Grundwassers herangezogen.

Chloride treten hauptsächlich als Natriumchlorid im Steinsalz, als Kaliumchlorid und als Magnesiumchlorid in den Abraumsalzen der Steinsalzlager auf. Die geogene Verbreitung ist sehr unterschiedlich und reicht von sehr geringen Konzentrationen in magmatischen Gesteinen bis hin zu Salzlagerstätten (aus NLWK 2001).

Die meisten Chloride sind gut wasserlöslich. Grundwasser weist natürlich bedingte Chloridgehalte bis etwa 20 mg/l auf. In der Nähe von Salzlagerstätten können die Chloridgehalte wesentlich höher sein. Chloride werden vom Boden nicht adsorbiert und somit leicht ausgewaschen. Sie gelangen mit dem Grundwasser über die Flüsse ins Meer und reichern sich dort an. Die Durchschnittskonzentration im Meerwasser beträgt 18 g/l.

In der Trinkwasserverordnung ist für Chlorid ein Grenzwert von 250 mg/l festgesetzt (Tab. 20). Im Verteilungsnetz der öffentlichen Wasserversorgung und in der Hausinstallation kann Chlorid je nach Rohrwerkstoff ab Konzentrationen von ca. 100 mg/l korrosiv wirken (NLWK 2001).

Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser, die nicht geogen bedingt sind, sind geeignete Indikatoren für punktuelle Abwassereinleitungen, Belastungen aus Deponien, Streusalzeinflüsse und Einsatz von Düngemitteln, bei denen Chlorid in der Regel ein unerwünschter Nebenbestandteil ist. Ab cirka 200 mg/l verleihen die Ionen dem Wasser bereits einen salzigen Geschmack (NLWK 2001).

Die Ergebnisse im Hase-Einzugsgebiet zeigen keine flächenhafte Grundwasserversalzung. In fünf GWM ist eine Schwellenwertüberschreitung nachzuweisen (Tab. 31). Diese erhöhten Gehalte

sind oftmals auf einen natürlichen Ursprung zurückzuführen.

Im ersten Grundwasserstockwerk ist nur eine Grenzwertüberschreitung an der GWM Vechta I im nördlichen Stadtbereich von Vechta zu verzeichnen (Abb. 77). Aufgrund der lokal im Untergrund befindlichen Salzintrusion ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um Ablaugungsvorgänge an den im Untergrund vorhandenen Salzstrukturen handelt.

Bei Betrachtung des zweiten sowie der tieferen Grundwasserstockwerke sind insgesamt drei Grenzwertüberschreitung nachzuweisen (Abb. 78). Die erhöhten Chloridgehalte nördlich von Dinklage (Dreifachmessstelle Carum) sind vermutlich durch aufsteigende salzhaltige Tiefenwässer zu erklären und nicht ungewöhnlich. Lokal kann es ebenfalls in der Umgebung von Quakenbrück zur derartigen Versalzungsereignissen des unteren Grundwasserleiters kommen (Abb. 78). Insgesamt sind Zusammenhänge höherer Chloridkonzentrationen in den Messstellen und den im Untergrund befindlichen Versalzungsstrukturen zwar naheliegend, können aber im Rahmen der vorliegenden Auswertungen nicht eindeutig zugeordnet werden.

Erhöhte Chloridgehalte wurden auch im TWGG Geeste-Varloh westlich des Dortmund-Ems-Kanals gemessen (Abb. 78, →). Aufgrund der generellen Fließrichtung des Grundwassers nach NW kommt hierbei als mögliche Ursache das in den Grundwasserleiter einspeisende Wasser aus dem in Stauhaltung betriebenen Kanal in Frage.

Im südlichen Festgesteinsbereich ist eine Grenzwertüberschreitung zu verzeichnen (Abb. 79). Eine mögliche Erklärung ist, dass die Formationen des Zechsteins in diesem Bereich, die kleinräumig lokale Versalzungszone bilden können, hierfür verantwortlich sind.

Tab. 31: Chloridgehalte im Untersuchungsgebiet im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Chlorid	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	42	65	12	820	52	3	7,1
Hase-Festgestein rechts	65	37	5	236	-	-	-
Hase-Lockergestein links	138	29	3	276	2	1	0,7
Hase-Lockergestein rechts	190	69	5	5160	28	3	1,6
Teutoburger Wald- Hase	7	26	15	45	-	-	-
Gesamt	442	51	3	5160	82	7	1,6
Messstellen, deren aktuellster Chloridwert den Grenzwert überschreitet:						5	1,1

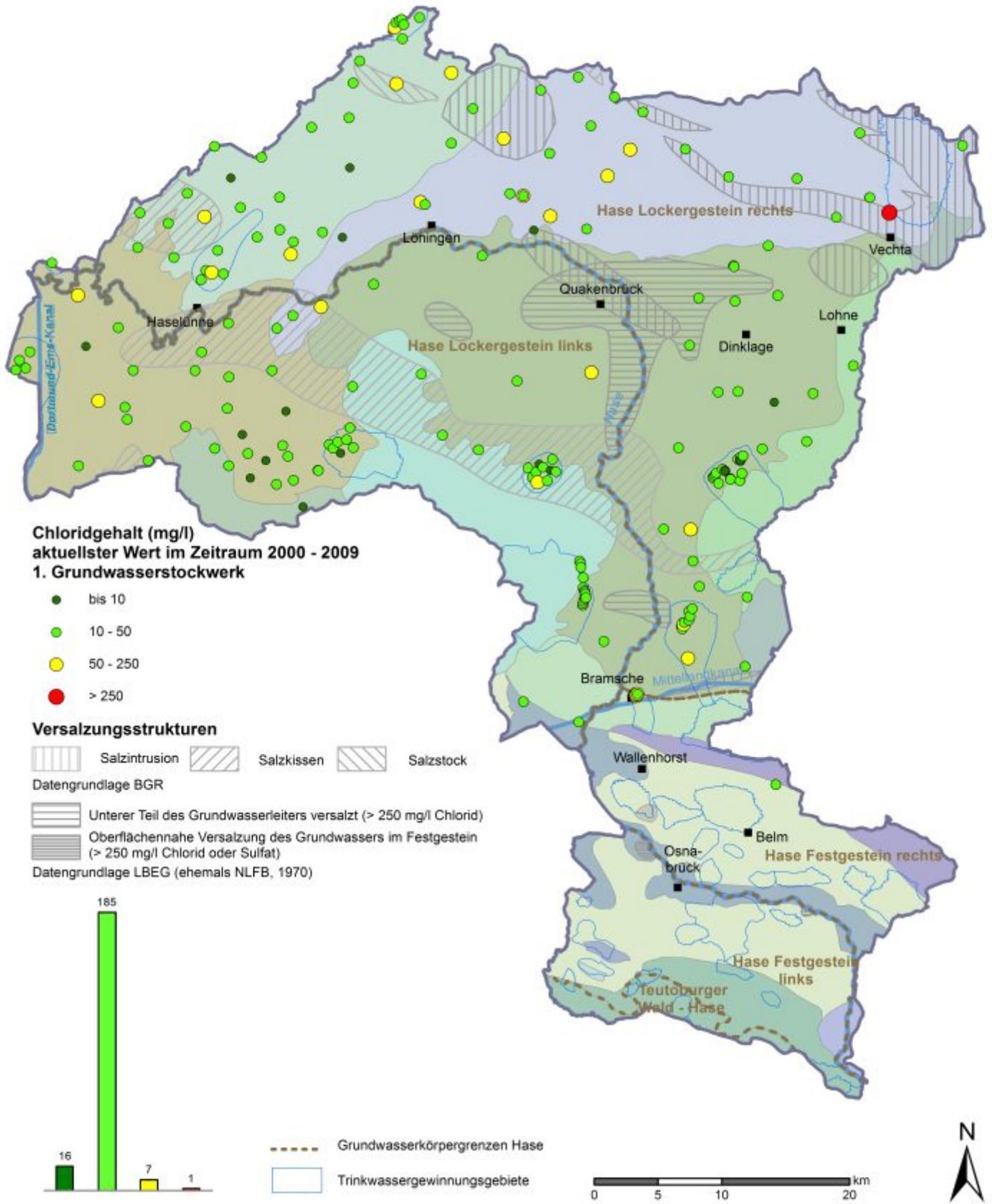


Abb. 77: Aktuellste Chloridgehalte im 1. Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

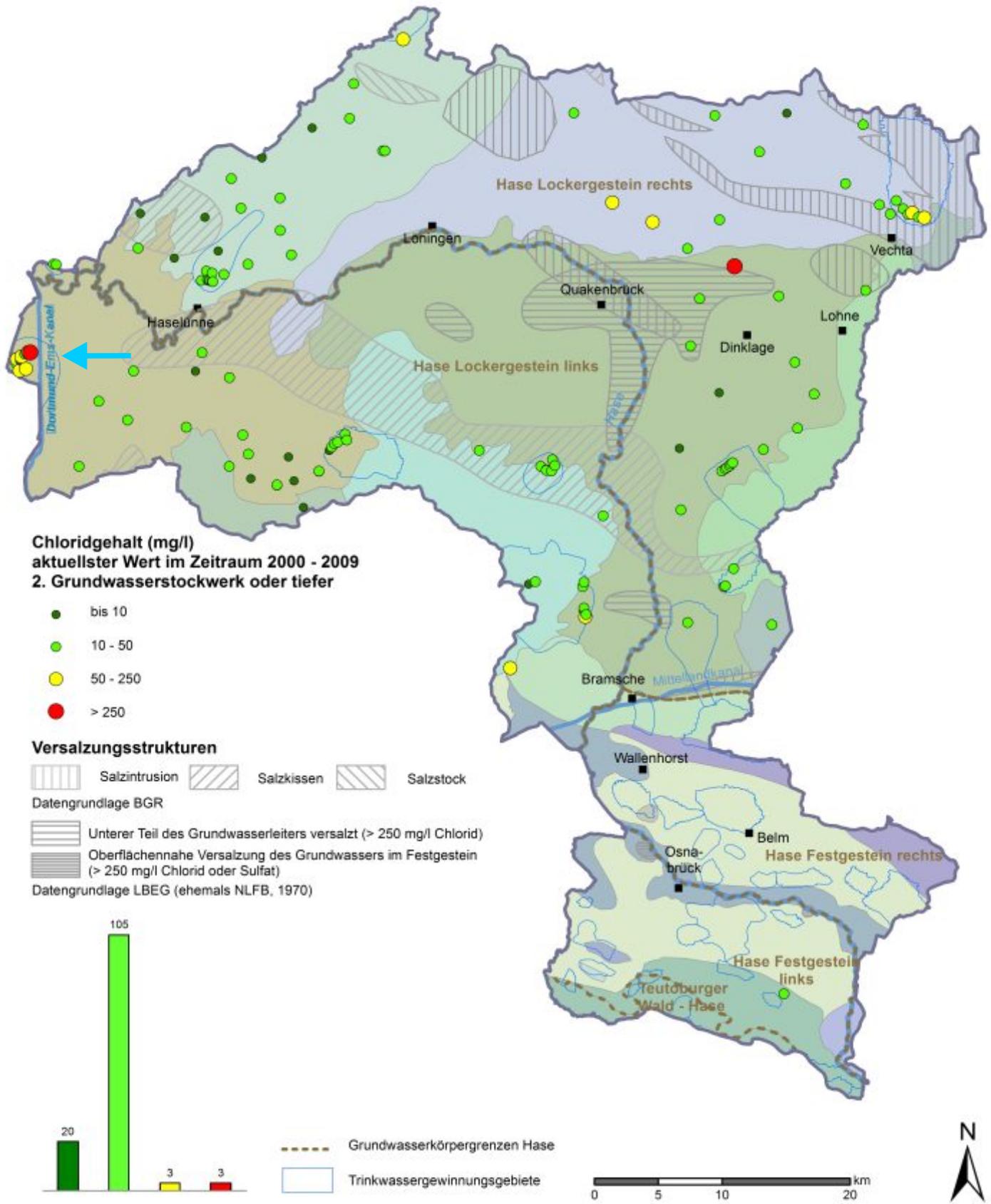


Abb. 78: Aktuellste Chloridgehalte im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Blauer Pfeil siehe Text. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

