

Regionalbericht für das Einzugsgebiet Leda-Jümme

Darstellung der Grundwassersituation





Regionalbericht für das Einzugsgebiet Leda-Jümme

Darstellung der Grundwassersituation



Niedersachsen

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

Der vorliegende Bericht wurde erarbeitet durch:
Annette Kayser

Autoren:
Annette Kayser
Georg Kühling
Christel Karfusehr

Mit Unterstützung durch:
Dr. Christian Federolf
Ralf te Gempt
Peter Grünefeld
Martin Hoetmer
Andreas Roskam
Dr. Hermann Sievers
Dr. Gunter Wriedt

Koordinierung Grundwasserbericht Niedersachsen:
Christel Karfusehr

Bildnachweis:
Sabine Druhmnn, NLWKN Cloppenburg (Deckblatt Foto links, Abb.54)
Dr. Christian Federolf, NLWKN Direktion (Deckblatt Foto rechts, Abb. 12, Abb. 55)
Peter Göhrs, NLWKN Cloppenburg (Abb. 10,13, 58, 59)
Annette Kayser, NLWKN Cloppenburg (alle weiteren Fotos soweit nicht benannt)
NLWKN Cloppenburg (Abb. 56, 57)
OOWV (Abb. 49)

1. Auflage: Dezember 2016, 300 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

Abkürzungsverzeichnis

Vorwort

1	Einleitung	1
2	Gewässerkundliche Rahmenbedingungen	3
2.1	Klima	5
2.2	Entwicklungsgeschichte und geologischer Überblick	9
2.3	Morphologischer und naturräumlicher Überblick	10
2.4	Grundwasser	19
2.5	Hydrogeologischer Überblick	19
2.6	Unterteilung des Gebietes nach der EG- WRRL	20
2.7	Grundwasserneubildung	23
2.8	Grundwasserversalzung	25
3	Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen	28
3.1	Landwirtschaftliche Strukturen	29
3.2	Biogas und Flächennutzung	37
4	Grundwasserschutz	44
4.1	Landesweiter Grundwasserschutz gemäß EG-WRRL	44
4.1.1	Zustandsbewertung nach EG-WRRL	45
4.1.2	Bewirtschaftungsmaßnahmen	50
4.2	Trinkwasserschutz	53
5	Grundwasserbewirtschaftung	62
5.1	Grundwassermenge	62
5.2	Trinkwasserversorgung	65
6	Grundwasserüberwachung	70
6.1	Messnetz	71
6.2	Verfilterung der Grundwassermessstellen	73
7	Grundwasserstandsentwicklung	75
7.1	Grundwasserganglinien	76
7.2	Analysen der Grundwasserstandentwicklung	77
7.3	Aus- und Bewertungsmethodik	77
7.4	Grundwasserstandbeobachtung – Ergebnisse der Datenauswertung	79
7.4.1	Trendbetrachtung 20 Jahre	79
7.4.2	Trendbetrachtung 30 Jahre	82

8	Auswertung Grundwasserbeschaffenheit	85
8.1	Schwellen- und Grenzwerte in der Grundwasserüberwachung	86
8.2	pH-Wert	87
8.3	Wasserhärte	90
8.4	Stickstoffverbindungen	92
8.4.1	Stickstoffkreislauf	92
8.4.2	Nitrat	94
8.4.3	Ammonium	104
8.4.4	Nitrit	107
8.5	Sulfat	109
8.6	Chlorid	112
8.7	Kalium	117
8.8	Eisen	122
8.9	Aluminium	124
8.10	Schwermetalle	127
8.10.1	Cadmium	127
8.10.2	Nickel	130
8.11	Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten	133
8.11.1	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten	134
8.11.2	nicht relevante Metaboliten	136
	Literaturverzeichnis	140
	Glossar	144

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
°dH	Grad deutscher Härte
ADI-Wert	duldbare tägliche Aufnahme
AL	Nachhaltige Produktionsverfahren auf Ackerland
Al	Aluminium
Ar	Argon
ATKIS_DLM	Amtliches topografisches-kartografisches Informationssystem – digitales Landschaftsmodell
BG	Bestimmungsgrenze
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BV	Betriebliche Verpflichtungen
CCM	CornCobmix
Cd	Cadmium
Cl	Chlorid
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EU	Europäische Union
EUA	Europäische Umweltagentur
FB	Förderbrunnen
Fe	Eisen
FV	Freiwillige Vereinbarungen
FZ Jülich	Forschungszentrum Jülich
GE	Gesamtentnahme
GLD	Gewässerkundlicher Landesdienst
GOF	Grundwasseroberfläche
GOK	Geländeoberkante
GROWA	Modell Großflächiger Wasserhaushalt
GrwV	Grundwasserverordnung
GÜN	Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen
GV	Großvieheinheit
GWK	Grundwasserkörper
GWM	Grundwassermessstelle
InVeKos	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem (System von Verordnungen zur Durchsetzung einer einheitlichen EU-Agrarpolitik)
K	Kalium
kW	Kilowatt
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LDB	Landesdatenbank
LF	landwirtschaftliche Nutzfläche
LGLN	Landesamt für Geoinformation und Landvermessung Niedersachsen
LHKW	Leicht flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe

LK	Landkreis
LKS	Lieschkolbensilage
LSKN	Landesamt für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen
LSN	Landesamt für Statistik Niedersachsen
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
N ₂	molekularer Stickstoff
NawaRo-Anlagen	Biogasanlagen mit Grundsubstanz aus Nachwachsenden Rohstoffen
NH ₄	Ammonium
Ni	Nickel
NiB-AUM	Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NN	Normal Null
NO ₂ ⁻	Nitrit
NO ₃ ⁻	Nitrat
nrM	nicht relevante Metaboliten
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
OgewV	Oberflächengewässerverordnung
OOWV	Oldenburg-Ostfriesischer Wasserverband
PP	Prioritätenprogramm
PSM	Pflanzenschutzmittel
SchuVO	Schutzgebietsverordnung
SLA	Servicezentrum für Landentwicklung und Agrarförderung
SO ₄ ²⁻	Sulfat
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TWGG	Trinkwassergewinnungsgebiete
UWB	Untere Wasserbehörde
VF	Vorfeldmessstelle
WBE	WasserBuch- und WasserEntnahmeprogramm Niedersachsen (elektronisches Wasserbuch)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WMRG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG	festgesetztes Wasserschutzgebiet
WVU	Wasserversorgungsunternehmen

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 (NLWKN 2012 a).

Im Einzugsbereich der Leda und Jümme wird Trinkwasser zu 100 % aus dem Grundwasser gewonnen. Ein umfassender Grundwasserschutz ist im Hinblick auf die heutige wie auch die zukünftige Wasserversorgung von besonderer Bedeutung.

Geogen bedingt ist das Grundwasser im Bereich der Leda und Jümme eisenhaltig und z.T. regional durch Ablaugungsvorgänge aus Salzstöcken salzhaltig (NIBIS-Kartenserver 2014, „Versalzung des Grundwassers“). Eine Versalzung des Grundwassers schließt eine Nutzung als Trinkwasser in der Regel aus. In den Niederungsbereichen erschweren erhöhte Eisenkonzentrationen und hohe Huminstoffgehalte die Aufbereitung. Das Grundwasser ist zudem zahlreichen menschlichen (anthropogenen) Einwirkungen ausgesetzt. So werden heute zunehmend Verunreinigungen durch Schad- und Nährstoffe festgestellt. Dabei können Grundwasserbelastungen durch Nitrat, Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe, Pflanzenschutzmittel und Tierarzneimittel herausgestellt werden. Von besonderer Bedeutung im Einzugsgebiet der Leda und Jümme ist die Belastung des Grundwassers mit Nitrat.

Die Kenntnis der Grundwasserbeschaffenheit und -menge sowie 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 für den menschlichen Gebrauch wieder aufbereitet werden kann (NLWKN 2012 a).

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 Messstellen des oberflächennahen Grundwassers insbesondere im südlichen Geestbereich des Betrachtungsraumes hohe Nitratbelastungen zu verzeichnen sind. Diese Belastungen müssen weiterhin beobachtet und die Einträge schnellstmöglich verringert werden (NLWKN 2012 a). Durch Grundwasserschutzmaßnahmen sollten Schadstoffeinträge verhindert oder zumindest minimiert werden, sodass Belastungen gar nicht erst entstehen können. Unverzichtbares Prinzip des Gewässerschutzes ist und bleibt daher die „Vorsorge“.

Im Rahmen des vorbeugenden Grundwasserschutzes betreibt der Gewässerkundliche Landesdienst des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz ein Landesgrundwassermessnetz zur Überwachung der Güte- und Mengensituation des Grundwassers. Dieses Messnetz ist die Voraussetzung für die Wahrnehmung der Aufgaben des Gewässerkundlichen Landesdienstes gem. § 29 des Niedersächsischen Wassergesetzes.

Mit Hilfe der aus den unterschiedlichen Messprogrammen gewonnenen Daten sowie ergänzender Informationen aus Messstellen des Landesmessstellenpools ist eine flächenhafte Beschreibung der Grundwassergüte und Grundwassermenge gut möglich (NLWKN 2012 a).

Der Regionalbericht wendet sich sowohl an die breite Öffentlichkeit, die sich einen Überblick über die regionale Grundwassersituation verschaffen möchte, als auch an Fachleute, die insbesondere durch die speziellen Auswertungen angesprochen werden sollen.

1 Einleitung

Der Regionalbericht Leda-Jümme ist Teil des modular aufgebauten Grundwasserberichtes Niedersachsen.

Der landesweite Grundwasserbericht mit interaktiven Karten zur Güte- und Mengensituation

kann im Internet auf den Seiten des niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) eingesehen werden (Abb. 1).



Abb. 1: Konzeptdarstellung des modular aufgebauten Grundwasserberichtes (NLWKN 2012 a).

Der vorliegende Regionalbericht ist eine umfassende Darstellung des gewässerkundlichen Kenntnisstandes der Grundwassergüte und Grundwassermenge im Einzugsgebiet der Flüsse Leda und Jümme und umfasst den Bereich von den Quellflüssen bis zur Einmündung der Leda in die Ems. Neben der Darstellung der quantitativen und der qualitativen Untersuchungsergebnisse werden weitere gewässerkundlich relevante Informationen und Erkenntnisse im Hinblick auf das Grundwasser zusammengetragen.

Betrachtet werden im Regionalbericht Leda-Jümme die vom Oberflächengewässer-Einzugsgebiet abgeleiteten Grundwasserkörper (GWK) Leda-Jümme Lockergestein rechts und Leda-Jümme Lockergestein links. Erfasst wird dabei im Nordwesten auch ein kleiner Teilbereich des Einzugsgebietes Untere Ems (Abb. 4). Bei der Abgrenzung der Grundwasserkörper wurde davon ausgegangen, dass die Wasserscheiden der oberirdischen Gewässer auch die unterirdischen Wasserscheiden widerspiegeln. Örtliche Abweichungen wie hier im Bereich der Unteren Ems resultieren aus den

differierenden hydrogeologischen Verhältnissen (NLfB et al. 2004).

Das Leda-Jümme-Einzugsgebiet liegt im westlichen Niedersachsen und erstreckt sich über die Dienstbezirke der NLWKN Betriebsstellen Aurich, Cloppenburg, Meppen und Brake-Oldenburg. Das Gebiet umfasst Teilbereiche der Landkreise Cloppenburg, Emsland, Aurich, Ammerland, Wittmund, Friesland, Leer und einen sehr kleinen Teil des Landkreises Oldenburg.

Die Leda entwässert den westlichen und südlichen Teil des Einzugsgebietes und mündet bei Leer in die Ems. Die Jümme als bedeutendster Nebenfluss entwässert den nördlichen und östlichen Teil des Einzugsgebietes und fließt bei Leer in die Leda. Die Fläche des Einzugsgebietes beträgt 2.173 km².

Naturräumlich ist das Gebiet weitgehend der Oldenburgisch-Ostfriesischen-Geest zuzuordnen, wobei im südlichen Bereich auch die Ems-Hunte-Geest und im Norden bei Leer die Marsch angeschnitten werden.

Ein prägendes Landschaftselement sind die im Holozän entstandenen und heute größtenteils abgetorften Moorflächen.

Die nachfolgend vorgestellten Grundwassergüte und -standsdaten stützen sich auf Untersuchungen der landeseigenen Messstellen des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN). Diese Daten werden seit 1988 durch den NLWKN zur Qualitätssicherung der Grundwasservorkommen mit Hilfe des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN) erhoben. In die vorliegende Darstellung der Grundwassersituation fließen Zusatzinformationen aus Messstellen des Landesmessstellenpools ein. Ergänzend zu den landeseigenen Messstellen werden dabei Gütedaten von Rohwasser- und Vorfeldmessstellen der öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) in die Auswertungen einbezogen. Das WVU muss entsprechende Gütedaten laut Runderlass des niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU 2013) an den Gewässerkundlichen Landesdienst übermitteln. Weitere Daten von WVU werden mit deren Einverständnis verwendet.

Zur Auswertung der Grundwassermengenverhältnisse werden die über das Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramm Niedersachsen verfügbaren Daten herangezogen.

Ziel dieses Berichtes ist es,

- die heutige Belastungssituation im Einzugsbereich von Leda und Jümme und ihre Entwicklung im Zeitraum 2005 bis einschließlich 2014 darzustellen. Ein Schwerpunkt liegt insbesondere in der Darstellung der Nitratbelastung.
- die Entwicklung der Grundwasserstände bis 2014 über einen Zeitraum von 20 und 30 Jahren auszuwerten und darzulegen.
- die aktuelle Grundwasser-Entnahmesituation zu erläutern.

Als Hintergrundinformation werden neben der Vorstellung der gewässerkundlichen Rahmenbedingungen auch weiterführende Informationen zum Gebiet gegeben. Landwirtschaftliche Anbauverhältnisse und die Viehdichte im Bearbeitungsgebiet werden ebenso betrachtet wie die Situation der öffentlichen Trinkwasserversorgung in den Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebieten. Des Weiteren erfolgt die Vorstellung der Maßnahmen zum Trinkwasserschutz sowie im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie auf Ebene der Zielkulisse „Nitratreduktion“.

Darstellung und Auswertung der Untersuchungsergebnisse erfolgen je nach Erfordernis auf Ebene von Grundwasserkörpern, hydrogeologischen Teilräumen oder auf Landkreis- bzw. Gemeindeebene.

2 Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

Das Bearbeitungsgebiet Leda-Jümme ist Teil der Flussgebietseinheit Ems und wird auf einer kleinräumigeren Skala dem Betrachtungsraum Mittlere Ems zugeordnet.

Die hydrologisch prägenden und bestimmenden Gewässer des Bearbeitungsgebietes (Abb. 4) sind die Jümme mit dem Hauptzufluss Soeste und die Leda mit dem Hauptzufluss Sagter Ems und deren Quellflüssen Marka und Ohe.

Die Soeste als Hauptzufluss der Jümme (Abb. 2) hat ihren Quellbereich in der Cloppenburger Geest bei Emstek in der Nähe von Cloppenburg. Der Abfluss der Soeste wird durch die Thülsfelder Talsperre geregelt. Bevor die Soeste unter den Küstenkanal hindurchgeführt wird, fließt ihr rechtsseitig die Lahe zu. Im Bereich des Saterlandes fließt die Soeste in nordwestlicher Richtung durch die Hunte-Leda-Moorniederung. Bei Barßel vereinigen sich die Soeste und das Aue-Godensholter Tief zum Barßeler Tief (Abb. 3), das in die Jümme mündet.



Abb. 2: Die Soeste, der Hauptzufluss der Jümme.

Der Jümme fließen rechtsseitig das Aper Tief, der Nordgeorgsfehnkanal (Hauptverbindung vom Leda-Jümme Gebiet zum Ems-Jade-Kanal) und die Holtlander Ehe zu.

Ohe und Marka als Quellflüsse der Sagter Ems, dem Hauptzufluss der Leda, entspringen in der Sögeler Geest am Rande der Hunte-Leda-Moorniederung. Beim Übertritt in den Ostfriesischen Raum wird die Sagter Ems zur Leda. Die Leda hat von ihrem oberen Endpunkt eine Verbindung über den künstlich angelegten Dreyschloot zur Jümme. Leda und Jümme fließen durch die Flußmarschen. Östlich von Leer (Wiltshausen) mündet rechtsseitig die Jümme in die Leda. Wenig später fließt der Zusammenfluss bei Leer in die Ems. Das gesamte Niederungsgebiet ist tidebeeinflusst. Im Bereich Strücklingen-Barßel-Augustfehn liegt der mittlere Tidehub noch bei 55 bis 75 cm (NLWKN 2008). Teilweise reicht der Tideeinfluss bis an den Geestrand. Der Pegel Kampe (nördlich von Friesoythe) an der Soeste gilt als weitgehend tideunbeeinflusst.



Abb. 3: Das Barßeler Tief, ein Teil der Leda-Jümme-Moorniederung.

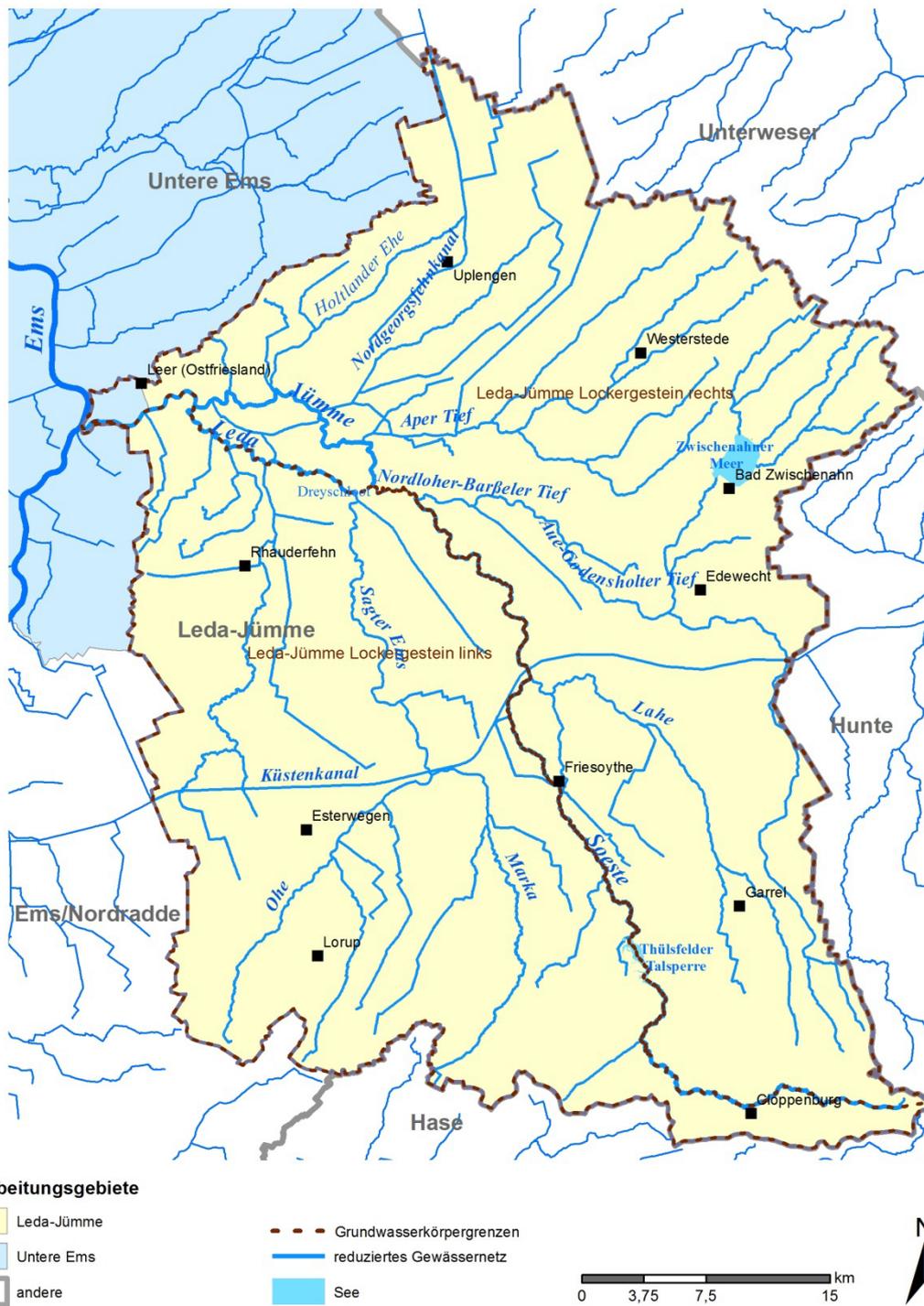


Abb. 4: Gewässernetz im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

2.1 Klima

Nach Auswertung der langjährigen Klima-Kennndaten des Deutschen Wetterdienstes (DWD) für den Zeitraum 1981 bis 2010 beträgt die mittlere Niederschlagshöhe im Einzugsgebiet der Leda und Jümme 820 mm/a. Die Wasserbilanz als Differenz zwischen Niederschlag und Verdunstung beträgt 260 mm/a. Die Lufttemperatur erreicht im Mittel 9,5 °C.

Die klimatische Wasserbilanz folgt der Verteilung der Niederschlagsmengen. Sie liegt in den Geestgebieten zwischen 260 mm/a bis 311 mm/a, in den Niederungen zwischen 230 und 260 mm/a. Die Wasserbilanz dient hier als

Orientierungswert für die Grundwasserneubildung. In den Niederungsbereichen ist aufgrund der hohen Grundwasserstände von einer höheren realen Verdunstung auszugehen als in den Geestbereichen. Dadurch dürfte der Unterschied in der Grundwasserneubildung zwischen Geest und Niederung stärker ausfallen als aus der Wasserbilanz allein ersichtlich.

In den folgenden Abbildungen (Abb. 5, Abb. 6, Abb. 7) sind die langjährigen Mittelwerte (1981 bis 2010) der Klima-Kennndaten Niederschlag, Wasserbilanz und Temperatur des DWD dargestellt.

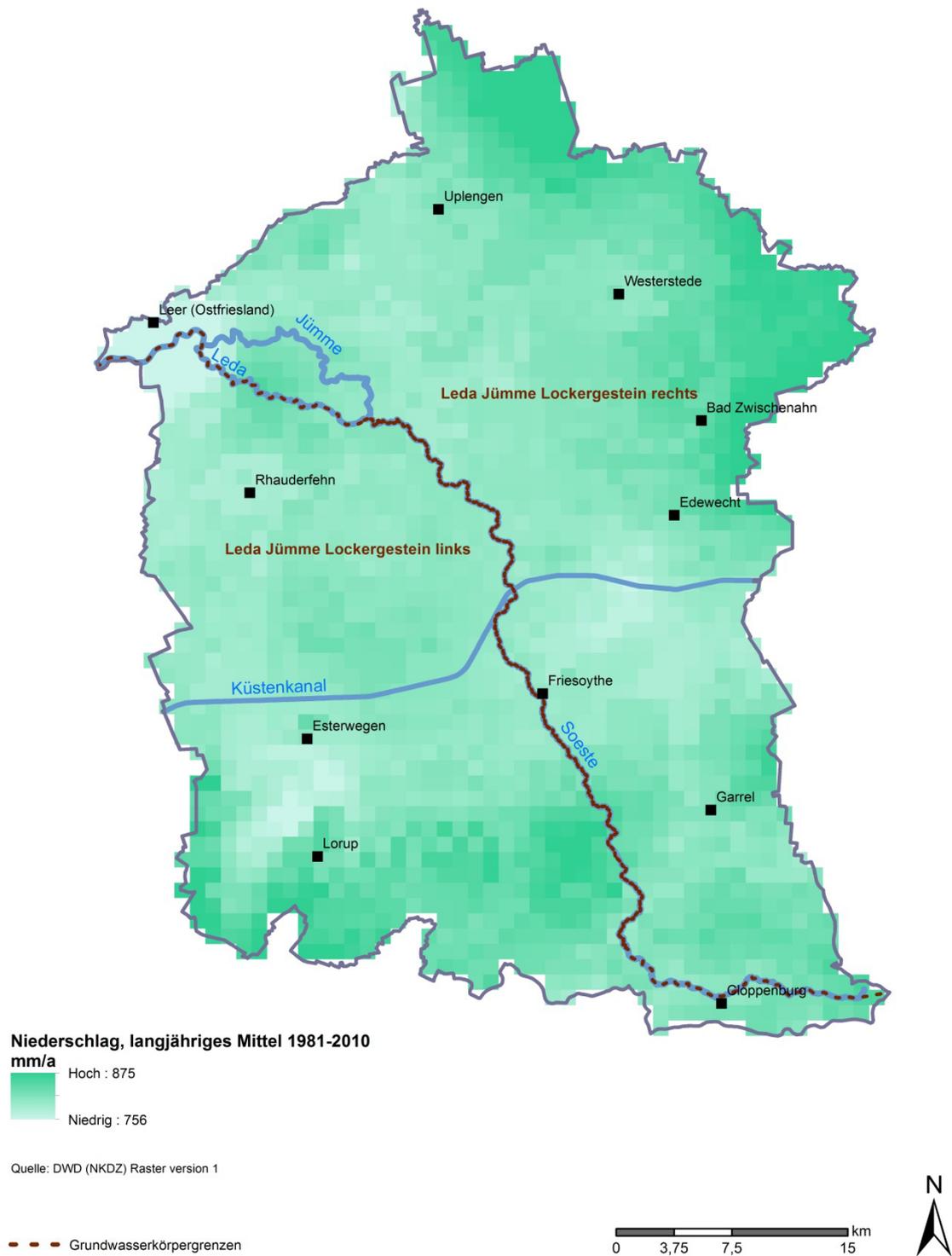


Abb. 5: Niederschlagsverteilung im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

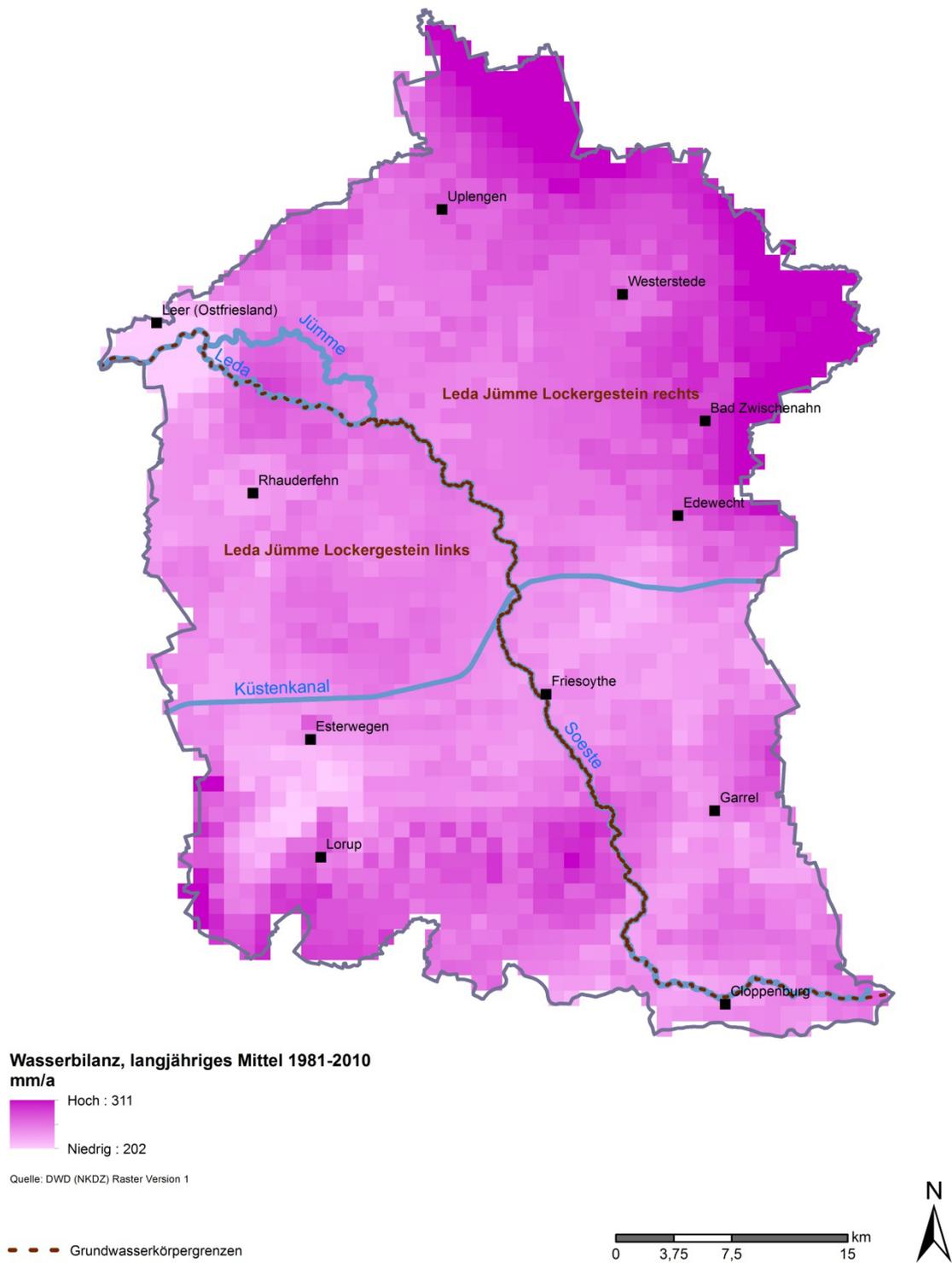


Abb. 6: Wasserbilanz im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

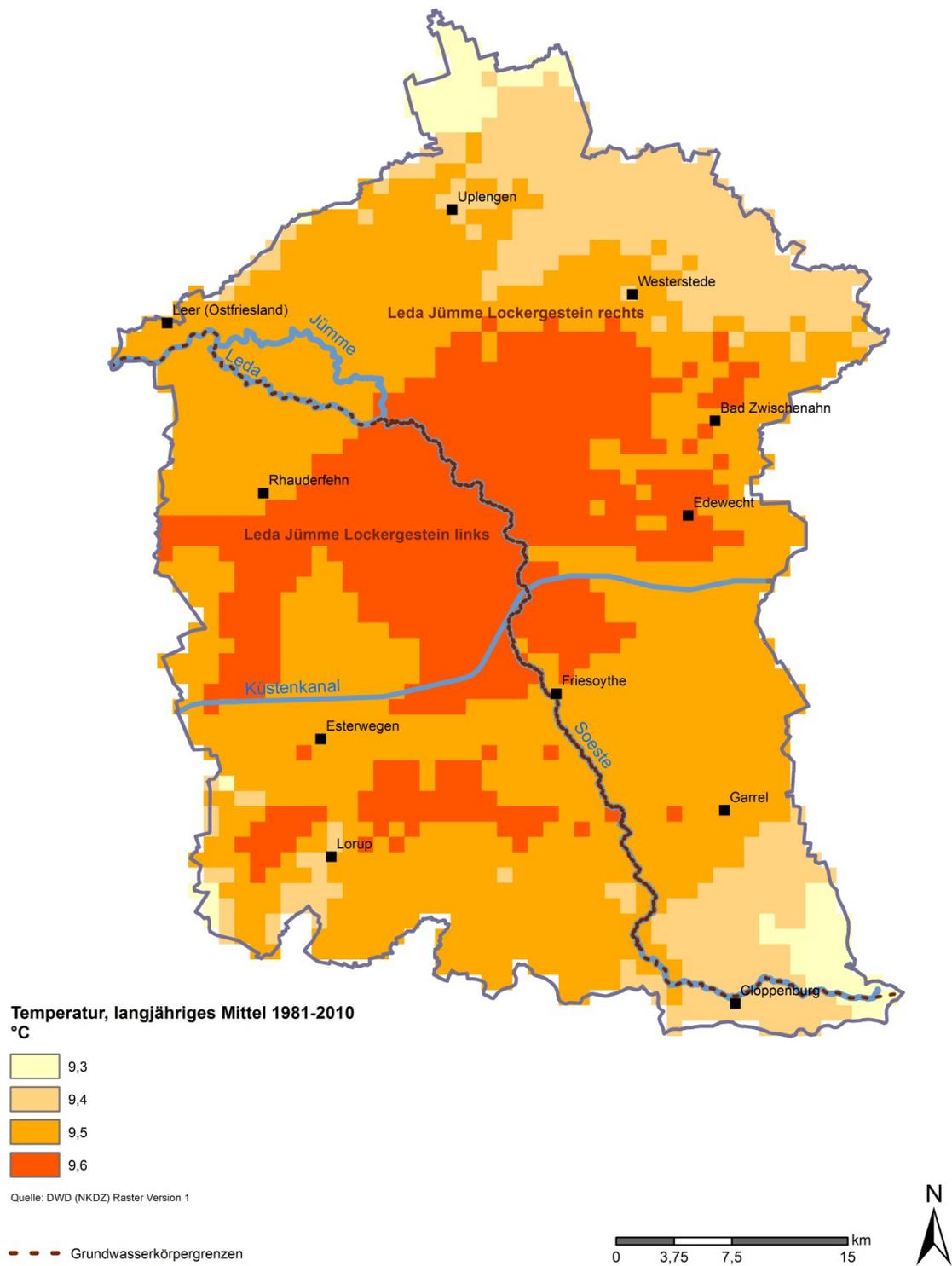


Abb. 7: Temperaturverteilung im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

2.2 Entwicklungsgeschichte und geologischer Überblick

Das Leda-Jümme-Gebiet gehört zum nordwestdeutschen Flachland und ist durch die Vorgänge im jüngsten Abschnitt der Erdgeschichte, dem Quartär geprägt (MU 1987). Das Quartär besteht aus zwei in ihrer Wirkung und Zeitdauer sehr unterschiedlichen Einheiten, dem Pleistozän und dem Holozän.

Das Pleistozän war die Zeit der großen von Skandinavien durch die Ostseesenke vordringenden Inlandvereisungen. In diese Zeit gehören die „lockeren Ablagerungen“ wie Kiese, Sande und Tone, aus denen die Geest aufgebaut ist. Mit Holozän wird der Zeitraum der Nacheiszeit bis zur Jetztzeit bezeichnet. Im Holozän entstanden die Moore und Marschen (Reineck 1994).

Von den drei großen Vereisungen Norddeutschlands (Elster, Saale und Weichsel) haben nur die Elster- und die Saalegletscher den Betrachtungsraum erreicht und geprägt.

Die Elster-Vereisung, hinterließ beim Rückzug des Eises vor rund 690.000 Jahren den Lauenburger Ton. Dieser Komplex der Lauenburger Schichten besteht aus Ton, Schluff und Feinsand und wurde in weiträumigen Gletscherstaubecken und Schmelzwasserrinnen abgelagert, in denen die Schmelzwassermassen zum Stillstand kamen (Streif 1990).

Der Lauenburger Ton kommt am Nordrand der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest an die Oberfläche, wurde vom saaleeiszeitlichen Inlandeis überfahren, mit dessen Grundmoräne durchknetet und ist dann über einen langen Zeitraum verwittert (MU 1987). Durch all diese Vorgänge ist er zu einem hochwertigen Rohstoff geworden, der zur Herstellung der Oldenburgisch-Ostfriesischen Klinker abgebaut wird. Im Untergrund ist der Lauenburger Ton als wasserstauende Schicht von großer Bedeutung (Reineck 1994).

Zwischen Elster- und Saaleeiszeit blieb das niedersächsische Küstengebiet und damit auch das Betrachtungsgebiet über lange Zeiträume eisfrei. Der weitgehend vegetationsfreie Boden stand unter dem Einfluss des Periglazial und war der Verwitterung unter Frostwirkung und Erosion ausgesetzt. Durch die abbauenden und einebnenden Kräfte des periglazialen Klimas entstand die sog. Altmoränenlandschaft des Gebietes. Grundmoränenböden verloren ihren Lehmgehalt, wurden bis zum Rückstand einer Steinsohle aus den verbleibenden Geschieben vom Wind verblasen, andererseits wurden ausgedehnte Flugsanddecken darüber abgelagert (Michaelsen 2011).

Während des Holozäns flutete die während der Kaltzeiten weit zurückgezogene Nordsee unter dem Einfluss des steigenden Meeresspiegels zurück an die Küste und in die Urstromtäler. Der Meeresspiegelanstieg setzte mit dem Abschmelzen des Inlandeis im Spätglazial der Weichsel-Kaltzeit ein. Im Holozän, etwa um 5500 v. Chr., erreicht die Nordsee den heutigen Küstenbereich. Die west- und ostfriesischen Inseln wurden aufgespült und aufgeweht, Watten und Marschen entstanden.

Mit dem Meeresanstieg bildeten sich Vernäsungszonen, in denen sich Moore bildeten. Durch fortschreitenden Meeresspiegelanstieg entstanden durch Aufschlickung vor den Geesthochflächen bis in die Flussmündungen hinein Seemarschen bzw. Flussmarschen (Michaelsen 2011). Durch den Wechsel von Meeresspiegelanstieg (Transgression) und Absenken des Meeresspiegels (Regression) kam es zu einer Schichtung von maritimen und terrestrischen Sedimenten (Abb. 8). Im Leda-Jümme-Gebiet entstand die Jümme-Niederung als Teil der Emsmarsch.

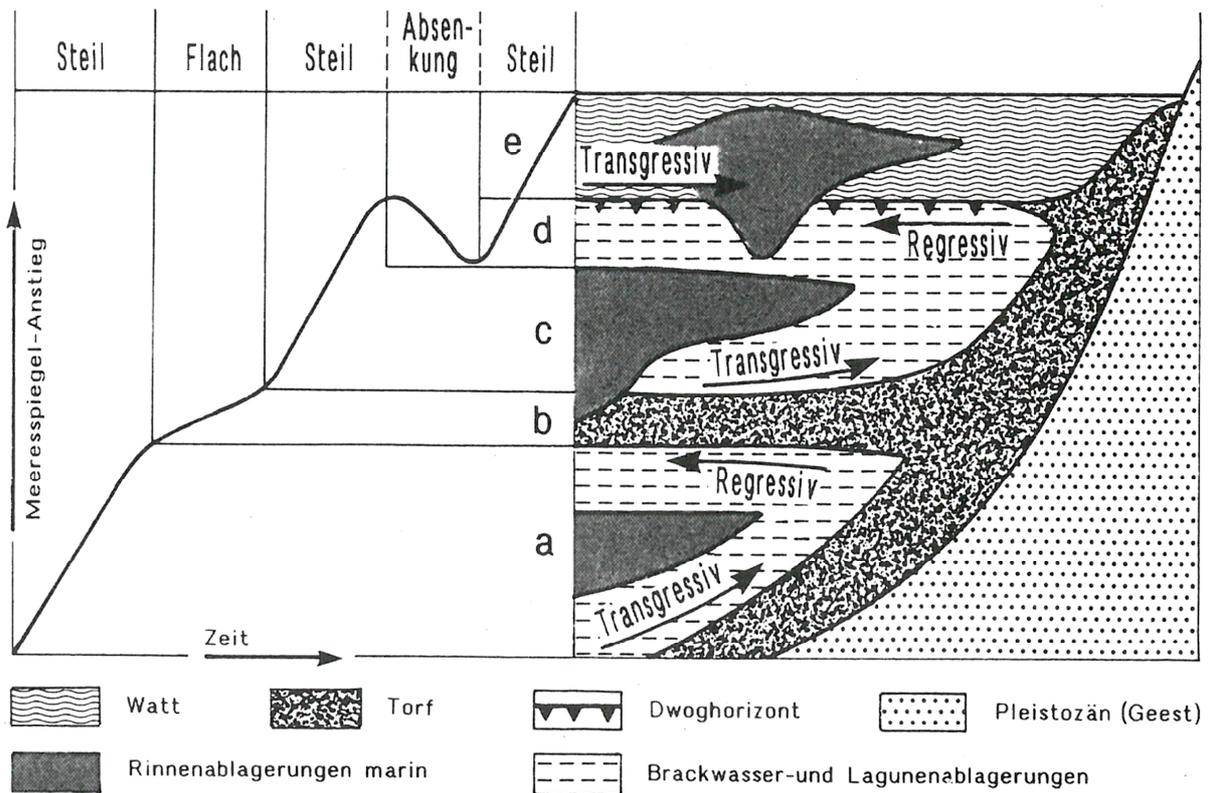


Abb. 8: Geologie und Sedimentation der Marschen (Reineck 1994).

Durch die deutliche Klimaerwärmung und den durch die abschmelzenden Gletscher bedingten Meeresspiegelanstieg kam es zu einem maritimen Klima mit hoher Luftfeuchtigkeit und hoher Niederschlagsmenge. Mit der Wiedererwärmung kehrte die Vegetation zurück, die Waldentwicklung nahm zu. Große Niedermoorflächen entstanden durch eine fortschrei-

tende Vernässung in den Niederungen. Durch ein zunehmend maritimes Klima entstanden regenwassergespeiste (ombrogene) Hochmoore auf den Niedermooren oder auch auf den Sandflächen der Geest. Im Leda-Jümme-Gebiet bildeten sich insbesondere in der Hunte-Leda-Moorniederung ausgedehnte Hochmoorgebiete (Michaelsen 2011).

2.3 Morphologischer und naturräumlicher Überblick

Die naturräumlichen Gegebenheiten und die grundlegende morphologische Ausprägung (Abb. 9) des Leda-Jümme-Gebietes wurde bereits im Pleistozän angelegt und durch die Vorgänge des Holozäns mit der Entwicklung von Mooren und Marschen abgeschlossen (Reineck 1994).

Im Pleistozän überdeckten die von Norden nach Süden vorstoßenden Inlandeisflächen das Betrachtungsgebiet. Die Geschiebe der Elster-Kaltzeit wurden durch Eismassen des Drenthe-Stadiums der Saale-Vereisung überfahren, aufgearbeitet und verlagert. Die eiszeit-

lichen Ablagerungen im Betrachtungsgebiet setzen sich aus den Vorschüttungsanden des Schmelzwassers der vorrückenden Eismassen sowie aus Geschiebelehm und Decksanden der Grundmoränen des zurückgehenden Inlandeis zusammen und bilden die Geestgebiete.

Die südliche Eisrandlage ist anhand des Endmoränenzuges Ülsener Berge- Fürstenaauer- und Dammer Berge, ca. 35 km südlich des Einzugsgebietes Leda-Jümme, noch heute erkennbar.

Für das nördlich anschließende Gebiet bis zur Küste, in dem der Betrachtungsraum Leda-Jümme liegt, wurden die beim Rückzug des Eises frei werdende Schmelzwassermassen für die Ausprägung der Morphologie maßgebend. Spaltensysteme wurden durch Schmelzwasserströme aufgerissen. Durch das Abfließen der Schmelzwasserströme entwickelten sich Entwässerungsrinnen, die in ihrer Richtung auch heute noch das hydrografische Bild der Geesthochflächen bestimmen.

In der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest und vom Hümmling bis Cloppenburg sind diese Rinnestrukturen in Richtung Nordost-Südwest ausgeprägt (Streif 1990). Besonders ist diese Parallelrinnenlandschaft im Nordosten des Leda-Jümme-Gebietes ausgeprägt und wird auch in der Verteilung der Bodentypen deutlich (Abb. 14).

Durch die Zunahme der Schmelzwasser infolge des Zerfalls des Toteises entwickelte sich der Ems-Vechte Mündungstrichter und die Eintiefung des Niederungsgebietes im Zentrum des Betrachtungsraumes.

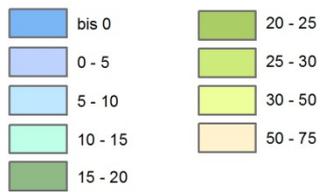
In dieser Zeit entstanden große morphologische Einheiten wie die

- Nordwest-Südost gerichtete nord-oldenburgisch-ostfriesische Geesthochfläche (Längsachse von Oldenburg zur Stadt Norden)
- Ost-West ausgerichtete Hunte-Leda-Jümme-Niederung, die durch Sandkorridore von Norden nach Süden durchquert wird und sich in einzelne Moore gliedert (Kosanke, ohne Jahr). Die Sandstreifen begleiten die aus Schmelzwasserrinnen entstandenen Zuflüsse der Leda. Das Saterland trennt beispielsweise als Talsandstreifen der Sagter Ems das Westermoor und das Ostermoor.
- Hümmling-Cloppenburger-Syker Geesthochfläche

Der Meeresspiegelanstieg im Holozän führte zunächst zur Vernässung des Küstengebietes und damit einhergehend zur Vermoorung großer Gebietsteile. Der fortschreitende Meeresspiegelanstieg führte zur Ablagerung von bis zu 20 m mächtigem Schlick (in den Rinnen deutlich mehr) vor den Geesthochflächen bis in die Flussmündungen hinein (Michaelson 2011). Moor- und Marschablagerungen sind eng miteinander verzahnt.



Höhenstufen in Meter über Normalnull (m ü. NN)



-  ausgewählte Ortschaft
-  ausgewählte morphologische Erhebung
-  ausgewählte Mooregebiete

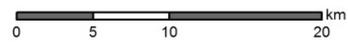


Abb. 9: Morphologische Reliefkarte in Kombination mit dem Gewässernetz.

Hinter den Marschen im Norden bis zum Geestrand im Süden entwickelten sich die großen Moore, als prägendes Element im Betrachtungsraum. Von Bedeutung sind beispielsweise die Mooregebiete Westermoor (Abb. 10), Esterweger Dose (Abb. 11), Scharreler Ostermoor, Langes Moor und Vehnemoor. Die Besiedelung und Kultivierung der Moore und Niederungsgebiete erfolgt durch Entwässerung über Kanäle (Abb. 12) und Gräben und den Torfabbau (Abb. 13). Durch anschließenden Tiefumbruch bzw. Sandmischkultur wird eine landwirtschaftliche Nutzung als Grünland und teilweise als Ackerland möglich.



Abb. 10: Wiedervernässung im Westermoor.

Im Bereich der Ostfriesischen Marsch treten mit $-0,5$ m NN regional Höhenlagen unterhalb des Meeresspiegels auf. Ansonsten herrschen im nördlichen Bereich des Einzugsgebietes Höhen bis 15 m NN vor. Lediglich im nordöstlichen Randbereich werden Werte um 20 m NN erreicht. Deutlich höher liegen die südlichen Geestgebiete mit im Mittel 35 - 40 m NN. Die höchste Erhebung im Gebiet ist der Windberg mit 73 m NN im Hümmling im Südwesten des Einzugsgebietes (Abb. 9).



Abb. 11: Blick vom Aussichtsturm Börgerwald auf das Mooregebiet „Esterweger Dose“.



Abb. 12: Typische Hebebrücke über einem Entwässerungskanal.



Abb. 13: Industrieller Torfabbau im Westermoor.

Boden und Bodennutzung

Das Bearbeitungsgebiet gehört mit Ausnahme der Sögeler und der Cloppenburger Geest im Süden ausschließlich zur maritimen Flachlandregion und weist eine klimatische Wasserbilanz mit einem hohen Wasserüberschuss von durchschnittlich 260 mm/a auf (Kap. 2.7). Dabei besitzen alle Sandböden ohne Grundwasser- oder Stauwassereinfluss meist noch einen für Ackerbau günstigen Wasserhaushalt, während Gleye, Pseudogleye und Marschen in diesem Klimaraum besonders stark vernässt sind und weitgehend als Grünland genutzt werden (MU 1987).

Prägende Böden im Gebiet sind Podsole, Gleye, Hochmoorböden und Tiefumbruchböden (Abb. 14).

Von den Geestböden haben Podsole den größten Flächenanteil im Gebiet. Es sind Böden mit zum Teil mächtigen Auswaschungshorizonten (gebleichten Ae-Horizonten) und Schichten fester Orterde oder Ortstein, in denen Eisenoxide eingewaschen wurden. Ortsnah entstanden fruchtbare Plaggenesche durch Plaggendüngung. Bei unterlagerndem Geschiebelehm oder Beckenton haben sich dagegen meist Pseudogley-Podsole, untergeordnet Pseudogley-Braunerden bzw. Pseudogleye, entwickelt. Diese Böden sind bei bindigem Oberboden mittlere Acker- und Grünlandstandorte.

In der Sögeler und Cloppenburger Geest treten die typische Vergesellschaftung der Böden und ihre enge Beziehung zu den verschiedenen Ablagerungen hervor. Auf den mehr oder weniger ebenen Hochflächen herrschen Brauner-

den aus Geschiebedecksand über Geschiebelehm vor.