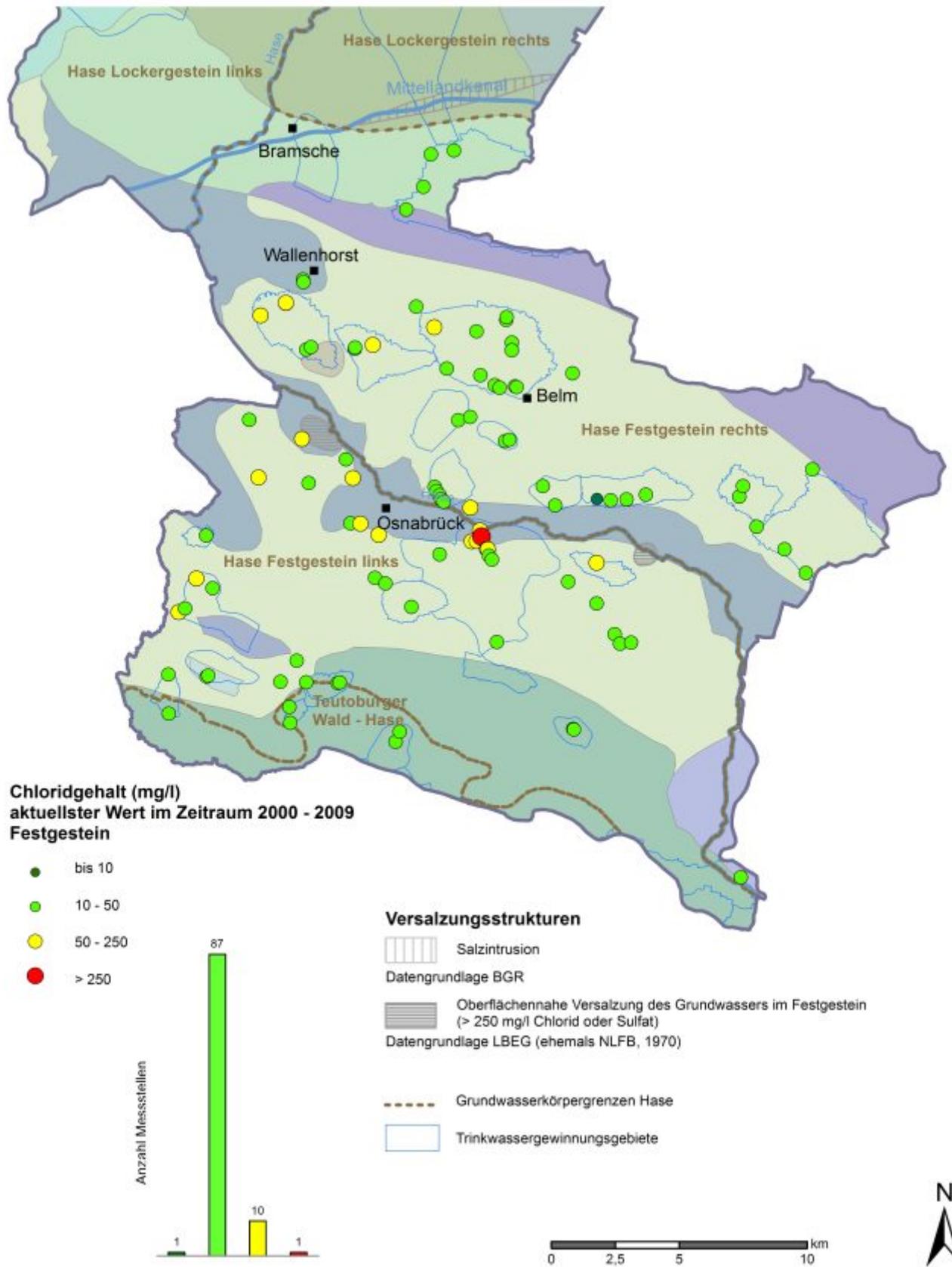


Abb. 79: Aktuellste Chloridgehalte im Festgesteinsbereich im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.8 Kalium

Kalium gehört zu den Alkalimetallen und ist sehr reaktionsfähig. Geogene Quellen für Kalium sind die Gesteinsbestandteile Kalifeldspat, Glimmer und andere Kalisilikate sowie Kalisalzlager. Im Gegensatz zu Natrium wird das Kaliumion an Tonminerale des Bodens gebunden oder in Mineralneubildungen eingebaut. Aus geochemischer Sicht ist Kalium daher nicht sehr mobil. Fehlt diese Art von Bindung, wie in sandigen Sedimenten, kann das Kalium leicht ins Grundwasser gelangen. Von den Kaliumverbindungen sind besonders Kaliumchlorid und -sulfat als Düngemittel von großer Bedeutung und weit verbreitet (verändert aus NLWK 2001).

Natürliche Konzentrationen erreichen nach Schleyer & Kerndorff (1992) i. d. R. nur wenige mg/l, die Hintergrundwerte liegen bei etwa 3 bis 4 mg/l (LUA 1996). Der tägliche Kaliumbedarf des Menschen liegt bei 2 bis 3 g. Der Grenzwert gemäß Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001) lag bei 12 mg/l, wobei geogen bedingte Überschreitungen bis 50 mg/l toleriert wurden (Tab. 20). In der neuesten Fassung der TrinkwV gibt es keinen Grenzwert für Kalium. Kalium wird bei der Verwitterung von silikatischen Gesteinen und durch die

Mineralisation von abgestorbenem pflanzlichen Material freigesetzt. Ist der Kaliumgehalt des Grundwassers höher als der Natriumgehalt, so weist dies auf besondere geochemische Verhältnisse oder auf fäkale Verunreinigungen hin (NLWK 2001).

Den alten Grenzwert der TrinkwV (2001) überschreiten insgesamt 68 GWM (15,8 %, Tab. 32). Unterschiede zwischen den Festgesteins- und Lockergesteinsgebieten sind nicht festzustellen. Das Verteilungsbild innerhalb des Untersuchungsgebietes ist stockwerkweise in den Abbildungen 80 und 81 sowie im Festgesteinsbereich in Abbildung 82 dargestellt. Hohe Kaliumgehalte deuten auf anthropogene Einflüsse hin, da dieser Parameter geogen nur selten in höheren Konzentrationen in Erscheinung tritt.

Tab. 32: Kaliumgehalte in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Kalium	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	32	4,4	0,7	73	5	3	9,4
Hase-Festgestein rechts	64	3,6	0,1	25	42	9	14,1
Hase-Lockergestein links	138	5,4	0,1	83	97	27	19,6
Hase-Lockergestein rechts	190	5,2	0,1	106	143	29	15,3
Teutoburger Wald- Hase	7	1,6	0,6	4,0	-	-	-
Gesamt	431	4,9	0,1	106	287	68	15,8
Messstellen, deren aktuellster Kaliumwert den Grenzwert überschreiten:						36	8,4

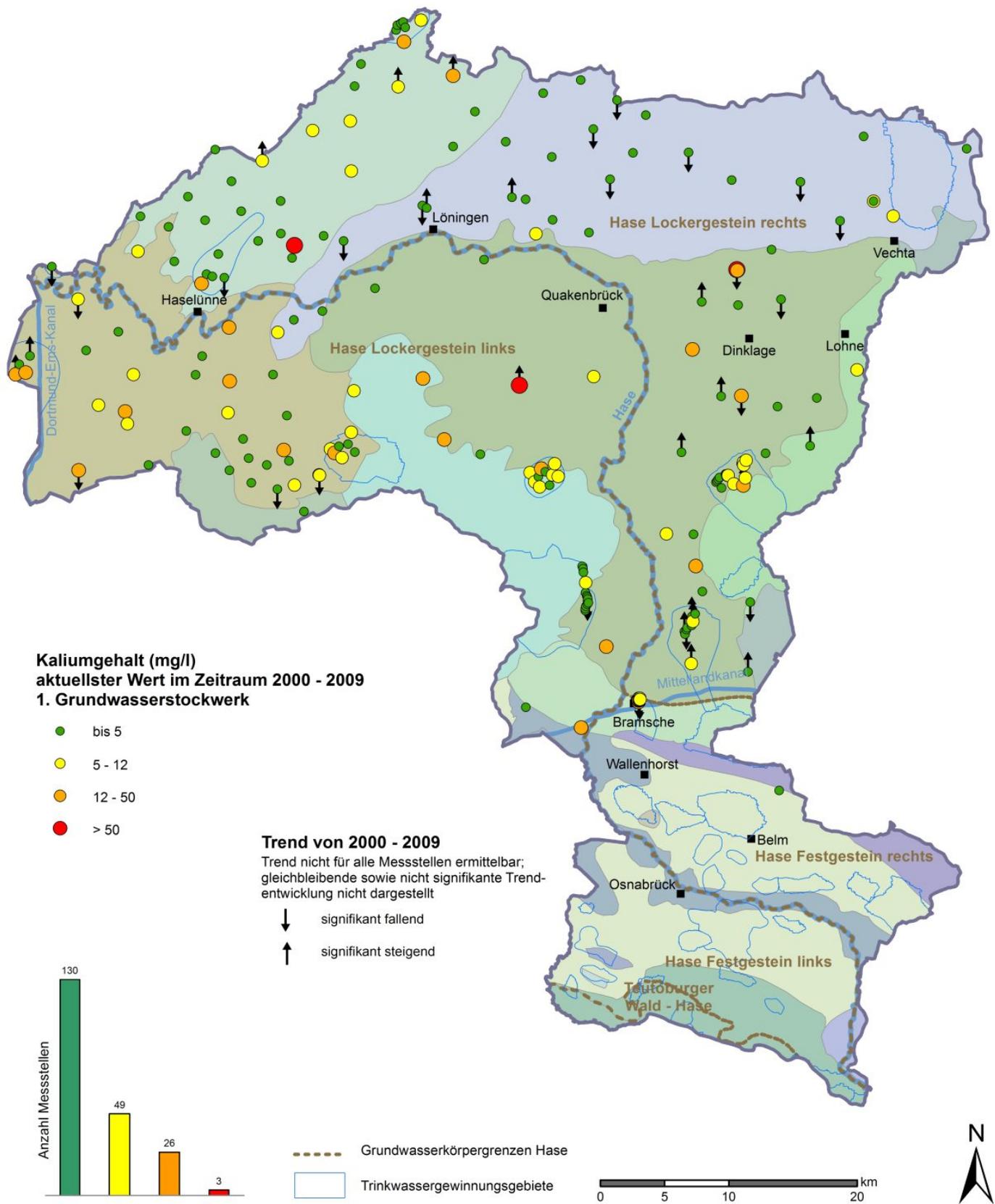


Abb. 80: Aktuellste Kaliumgehalte im 1. Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

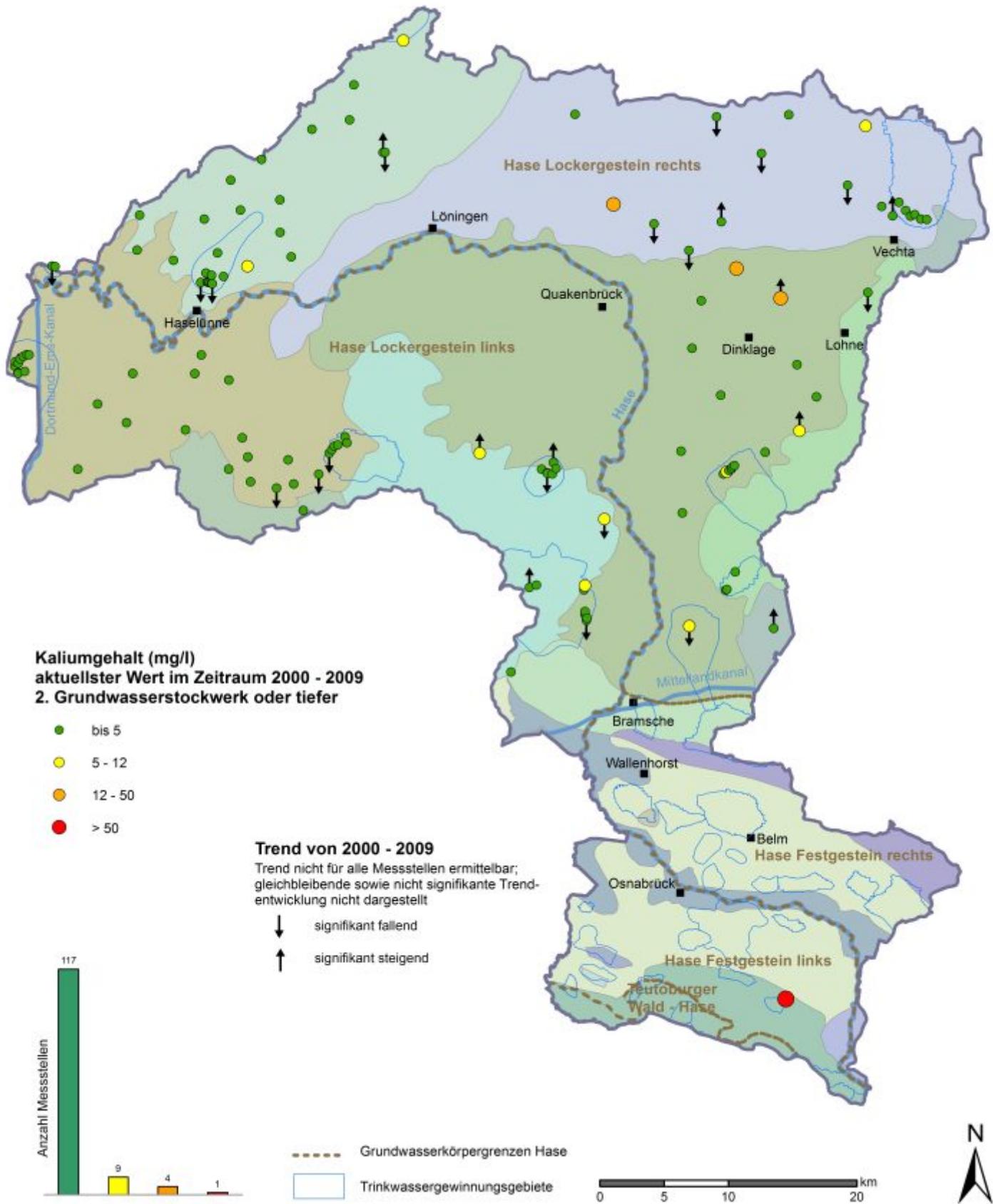


Abb. 81: Aktuellste Kaliumgehalte im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

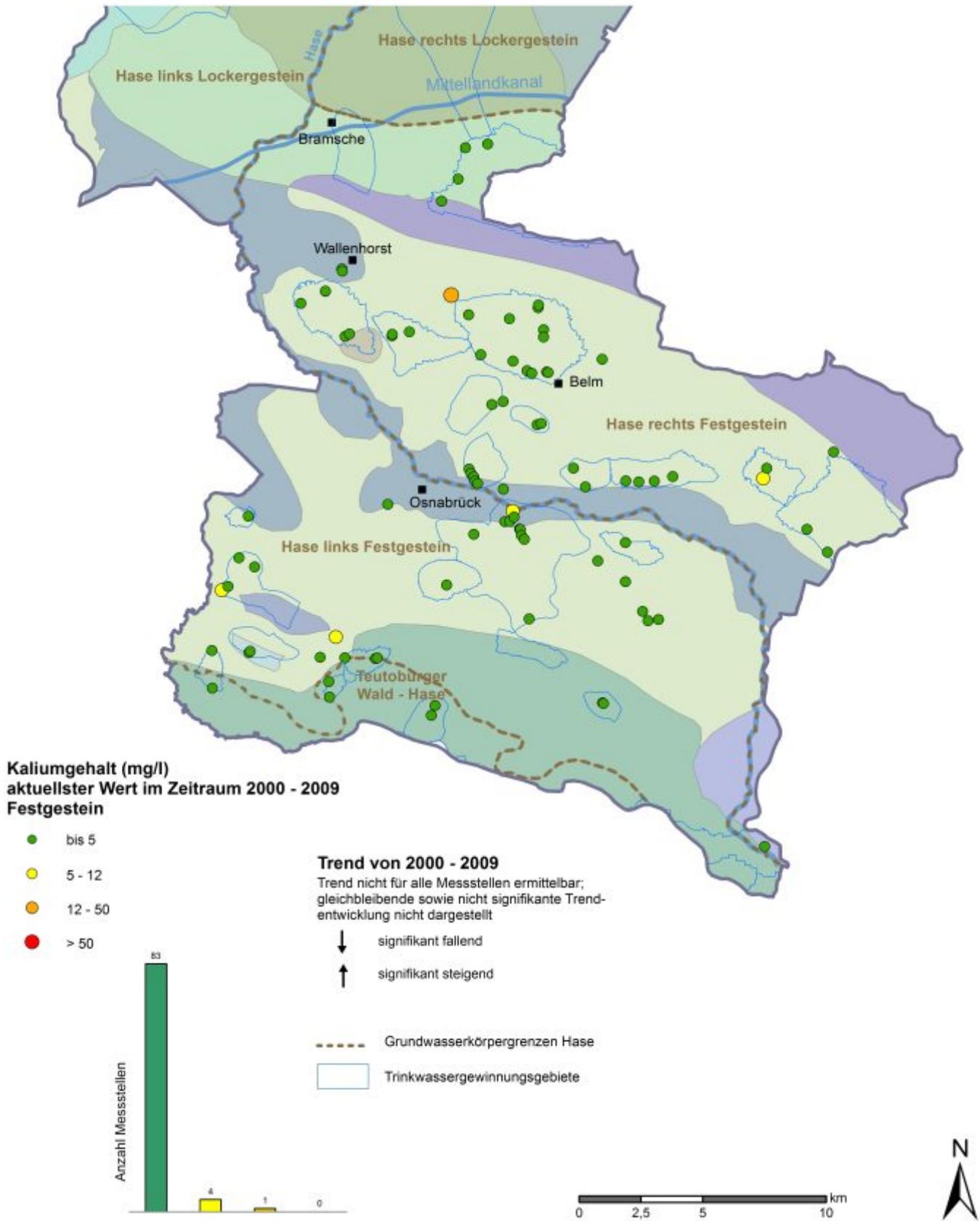


Abb. 82: Aktuellste Kaliumgehalte im Festgesteinsbereich im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

Die Abbildung 83 zeigt, dass die Anzahl von Messstellen mit fallenden Trends in allen fünf Grundwasserkörpern die Anzahl der Messstellen mit steigenden Trends übersteigt. Alle Trends sind

unabhängig von der Signifikanz berücksichtigt worden.

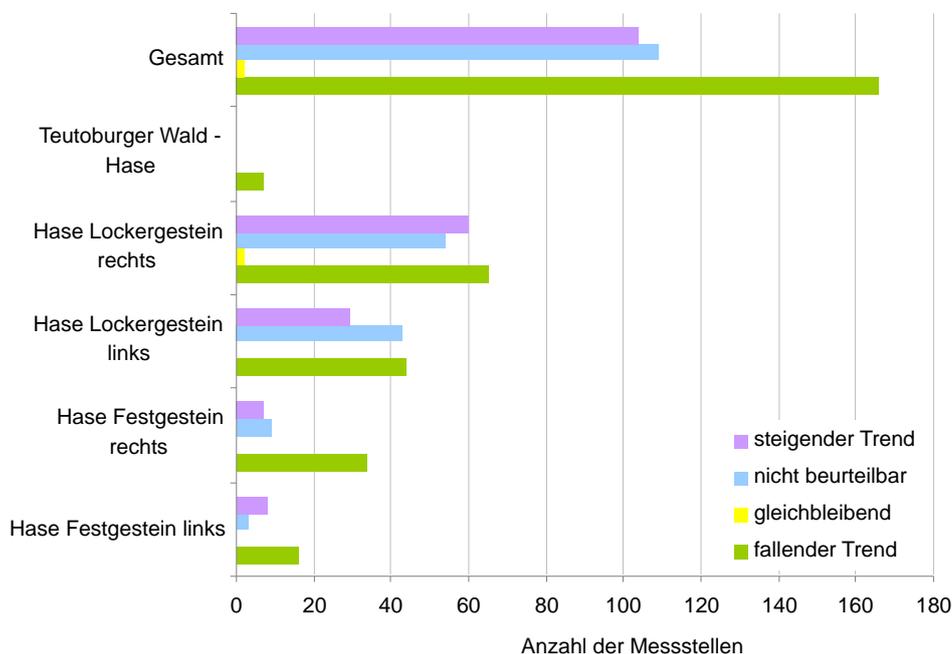


Abb. 83: Messstellen mit sinkenden/steigenden Kaliumgehalten in den fünf Grundwasserkörpern des Einzugsgebietes (Zeitraum 2000-2009).

9.9 Eisen

Eisen kommt in der Natur in vielen Verbindungen vor. Für die Betrachtung der Eisengehalte im Wasser ist von Bedeutung, dass fast alle Böden mehr oder weniger eisenhaltig sind. In sauerstoffhaltigem Milieu liegt Eisen in weitgehend unlöslichen dreiwertigen Verbindungen vor, so dass Grundwässer mit hohem Sauerstoffgehalt i. d. R. nur geringe Eisengehalte aufweisen. Unter reduzierenden Bedingungen (Sauerstoffmangel) und durch biologische Vorgänge entstehen zweiwertige Eisenverbindungen von wesentlich höherer Löslichkeit und Mobilität. Erhöhte Eisenwerte sind daher regelmäßig nur in reduzierten Grundwässern, meist Tiefenwässern, zu beobachten. Eisengehalte von mehreren mg/l sind möglich. Auch in organisch belasteten oberflächennahen Grundwässern (Huminwässer), in denen Eisen komplex gebunden vorkommt, sind erhöhte Eisengehalte nicht selten. Bei pH-Werten unter 5 ist auch die Löslichkeit dreiwertiger Eisenverbindungen erhöht (NLWK 2001). Ein Anstieg der Eisengehalte kann wie bei Sulfat, durch Denitrifikationsvorgänge hervorgerufen werden.

Eisen kommt häufig gemeinsam mit Mangan im Wasser vor. Im sauerstoffarmen oder -freien Wasser gelöste farblose Eisenverbindungen werden durch Luftsauerstoff leicht wieder zum schwer löslichen Eisen-III-Hydroxid oxidiert, was zu einer rötlich braunen Färbung des Wassers führen kann. Eisengehalte ab ca. 0,1 mg/l machen sich durch einen charakteristischen metallischen Geschmack bemerkbar (NLWK 2001).

Die Trinkwasserverordnung nennt für Eisen einen Grenzwert von 0,2 mg/l (Tab. 20). Um technische Probleme bei der Versorgung in Form von Trübungen, Ablagerungen und Rostflecken beim Waschvorgang zu vermeiden, sollte jedoch bereits ab einem Eisengehalt von etwa 0,05 mg/l eine Aufbereitung (Oxidation und Filtration) zur Beseitigung des Eisens vorgesehen werden (NLWK 2001).

Im gesamten Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert in über 70 % der Messstellen überschritten (Tab. 33). Im Lockergesteinsbereich weisen sogar 90 % der Messstellen eine Grenzwertüberschreitung auf (Abb. 84 und Abb. 85). Besonders in den Niederungsbereichen des Quakenbrücker Beckens

sowie in der Ems-Vechte-Niederung muss daher oftmals das Eisen aus dem Grundwasser gefiltert werden. Das ist durch Aufoxidierung technisch relativ einfach möglich und wird in sehr vielen Wasserwerken angewandt.