Sie bestehen aus 5 - 9 dm mächtigen, schwach lehmigen bis schluffigen Sand über stark lehmigem Sand bis stark sandigem Lehm. Die Böden sind aufgrund der geringen Durchlässigkeit des Geschiebelehms meist pseudovergleyt und gehen in ebenen Lagen und flachen Senken häufig in Pseudogleye, bei geringmächtigen Flugsanddecken meist in Podsol-Pseudogleye über. Die ehemals starke Verarmung an Nährstoffen im Zuge der Podsolierung ist an den mit diesen Böden am meisten vergesellschafteten Podsol-Braunerden und Podsolen aus Schmelzwassersanden und Geschiebedecksande zu erkennen. Die sandigen, mehr oder weniger kiesigen sauren Böden weisen nur eine geringe nutzbare Feldkapazität auf und stellen auch nach Tiefumbruch, wie die hier ebenfalls weit verbreiteten Ranker aus Dünenanden, geringwertige Ackerstandorte dar und sind daher meist bewaldet (MU 1987).

Ausgedehnte und mehrere Meter mächtige Hochmoorgebiete wie das Vehnemoor und die Esterweger Dose sind in der Hunte-Leda-Moorniederung anzutreffen. Sie sind teilweise oder fast vollständig entwässert, kultiviert oder in industrieller Abtorfung. Niedermoore sind an Fluss- und Bachtälern sowie in Senken und Entwässerungsrinnen vorhanden. Die ehemals sehr weitflächige Ausdehnung der Hoch- und Niedermoore wird in dem Kartenausschnitt der Karte von Nordwestdeutschland von Leqoc 1805 im Vergleich zur Deutschen Topographischen Karte deutlich (Abb. 15).

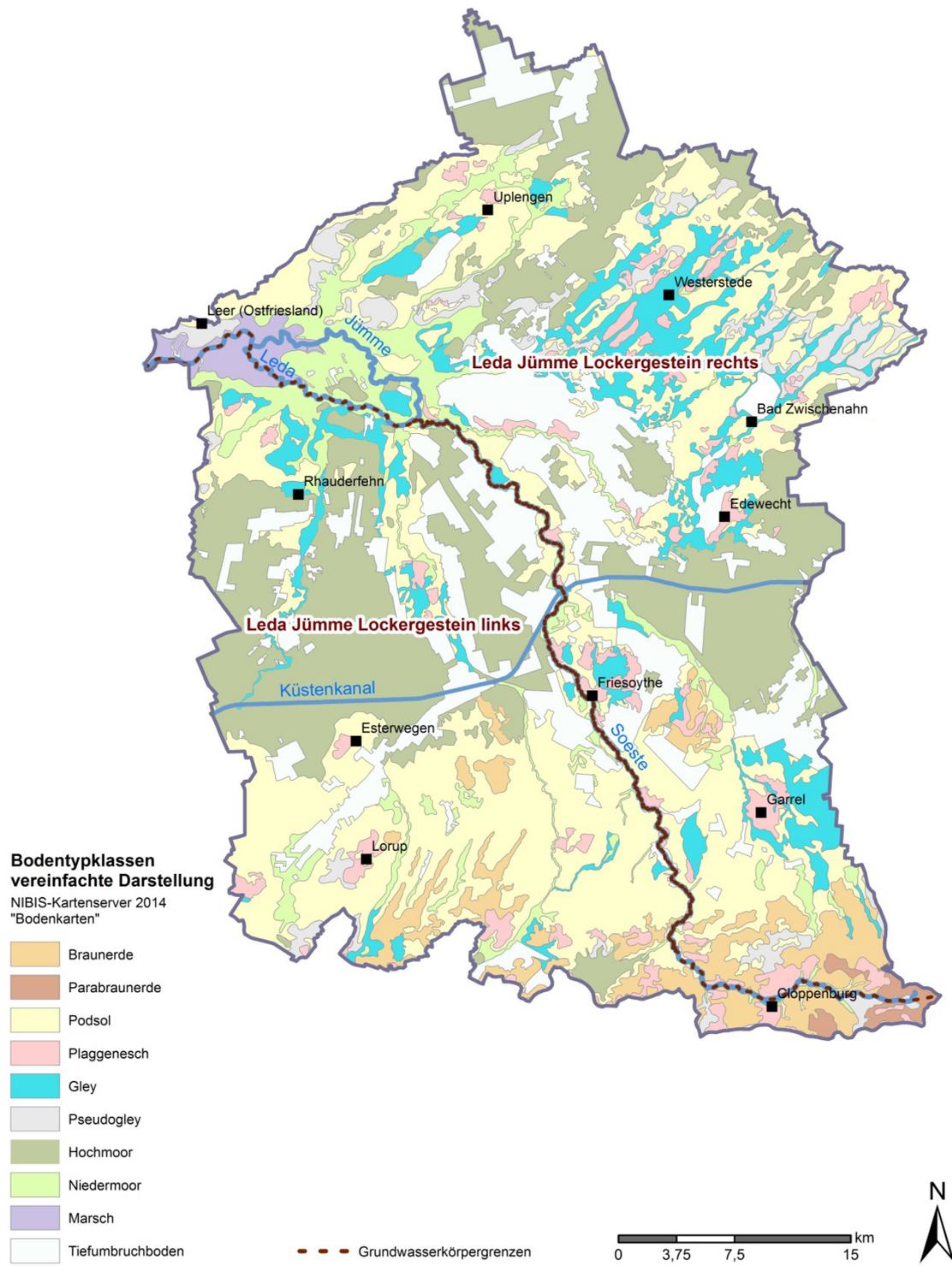


Abb. 14: Böden im Einzugsgebiet von Leda und Jümme.

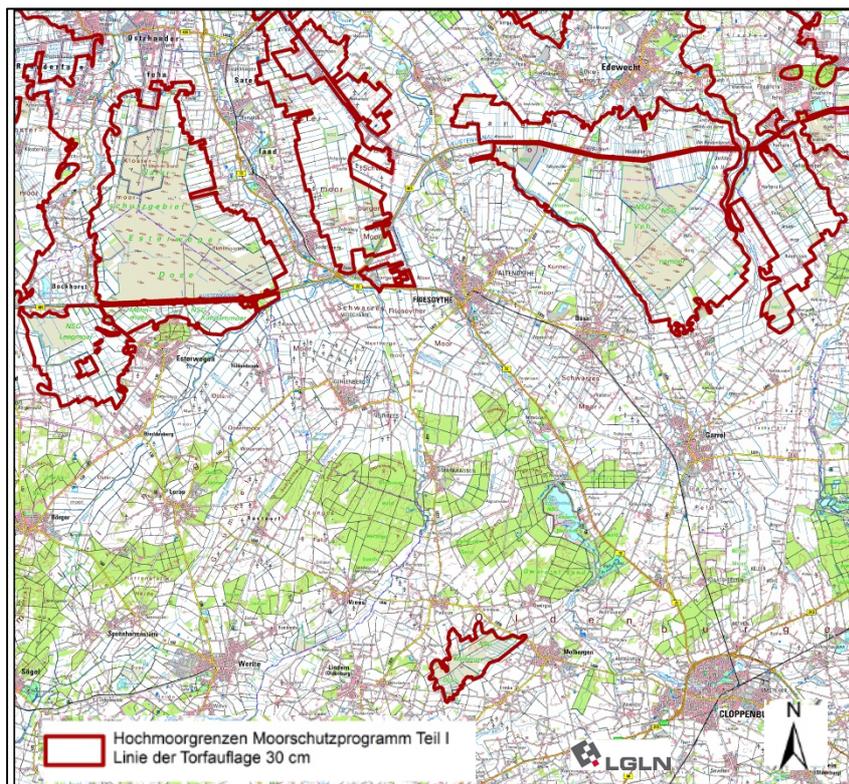
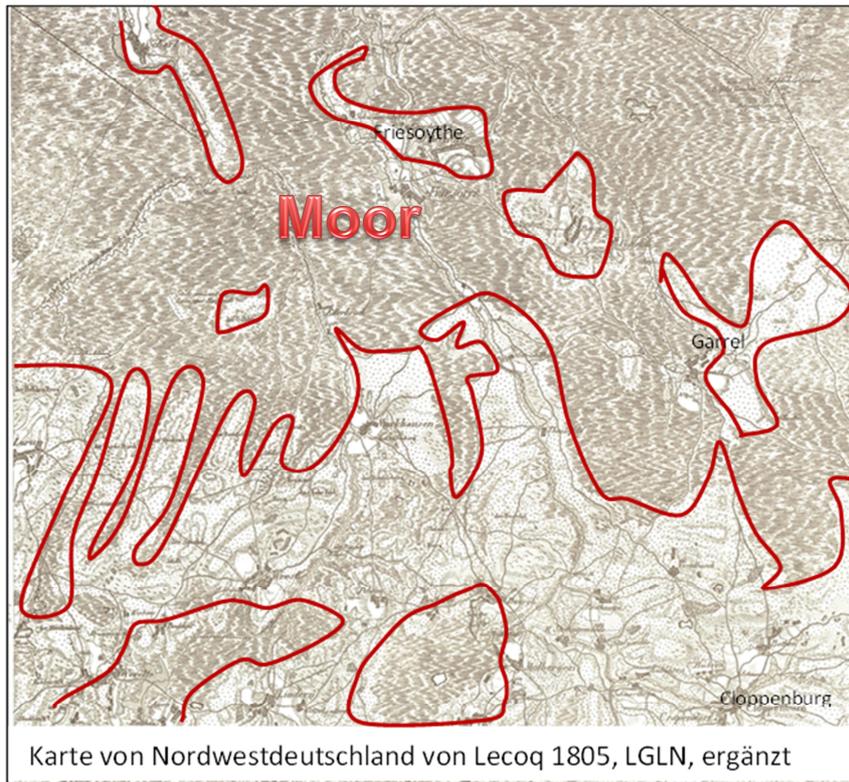


Abb. 15: Verringerung der Moorausdehnung seit 1805. Die obere Abbildung zeigt die Moorausdehnung im Raum Friesoythe um 1805. Die untere Abbildung weist die Hochmoorgrenzen des Moorschutzprogrammes I als Linie der Torfauflage von 30 cm aus.

Landwirtschaftlich geprägt sind 68 % der Gesamtfläche des Leda-Jümme-Gebietes, wobei 36 % ackerbaulich und 32 % als Grünland genutzt werden. Moore und Torfabbaugelände nehmen mit 7,8 % einen nicht unerheblichen Flächenumfang ein. 9,8 % des Gebietes sind bewaldet, wobei der Großteil der Forstflächen in der Sögeler und Cloppenburger Geest gele-

gen sind (Abb. 16). Baumschulflächen sind auf 1,8 % mit regionalem Schwerpunkt um Bad Zwischenahn (Ammerland) vertreten. Siedlungsflächen umfassen 9,8 % des Gebietes. Gewässer nehmen eine Fläche von 1,1 % ein. Daneben sind mit je 0,6 % Verkehrsflächen und Sonstiges zu benennen (Abb. 17).



Abb. 16: Blick vom Aussichtsturm Börgerwald auf die waldreiche Sögeler Geest.

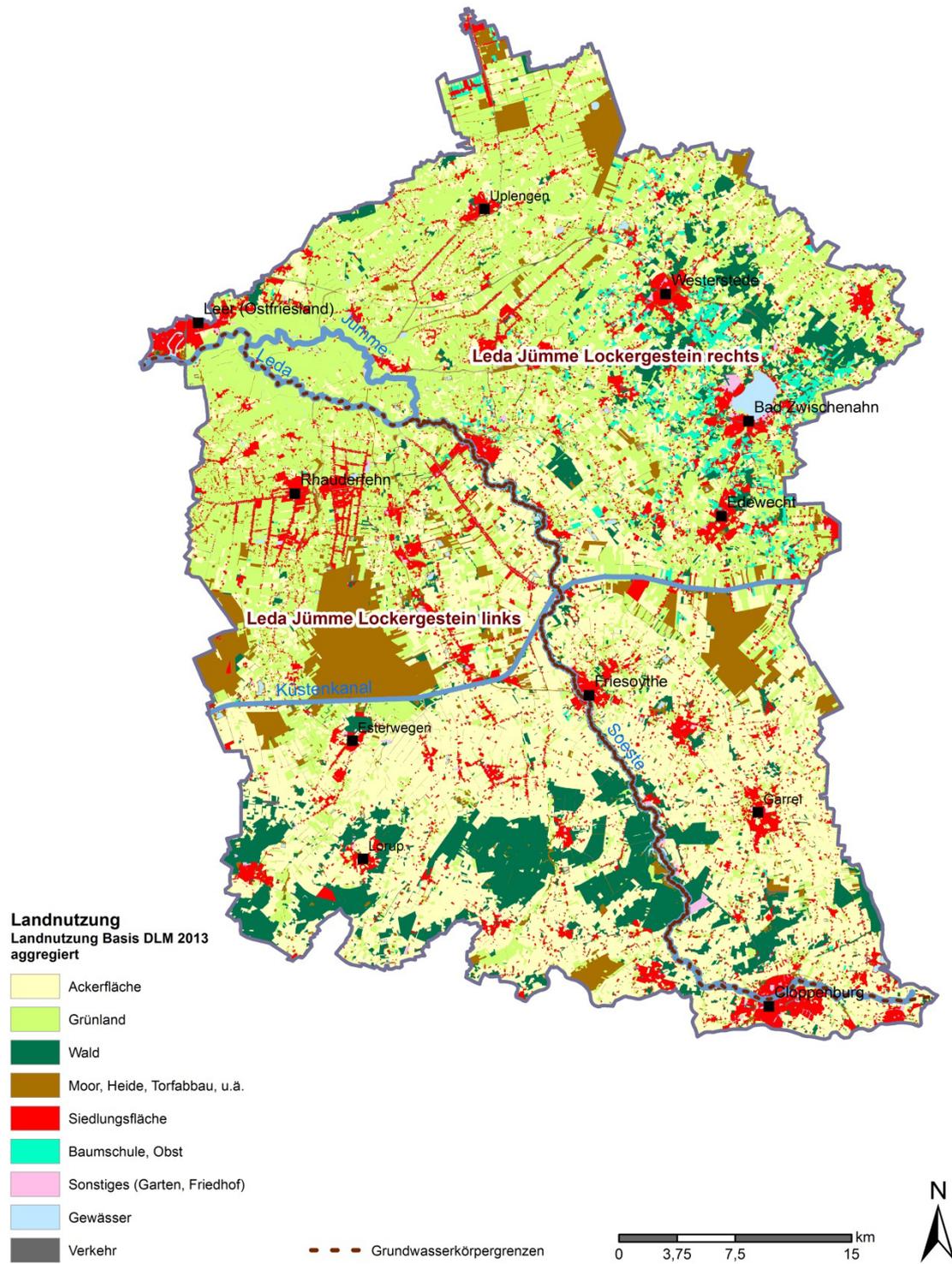


Abb. 17: Landnutzung innerhalb des Einzugsgebietes von Leda und Jümme.

2.4 Grundwasser

Als Grundwasser wird das unterirdische Wasser bezeichnet, das die Hohlräume des Untergrundes zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder beinahe ausschließlich durch die Schwerkraft oder selbst ausgelöste Reibungskräfte bestimmt wird (DIN 4049). 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 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). Die oben beschriebenen Grundwassertypen kommen im Einzugsgebiet der Leda-Jümme vor.

Die Nutzung von Grundwasservorkommen für die Trinkwasserversorgung erfolgt hauptsächlich in den Geestgebieten im Norden und Süden des Einzugsgebietes (Kap. 5).

2.5 Hydrogeologischer Überblick

Die Grundwassermenge, Gewinnbarkeit und die Grundwassergüte hängen unter anderem von Art und Zusammensetzung, räumlicher Verbreitung und Anordnung der mehr oder minder wasserleitenden Gesteinsschichten ab. Eine hohe Wasserdurchlässigkeit und ein großes nutzbares Porenvolumen besitzen im Allgemeinen die meist sandig ausgebildeten Fluss- und Schmelzwasserablagerungen vor allem der Saaleeiszeit. In zum Teil beträchtlicher Mächtigkeit und unterschiedlicher Tiefenlage sind sie nahezu flächenhaft in der Geest und den Niederungsgebieten des Flachlandes verbreitet und enthalten erhebliche nutzbare Grundwasservorkommen.

Das Einzugsgebiet Leda-Jümme gehört, wie fast das gesamte niedersächsische Flachland, hydrogeologisch zum Großraum Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016). Die Geestgebiete im Norden und Süden werden als glazia-

le Aufschüttungslandschaften zum Nord- und mitteldeutschem Mittelpleistozän gezählt. Regional werden dabei die Teilräume Sögeler und Cloppenburger Geest im Süden sowie die Oldenburgisch-Ostfriesische Geest im Nord des Einzugsgebietes (Abb. 18) abgrenzt. Die Sögeler Geest ist vorwiegend aus pleistozänen Sanden aufgebaut, die von schluffigen Feinsanden des Tertiär unterlagert sind. In den gut grundwasserleitenden Sanden ist ein bis zu 100 m mächtiger Aquifer ausgebildet. Der Lockergesteinsaquifer ist hoch durchlässig und weist keine Stockwerkseinteilung auf (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016).

In der Cloppenburger Geest befindet sich der hydrogeologisch bedeutsame Anteil der Grundwasservorkommen in den verbreiteten Lockergesteinen des Quartär, untergeordnet auch des Pliozäns. Die meist sandigen nahezu durchgängig verbreiteten Schmelzwasserablagerungen, sind hoch durchlässig und ergiebig.

Gering durchlässige Schichten überlagern weiträumig die Sandfolgen und führen teilweise zu einer hydraulischen Trennung in Grundwasserstockwerke. Sie haben eine bedeutende Schutzfunktion für das tiefere Grundwasser (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016).

Aufgrund der großen Mächtigkeit der sandigen hoch durchlässigen Aquifere sind die Brunnenreihen der Wasserwerke Surwold, Werlte, Thülsfelde und Großenkneten in der Sögeler- und Cloppener Geest angesiedelt.

Innerhalb der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest ist der Grundwasserleiter in tertiär- und quartärzeitlichen Lockergesteinen ausgebildet und weist teilweise eine Stockwerkstrennung auf. Die Grundwasservorkommen sind z. T. von großer Mächtigkeit und Ergiebigkeit. Die Mächtigkeit der für die Wassergewinnung bedeutsamen oberen pliozänen Sande schwankt zwischen 50 und 100 m. Die überlagernden quartären Ablagerungen bestehen hauptsächlich aus bis zu 60 m mächtigen Mittel- und Grobsanden. In den Erosionsrinnen innerhalb der pliozänen Sande wurden häufig elsterzeitliche tonreiche Schichten des Lauenburger-Ton-Komplexes in Mächtigkeiten über 50 m abgelagert. Zum Teil erfolgt eine hydraulische Trennung in Grundwasserstockwerke durch Schluff- und Tonlagen. Durch den gering durchlässigen Lauenburger Ton wird die Wassererschließung erschwert, jedoch ist der Grundwasserleiter dadurch auch gut geschützt (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016).

Die Hunte-Leda-Moorniederung (Abb. 18) ist Teil der Niederungen im nord- und mitteldeut-

schen Lockergesteinsgebiet. Diese Niederungen sind aus ehemaligen Urstromtälern und Entwässerungsrinnen entstanden, die in der Saale-Kaltzeit eingetieft und die Schmelzwässer der Weichsel-Vereisung abführten. Quartäre und tertiäre Sande und Kiese bilden innerhalb der Hunte-Leda-Moorniederung einen gebietsweise mehr als 100 m mächtigen Grundwasserleiter. Teilweise ist eine Untergliederung in mehrere Stockwerke ausgebildet. Im Südteil der Hunte-Leda-Moorniederung beträgt die Mächtigkeit des Aquifers ca. 50 bis 100 m, im Nordteil bis zu 100 bzw. teilweise über 150 m. Bei einer Nutzung für die Wasserversorgung sind aufgrund der erhöhten Gehalte an organischen Substanzen insbesondere in den Mooren aufwändige Aufbereitungsmaßnahmen notwendig (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016).

Die Ostfriesische Marsch (Abb. 18) als Teil der Nordseemarschen ist durch Küstensedimentation und Gezeitenablagerungen geprägt. Insbesondere im Bereich des Geestrandes treten Torflagen auf. Im tieferen Untergrund bilden in einer Mächtigkeit von 50 bis 150 m Grob- und Mittelsande des Pliozäns das untere Grundwasserstockwerk aus. Am Geestrand führen die tieferen Grundwasserstockwerke teilweise ergiebige Süßwasservorkommen, wobei die Grundwasserneubildung hauptsächlich in den benachbarten Geestgebieten erfolgt. Aufgrund der Deckschichten aus tonig-schluffigen Sedimenten ist das Grundwasser gut geschützt (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016).

2.6 Unterteilung des Gebietes nach der EG-WRRL

Die GWK bilden nach EG-WRRL die kleinste Bewirtschaftungseinheit im Grundwasser. Sie sind abgegrenzte Grundwasservolumen innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter, die anhand von hydraulischen Grenzen und hydrogeologischen Kriterien festgelegt wurden.

Die Ausweisung der GWK in Niedersachsen erfolgte durch den NLWKN und das Niedersächsische Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) nach Vorgabe des MU (NLFb et al. 2004).

Diese Einteilung diente vor allem der Sicherstellung einer systematischen Bearbeitung und einer übersichtlichen Verteilung der Bewirtschaftungsaufgaben. Aufgrund dieser Abgrenzung können in Niedersachsen derzeit insgesamt 123 GWK voneinander differenziert bewertet werden. Niedersachsen selbst ist dabei für 90 GWK federführend zuständig.

Das Leda-Jümme-Einzugsgebiet enthält die GWK Leda-Jümme Lockergestein links und Leda-Jümme Lockergestein rechts (Tab. 1).

Im Zuge der WRRL-Umsetzung haben die staatlichen geologischen Dienste zur weiteren Differenzierung der Bewirtschaftungsgebiete bundesweit ein hierarchisches System von hydrogeologischen Großräumen, Räumen und Teilräumen nach einem einheitlichen Verfahren entwickelt und beschrieben. Die Abgren-

zung der Teilräume erfolgte nach geologischen, hydrologischen und bodenkundlichen Kriterien. Die Teilraumbeschreibungen sind im Geobericht 3 des LBEG (LBEG 2010) veröffentlicht. Das Leda-Jümme-Einzugsgebiet erstreckt sich über fünf hydrogeologische Teilräume (Tab. 2 und Abb. 18).

Tab. 1: GWK im Einzugsgebiet Leda-Jümme (GWK-Identifikationsnummer (ID) sowie geologischer Zuordnung).

GWK	GWK ID-Nr.	Geologische Zuordnung
Leda-Jümme Lockergestein links	38_01	Lockergestein
Leda-Jümme Lockergestein rechts	38_02	Lockergestein

Tab. 2: Hydrogeologische Teilräume im Flusseinzugsgebiet der Leda und Jümme.

GWK	Teilraum Nr.	Hydrogeologischer Teilraum
Leda-Jümme Lockergestein links	01502	Sögeler Geest
Leda-Jümme Lockergestein links	01503	Cloppenburger Geest
Leda-Jümme Lockergestein links	01307	Hunte-Leda-Moorniederung
Leda-Jümme Lockergestein links	01208	Ostfriesische Marsch
Leda-Jümme Lockergestein rechts	01503	Cloppenburger Geest
Leda-Jümme Lockergestein rechts	01307	Hunte-Leda-Moorniederung
Leda-Jümme Lockergestein rechts	01208	Ostfriesische Marsch
Leda-Jümme Lockergestein rechts	01501	Oldenburgisch-Ostfriesische Geest



Abb. 18: Hydrogeologische Teilräume im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

2.7 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 Wassermengen gerechnet, die von Pflanzenwurzeln aufgenommen werden und 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 (MU 1987).

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. Sie ist keine flächenhaft messbare Größe, sondern wird mit Hilfe von Modellen berechnet. Von hervorzuhebender Bedeutung sind der Niederschlag, die Verdunstung und der Anteil des Oberflächenabflusses (MU 1987).

Insgesamt variiert die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet je nach naturräumlicher Lage

zwischen -120 und +560 mm/a (Abb. 19). 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 Leda-Jümme-Einzugsgebietes der Fall. Wenn die Verdunstung die Neubildung übersteigt, kann es zu einer Grundwasserzehrung (negative Grundwasserneubildung) kommen.

Grundwasserzehrgebiete sind in der Ostfriesischen Marsch an Leda und Jümme zu finden sowie in Mooren wie dem Stapeler Moor im Norden des Einzugsgebietes, dem Böseler Moor am Rande des Vehnemoores im Osten des Gebietes sowie im Westen in den Randbereichen des Westermoors /Klostermoors. In diesen Gebieten liegt die Verdunstung bis 200 mm/a höher als in Gebieten mit tiefen Grundwasserständen (MU 1987). Die Grundwasserneubildung auf den Geestflächen ist in den sandigen und kiesigen Gebieten relativ hoch und beträgt im Durchschnitt 200 bis 300 mm/a. Unter Geschiebemergel und unter Lössbedeckung ist sie geringer und beträgt ca. 50 bis 150 mm/a, selten weniger. Die Grundwasserneubildung innerhalb des Leda-Jümmegebietes beträgt durchschnittlich 157 mm/a (Tab. 3).

Tab. 3: Grundwasserneubildung innerhalb der GWK Leda-Jümme Lockergestein rechts und links (Quelle: berechnet aus FZ Jülich, Grundwasserneubildung nach GROWA 2014, ermittelt im Projekt „AGRUM-Niedersachsen“).

GWK	Grundwasserneubildung		
	Fläche [km ²]	[m ³ /a]	[mm/a]
Leda-Jümme Lockergestein rechts	1.243,7	182.341.700	147
Leda-Jümme Lockergestein links	917,9	151.304.500	165
Gesamtsumme	2.131,6	333.646.200	157

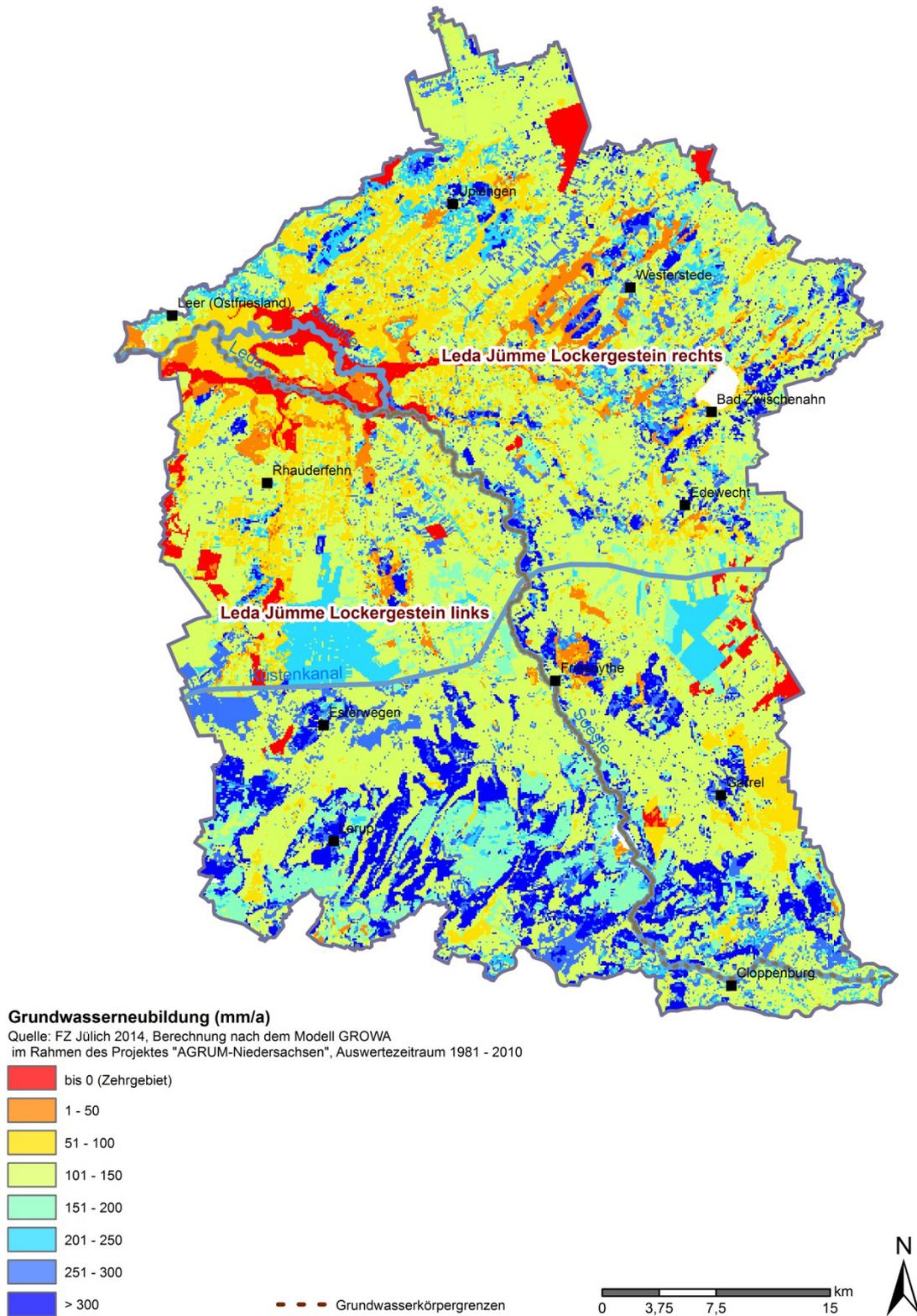


Abb. 19: Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

2.8 Grundwasserversalzung

Bei den vorherrschenden klimatischen Bedingungen und hydrogeologischen Voraussetzungen in Niedersachsen ist die Erschließung größerer Grundwassermengen zu Nutzungszwecken für die GWK insgesamt gesehen unproblematisch. Schwieriger ist es, Grundwasser in der geforderten Qualität als Trinkwasser oder Brauchwasser bereit zu stellen. Die Grundwasserversalzung ist ein Faktor, der die Nutzung vorhandener Grundwasservorräte einschränken oder gar ausschließen kann. Ein Wasser wird als versalzt bezeichnet, wenn der Chloridgehalt 250 mg/l übersteigt, was in etwa der menschlichen Geschmacksgrenze entspricht (MU 1987). In der TrinkwV 2001 wird der Grenzwert von 250 mg/l Chlorid im Trinkwasser auch mit der korrosiven Wirkung chloridhaltiger Wässer in den Rohrleitungen begründet.

Im Einzugsgebiet der Leda und der Jümme können Chloridanreicherungen im Grundwasser geogen bedingt sein durch:

- 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
- Meerwasserintrusion in küstennahen Gebieten (z. B. bei Absenkung der Grundwasserstände).

Im Leda-Jümme-Einzugsgebiet sind vollversalzte Bereiche nicht bekannt (MU 1987). Teilversalzungen kommen insbesondere in der Ostfriesischen Marsch vor, kleinräumig auch in der Hunte-Leda-Moorniederung sowie bei Edeweicht und Bad Zwischenahn (Oldenbur-

gisch-Ostfriesische Geest). Vorkommen von Versalzungsstrukturen (Salzkissen, Salzintrusionen, Salzstöcke) und Regionen mit Versalzungen des unteren Teils des Grundwasserleiters sind in Abb. 20 dargestellt.

Dringen die Salzstöcke bis in Grundwasserführende Schichten auf, kann dies zu Auslaugungen und einer Versalzung der unteren Schichten des Grundwasserleiters führen.

Der Salzstock von Bad Zwischenahn wird beispielsweise nur von einer ca. 300 m dicken Schicht aus Lockergesteinen des Tertiär und Quartärs überdeckt (Michaelson 2011). Hier kommt es zum Aufstieg versalzter Tiefengrundwässer. Auch die Entstehung des Zwischenahner Meeres beruht auf Auslaugung der obersten Salzsichten und Einbrechen der Deckmaterialien, sodass hier von einem Erdfallsee gesprochen werden kann.

Als eine anthropogene Ursache erhöhter Chloridgehalte im Grundwasser kann die Verwendung von Kalidüngern genannt werden. Kalidünger enthalten Kaliumchlorid und meist als Nebenbestandteil Natriumchlorid (Kölle 2010). Kölle konnte eine Korrelation zwischen Chloridgehalten von Grundwasser und dem Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Wasserschutzgebieten herstellen.

Bei Messstellen in direkter Straßennähe können erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser durch Streusalz verursacht worden sein.

Als eine weitere mögliche Ursache erhöhter Chloridgehalte im Grundwasser ist die Uferfiltration aus versalztem Flusswasser zu nennen.

Die Untersuchungsergebnisse zur Grundwasserbeschaffenheit anhand des Leitparameters Chlorid werden im Kapitel 8.6 vorgestellt.

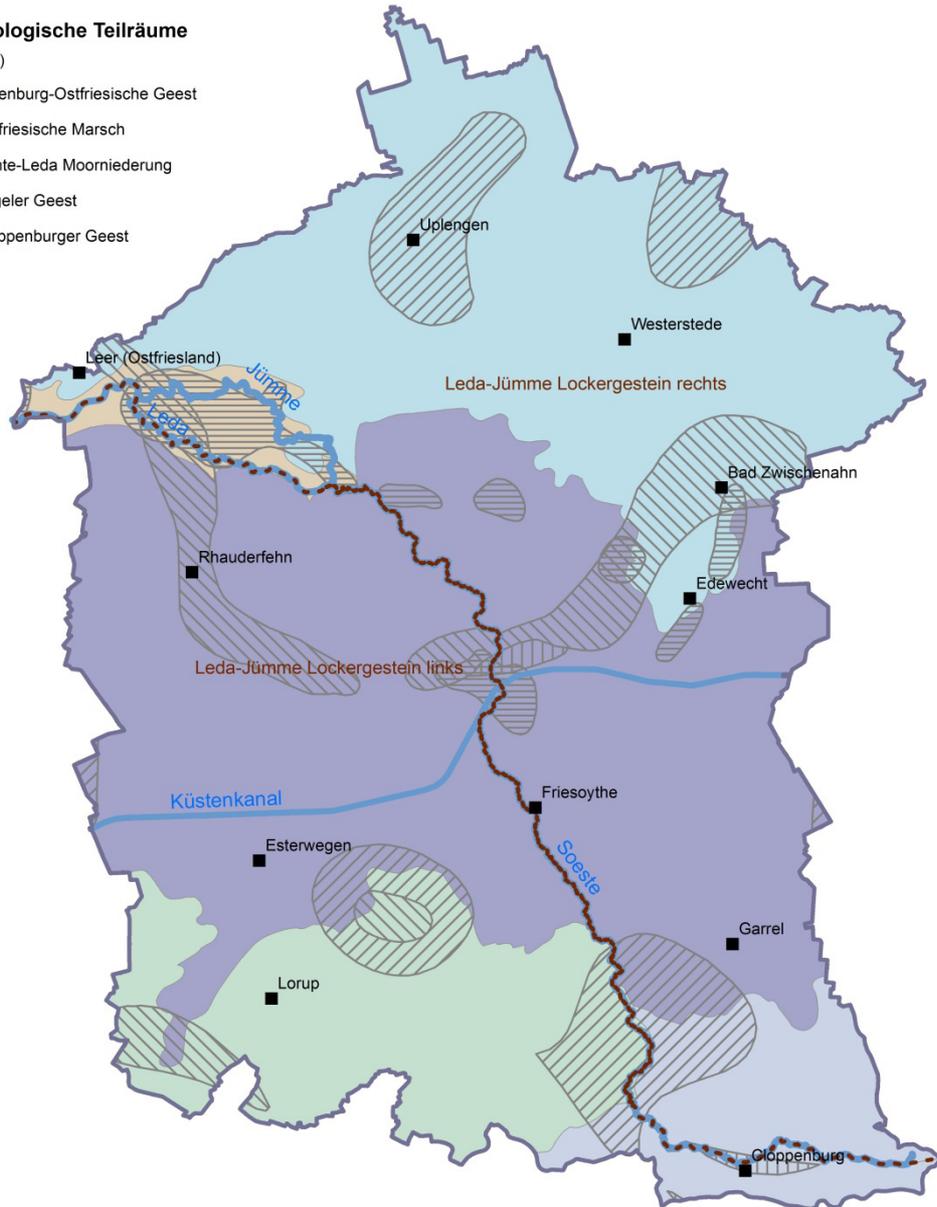
Kurzinformation: Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

- Die Größe des Leda-Jümme Einzugsgebietes beträgt 2.173 km².
- Im gesamten Einzugsgebiet stehen Lockergesteine an.
- Die Trinkwasserversorgung erfolgt zu 100 % aus dem Grundwasser.
- Die Brunnenreihen der WVU liegen größtenteils in den Geestgebieten.
- Die Grundwasserneubildung variiert im Einzugsgebiet zwischen einer Grundwasserzehrung von -120 mm und einer Grundwasserneubildung von +560 mm im Jahr.
- Eine Versalzung des unteren Grundwasserleiters tritt regional insbesondere durch aufsteigende Tiefenwasser auf.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Versalzungsstrukturen

- Salzintrusion
 - Salzkissen
 - Salzstock
- NIBIS-Kartenserver (2014), Salzstrukturen Norddeutschlands, BGR
- Unterer Teil des Grundwasserleiters versalzt (> 250 mg/l Chlorid)
- NIBIS-Kartenserver (2014), Versalzung des Grundwassers, LBEG

--- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 20: Versalzung und Versalzungsstrukturen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

3 Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Zur Abschätzung der möglichen Gefährdung des Grundwassers durch die Landwirtschaft sind Faktoren wie Flächennutzung und Viehdichte von großer Bedeutung. So muss bei Kulturen wie Mais, Kartoffeln oder Raps nach der Ernte mit hohen Gehalten an mineralischen Stickstoff (Herbst Nmin) im Boden gerechnet werden, weshalb die Gefahr eines Nitrataustrages hier deutlich erhöht ist. Im Gemüsebau bleiben teilweise sehr hohe Stickstoffgehalte auf den Anbauflächen über Ernterückstände zurück und führen so zu hohen Überschüssen im Boden (NLWKN 2012 a).

Änderungen in der landwirtschaftlichen Ausrichtung, wie ein verstärkter Maisanbau zu Lasten des Dauergrünlandes, können zu erhöhter Mineralisation und damit verbunden zu Nitratausträgen in das Grundwasser führen.

Der verstärkte Anbau von Mais im Rahmen der Biogaserzeugung (Kapitel 3.2) verschärft die Stickstoff-Problematik zunehmend. Mais ist bezüglich der Bodengüte sehr anspruchslos, ist selbstverträglich und gegenüber stark überhöhter Düngung unempfindlich.

Hohe Viehdichten sind mit einem erhöhten Aufkommen von Wirtschaftsdüngern (Gülle, Stallmist, Geflügelkot usw.) verbunden. Hierdurch kann es, wenn nicht pflanzenbedarfsgerecht gedüngt wird, zu deutlichen Nährstoffüberschüssen im Boden kommen. Letztlich kann dies zu Nährstoffausträgen in das Grundwasser führen (NLWKN 2012 a). Als problematisch anzusehen ist auch, dass zurzeit bei der in der Düngeverordnung festge-

setzten Obergrenze von 170 kg Gesamtstickstoff je Hektar und Jahr für die Ausbringung von Wirtschaftsdünger nur Stickstoff aus tierischen Quellen, also keine Gärreste aus pflanzlichen Substraten, berücksichtigt werden müssen. In der anstehenden Novellierung des Düngegesetzes und der Düngeverordnung sind dazu Anpassungen geplant.

Daneben kommt es auch zu Stickstoffeinträgen aus der Atmosphäre. Mit dem Niederschlag gelangen Ammoniak-Emissionen aus Stallabluft und über die Wirtschaftsdüngerausbringung auf den Boden und können als Nitrat in das Grundwasser verlagert werden (NLWKN 2012 a).

Innerhalb des Einzugsgebiet Leda-Jümme weist das Ammerland eine hohe Konzentration an gartenbaulichen Betrieben, insbesondere Baumschulen, auf. Baumschulen zeichnen sich durch eine mittlere Düngungsintensität aus. Die Belastungen können je nach Betriebsausrichtung sehr unterschiedlich sein. Kennzeichnend für Baumschulen ist der häufig hohe Beregnungsbedarf.

Neben Nitrat kann auch der Parameter Kalium als Hinweis auf die landwirtschaftliche Düngepraxis 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 Adsorption (NLWKN 2012 a). Kaliumkonzentrationen über 3 mg/l im Grundwasser können auf einen Nutzungseinfluss hinweisen (Tab. 4).

Tab. 4: Belastungsklassen für Nitrat und Kalium (LANU 2003).

Nitrat [mg/l]	Kalium [mg/l]	Bewertung/Belastungsklassen
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
> 50	> 12	Konzentration ist anthropogen sehr stark erhöht

Schwermetallkontaminationen des Bodens und damit verbundene Belastungen des Grundwassers können ebenfalls durch die landwirtschaftliche Düngungspraxis hervorgerufen werden. So finden sich teilweise in Mineraldünger erhöhte Gehalte an Cadmium oder Chrom. Je nach Herkunft weisen beispielsweise Rohphosphate unterschiedliche Gehalte an Cadmium auf.

Durch die Düngemittelverordnung ist das Inverkehrbringen von Rohphosphaten mit Cadmium-Gehalten von über 60 mg/kg P₂O₅ begrenzt.

Wirtschaftsdünger, insbesondere Schweinegülle, können erhöhte Zink- und Kupfergehalte aufweisen. Die für die Tierernährung essentiellen Spurenelemente werden als mineralische Zuschlagstoffe den Futtermitteln zu gemischt, wobei ein Großteil wieder ausgeschieden wird. Klärschlamm und Komposte enthalten vielfach erhöhte Schwermetallgehalte wie Quecksilber und Kupfer.

Ebenfalls über Wirtschaftsdünger werden die von den behandelten Tieren ausgeschiedenen Tierarzneimittel auf den Boden aufgebracht und können über das Sickerwasser ins

Grundwasser verlagert werden. Nach einer Studie des Umweltbundesamtes (UBA) konnten in einzelnen Grundwassermessstellen Befunde festgestellt werden. So auch in einer Messstelle innerhalb des Bearbeitungsgebietes (Messstelle Bösel I). Hier sind sowohl Human- als auch Tierarzneimittel nachgewiesen worden (NLWKN 2016).

Pflanzenschutzmittel (PSM) kommen im natürlichen System nicht vor und werden immer anthropogen auf die Böden aufgebracht. Über das Sickerwasser erreichen sie das Grundwasser und führen zu unerwünschten Belastungen. Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel liegt nach der TrinkwV 2001 für jeden Einzelstoff bei 0,1 µg/l (in der Summe 0,5 µg/l). 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 (Kap. 8.11).

Auch die Grundwassermenge unterliegt dem Einfluss der Landwirtschaft. Zunahmen von Beregnungstätigkeiten zur Ertragsabsicherung, Meliorationsmaßnahmen, Begradigungen von Oberflächengewässer usw. können zur Beeinflussung der Grundwasserressourcen führen.

3.1 Landwirtschaftliche Strukturen

Das Einzugsgebiet Leda-Jümme ist 2.173 km² (217.300 ha) groß. Der Anteil der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Netto-Feldblockfläche) beträgt mit 137.400 ha rund 63 %. Die landwirtschaftlichen Betriebe bewirtschaften durchschnittlich 47 ha. Der Viehbesatz liegt mit 1,98 Großvieheinheiten (GV) pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche deutlich über dem Landesdurchschnitt Niedersachsens von 1,12 GV

Anbau

Das Flusseinzugsgebiet Leda-Jümme weist sehr große Unterschiede in der landwirtschaftlichen Flächennutzung auf. Diese Heterogenität ist bedingt durch regional sehr unterschiedliche Grundwasserstände und Bodentypen (Abb. 14). In den Geestbereichen betragen die Grundwasserflurabstände bis zu 15 m, in den

pro ha LF (LSKN 2012). In den südlichen Geestgebieten ist die Veredelung die vorherrschende betriebliche Ausrichtung. Der nördliche Teil des Einzugsgebietes ist durch Futterbau geprägt.

Das Kerngebiet des Ammerlandes wird durch Gartenbaubetriebe (Schwerpunkt Baumschulen) dominiert (Abb. 22).

Niederungsbereichen der Moorgebiete und Marschen dagegen oft weniger als 1 m. Der Geestbereich ist sehr sandig geprägt mit einhergehend geringer Ertragsleistung der Böden, die teilweise sehr niedrige Bodenzahlen um 20 aufweisen.

Die landwirtschaftlichen Anbauverhältnisse sind auf Datenbasis der Feldblockdaten 2011 (InVeKos-Daten 2011, SLA) ausgewertet worden. Die Flächendaten werden dabei auf Ebene des Flusseinzugsgebietes Leda-Jümme zusammengefasst dargestellt (Abb. 21) bzw. auf Teilraum-Ebene regional differenziert betrachtet (Abb. 23).

Im Einzugsgebiet Leda-Jümme nehmen Grünland und Mais mit je 40 % den größten Anteil der landwirtschaftlichen Kulturen ein. 35 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche werden dabei als reines Dauergrünland bewirtschaftet. Als Getreide ist Wintergetreide mit 13 % vorherrschend. Sonderkulturen wie Baumschulwaren stehen auf ca. 1.800 ha (1 %).

Die unterschiedlichen Bodenverhältnisse in den Teilräumen spiegeln sich in den Anbauverhältnissen wider (Abb. 23).

In der Sögeler und Cloppenburger Geest nimmt der Maisanbau mit über 40 % eine dominierende Rolle ein, wobei rund 2/3 als Silomais angebaut wird. Ebenfalls stark vertreten ist der Wintergetreideanbau. Der Anteil von 5 % Gartengewächsen (Gemüse, Erdbeeren u.a.) findet sich hauptsächlich auf den frucht-

baren Parabraunerden im südlichen Bereich der Cloppenburger Geest (Abb. 24). Die Hunte-Leda Moorniederung weist mit fast 48 % den höchsten Maisanteil im Leda-Jümme-Gebiet auf, wobei auch hier ein deutlicher Schwerpunkt auf dem Anbau von Silomais liegt. Zu berücksichtigen ist dabei, dass die innerhalb der Hunte-Leda-Moorniederung liegenden Gemeinden Friesoythe und Barßel eine sehr hohe Dichte an NawaRo-Biogasanlagen aufweisen (Kapitel 3.2). Neben Mais ist der Grünlandanteil von 36 % (Dauergrünland, Feldgras) bedeutsam und auf die große Verbreitung nicht ackerfähiger Niederungsflächen zurückzuführen. In der durch grundwasserabhängige Böden dominierten Oldenburg-Ostfriesischen Geest ist das Grünland die bestimmende Kultur (62 %). Silomais nimmt mit 24 % noch einen bedeutsamen Anteil an. Getreide spielt eine untergeordnete Rolle. Einen Anteil von 4 % nehmen Baumschulflächen ein. Etwa 80 % der in Deutschland produzierten Rhododendren und Freilandazaleen stammen aus dieser Region (Seipp 2011). Die humosen Sandböden sind für Baumschulkulturen gut geeignet. In der Ostfriesischen Marsch ist der Dauergrünlandanteil mit 88 % dominierend (Abb. 25). Mit einem Anteil von 7% wird neben Gras auch Silomais als Futterpflanze genutzt.

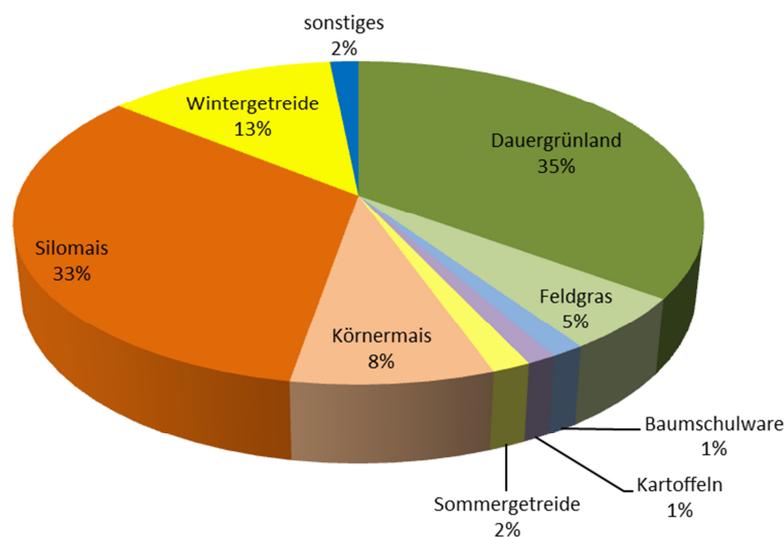


Abb. 21: Anbauverhältnisse innerhalb des Einzugsgebietes Leda-Jümme in Prozent der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) (InVeKos-Daten 2011).