Tab. 33: Eisengehalte in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Eisen	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	42	0,31	0,005	13,1	36	14	33,3
Hase-Festgestein rechts	65	0,54	0,001	6,1	106	23	35,4
Hase-Lockergestein links	130	7,4	0,010	62,8	753	119	91,5
Hase-Lockergestein rechts	162	6,1	0,000*	53,0	1434	139	85,8
Teutoburger Wald- Hase	7	2,7	0,010	21,0	30	5	71,4
Gesamt	406	4,9	0,000*	62,8	2359	300	73,9
Messstellen, deren aktuellster Eisenwert den Grenzwert überschreitet:						270	66,5

(*) < Bestimmungsgrenze

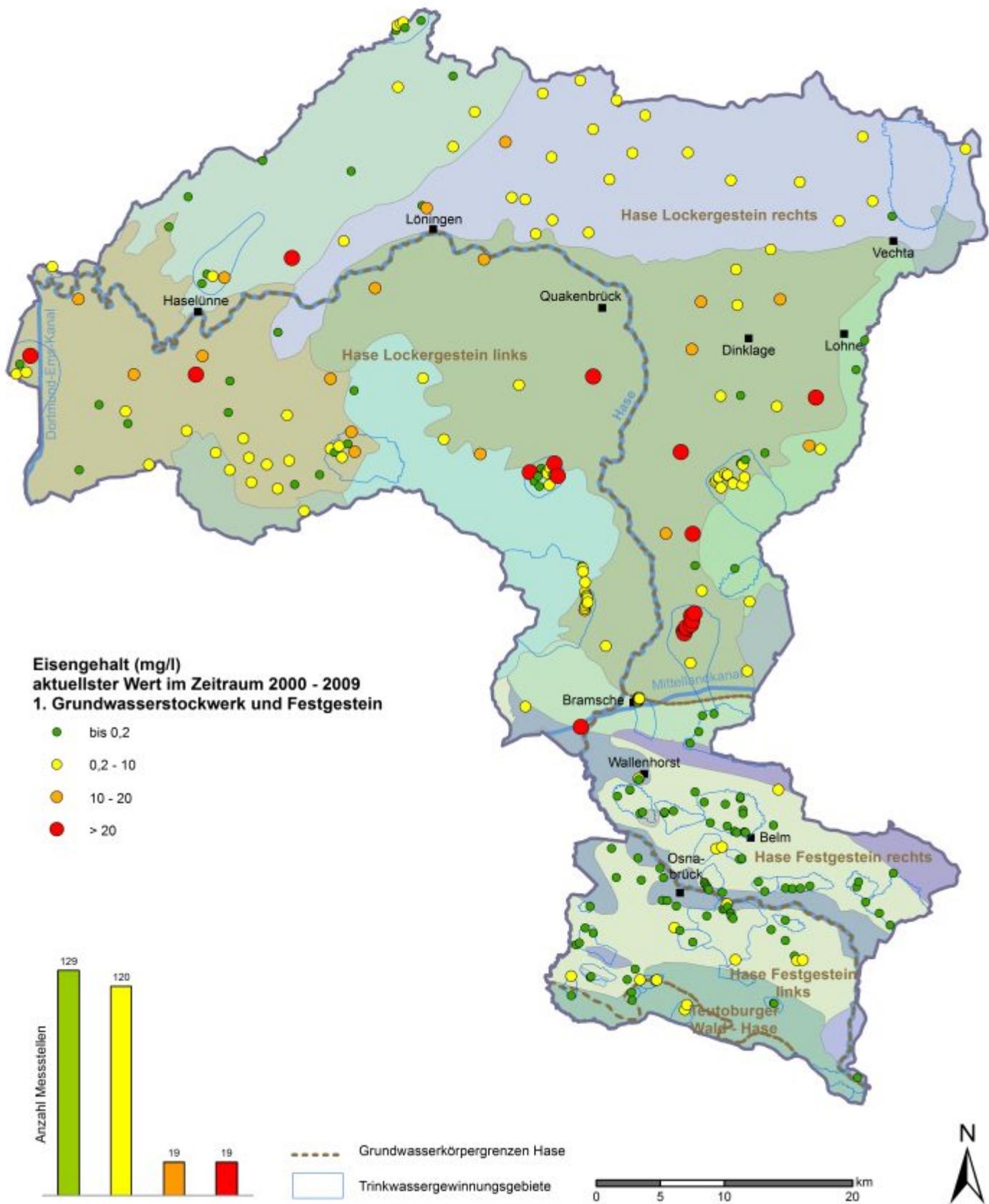


Abb. 84: Aktuellste Eisengehalte im 1. Grundwasserstockwerk sowie in den Festgesteinsbereichen im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

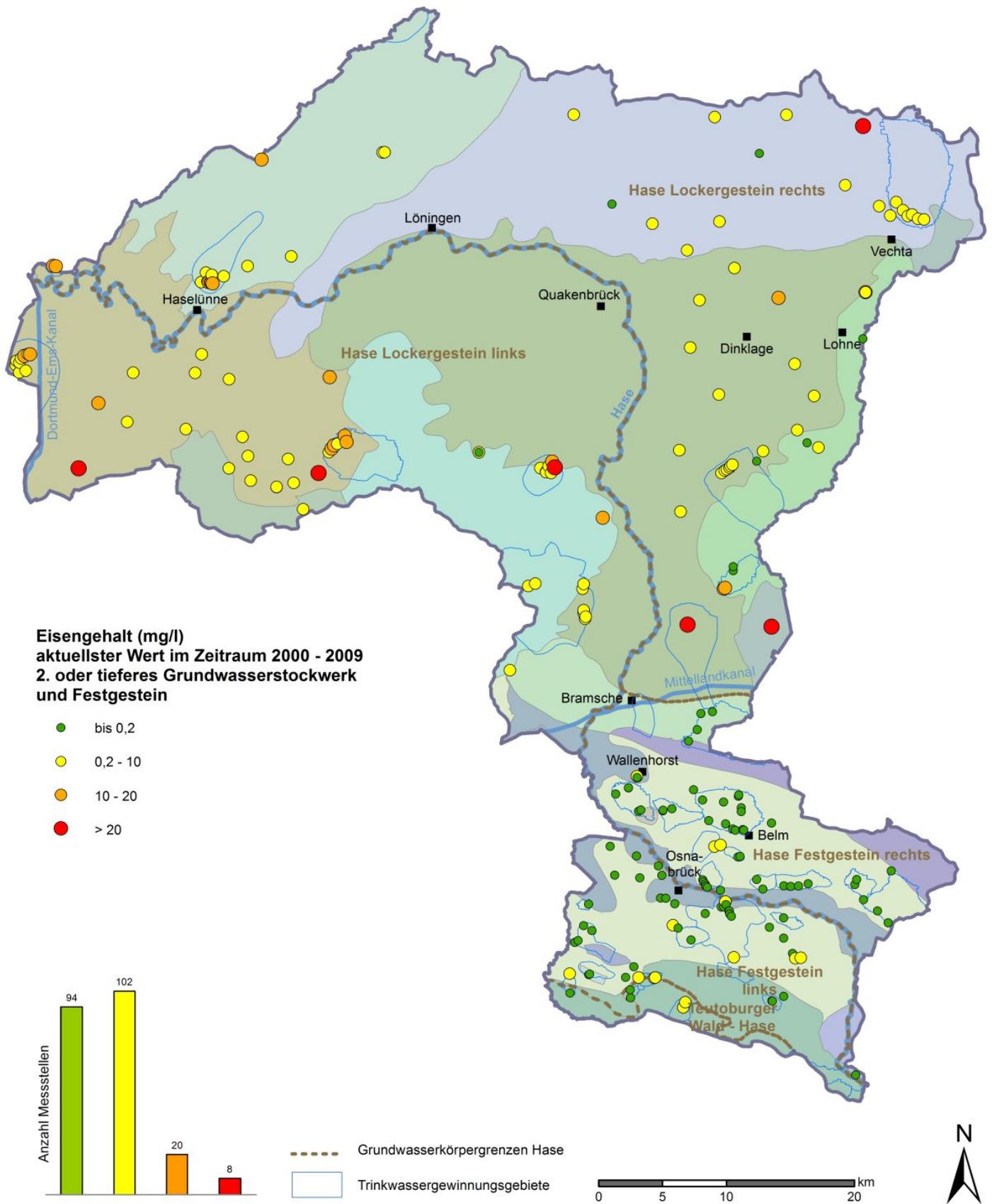


Abb. 85: Aktuellste Eisengehalte im 2. Grundwasserstockwerk und tieferen Grundwasserstockwerk sowie in den Festgesteinsbereichen im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.10 Aluminium

Aluminium ist in Form seiner Verbindungen eines der am häufigsten in der Erdkruste vorkommenden Elemente. Als Begleiter und Stellvertreter des Siliziums in Silikatmineralen (Feldspat, Glimmer als Schichtsilikat, Hornblende) und deren Verwitterungsprodukten (Tonminerale) ist es praktisch allgegenwärtig anzutreffen. Alumosilikate sind auch Bestandteil von Gesteinen wie Gneis und Granit. Anthropogene Quellen spielen trotz der umfangreichen technischen Nutzung des Aluminiums im Vergleich zu dem immensen natürlichen Vorkommen kaum eine Rolle. Aus diesem Grund ist bei dem in Boden und Grundwasser vorgefundenen Aluminium in der Regel von geogener Herkunft auszugehen (verändert aus NLÖ 1999).

Die meisten Aluminiumverbindungen sind in Wasser schwer löslich. Aus diesem Grund gilt Aluminium aus geochemischer Sicht als wenig mobil. Im sauren Milieu wird Aluminium zunehmend gelöst und wirkt auf viele Lebewesen toxisch (MU 2006). Anthropogen unbeeinflusste Gewässer enthalten weniger als 0,05 mg/l Aluminium (NLÖ 1999). Aluminium nimmt chemisch bei der Regulierung des Säuregehaltes im Boden eine wichtige Rolle ein (Aluminium-Pufferbereich). Puffer im Boden sind organische und anorganische Verbindungen, die H⁺-Ionen aufnehmen können, und damit eine saure Reaktion oder einen sauren Eintrag abschwächen.

Im Flusseinzugsgebiet der Hase sind Aluminium-Grenzwertüberschreitungen > 0,2 mg/l hauptsächlich in den Lockergesteinsbereichen ein Phänomen (Abb. 86 und 87). Im Hinblick auf die Eigenschaften des Aluminiums kann ein hoher Aluminiumgehalt im Zusammenhang mit einer voranschreitenden

Versauerung des Bodens stehen, die im Wesentlichen von sauren Niederschlägen ausgeht oder ein Indikator für Moorgebiete ist, was sich in Form von niedrigen pH-Werten bemerkbar macht. Bei niedrigen pH-Werten wird Aluminium aus den Bodenkolloiden gelöst und gelangt dadurch ins Grundwasser.

Die 75 höchsten Aluminiumkonzentrationen werden in Messstellen nachgewiesen, die einen pH-Wert unter 6,0 aufweisen.

Im Grundwasserkörper Hase Lockergestein links zeigen 89 Analysewerte in insgesamt 27 Messstellen Grenzwertüberschreitungen an. In Hase Lockergestein rechts können 88 Grenzwertüberschreitungen in 25 Messstellen festgestellt werden (Tab. 34). In den Festgesteinskörpern zeigen dagegen nur zehn Analysewerte eine Grenzwertüberschreitung an insgesamt vier Messstellen.

Im Zuge der Wasseraufbereitung kann Aluminium durch einfache chemische Prozesse problemlos aus dem Grundwasser herausgefiltert werden.

Ein einheitlicher Aluminium-Trend ist im Hase-Einzugsgebiet im Gegensatz zum pH-Wert nicht eindeutig nachzuweisen. Die Anzahl an GWM mit steigendem und fallendem Aluminiumgehalt ist nahezu identisch. Trendveränderungen sind fast ausschließlich im Lockergesteinsbereich zu verzeichnen. Die nachgewiesenen Grenzwertüberschreitungen können nur mit einer fortschreitenden Versauerung des Grundwassers in Verbindung stehen.

Tab. 34: Aluminiumgehalte in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Aluminium	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitung		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	40	0,05	0,003	3,8	9	3	7,5
Hase-Festgestein rechts	60	0,06	0,007	1,9	1	1	1,7
Hase-Lockergestein links	116	0,25	0,006	8,6	89	27	23,3
Hase-Lockergestein rechts	179	0,15	0,007	8,0	88	25	14,0
Teutoburger Wald- Hase	7	0,07	0,007	0,6	4	1	14,3
Gesamt	402	6,38	0,003	8,6	514	57	14,2
Messstellen, deren aktuellster Aluminiumwert den Grenzwert überschreiten:						33	8,2

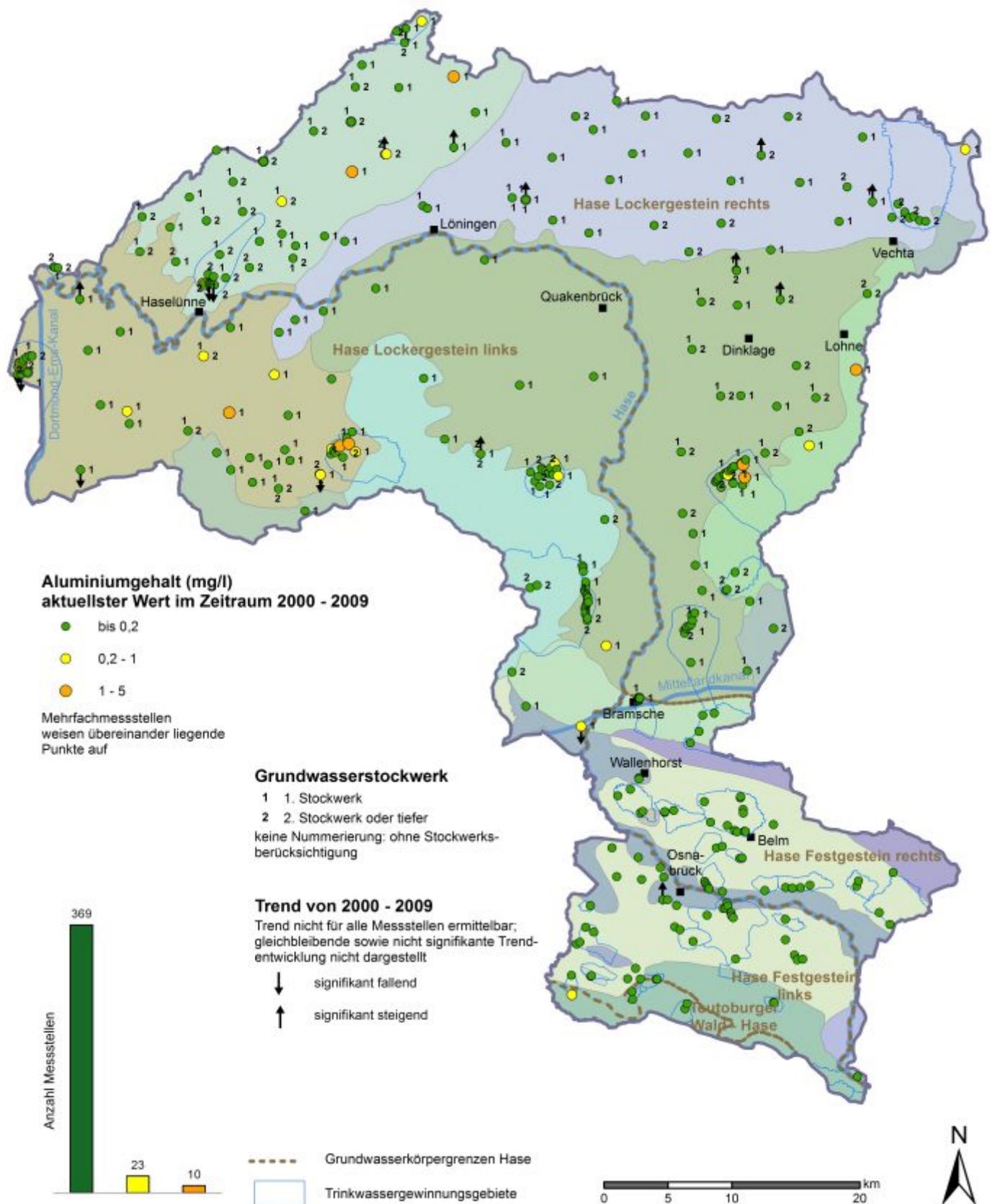


Abb. 86: Aktuellste Aluminiumgehalte im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

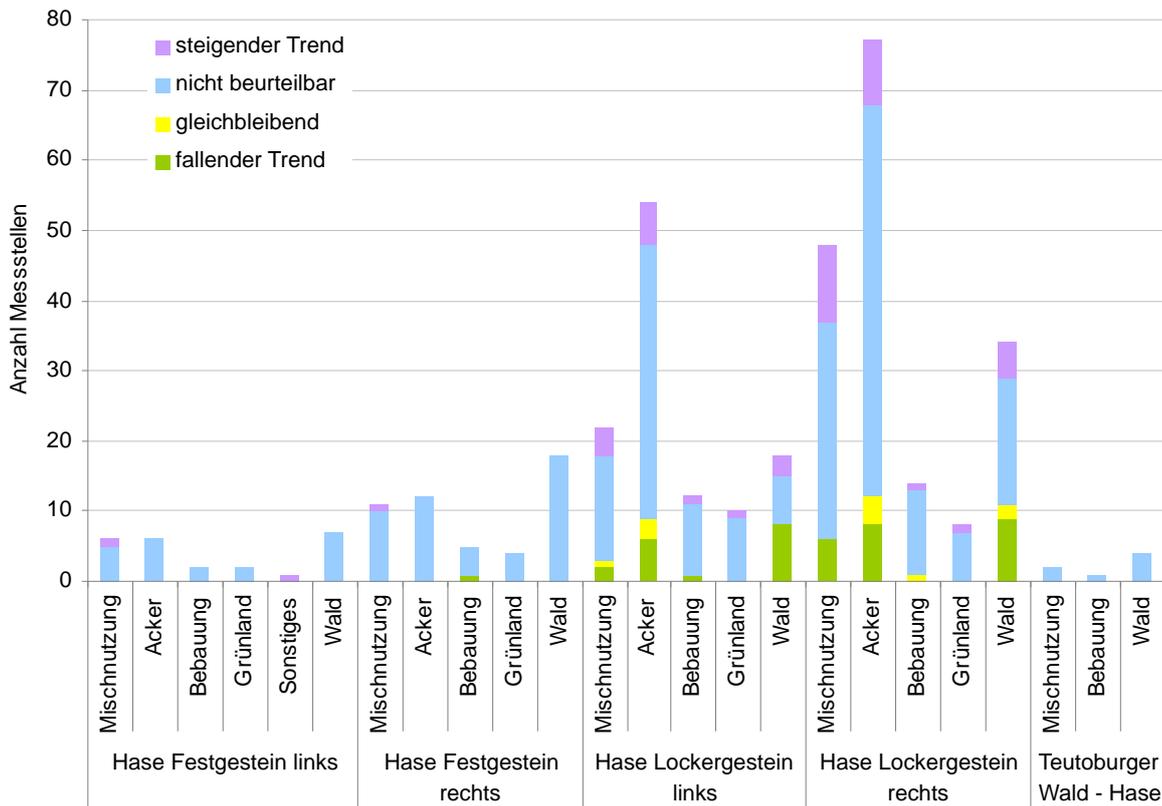


Abb. 87: Messstellen mit steigendem/fallendem Aluminium-Gehalt in Abhängigkeit von der Flächennutzung. Nicht beurteilbar bedeutet, dass die Anzahl der Analysewerte eine Trendbewertung nicht zulassen.

9.11 Schwermetalle

Eine grundwasserrelevante Schadstoffgruppe stellen die Schwermetalle dar. Unter den Schwermetallen werden eine Vielzahl von Metallen und Halbleitermetallen wie z. B. Arsen, Blei, Cadmium, Chrom, Nickel und Quecksilber zusammengefasst. Sie sind ein natürlicher Bestandteil der Geosphäre, kommen in den Mineralien des Bodens vor und treten als Anreicherungen während der Gesteinsbildungsprozesse in Erzmineralen auf (NLÖ 1999).

Schwermetalle sind normalerweise im Boden oder in den Gesteinen chemisch fest eingebunden und in neutralem Milieu weniger löslich, so dass nur geringe Spurenkonzentrationen in wässriger Lösung übergehen können. Bei anhaltendem niedrigen pH-Wert ($\text{pH} < 5,5$) kann es jedoch zu einer Beschleunigung der natürlichen Lösungs- und Ionenaustauschvorgänge und damit zu einer höheren Belastung des Sicker- und Grundwassers kommen (verändert aus NLÖ 1999).

Durch natürliche Verwitterungsprozesse können Schwermetalle freigesetzt werden und in bodentypische Bindungsformen überführt werden. Natürliche (geogene) Schwermetallkonzentrationen, die sich im Grundwasser wiederfinden, ergeben

sich in Abhängigkeit zum jeweiligen Boden bzw. Ausgangsgestein der Umgebung. Unvermeidlich können Schwermetalle auch im Zuge ihrer Gewinnung als natürliche Rohstoffe oder auch als Abfall in die Umwelt gelangen, so dass sie ebenfalls den oben genannten chemischen Prozessen unterliegen (verändert aus NLÖ 1999).

Ein weiterer Eintragungsweg für Schwermetalle ist die atmosphärische Deposition (Luftpfad) aus Industrie- und Siedlungsgebieten, wodurch es zu Anreicherungen in Boden und Gewässer kommen kann.

Schwermetalle können jedoch auch infolge technischer Nutzung freigesetzt werden. Beispielsweise können sehr geringe Konzentrationen von Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Nickel im Wasser- und Abwasser-Netz vorkommen. Anreicherungen bzw. Lösungsvorgänge können in verschiedenen Aufbereitungsstadien wie z. B. innerhalb von Förderbrunnen, Filterstufen, Zwischenspeicher, Pumpen und insbesondere im Verteilungsnetz zum Endverbraucher durch Rohrleitungen zustande kommen.

Ein weiterer Eintrag von Schwermetallen kann im Bereich der landwirtschaftlichen und gartenbaulichen Flächennutzung erfolgen. Beispielsweise können Mineraldünger Schwermetalle als Begleitstoffe beinhalten. Auch bei der Klärschlammaufbringung sowie bei der Dungaufbringung können Schwermetalle als Begleitstoffe auftreten und in das Grundwasser gelangen.

Im Flusseinzugsgebiet der Hase sind die Belastungen durch Schwermetalle erfreulicherweise auf einem relativ niedrigen Niveau, so dass im Folgenden nur auf die häufigsten Grenzwertüberschreitungen bei den Parametern Cadmium und Nickel eingegangen werden muss. Bei den Parametern Arsen, Blei und Quecksilber wurden keine Überschreitungen festgestellt, so dass diese Parameter nicht näher betrachtet werden.

Der Einfluss der Flächennutzung auf die Belastung mit Schwermetallen spielt eine sekundäre Rolle. Es konnten keine primären Zusammenhänge zwischen der Flächennutzung und dem Auftreten von Schwermetallen gefunden werden. Lediglich Nadelwaldbestände können zu einer weiteren Absenkung des pH-Wertes beitragen und somit indirekt zu einer weiteren Freisetzung von Schwermetallen führen (siehe dazu auch Kap. 9.4.2).

9.11.1 Cadmium

Cadmium (Cd) ist ein äußerst seltenes Element. Sein Anteil an der Erdkruste beträgt nur ca. 0,000003 %. Natürliche Cadmium Vorkommen in der Natur sind sehr selten, so dass bislang noch keine abbauwürdigen Lagerstätten entdeckt wurden. Cadmium wird ausschließlich als Nebenprodukt bei der Zinkverhüttung, in kleinem Umfang auch bei der Blei- und Kupferverhüttung gewonnen. In kleineren Mengen kann Cadmium beim Recycling von Eisen

und Stahl anfallen.

Mögliche Eintragquellen für dieses Schwermetall kann neben Cd-haltigen Phosphatdüngern, die als Nebenprodukte im Bergbau gewonnen werden, auch eine natürliche Freisetzung aus Karbonatmineralien sein. Der Parameter Cadmium wird im Grundwasser häufiger dort nachgewiesen, wo die Pufferkapazität der überdeckenden Boden- oder Gesteinsschichten gering ist (z. B. pleistozäne Sande der Sögeler und Cloppenburg Geest). Grund hierfür ist der Umstand, dass die Cadmiummobilität mit sinkendem pH-Wert deutlich ansteigt.

Im Zeitraum 2000 bis 2009 wurden an insgesamt 55 Messstellen Grenzwertüberschreitungen festgestellt (Tab. 35). Dennoch kann die Cadmiumbelastung im Hase-Einzugsgebiet in der Summe betrachtet als gering bezeichnet werden. Bei den aktuellsten Messungen im Zeitraum 2000-2009 wurde in 27 Messstellen eine Grenzwertüberschreitung von 0,0005 mg/l nach GrwV nachgewiesen (Tab. 35 und Abb. 88). Der TVO-Grenzwert (0,005 mg/l; TrinkwV 2001) wurde nur in einer Messstelle überschritten.

Die auffälligen Häufungen von Cadmiumkonzentrationen in den Lockergesteinsgebieten, besonders im Bereich der Sögeler und der südlichen Cloppenburg Geest sind in Abbildung 88 dargestellt. Ob diese diffuse Belastungen auf ackerbauliche Nutzungen und den damit verbundenen Düngereinsatz oder aber aufgrund der geologischen und bodenkundlichen Ausprägung dieser Gebiete zurückzuführen sind, ist noch zu klären.