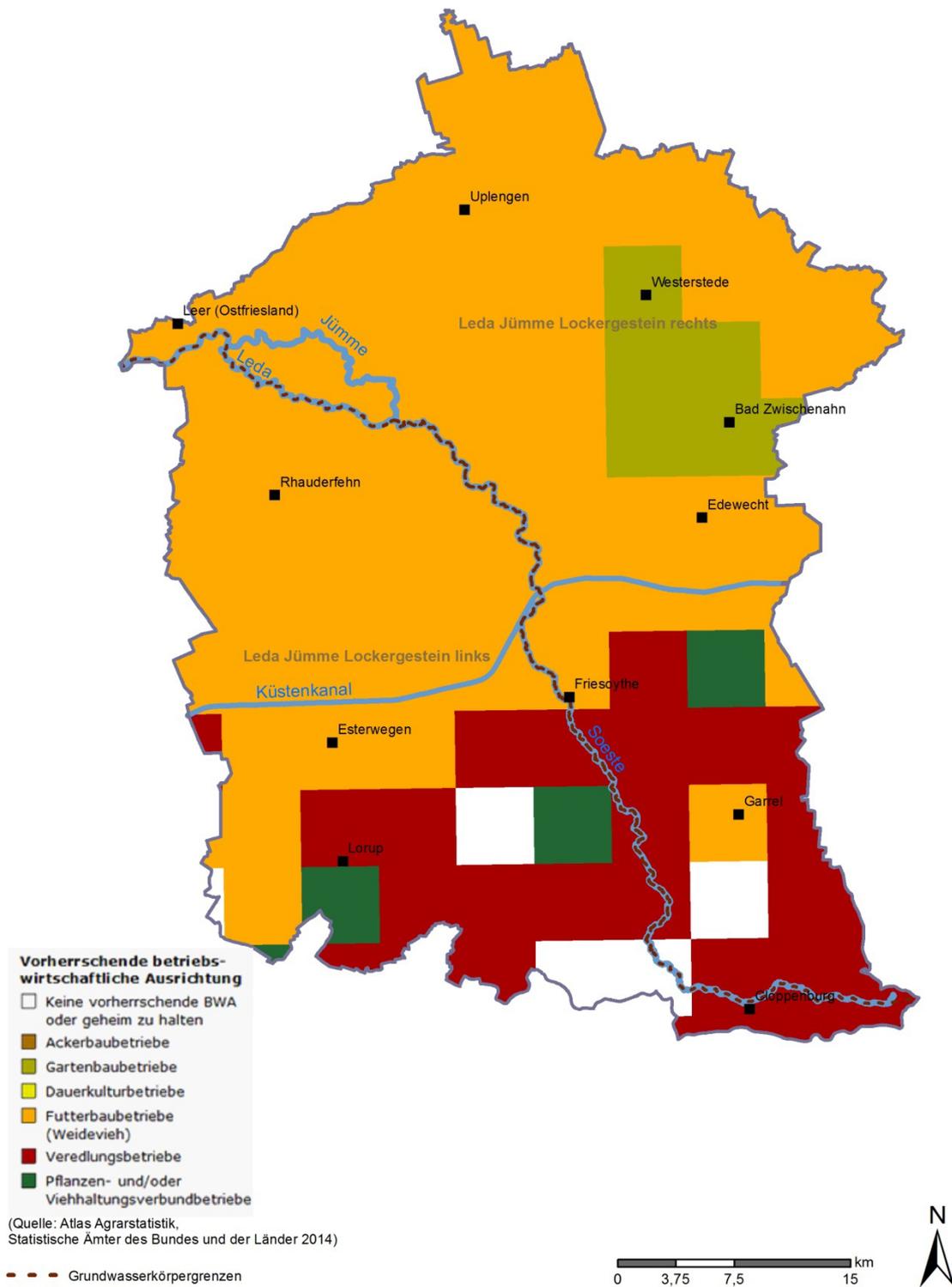


Abb. 22: Betriebswirtschaftliche Ausrichtung (BWA) landwirtschaftlicher Betriebe im Leda-Jümme-Einzugsgebiet.

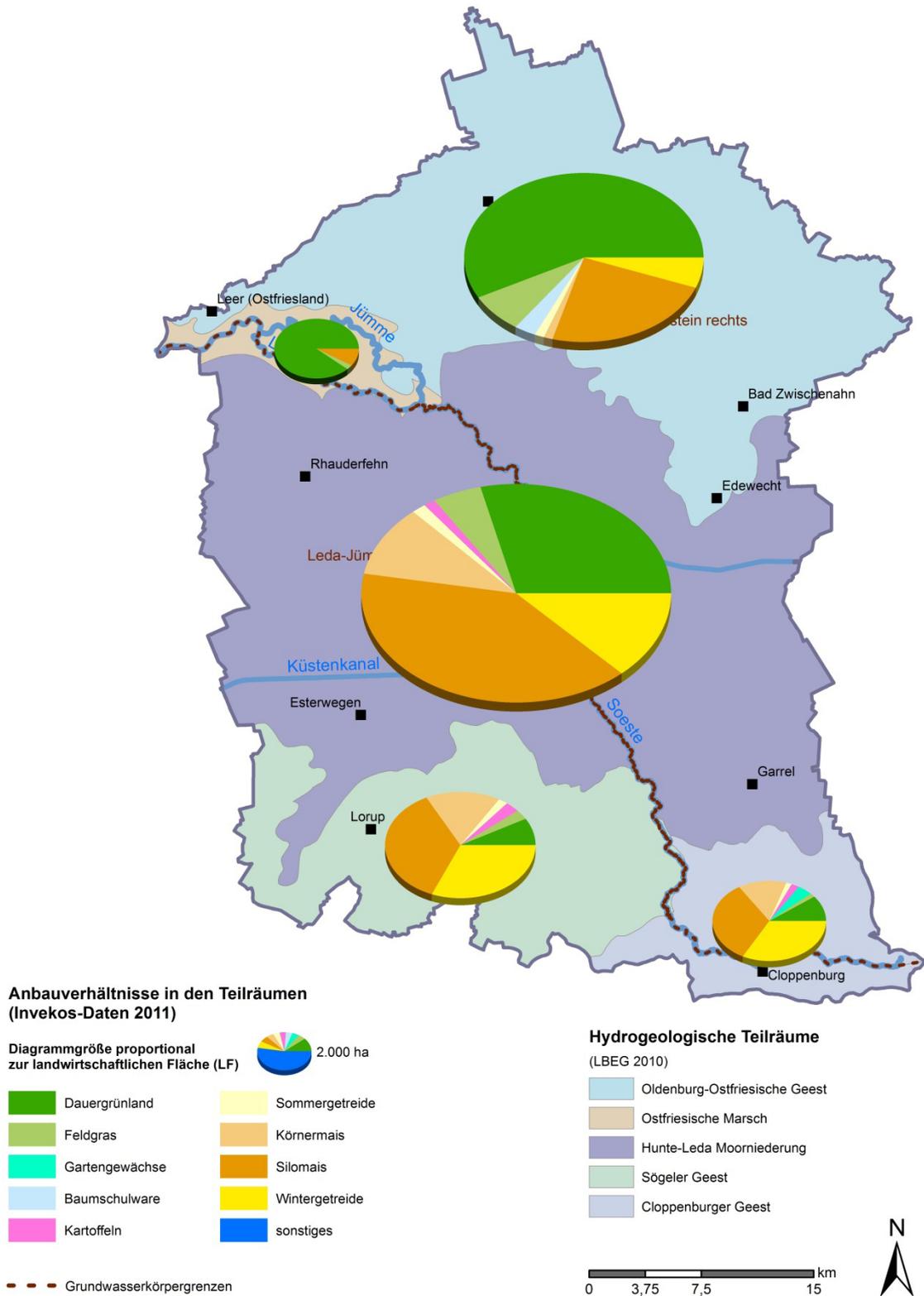


Abb. 23: Anbauverhältnisse landwirtschaftlicher Kulturen im Einzugsgebietes Leda-Jümme.



Abb. 24: Typische Gemüse- und Erdbeeranbauflächen in der Cloppenburg Geest.



Abb. 25: Die Ostfriesische Marsch ist durch einen hohen Anteil an Dauergrünland geprägt.

Tierhaltung

Die Milchviehhaltung dominiert in der durch Grünland geprägten Ostfriesischen Geest und insbesondere in der Ostfriesischen Marsch (Abb. 26). In den Geestbereichen im Süden des Leda-Jümme-Einzugsgebietes ist die Schweinehaltung ein prägender landwirtschaftlicher Produktionszweig (Abb. 27).

Der Viehbesatz beträgt innerhalb des Leda-Jümme-Gebietes 1,98 Großvieheinheiten (GV) pro ha landwirtschaftlicher Nutzfläche (GV/ha LF). Für die Berechnung wurden Gemeindeda-

ten der Agrarstrukturerhebung 2010 (LSKN 2012) herangezogen. Innerhalb des Gebietes sind große regionale Unterschiede festzustellen. Der Viehbesatz variiert zwischen 1,04 GV/ha in der Gemeinde Bad Zwischenahn (Landkreis Ammerland) und 3,36 GV/ha in Emstek (LK Cloppenburg) (Abb. 28).

Die regionale Verteilung der Rinder- und Schweinehaltung kann den Abb. 29 und Abb. 30 entnommen werden.



Abb. 26: Milchwirtschaft in der Ostfriesischen Marsch.



Abb. 27: Hohe Stalldichte (Veredelung) in der Cloppenburg Geest.

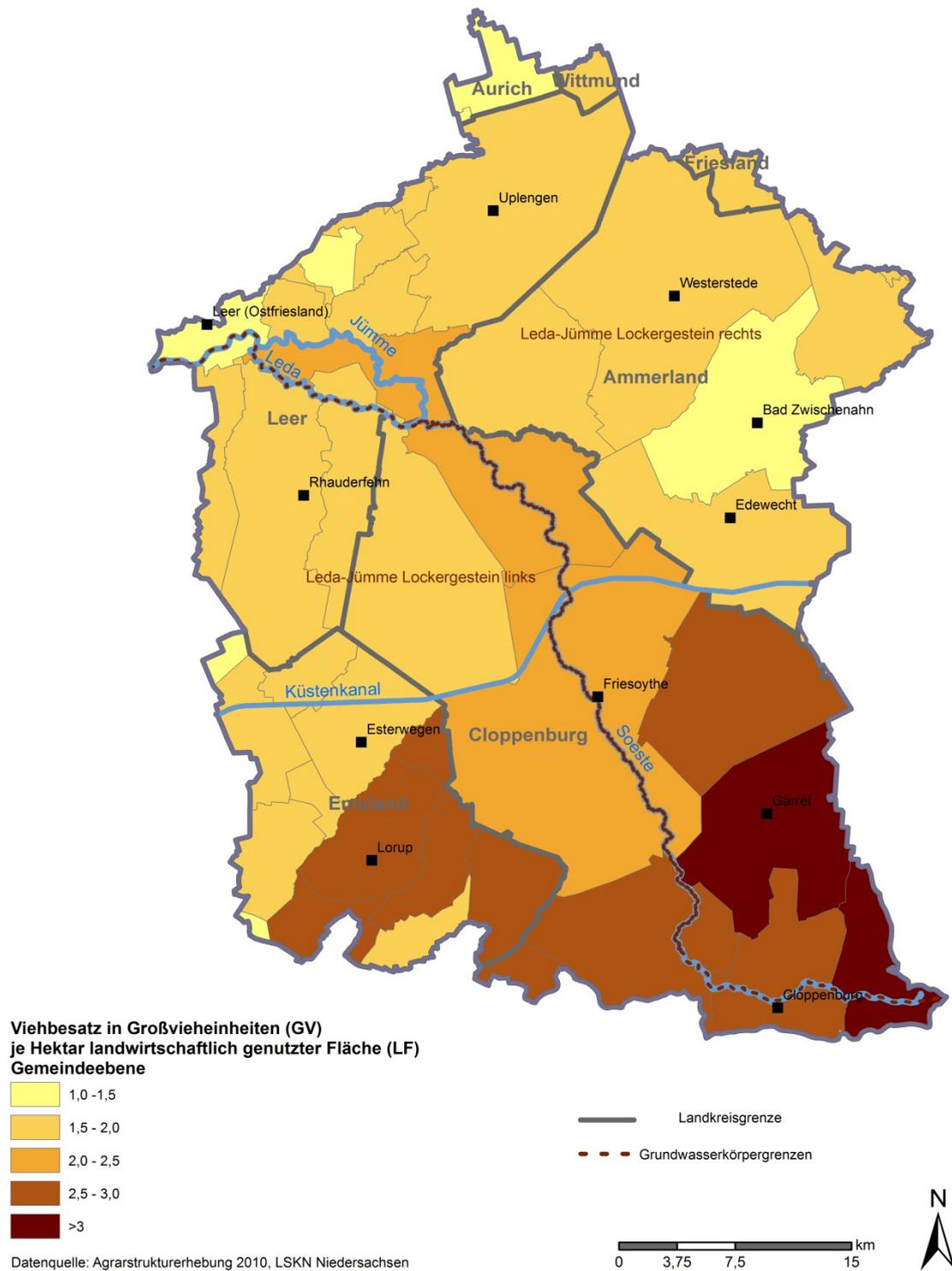


Abb. 28: Viehbesatz auf Gemeindeebene innerhalb des Leda-Jümme-Einzugsgebietes.

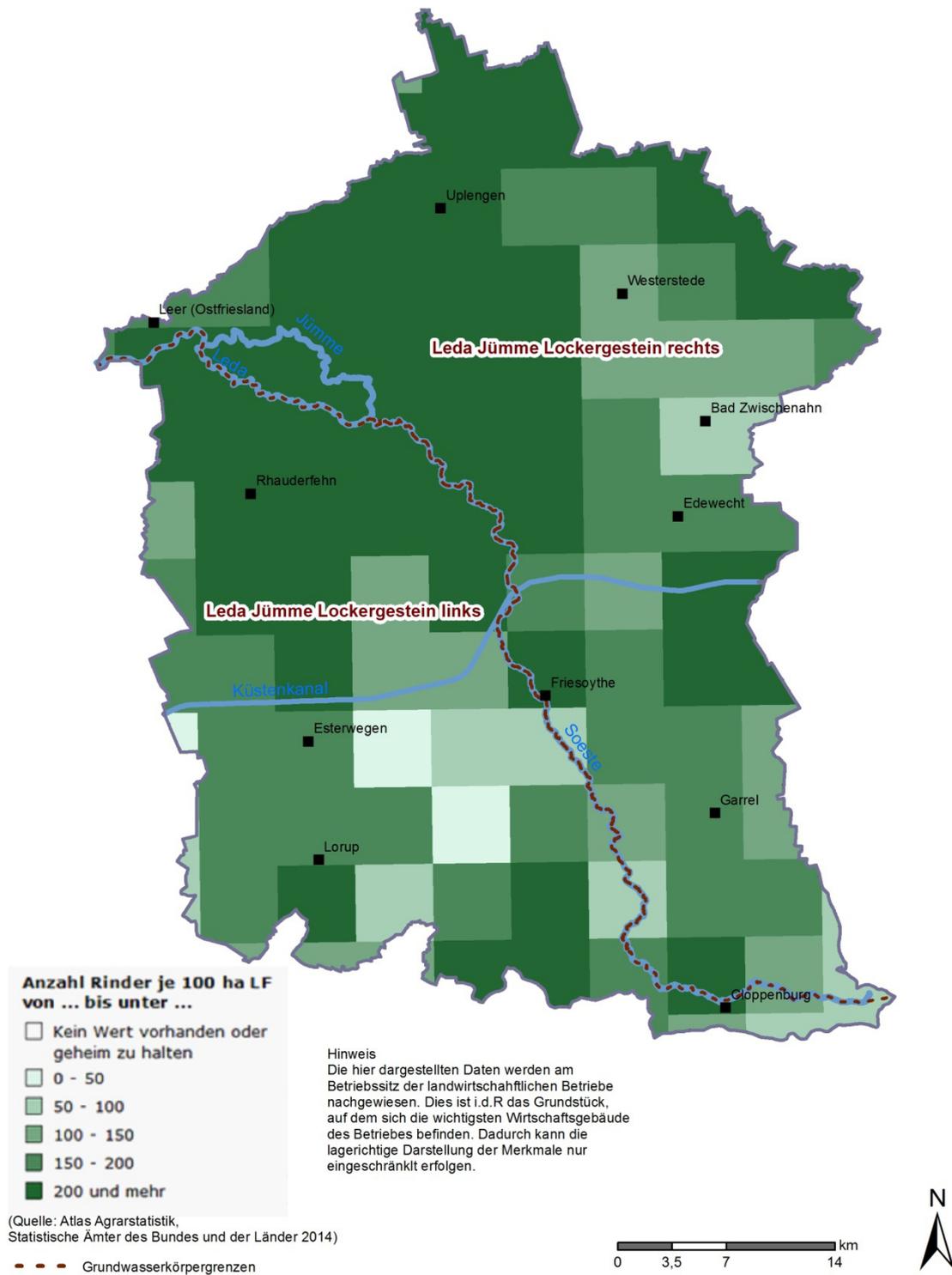


Abb. 29: Rinderhaltung im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

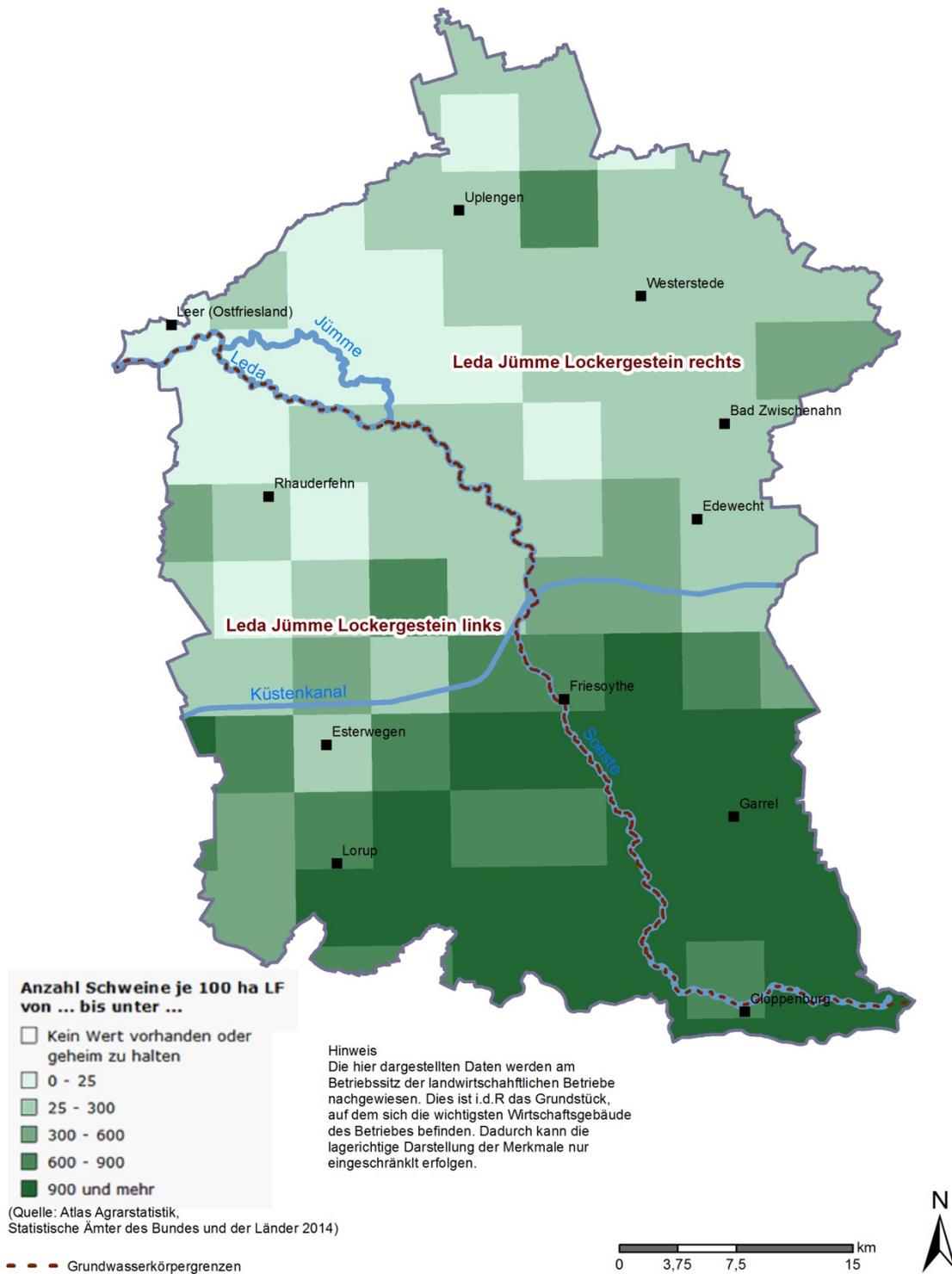


Abb. 30: Schweinehaltung im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

3.2 Biogas und Flächennutzung

Ein energiepolitisches Ziel Deutschlands ist es, im Jahre 2050 ca. 80 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken (BMWi 2014). Das seit dem Jahr 2000 bestehende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll eine entsprechende Entwicklung vorantreiben. Die EEG-Novelle 2004 (NawaRo-Bonus) und die EEG-Neuregelung von 2009 führten zu einem starken Anstieg der Anlagendichte. Die zusätzlichen Vergütungsansprüche für den Einsatz von Gülle („Gülle-Bonus“) und für die Wärmenutzung machte die Biogaserzeugung zu einem wichtigen Standbein der landwirtschaftlichen Produktion. Durch den Landschaftspflegebonus wurde der Einsatz von Landschaftspflegematerial und -gras (z.B. Schnittgut von Streuobstwiesen) vergütet. In Niedersachsen hat sich im Zeitraum von 2001 bis 2013 die Zahl der Biogasanlagen von 148 auf 1.546 mehr als verzehnfacht (Abb. 31).

Die Politik reagierte mit dem EEG 2012 auf die zunehmend kritische Diskussion um die Bio-

gaserzeugung als Konkurrenz zur Lebens- und Futtermittelproduktion. Die NawaRo-, Gülle- und Landschaftspflegeboni wurden durch die Einsatzstoffvergütungsklassen I und II der Biomasseverordnung ersetzt. Die Vergütung des erzeugten Stroms war abhängig von den nach Einsatzstoffvergütungsklassen eingesetzten Stoffen. Mais, Grünroggen und Gras waren der Vergütungsklasse I zugeordnet. Gülle, Mist, Landschaftspflegematerial gehörten zur höher vergüteten Einsatzstoffklasse II. Der Gesamt-Anteil an Maissilage, Getreidekorn, Corncobmix (CCM) und Lieschkolbensilage (LKS) wurde auf 60 Masseprozent in einer Biogasanlage begrenzt. Das am 01.08.2014 in Kraft getretene EEG 2014 hat unter anderem die Steuerung des Anlagenzubaus zum Ziel (3N Kompetenzzentrum 2014). In der neuen Fassung entfällt der Technologiebonus für die Gasaufbereitung und neue Regelungen bzgl. der Höchstbemessungsleistung sind wirksam. Die Einsatzstoffvergütungsklassen I und II entfallen und somit die spezielle Förderung der Biogasproduktion aus Energiepflanzen.

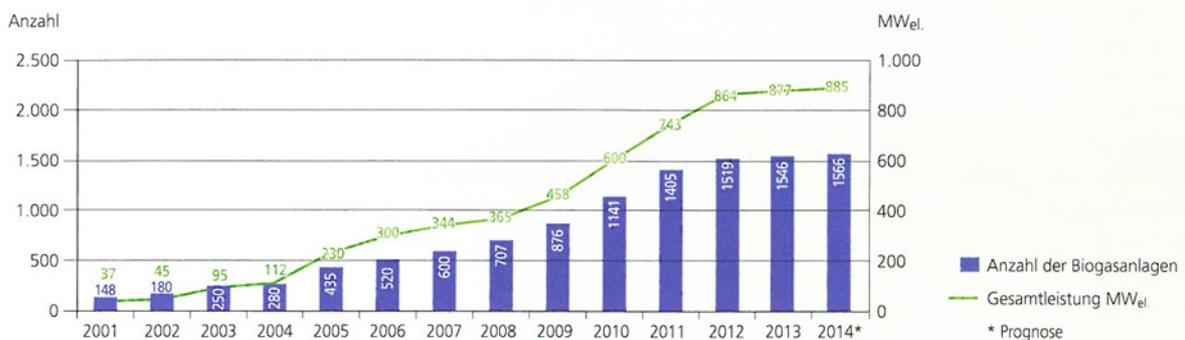


Abb. 31: Anzahl und installierte Leistung der Biogasanlagen in Niedersachsen, Stand 12/2013, (3N Kompetenzzentrum 2014).

Die regionale Verteilung der Biogasanlagen in Niedersachsen ist sehr unterschiedlich. Schwerpunktgebiete der Biogaserzeugung sind gemäß der Anlagenzahlen von Dezember 2013 (Abb. 32) die Landkreise Emsland (155 Anlagen), Rotenburg/Wümme (144), Cloppenburg (116) sowie Diepholz (110). Die wichtigste Größe zur Beurteilung der Zusammenhänge zwischen Landnutzung und Biogasanlagenzahl ist die installierte Leistung je Hektar landwirt-

schaftlich genutzter Fläche. Landesweit rangiert der Landkreis Cloppenburg dabei mit 0,54 kW/ha LF (NawaRo-Anlagen) hinter Rotenburg und Celle an dritter Stelle. Nach der Biogasinventur 2014 weist der Landkreis Emsland mit 0,48 kW/ha LF ebenfalls einen hohen Wert auf. Im Vergleich dazu waren bis Ende 2013 landesweit 0,31 kW/ha LF installiert (3N Kompetenzzentrum 2014).

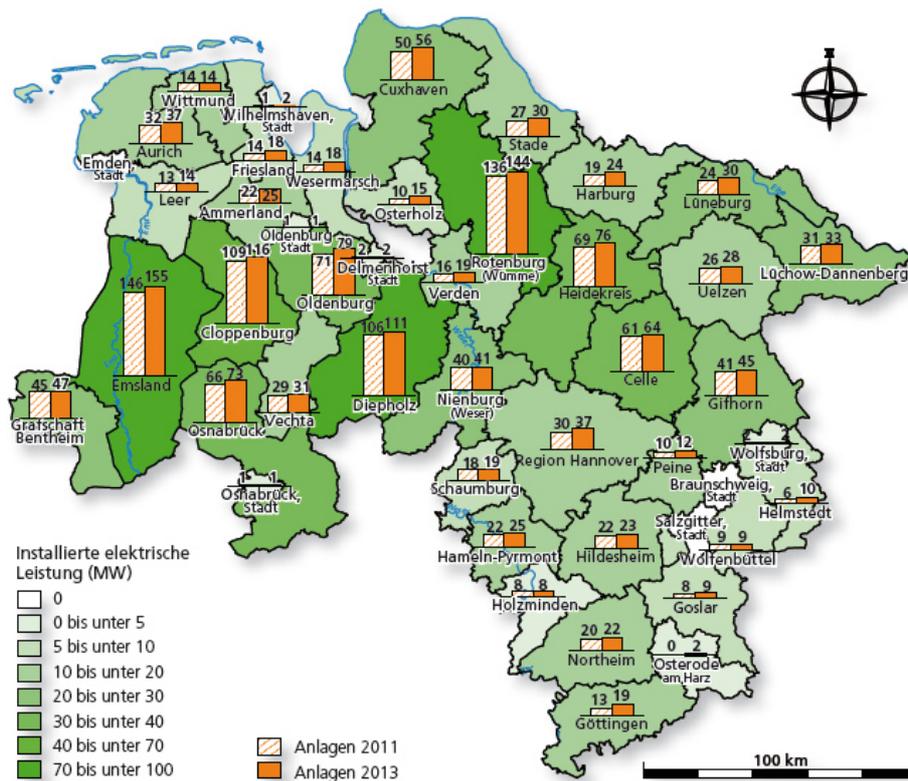


Abb. 32: Anzahl und installierte Leistung der Biogasanlagen in Niedersachsen 2011 und 2013 (3N-Kompetenzzentrum 2014).

Im Leda-Jümme Einzugsgebiet lassen sich deutliche Unterschiede in der regionalen Verteilung der Biogasanlagen feststellen. Insbesondere in den nördlichen Gemeinden des Landkreises Cloppenburg ist eine Häufung von Biogasanlagen zu verzeichnen. Mit 82 Biogasanlagen sind ca. 60 % der Anlagen und der installierten Leistung innerhalb des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Landkreis Cloppenburg zu finden. Dabei nimmt die Gemeinde Friesoythe mit über 40 Anlagen eine Spitzenstellung ein (Abb. 33). Im nördlichen Landkreis Cloppenburg haben viele Betriebe die Rinderhaltung zu Gunsten des Biogasbetriebes aufgegeben oder diesen Betriebszweig ergänzt, unter anderem weil die produktionstechnischen Abläufe (z. B. Anbau und Ernte Silomais) vergleichbar sind (Wiling & Kayser 2011). Eine ähnliche Entwicklung zeichnet sich für die angrenzenden Landkreise ab.

Mit Stand Januar 2015 sind innerhalb des Leda-Jümme-Einzugsgebietes 126 NawaRo-Anlagen und 6 Koferment-Anlage mit einer Gesamtleistung von 69.483 kWel im Betrieb.

Der Anteil der NawaRo-Anlagen beträgt dabei 61.332 kWel (Abb. 33, Abb. 34, Abb. 35, Tab. 5).

Für das Betreiben einer NaWaRo-Anlage mit einer elektrischen Leistung von 500 kW 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, Abb. 34). Gerechnet wird dabei mit einem Flächenanteil von 0,36 ha pro Kilowattstunde. Für Koferment-Anlagen (Abb. 35), die neben Gülle und Mist oft stickstoffreiche Bioabfälle (z.B. Schlachtabfälle) verwerten, muss mit einem Flächenbedarf von 0,5 ha/kW gerechnet werden (LWK 2013 a). Bei Berücksichtigung der Faustzahlen besteht im Bereich Leda-Jümme ein Flächenbedarf von 26.160 ha für das Ausbringen der Gärreste, dies entspricht ca. 21 % der Gesamt-LF des Gebietes. Werden pro 500 kW-NawaRo-Anlage etwa 180 ha Mais benötigt, errechnet sich ein Flächenbedarf für den Maisanbau in Höhe von ca. 22.000 ha.

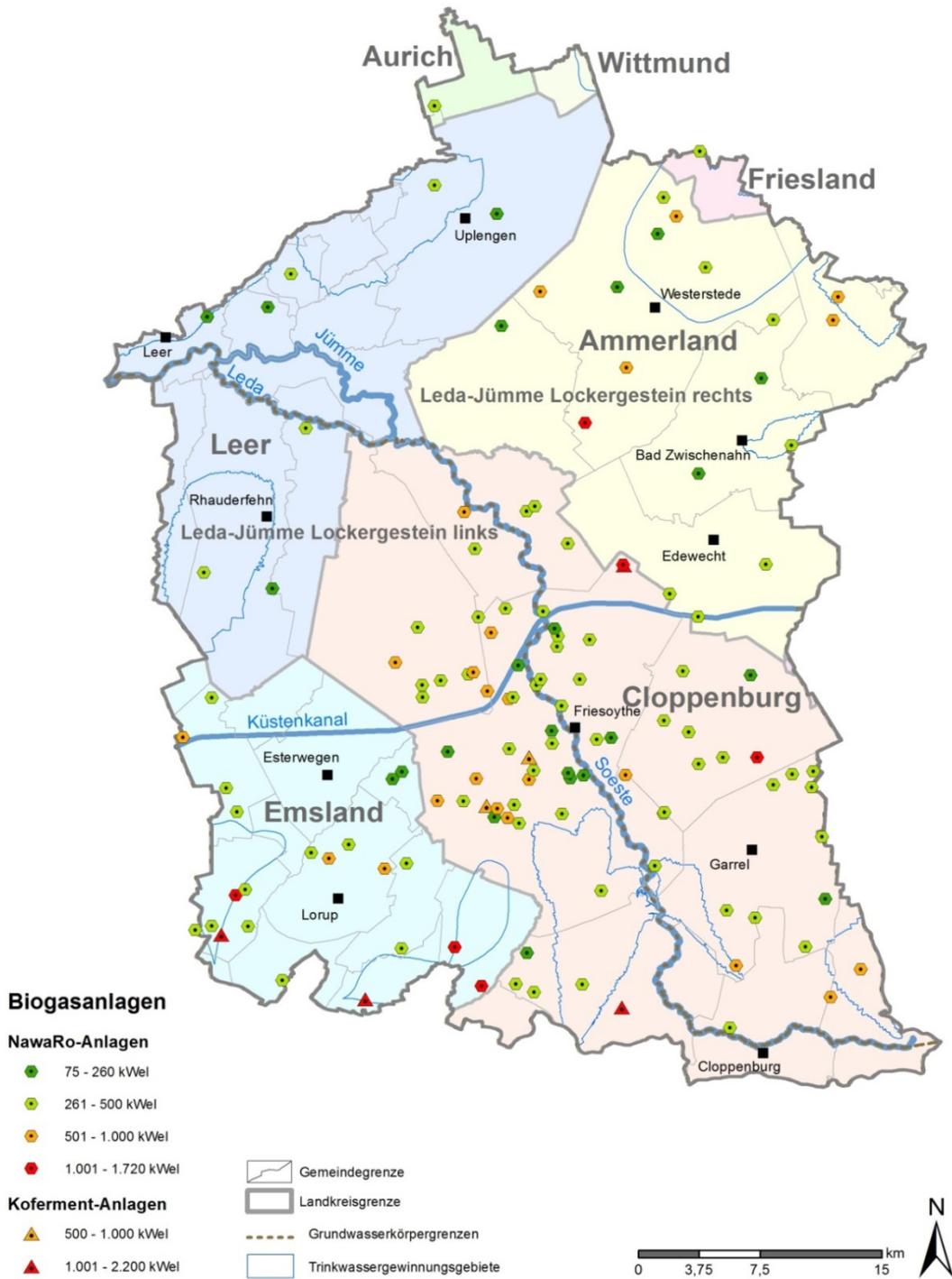


Abb. 33: Verteilung der Biogasanlagen (3N Kompetenzzentrum, Stand Dezember 2014).



Abb. 34: Maissilage als Gärsubstrat.



Abb. 35: Koferment-Anlage im Kreis Cloppenburg.

Der Betrieb von Biogasanlagen bringt neue Anbauverhältnisse und Stoffströme mit sich. Diese sind geprägt durch einen verstärkten „Energimaisanbau“ sowie durch eine Zunahme an Wirtschaftsdüngern (Gärreste) aus pflanzlichen Substraten. Insbesondere im Kernbereich des Einzugsgebietes von Leda und Jümme wird seit 1995 ein deutlicher Anstieg des Silomaisanbaus z.T. über 25 % festgestellt (Abb. 36).

Gärreste aus Biogasanlagen fallen zusätzlich zum normalen Wirtschaftsdünger an. Die aktuelle Düngeverordnung (Stand 2007) begrenzt die Aufbringung von Stickstoff im Durchschnitt der landwirtschaftlichen Flächen eines Betriebes auf 170 kg pro Hektar und Jahr und berücksichtigt dabei nur Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft. Durch die Aufbringung von Gärresten aus pflanzlichen Substraten kann diese Obergrenze zurzeit (2016) noch überschritten werden.

Die geplante Novellierung des Düngegesetzes und der Düngeverordnung sieht eine Ausweitung auf Gärreste vor.

Silomais verursacht bei der derzeit gängigen Düngungspraxis deutlich höhere Nitratausträge in das Grundwasser als der Getreideanbau. Eine Ausweitung der Maisanbaufläche ist oft mit einem Umbruch von Grünlandflächen verbunden (Abb. 36, Abb. 37, Abb. 38, Abb. 39). Nach Grünlandumbrüchen muss jahrelang mit hohen Mineralisationsraten gerechnet werden, die hohe Nitratausträge bewirken. In den ersten fünf Jahren nach einem Grünlandumbruch werden ca. 500 kg N/ha und Jahr mineralisiert (Gäth et al. 1999, Frede & Dabbert 1998, Höper 2009, von Buttler 2009, alle zitiert in NLWKN 2015 a). Insbesondere im Kerngebiet des Leda-Jümme-Einzugsgebietes ist es seit 1995 zu einer Abnahme des Grünlandes um bis zu 25 % gekommen.

Tab. 5: Anzahl und Leistung der Biogasanlagen im Einzugsgebiet Leda-Jümme, zusammengefasst auf Landkreisebene, Stand Januar 2015 (Quelle: 3N-Kompetenzzentrum 2015).

Landkreis	Anzahl		Leistung [kWel]	
	NawaRo	Koferment	NawaRo	Koferment
Ammerland	18	-	9.111	-
Aurich	1	-	500	-
Cloppenburg	78	4	35.984	4.551
Emsland	20	2	12.439	3.600
Friesland	1	-	500	-
Leer	8	-	2.798	-
Wittmund	-	-	-	-
Summe	126	6	61.332	8.151
Gesamtsumme	132		69.483	

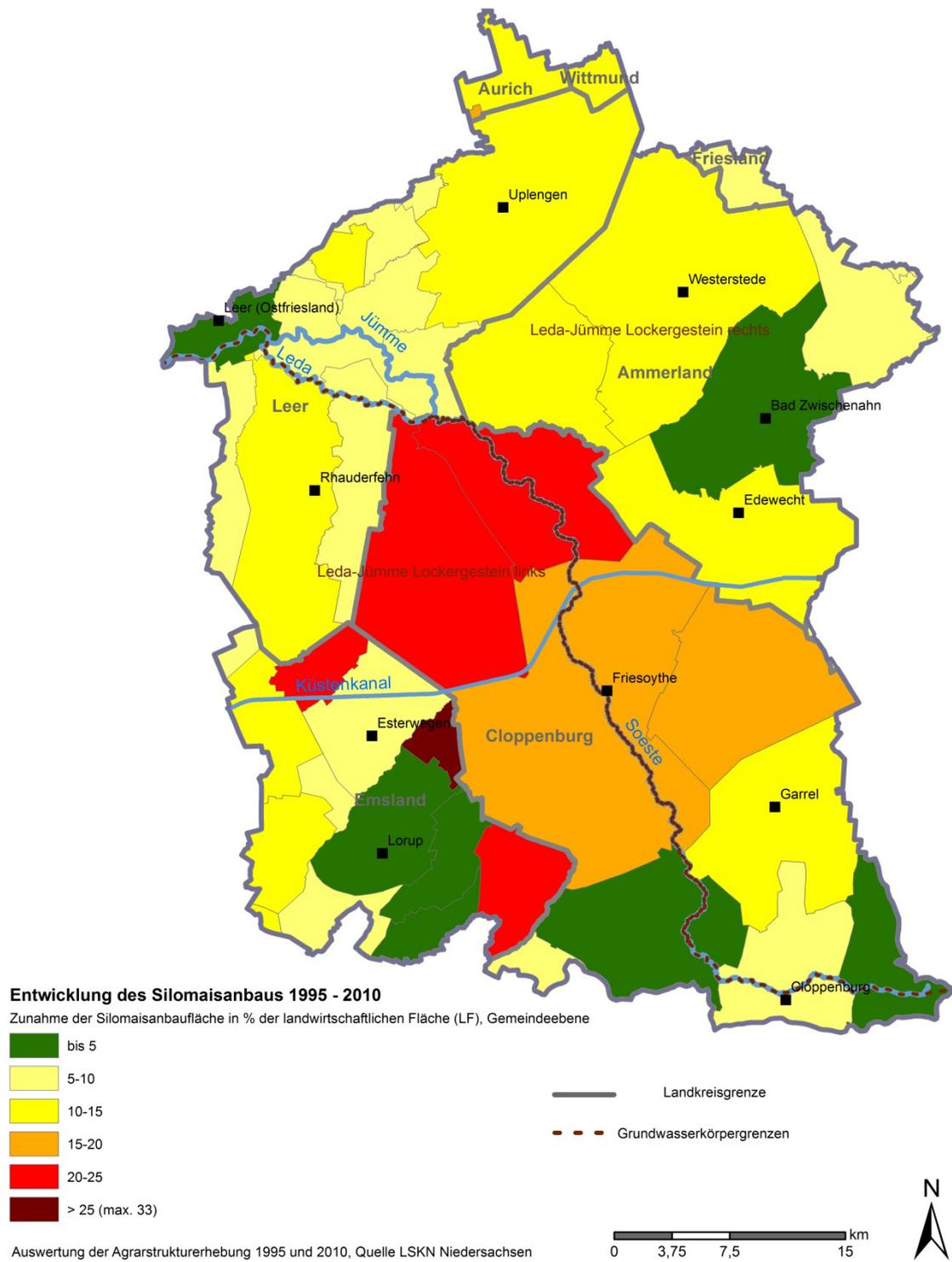


Abb. 36: Zunahme des Silomaisanbaus im Einzugsgebiet von Leda und Jümme auf Gemeindeebene.

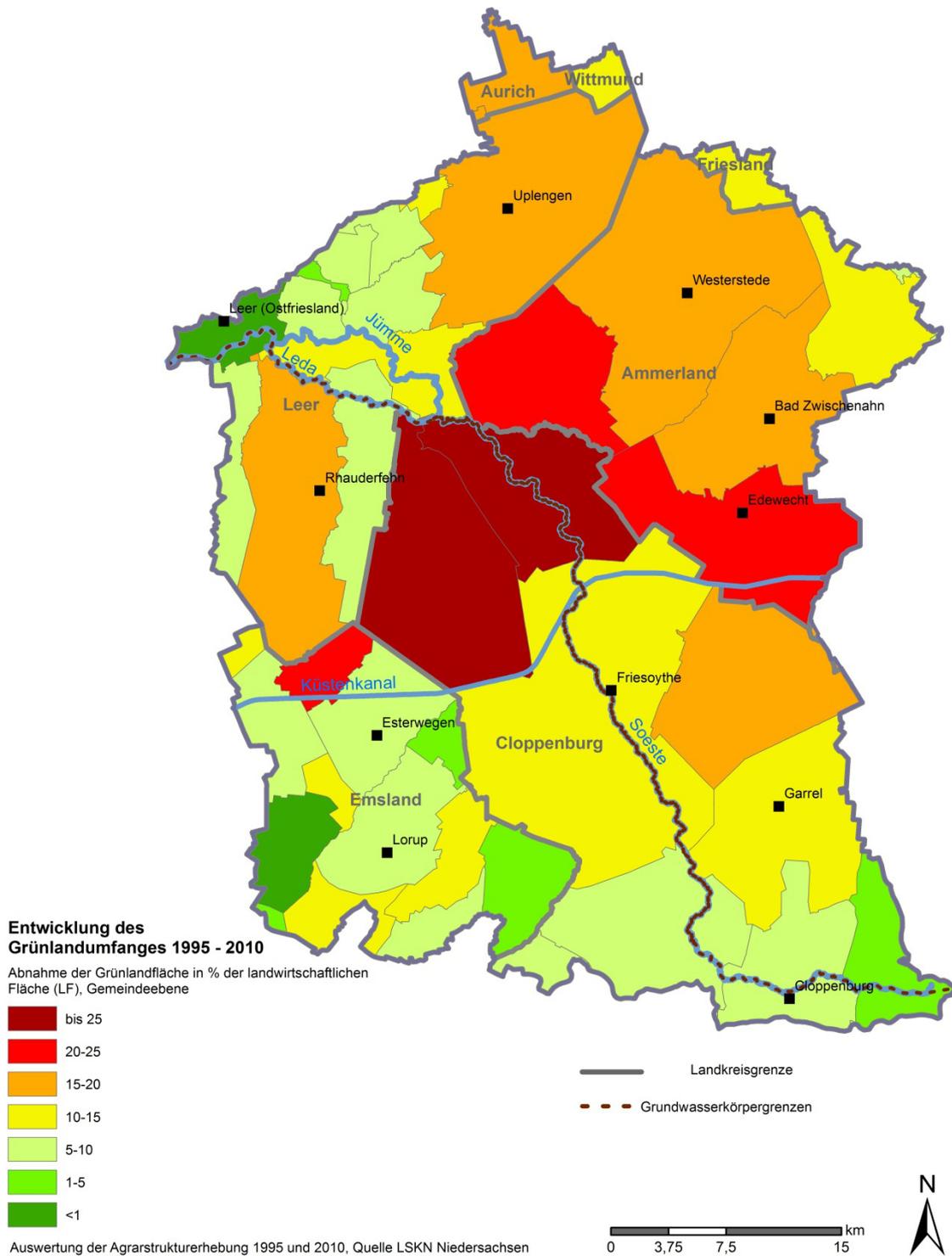


Abb. 37: Abnahme des Dauergrünlandes im Einzugsgebiet Leda-Jümme auf Gemeindeebene.

Die gegenwärtig zu beobachtenden Änderungen in der Landnutzung gehen nicht selten mit einer Intensivierung der Flächennutzung ein-

her. Sie werden daher vor dem Hintergrund des Grundwasserschutzes zunehmend kritisch gesehen (von Buttler et al. 2010).



Abb. 38: Maisanbau auf Grünlandstandorten bei Barßel.



Abb. 39: Großflächiger Maisanbau direkt am Gewässer.

Kurzinformation: Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

- Viehbesatz im Gebiet beträgt durchschnittlich 1,98 GV/ha LF
- Silomais (33%) und Dauergrünland (35 %) nehmen den größten Anteil der landwirtschaftlichen Kulturen ein.
- In den durch Dauergrünland geprägten Niederungsgebieten herrscht die Rinderhaltung vor. Die Geest wird durch Schweinehaltung dominiert.
- 132 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Leistung von 69.483 kWel bestehen im Leda-Jümme Gebiet.

4 Grundwasserschutz

Ein allgemeines Ziel des Grundwasserschutzes ist es, das Grundwasser in weitgehend natürlicher Beschaffenheit für zukünftige Generationen zu bewahren. Die rechtliche Grundlage dafür bildet das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 01. März 2010, das durch das zeitgleich in Kraft getretene Niedersächsische Wassergesetz (NWG) konkretisiert und ergänzt wird (NLWKN 2012 a). Durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung sollen die Gewässer, oberirdische Gewässer, Küsten- und Übergangsgewässer und Grundwasser, als Bestandteil des Naturhaushaltes, als Lebensgrundlage des Menschen und als Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie als nutzbares Gut geschützt werden.

Die Einführung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL) im Dezember 2000 mit dem Ziel einen Beitrag für eine koordinierende, umfas-

sende und transparente Wasserpolitik in der Europäischen Gemeinschaft zu leisten, ist für den Gewässerschutz von zentraler Bedeutung. Eine Vielzahl wasserrechtlicher Regelungen sind zu einem Ordnungsrahmen zusammengefasst und über die Tochterrichtlinien „Richtlinie zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (Grundwasserrichtlinie)“ bzw. „Richtlinie über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik (Umweltqualitätsnormenrichtlinie)“ hinsichtlich Grund- und Oberflächengewässerbelange konkretisiert worden. Durch Änderung des WHG wurde die EG-WRRL in deutsches Recht umgesetzt. Durch Grundwasserverordnung (GrwV) und Oberflächengewässerverordnung (OgewV) werden Anforderungen zum Schutz der Gewässer geregelt und die Vorgaben der oben genannten Tochterrichtlinien in deutsches Recht umgesetzt.

4.1 Landesweiter Grundwasserschutz gemäß EG-WRRL

Mit Inkrafttreten der EG-WRRL am 22.12.2000 wurden über 50 wasserrechtliche EG-Vorschriften in einer Richtlinie zusammengefasst. Der Geltungsbereich umfasst Fließgewässer, Seen, Küsten- und Übergangsgewässer und das 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 des Grundwassers. Der gute chemische und gute mengenmäßige Zustand ist als Ziel für das Grundwasser definiert. Die Vorgaben der WRRL werden durch sogenannte Tochterrichtlinien weiter konkretisiert. Die Richtlinie zum Schutz des Grundwassers (2006/118/EG) benennt nähere Vorgaben für das Grundwasser (NLWKN 2012 a). Auf Grundlage des WHG konkretisiert die GrwV die Vorgaben aus der WRRL und der Richtlinie zum Schutz des Grundwassers.