Tab. 35: Cadmiumgehalt in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Cadmium	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein Links	35	0,0003	0,0000*	0,0005	-	-	-
Hase-Festgestein rechts	25	0,0003	0,0000*	0,006	5	4	16,0
Hase-Lockergestein links	81	0,0003	0,0000*	0,0088	32	17	21,0
Hase-Lockergestein rechts	170	0,0003	0,0000*	0,005	69	34	20,0
Teutoburger Wald- Hase	3	0,0002	0,0001	0,0002	-	-	-
Gesamt	314	0,0003	0,0001	0,0002	106	55	17,5
Messstellen, deren aktuellster Cadmiumwert den Grenzwert überschreitet:						27	8,6

(*) < Bestimmungsgrenze

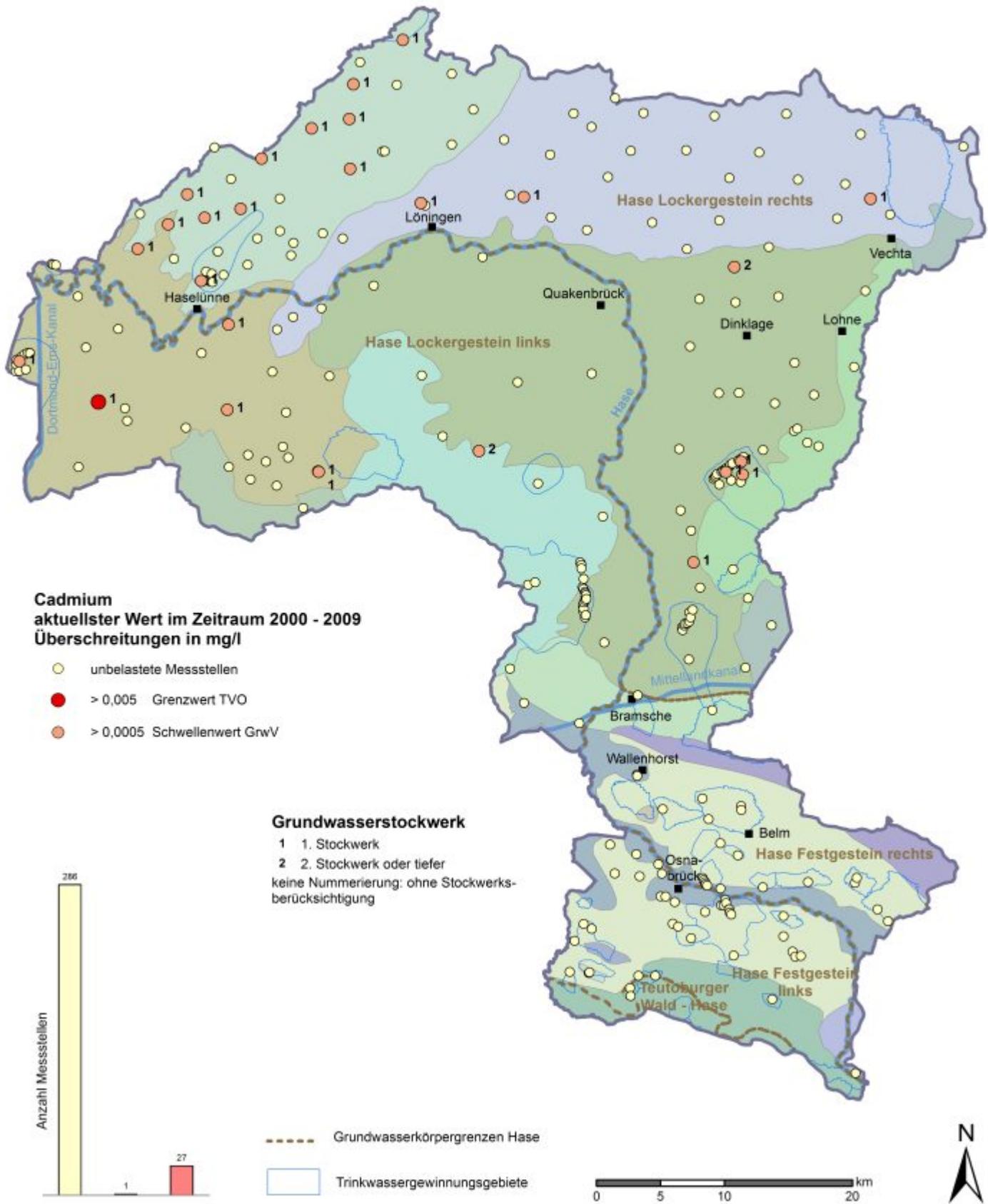


Abb. 88: Aktuellste Cadmiumgehalte im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.11.2 Nickel

Nickel zählt wie Cadmium zu den seltenen Schwermetallen. Der Anteil an Nickel in der Erdkruste beträgt nur ca. 0,01 %, so dass abbauwürdige Nickelvorkommen weltweit selten sind. Der größte Teil der Nickelvorräte wird aus nickel- und kupferhaltigen Erzen gewonnen. Die Belastung des Grundwassers mit diesem Schwermetall ist oftmals auf nickelhaltige Mineralien und ihre Auflösung in saurem Milieu zurückzuführen. Als Nebenbestandteil kann Nickel auch in Düngemitteln enthalten sein.

In Abbildung 89 werden alle Messstellen mit den Grenzwertüberschreitungen dargestellt. Insgesamt wurde im Hase-Einzugsgebiet in 25 Messstellen eine Überschreitung des TVO-Grenzwertes für Nickel festgestellt. Bei den aktuellsten Messungen im Zeitraum 2000 - 2009 konnten in 18 Messstellen Überschreitungen nachgewiesen werden. Der Schwellenwert von 0,02 mg/l wurde nur in einigen wenigen Messstellen deutlich überschritten. Eine Übersicht über die Messergebnisse zeigt Tabelle 36. Ähnlich wie beim Parameter Cadmium sind im Hase-Einzugsgebiet erhöhte Nickelgehalte in Ge-

bieten mit pleistozänen Sanden vorzufinden, die durch geringe Karbonatgehalte und damit durch eine geringe Pufferkapazität gekennzeichnet sind. Durch saure Niederschläge und anschließende Infiltration in die schwach gepufferten Sande kann es in diesen Gebieten zu einer Freisetzung von Nickel und den damit verbundenen erhöhten Nickelgehalten im Grundwasser kommen. Die Auswertungen belegen, dass erhöhte Nickelgehalte überwiegend im Grundwasser der Lockergesteinsgebiete vorzufinden sind. Es zeigt sich, dass erhöhte Nickelkonzentrationen im Grundwasser vornehmlich in Verbreitungsgebieten mit quarzreichen und karbonatarmen Böden und Gesteinen anzutreffen sind. Ob diese diffusen Belastungen auf ackerbauliche Nutzungen und den damit verbundenen Düngermiteinsatz oder aber aufgrund der natürlichen Boden- und Gesteinsausprägung dieser Gebiete zurückzuführen sind, ist noch zu klären.

Tab. 36: Nickelgehalt in den Grundwasserkörpern im Zeitraum 2000-2009 sowie der aktuellste Wert.

Nickel	Anzahl GWM	Durchschnitt mg/l	Min. mg/l	Max. mg/l	Grenzwertüberschreitungen		
					Anzahl Analysewerte	Anzahl GWM	in %
Hase-Festgestein links	37	0,00	0,00*	0,01	-	-	-
Hase-Festgestein rechts	55	0,01	0,00*	0,02	-	-	-
Hase-Lockergestein links	60	0,01	0,00*	0,23	23	9	15,0
Hase-Lockergestein rechts	99	0,01	0,00*	0,13	28	15	15,2
Teutoburger Wald- Hase	7	0,01	0,00*	0,02	1	1	14,3
Gesamt	258	0,0081	0,00*	0,23	52	25	9,7
Messstellen, deren aktuellster Nickelwert den Grenzwert überschreitet:						18	6,6

(*) < Bestimmungsgrenze

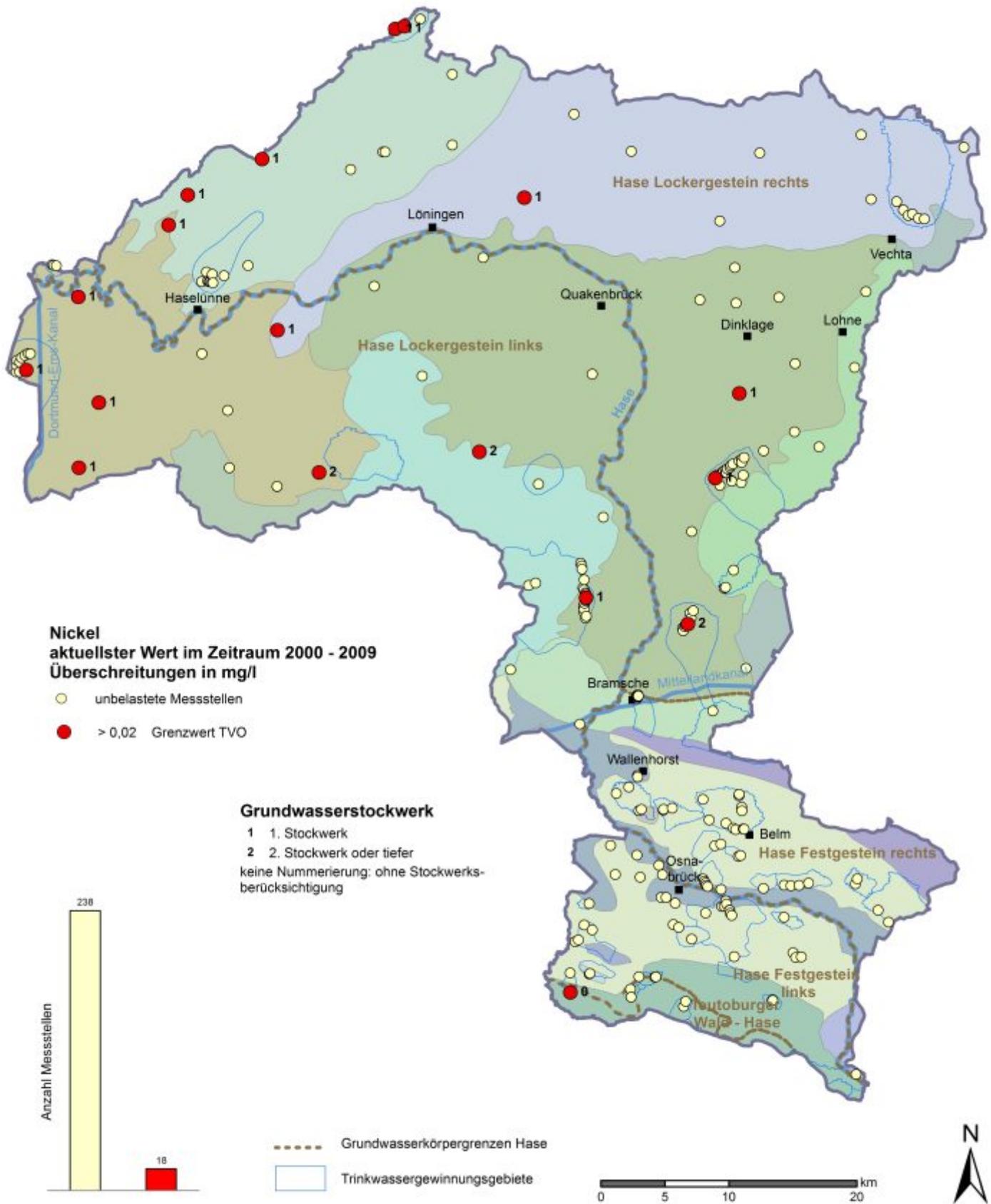


Abb. 89: Aktuellste Nickelgehalte im Zeitraum 2000-2009. Legende der hydrogeologischen Teilräume siehe Abbildung 16.

9.12 Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten sowie Biozidprodukte

Unter Pflanzenschutzmittel (PSM) werden chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen verstanden, die Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen (Fungizide und Insektizide) und unerwünschten Konkurrenzpflanzen (Herbizide) schützen oder in einer anderen Weise auf Pflanzen einwirken (z. B. Wachstumsregulatoren).

Relevante Metaboliten sind Abbau- und Reaktionsprodukte von Pflanzenschutzmitteln oder Biozidprodukten, die nach Feststellung des Umweltbundesamtes erheblich toxische oder pestizide Eigenschaften aufweisen (Abb. 90).

Biozide sind in der Schädlingsbekämpfung eingesetzte Wirkstoffe, Chemikalien und Mikroorganismen gegen Schadorganismen wie z. B. Ratten, Insekten, Pilze oder Mikroben (z. B. in Desinfektionsmitteln, Rattengiften oder Holzschutzmitteln).

Abbauprodukte von PSM, die kein pestizides, ökotoxisches oder humantoxisches (Rest)wirkungspotential mehr besitzen, werden als nicht relevante Metaboliten bezeichnet. Dennoch sind viele im Wasser hoch beweglich und oft auch nichtflüchtig. Aus hygienischer Sicht sind sie trinkwasserrelevant, weil sie bis in das aufbereitete Trinkwasser vorkommen können. Die TrinkwV enthält für nicht relevante Metaboliten keine Grenzwerte. Dennoch gilt das genannte „Minimierungsgebot“. Die Konzentration von chemischen Stoffen ist so niedrig zu halten, wie dies nach den allgemein anerkannten Regeln der Technik mit vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung der Umstände des Einzelfalles möglich ist. Für nicht relevante Metaboliten gilt ein gesundheitlicher Orientierungswert für dauerhafte Belastungen von $1\mu\text{g/l}$ bzw. $3\mu\text{g/l}$. Von dem Wert kann bei Vorliegen entsprechender toxikologischer Daten ohne gesundheitliche Besorgnis bis zu einem Maßnahmenwert von $10\mu\text{g/l}$ abgewichen werden.