Um die Ziele der WRRL zu erreichen ist es notwendig die Schadstoffeinträge in das Grundwasser zu begrenzen und dort wo es

möglich ist zu verhindern. Ebenfalls zu verhindern ist eine etwaige Verschlechterung des Grundwasserzustandes. Sollten steigende Belastungstrends nachgewiesen werden, sind diese umzukehren. Ziel ist es, den guten mengenmäßigen und chemischen Zustand bis 2015 aber spätestens bis 2027 zu erreichen.

Zur Bewertung des guten chemischen Zustandes eines GWK sind Schwellenwerte für Nitrat (50 mg/l) und Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Abbauprodukte (Einzelwirkstoff 0,1 µg/l, Summe 0,5 µg/l) und für die Schwermetalle Arsen (10 µg/l), Cadmium (0,5 µg/l), Blei (10 µg/l), Quecksilber (0,2 µg/l) sowie für Ammonium (0,5 mg/l), Sulfat (240 mg/l), Chlorid (250 mg/l) und Kohlenwasserstoffe (Summe Trichlorethylen und Tetrachlorethylen 10 µg/l) festgelegt worden. Grundlage der Bewertung sind die Messergebnisse des WRRL-Überblickmessnetzes sowie zusätzlich für den Parameter Nitrat die Abschätzung der Nitrat-Emission (Basisemissionserkundung).

Der chemische Zustand ist gut, wenn die festgelegten Schwellenwerte an den Messstellen eingehalten werden. Eine anthropogene Ursache für Schadstoffeinträge muss ausgeschlossen werden können. Daneben darf durch das Grundwasser keine Verschlechterung des ökologischen oder chemischen Zustandes der Oberflächengewässer hervorgerufen werden. Grundwasserabhängige Landökosysteme dürfen nicht durch Grundwasserbelastungen geschädigt werden.

Ein „guter mengenmäßiger Zustand“ im Grundwasser liegt vor, wenn keine Übernutzung des Grundwassers stattfindet. Grundwasserentnahmen dürfen das nutzbare Grundwasserdargebot nicht überschreiten. Durch menschliche Tätigkeiten hervorgerufene Änderungen des Grundwasserstandes dürfen nicht dazu führen, dass mit dem Grundwasser in Verbindung stehende Oberflächengewässer beeinträchtigt oder von Grundwasser abhängige Landökosysteme geschädigt werden. Ein Zustrom von Salzwasser oder anderer Intrusionen muss ausgeschlossen sein.

Die Aufstellung eines Bewirtschaftungsplans (Kapitel 4.1.2) als Umsetzungs- und Kontrollinstrument ist das zentrale Element bei der Umsetzung der WRRL. Planungsebene ist die jeweilige Flussgebietseinheit. Für das Leda-Jümme-Gebiet ist dies die Flussgebietseinheit Ems. Neben einer Beschreibung der Flussgebietseinheit zeigt der Bewirtschaftungsplan u. a. die Belastungen im Gebiet auf und stellt die

Ergebnisse der Zustandsbewertung vor. Bewirtschaftungsziele werden formuliert sowie eine Analyse zur Wassernutzung durchgeführt.

Zur Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes dienen spezielle Überwachungsprogramme (Monitoringprogramme). Mit Hilfe des Überblicksmessnetzes wird der chemische und mengenmäßige Zustand in den GWK überwacht. Durch das operative Messnetz werden die im schlechten chemischen Zustand befindlichen GWK jährlich ein weiteres Mal hinsichtlich ihrer Schadstoffbelastung überprüft (NLWKN 2012 a).

Auf Grundlage der festgestellten Belastungen und der Zustandsbewertung werden Maßnahmenprogramme (Kapitel 4.1.2) aufgestellt, die neben grundlegenden Maßnahmen „ergänzende“ Maßnahmen beinhalten, mit dem Ziel einen guten Gewässerzustand zu erreichen.

Mit „grundlegenden Maßnahmen“ sollen die zu erfüllenden Mindestanforderungen durch die Umsetzung der Rechtsvorschriften eingehalten werden. Die Einhaltung der Vorgaben der Düngeverordnung stellt dabei eine wichtige Größe dar.

Zusätzlich zu den vorhandenen gesetzlichen Vorgaben werden darüber hinaus ergänzende Maßnahmen angeboten. Diese setzen sich aus Agrarumweltmaßnahmen und einer Beratung für Landwirte zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz zusammen.

4.1.1 Zustandsbewertung nach EG-WRRL

Alle GWK in Niedersachsen sind erstmalig 2009 hinsichtlich ihres mengenmäßigen und chemischen Zustandes bewertet worden. Eine Aktualisierung der Bewertung erfolgt gem. Richtlinie alle 6 Jahre und liegt aktuell für 2015 vor. Die nachfolgenden Angaben über die Zustandsbewertung (Kap. 4.1.1) und die Bewirtschaftungsmaßnahmen (Kap. 4.1.2) nach WRRL basieren auf dem Bewirtschaftungsplan 2015 (MU 2015 a).

Hauptinstrument der mengenmäßigen Bewertung der GWK ist die Ganglinienauswertung nach dem Grimm-Strele Verfahren (NLWKN 2013). Für ganz Niedersachsen, also auch für

die zwei GWK des Flusseinzugsgebietes Leda-Jümme, konnte ein guter mengenmäßiger Zustand der GWK festgestellt werden. Im Bezug zum quantitativen Zustand der GWK besteht daher zurzeit kein Handlungsbedarf.

Die Risikoabschätzung für die Zielerreichung bis 2021 ergab jedoch für vier GWK in Niedersachsen, darunter Leda-Jümme Lockergestein links, keine eindeutig gute Prognose. Hintergrund sind die sich über die letzten 30 Jahre deutliche abzeichnenden Abnahmen der Grundwasserstände insbesondere in den Geestbereichen.

Zur Erforschung der Ursachen führt der NLWKN in Zusammenarbeit mit dem LBEG und weiteren Institutionen derzeit ein Projekt durch. Die Erkenntnisse hieraus werden in die Bewertung des mengenmäßigen Zustandes 2021 einfließen.

Die Bewertung des chemischen Zustandes deckte in einer Vielzahl von niedersächsischen GWK Probleme auf. Landesweit konnten nur 65 von 123 GWK als im guten Zustand befänglich bewertet werden. 58 GWK befinden sich in einem schlechten chemischen Zustand. Im Vergleich zur Bewertung 2009 haben vier GWK eine Verbesserung zum guten Zustand erfahren, für sieben GWK ist eine Verschlechterung festgestellt worden.

Für das gesamte Einzugsgebiet Leda-Jümme wurde 2009 ein schlechter chemischer Zustand ausgewiesen, der sich in der aktuellen Bewertung 2015 bestätigt hat (Abb. 40). Dies ist auf die Überschreitung des Schwellenwertes für Nitrat (50 mg/l) in den GWK Leda-Jümme Lockergestein links und Leda-Jümme Lockergestein rechts zurückzuführen. Im GWK Leda-Jümme Lockergestein rechts treten zusätzlich bewertungsrelevante Grenzwertüberschreitungen durch Cadmium auf. Belastungen Pflanzenschutzmittel führten im Gebiet nicht zu einem schlechten Grundwasserzustand.

Die Haupteintragsquelle für Nitrat sind Stickstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft. Der

Schwerpunkt der Maßnahmenumsetzung liegt daher in der Reduktion des Nitratreintrages. Dazu wurde 2009 eine Zielkulisse „Nitratreduktion“ innerhalb der Belastungsregionen ausgewiesen. Im Leda-Jümme-Gebiet beträgt der Anteil der Zielkulisse 43.352 ha landwirtschaftlicher Fläche (LF), dies entspricht 29 % (Abb. 41). Die Zielkulisse umfasst die Sögeler Geest, die Cloppenburger Geest und den daran anschließenden Teilbereich der Hunte-Leda-Moorniederung.

Der Reduzierungsbedarf der Stickstoffüberschüsse innerhalb der Zielkulisse „Nitratreduktion“ wurde in Zusammenarbeit von LBEG und Forschungszentrum Jülich (FZ Jülich) 2009 berechnet. Dabei wurde das Denitrifikationspotential des Bodens berücksichtigt. Ca. 19.000 t Stickstoff pro Jahr müssen demnach niedersachsenweit eingespart werden.

Innerhalb der Zielkulissenfläche im Einzugsgebiet Leda-Jümme ist dabei der Stickstoffeintrag jährlich um ca. 1800 t Stickstoff, das entspricht ca. 8 % des Reduktionsbedarfes des Landes, zu reduzieren, um das Umweltziel von maximal 50 mg/l Nitrat erreichen zu können. Der notwendige Reduzierungsbedarf ist innerhalb des Einzugsgebietes sehr unterschiedlich (Abb. 42). Besonders hoch müssen die Stickstoffeinsparungen in der Sögeler und Cloppenburger Geest ausfallen. Hier ist die Emissionsbelastung aufgrund der intensiven Veredelungswirtschaft besonders hoch.

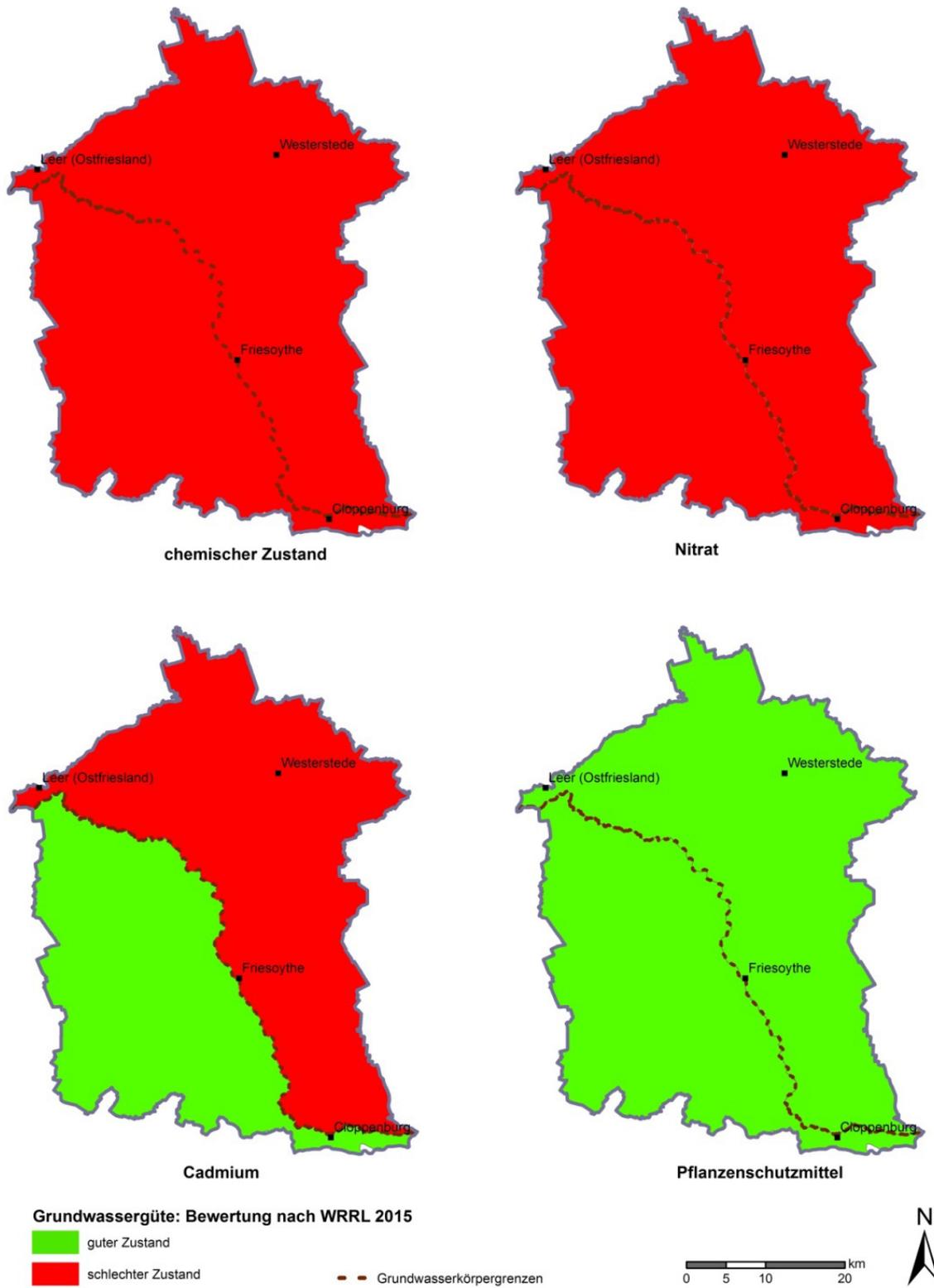


Abb. 40: Bewertung 2015 des chemischen Zustands nach der EG-WRRL.

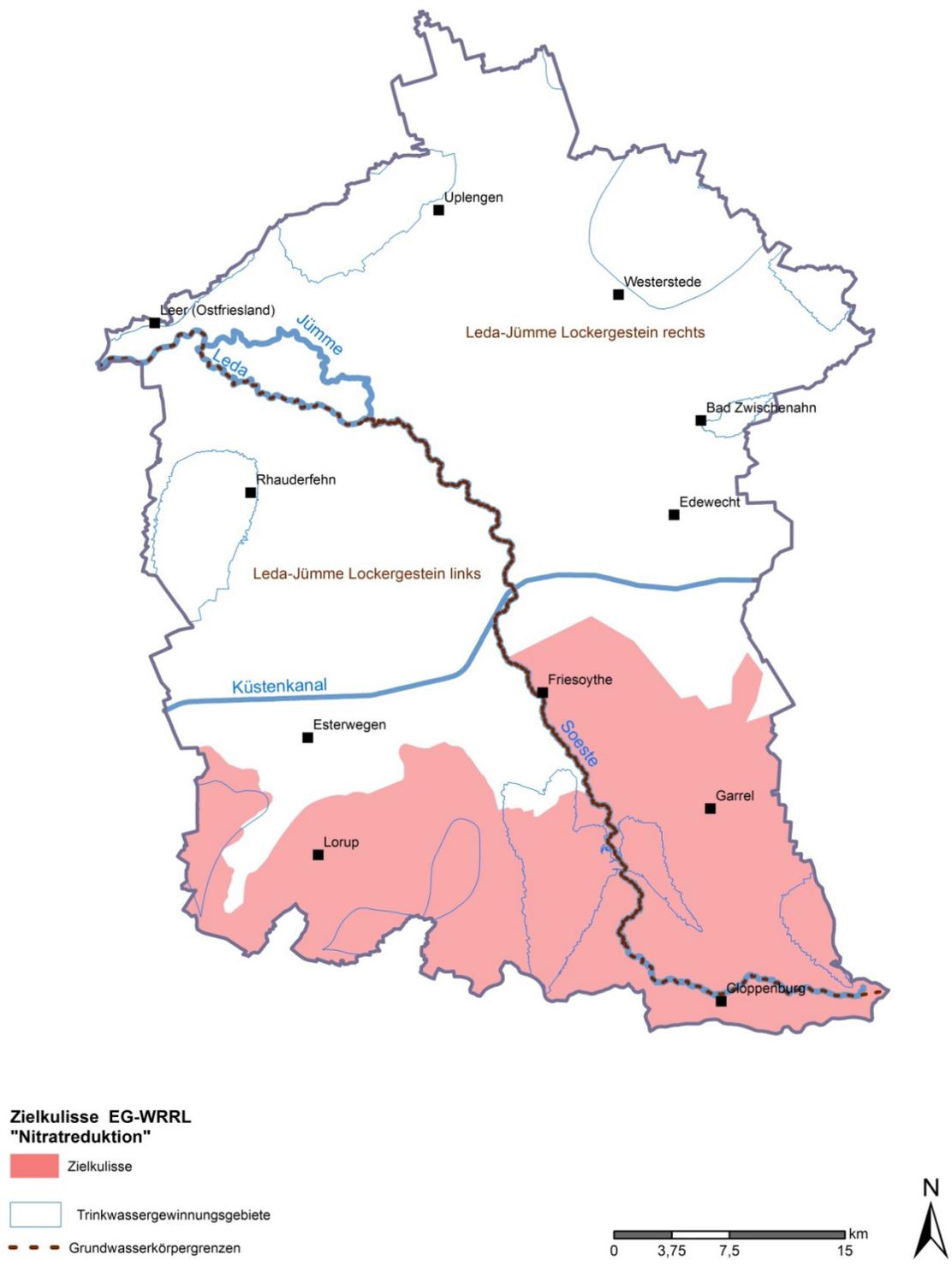


Abb. 41: Zielkulisse Nitratreduktion innerhalb des Leda-Jümme-Einzugsgebietes als Teil des Beratungsgebietes Mittlere Ems Nord.

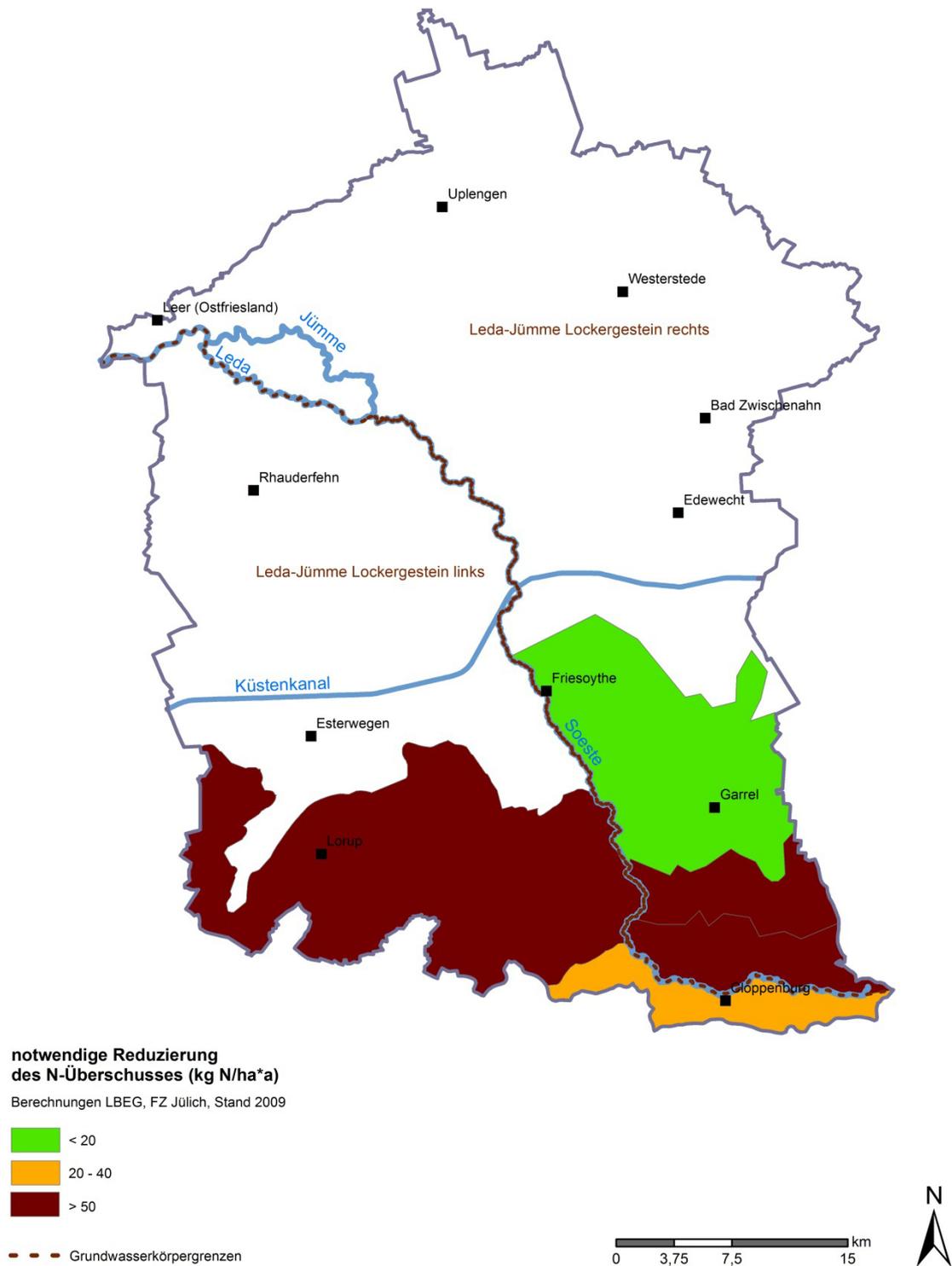


Abb. 42: Notwendige Stickstoffreduzierungen in der Zielkulisse EG-WRRL.

4.1.2 Bewirtschaftungsmaßnahmen

Die Bewertung der GWK in 2015 hat für Niedersachsen ergeben, dass die diffusen Belastungen des Grundwassers mit Nitrat zum größten Teil dazu beitragen, dass das Umweltziel verfehlt wurde. In einigen GWK führten auch Pflanzenschutzmittelfunde oder Belastungen durch Cadmium oder Ammonium dazu, dass die vorgegebenen Ziele bis 2015 nicht erreicht wurden.

Gemäß der EG-WRRL müssen auf Ebene der Flussgebiete Maßnahmenprogramme (WRRL Artikel 11) und Bewirtschaftungspläne (WRRL Artikel 13) festgelegt werden, um die Umweltziele zu erreichen. Bewirtschaftungsplan und Maßnahmenplan sind erstmalig 2009 aufgestellt und 2015 nach einer Beteiligung der Öffentlichkeit aktualisiert worden. Eine Fortschreibung erfolgt alle sechs Jahre.

Für das Einzugsgebiet Leda-Jümme als Teil der Flussgebietseinheit Ems hat das Maßnahmenprogramm des Flussgebiets Ems Gültigkeit.

Die EG-WRRL gibt den Mitgliedsstaaten vor, in ihren Maßnahmenprogrammen sowohl grundlegende Maßnahmen wie die Umsetzung des Ordnungsrechtes als auch ergänzende Maßnahmen zu integrieren.

Grundlegende Maßnahmen stellen Mindestanforderungen dar und beinhalten die Umsetzung von Gesetzen, Verordnungen und weiteren verbindlichen Instrumenten zum Schutz der Umwelt und insbesondere der Gewässer. Eine Übersicht dazu kann den niedersächsischen Beitrag zu den Maßnahmenprogrammen der Flusseinzugsgebiete (MU 2015 b) entnommen werden. Als Maßnahmen zur Verringerung oder Begrenzung von Schadstoffen aus diffusen Quellen können beispielhaft folgende Gesetze und Verordnungen benannt werden:

Bundesrecht:

- Wasserhaushaltsgesetz, Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmittel, Bundesbodenschutzgesetz, Bundesbodenschutz- und Altlastenverordnung, Düngeverordnung, Pflanzenschutzgesetz

Landesrecht:

- Niedersächsisches Wassergesetz

Ergänzende Maßnahmen müssen zusätzlich zu den grundlegenden Maßnahmen ergriffen werden. Die EG-WRRL benennt dazu eine nicht abschließende Liste mit Vorschlägen wie z.B. Rechtsinstrumente, administrative, wirtschaftliche und steuerliche Maßnahmen, Emissions- bzw. Entnahmebegrenzungen, Förderung einer angepassten landwirtschaftlichen Produktion, Fortbildungsmaßnahmen und weiteres.

Die niedersächsische Vorgehensweise zur Maßnahmenumsetzung im Grundwasser sieht vier Bausteine vor:

- Ordnungsrecht: Düngeverordnung, Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten, Meldeverordnung in Bezug auf Wirtschaftsdünger, Herbstlerlass zur Spezifizierung der Düngeverordnung hinsichtlich des Düngebedarfes im Herbst
- Agrarumweltmaßnahmen: Angebot von freiwilligen Maßnahmen zu einer grundwasserschonenden Landwirtschaft
- Gewässerschutzberatung: Beratung zu einem effizienten Nährstoffeinsatz
- Erfolgsmonitoring: Überprüfung von Umsetzungsgrad und Effektivität von Maßnahmen und fortlaufende Optimierung des Maßnahmenprogramms

Agrarumweltmaßnahmen

In 2010 ist landesweit mit der Maßnahmenumsetzung in der Zielkulisse „Nitratreduktion“ (Abb. 42) begonnen worden. Aktuell werden vier Maßnahmen zur Reduzierung auswaschungsbedingter Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft im Rahmen der Niedersächsischen und Bremer Agrarumweltmaßnahmen (Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen, NiB-AUM, Gem. Rd.Erl. d. ML u. d. MU v. 15.07.2015 in der Fassung vom 1.10.2015) auf Ebene der Förderkulisse „Wasserschutz“ bereitgestellt. Die Wasserschutz-Kulisse umfasst sowohl die nach WRRL ausgewiesene Zielkulisse Gewässerschutz als auch die Kulisse des Trinkwasserschutzes.

Übersicht der Agrarumweltmaßnahmen 2015 in der Förderkulisse „Wasserschutz“:

Betriebliche Verpflichtungen (BV)

- BV 3 Zusatzförderung Wasserschutz im Rahmen des Ökologischen Landbaus

Nachhaltige Produktionsverfahren auf Ackerland (AL)

- AL 2.2 Anbau von winterharten Zwischenfrüchten und Untersaaten

- AL 3 Cultanverfahren zur Ausbringung von Mineraldünger
- AL 5 Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais

Der Abschluss dieser Maßnahmen ist für Betriebe möglich, die mindestens 25 % der landwirtschaftlichen Fläche des Betriebes oder wenigstens 10 Hektar innerhalb der Kulisse Wasserschutz bewirtschaften. Um eine möglichst hohe Akzeptanz zu erreichen, wird ständig an einer Verbesserung des Maßnahmenangebotes durch Optimierung bestehender oder durch Hinzunahme neuer Maßnahmen gearbeitet.

Neben den auf die Förderkulisse „Wasserschutz“ ausgerichteten Maßnahmen werden den Landwirten landesweit weitere Maßnahmen im NiB-AUM-Programm angeboten. Eine gewässerschonende Landbewirtschaftung wird ebenso gefördert wie umweltgerechte Anbauverfahren und naturschutzgerechte Bewirtschaftung.

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

Beratung

Zur Erreichung eines guten Gewässerzustandes ist seit 2010 im Auftrag des MU durch den NLWKN eine Gewässerschutz-Beratung als konzeptionelle Maßnahme innerhalb der EG-WRRL-Zielkulisse installiert worden. Ziel der Beratung ist es innerhalb der Zielkulisse Nitratreduktion eine Verbesserung der Nährstoffeffizienz bei der Stickstoffdüngung zu bewirken. Zusätzlich wird in ausgewählten Räumen seit 2014 hinsichtlich einer Verringerung des Stickstoff- und Phosphateintrages in Oberflächengewässern beraten. Zurzeit (2016) sind landesweit elf Beratungsgebiete ausgewiesen, in denen fünf Beratungsträger tätig sind. In vier Beratungsgebieten findet eine kombinierte Gewässerschutzberatung zur Nährstoffreduzierung in Grund- und Oberflächengewässern

statt. Landesweit wird in zwei Seeneinzugsgebieten ebenfalls eine kombinierte Beratung angeboten. TWGG werden von der Beratung nach EG-WRRL ausgeklammert. Hier findet eine gesonderte Beratung zum Trinkwasserschutz (vgl. s. Kap. 4.1) statt.

Die Zielkulissenfläche innerhalb des Leda-Jümme-Einzugsgebietes ist Bestandteil des Beratungsgebietes Mittlere Ems Nord (Abb. 41). Hier findet eine Grundwasserschutzberatung durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen statt (Stand 2016).

Aufgrund des großen Flächenumfanges der Zielkulisse und der im Gegensatz zur Zusatzberatung in TWGG deutlich geringeren Mittelausstattung wird eine intensive einzelbetriebliche Beratung in den Beratungsgebieten nur für eine relativ kleine Zahl von Betrieben, den Modellbetrieben und Beratungsbetrieben, durchgeführt. Im Beratungsgebiet Mittlere Ems Nord sind 2015 18 Modellbetriebe und 63 weitere Betriebe einzelbetrieblich beraten worden (LWK 2016 a). Eine Grundberatung durch Rundschreiben, Gruppenberatungen, Feldgänge usw. 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 Minderung

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. Daneben werden zur Unterstützung der Beratung Untersuchungen an Böden, Pflanzen und Gewässer durchgeführt, die auch zum Zweck der Erfolgskontrolle herangezogen werden können. Wichtige Bestandteile der Beratung sind außerdem Gruppenberatung und Öffentlichkeitsarbeit.

Zur Unterstützung der Beratung und als Informationsplattform (Vernetzungsstruktur) sind von den Beratungsträgern Arbeitskreise (Grundwasserkreise, Wasserkreise) mit Landwirten, Multiplikatoren (Landvolkvertreter, Mitarbeiter von Beratungsringen, Lohnunternehmer und landwirtschaftliche Berufsschullehrer usw.) und Vertretern des NLWKN eingerichtet worden. Im Beratungsgebiet Mittlere Ems Nord findet zweimal im Jahr ein Treffen des Grundwasserkreises statt.

Erfolgsmonitoring der WRRL-Gewässerschutzberatung

Das Wirkungsmonitoring dient neben der Evaluierung auch zur fortlaufenden Optimierung des Maßnahmenprogramms und der Beratung. Dazu ist eine konstruktive Zusammenarbeit zwischen Landwirten, Beratern und dem NLWKN notwendig. Das Monitoring dient als Nachweis eines effizienten Mitteleinsatzes gegenüber der Landespolitik.

Zur Erfolgskontrolle werden Betriebsdaten (Hoftorbilanzen (HTB), Nährstoffvergleiche und Schlagbilanzen usw.) ausgewählter landwirtschaftlicher Betriebe (Modellbetriebe) erhoben und ausgewertet (NLWKN 2015 b).

Um die Wirkung der Beratung erfassen zu können, wurden Bilanzdaten rückwirkend für drei Jahre erhoben. Die Hoftorbilanzen einzelner Beratungsjahre werden im Vergleich zum Referenzzeitraum 2007 - 2010 dargestellt werden. Im Mittel konnte in den Beratungsgebieten ein kontinuierlicher Rückgang der HTB-Salden festgestellt werden. Die Salden waren 2013 um 17 kg N/ha geringer als im Bezugszeitraum vor der Gewässerschutzberatung 2007 - 2010. Das Beratungsgebiet Mittlere Ems Nord zeigt bei vergleichsweise hohen Salden ebenfalls einen leichten, jedoch nicht signifikanten, Rückgang um 5 kg N/ha auf (NLWKN 2015 b).

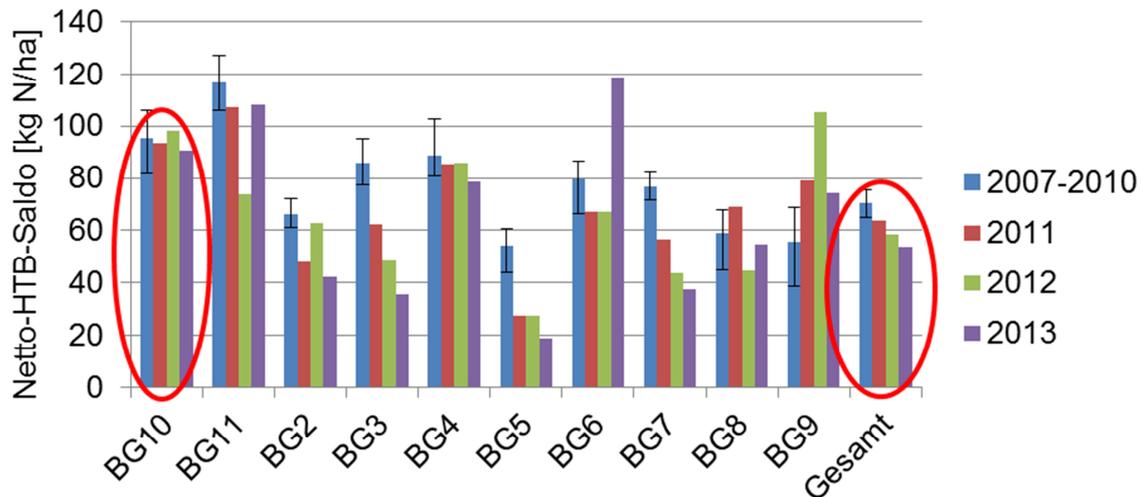


Abb. 43: Entwicklung der Netto-Hoftorbilanzsaldden innerhalb der WRRL-Beratungsgebiete (BG 10 = Mittlere Ems Nord) im Vergleich zum Referenzzeitraum 2007 – 2010 (NLWKN 2015 b).

4.2 Trinkwasserschutz

Der Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen ist in den Wassergesetzen als allgemeiner Grundsatz formuliert. Trinkwasser unterliegt besonders strengen Schutzbestimmungen. In den Einzugsgebieten der Wasserwerke, den TWGG, ist besonders konsequent darauf zu achten, dass die allgemein gültigen Schutzbestimmungen eingehalten werden (NLWKN 2012 a).

Für das Trinkwasser, das für den menschlichen Gebrauch vorgesehen ist, gelten besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen (WHG § 50 - §52). Das WHG sieht die Festsetzung von WSG vor, in denen besondere Anforderungen an die Reinhaltung des Grundwassers gestellt werden. Eine Konkretisierung der Vorgaben erfolgt durch das NWG. Nach § 91 des NWG können durch Rechtsverordnung WSG zum Wohl der Allgemeinheit festgesetzt werden, in denen besondere Schutzbestimmungen eingehalten werden müssen. Dies ist nötig, um das Grundwasser im Gewinnungs- bzw. Einzugsgebiet einer Entnahme für Trinkwasserzwecke vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Ein vorrangiges Ziel der Landesregierung ist es, alle Einzugsgebiete der öffentlichen Wasserversorgung als WSG auszuweisen. WSG 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.
- 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 Flächennutzung 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 Wasserschutzgebieten (SchuVO, 29.05.2013, GVBI S.132) festgelegt.

Daraus resultierende Einschränkungen oder ein entstehender Mehraufwand werden durch Ausgleichszahlungen abgedeckt. Die Einhaltung der SchuVO wird in Niedersachsen durch die Unteren Wasserbehörden des jeweils zuständigen Landkreises oder der kreisfreien Städte überwacht.

Nicht alle TWGG sind bisher als WSG festgesetzt worden. Es können jedoch auch in diesen Gebieten Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers durchgeführt werden (NWG §28).

Maßnahmen

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 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 in Form von Freiwilligen Vereinbarungen möglich (NLWKN 2012 a).

Die Gewährung der Finanzhilfe für die oben genannten Maßnahmen setzt voraus, dass Wasserversorger und Landbewirtschafter 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 (MU 2007 a). 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

Innerhalb des Einzugsgebietes Leda-Jümme nehmen die WSG bzw. TWGG, die im Prioritätenprogramm (siehe unten) berücksichtigt werden, mit 347 km² insgesamt einen Flächenanteil von 16 % ein (Stand 2014). In Tab 6 sind zu den einzelnen TWGG/WSG im Flusseinzugsgebiet Informationen wie Wasserrecht, Flächengröße und Nutzung sowie der Gefährdungszustand zusammengestellt.

Um eine gute Qualität des Trinkwassers sicher zu stellen, gibt die TrinkwV 2001 Vorgaben für die Beschaffenheit des Wassers und für die Trinkwasseraufbereitung vor.

zusammengeschlossen (NLWKN 2012 a). Nähere Information zum Kooperationsprogramm werden in der NLWKN Veröffentlichung „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen, Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse“ vorgestellt (NLWKN 2015 a).

Im Flusseinzugsgebiet Leda-Jümme sind vier Kooperationen (Abb. 44) vorhanden. Die zu den einzelnen Kooperationen gehörenden TWGG liegen zum Teil außerhalb des Einzugsgebietes. Die Beratung der Landwirte erfolgt durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Stand 2016).

Die Fördermittelzuteilung für Vereinbarungen und Beratung in den einzelnen TWGG erfolgt mit Hilfe des Prioritätenprogramms (PP) durch Festlegung von Handlungsprioritäten nach fachlichen Gesichtspunkten wie Sickerwasser- oder Grundwasserbelastung, Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Trinkwassergewinnung und potentiell Stickstoffeintrag (MU 2007 b). 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.

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.

Die Liste mit allen am PP beteiligten TWGG mit Angaben zu Handlungsbereichen und landwirtschaftlicher Nutzfläche wird in regelmäßigen Abständen durch den GLD des NLWKN aktualisiert (NLWKN 2015 a).

Die Abb. 45 zeigt die Zuordnung der TWGG des Leda-Jümme-Gebietes zu den Handlungsbereichen gemäß PP. Lediglich das WSG Collinghorst im Teilraum der Hunte-Leda Moorniederung wurde als A-Gebiet ausgewiesen. In den Niederungsgebieten herrschen oftmals denitrifizierende Bedingungen vor (Umwandlung von Nitrat zu gasförmigen Stickstoff), so dass hier die Nitrat-Belastung deutlich niedriger ausfällt.

Die grundwasserschutzorientierte Zusatzberatung von Landwirten, Gartenbaubetrieben und Forstwirten wird durch Mittel der Wasserentnahmegebühr geleistet und ist durch EU-Gelder kofinanziert. Die Wasserversorgungsunternehmen legen dem NLWKN für die Beratungsleistungen ein aussagekräftiges Beratungskonzept vor.

Eine grundwasserschutzorientierte Zusatzberatung beinhaltet beispielsweise die Erstellung von Düngeplanungen und Wirtschaftsdüngeranalysen. Über Pflanzenanalysen (z. B. Nitrat-check) kann eine vegetationsbegleitende Düngeberatung durchgeführt werden, bei der auch Fragen zur Optimierung der Bodenbearbeitung und Beratung zu einem grundwasserschonen-

den Pflanzenschutzmitteleinsatz beantwortet werden.

Ein wichtiger Aspekt der Zusatzberatung besteht in der Entwicklung und Vermittlung von Freiwilligen Vereinbarungen zur Reduzierung des Stickstoffaustrages. Landesweit wurden im Jahre 2012 in TWGG insgesamt 6,08 Mio. Euro, dies sind rund 20 €/ha LF (landwirtschaftliche genutzte Fläche), für die Wasserschutzberatung verwendet (NLWKN 2015 a).

Der größte Teil der Fördermittel fließt in die handlungsbezogenen freiwilligen Grundwasserschutzmaßnahmen, den freiwilligen Vereinbarungen (FV). Bei der Ausgestaltung der FV sind die Vorgaben des Maßnahmenkatalogs des MU (MU 2016) hinsichtlich der Mindestanforderungen und maximalen Förderbeträgen zu beachten (Tab. 7). Im Rahmen dieser Vorgaben können die Maßnahmen durch Beschluss der Kooperation an örtliche Verhältnisse in den einzelnen TWGG angepasst werden.

In Niedersachsen wurden im Jahre 2014 in TWGG insgesamt 11,5 Mio. Euro für FV verausgabt, dies entspricht durchschnittlich 38,6 €/ha LF (NLWKN 2015 a). In den Trinkwassergewinnungsgebieten innerhalb des Flusseinzugsgebietes der Leda und Jümme wurden hingegen 2014 durchschnittlich 52,64 €/ha LF für FV aufgewendet. Der höchste Betrag wurde mit 117,61 €/ha LF im Wasserschutzgebiet Großenkneten gezahlt. Der höhere Aufwand im Bearbeitungsgebiet ist bedingt durch den hohen Schutzbedarf der teilweise sehr austragsgefährdeten Böden (NIBIS-Kartenserver 2014 „Schutzpotential der Grundwasserüberdeckung“) in Verbindung mit intensiver Landbewirtschaftung.

Tab. 6: Kenndaten der nach Prioritätenprogramm (2014) relevanten Trinkwassergewinnungsgebiete im Einzugsgebiet von Leda und Jümme

Gebiet	Wasserversorgungsunternehmen	Kooperation	Zustand	PP	Wasserrechte [in Mio. m³/a]	Gesamtfläche [ha]	Landw. genutzte Fläche [ha LF]	Fläche in Einzugsgebiet [ha]	Fläche im Einzugsgebiet [% von Gesamtfläche]	Ausgaben für FV 2014 [€/ha LF]
Bad Zwischenahn	Gemeindewerke Bad Zwischenahn für Wasser und Abfall	OOWV/Bad Zwischenahn/Norden	WSG	B1	1,2	618	311	615	99	50,27
Collinghorst	Wasserverband Overledingen	Leer	WSG	A	2,6	5.304	3.797	5.302	100	25,78
Großenkneten	OOWV	OOWV/Bad Zwischenahn/Norden	WSG	B2	5,0	6.034	2.957	1.536	25	117,61
Hesel-Hasselt	Wasserverband Moormerland-Uplengen-Hesel-Jümme	Leer	WSG	B1	4,9	5.624	4.108	4.917	87	33,90
Klein Horsten	GEW Wilhelmshaven	GEW Wilhelmshaven	WSG/TWGG	B1	6,0	2.920	1.706	182	6	62,93
Leer-Heisfelde	Stadtwerke Leer GmbH	Leer	WSG	B1	3,0	4.858	2.542	603	12	27,67
Nethen	OOWV	OOWV/Bad Zwischenahn/Norden	WSG	B2	5,5	2.342	1.493	1.379	59	61,20
Surwold	Wasserverband Hümmling	Hümmling	TWGG	B2	6,0	3.174	1.564	2.061	65	53,04
Thülsfelde	OOWV	OOWV/Bad Zwischenahn/Norden	WSG	B2	14,3	7.357	3.450	7.356	100	89,56
Vrees/Neuvrees	Hümmling	Hümmling	TWGG	B2	4,4 *	1.603	379	1.590	99	33,97
Werlte	Wasserverband Hümmling	Hümmling	TWGG	B2	4,25	1.415	781	987	70	37,11
Westerstede	OOWV	OOWV/Bad Zwischenahn/Norden	TWGG	B1	4,5	7.883	5.291	7.832	99	38,62

* davon 2,2 Mio. m³/a OOWV

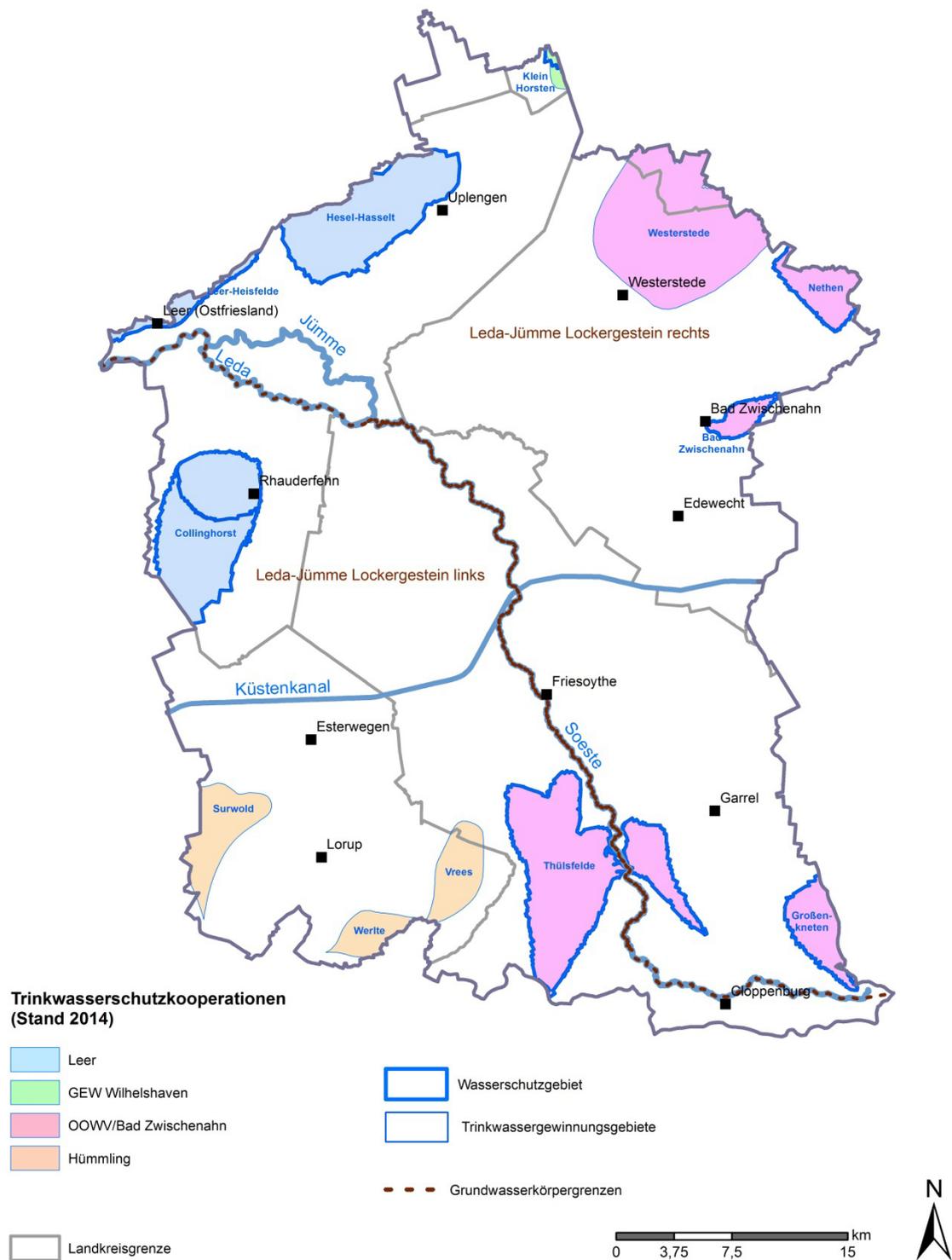


Abb. 44: Wasserschutzgebiete, Trinkwassergewinnungsgebiete und ihre Kooperationszugehörigkeit im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

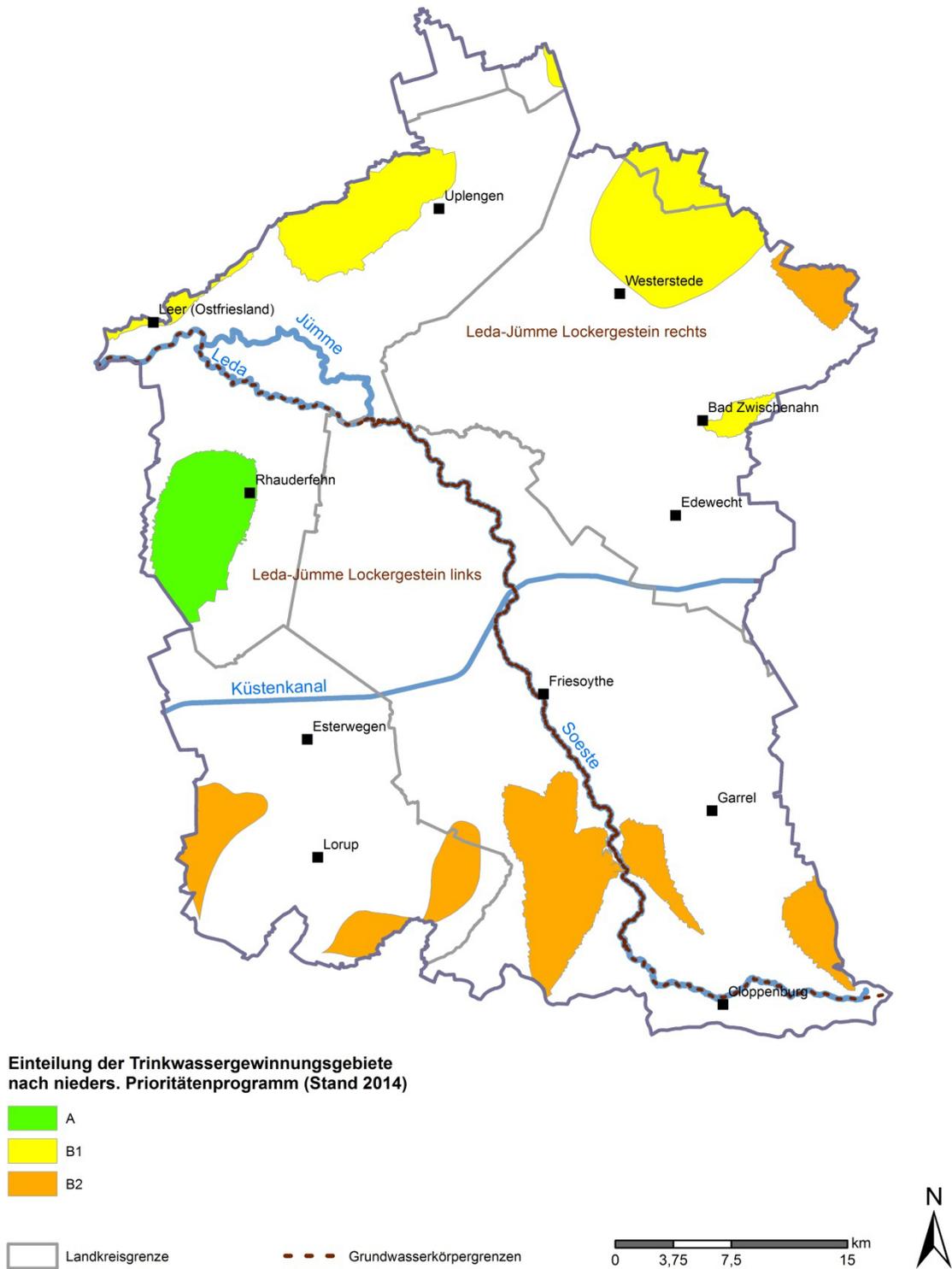


Abb. 45: Einteilung der Wassergewinnungsgebiete (WSG und TWGG) nach den Kriterien des Prioritätenprogramms im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

Tab. 7: Übersicht der Freiwilligen Vereinbarungen und Förderbetrag gemäß MU-Maßnahmenkatalog (MU 2016).

FV-Code	FV-Bezeichnung	Max. Förderung [€/ha]
I.A	Zeitliche Beschränkung der Ausbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern	13,00
I.B	Verzicht auf den Einsatz von tierischen Wirtschaftsdüngern	584,00
I.C	Gewässerschonende Gülleausbringung	66,00
I.D	Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	(je Analyse) 87,00
I.E	Aktive Begrünung	249,00
I.F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung: F1 Fruchtfolgeumstellung	588,00
	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung: F2 Brache	1.185,00
I.G	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	377,00
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	97,00
I.I	Reduzierte N-Düngung	280,00
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	104,00
I.K	Einsatz stabilerter N-Dünger/Cultan-Verfahren	92,00
I.L	Gewässerschonender Pflanzenschutz	64,00
II	Umwandlung von Acker in extensives Grünland/extensives Feldgras	773,00
III	Grundwasserschutzorientierter Bewirtschaftung von Ackerflächen mit Zielvorgaben und ergebnisorientierter Auszahlung	589,00
IV	Erosionsschutz Forst	100 %
V	Erstaufforstung	9.810,00
		(817,50 €/ha/a f. 12J.)
VI	Verbesserung der Grundwasserneubildung: a) Waldumbau	7.000,00
		(700,00 €/ha/a f. 10 J.)
VI	Verbesserung der Grundwasserneubildung b) Erhalt extensiv genutzter Sandheiden	1.459,00
		(145,90 €/ha/a f. 10 J.)

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. Insbesondere die Steuerung wirksamer, jedoch kostenintensiver Maßnahmen (Fruchtfolgevereinbarungen, Umwandlung von Acker in Grünland, Extensivierung von Grünland, Ökolandbau u.a.) ist sinnvoll und auch vor dem Hintergrund zurückgehender Fördermittel notwendig.

In Gebieten mit geringer Grundwasserbelastung wird für alle Flächen ein Standardprogramm an FV angeboten.

In anderen Gebieten, insbesondere dort, wo hohe Nitratbelastungen im Förderwasser oder im Sickerwasser festgestellt wurden, erfolgt eine gefährdungsabhängige Maßnahmensteuerung bzw. räumliche Prioritätensetzung.

Im Wasserschutzgebiet Thülsfelde (Abb. 46) werden beispielsweise mehrjährige Fruchtfolgevereinbarungen (System Immergrün) in der Zone III A und auf vorrangigen Flächen der Zone III B angeboten. Auf prioritären Flächen (und Einzelflächen) werden gezielte Maßnahmen zur Grünlandextensivierung umgesetzt.

Im Leda-Jümme-Einzugsgebiet haben die FV mit aktiver Begrünung (meist in Form von Zwischenfruchtanbau, Abb. 47) sowie die Vereinbarungen zur zeitlichen Beschränkung und zur gewässerschonenden Aufbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern auf die Ackerflächen, gemessen an der Vertragsfläche und der Anzahl der Vertragsabschlüsse, die größte Bedeutung.

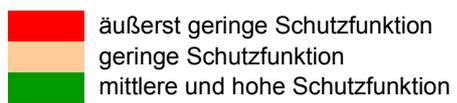
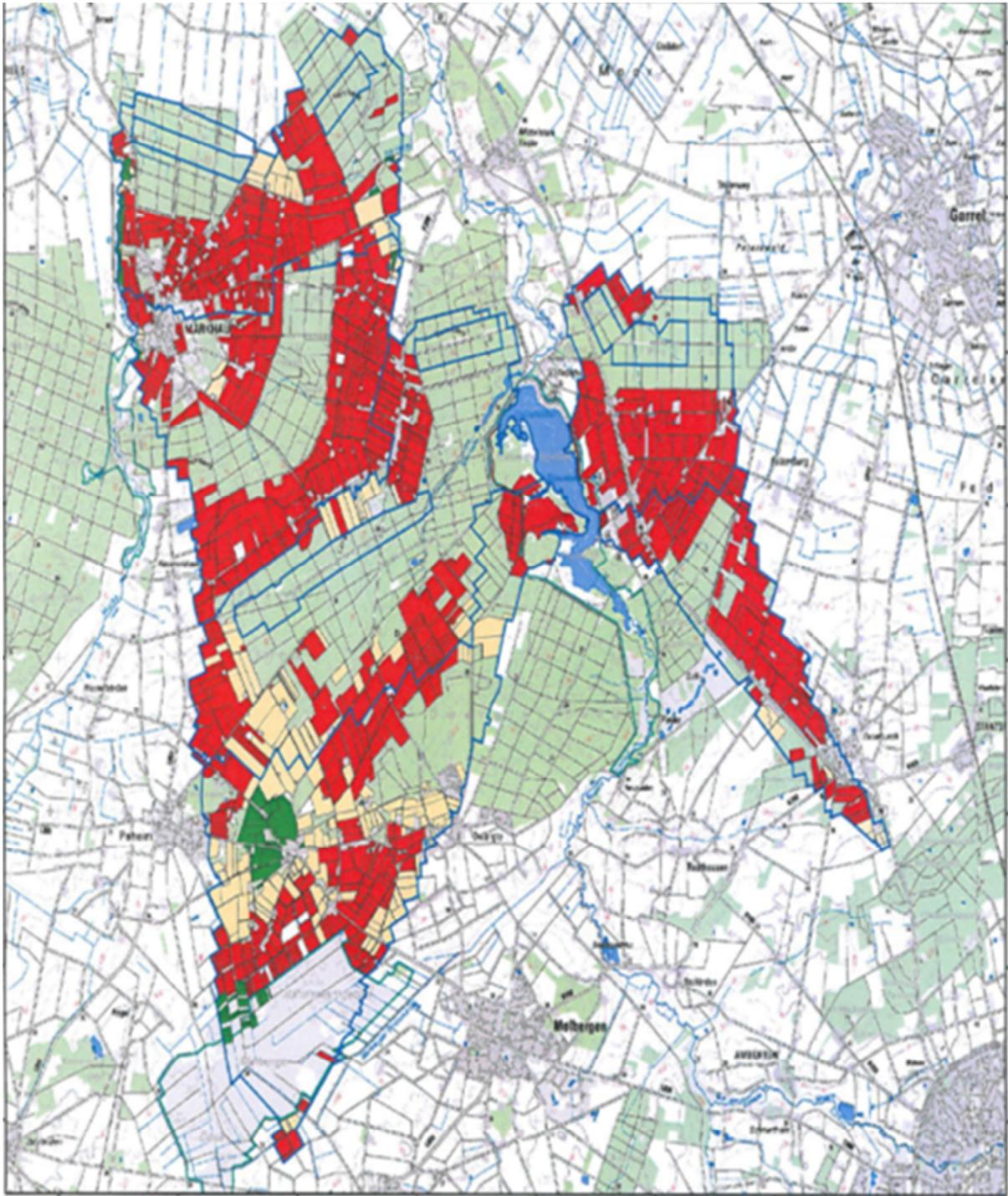


Abb. 46: Prioritätensetzung im WSG Thülsfelde (LWK 2013 b).



Abb. 47: Zwischenfrucht als wichtiger „Zwischenspeicher“ von Stickstoff.

Kurzinformation: Grundwasserschutz

- Die Zustandsbewertung nach EG-WRRL 2015 ergab für das Leda-Jümme Einzugsgebiet einen schlechten chemischen Zustand. Hauptbelastungsquelle ist Nitrat. Für den rechtsseitigen GWK ist auch Cadmium für die schlechte Bewertung mitverantwortlich.
- Der südliche Bereich des Leda-Jümme Gebietes ist Teil der WRRL-Maßnahmenkulisse Nitratreduktion, in der Agrarumweltmaßnahmen und Beratung für Landwirte angeboten werden.
- 12 TWGG mit einem Gesamtflächenanteil von rund 350 km² befinden sich im Leda-Jümme Gebiet. Ein TWGG ist laut Prioritätenprogramm als A-Gebiet ausgewiesen worden, fünf TWGG als B1-Gebiete und sechs TWGG als B2-Gebiete.

5 Grundwasserbewirtschaftung

Das Grundwasser unterliegt nicht nur qualitativen Beeinflussungen sondern auch quantitativen Schwankungen. So wirken sich Grundwasserentnahmen, z. B. der öffentlichen Wasserversorgung zum Zweck der Trinkwasserförderung, der verarbeitenden Industrie zur Verwendung als Brauch- oder Kühlwasser sowie der Landwirtschaft für Viehhaltung bzw. Beregnung von Nutzflächen, auf die zur Verfügung stehenden Grundwasserressourcen aus (NLWKN 2012 a).

Die mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers wird in dem Erlass zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (RdErl. d. MU vom 29.05.2015) geregelt (MU 2015 c), der auch landläufig als „Mengen-erlass“ bezeichnet wird. Der Erlass besagt, dass Grundwasser so zu bewirtschaften ist, dass die im WHG vorgegebenen Grundsätze (§ 6 WHG) und die Bewirtschaftungsziele nach NWG (§ 87 NWG) eingehalten werden können. 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.

5.1 Grundwassermenge

Die Grundwasserneubildung wird durch klimatische, bodenkundliche und geologische Gegebenheiten beeinflusst. Wesentliche Einflussgrößen sind dabei die Niederschlagsmenge und -verteilung, die Durchlässigkeit der Böden und Speicherkapazität der Gesteine sowie Bewuchs, Relief der Bodenoberfläche und der Grundwasserflurabstand (NLWKN 2012 a).

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 Sedimente zu einer geringe-

Die entscheidende Größe ist dabei die Höhe des nutzbaren Dargebots, das vom LBEG ermittelt wird. Randbedingungen wie Ergiebigkeit und Versalzung der Grundwasservorkommen sowie die Überbrückungen von Trockenwetterperioden oder der Erhalt von grundwasserabhängigen Landökosystemen und Oberflächengewässer werden dabei berücksichtigt. Die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung gelten als erfüllt, wenn die Summe aller Nutzungen das nutzbare Grundwasserdargebot in den jeweiligen Grundwasserkörpern nicht überschreitet (NLWKN 2012 a).

Ausgehend vom Gesamtdargebot wird das nutzbare Dargebot über folgende Berechnungsgrößen abgeschätzt:

1. Trockenwetterdargebot - Ergiebigkeitsabschlag - Versalzungsabschlag = gewinnbares Trockenwetterdargebot
2. Gewinnbares Trockenwetterdargebot - genehmigte Entnahmen = gewinnbare Dargebotsreserve
3. Gewinnbare Dargebotsreserve - Öko-Abschlag = nutzbare Dargebotsreserve
4. Nutzbare Dargebotsreserve + genehmigte Entnahmen = nutzbares Dargebot

ren Grundwasserneubildung und einem entsprechend höherem Oberflächenabfluss kommen. Auch bei geringen Grundwasserflurabständen finden aufgrund der begrenzten Infiltrationskapazität der Böden ein erhöhter Oberflächenabfluss und eine verminderte Grundwasserneubildung statt (NLWKN 2012).

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 die Gewinnung von Grundwasser zur Trinkwasserversorgung oder als Brauch- und Produktionswasser für Gewerbe und Industrie oder für die landwirtschaftliche Beregnung und den Tierbedarf verändern den Grundwasserspiegel nachhaltig und vermindern die Grundwasserdargebotsreserve (NLWKN 2012).

Wasserrechte und Wasserentnahmen werden digital durch die Unteren Wasserbehörden im Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramm Niedersachsen (WBE) erfasst. Das WBE ist der Landesdatenbank angeschlossen und steht sowohl Fachleuten als auch der Öffentlichkeit zur Verfügung.

Neben Wasserentnahmen kommen weitere Einflüsse anthropogener Aktivitäten wie z. B. der Abbau von Lagerstätten, Versiegelung und Entwässerung von Flächen usw. hinzu, die sich negativ auf die Grundwasserstände auswirken können (siehe auch Kap. 7).

In Tab. 8 sind die Kenndaten für die mengenmäßige Bewirtschaftung der GWK im Leda-Jümme-Gebiet aufgeführt. Aufgrund des hohen Anteils an genehmigten Entnahmen der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist die nutzbare Dargebotsreserve im linksseitigen GWK deutlich niedriger als im rechtsseitigen GWK. Der Anteil genehmigter Entnahmen am nutzbaren

Dargebot beträgt für den GWK Leda-Jümme Lockergestein rechts 55 %, für den linksseitigen GWK aufgrund der hohen Trinkwasserentnahmen 71 % (MU 2015 c).

Eine Auswertung des WBE zu bewilligten mengenbilanzrelevanten Wasserrechten mit Stand Juli 2015 wird in Abb. 48 abgebildet sowie in Tab. 9 dargestellt. Insgesamt sind im Einzugsgebiet Wasserrechte in Höhe von 65,8 Mio. m³/a erteilt worden. Davon entfallen 35,8 Mio. m³/a auf den linksseitigen GWK sowie 30,0 Mio. m³/a auf den rechtsseitigen GWK. Die zum Zweck der Trinkwassernutzung (Abb. 49) vergebenen Entnahmemengen betragen ca. 80 % der Gesamtentnahmemenge. Hauptentnahmegebiete für die Trinkwasserförderung sind die Geest-Gebiete im Süden des Einzugsgebietes.

Regionale Schwerpunkte der Beregnung sind das Ammerland (Bad Zwischenahn, Westerstede) im GWK Leda-Jümme Lockergestein rechts mit einem hohen Anteil an bewässerungsintensiven Baumschulquartieren und der Südbereich des GWK Leda-Jümme Lockergestein rechts (Gemüsebau, Obst). Rund 88 % der zum Zweck der Beregnung landwirtschaftlicher bzw. gartenbaulicher Erzeugnisse (Abb. 50) im Einzugsgebiet vergebenen Wasserrechte sind in diesem GWK erteilt worden (5,4 Mio. m³/a).

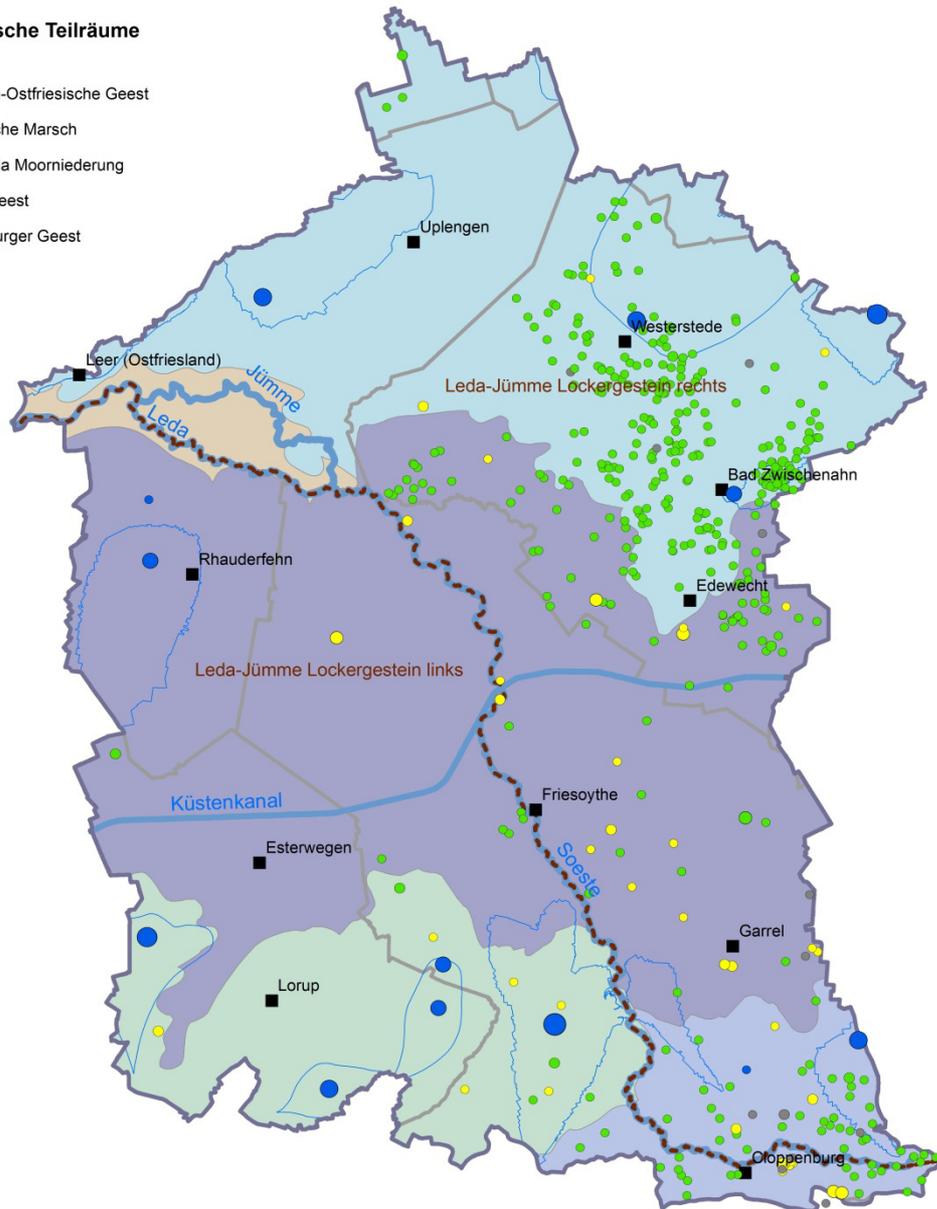
Tab. 8: Nutzbares Dargebot der Grundwasserkörper innerhalb des Leda-Jümme-Gebietes (MU 2015 c, ergänzt).

Name des GWK	Fläche des GWK in NDS [km ²]	Flächenanteil des GWK in NDS [%]	Mittleres Grundwasserdargebot, abgeschätzt nach Growa06v2 [Mio. m ³ /a]	Trockenwetterdargebot [Mio. m ³ /a]	Genehmigte Entnahmemengen [Mio. m ³ /a]	Nutzbare Dargebotsreserve [Mio. m ³ /a]	Nutzbares Dargebot [Mio. m ³ /a]	Anteil genehmigter Entnahmen am nutzbaren Dargebot [%]
Leda-Jümme Lockergestein rechts	1.252,67	99,9	192,99	1.15,54	29,84	24,61	54,45	55
Leda-Jümme Lockergestein links	921,37	100,0	152,14	88,21	36,82	15,17	51,99	71

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



genehmigte Entnahmemengen in Mio. m³/a Stand Juli 2015

- < 0,05
- 0,05 - 0,5
- 0,5 - 1,0
- 1,0 - 2,5
- 2,5 - 5,0
- 5,0 - 10,0
- > 10,0

Entnahmezweck

- Trinkwasser
- Brauchwasser
- Beregnung
- Sonstiges

- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Landkreis, kreisfreie Stadt

0 3,75 7,5 15 km



Abb. 48: Genehmigte Entnahmemengen nach Auswertungen des Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogrammes Niedersachsen.

Tab. 9: Genehmigte mengenbilanzrelevante Entnahmemengen innerhalb der Grundwasserkörper Leda-Jümme Lockergestein rechts und links (berechnet, Quelle: elektronisches Wasserbuch, Stand Juli 2015).

Grundwasserkörper (GWK)	Gesamtentnahme	Beregnung		Brauchwasser		Trinkwasser		sonstiges	
	(GE) m³/a	Entnahme m³/a	Anteil an GE (%)	Entnahme m³/a	Anteil an GE (%)	Entnahme m³/a	Anteil an GE (%)	Entnahme m³/a	Anteil an GE (%)
Leda-Jümme Lockergestein rechts	30.049.212	5.419.704	18,0	3.310.548	11,0	21.107.000	70,2	957.910	3,2
Leda-Jümme Lockergestein links	35.794.050	848.404	2,4	3.451.300	9,6	31.475.000	87,9	9.256	0,03
Gesamt	65.843.262	6.307.455	9,6	6.761.848	10,3	52.582.000	79,9	967.166	1,5



Abb. 49: Wasserwerk Thülsfelde (OOWV).



Abb. 50: Beregnung im Erwerbsgartenbau.

5.2 Trinkwasserversorgung

Die öffentliche Trinkwasserversorgung dient der Daseinsvorsorge. Es ist eine Aufgabe der Gemeinden, die Wasserversorgung sicher zu stellen, wobei die Wasserversorgung selbst oder in ihrem Auftrag von anderen Wasserversorgungsunternehmen übernommen werden kann. Verbände, kommunale Gesellschaften, Betriebe der Gemeinden, gemischt öffentlich-privatrechtliche Gesellschaften sowie ausschließlich privatrechtliche Unternehmensformen können in der Trinkwasserversorgung tätig sein.

Die öffentliche Wasserversorgung dient der Sicherstellung von Trink- und Brauchwasser in der durch die TrinkwV 2001 vorgeschriebenen Qualität. Die TrinkwV 2001 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 (mikrobielle Parameter) sein muss, und dass bestimmte Schadstoffe wie Nitrate, Schwerme-

talle und Pflanzenschutzmittel (chemische Parameter) die vorgeschriebenen Grenzwerte nicht überschreiten dürfen.

In den vom Flusseinzugsgebiet der Leda und Jümme angeschnittenen Landkreisen Ammerland, Aurich, Cloppenburg, Emsland, Friesland, Oldenburg, Leer und Wittmund erfolgt die Trinkwassergewinnung aus dem Grundwasser (LSN 2014).

Die Einwohner in den entsprechenden Landkreisen sind vollständig oder fast vollständig an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen (Tab. 10). Im Landkreis Cloppenburg versorgen sich beispielsweise lediglich rund 1 % der Haushalte aus einer Hauswasserversorgung, die vom Gesundheitsamt regelmäßig kontrolliert wird.

Mit Ausnahme des Landkreises Leer (141 l pro Einwohner und Tag) liegt der Wasserverbrauch der Haushalte unter dem Landesdurchschnitt von 126 Liter pro Einwohner und Tag.

Tab. 10: Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung in den Landkreisen innerhalb des Flusseinzugsbereiches Leda-Jümme für die Jahre 2001, 2004, 2007 und 2010, (Quelle: NLS 2003, LSKN 2009 a, LSKN 2009 b, LSN 2014).

Landkreis	Anteil innerhalb Leda-Jümme Einzugsgebiet %	Jahr	Wasserabgabe je Einwohner und Tag insgesamt (*) L(E*d)	Abgabe je Einwohner und Tag (**) L/(E*d)	Bevölkerung Anzahl	Angeschlossene Einwohner %
Ammerland	69	2010	186,9	117,3	117.869	99,9
		2007	180,3	133,9	116.769	100
		2004	176,5	136,7	115.176	100
		2001	166,7	116,3	111.994	99,9
Aurich	2	2010	169,1	124,3	189.147	99,9
		2007	162,5	136,3	190.524	99,8
		2004	165,5	136,1	190.110	99,8
		2001	166,7	118,7	188.363	99,7
Cloppenburg	60	2010	184,9	110,5	158.968	98,9
		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	11	2010	222,7	125,3	312.820	99,8
		2007	215,9	128,0	313.036	99,8
		2004	206,0	124,7	309.245	99,8
		2001	206,1	130,6	304.698	99,6
Friesland	3	2010	186,0	113,8	99.883	100
		2007	189,7	133,4	100.959	100
		2004	187,1	132,6	101.760	100
		2001	190,3	120,4	101.402	100
Leer	43	2010	169,1	141,1	164.687	100
		2007	161,0	139,4	165.297	99,9
		2004	165,7	137,7	164.522	99,8
		2001	167,2	151,1	162.765	99,8
Oldenburg	0,1	2010	175,5	115,1	128.127	99,6
		2007	163,9	134,5	126.036	99,3
		2004	137,4	134,5	125.175	98,5
		2001	150,5	106,0	122.550	97,4
Wittmund	2	2010	202,1	118,1	57.431	99,7
		2007	217,2	140,8	57.854	99,7
		2004	192,6	137,4	57.800	99,6
		2001	203,1	135,1	57.421	99,3
Niedersachsen		2010	160,3	126,3	7.932.282	99,4
		2007	160	128	7.987.161	99,3
		2004	163	130	8.000.090	99,2
		2001	164	131	7.956.416	99,1

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

(**) Gesamtwasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe

Die Versorgung mit Trinkwasser wird im Flusseinzugsgebiet durch unterschiedliche Organisationsformen sichergestellt. Die Wasser-versorgungsunternehmen sind für die Wasser-versorgung der Bevölkerung in abgegrenzten Gebieten, sogenannten Versorgungsräumen, zuständig (NLWKN 2012 a). Der Versorgungsraum des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasser-verbandes (OOWV) deckt rund 62 % des Einzugsgebietes Leda-Jümme ab. Daneben

sichern der Wasserverband Hümmling, der Wasserversorgungsverband Overledingen und der Wasserversorgungsverband Moormerland-Uplengen-Hesel-Jümme die Trinkwasserver-sorgung im Gebiet. Regional auf das städtische Umfeld begrenzt stellen die Stadtwerke Leer sowie die Gemeindewerke Bad Zwischenahn Trinkwasser zur Verfügung (Abb. 51).

Entnahmesituation der Trinkwasserversorgung

Zur Förderung von Trinkwasser werden von den Unteren Wasserbehörden Wasserrechte erteilt. Die Höhe der genehmigten Wasserrechte richtet sich nach der Wasserbedarfsprognose und der förderbaren Menge (NLKWN 2012 a).

Gegenwärtig sind im Einzugsgebiet von Leda und Jümme insgesamt Wasserrechte in Höhe von 52,6 Mio. m³/a (Stand Juli 2015) für die Öffentliche Trinkwasserversorgung erteilt worden. Wasserrechte in Höhe von 31,5 Mio. m³/a können im GWK Leda-Jümme Lockergestein links genutzt werden und 21,1 Mio. m³/a im rechtsseitigen GWK. 2014 erfolgte im gesamten Einzugsgebiet eine tatsächliche Entnahme von 45,7 Mio. m³ Trinkwasser zur Sicherstel-

lung der öffentlichen Wasserversorgung. Dies entspricht einer Ausschöpfung von 87 %. Zulässige Entnahmemengen und die Ausschöpfung durch tatsächliche Trinkwasserförderung können der Abb. 52 entnommen werden. Aus der Wassergewinnungsanlage Schatteburg, nordwestlich von Rhaderfehn, wird zurzeit keine Trinkwasser-Förderung durchgeführt, das Wasserrecht ist jedoch weiterhin aktiv.

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

Kurzinformation: Grundwasserbewirtschaftung

- Im Einzugsgebiet sind Genehmigungen für die Entnahme von 66 Mio. m³/a Grundwasser erteilt worden.
- Ca. 80 % (53 Mio. m³/a) der genehmigten Entnahmemengen sind für die Trinkwasserversorgung vorgesehen.
- 99 % der Haushalte sind an die öffentliche Wasserversorgung angeschlossen.
- Der Versorgungsraum des OOWV deckt rund 62 % des Einzugsgebietes ab.

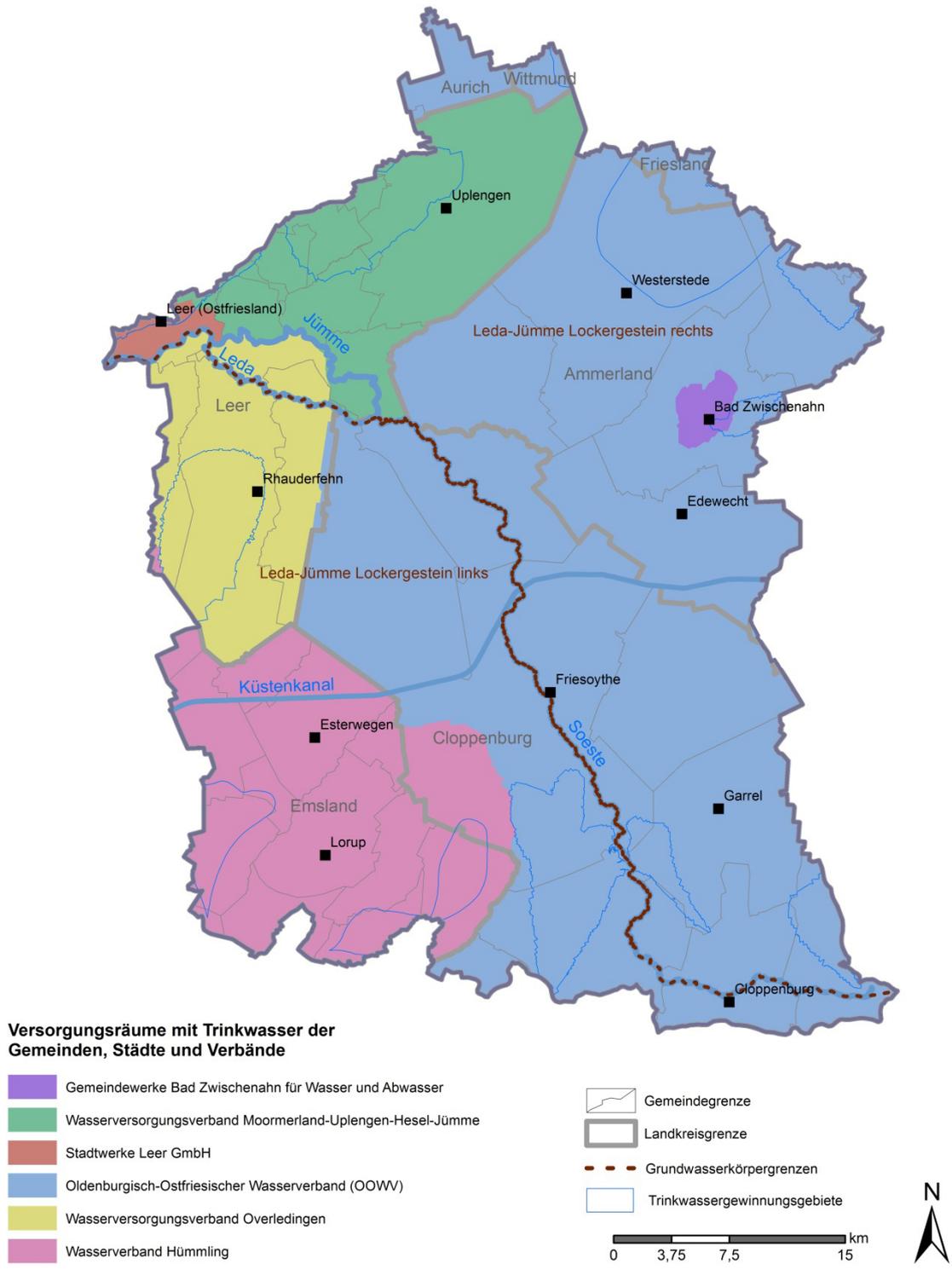


Abb. 51: Trinkwasserversorgungsräume der Verbände, Städte und Gemeinden.

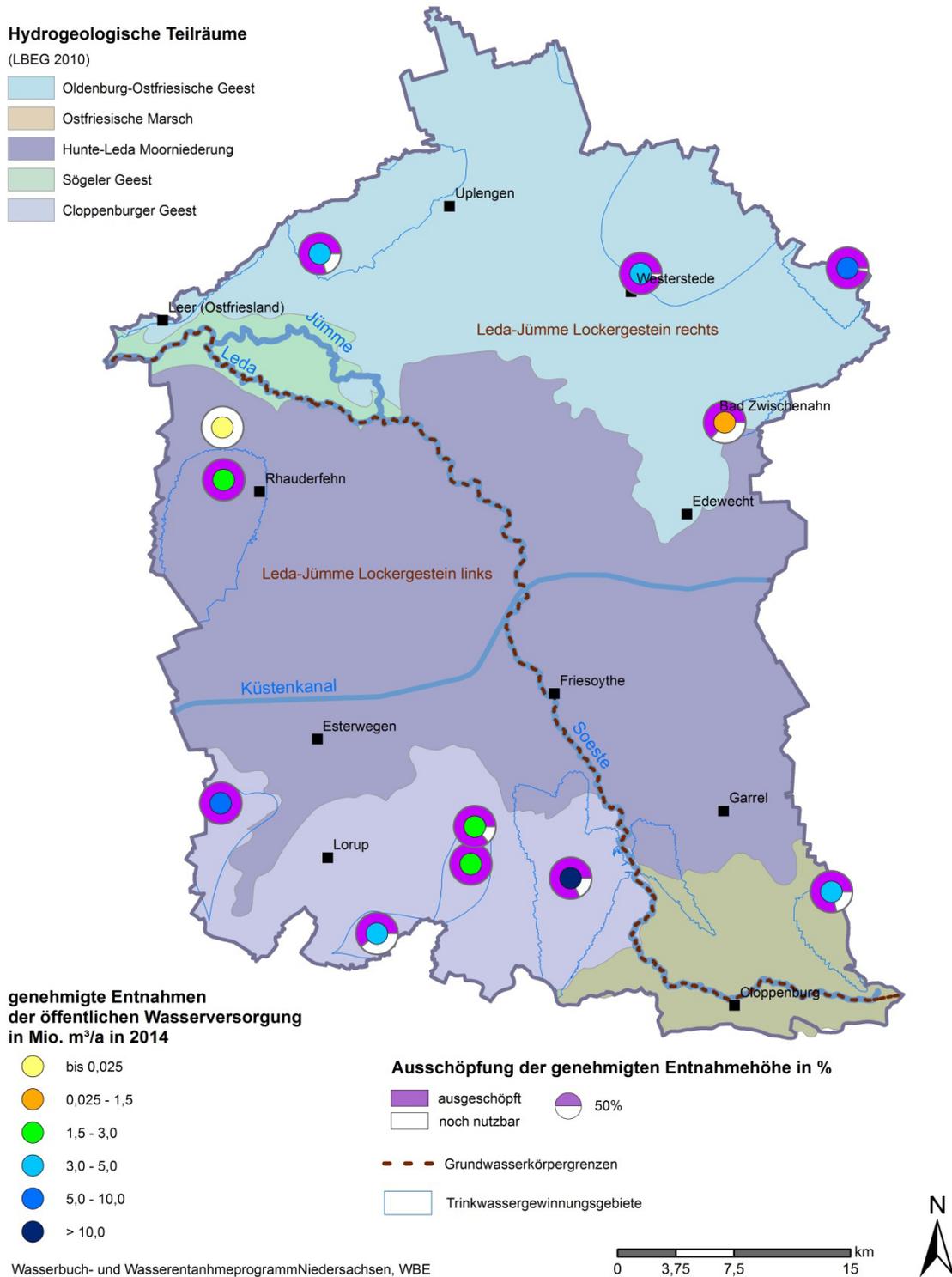


Abb. 52: Höhe und Ausschöpfung genehmigter Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

6 Grundwasserüberwachung

Die Grundwasserbeschaffenheit und die Grundwassermenge unterliegen natürlichen wie anthropogenen Einflüssen. Insbesondere in Hinblick auf einen vorbeugenden Grundwasserschutz ist es wichtig, die Dynamik der Einflussfaktoren und ihre Auswirkungen auf das Grundwasser zu erkennen, um bei einer negativen Veränderung rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können.

Grundwasser sollte in seiner Beschaffenheit anthropogen unbeeinflusst sein. Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit wird primär von den chemischen und mineralogischen Eigenschaften des Untergrunds sowie des Sickerwassers mit seinen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffen und den damit verbundenen chemischen und biochemischen Prozessen bestimmt. Eine zunehmende Rolle spielen Inhaltsstoffe, die direkt oder indirekt durch menschliche Tätigkeit punktuell, linien- oder flächenhaft in das Grundwasser eingebracht werden (NLWK 2001).

Die Beobachtung der Grundwassergüte stützt sich auf landeseigene Messstellen sowie Rohwasser- und Vorfeldmessstellen, die von den WVU im Einzugsgebiet ihrer Förderanlagen betrieben werden.

Neben der Grundwasserbeschaffenheit unterliegt auch die Grundwassermenge Veränderungen. So wirken sich Grundwasserentnahmen der Industrie, der öffentlichen Wasserversorgung und der Landwirtschaft auf den Grundwasserstand aus und die Grundwasserressourcen selbst oder vom Grundwasser abhängige Ökosysteme können beeinflusst werden.

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 stellen eine notwendige Voraussetzung für eine schonende, bedarfsgerechte Bewirtschaftung unserer Grundwasservorkommen und für wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen dar.

In Niedersachsen ist der NLWKN mit der Ermittlung, Archivierung und Aufbereitung der Gewässerdaten befasst. Diese Daten werden in Berichten über den quantitativen und qualitativen Zustand der Gewässer durch den NLWKN veröffentlicht und dienen als Grundlage für wasserwirtschaftliche Planungen, Entscheidungen und sonstige Maßnahmen im Land. Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe baute das Land Niedersachsen ein Gewässerüberwachungssystem (GÜN) auf, das durch den NLWKN betrieben und unterhalten wird. Aus diesem Messnetz können für die vielfältigen Aufgaben des GLD, je nach Fragestellung, Messstellen zur Beobachtung von Grundwasserbeschaffenheit und Grundwasserstand zusammengestellt und über einen langen Zeitraum beobachtet werden. Insofern ist der NLWKN nicht nur in der Lage Einzeldaten pro Messstelle zu liefern sondern auch die Entwicklung der Grundwasserbeschaffenheit und des Grundwasserstandes in unterschiedlichem Maßstab zu beurteilen.

Darüber hinaus verpflichtet das NWG (§89 NWG) die Unternehmen der Öffentlichen Trinkwasserversorgung zur Eigenüberwachung des gewonnenen Rohwassers. Um möglichst frühzeitig negative Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit erkennen zu können, müssen im Einzugsbereich der Grundwasser-Entnahmen sogenannte Vorfeldmessstellen errichtet und durch die WVU betrieben werden. Diese Daten werden an den NLWKN übermittelt und von diesem ausgewertet und bewertet. Näheres zur Untersuchung der Rohwassermessstellen, Vorfeldmessstellen und zur Datenweitergabe an die Unteren Wasserbehörden sowie den GLD ist per Erlass geregelt (MU 2013).

Für diesen Bericht wurden neben Daten des NLWKN aus dem Landesmessnetz mit Zustimmung der WVU auch Daten von Vorfeldmessstellen der WVU verwendet, die im Rahmen der gesetzlichen Pflichten (§89 NWG) oder darüber hinausgehend erhoben wurden.

6.1 Messnetz

Während Belastungen der Atmosphäre z. B. durch Ozon oder Feinstaubbelastung sowie Verunreinigungen 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 und mit dem der Erfolg von Schutzmaßnahmen überwacht werden kann (NLKWN 2012 a).

Zur Überwachung der Gewässer betreibt das Land Niedersachsen ein Gewässerüberwachungssystem (GÜN), dessen Bestandteile ein Grundwasserstands- und ein Grundwassergütemessnetz sind.

Das Grundwassermessnetz ist so angelegt, dass einmalige sowie wiederkehrende, kurzzeitige oder langfristige anthropogene Belastungen erfasst und natürliche Veränderungen

der Grundwassergüte als auch des Grundwasserstandes beobachtet werden können (Tab. 11) (NLKWN 2012 a).

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

Grundwasserstandsmessstellen geben den gegenwärtigen Grundwasserstand im Grundwasserleiter wieder. Die Grundwasserbeschaffenheitsmessstelle erfasst in Abhängigkeit vom Ausbau einen räumlich begrenzten Ausschnitt des Grundwassers im Anstrom zur GWM (NLWKN 2001).

Tab. 11: Grundwassergüte und Grundwasserstände werden in Niedersachsen im Rahmen von verschiedenen Messprogrammen umfassend überwacht (NLWKN 2014).

Grundwasser-Messkonzept 2014				
GÜN-Messprogramme		Anzahl Messstellen		
		Programm	Land	Dritte
Stand	Grundwasser-Stand	1.584	1.558	26
	WRRL-Stand	1.121	903	218
	Klima-Stand	240	240	0
Güte	Grundwasser-Güte	601	594	7
	WRRL-Güte	1.085	759	326
	WRRL-Pflanzenschutzmittel (Incl. LAWA PSM)	693	544	149
	Versalzung/Intrusion	394	216	178
	Sonderuntersuchungen	Nach Bedarf	-	-
	Bodendauerbeobachtungsflächen	100	95	5
	Messstellen der Eigenüberwachung der Wasserversorgungsunternehmen	Keine Angabe	-	-
	Nitrat- und Pflanzenschutzmittel (LAWA)	23	23	0
	Europäische Umweltagentur (EUA)	106	106	0
	Evaluierung von Grundwasserschutzmaßnahmen in Trinkwassergewinnungsgebieten*	1.410	44	1.366

*Messstellen nicht Teil des GLD-Messnetzes



Abb. 53: Gütebehebung an einer Grundwassermessstelle.

Die Festlegung von Mess- bzw. Beprobungs- turnus und des zu erfassenden Parameterum- fanges eines Güteprogramms erfolgt dabei an- gepasst an regionale und landesweite Fragestellungen sowie nationaler und interna- tionaler Berichtspflichten gemäß eines vom NLWKN erarbeiteten Messkonzeptes. Die Viel- fältigkeit der Anforderungen spiegelt sich in den unterschiedlichen Messprogrammen wider (Tab. 11). Die Messnetzkonzeption wird in re- gelmäßigen Abständen den neuen Erkenntnis- sen und der fortschreitenden Entwicklung der Mess- und Analysetechnik sowie den sich ändernden aktuellen Fragestellungen ange- passt.

Die innerhalb der Messprogramme erhobenen Daten werden durch die Betriebsstellen des NLWKN auf Plausibilität geprüft, ausgewertet und zunächst in einer regionalen wasserwirt- schaftlichen Datenbank erfasst, bevor sie an- schließend in der Landesdatenbank zentral zusammengeführt werden (NLWKN 2012 a). Der Betrieb des GÜN Grundwassermessnet- zes umfasst die Probenahme (Abb. 53), die



Abb. 54: Grundwasserstandsmessung mit dem Lichtlot.

Durchführung der Vor-Ort-Messungen (Abb. 54), die Laboruntersuchung der Proben sowie die Wartung und die Unterhaltung der Mess- stellen (NLWKN 2012 a).

Ferner erfolgt die Sammlung, Plausibilitätsprü- fung und Auswertung der erhobenen Daten und deren Darstellung im Internet (Landesda- tenbank, niedersächsische Umweltkarten) und in Berichten wie beispielweise dem vorliegen- den Regionalbericht oder dem internetbasier- ten Grundwasserbericht (Kap.1, Abb. 1).

Zur Darstellung der Grundwasserbeschaffen- heit im Leda-Jümme-Einzugsgebiet wurden Daten von 407 Messstellen (Landesmessstel- len und Förderbrunnen, Vorfeldmessstellen, sonstige Brunnen der WVU für den vorliegen- den Regionalbericht ausgewertet (Tab. 12). Die WVU haben für die Auswertung Grund- wassergütedaten aus den WSG bzw. TWGG Bad Zwischenahn, Nethen, Thülsfelde, Groß- enkneten, Surwold, Werlte, Collinghorst, Leer- Heisfelde und Hesel zur Verfügung gestellt.

Tab. 12: Anzahl (Betreiber, Art) der für die Grundwasserbeschaffenheit ausgewertete Messstellen im Einzugsge- biet Leda-Jümme (Land = Landesmessstelle, WVU = Messstelle der Wasserversorger, FB = För- derbrunnen, GWM = Grundwassermessstelle).

GWK	Anzahl GWM	Betreiber		Art	
		Land	WVU	FB	GWM
Leda-Jümme Lockergestein links	175	88	87	18	157
Leda-Jümme Lockergestein rechts	232	119	113	17	215
Gesamt	407	207	200	35	372

Zur Darstellung der Grundwasserstandsentwicklung stehen 119 Landesmessstellen mit Grundwasserstandsdaten zur Verfügung (Tab.

13). Ausgewertet wurden Messstellen, deren Messreihe 30 Jahre bzw. 20 Jahre umfassen.

Tab. 13: Anzahl der für die Grundwasserstandsentwicklung ausgewertete Landesmessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

GWK	GWM
Leda-Jümme Lockergestein links	51
Leda-Jümme Lockergestein rechts	68
Gesamt	119

6.2 Verfilterung der Grundwassermessstellen

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

Die Lage des Filters und der Filterstrecke wird bei Grundwassermessstellen so gewählt, dass die Grundwasserstockwerke gut erfasst werden können. Eine Messstelle kann als Mehrfachmessstelle mit mehreren Filterstrecken in unterschiedlichen Tiefen ausgebaut sein. In der Regel werden jedoch zwei bis drei Einzelmessstellen nebeneinander in separaten Bohrungen niedergebracht, um übereinanderliegende Grundwasserstockwerke beobachten und beproben zu können. Die Abb. 55 und Abb. 56 zeigen die Einrichtung einer neuen Grundwassermessstelle.

In den folgenden Tabellen werden die ausgewerteten Landesmessstellen, Vorfeldmessstellen, sonstige Messstellen und Förderbrunnen

unter dem Begriff „Messstelle“ zusammengefasst und nicht weiter differenziert.

Von den 407 im Rahmen des vorliegenden Berichtes näher untersuchten Messstellen sind 199 Messstellen im 1. Grundwasserstockwerk und 78 GWM im 2. Stockwerk verfiltert. 16 Messstellen haben eine Filterlage im tieferen Untergrund, dem 3. Grundwasserstockwerk. Bei 114 Messstellen, insbesondere der WVU, war aufgrund nicht vorliegender Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile oder Ausbaudaten der GWM keine Stockwerks-Zuordnung möglich (Tab. 14). In Tab. 15 sind die Messstellen nach hydrogeologischen Teilräumen differenziert ausgewertet.

Die größte Messstellendichte befindet sich in den großflächigen Teilräumen Hunte-Leda-Moorniederung und Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest. In den Bereichen, in denen Messstellenhäufungen auftreten, befinden sich in der Regel TWGG. Hier betreiben die WVU ein umfangreiches Messnetz zur Beweissicherung.



Abb. 55: Bohrung einer Grundwassermessstelle.



Abb. 56: Bau einer Grundwassermessstelle.

Tab. 14: Messstellenverteilung in den Grundwasserkörpern differenziert nach Filterlage in unterschiedlichen Grundwasserstockwerken.

GWK	Grundwasserstockwerk		
	1	2 und tiefer	ohne Zuordnung
Leda-Jümme Lockergestein links	84	39	52
Leda-Jümme Lockergestein rechts	115	56	61
Gesamt	199	94	114

Tab. 15: Anzahl der Messstellen in den hydrogeologischen Teilräumen mit Stockwerkszuordnung.

Hydrogeologischer Teilraum	Verfilterung im Stockwerk			Gesamt
	1	2 und tiefer	ohne Zuordnung	
Cloppenburger Geest	18	5	2	25
Hunte-Leda Moorniederung	60	21	41	122
Oldenburg-Ostfriesische Geest	74	41	52	168
Ostfriesische Marsch	-	11	-	11
Sögeler Geest	47	16	19	82
Gesamt	199	94	114	407

Kurzinformation: Grundwasserüberwachung

- Der NLWKN unterhält ein Messnetz zur Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit sowie der Grundwasserstände.
- Die Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit stützt sich auf landeseigene Messstellen sowie auf Rohwasser- und Vorfeldmessstellen
- Zur Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit konnte im vorliegenden Bericht auf 407 Messstellen zurückgegriffen werden.
- Für die Auswertung der Grundwasserstandsbeobachtungen standen 119 landeseigene Messstellen zur Verfügung.