Im Mai 2008 waren in Deutschland 626 verschiedene Pflanzenschutzmittel unter 1060 Handelsnamen zugelassen. Diese PSM enthielten insgesamt 253 unterschiedliche Wirkstoffe (BfR 2008). Sowohl für die Wirkstoffe der PSM und ihre relevanten Metaboliten (Abbauprodukte) sowie Biozide bestimmt die TrinkwV den Grenzwert in Höhe von $0,0001\text{ mg/l}$ (Tab. 20). Für den Summenparameter (alle gefundenen Pflanzenschutzmittel) beträgt der Grenzwert $0,0005\text{ mg/l}$.

Im Flusseinzugsgebiet der Hase gibt es aus dem Untersuchungszeitraum einige Meldungen über Funde von nicht relevanten Metaboliten, diese werden im Rahmen des vorliegenden Berichtes

nicht behandelt, da diese Problematik landesweit in einem gesonderten Themenbericht dargestellt wird.



Abb. 90: Einsatz von Pflanzenschutzmittel in der Landwirtschaft.

9.12.1 Pflanzenschutzmitteluntersuchungen

Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel werden in den Förderbrunnen der Wasserversorger im Abstand von drei Jahren entsprechend der 12. Ausführungsbestimmung zum NWG durchgeführt. Im Rahmen der Zustandsbeurteilung, die für die EG-WRRL durchgeführt wurde, sind zudem ausgewählte Landesmessstellen auf PSM untersucht worden.

Dem NLWKN Cloppenburg liegen aus dem Flusseinzugsgebiet der Hase für den Zeitraum 2000 bis 2009 insgesamt 716 Untersuchungen auf PSM vor. Davon stammen 63 aus landeseigenen Messstellen. Die Messstellen des Landes wurden überwiegend im Zeitraum von 2008 bis 2009 auf insgesamt 104 Wirkstoffe und relevante Metabolite untersucht. Die Untersuchungen der Wasserversorger hatten einen Umfang von ca. 50 Wirkstoffen. Die Untersuchungen erfolgen auf die mengenmäßig wichtigsten und die am häufigsten nachgewiesenen Wirkstoffe (Tab. 37).

Des Weiteren wurde bei den Gesundheitsämtern und den Unteren Wasserbehörden der Landkreise recherchiert, ob in den letzten fünf Jahren weitere PSM-Befunde bekannt geworden sind. In den Meldungen der Landkreise sind z. B. PSM-Befunde aus nicht öffentlichen Trinkwasserförderungen beispielsweise aus Wasserbeprobungen der Lebensmittelindustrie aufgeführt.

Tab. 37: Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel im Zeitraum von 2000 bis 2009.

PSM	Gesamtuntersuchungen		Überschreitungen		in %
	Anzahl Analysen	Anzahl Messstellen	Anzahl Analysen	Anzahl Messstellen	
Hase-Festgestein Links	68	38	2	2	5,3
Hase-Festgestein rechts	104	53	-	-	-
Hase-Lockergestein links	162	63	14	8	12,7
Hase-Lockergestein rechts	364	92	12	8	8,7
Teutoburger Wald-Hase	18	7	-	-	-
Gesamt	716	253	28	18	7,1

9.12.2 Ergebnisse der PSM-Untersuchungen

Die PSM-Funde im Hase-Einzugsbiet werden unterschieden in zugelassene und nicht zugelassene PSM und deren relevante Metabolite. In den Tabellen 38 und 39 sind alle bekannt gewordenen Funde der letzten 5 Jahre zusammengestellt.

Als Ursachen für die Funde von nicht zu gelassenen PSM kommen Altanwendungen oder eventuell unerlaubte Anwendungen in Frage (siehe a bis c).

Tab. 38: Nicht zugelassene Pflanzenschutzmittel (PSM).

Wirkstoff	Fundort/Landkreis	Häufigkeit
Atrazin	Meppen	1 Fund (2005)
Bromacil	Vechta	1 Fund
Chlortoluron	Osnabrück	1 Fund
Simazin	Vechta, Osnabrück	2 Funde, einer unterhalb Grenzwert
Vinclozolin (Fungizid)	Emsland	1 Fund
Ethidimuron	Vechta	1 Standort, 16 Funde
1,2 Dichlorpropan	Vechta	1 Standort, 26 Funde

- a) Diffuse Eintrittspfade, hierunter sind insbesondere flächenhafte Eintrittspfade aus der Landwirtschaft und sonstige diffuse Einträge zu nennen.
- b) Punktuelle Eintrittspfade, z. B. durch Beseitigung von Restmengen, Tankreinigung, unsachgemäße Entsorgung von Alt-PSM.
- c) Linienhafter Eintrag: Dieser kommt eventuell für Diuron in Frage, dass in der Vergangenheit entlang von Eisenbahnschienen als Totalherbizid eingesetzt wurde (Freihalten von Gleiskörper). Diese Anwendungsmöglichkeit ist jedoch zwischenzeitlich untersagt worden.

Um Fehler bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln zu vermeiden, sollten Anwender und Berater die Hinweise aus dem Pilotprojekt TOPPS beachten, die unter der Homepage www.topps-life.org eingesehen werden können.

Tab. 39: Zugelassene Pflanzenschutzmittel (PSM).

Wirkstoff	Fundort/Landkreis	Häufigkeit	Anwendung	Hauptkultur	g/ha
Isoproturon	Osnabrück	1 Standort 2 Funde	Oktober, März-April	Getreide	< 1500
Bentazon (z.B. Basagran)	Osnabrück	1 Standort, mehrere Funde knapp unter Grenzwert	April-Mai, Anwendung auf Sand- böden	Mais, Getreide	< 1000
Clopyralid	Osnabrück	1 Fund	Selektives Herbizid gegen Disteln	Zuckerrüben	
Diuron	Vechta	2 Standort, 3 Funde, alle unterhalb des Grenzwertes	Totalherbizid eventuell Altanwendung auf Gleis- körpern,		
Dichlorprop (Herbizid)	Osnabrück	1 Fund	April- September	Getreide, Gras	< 1500
Mecoprop (z. B. MCP)	Cloppenburg	1 Fund	April- September	Getreide, Gras	< 1500
Deiquat (z. B. Reglone)	Emsland	1 Fund	April- September	Kartoffeln	

9.13 Zusammenfassung Grundwasser- beschaffenheit

Die seit Jahren laufende Grundwasserüberwachung des NLWKN als gewässerkundlicher Landesdienst (GLD) zeigt, dass in einigen Regionen besonders das Grundwasser des 1. Grundwasserstockwerkes durch menschliche Einflüsse stark beeinflusst wird. Die Erkundung und Überwachung der Ressource "Grundwasser" gibt dem GLD regionale Hinweise von welchen Gefährdungspotenzialen das Grundwasser bedroht ist. Die Güteauswertungen des vorliegenden Regionalberichtes zeigen, dass das Grundwasser im Flusseinzugsgebiet der Hase je nach naturräumlicher und hydrogeologischer Begebenheit unterschiedliche Belastungen aufweist.

Bei Betrachtung der Belastung des Grundwassers durch den Parameter Nitrat wird deutlich, dass hohe Nitratkonzentrationen überwiegend in Messstellen des 1. Grundwasserstockwerkes und im Festgestein auftreten. Die höchsten Grenzwertüberschreitungen treten dabei in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten auf. In den Geestgebieten werden Nitratwerte bis zu 372 mg/l erreicht. Über 10 % der Messstellen in den Locker- und Festgesteinsbereichen überschreiten die Qualitätsnorm für Nitrat von 50 mg/l deutlich. Aus der Verteilung der Belastungen im Locker- und Festgestein wird die Wirkung der Denitrifikation in den Geestgebieten ersichtlich. In den Lockergesteinsgebieten weisen ca. 85 % der Messstellen Nitratgehalte unter 10 mg/l auf. In den südlich gelegenen Festgesteinsgebieten

mit geringerem Denitrifikationspotential ist eher von einer flächendeckenden Belastung zu sprechen. Mehr als 70 % der Messstellen überschreiten den Trinkwasserrichtwert für Nitrat von 25 mg/l. Dies deutet darauf hin, dass hohe Nährstoffüberhänge aus der Düngung in Lockergesteinsgebieten zurzeit noch durch Denitrifikationsvorgänge kompensiert werden können. Die Reduzierung des Nitratgehaltes durch Denitrifikationsprozesse im Untergrund ist jedoch endlich. Eine weiter voranschreitende Intensivierung der Landwirtschaft mit zunehmender Tierhaltung, einer starken Zunahme des Silomaisanbaus, der aufgrund der hohen Stickstoffverträglichkeit der Pflanze als besonders problematisch anzusehen ist, sowie ein Anstieg des Intensivgemüseanbaus werden in Zukunft eine Verschärfung der Nitratproblematik im Grundwasser bewirken.

Die durchgeführten Trendauswertungen zum Parameter Nitrat zeigen insgesamt für das Bearbeitungsgebiet, aufgrund der durch das Vorhandensein reduzierender Stoffe noch intakten Nitratabbauvorgänge, derzeit keine steigende Tendenz. In den Trinkwassergewinnungsgebieten übersteigt die Anzahl der Messstellen mit fallendem Trend zurzeit sogar die Zahl der Messstellen mit steigendem Trend. Die Gründe hierfür liegen sicherlich auch in einer gezielten Wasserschutzberatung und einer hohen Inanspruchnahme von grundwasser-

schonenden Maßnahmen in der Landwirtschaft.

Die Auswertung zum Nutzungseinfluss im Umfeld der Messstellen und den gemessenen Nitratgehalten bestätigen, dass unter Grünland die geringsten Nitratausträge zu verzeichnen sind. Landesweit sind jedoch in den letzten Jahren die Dauergrünlandflächen deutlich zurückgegangen. Im Flusseinzugsgebiet der Hase beträgt der Dauergrünlandanteil 14 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche. In einzelnen Gemeinden der Geestgebiete liegt dabei der Grünlandanteil sogar unter 5 %. Die Grünlandumbrüche im Vorfeld der Grünlanderhaltungsverordnung haben dabei zu einer Verschärfung der Nitratsituation im Grundwasser geführt.

Nicht nur unter landwirtschaftlich genutzten Flächen sondern auch unter Wald ist ein Nitrat austrag festzustellen, der weiterhin intensiv beobachtet werden muss. In entsprechenden Messstellen mit forstlichem Umfeld im Bereich der Festgesteinsgrundwasserkörper wurden durchschnittlich 25 mg/l Nitrat nachgewiesen. Ursache ist ein regional sehr hoher luftbürtiger Stickstoffeintrag. Als Stickstoffquellen kommen hierbei Ausgasungen von Ammoniak aus Gülle bzw. aus der Stallluft sowie auch Stickoxidemissionen aus dem Verkehrsaufkommen und der Industrie des Stadtbereiches von Osnabrück in Betracht.

In den Niederungsgebieten des Quakenbrücker Beckens sind im Vergleich zu den übrigen hydrogeologischen Teilräumen geringe Nitratgehalte feststellbar, jedoch treten flächendeckend erhöhte Ammoniumwerte auf, die in einigen Fällen Werte über 10 mg/l, an einer Messstelle über 50 mg/l, aufweisen. Größtenteils kann bei den hohen Ammoniumgehalten von einer geogenen Ursache ausgegangen werden, da in Niederungsgebieten bzw. ehemaligen Moorgebieten unter anoxischen Verhältnissen anorganischer Stickstoff in Form von Ammonium vorliegt. Flächenhaft geringe Nitratkonzentrationen und intensive landwirtschaftliche Nutzung im Umfeld können jedoch bei flach verfilterten Messstellen ein Hinweis auf Ammonium-Einträge aus der Landwirtschaft sein. Stickstoffeinträge aus der organischen Düngung bzw. aus Mineraldünger, die unter reduzierenden Bedingungen in Ammonium umgewandelt werden, können hohe Ammoniumgehalte zur Folge haben.

Der Parameter Nitrit nimmt hingegen nach den vorliegenden Untersuchungen eine untergeordnete Rolle ein, da es im Stickstoffkreislauf unter normalen Bedingungen nur eine sehr kurze Zwischenphase einnimmt.

Ein Hinweis auf die im Vorfeld genannten Denitrifikationsvorgänge geben steigende Sulfatgehalte

verbunden mit niedrigen Nitratgehalten, wie sie beispielsweise im nordöstlichen Teil des Hase-Einzugsgebietes anzutreffen sind. Insgesamt können die höheren Sulfatgehalte als geogen bedingt angesehen werden.