7 Grundwasserstandsentwicklung

Der zeitliche Verlauf des Grundwasserstandes wird langfristig beobachtet. Die erforderlichen GWM werden im Rahmen des GÜN durch den NLWKN unterhalten und betrieben und bilden eine wichtige Grundlage für die Aufgabenwahrnehmung des GLD. In Abhängigkeit von der Messtechnik und der Fragestellung wird der Grundwasserstand in monatlichen, wöchentlichen oder täglichen Messungen ermittelt (NLWKN 2012 a). Vielfach erfolgt die Messung des Abstichs mittels Lichtlot (Abb. 57). Zunehmend werden die Grundwasserstände per Datenfernübertragung (DFÜ) automatisiert gemessen und übermittelt (Abb. 58). Die Daten bilden die Grundlage für Auswertungen und Beurteilung der vorhandenen Grundwassermenge.

Die vorhandene Grundwassermenge wird als zeitlicher Verlauf des Grundwasserstandes durch eine sich über Jahre erstreckende Ganglinie wiedergegeben (Abb. 59).

Die Grundwasserstandsentwicklung und die Mengenvorräte werden durch natürliche Faktoren (insbesondere die Witterungs- und Klimadynamik) und anthropogene Einflüsse (Entnahmen, Entwässerung, Flurbereinigung,

Aufstauungen) beeinflusst, die im Ganglinienverlauf sichtbar werden.

Die Grundwasserstandsdaten werden darüber hinaus zur Konstruktion von sogenannten Grundwassergleichenplänen genutzt. Aus dem Messstellennetz sind die Höhen des Grundwasserspiegels abzulesen. Durch Konstruktion der Linien gleichen Grundwasserstands zu einem definierten Beobachtungszeitpunkt (Stichtagsmessung) wird der Grundwassergleichenplan erstellt, aus dem sich die Fließrichtung des Grundwassers bestimmen lässt. Grundwassergleichenpläne werden für jeden Grundwasserleiter getrennt angefertigt.

Der im Internetportal des MU verfügbare Grundwasserbericht Niedersachsen bietet anhand einer interaktiven Karte die Möglichkeit, sich Ganglinien ausgewählter Messstellen anzeigen zu lassen und Zusatzinformationen abzurufen. Der Grundwasserbericht Niedersachsen ist über die Internetseite des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) abrufbar.

Eine interaktive Karte kann ebenfalls dort oder auf dem Umweltkartenserver des MU abgerufen werden.



Abb. 57: Grundwasserstandsmessung mit dem Lichtlot.



Abb. 58: Überprüfung der DFÜ-Sonde.

7.1 Grundwasserganglinien

Bei der Darstellung einer Grundwasserganglinie werden die gemessenen Grundwasserspiegelhöhen gegen die Zeit aufgetragen. Der Verlauf dieser Ganglinie wird maßgeblich durch den Grundwasserzufluss bzw. -abfluss und durch die Grundwasserneubildung bestimmt (NLWKN 2012 a).

In oberflächennahem Grundwasser ist häufig eine direkte Abhängigkeit des Grundwasserstands von Niederschlagsereignissen oder von der Evapotranspiration (Verdunstung) zu beobachten.

Meist untergeordnet können noch Schwankungen des Luftdruckes und des Auflastdruckes (insbesondere in gespannten Grundwasserleitern), Einflüsse von Erd- und Meereszeiten sowie seismische Aktivitäten den Verlauf der Grundwasserganglinie beeinflussen (NLWKN 2012 a).

Die Ganglinien zeigen häufig typische Verläufe, die Veränderung des Grundwasserstandes durch natürliche und anthropogene Faktoren widerspiegeln. Der Witterungsablauf im Jahresgang, aber auch geologische, hydrologische sowie bauliche Faktoren wie Versiegelung und Meliorationsmaßnahmen können im Gangbild des Grundwasserstandes erkennbar sein. Im Wesentlichen spielen die folgenden Faktoren eine bedeutende Rolle bei der Entwicklung der Grundwasserstände (NLWKN 2014 b):

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

In Abb. 59 ist für eine GWM der Niederschlagseinfluss gut erkennbar. Der über die Wintermonate ansteigende Grundwasserstand geht einher mit erhöhten Niederschlägen. In den Sommermonaten fallen die Grundwasserstände, in der Regel bis September/Oktober, um danach mit den einsetzenden Herbstniederschlägen wieder anzusteigen.

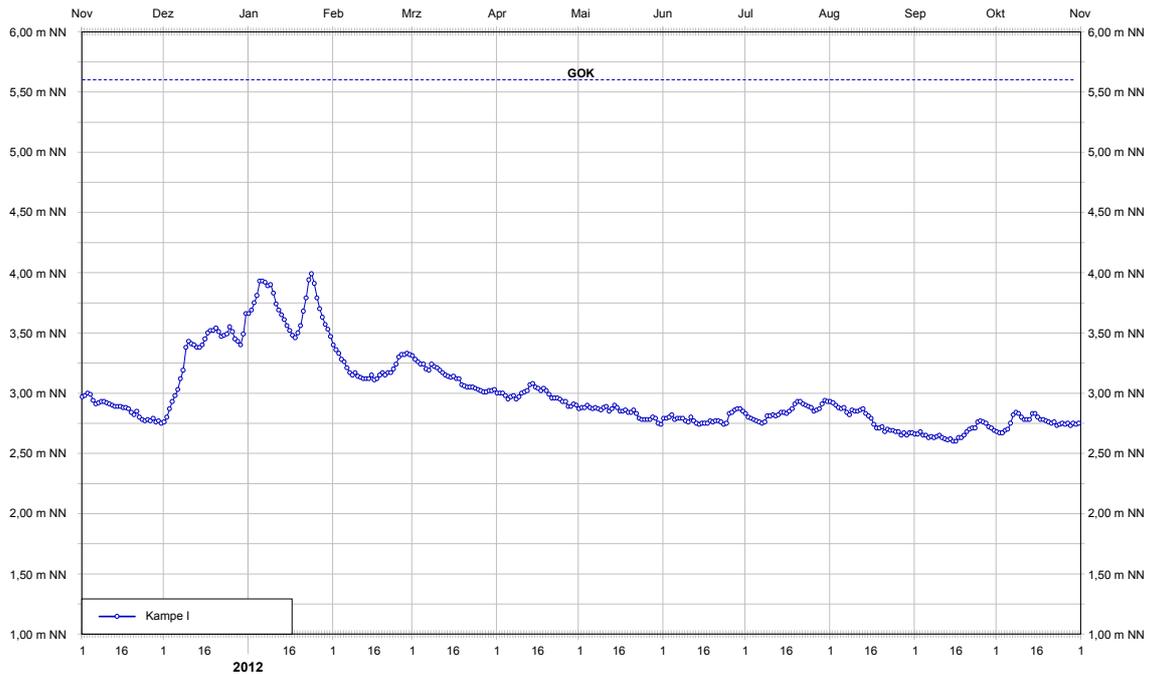


Abb. 59: Ganglinie der Messstelle Kampe für den Zeitraum vom 01.11.2011 bis 31.10.2012 (GOK = Geländeoberkante).

7.2 Analysen der Grundwasserstandentwicklung

Die Auswertungen der Grundwasserstandentwicklung (Trendanalyse) ermöglicht die Aussage über langfristige Veränderungen der Grundwasservorräte. Die Betrachtung eines Zeitraums von 30 Jahren entspricht sowohl dem Vorgehen in der Meteorologie als auch in der Hydrologie. Es wird davon ausgegangen, dass sich das durchschnittliche Geschehen erst in einem längeren Zeitraum genauer beurteilen lässt. Dies bedeutet jedoch nicht, dass in dieser Zeitreihe von 30 Jahren bereits alle möglichen Extremwerte aufgetreten sein müssen (NLWKN 2012 a).

Da nicht von allen Landesmessstellen im Flusseinzugsgebiet der Leda und Jümme lückenlos 30 jährige Zeitreihen zur Verfügung stehen, werden hilfsweise auch 20 jährige Zeitreihen dargestellt. Von Bedeutung ist dabei auch der Vergleich der unterschiedlichen Betrachtungszeiträume.

Im Rahmen des Regionalberichtes werden bei der Trendanalyse nur unbeeinflusste Landesmessstellen berücksichtigt. Messstellen der WVU sind nicht in die Auswertungen einbezogen worden, da hier durch den Einfluss der Trinkwasserentnahmen die natürliche Ganglinie überlagert sein kann.

7.3 Aus- und Bewertungsmethodik

Im Unterschied zur Gefährdungsabschätzung und zur Bewertung des mengenmäßigen Zustands der GWK gem. EG-WRRL (Kapitel 4.1.1), die in Niedersachsen auf einer in einzelne Prüfschritte gegliederten Matrix basieren, werden im Rahmen des vorliegenden Regionalberichtes keine auf GWK bezogenen Aussagen getroffen. Grundwasserstandsdaten

werden nach regionalen Aspekten ausgewertet und in entsprechenden Kartenabbildungen dargestellt. Analog zum Vorgehen Niedersachsens bei der Ermittlung des mengenmäßigen Zustandes der GWK wird eine modifizierte Trendklassifikation nach Grimm-Strele (NLWKN 2013) zur Auswertung der Grundwasserstandsentwicklung verwendet.

Für den 30 jährigen Grimm-Strele-Trend wird der Zeitraum vom 01.11.1984 bis 31.10.2014 berücksichtigt. Die Zeitreihe 01.11.1994 bis 31.10.2014 ist für die Berechnung des 20 jährigen Trends relevant. Eine beispielhafte Trendberechnung ist in Abb. 60 für die Messstelle Bethen 2/6 I dargestellt. Die Lage der Messstelle kann Abb. 61 entnommen werden. Die Grundwasserstandsentwicklung ist als „stark fallend“ einzustufen

Der Trendkoeffizient ergibt sich aus dem Verhältnis von Steigung der Regressionsgeraden in Zentimeter pro Jahr [cm/a] und der Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in Zentimeter [cm]. Bei dem Verfahren nach Grimm-Strele wird nicht allein die Steigung der Regressionsgeraden, sondern auch die Schwankungsbreite des Grundwasserstandes

(Spannweite der Gesamtamplitude einer Ganglinie) einbezogen. Als Extremwerte werden dabei der maximale und der minimale Einzelwert in der betrachteten Zeitreihe herangezogen. Nach Gleichung 1 wird ein prozentualer positiver oder negativer Trendkoeffizient (in Prozent pro Jahr) berechnet und einer von fünf Klassen von „stark fallend“ bis „stark steigend“ zugeordnet (NLWKN 2012 a; s. a. Tab. 16).

Mit dieser Klassenteilung, die den Empfehlungen der Arbeitshilfe der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2003) entspricht, ergibt sich für die Lockergesteinsgebiete des Flusseinzugsgebietes der Leda-Jümme ein plausibles Bewertungsbild, das die wasserwirtschaftlichen Entnahmesituationen der Region widerspiegelt.

Gleichung 1:
$$\frac{\text{Steigung der Regressionsgeraden } [\frac{cm}{a}]}{\text{Spannweite der Extremwerte [cm]}} = \text{Trendkoeffizient}$$

Tab. 16: Klasseneinteilung der Bewertung nach Grimm-Strele, angepasst an niedersächsische Verhältnisse (NLWKN 2013).

-4 %	bis	< -1 %	pro Jahr	stark fallend
-1 %	bis	< -0,5 %	pro Jahr	fallend
-0,5 %	bis	< +0,5 %	pro Jahr	gleichbleibend
+0,5 %	bis	< +1 %	pro Jahr	steigend
+1 %	bis	+4 %	pro Jahr	stark steigend

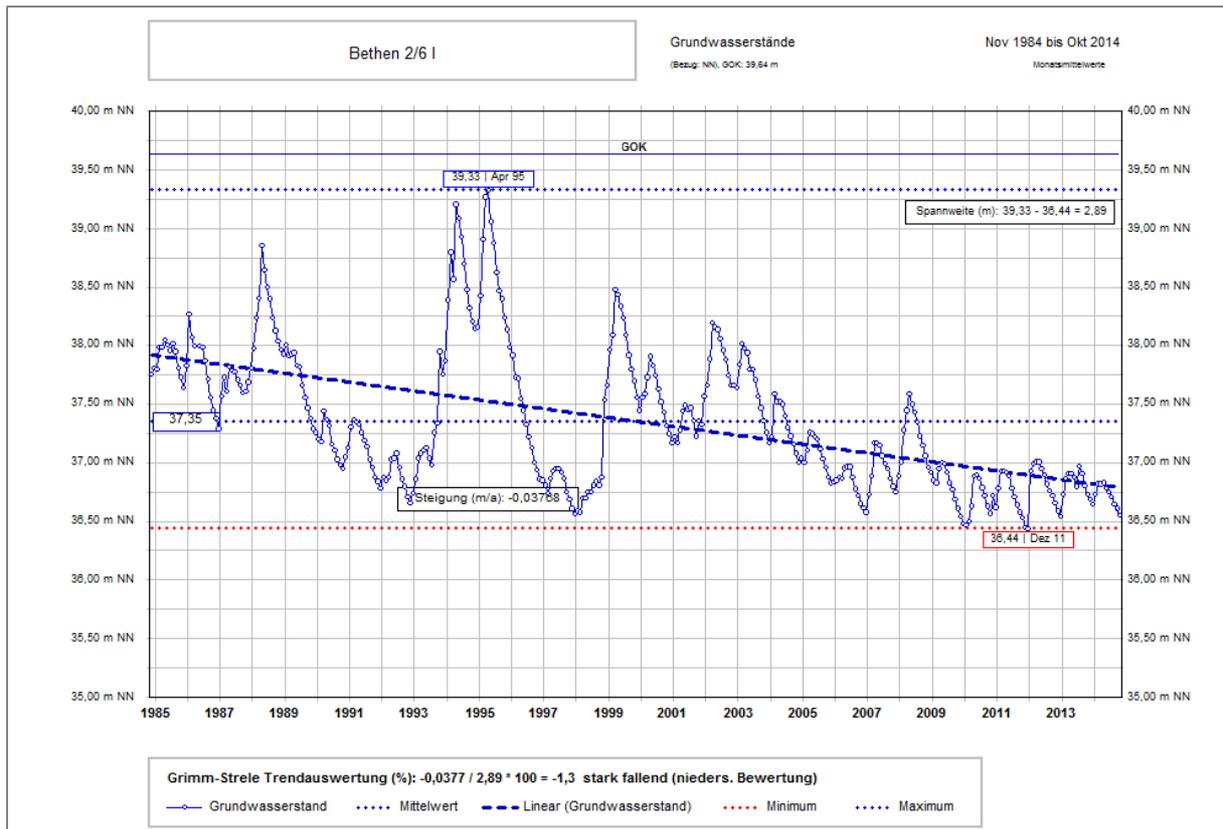


Abb. 60: Beispiel einer Trendberechnung nach Grimm-Strele für einen Zeitraum von 30 Jahren (01.11.1984 - 31.10.2014) für die Grundwasserganglinie der Messstelle Bethen 2/6 I.

7.4 Grundwasserstandbeobachtung – Ergebnisse der Datenauswertung

Im Zuge des vorliegenden Regionalberichtes werden unabhängig von der Bewertung nach der EG-WRRL die Grundwasserstandsdaten punktuell für jede Messstelle ausgewertet und dargestellt. In den vorliegenden Auswertungen werden Messstellen berücksichtigt, die eine entsprechende Zeitreihe von 20 bzw. 30 Jahren aufweisen, wobei lediglich bis zu 10 % Fehlmonate vorhanden sein dürfen. Für Messstellen mit Fehlmonaten zu Beginn und Ende der Zeitreihe werden keine Auswertungen durchgeführt.

Für die Auswertungen im Leda-Jümme-Gebiet standen insgesamt 119 Landesmessstellen zur Verfügung.

117 GWM mit ausreichenden Zeitreihen waren für die Ermittlung eines 20 jährigen Trends geeignet. Für 106 GWM konnte ein 30 jähriger Trend berechnet werden. Eine Berechnung sowohl des 20 jährigen wie auch des 30 jährigen Trends konnte bei 104 GWM durchgeführt werden.

7.4.1 Trendbetrachtung 20 Jahre

Im Flusseinzugsgebiet der Leda und Jümme zeigen 76 von 117 Messstellen (65 %) bei einer Trendbetrachtung über 20 Jahre einen fallenden Trend (Tab. 17). Bei 45 Messstellen (38 %) wurde dabei ein stark fallender Trend festgestellt. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass

Mitte der 1990er Jahre ein Grundwasserhochstand zu verzeichnen war, der bei der 20 jährigen Trendbetrachtung in den Beginn des Auswertungszeitpunktes fällt und die Regressionsgrade deutlich beeinflusst.

Auffällig viele Messstellen mit negativem Trend befinden sich in der Sögeler und Cloppenburger Geest (Abb. 61). Messstellen in den Niederungsgebieten weisen eher einen fallenden oder gleichbleibenden Trend auf. Die Situation im nördlichen Teil des Einzugsgebietes ist schwierig zu beurteilen, da dort die Dichte der Messstellen mit verwendbaren Datenreihen deutlich geringer ist als im südlichen Gebiets-

teil. Es zeichnet sich hier eine Tendenz zu stark fallenden Grundwasserständen in den Geestbereichen ab. Einen steigenden bzw. stark steigenden Trend weisen die Messstellen Bockhorst I und II (Abb. 61) im westlichen Bereich des Einzugsgebiets auf. Die Messstellen befinden sich im Randbereich des Westermoores.

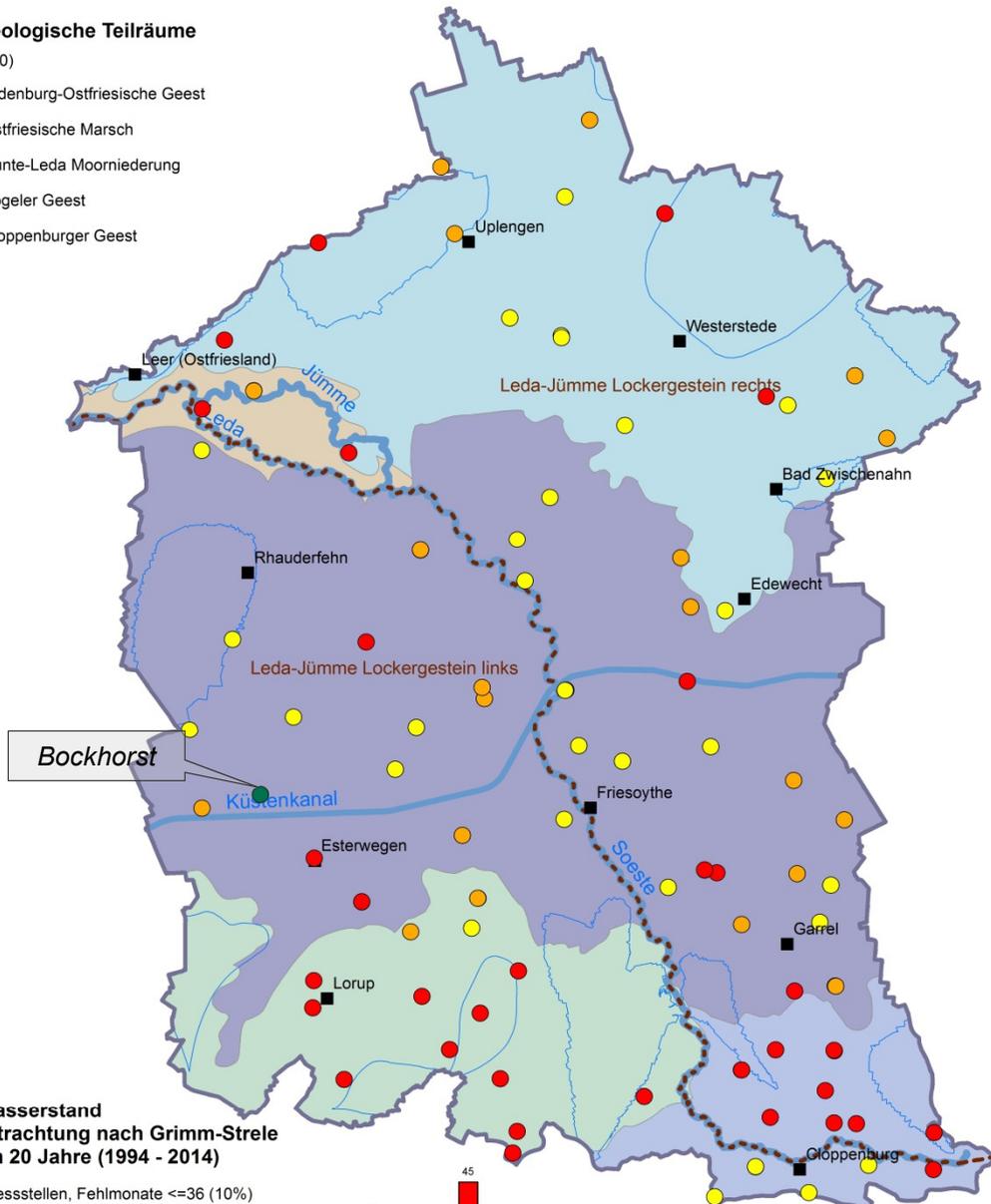
Tab. 17: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm Strele (20 Jahre, 1994 - 2014) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet von Leda und Jümme.

Hydrologischer Teilraum	Grimm-Strele Beurteilung				
	Stark steigend	steigend	gleichbleibend	fallend	stark fallend
Oldenburgisch-Ostfriesische Geest	-	-	10	9	6
Ostfriesische Marsch	-	-	-	3	1
Hunte-Leda-Moorniederung	1	1	22	15	9
Sögeler Geest	-	-	2	4	16
Cloppenburger Geest	-	-	5	-	13
Gesamt	1	1	39	31	45

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest

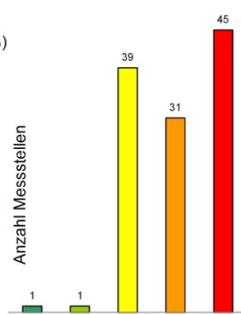


Grundwasserstand Trendbetrachtung nach Grimm-Strele Zeitraum 20 Jahre (1994 - 2014)

Landesmessstellen, Fehlmonate <=36 (10%)

- stark steigend
- steigend
- gleichbleibend
- fallend
- stark fallend

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete

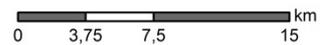


Abb. 61: 20 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes (Grimm-Strele) im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

7.4.2 Trendbetrachtung 30 Jahre

Die Auswertung des 30 jährigen Trends (Tab. 18) zeigt bei 46 % der ausgewerteten Messstellen einen fallenden bzw. stark fallenden Trend. Auch hier ist die Häufung stark fallender Grundwasserstände in der Sögeler und Cloppenburger Geest prägnant, wobei in der Sögeler Geest vermehrt stark fallende Trends, in der Cloppenburger Geest fallende Trends auftreten (Abb. 62). Der negative Trend innerhalb des Gesamtgebietes ist im 30 jährigen Zeitraum nicht so ausgeprägt wie innerhalb des kurzen Betrachtungszeitraumes von 20 Jahren. Im Gegensatz zum 20 jährigen Zeitraum hat der Grundwasserhochstand Mitte der 1990er Jahre kaum einen Einfluss bei der Betrachtung des 30 jährigen Zeitraumes. Die Ausgangsbedingungen in den 1980er Jahren lagen auf einem ähnlich hohen Niveau. Die Hälfte der betrachteten Messstellen (53 GWM) zeigen keine Veränderungen des Grundwasserspiegelniveaus. Insbesondere in den Niederungsgebieten ist ein gleichbleibender Trend zu verzeichnen. Wie auch im 20 jährigen Zeitraum weist die Messstelle Bockhorst I einen steigenden, Bockhorst II einen stark steigenden Trend auf. Daneben ist für die Messstellen Klostermoor I und II ein steigender Trend zu verzeichnen. Auffällig ist, dass beide Messstelle im Umfeld von Moor- bzw. Torfabbaugebieten liegen. Ein kontinuierlicher Anstieg der Grundwasserstände durch Sackung im Moor oder Renaturierungsmaßnahmen wie Wiedervernässung sind mögliche Ursachen.

Neben jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen die Grundwasserstände mittel- und

langfristigen Veränderungen, abhängig von klimatischen Schwankungen und Veränderungen im Umfeld. Gewässerausbau und Entwässerungsmaßnahmen im Zuge von Flurbereinigungsmaßnahmen können zu einem Absenken der Grundwasserstände führen. Des Weiteren können Erhöhungen der Grundwasserentnahmen (Trinkwasserförderung, Brauchwasser, Beregnung) und bauliche Maßnahmen zurückgehende Grundwasserstände verursachen.

Die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung gelten als erfüllt, wenn u.a. die Grundwasserentnahmen das nutzbare Dargebot nicht überschreiten. Die Untere Wasserbehörden haben im Rahmen der Prüfung eines Antrages auf Erteilung einer Erlaubnis oder Bewilligung zur Grundwasserentnahme zu prüfen, wie sich die Wasserförderung auf die örtlichen Verhältnisse auswirkt und ob die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung eingehalten werden. Angesicht des Klimawandels wird die Frage nach einer etwaigen Verschlechterung des mengenmäßigen Grundwasserzustandes eine immer größere Rolle in der Wasserrechtpraxis spielen.

Die Trendauswertungen innerhalb der Zeitfenster 20 und 30 Jahre zeigen insbesondere für die südlichen Geestgebiete fallende Grundwasserstände.

Bei langjähriger Betrachtung weisen die Messstellen in den Niederungsgebieten weitgehend gleichbleibende Grundwasserstände auf.

Tab. 18: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm-Strele (30 Jahre, 1984 - 2014) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

Hydrologischer Teilraum	Grimm-Strele Beurteilung				
	stark steigend	steigend	gleichbleibend	fallend	stark fallend
Oldenburgisch-Ostfriesische Geest	-	-	13	3	1
Ostfriesische Marsch	-	-	2	2	-
Hunte-Leda-Moorniederung	1	3	28	12	1
Sögeler Geest	-	-	6	4	12
Cloppenburger Geest	-	-	4	10	4
Gesamt	1	3	53	31	18

In der Trendauswertung der letzten 20 Jahre sind Trendentwicklungen stärker ausgeprägt. Dies wird in einem höheren Anteil „stark fallend“ eingestufte Messstellen deutlich.

Diese Entwicklung ist darauf zurückzuführen, dass Mitte der 1990er Jahre ein extremer Grundwasserhochstand zu verzeichnen war, der in der 20-jährigen Betrachtung in den Be-

ginn des Auswertzeitraums fällt und entsprechend die Steigung der Regressionsgeraden beeinflusst.

Im 30-jährigen Zeitraum fällt dieser Hochstand in die Mitte der Zeitreihe, die Ausgangsbedingungen Anfang der 1980er Jahre liegen auf ähnlichem oder deutlich geringerem Niveau.

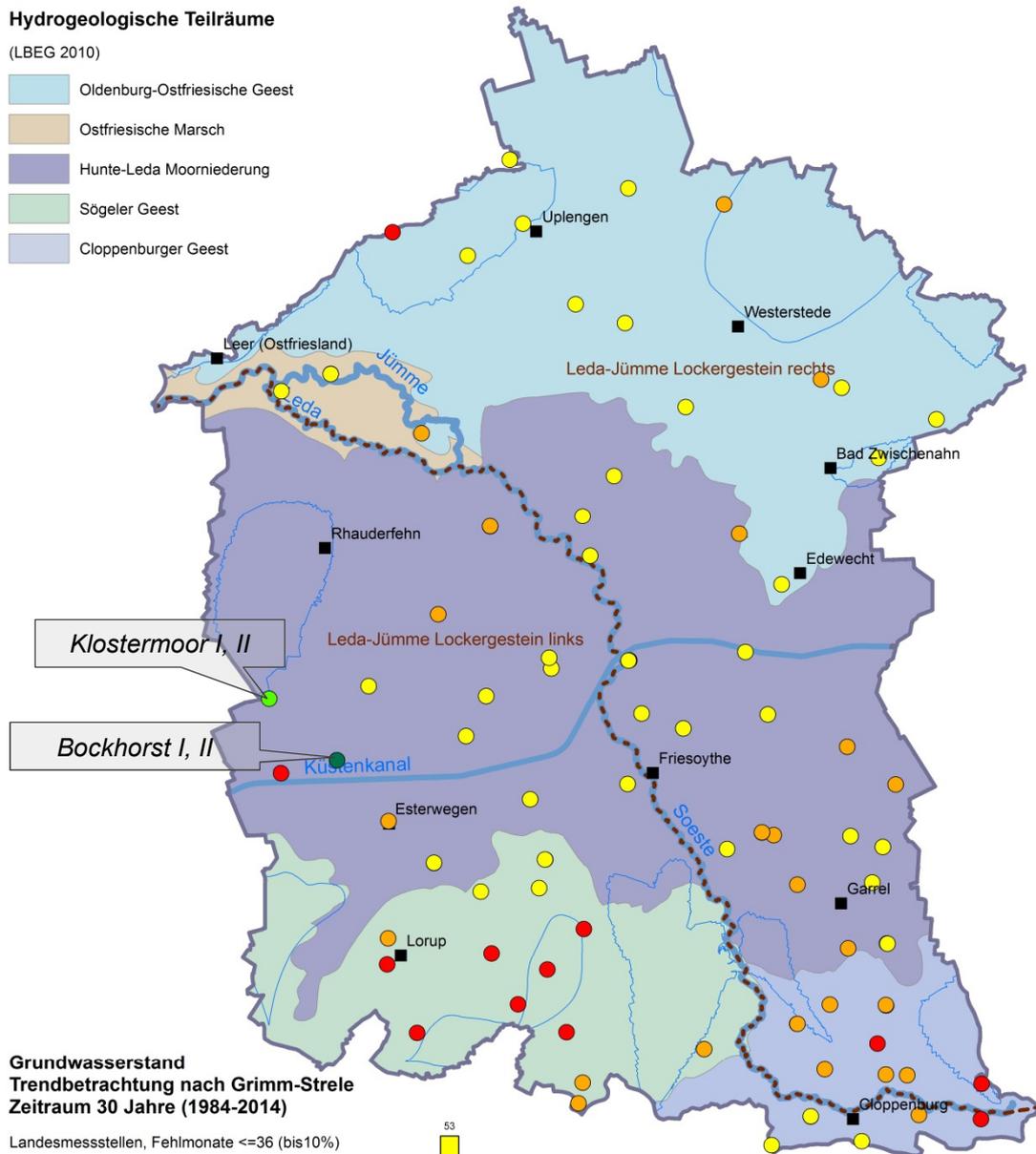
Kurzinformation: Grundwasserüberwachung

- Die Trendauswertungen nach Grimm-Strele zeigen für die südlichen Geestgebiete fallende und für die Niederungsgebiete weitgehend gleichbleibende Grundwasserstände.
- Die Ergebnisse der Trendbewertung sind sehr stark davon anhängig, welche Zeiträume bei der Analyse berücksichtigt werden. In der Trendauswertung der letzten 20 Jahre sind Trendentwicklungen stärker ausgeprägt als bei Auswertungen über 30 Jahre.
- In den Beginn des 20-jährigen Auswertzeitraumes fällt der Grundwasserhochstand Mitte der 1990er Jahre. Dies führt zu einem deutlich erhöhten Anteil stark fallend eingestufte Messstellen im Gegensatz zur Auswertung über 30 Jahre.
- Angesichts des Klimawandels wird die Frage nach einer etwaigen Verschlechterung des mengenmäßigen Grundwasserzustandes eine immer größere Rolle in der Wasserrechtpraxis spielen.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburg Geest

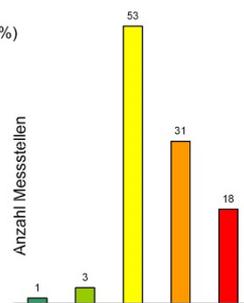


Grundwasserstand Trendbetrachtung nach Grimm-Strele Zeitraum 30 Jahre (1984-2014)

Landesmessstellen, Fehlmonate <=36 (bis10%)

- stark steigend
- steigend
- gleichbleibend
- fallend
- stark fallend

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete

0 3,75 7,5 15 km



Abb. 62: 30 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes (Grimm-Strele) im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8 Auswertung Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasserbeschaffenheit unterliegt sowohl geogenen als auch anthropogenen Einflussfaktoren. Die unterschiedliche Intensität dieser Faktoren und die damit verbundenen physikalischen, chemischen und biologischen Wechselwirkungen verleihen der Grundwasserqualität eine besondere Dynamik. Insbesondere in Hinblick auf einen vorbeugenden Grundwasserschutz ist es wichtig, diese Dynamik zu erkennen, um bei einer negativen Veränderung rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können (NLWKN 2012 a).

In den folgenden Kapiteln werden die Analyseergebnisse der Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit für den 10 jährigen Zeitraum vom 01.01.2005 bis zum 31.12.2014 ausgewertet. Insgesamt sind in die vorliegende Auswertung Gütedaten von 407 Grundwassermessstellen (Landes- und Vorfeldmessstellen) und Förderbrunnen eingeflossen.

Als Indikatoren für eine Belastung des Grundwassers wurden Auswertungen für 14 Parameter vorgenommen. Neben der physikochemischen Kenngröße pH-Wert werden Gesamthärte (Summe Calcium und Magnesium), Nitrat, Nitrit, Ammonium, Sulfat und Chlorid, Kalium, Eisen und Aluminium sowie die Schwermetalle Nickel und Cadmium dargestellt. Die Auswertung erfolgt in Form von hydrochemischen Karten und Tabellen mit Zusatzinformationen. Auf Ebene der fünf hydrogeologischen Teilräume werden Minimum-, Maximum- und Durchschnittswerte der einzelnen Parameter benannt. In Parameterkarten wird der letzte Untersuchungswert (aktueller Messwert) innerhalb des Zeitraumes 2005 bis 2014 dargestellt. Auswertungen zu Pflanzenschutzmittel-Wirkstoffen und deren Metaboliten erfolgen in tabellarischer Form.

Für die Auswertung sind Messstellen unterschiedlicher Messprogramme zusammenge-

fasst worden. Die Untersuchungshäufigkeit der Messstellen und der Umfang der Analysen variieren daher sehr stark. 2010 sind beispielsweise Sonderuntersuchungen im Zuge der Erstellung des Regionalberichtes durchgeführt worden.

Daneben führen Änderungen innerhalb des Messnetzes durch Messstellenneubauten oder durch Stilllegungen von GWM oder FB zu Schwankungen bei der Anzahl jährlich untersuchter Messstellen (Abb. 63). Nicht für alle Messstellen liegen komplette Zeitreihen bis 2014 vor. Die Zuordnung des aktuellen Messwertes als letzten Untersuchungswert einer Messstelle ist daher abhängig vom jeweiligen Parameter und dem Messprogramm, in dem die Messstelle integriert ist. Das zugehörige Beprobungsjahr kann daher innerhalb des Untersuchungszeitraumes variieren. Die aktuellen Nitrat-Messwerte stammen beispielsweise größtenteils aus den Untersuchungen der letzten 5 Jahre (Abb. 63). Für 92 % der Messstellen (332 von 363 Messstellen) liegt ein Nitratwert aus dem Zeitraum 2010 bis 2014 vor.

Die in den Karten dargestellten Analyseergebnisse gelten nur für das jeweils untersuchte Grundwasserstockwerk und einen begrenzten Raumausschnitt im Anstrom der Messstelle. Infolge kleinräumiger geologischer und bodenkundlicher Inhomogenität sowie örtlich variierender Flächennutzung können sich auf engem Raum große Unterschiede in der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers einstellen. Zur Erfassung langfristiger Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit wurden für einige Parameter Trendbetrachtungen für den Betrachtungszeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2014 durchgeführt. Die signifikanten Trends sind in den hydrochemischen Karten als Richtungspfeile angegeben.

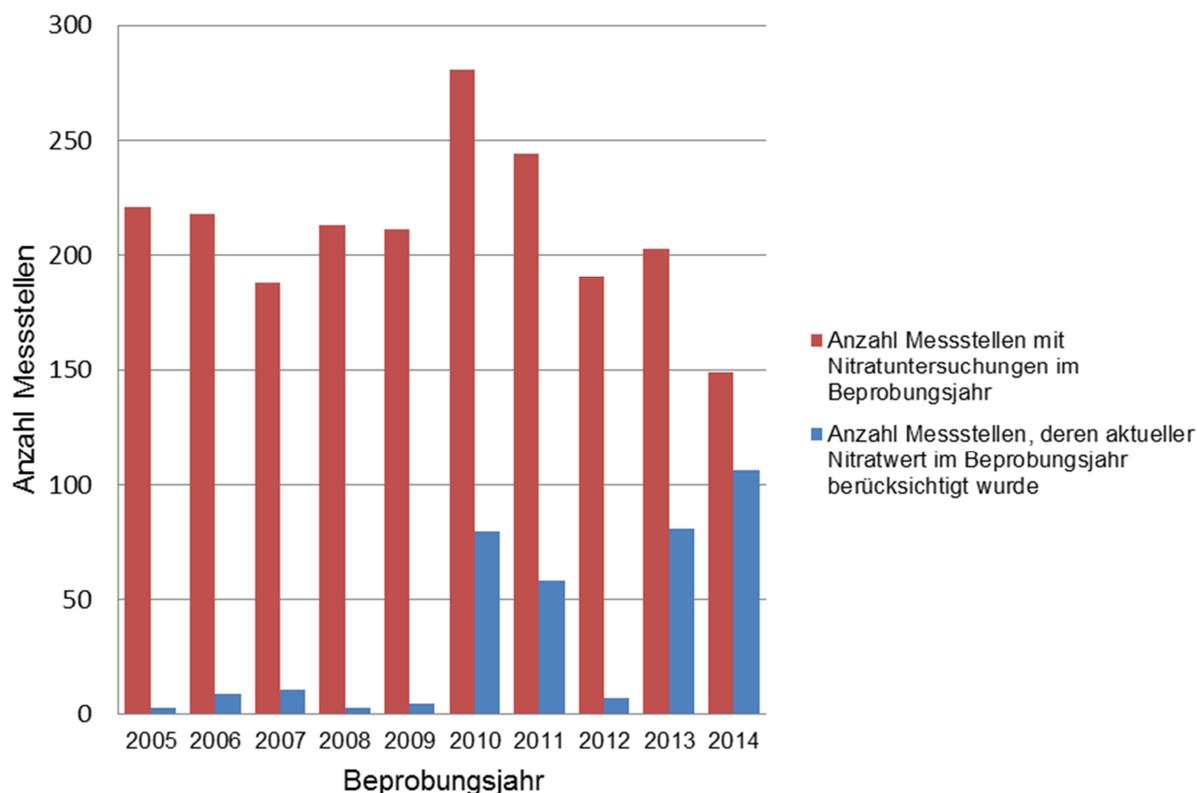


Abb. 63: Anzahl der auf Nitrat untersuchten Messstellen pro Beprobungsjahr (rot) und Anzahl der Messstellen für die das Beprobungsjahr als Bezugsjahr für den aktuellen Nitratwert (letzter Wert) dient (blau).

8.1 Schwellen- und Grenzwerte in der Grundwasserüberwachung

Für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit definiert die TrinkwV 2001 Grenzwerte, die GrwV sogenannte Schwellenwerte. Die verwendeten Grenz- und Schwellenwerte sind in Tab. 19 aufgeführt.

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 Untersuchungen landeseigener Messstellen (GÜN-Güte Messnetz)
- jährliche Untersuchung der EG-WRRL Messstellen mit Untersuchungen auf Schwermetalle und leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) sowie Pflanzenschutzmittel (PSM) (Überblicksmessnetz EG-WRRL)
- Operative Messstellen in Grundwasserkörpern, die nach der EG-WRRL im schlechten Zustand eingestuft sind, werden zweimal jährlich beprobt (Operatives Messnetz)

Tab. 19: Übersicht der im vorliegenden Bericht ausgewerteten Parameter mit den jeweiligen Schwellen- bzw. Grenzwerten sowie der Anzahl der Gesamtanalysen und den Analysen kleiner Bestimmungsgrenze (< BG).

Parameter	TrinkwV	GrwV	Anzahl Analysen	
			Gesamt	< BG
Aluminium gelöst	0,2 mg/l	-	2.043	340
Ammonium	0,5 mg/l	0,5 mg/l	2.604	753
Cadmium	3 µg/l	0,5 µg/l	576	483
Chlorid	250 mg/l	250 mg/l	2.134	-
Eisen	0,2 mg/l	-	2.201	525
Gesamthärte in °dH	-	-	2.092	22
Kalium	-	-	2.591	193
Nickel	20 µg/l	-	685	415
Nitrat	50 mg/l	50 mg/l	2.702	1.301
Nitrit	0,5 mg/l	-	2.621	1.863
pH	> pH 6,5 und < pH 9,5	-	2.691	-
Sulfat	250 mg/l	240 mg/l	2.618	425
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln	Einzel > 0,1 µg/l Summe > 0,5 µg/l	Einzel > 0,1 µg/l Summe > 0,5 µg/l	Keine Angabe	Keine Angabe

8.2 pH-Wert

Der pH-Wert beeinflusst den Ablauf vieler Reaktionen und die Löslichkeit von Stoffen im Grundwasser. Er 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.

Die Schädigung bzw. die biologische Verfügbarkeit z. B. Löslichkeit, Mobilität vieler Stoffe (z. B. Schwermetalle) 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 Hydrogenkarbonat ab. Bei gut gepufferten Grundwässern liegt der pH-Wert häufig in der

Nähe des Neutralpunktes (pH 6,5 bis pH 7,5), bei weichen, jedoch kohlenstoffreichen Wässern, etwa zwischen pH 5 und pH 6. Bei sehr kohlenstoffreichen Mineralwässern kann der pH-Wert sogar auf Werte von pH 4,5 bis pH 5 absinken. Fehlen im Boden oder Grundwasser puffernde Substanzen wie Karbonate (zum Beispiel in den kalkarmen Sanden der Lockergesteinsgebiete), die einen Säureeintrag neutralisieren können, führt die Bildung oder der Eintrag von Säuren zur Versauerung des Grundwassers (z.B. Stickoxide und Schwefeldioxide mit dem sauren Regen, natürliche Bildung von Huminsäuren in Mooren). Im sauren Grundwasser erfolgt eine Mobilisierung von Schwermetallen und Aluminium.

Die TrinkwV 2001 legt die Einhaltung des pH-Bereiches von pH 6,5 bis pH 9,5 fest.

Im Untersuchungsraum des Leda-Jümme-Einzugsgebietes wird der untere Grenzwert (pH-Wert 6,5) in lediglich 62 von 363 ausgewerteten Messstellen eingehalten, dies entspricht 17 % (Tab. 20).

Überschreitungen des oberen Grenzwertes von pH 9,5 liegen nicht vor. Die Messstellen wurden zudem in die pH-Wert-Klassen „stark sauer“ (bis pH 5,5), „sauer“ (pH 5,5 bis < pH 6,5), „neutral“ (pH 6,5 - pH 7,5) und „alkalisch“ (> pH 7,5) eingestuft. Insgesamt weisen 136 von 363 Messstellen einen pH-Wert im stark sauren Bereich auf (Abb. 64).

Die pH-Werte des Grundwassers werden entscheidend von den geologischen und bodenkundlichen Gegebenheiten des Untergrundes geprägt (NLWKN 2012 a). So sind die im Flusseinzugsgebiet Leda-Jümme vorherrschenden niedrigen pH-Werte charakteristisch für Lockergesteinsgebiete. Die Wässer in der Cloppenburger und Sögeler Geest sind dabei deutlich saurer als in der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest und der Ostfriesischen Marsch. Die niedrigen pH-Werte sind hauptsächlich begründet durch die karbonatarmen Lockersedimente der überlagernden Deckschichten. In der Oldenburgisch-Ostfriesischen Marsch streuen die Werte stark. Hier wird der niedrigste Wert in Höhe von pH 3,67 gemessen. Auch in den Niederungsgebieten im mittleren Bereich des Flusseinzugsgebietes liegt

der pH-Wert des Grundwassers erwartungsgemäß im Wertebereich kleiner pH 6. Dagegen finden sich im Bereich des Ammerlandes (Oldenburgisch-Ostfriesische Geest) mit Lauenburger Schichten im Untergrund höhere pH-Werte.

Die Trendermittlung ergab für 51 Messstellen signifikant fallende pH-Werte und für 31 Messstellen einen signifikant ansteigenden Trend (Abb. 64). Vor dem Hintergrund schon niedriger pH-Werte muss ein verstärkt fallender Trend als besorgniserregend angesehen werden. Die zunehmende Versauerung ist u.a. auf die durch Luftverunreinigung bedingten höheren Stickstoffmonoxid-, Stickstoffdioxid-, Ammoniak- und Schwefeldioxideinträge zurückzuführen. Die hohen Einträge können vor allem bei basenarmen Gesteinen zu einer Versauerung durch Bildung von Salpeter- und Schwefelsäure führen. Schwefeleinträge sind auf die Rauchgasentschwefelung zurückzuführen. Dagegen haben insbesondere Ammoniaketräge bedingt durch Ausgasungen aus Viehställen und bei der Ausbringung von organischen Düngemitteln zugenommen.

Tab. 20: pH-Wert (Min/Max- und Mittelwerte, Einhaltung Grenzwert) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume im Zeitraum 2005 - 2014.

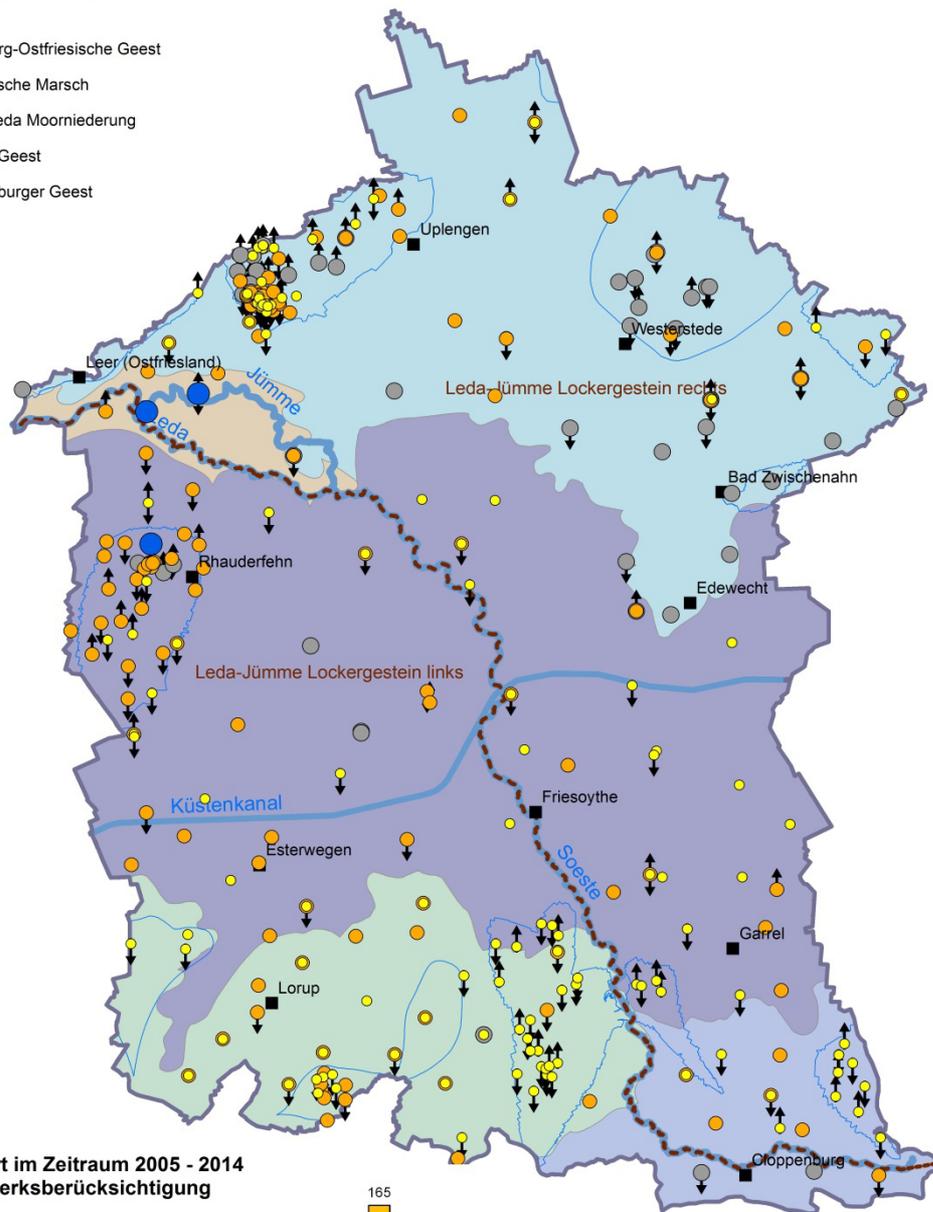
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Mittel	pH-Wert		> pH 6,5		
	GWM	Analysen		Min.	Max.	Anzahl Analysen	GWM	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	140	1.069	6,02	3,67	7,87	304	44	31
Ostfriesische Marsch	11	42	6,65	5,90	8,50	15	5	45
Hunte-Leda Moorniederung	115	781	5,75	4,20	8,06	81	9	7,8
Sögeler Geest	73	548	5,24	3,88	6,84	17	1	1,4
Cloppenburger Geest	24	190	5,37	4,06	7,70	35	3	12
Gesamt	363	2.630	5,80	3,67	8,50	452	62	17

*Messstellen, deren aktueller Wert pH 6,5 überschreitet

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburg Geest

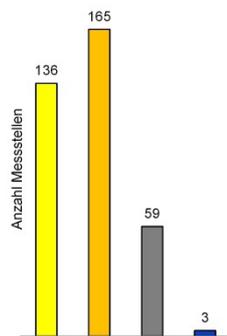


pH-Wert aktueller Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 5,5
- 5,5 - 6,5
- 6,5 - 7,5
- >7,5

Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf

- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Trend von 2005 - 2014

Trend nicht für alle Messstellen ermittelbar; gleichbleibende sowie nicht signifikante Trendentwicklung nicht dargestellt

- steigend
- fallend



Abb. 64: Aktueller pH-Wert und pH-Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.3 Wasserhärte

Die Gesamthärte wird als Summe aller Erdalkalimetalle definiert. Calcium und Magnesium sind als die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe zu nennen und liegen häufig in Verbindungen mit Karbonaten, Sulfaten und Phosphaten vor.

Bei der Erfassung der Karbonathärte werden lediglich die als Karbonate vorliegenden Erdalkalimetalle berücksichtigt.

Weiche Wässer wirken durch die vorhandene Kohlensäure korrosiv. Zu harte Wässer verursachen unerwünschte Kalkabscheidungen.

Die TrinkwV 2001 sieht keine Grenzwerte für die Wasserhärte vor. In der vorliegenden Auswertung erfolgt daher eine Klasseneinteilung in Anlehnung an das Wasch- und Reinigungsmittelgesetz (WRMG 2007, Fassung 2013):

- Härtebereich weich: weniger als 1,5 mmol Calciumkarbonat je Liter (bis 8,4 °dH)
- Härtebereich mittel: 1,5 bis 2,5 mmol Calciumkarbonat je Liter (8,4 bis 14 °dH)
- Härtebereich hart: mehr als 2,5 mmol Calciumkarbonat je Liter (über 14 °dH)

Im Einzugsgebiet Leda-Jümme ist weitgehend weiches Wasser anzutreffen. Von 338 untersuchten Messstellen weisen 279 Messstellen (82%) Werte bis 8,4°dH auf (Tab. 21).

Auffällig ist die erhöhte Anzahl Messstellen mit mittelhartem oder hartem Wasser in der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest (Tab. 21, Abb. 65). Als Ursache können hier Lauenburger Schichten im Untergrund angeführt werden, die hohe Gehalte an Calcium- und Magnesiumkarbonat aufweisen. Bei langen Fließzeiten des Grundwassers kann eine Aufhärtung des Grundwassers erfolgen. Darüber hinaus weisen Messstellen, die eine Versalzung durch aufsteigende Tiefenwässer erfahren, wie Bad Zwischenahn II, Portsloge II, Scharrel II (Kapitel 8.6) hohe Calcium- und Magnesiumgehalte auf und bilden die Maximalwerte (Tab. 21) in den jeweiligen hydrogeologischen Teilräumen.

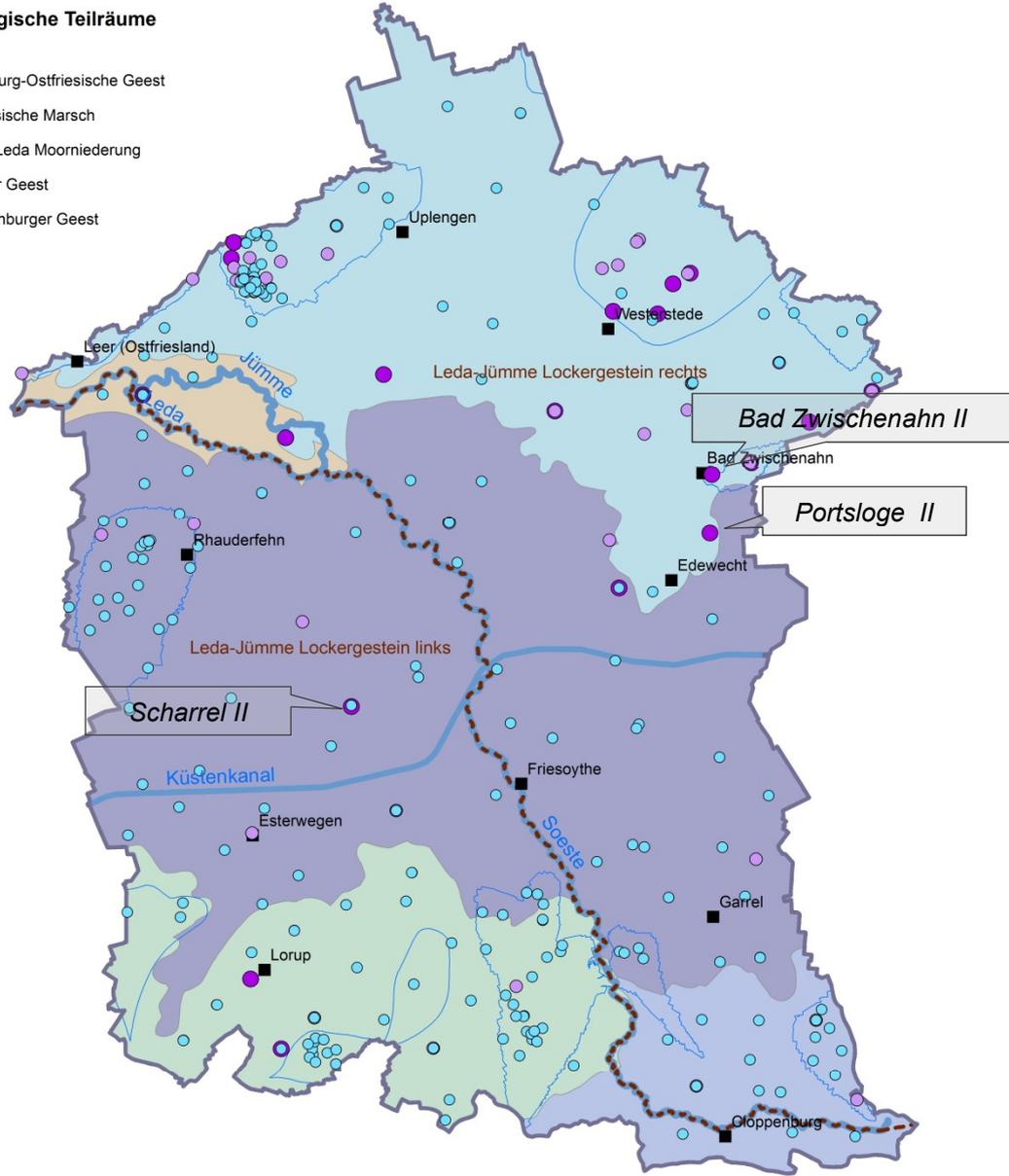
Tab. 21: Gesamthärte (Min/Max- und Mittelwerte, Härtebereiche) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Gesamthärte [° dH]			Anzahl GWM Härtebereich		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	weich	mittel	hart
Oldenburg-Ostfriesische Geest	124	821	7,99	0,15	79,14	86	21	17
Ostfriesische Marsch	11	38	9,93	1,28	50,01	8	2	1
Hunte-Leda Moorniederung	107	568	3,85	0,35	67,83	97	8	2
Sögeler Geest	72	511	3,93	0,34	29,82	67	3	2
Cloppenburger Geest	24	162	4,98	0,85	16,29	21	3	-
Gesamt	338	2.100	6,14	0,15	79,14	279	37	22

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

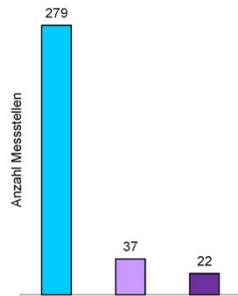
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Härtegrad (°dHärte) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 8,4 weich
- 8,4 - 14 mittelhart
- > 14 hart

Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 65: Gesamthärte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.4 Stickstoffverbindungen

Die Belastung des Grundwassers mit Stickstoffverbindungen ist im Einzugsgebiet Leda-Jümme von besonderer Bedeutung. Stickstoff ist wichtiger Bestandteil von Eiweißverbindungen. In der Biomasse liegt Stickstoff daher organisch gebunden vor. Unter Sauerstoffeinfluss wird der organisch gebundene Stickstoff über Ammonium zu Nitrit und letztlich zu Nitrat oxidiert. Nitrat und Ammonium stellen die wichtigsten Stickstoffverbindungen im Grundwasser dar. Nitrit tritt nur kurzfristig als Zwischenprodukt im Stickstoffkreislauf auf und ist daher in der Regel nur in geringen Konzentrationen im Grundwasser zu finden (Kölle 2010).

8.4.1 Stickstoffkreislauf

Nitrat ist das Anion der Salpetersäure. Es spielt eine bedeutende Rolle als Pflanzennährstoff. Es ist durch verschiedene Stoffumwandlungsprozesse in den sogenannten Stickstoffkreislauf (Abb. 66) eingebunden. Bei der Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile (Humifizierung) und dem Abbau von Humus (Mineralisation) wird zunächst Ammonium freigesetzt und zu Nitrat umgewandelt (Nitrifikation). Nitrat kann unter sauerstoffarmen Bedingungen im Boden und Grundwasser zu Lachgas oder atmosphärischem Stickstoff abgebaut werden (Denitrifikation). Pflanzen nehmen Nitrat und Ammonium wiederum als Nährstoff auf. Spezielle Bakterien verfügen darüber hinaus über die Fähigkeit, Luftstickstoff zu binden und diesen bestimmten Pflanzen (u.a. Leguminosen) als Nährstoff zuzuführen (N-Fixierung).

Im sauerstofffreien Grundwasser kann das Nitrat bei Anwesenheit von organischen Kohlenstoffverbindungen und/oder reduzierten Schwefel-Eisen-Verbindungen (Pyrit) zu Lachgas (N_2O) oder atmosphärischem Stickstoff (N_2) unter Beteiligung von Mikroorganismen abgebaut werden (Denitrifikation). Sauerstofffreie Grundwässer sind daher häufig nitratfrei. Im Sediment abgelagertes organisches Material oder sulfidhaltige Minerale stellen ein nicht erneuerbares Stoffdepot dar. Lediglich der Eintrag von organischem Material aus der Boden-

Als Ursache für die zum Teil sehr hohen Stickstoffbelastungen kommen vielfältige menschliche Nutzungen in Betracht. Hier ist vorrangig die landwirtschaftliche Bodennutzung mit einhergehenden Stickstoff-Einträgen durch die Düngung zu nennen (NLWKN 2012 a; Kapitel 3.1). Luftbürtige Stickstoffquellen sind neben Industrieabgasen und Verkehr auch Stallabluft und gasförmige Ausbringverluste bei der organischen Düngung zu nennen. Daneben können Sickerwasserausträge aus Deponien, Abwasser aus der Kanalisationen und Hauskläranlagen usw. zu Belastungen im Grundwasser führen.

zone zum Beispiel in Auengebieten, anmoorigen und moorigen Böden kann eine Denitrifikation dauerhaft aufrechterhalten (Cremer 2015). Bei flurnahen Grundwasserständen wie bei grundwasserbeeinflussten Böden (u.a. Gleye, Auenböden) können sich auch im oberflächennahen Grundwasser reduzierende Bedingungen ausbilden, unter denen ein Nitratabbau stattfindet (Cremer 2015). Der Übergangsbereich zwischen nitratartigem Grundwasser und durch Denitrifikation nitratfreiem Grundwasser (die Denitrifikationsfront) kann je nach Gehalt reaktiver Stoffe und Fließgeschwindigkeit unterschiedlich scharf ausgeprägt sein. Die Aufzehrung der reaktiven Stoffdepots führt zu einer Verlagerung der Denitrifikationsfront im Grundwasser.

Die Mineralisierung organisch gebundenen Stickstoffs zu Nitrat über die Zwischenstufen Ammonium und Nitrit läuft im sauerstoffreichen Milieu sehr schnell ab, weshalb Ammonium und Nitrit im sauerstoffreichen Grundwasser selten in höheren Konzentrationen gefunden werden. Erhöhte Gehalte an Ammonium treten unter reduzierten Bedingungen und bei hohen Anteilen von organischem Material im Oberboden auf wie z. B. in Hochmooren (NLWKN 2012 a).

Pflanzen nehmen Stickstoff in Form von Nitrat und Ammonium auf und entziehen ihn so dem Boden. Ein Ausgleich erfolgt bei landwirtschaftlicher Nutzung durch die Stickstoffdüngung.

Der aufgebrauchte Stickstoff in Form von Mineraldünger und organischem Dünger, Klärschlamm und Gründüngung über Leguminosen beträgt etwa 90 % der dem Boden zugeführten Stickstofffracht. Rund 10 % stammen aus Abbau von Pflanzenmasse und aus den Stickstofffrachten des Niederschlags.

Diese entstehen zum einen infolge von Verbrennungsvorgängen bei hohen Temperaturen (Bildung von Stickoxiden), zum anderen auch durch Ammoniak-Emissionen aus der Stallabluft und über gasförmige Verluste bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern.

Nach der Umwandlung in Nitrat kann ebenfalls eine Verlagerung in das Grundwasser stattfinden

(NLWKN 2012 a). Im Einzugsgebiet Leda-Jümme weisen die Depositionsmessstellen Markhausen (Sögeler Geest) und Stapeler Moor (Oldenburgisch-Ostfriesische Geest) unterschiedliche Nitratstickstofffrachten auf (Tab. 22). Mohr et.al. (2005) konnten in Nadelwaldbeständen bei Markhausen im Vergleich dazu Nitratstickstofffrachten von 4,85 kg N/ha/a und Ammoniumfrachten von 7,87 kg N/ha/a ermitteln. Stickoxide und Ammoniak können neben anderen Schadstoffen an Blättern oder Nadeln von Bäumen angelagert werden (Auskämmung). Durch den Niederschlag werden die Schadstoffe in den Boden eingetragen. Durch erhöhte Stickstoffeinträge wird letztlich Nitrat mit dem Sickerwasser in das Grundwasser ausgewaschen. Daneben führt die Deposition über eine Anreicherung mit Sulfat, Nitrat und Ammonium zu einer Versauerung des Bodens.

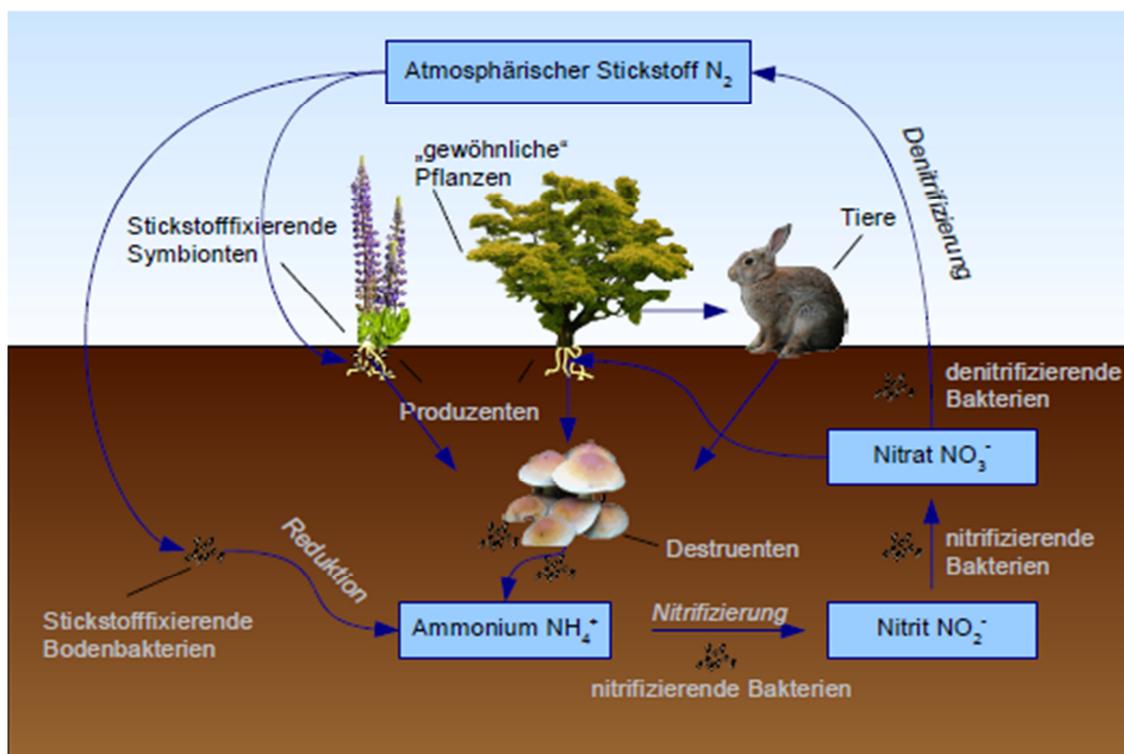


Abb. 66: Stickstoffkreislauf (GEWEB).

Tab. 22: Nitrat- und Ammoniumstickstoff-Frachten in Freilanddepositionsmessstellen im Leda-Jümme Einzugsgebiet (2014).

Messstelle	Hydrogeologischer Teilraum	NO ₃ -N [kg/ha/a]	NH ₄ -N [kg/ha/a]
Markhausen	Sögeler Geest	3,22	8,87
Stapeler Moor	Oldenburg-Ostfriesische Geest	1,26	10,1

8.4.2 Nitrat

Nitrat (NO_3^-) 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 (NLWKN 2012 a).

Nitrat ist seit Jahren ein Problemstoff im Grundwasser. Während in natürlichen Böden Stickstoff ein Mangel-element ist, tritt bei landwirtschaftlicher Bodennutzung infolge der langjährigen Düngung ein Überschuss an Nitrat auf. Auswaschungen führen zu einem Anstieg des Nitratgehaltes im Grundwasser. Über die Ernährung nimmt der Mensch durchschnittlich

75 mg Nitrat pro Tag auf. Diese Menge kann schon durch die Aufnahme eines stark nitrat-haltigen 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 TrinkwV 2001 ist für Nitrat ein Grenzwert von 50 mg/l festgesetzt.

Ein durch landwirtschaftliche Nutzung unbeeinflusstes Grundwasser weist in der Regel Nitratgehalte bis 10 mg/l auf. Nitratreinträge über das Sickerwasser können zu Konzentrationen von mehreren 100 mg/l Nitrat im Grundwasser führen.

Nitratgehalte

Für den vorliegenden Bericht wurden Konzentrationsmessungen von 363 GWM aus dem Zeitraum 2005 - 2014 ausgewertet. Für einen Großteil der GWM liegen aktuelle Messwerte der letzten 5 Jahre vor. Die durchschnittlich gemessenen Nitratgehalte im Einzugsgebiet Leda-Jümme liegen mit 24,4 mg/l Nitrat auf einem mittleren Niveau (Tab. 23).

Die Schwankungsbreite der Nitratkonzentrationen reicht von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze bis zu Konzentrationen von annähernd 300 mg/l. Im gesamten Betrachtungsraum Leda-Jümme weisen 54

Messstellen Grenzwertüberschreitungen (> 50 mg/l Nitrat) auf. Das entspricht 14,9 % der Messstellen. Innerhalb der hydrogeologischen Teilräume ist eine starke Differenzierung der Nitratgehalte zu erkennen.

In der überwiegend intensiv ackerbaulich genutzten Cloppenburger und Sögeler Geest zeigt sich die Nitratproblematik besonders deutlich. Aufgrund der Untergrundverhältnisse (Kap. 2.2) werden in einer Vielzahl von Messstellen hohe bis sehr hohe Nitratgehalte mit z.T. deutlichen Grenzwertüberschreitungen im Grundwasser gemessen.

Tab. 23: Nitratgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nitrat [mg/l]			> 50 mg/l Nitrat		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	140	1.061	10,4	< 0,44	278	95	10	7,1
Ostfriesische Marsch	11	38	0,44	< 0,44	5,31	-	-	-
Hunte-Leda Moorniederung	115	798	10,4	< 0,44	273	64	8	7,0
Sögeler Geest	73	579	43,1	< 0,44	212	305	26	35,6
Cloppenburger Geest	24	206	57,7	< 0,44	296	95	10	42
Gesamt	363	2.682	24,4	< 0,44	296	566	54	14,9

*Messstellen, deren aktueller Wert 50 mg/l überschreitet

Diese Teilräume sind Teil der Maßnahmenkulisse nach EG-WRRRL (Kap. 4.1.2), in denen gezielt Maßnahmen durchgeführt werden, um mittelfristig die Belastungen des Grundwassers mit Nitrat zu senken.

In den nördlich anschließenden, durch Grünland geprägten Teilräumen überwiegen dagegen Messstellen, bei denen im Grundwasser weitgehend niedrige bis sehr niedrige Nitratgehalte gemessen werden. Auffällig sind die geringen Nitratkonzentrationen in der zentral im Leda-Jümme-Gebiet liegenden Hunte-Leda-Moorniederung. Stickstoff wird hier hauptsächlich als Ammonium-Stickstoff nachgewiesen (Abb. 73, Kap.8.4.3). Auch im Gebiet der Ostfriesischen Marsch und der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest herrschen niedrige Nitratkonzentrationen bis 10 mg/l Nitrat vor. In den Niederungsbereichen finden sich viele

Einfluss der Filterlagen auf die Nitratgehalte

Neben den bodenkundlichen und geologischen Gegebenheiten ergeben sich auch aufgrund unterschiedlicher Filterlagen der Messstellen Unterschiede der Nitratgehalte (Tab. 24, Abb. 68 und Abb. 69). Hohe Nitratgehalte mit durchschnittlich 39 mg/l Nitrat werden in Messstellen mit Filterlagen im ersten Grundwasserstockwerk festgestellt. Die höchsten Nitratgehalte treten in der Cloppenburger Geest auf (Wasserversorger-Messstellen durchschnittlich 77,6 mg/l, Landesmessstellen durchschnittlich 60,2 mg/l).

In der Sögeler Geest sind die Werte etwas niedriger. Die WVU Messstellen weisen durchschnittlich rund 69,7 mg/l Nitrat auf, Landesmessstellen ca. 31,5 mg/l.

In den Messstellen mit Filterlagen im 2. bzw. in tieferen Stockwerken werden in allen Teilräumen mit durchschnittlich 1 - 1,9 mg/l Nitrat geringe bis sehr geringe Nitratkonzentrationen nachgewiesen (Tab. 24 und Abb. 69). Grenzwertüberschreitungen treten nicht auf. Das 2. Grundwasserstockwerk ist durch zwischengelagerte schwer durchlässige Trennschichten (Grundwasserhemmer) vor Grundwasserbelastungen geschützt.

Sofern eine Stockwerkstrennung durch schwer durchlässige Schichten vorhanden ist, wird ein

grundwassernahe Böden mit hohen Anteilen an organischem Material, so dass eine Sauerstoffzehrung und eine intensive Denitrifikation stattfinden können.

In Abb. 67 sind die jeweils aktuellen Nitratgehalte als Jahresmittelwert für den Zeitraum 01.01.2005 bis 31.12.2014 inkl. einer 10 jährigen Trendbetrachtung (signifikante Trends bei GWM mit Nitratwerten über 5 mg/l) dargestellt. Die Abbildung, wie auch Tab. 23, zeigt deutlich die Nitratbelastungen insbesondere in den südlichen Geestgebieten auf.

Die zehnjährige Trendbewertung der Einzelmessstellen zeigt ein uneinheitliches Bild. Von 44 GWM mit signifikantem Trend zeigen 28 GWM eine steigende Nitratzeitreihe.

Nitrattransport in das tiefere Grundwasser verhindert bzw. verzögert. Daneben können tief verfilterte Messstellen deutlich längere Transportzeiten vom Nitratreintrag bis zur Messstelle aufweisen als flache Messstellen. Innerhalb der langen Transportzeit können Denitrifikationsprozesse greifen und einen Nitratabbau bewirken.

In Abb. 67 und Abb. 68 fallen in Trinkwassergewinnungsgebieten der Cloppenburger und Sögeler Geest Messstellenhäufungen mit hohen Nitratgehalten über Grenzwert von 50 mg/l auf. Der Durchschnittswert der WVU-Messstellen ohne Stockwerkszuordnung (fehlende Schichtenverzeichnisse) liegt in der Cloppenburger Geest bei 219 mg/l Nitrat (Tab. 24). Eine höhere Messnetzdichte sowie die Auswahl sehr flach verfilterter Messstellen im Vorfeld der Förderbrunnen kommen hier zum Tragen. Anhand der Vorfeldmessstellen sollen frühzeitig Gefahren für die Trinkwasserqualität aufgedeckt werden. Vorfeldmessstellen weisen im Durchschnitt kürzere Transportzeiten auf als Landesmessstellen. Denitrifikationsprozesse kommen nicht zur Wirkung oder wirken sich nur in geringerem Maße auf die Nitratkonzentrationen aus.

Die Kombination aus Landes- und Wasserversorgernetz zeigt ein deutliches Bild der Belastungssituation in den für Stoffeinträge besonders sensiblen Geestgebieten. Um die Belastung des Grundwassers insbesondere mit Nitrat in WSG und TWGG zu verringern, werden Flächen-Bewirtschaftern seit 1992 Trinkwasserschutzmaßnahmen auf freiwilliger Basis angeboten (Kap. 4.2). Die WVU übermit-

tein dem NLWKN Untersuchungsergebnisse der Vorfeldmessstellen sowie ausgewählter „Erfolgsmessstellen“ zur Wirksamkeitsprüfung von Grundwasserschutzmaßnahmen. Erfolgsmessstellen sind in der Regel im 1. Grundwasserstockwerk sehr flach verfiltert und befinden sich in Bereich intensiver ackerbaulicher Nutzung.

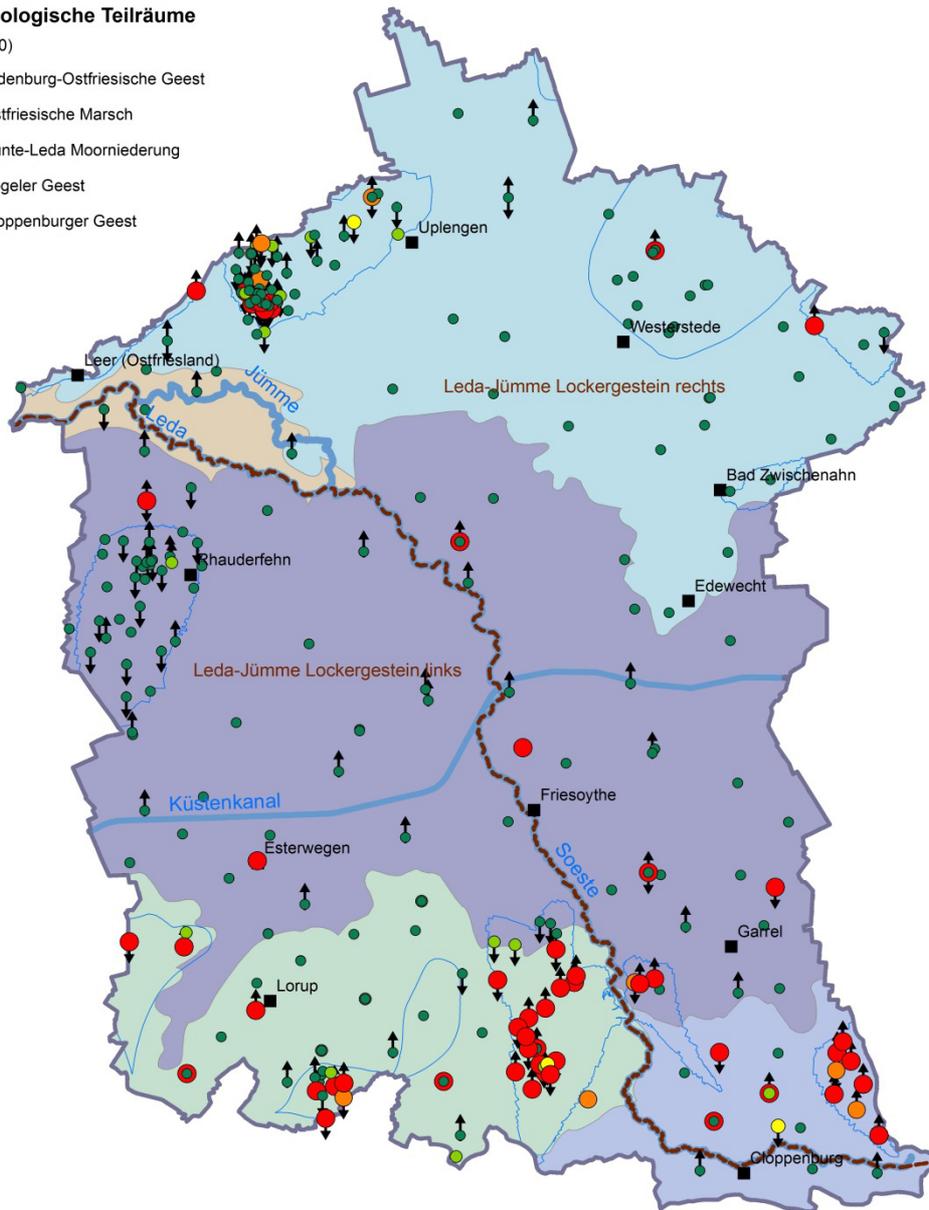
Tab. 24: Durchschnittlicher Nitratgehalt der Wasserversorger (WVU) und Landesmessstellen (NLWKN) differenziert nach der Verfilterung in den einzelnen Grundwasserstockwerken (n.b. = nicht benannt).

Hydrogeologischer Teilraum	Eigentümer	Grundwasserstockwerk			
		n.b.	1 Nitrat in mg/l	2	3
Cloppenburger Geest	NLWKN	-	60,2	0,5	-
	WVU	219,5	77,6	-	-
Hunte-Leda Moorniederung	NLWKN	0,2	14,9	0,8	0,3
	WVU	1,4	14,7	-	-
Oldenburg-Ostfriesische Geest	NLWKN	0,4	39,4	0,3	0,5
	WVU	0,5	20,8	1,6	-
Ostfriesische Marsch	NLWKN	-	-	0,2	0,7
Sögeler Geest	NLWKN	-	31,5	2,7	1,0
	WVU	43,9	69,7	-	-
Gesamt Leda-Jümme	NLWKN	1,0	35,7	1,1	1,0
	WVU	25,3	40,7	3,2	-
	NLWKN + WVU	13,6	39,0	2,1	0,9

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

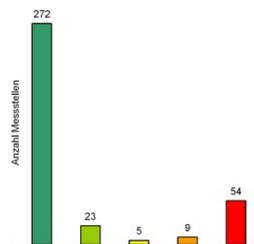
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Nitratgehalt (mg/l) aktueller Wert im Zeitraum 2005 - 2014 gesamt ohne Stockwerkseinteilung

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

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



Trend von 2005 - 2014

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

- ↓ fallend
- ↑ steigend

- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete

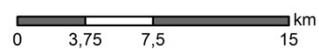
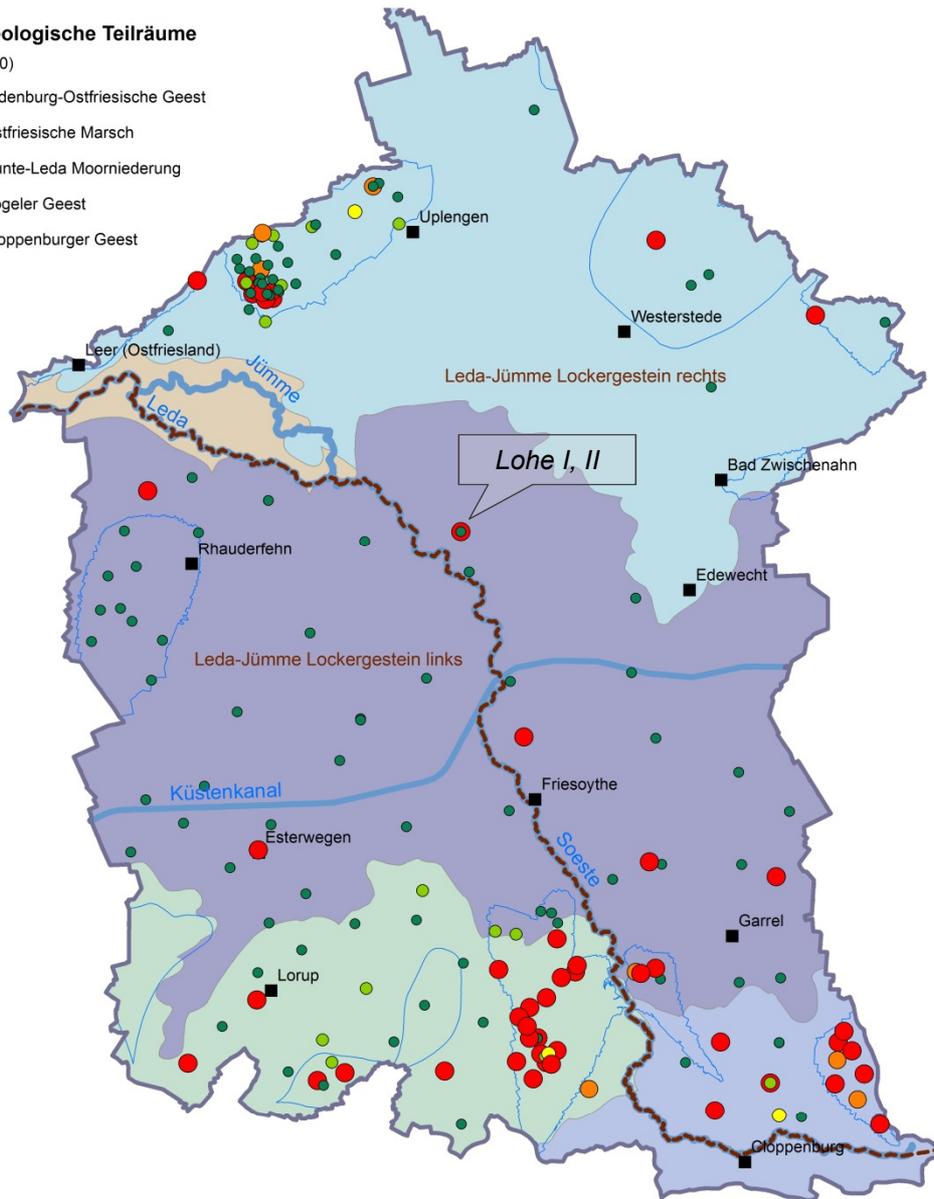


Abb. 67: Nitratgehalte und Nitrat-Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

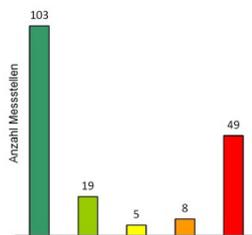
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Nitratgehalt (mg/l) aktueller Wert im Zeitraum 2005 - 2014 1. Grundwasserstockwerk

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

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete

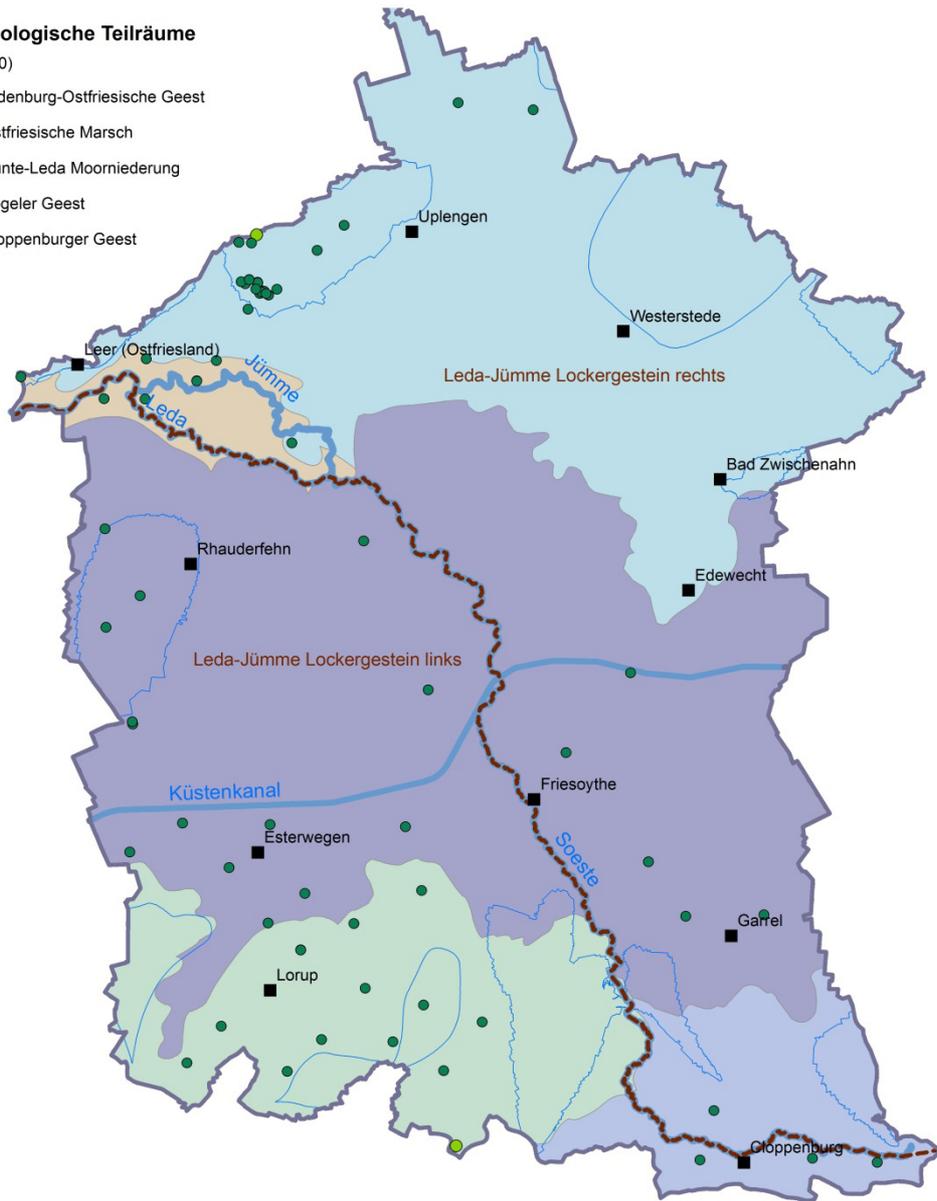


Abb. 68: Nitratgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen des Leda-Jümme Einzugsgebietes.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

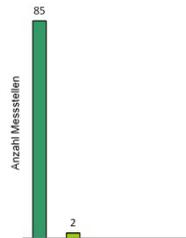
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburg Geest



Nitratgehalt (mg/l) aktueller Wert im Zeitraum 2005 - 2014 2. Grundwasserstockwerk oder tiefer

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

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 69: Nitratgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfilterten Grundwassermessstellen des Leda-Jümme Einzugsgebietes.

Untersuchungen zur Denitrifikation

In den Lockergesteinsgebieten können vor allem in Messstellen des 1. Grundwasserstockwerks kleinräumige, lokale Nitratschwankungen festgestellt werden. Unmittelbar benachbarte Messstellen, die sich nur geringfügig in der Filterungstiefe unterscheiden, können in den Nitratgehalten deutlich variieren.

Als Fallbeispiel kann die Mehrfachmessstelle Lohe angeführt werden (Abb. 70). Die Messstellen Lohe I und Lohe II sind im Abstand von 5 Metern zueinander abgeteuft worden und im selben Stockwerk verfiltert. In der flach verfilterten Messstelle Lohe I (Verfilterungstiefe 2,71 m - 3,71 m unter Geländeoberkante) ist der Nitratgehalt in den letzten Jahren kontinuierlich angestiegen, wobei ein Spitzenwert von 221 mg/l erreicht wurde. In der benachbarten, nur geringfügig tieferen, Messstelle Lohe II (Verfilterungstiefe 5,11 - 6,11 m u. GOK) wer-

den gleichbleibende Nitratgehalte unterhalb der Bestimmungsgrenze festgestellt. Das Grundwasser ist in beiden Messstellen sauerstofffrei, jedoch weist Lohe II gegenüber Lohe I deutlich erhöhte Eisengehalte (44 mg/l Fe vs. 0,4 mg/l Fe) und Sulfatgehalte (84 mg/l vs. 56 mg/l) auf. Diese Unterschiede weisen auf einen Nitratabbau durch autotrophe Denitrifikation durch Oxidation sulfidhaltiger Minerale in der Messstelle Lohe II hin. Das Schichtenverzeichnis der Messstellen Lohe II zeigt eine dünne Torflage von 10 cm Mächtigkeit (Abb. 71), sodass auch eine heterotrophe Denitrifikation (Abbau organischer Substanz) für den Nitratabbau verantwortlich sein kann. Möglich ist auch ein gleichzeitiges Wirken heterotropher und autotropher Denitrifikationsprozesse. Aufgrund des geringen Tiefenabstands der Messstellenfilter von nur 1,40 m ist eine scharf ausgeprägte Denitrifikationsfront zu vermuten.

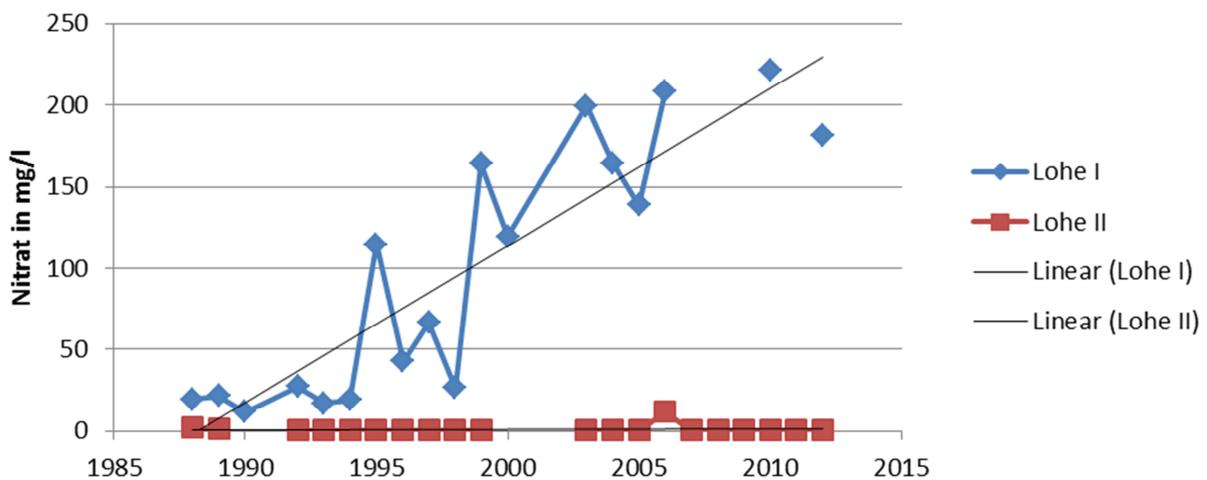
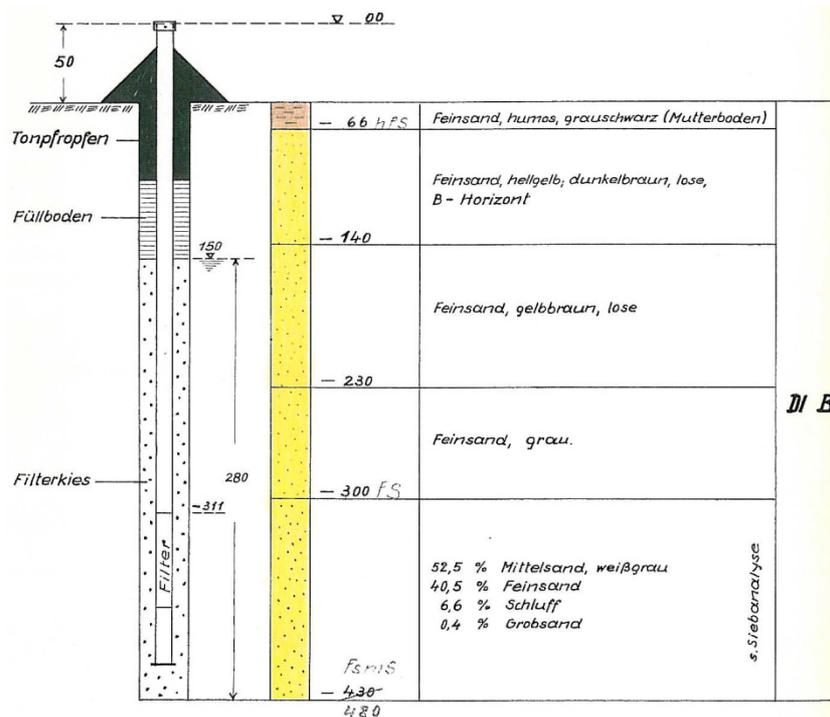
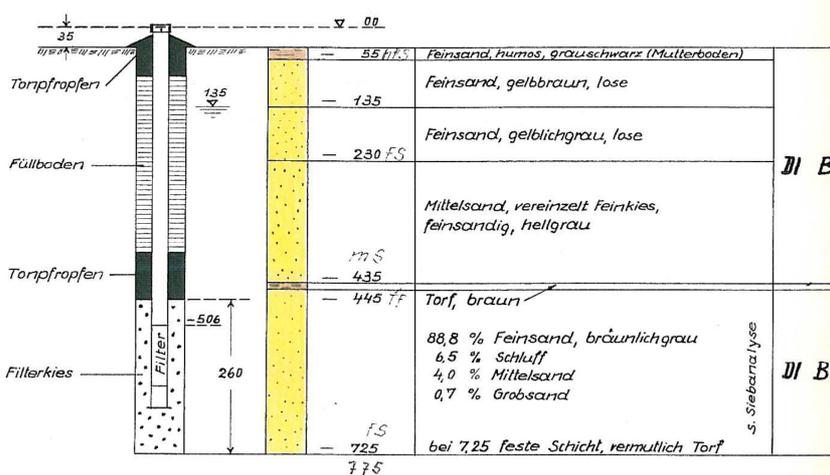


Abb. 70: Nitrat-Zeitreihe der Messstellen Lohe I und Lohe II



Schichtenverzeichnis
Lohe I



Schichtenverzeichnis
Lohe II

Abb. 71: Schichtenverzeichnis und Ausbauplan der Messstellen Lohe I und Lohe II.

Trends der Nitratentwicklung in flach verfilterten Messstellen

Für eine langfristige Sicherung der Grundwasserqualität ist es wichtig, dass die Nitratreinträge in die Gewässer, insbesondere auch in das Grundwasser deutlich unter den Grenzwert von 50 mg/l reduziert werden. Ein wichtiger Baustein für die Beurteilung des Belastungszustandes des Grundwassers ist die Entwicklung der Nitratkonzentrationen insbesondere im oberflächennahen Grundwasser. Nehmen die Nitratgehalte mit der Zeit ab, entwickelt sich der Gewässerzustand gemäß den Vorgaben der WRRL in die richtige Richtung. Steigen die Nitratgehalte einer Messstelle weiter

an, muss dieser Entwicklung rechtzeitig entgegen gesteuert werden (Kap. 4).

In der vorgestellten Trendbetrachtung wurden Messstellen verwendet, für die im Untersuchungszeitraum mindestens drei plausible Nitratuntersuchungen vorliegen und die durchschnittlich mehr als 1 mg/l Nitrat aufweisen. Speziell für die Trendentwicklung flacher Messstellen haben die WVU weitere Daten zur Verfügung gestellt. Die Filtertiefen der ausgewerteten Messstellen liegen bei 0 - 5 m und 5 - 20 m unter Geländeoberkante.

Der Nitrattrend wurde sowohl für einen zehnjährigen Zeitraum (2004 bis 2013) als auch für einen fünfjährigen Zeitraum (2009 bis 2013) ermittelt.