Nordöstlich von Quakenbrück weist eine Mehrfachmessstelle hohe Chloridgehalte auf, was auf aufsteigende salzhaltige Tiefenwässer hindeutet. Insgesamt zeigen die Untersuchungsergebnisse für das Hase-Einzugsgebiet jedoch keine Auffälligkeiten hinsichtlich der Chloridgehalte im Grundwasser.

Die Belastungen mit Schwermetallen beschränken sich im Hase-Einzugsgebiet hauptsächlich auf die mit abnehmenden pH-Wert verstärkt mobilen Parameter Nickel und Cadmium. Die in einigen Messstellen nachgewiesenen Belastungen überschreiten die Grenzwerte allerdings oftmals nur gering. Ob diese Belastungen auf ackerbauliche Nutzungen und den damit verbundenen Düngemittleinsatz beruhen, über den Luftpfad eingetragen wurden oder aber auf die natürliche Boden- und Gesteinsausprägung dieser Gebiete zurückzuführen sind, ist noch abschließend zu klären. Deutlich nachzuweisen ist jedoch ein Bezug zum pH-Wert des Grundwassers. Erhöhte Cadmium- und Nickelwerte treten verstärkt in Regionen auf, in denen geogen bedingt ein saures Grundwassermilieu vorherrscht (z. B. Sögeler Geest). Im Festgesteinsbereich sind hingegen keine Auffälligkeiten festzustellen.

Die Belastungen des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln beschränken sich auf regionale Einzelfälle, sodass hier von Eintragungen aus Punktquellen ausgegangen werden kann.

Insgesamt zeigen die Ergebnisse, dass nur der Grundwasserkörper Teutoburger Wald - Hase unter Berücksichtigung der untersuchten Parameter als unbelastet eingestuft werden kann. Die weiteren vier Grundwasserkörper weisen besonders bei den betrachteten Parametern Nitrat und Ammonium z. T. deutliche Grenzwertüberschreitungen auf.

Der vorliegende Regionalbericht verdeutlicht, dass Handlungsbedarf hinsichtlich der Belastungssituation des Grundwassers besteht. Die Ergebnisse können die zuständige Wasserbehörde bei einem vorsorgenden Grundwasserschutz unterstützen, da zu grundwasserrelevanten Fragestellungen regionalbezogene Begründungen aus dem vorliegenden Regionalbericht ableitbar sind.

10. Literatur

BfR (2008) / Bundesinstitut für Risikobewertung (2008): Analyse und Bewertung von Pflanzenschutzmittel-Rückständen. B/2008, 02.06.2008. Presseinformation, Hintergrundinformation für Journalisten.

Link:

http://www.bfr.bund.de/de/presseinformation/2008/B/analyse_und_bewertung_von_pflanzenschutzmittel_rueckstaenden-11269.html

DVGW (2006): Technische Regel, Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser, Arbeitsblatt W101, 19 S., Bonn.

EG-WRRL (2000) / Europäische Gemeinschaften (2000): Richtlinie 2000/60/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Oktober 2000 zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 327/1.

GrwV (2010) / Grundwasserverordnung (2010): Verordnung zum Schutz des Grundwassers vom 9.11.2010, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2010 Teil I Nr. 56.

INGUS (2001) / Antony, F. & Hasselbauer, R. (2001): Landwirtschaftliche Zusatzberatung im WSG Ahausen-Sitter des Wasserverbandes Bersenbrück. Gutachten zu Grundwasserschutz-Prioritäten gemäß Nds. Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz und innergebietlichen Differenzierung für ein Grundwasserschutz-Management. Ergänzung um beispielhafte Nitrat-/Sulfat-Tiefbohrung zur Sickerwassergüte-Ermittlung land- und forstwirtschaftlich genutzter Flächen. INGUS Ingenieurdienst Umweltsteuerung. 29 S. Hannover.

Klassen, H. (1984): Geologie des Osnabrücker Berglandes. Naturwiss. Museum Osnabrück. Hrsg. von Horst Klassen. 672 S., Osnabrück.

LANU (2003) / Landesamt für Natur und Umwelt des Landes Schleswig-Holstein (2003): Landwirtschaft und Grundwasser (Dokumentation der Veranstaltung im LANU 11. Dezember 2001), Schriftenreihe LANU SH – Gewässer H 10, 62 S., Kiel.

LBEG (2007) / Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2007): Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. Geoberichte 3, Verfasser: Elbracht et al., 107 S., Hannover.

LSK (2003) / Niedersächsisches Landesamt für Statistik (2003): Statistische Berichte Niedersachsen, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2001, 38 S., Hannover.

LSKN (1995) / Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2007): Online-Datenbank, Agrarberichterstattung 1995. Link: <http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>

LSKN (2004) / Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2009): Statistische Berichte Niedersachsen, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2004, 36 S., Hannover.

LSKN (2007) / Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2007): Online-Datenbank, Agrarstrukturerhebung 2007. Link: <http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>

LSKN (2009) / Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2009): Statistische Berichte Niedersachsen, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung 2007, S. 38, Hannover.

LUA (1996) / Landesumweltamt Brandenburg (1996): Grundwassergütebericht 1992 - 1995 des Landes Brandenburg. - Fachbeiträge des Landesumweltamtes Brandenburg (LUA), Titelreihe Nr. 16, 47 S., Potsdam.

LWK (2008) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2008): Jahresberichte der Wasserschutzberatung 2008:

- Jahresbericht Wasserschutzberatung 2008 für die Wassergewinnungsgebiete der Kooperation Belm, 29 S. (Siuts, H.).
- Jahresbericht Wasserschutzberatung 2008 für die Wassergewinnungsgebiete der Kooperation Osnabrück-Süd, 38 S. (Hehemann, D.; Siuts, H.).
- Jahresbericht Wasserschutzberatung 2008 für die Wassergewinnungsgebiete der Kooperation Melle/Wittlage, 28 S. (Wieneke, N.).
- Jahresbericht Wasserschutzberatung 2008 für die Wassergewinnungsgebiete der Kooperation Bersenbrück 88 S. (Hermeling, G., Krebeck, M., Langenberg, M., Strothmann, J.).
- Jahresbericht Wasserschutzberatung 2008 für die Wassergewinnungsgebiete der Kooperation Vechta-Holzhausen, 48 S., Eilers, B.).

- Jahresbericht Wasserschutzberatung 2008 für die Wassergewinnungsgebiete der Kooperation der Stadtwerke Osnabrück und der Wasserversorgung Wallenhorst, 58 S. (Hehemann, D., Langenberg, M., Siuts, H., Strothmann, J.).

LWK (2009) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2009): Einführung einer Gewässerschutzberatung in der Zielkulisse der Grundwasserkörper mit einem schlechten chemischen Zustand gemäß EG-WRRL, Konzept, Leistungs- und Kostenangebot der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, 22 S., Oldenburg.

LWK (2010) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2010): Schutz- und Beratungskonzept für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Wasserverbandes Bersenbrück, der Stadtwerke Bramsche und der Gemeinde Neuenkirchen-Vörden, 51 S., Oldenburg.

LWK (2011) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2011): Recherche Homepage "Biogasanlagen – Wie viele gibt es, wie viel Fläche benötigen sie?"

Link: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/betriebumwelt/nav/355.html>

MU (1990) / Niedersächsisches Umweltministerium (1990): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Hase. Hrsg: Das Niedersächsische Umweltministerium. 147 S., Hannover.

MU (2004) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2004): 12. Ausführungsbestimmung zum Niedersächsischen Wassergesetz: Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen; veröffentlicht mit Runderlass des MU vom 9.9.2004 (Nds. MBI. Nr. 30), S. 592.

MU 2006 / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2006): Umweltbericht Niedersachsen, 296 S., Hannover.

MU (2007) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2007): Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers („Mengenerlass“, RdErl. d. MU, 25.06.2007). Hannover.

MU (2007 b) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2007 b): Maßnahmenkatalog. Fachliche Vorgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Berechnungsgrundlagen für Ausgleichszahlungen gem. § 47 h NWG. Hannover.

MU (2007 c) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2007 c), Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz, Hannover.

MU (2007 d) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2007 d): Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten vom 3. September 2007, Nds. GVBl. Nr. 27, 13.09.2007, S. 436, Hannover.

MU (2009) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2009): Gewässerkundlicher Landesdienst, Beratungspflicht und Beteiligungserfordernis nach § 52 Abs. 3 NWG, RdErl. d. MU vom 13.10.2009, 23-62018, Nds. MBI. Nr. 43/2009, S. 936, Hannover.

MU (2009 b) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2009 b): Verordnung über Schutzbestimmung in Wasserschutzgebieten (SchuVO) vom 9. November 2009, Nds. GVBl. Nr. 25, 17.11.2009, S. 431, Hannover.

MU (2011) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2011): Niedersächsisches Wassergesetz (NWG) vom 19.02.2010, Nds. GVBl. 2010, mit Neufassung vom 13.10.2011, S. 64, Hannover.

NLWK (2001) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft und Küstenschutz (2001). Grundwassergütebericht 2001. Erkundung und Überwachung des Grundwassers seit 1988 in den Landkreisen Diepholz und Nienburg. Verfasser: Unruh, B., NLWK – Schriftenreihe Band 5, Betriebsstelle Sulingen, 81 S., Sulingen.

NLWKN & LBEG (2008): Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper nach WRRL in Niedersachsen, 12 S., Stade.

NLWKN, LBEG, SBUV Bremen (2009): Leitfaden für die Bewertung des chemischen Zustandes der Grundwasserkörper nach WRRL, 21 S., Aurich.

NLWKN (2009) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2009): Niedersächsischer Beitrag für das Maßnahmenprogramm der Flussgebietseinheit Ems, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), 117 S., Norden/Lüneburg.

NLWKN (2011) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2011): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse, NLWKN Betriebsstelle Süd, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), Verfasser: Quirin, M., Grundwasser Band 13, 33 S., Norden/Braunschweig

NLÖ (1999) / Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (1999): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN) – Grundwasserbericht 1997, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie (Hrsg.), 107 S., Hannover.

Osthus, W. (2010): Gestatten: Mein Name ist Hase. Geschichte und Geschichten eines norddeutschen Flusses. 1. Auflage, Sutton Verlag, 128 S., Erfurt.

Schleyer, R. & Kerndorf, H. (1992): Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen. VCH-Verlagsgesellschaft, Weinheim.

Seedorf, Hans H. & Meyer, Hans-Heinrich (1992): Landeskunde Niedersachsen. Natur- und Kulturgeschichte eines Bundeslandes. Band 1: Historische Grundlagen und naturräumliche Ausstattung. 517 S., Neumünster.

Skowronek, F. & Grossmann, J. (1998): Grundwasserstandmessungen in Grundwassermessstellen mit Salzwassereinfluß. Fachliche Berichte HWW 17. Jg (1998) Nr. 2. S. 34-40.

Tochterraahmenrichtlinie zur EG-WRRL (2006): Europäische Gemeinschaften (2006): Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 27. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften L 372.

Trinkwasserrichtlinie (1998): Richtlinie 98/83/EG des Rates vom 3. November 1998 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (ABl. L330 vom 05.12.1998, letzte Änderung 31.10.2003, S. 32, Hannover.

TrinkwV (2001) / Trinkwasserverordnung (2001): Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (vom 21. Mai 2001 (BGBl. I, S. 959), die durch Artikel 363 der Verordnung vom 31. Oktober 2006 (BGBl. I S. 2407) geändert worden ist. Letzte Fassung vom 03.05.2011).

Von Buttlar et al. (2010) / von Buttlar, C., Krähling, B., Rode, A., Mund, H. & Reulein, J. (2010): Projektabschließender Jahresbericht 2009. Nds. Modell- und Pilotvorhaben: Untersuchung zur Optimierung des Biomasseanbaus sowie des Betriebs von Biogasanlagen unter den Anforderungen des Gewässerschutzes zur Sicherung einer nachhaltigen Nutzung von Bioenergie, 164 S., Göttingen.

WHG (2009): Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 31.07.2009, BGBl 2009, S. 2585.

Wilking, J. & Kayser, M. (2011): Biogaserzeugung im Oldenburger Münsterland. In: Jahrbuch für das Oldenburger Münsterland 2011, Heimatbund Oldenburger Münsterland (Hrsg.), S. 196-219, Vechta.

WRMG (2007) / Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln (Wasch- und Reinigungsmittelgesetz – WRMG). Vom 29. April 2007. (BGBl. I S. 600).