Für den 10-Jahrestrend (Tab. 25) konnten 127 Messstellen ausgewertet werden. Für 49 Messstellen wurde ein steigender Nitrattrend und für 43 Messstellen ein fallenden Trendverlauf ermittelt. Ein Zusammenhang mit der Flächennutzung ist nicht erkennbar. Auffällig ist jedoch, dass bei 9 Messstellen auch unter Wald ein steigender Nitrattrend erkennbar ist. Die Stickstoffbelastung kann in Waldgebieten durch Auskämmung den N-Bedarf der Pflanzen deutlich übersteigen und zu Nitrateinträgen in das Grundwasser führen.

Der fünfjährige Zeitraum wurde gewählt, um Aussagen zu aktuellen Auswirkungen von Flächennutzungsänderungen auf den Nitratgehalt darstellen zu können. Für diesen Zeitraum liegen für 113 Messstellen verwertbare Daten vor.

Das Ergebnis der fünfjährigen Trendbewertung (Tab. 26) unterscheidet sich insbesondere bei den Messstellen mit der Flächennutzung Acker und Forst von der zehnjährigen Bewertung. Von den Messstellen mit Ackernutzung im Um-

feld weisen 29 Messstellen einen steigenden und 16 Messstellen einen fallenden Nitrattrend auf. Inwieweit dieser Trend für das gesamte Bearbeitungsgebiet gilt, kann nicht abschließend beurteilt werden, da ein Großteil der Messstellen mit steigendem Trend einem Wasserversorger zuzuordnen ist. Bei den Messstellen mit anderen Flächennutzungen sind steigende und fallende Trends ausgeglichen.

Seit 2008 hat sich die Situation in der Landwirtschaft im Einzugsgebiet Leda-Jümme verändert. Bedingt durch höhere Erlöspreise für landwirtschaftliche Erzeugnisse, höhere Produktionskosten, die zunehmende Biogasproduktion und die Ausweitung der Viehhaltung ist die Landbewirtschaftung weiter intensiviert worden. Steigende Produktionskosten sind u.a. durch die stark angestiegenen Pachtpreise begründet. So werden im südlichen Landkreis Cloppenburg derzeit bis zu 1.500 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.

Tab. 25: Anzahl der Messstellen mit fallenden, gleichbleibenden oder steigenden Nitrattrend im zehnjährigen Zeitraum von 2005 bis 2014 in Abhängigkeit von Verfilterungstiefe und der Flächennutzung im Umfeld der Messstellen.

Verfilterungstiefe	Flächennutzung	Nitrattrend (Anzahl Messstellen)		
		fallend	gleichbleibend	steigend
5 - 20 m	Acker	8	3	6
	Forst	1	2	2
	Grünland	2	3	1
	Mischnutzung	1	-	2
	Siedlung	1	-	2
0 - 5 m	Acker	13	11	17
	Forst	9	7	7
	Grünland	5	5	6
	Mischnutzung	3	4	4
	Siedlung	-	-	2
	Gesamt	43	35	49

Der Flächenanteil sogenannter Verdünnungsflächen wie Brachen oder extensives Grünland hat dagegen deutlich abgenommen. Entsprechend ist eine weitere Zunahme der Nitratgehalte im Grundwasser zu erwarten, sofern die Gegenmaßnahmen keine ausreichende Wirkung entfalten.

Auffallend ist, dass in 15 Messstellen mit überwiegender Forstnutzung fallende Nitratgehalte zu verzeichnen sind. Teilweise handelt es sich dabei um Aufforstungsflächen, die in der Startphase noch die erhöhten Ausgangsgehalte der vorhergehenden Ackernutzung aufweisen.

Bei einer durch den Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverband (OOWV) vorgenommenen Trendbetrachtung werden die Nitrat-Durchschnittsgehalte ausgewählter Messstellen im WSG Thülsfelde miteinander verglichen (Abb. 72). Bei der Interpretation der Ergebnisse muss berücksichtigt werden, dass Einzelmessstellen mit starken Schwankungsbereichen der Nitratgehalte den Trend erheblich

beeinflussen können. Es wurde der durchschnittliche Nitratrend von 18 flach verfilterten Messstellen unter landwirtschaftlicher Nutzung ausgewertet. Im Jahre 2001 lag die durchschnittliche Nitratkonzentration der Messstellen bei 96 mg/l. Aufgrund der hohen Nitratwerte wurden verstärkt Grundwasserschutzmaßnahmen im WSG angeboten. Durch die Grundwasserschutzmaßnahmen konnte bis 2006 eine Reduzierung auf durchschnittlich 63 mg/l Nitrat erreicht werden. Seit dem Jahr 2006 erfolgt eine Trendumkehr zu wieder steigenden Nitratgehalten.

Die Zusammenstellung zeigt sehr gut die Entwicklung der durchschnittlichen Nitratauswaschung und damit den Handlungsbedarf für eine Reduzierung der Nitratreinträge auf. Sie kann daher als ergänzende Methode zur Trendbewertung regionaler Teilräume genutzt werden. Für eine verlässliche Interpretation der Ergebnisse sind jedoch eine repräsentative Auswahl der Messstellen und Zuordnung zu den jeweiligen Flächennutzungen von großer Wichtigkeit.

Tab. 26: Anzahl der Messstellen mit fallenden, gleichbleibenden oder steigenden Nitratrend im fünfjährigen Zeitraum von 2009 bis 2013 in Abhängigkeit von der Verfilterungstiefe und der Flächennutzung im Umfeld der Messstellen.

Verfilterungstiefe	Flächennutzung	Nitratrend (Anzahl Messstellen)		
		fallend	gleichbleibend	steigend
5 - 20 m	Acker	4	1	7
	Forst	1	1	2
	Grünland	1	3	2
	Mischnutzung	-	-	2
	Siedlung	1	-	2
0 - 5 m	Acker	12	6	22
	Forst	14	6	3
	Grünland	6	4	4
	Mischnutzung	3	2	3
	Siedlung	1	-	-
	Gesamt	43	23	47

Wasserwerk Thülsfelde

Mittlerer Nitratgehalt im oberflächennahen Grundwasser (landwirtschaftliche Nutzung)
18 Grundwassermessstellen mit einem Abstand von <5 m zur Grundwasseroberfläche
im Wasserschutzgebiet

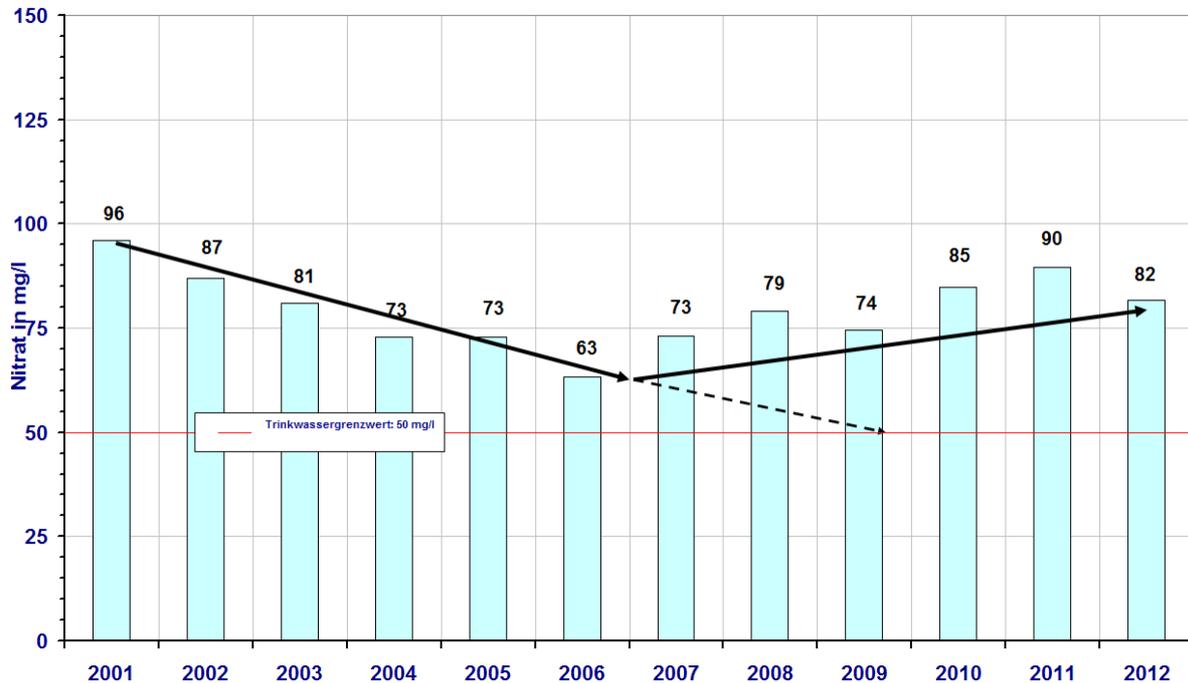


Abb. 72: Entwicklung der Nitratgehalte ausgewählter Messstellen im Einzugsbereich des Wasserwerkes Thülsfelde (Quelle OOWV).

8.4.3 Ammonium

Ammonium (NH_4^+) ist neben Nitrat die für die Pflanzenernährung wesentliche Stickstoffverbindung. Bei der Zersetzung (Mineralisation) organischer Stoffe wird das in Eiweißverbindungen enthaltene Ammonium freigesetzt und im Zuge der Nitrifikation über Nitrit zu Nitrat oxidiert.

Da Ammonium im Boden relativ leicht an Kationenaustauscher (Tonminerale) gebunden wird, ist die Gefahr der Verlagerung mit dem Sickerwasser gering. Hohe Ammoniumgehalte deuten auf reduzierte Verhältnisse im Grundwasser (anoxische Bedingungen) hin. In Niederungsgebieten können sie auch in Verbindung mit langsam ablaufender anaerober Mineralisation gebracht werden (organische Lagen, Torfe). In Einzelfällen können hohe Ammoniumgehalte auf eine übermäßige Anwendung organischer Düngemittel oder eine Verschmutzung durch Abwasser hinweisen (NLWKN 2012 a).

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 TrinkwV 2001 als auch in der GrwV wurde der Grenzwert für Ammonium auf 0,5 mg/l festgesetzt (Tab. 19).

In den Grundwässern des Flusseinzugsgebietes der Leda und Jümme wird dieser Grenzwert häufig überschritten (Tab. 27). Insgesamt wurden in 127 GWM Ammoniumkonzentrationen über dem Grenzwert von 0,5 mg/l nachgewiesen.

Die Vielzahl von Grenzwertüberschreitungen im Gebiet ist auf die hydrogeologischen, naturräumlichen Gegebenheiten im Gebiet zurückzuführen.

Insbesondere in den Niederungsbereichen der Hunte-Leda-Moorniederung und der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest finden sich erhöhte Ammoniumgehalte in den ehemaligen Moor-gebieten mit anoxischen Bedingungen (Tab. 27, Abb. 73). Die Messstellen mit Ammonium-gehalt von über 10 mg/l sind ausschließlich in

diesen Bereichen zu finden. In den sauerstoffhaltigen Lockergesteinsbereichen der Geest (Abb. 73) mit Sanden ohne stauende Schichten wie z.B. Ortstein wird dagegen selten Ammonium nachgewiesen.

Tab. 27: Ammoniumgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in den Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

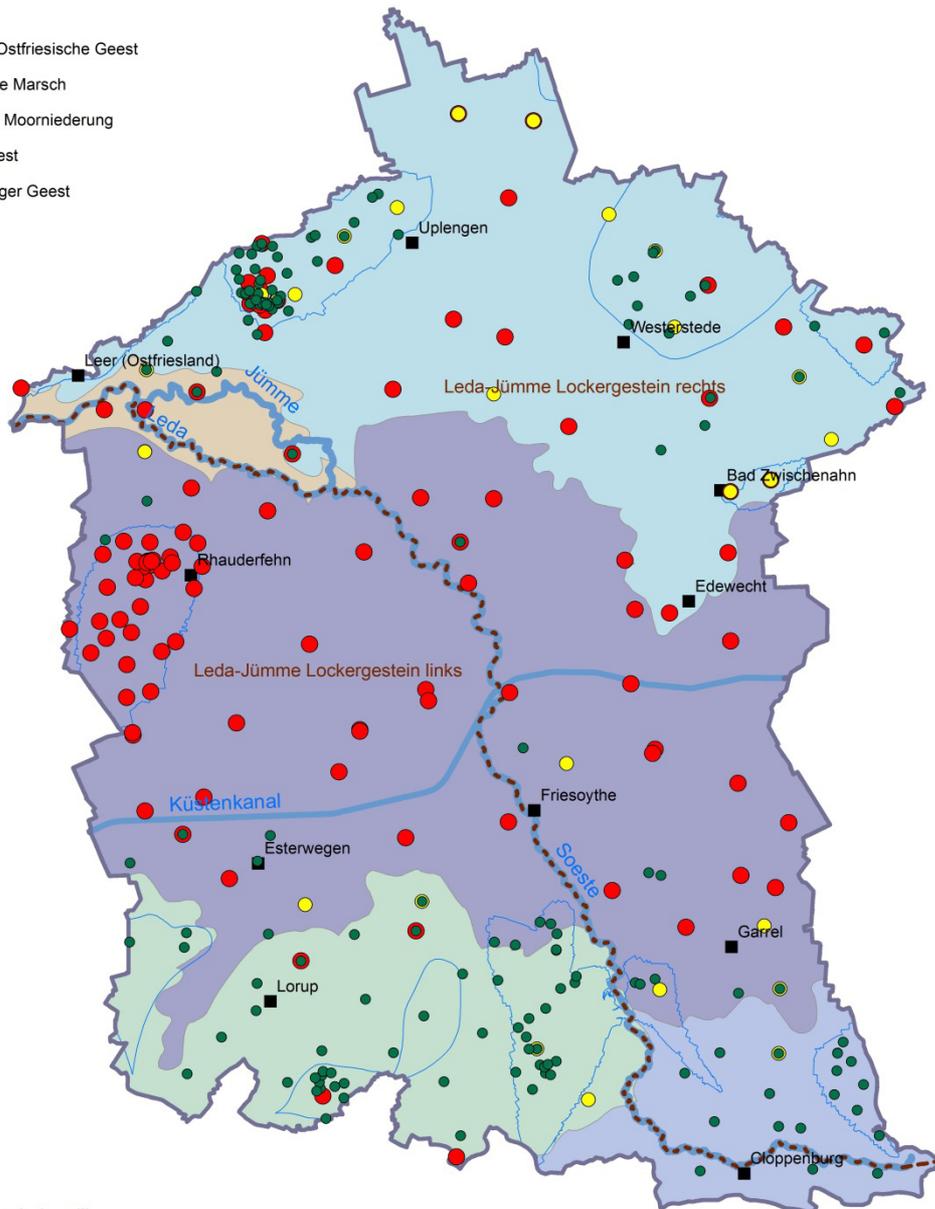
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Ammonium [mg/l]			> 0,5 mg/l Ammonium		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	140	987	0,56	< 0,01	7,7	232	37	26,4
Ostfriesische Marsch	11	38	1,00	0,05	5,0	16	6	54,5
Hunte-Leda Moorniederung	115	774	2,73	0,01	37	538	80	54,5
Sögeler Geest	73	579	0,12	0,01	2,8	15	4	5,5
Cloppenburger Geest	24	206	0,07	0,01	0,76	1	-	0,0
Gesamt	363	2.584	0,90	< 0,01	37	801	127	35,0

*Messstellen, deren aktuellster Wert 0,5 mg/l überschreitet

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

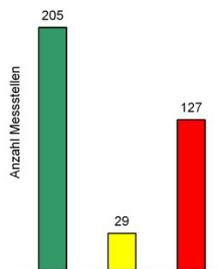
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Ammoniumgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 0,25
- 0,25 - 0,5
- > 0,5

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 73: Ammoniumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.4.4 Nitrit

Nitrit (NO_2^-) wird im Boden, in Gewässern und in Kläranlagen von Bakterien durch Oxidation von Ammonium unter Verbrauch von Sauerstoff gebildet. Nitrit ist ein Zwischenprodukt, welches bei der vollständigen Oxidation des Stickstoffs zu Nitrat kurzfristig auftritt (Nitrifikation). Nitrite können auch unter anaeroben Bedingungen bei der Reduktion von Nitrat unter Mitwirkung von Enzymen (Nitratreduktasen) entstehen (NLWKN 2012 a).

Nitrite wirken in Organismen toxisch. Sie sind an der Bildung kanzerogener Nitrosamine beteiligt. Nitrit beeinträchtigt die Sauerstoffversorgung im Blut von Kleinkindern, da das Nitrit-Ion mit dem im Hämoglobin enthaltenen Eisen reagiert und zu Methämoglobin oxidiert wird. Methämoglobin verliert die Fähigkeit zum Sauerstofftransport und führt zur inneren Ersti-

ckung, der sogenannten Blausucht. Bei Erwachsenen besteht die Gefahr einer Blausucht kaum, da das Hämoglobin eine andere Struktur aufweist und nur langsam mit Nitrit reagiert. Das Auftreten von Nitrit kann auf fäkale Verunreinigungen hinweisen.

Lediglich in zwei Messstellen (GWM Nikolausdorf und Pb 319) wurde der Nitrit-Grenzwert nach TrinkwV 2001 von 0,5 mg/l überschritten (Tab. 28 und Abb. 74). Bei beiden Messstellen handelt es sich um flach verfilterte Messstellen mit Filterlagen bis 8 m unter GOK im 1. Grundwasserstockwerk. Grund für die relativ geringe Anzahl von Überschreitungen ist der Umstand, dass der Umbau von Nitrit zu Nitrat relativ schnell verläuft und damit Nitrit nur unter sehr ungünstigen sauerstoffarmen Verhältnissen nachgewiesen wird.

Tab. 28: Nitritgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

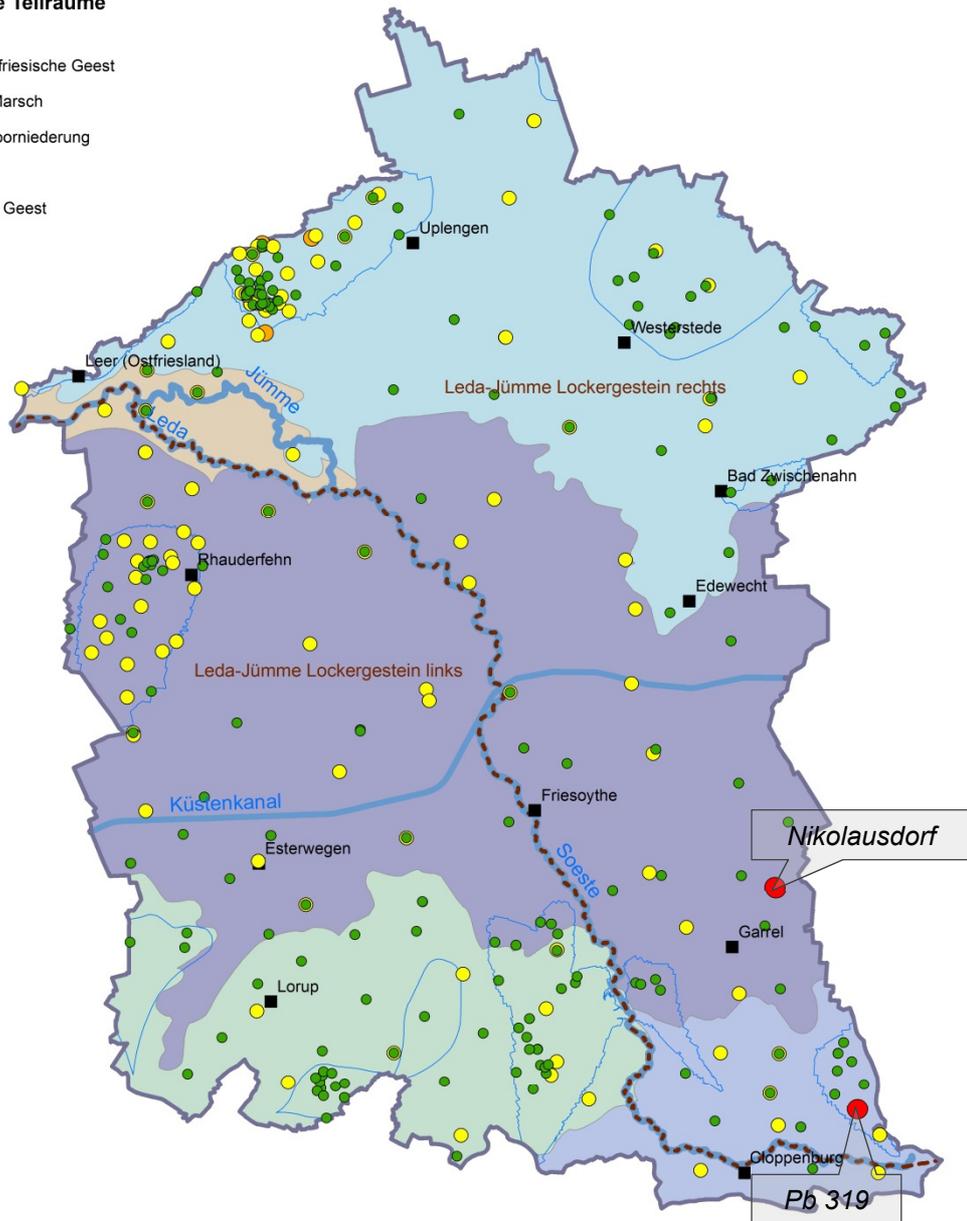
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nitrit [mg/l]			> 0,5 mg/l Nitrit		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	140	983	0,05	< 0,01	6,20	-	-	-
Ostfriesische Marsch	11	38	0,02	0,01	0,03	-	-	-
Hunte-Leda Moorniederung	115	795	0,03	< 0,01	1,97	12	1	0,9
Sögeler Geest	73	579	0,01	< 0,01	0,34	-	-	-
Cloppenburger Geest	24	206	0,05	< 0,01	0,83	8	1	0,4
Gesamt	363	2.601	0,03	< 0,01	6,20	20	2	0,6

*Messstellen, deren aktueller Wert 0,5 mg/l überschreitet

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

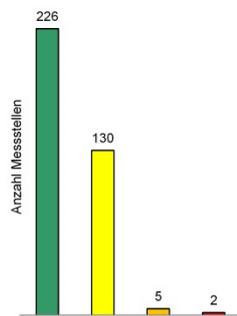
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Nitritgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 0,025
- 0,025 - 0,25
- 0,25 - 0,5
- > 0,5

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 74: Nitritgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.5 Sulfat

Sulfate (SO_4^{2-}), die Salze der Schwefelsäure, sind wichtige Gesteinsbestandteile. Die häufigsten sulfathaltigen Minerale sind Calciumsulfat (Gips, Anhydrit), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Bariumsulfat (Schwerspat) und Natriumsulfat (Glaubersalz). Sulfate sind in der Mehrzahl gut wasserlöslich und werden relativ schnell ausgewaschen. Geogene Sulfatgehalte liegen in Gesteinen ohne sulfathaltige Minerale üblicherweise unter 30 mg/l. In Wässern aus sulfathaltigen Gesteinen können auch deutlich höhere Gehalte bis mehrere 100 mg/l Sulfat typisch sein (NLWKN 2012 a).

Erhöhte Sulfatkonzentrationen finden sich im huminstoffhaltigen Grundwasser bei Kontakt mit Torfen und Mooren (NLWK 2001). Ein Anstieg der Sulfatgehalte kann auch durch die Oxidation von Pyrit durch Sauerstoff oder Nitrat (autotrophe Denitrifikation) hervorgerufen werden. Ablaugungsvorgänge aus Gipsstufen über Salzstöcken können ebenfalls Ursache erhöhter Sulfatgehalte sein.

Höhere Gehalte von wenigen 100 mg/l machen sich gemeinsam mit Natrium oder Magnesium im Trinkwasser geschmacklich nachteilig bemerkbar. Die GrwV legt für Sulfat einen Grenzwert von 240 mg/l fest (Tab. 19).

Die landwirtschaftliche Düngung, insbesondere mit den Mineräldüngern Superphosphat, Ammoniumsulfat und Kaliumsulfat, kann speziell

im oberen Grundwasserstockwerk zu erhöhten Sulfatkonzentrationen führen.

Ein messbarer Sulfateintrag kann auch über den Niederschlag erfolgen. Der saure Regen als anthropogene Auswirkung der Verbrennung fossiler Brennstoffe ist hierfür ein bekanntes Beispiel (NLWKN 2012 a). Dies ist im südöstlichen Teil des Betrachtungsraums von großer Bedeutung, da in dieser Region in großen Mengen Erdgas mit höheren Anteilen an Schwefelwasserstoff, sogenanntes Sauergeras, gefördert wird. In der Vergangenheit wurde der Schwefel verbrannt und belastete als saurer Regen die Umgebung. Diese Schwefelfreisetzungen konnten durch den Einbau neuer Filteranlagen deutlich reduziert werden.

Im Untersuchungszeitraum wurde der Grenzwert in den drei Messstellen Bad Zwischenahn II, Scharrel II und VF 343 überschritten (Tab. 29, Abb. 76).

Die Messstelle Bad Zwischenahn II (Filter 167 - 169 m unter GOK) weist einen Sulfatgehalt von 330 mg/l auf, die Messstelle Scharrel II (73,5 - 75,5 m) 1.400 mg/l Sulfat. Die ebenfalls hohen Chloridgehalte (Bad Zwischenahn II mit 10.000 mg/l Chlorid, Scharrel II mit 410 mg/l Chlorid) dieser Messstellen weisen auf Versalzungsstrukturen im Untergrund hin (siehe Kapitel 8.6).

Tab. 29: Sulfatgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in den Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Sulfat [mg/l]			> 240 mg/l Sulfat		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	140	985	35	<0,5	330	3	1	0,7
Ostfriesische Marsch	11	38	27	0,5	150	-	-	-
Hunte-Leda Moorniederung	115	789	37	0,1	1.400	4	2	1,7
Sögeler Geest	73	580	42	1,9	200	-	-	-
Cloppenburger Geest	24	206	36	4,3	126	-	-	-
Gesamt	363	2.598	35	< 0,5	1.400	7	3	0,8

*Messstellen, deren aktueller Wert 240 mg/l Sulfat überschreitet

Die Vorfeldmesssstele VF 343 weist Sulfatgehalte von 310 mg/l auf. Es handelt sich um eine flach verfilterte Messstelle mit einer Filterlage von 6,6 - 8,6 m unter GOK. Die Messstelle zeigt deutlich steigende Sulfatgehalte bei Nitratwerten unter Bestimmungsgrenze und weist Eisengehalte auf relativ hohem Niveau (20 mg/l) auf (Abb. 75). Der bei der organolep-

tischen Untersuchung der Proben festgestellte deutlich faulige Geruch weist auf Schwefelwasserstoff hin. Steigende Sulfat- und Eisengehalte und gleichbleibend niedrige Nitratgehalte deuten auf Denitrifikationsprozesse hin, bei denen Sulfate durch die Oxidation von reduziertem Schwefel aus Eisensulfiden freigesetzt werden.

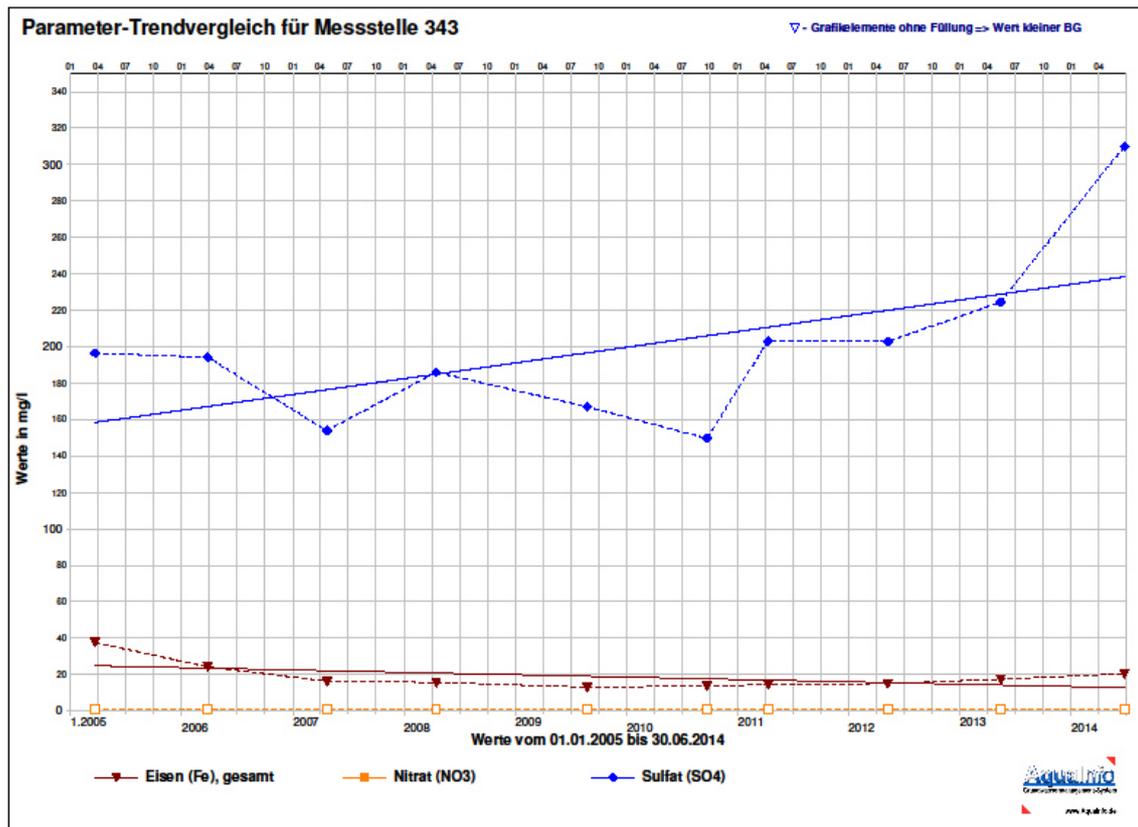
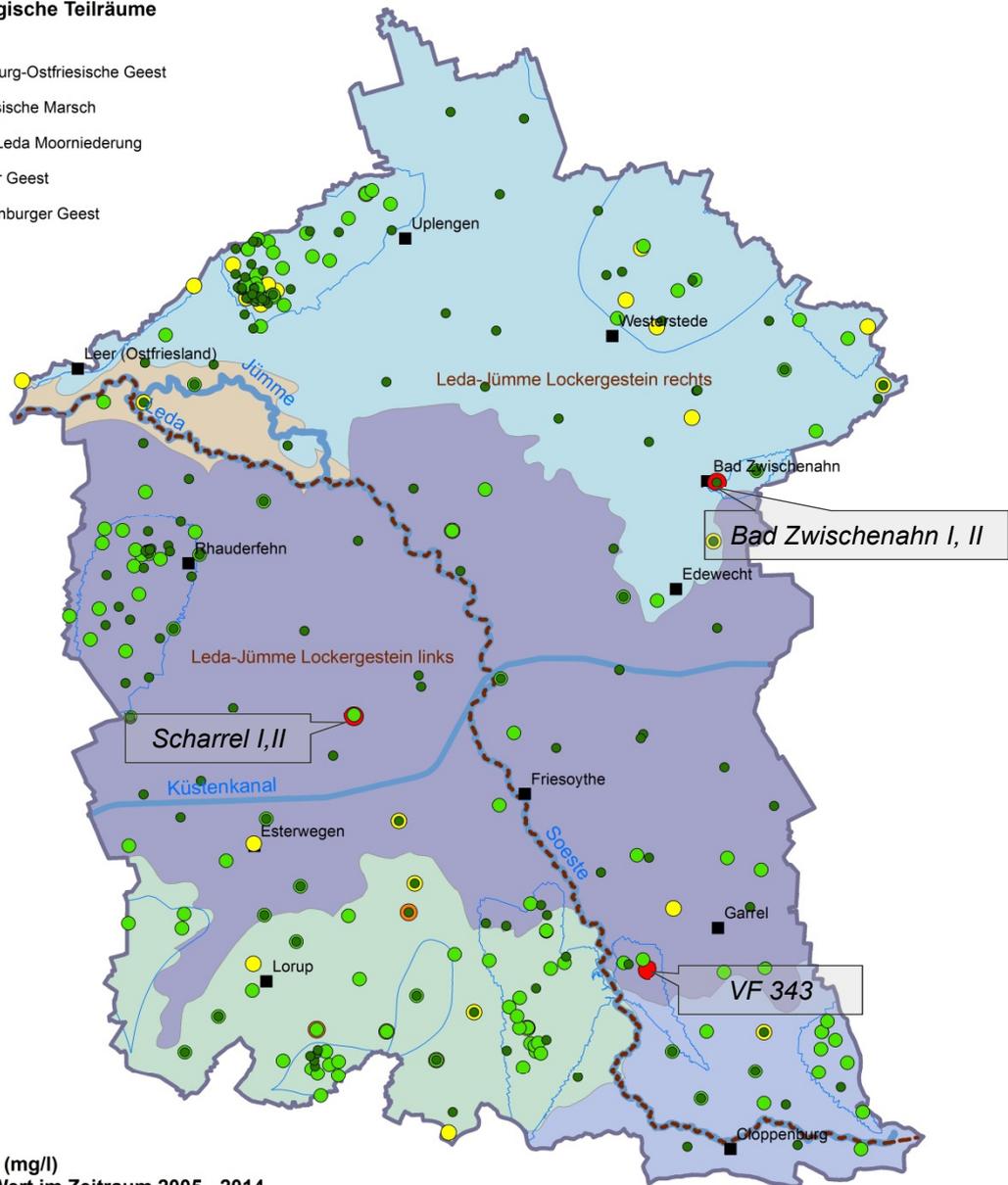


Abb. 75: Parameter-Trendvergleich (Sulfat, Nitrat, Eisen) für die Messstelle VF 343.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

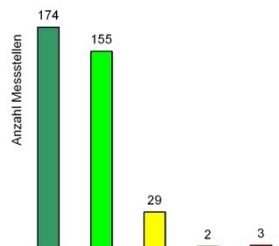
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Sulfatgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 20
- 20 - 80
- 80 - 160
- 160 - 240
- > 240

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete

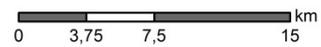


Abb. 76: Sulfatgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.6 Chlorid

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

Chloride (Cl⁻) 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 Chlorid (NLWKN 2012 a).

In der TrinkwV 2001 ist für Chlorid ein Grenzwert von 250 mg/l festgesetzt worden. Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser, die nicht geogen bedingt sind, können Indikatoren für punktuelle Eintragsquellen wie Abwasserleitungen, Belastungen aus Deponien, Streusalzeinflüsse usw. sein. Auch der Einsatz von Düngemitteln, bei denen Chlorid oft ein unerwünschter Nebenbestandteil ist, kann eine Belastungsquelle darstellen (NLWKN 2012 a).

Ab 200 mg/l Chlorid ist im Grundwasser bereits ein salziger Geschmack feststellbar (NLWK 2001).

Die Auswertungsergebnisse der Chloridgehalte im Leda-Jümme-Einzugsgebiet zeigen keine flächenhafte Grundwasserbelastung auf (Tab. 30, Abb. 77). In acht von 314 ausgewerteten Messstellen (GWM) ist eine Grenzwertüberschreitung nachgewiesen. Die zum Teil sehr hohen Chloridgehalte einzelner Messstellen führen dabei zu den ungewöhnlich hohen Mittelwerten in den Teilräumen Oldenburgisch-Ostfriesische Geest und Ostfriesische Marsch.

Bei der Auswertung des Parameterrends wurde für 87 Messstellen ein signifikanter Trend ermittelt. 49 Messstellen weisen einen steigenden, 38 Messstellen einen fallenden Trend auf. Ein regionales Verteilungsmuster konnte dabei nicht festgestellt werden (Abb. 77).

Die Messstellen Bad Zwischenahn I (Filterlage 26 - 28 m), Bad Zwischenahn II (Filterlage 167 - 169 m unter GOK) und Portsloge I (Filterlage 36 - 38 m unter GOK), Portsloge II (Filterlage 165 - 175 m unter GOK) befinden sich in einer Region, in der nachweislich eine Versalzung des unteren Teils des Grundwasserleiters vorliegt (Abb. 77). Es handelt sich hier um Mehrfachmessstellen, die durch unterschiedliche Filtertiefen im 1. Grundwasserstockwerk Aussagen zu unterschiedlichen Grundwassertiefen ermöglichen.

Tab. 30: Chloridgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Chlorid [mg/l]			> 250 mg/l Chlorid		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	100	628	218	6,0	10.000	12	4	4
Ostfriesische Marsch	11	38	621	12	5.700	6	3	27,3
Hunte-Leda Moorniederung	108	672	35	4,2	420	4	1	0,9
Sögeler Geest	73	580	27	4,1	170	-	-	-
Cloppenburger Geest	24	206	32	7,3	147	-	-	-
Gesamt	316	2.124	187	4,1	10.000	22	8	2,5

*Messstellen, deren aktueller Wert 250 mg/l überschreitet

Die tief verfilterten Messstellen weisen Chloridgehalte bis 10.000 mg/l auf, die flach verfilterten GWM zeigen keine auffälligen Werte. Die Messstellen liegen über einer Salzstruktur. Der Salzstock Bad Zwischenahn wird lediglich von einer im Mittel 300 m dicken Lockergesteinschicht bedeckt, sodass Auslaugungsprozesse durch das Grundwasser zur Wirkung kommen (Kap. 2.8).

Die Auswertungen von Messstellen mit Filterlage im 1. Grundwasserstockwerk zeigt eine Grenzwertüberschreitung der Messstelle Scharrel II (Filterlage 73,5 – 75,5 m) mit einem Chloridgehalt von 420 mg/l (Abb. 78). Auf eine Versalzung deutet auch der erhöhte Sulfatgehalt in dieser Messstelle hin (Kapitel 8.5). Die Messstelle Scharrel liegt im Bereich einer Versalzungsstruktur, die sich von Kamperfehn bis zum Landschaftspolder am Dollart hinzieht. Wie auch in den GWM Bad Zwischenahn und Portsloge zeigt auch die flach verfilterte Messstelle Scharrel keine Auffälligkeiten.

In der Ostfriesischen Marsch weisen vier Messstellen mit Verfilterungen im 2. oder tieferen Grundwasserstockwerk (Abb. 79) erhöhte

Chloridgehalte über 250 mg/l auf. Bei den Messstellen Nortmoor-Rüscheweg und Amdorf zeigen die im 3. Grundwasserstockwerk verfilterten GWM Chloridgehalte über Grenzwert. Auffällig ist, dass sowohl die im 2. Grundwasserstockwerk verfilterte Messstelle Barge I mit einer FOK in 12 m unter GOK auch die im 3. Stockwerk verfilterte Messstellen Barge II (FOK 56 m unter GOK) mit über 1.000 mg/l Chlorid eine deutliche Versalzung aufweisen.

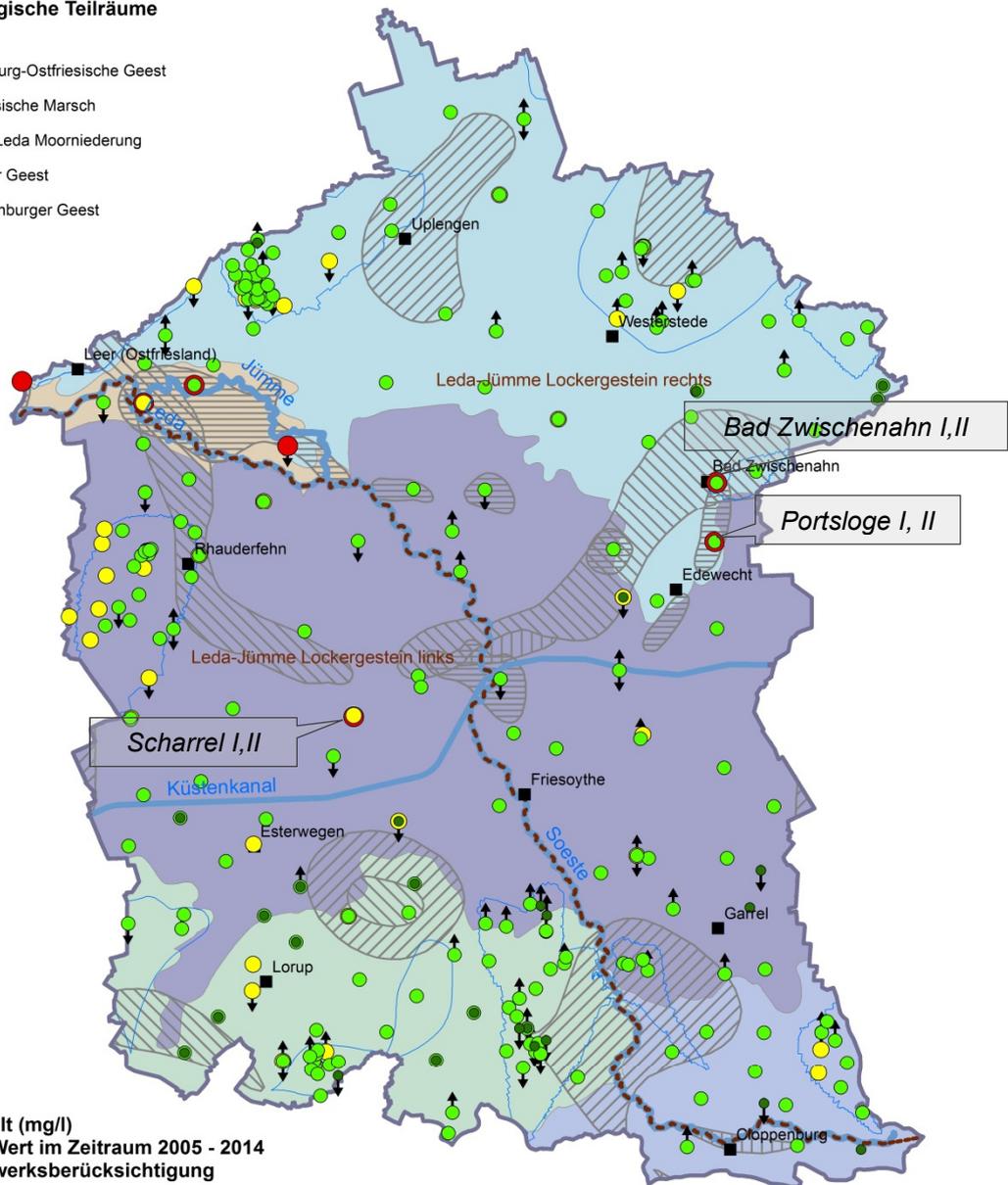
Die flächige Versalzung in der Ostfriesischen Marsch ist vermutlich durch aufsteigende salzhaltige Tiefenwässer zu erklären und für diese Region nicht ungewöhnlich. Eine Versalzung der Küstenzone erfolgte bei der Sedimentation oder durch Meerwasserintrusion infolge des Meeresspiegelanstieges nach der letzten Eiszeit.

Für den Bereich der Ostfriesischen Marsch ist eine Versalzung des unteren Teils des Grundwasserleiters festgestellt worden. Aufgrund der gemessenen Chloridbelastung ist keine Grundwasserförderung aus tieferen Schichten möglich.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

-  Oldenburg-Ostfriesische Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Sögeler Geest
-  Cloppenburger Geest



Chloridgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

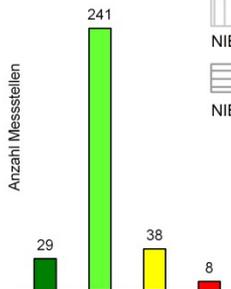
-  bis 10
-  10 - 50
-  50 - 250
-  > 250

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf

Trend von 2005 - 2014

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

- ↓ fallend
- ↑ steigend



Versalzungsstrukturen

-  Salzintrusion
 -  Salzkissen
 -  Salzstock
- NIBIS-Kartenserver (2014), Salzstrukturen Norddeutschlands, BGR
-  Unterer Teil des Grundwasserleiters versalzt (> 250 mg/l Chlorid)
- NIBIS-Kartenserver (2014), Versalzung des Grundwassers, LBEG

-  Grundwasserkörpergrenzen
 -  Trinkwassergewinnungsgebiete
- 0 3,75 7,5 15 km

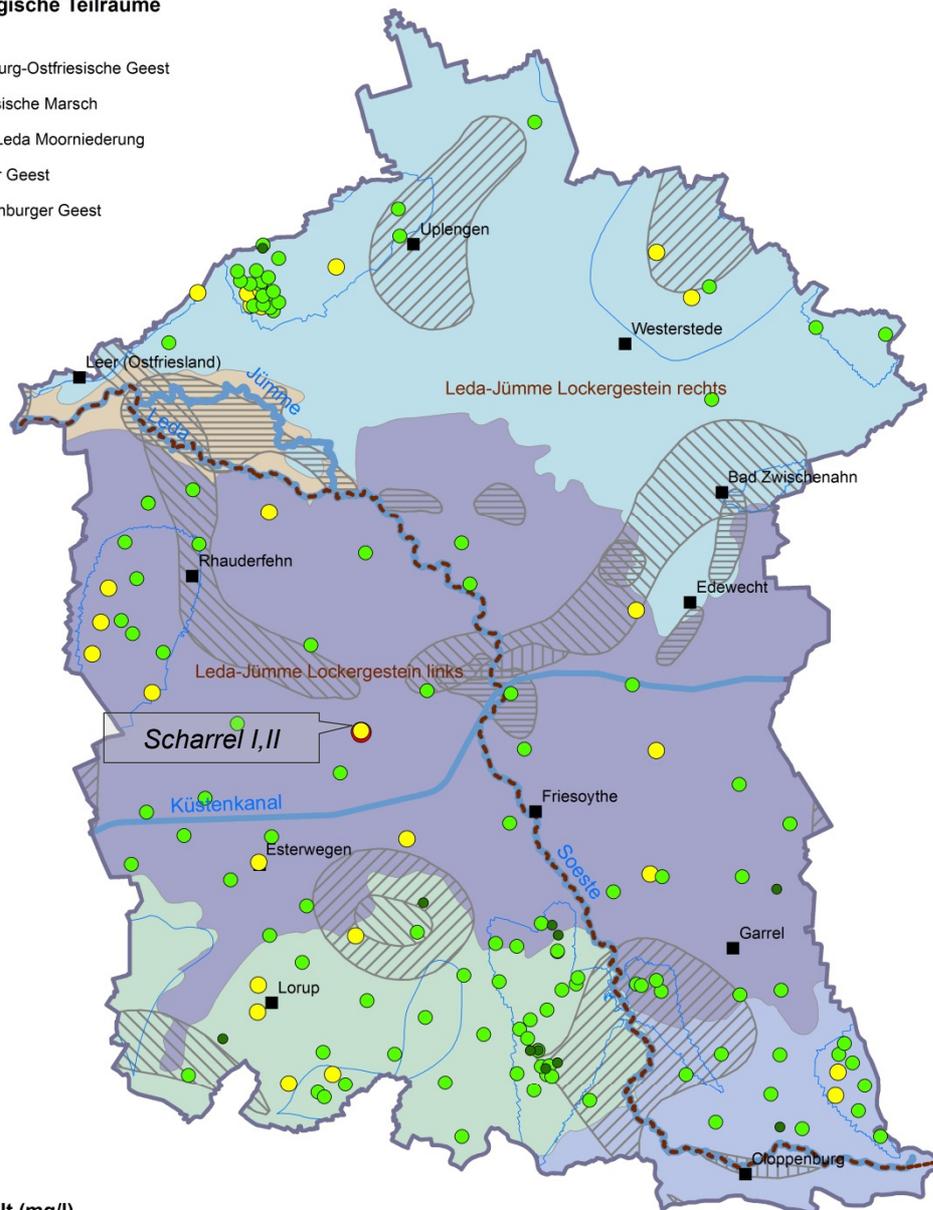


Abb. 77: Chloridgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

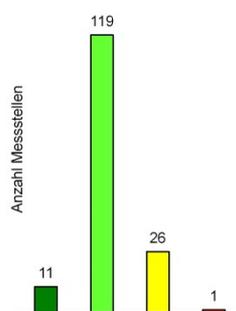
-  Oldenburg-Ostfriesische Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Sögeler Geest
-  Cloppenburg Geest



Chloridgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 1. Grundwasserstockwerk

-  bis 10
-  10 - 50
-  50 - 250
-  > 250

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



Versalzungsstrukturen

-  Salzintrusion
 -  Salzkissen
 -  Salzstock
- NIBIS-Kartenserver (2014), Salzstrukturen Norddeutschlands, BGR
-  Unterer Teil des Grundwasserleiters versalzt (> 250 mg/l Chlorid)
- NIBIS-Kartenserver (2014), Versalzung des Grundwassers, LBEG

-  Grundwasserkörpergrenzen
-  Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 78: Chloridgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

-  Oldenburg-Ostfriesische Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Sögeler Geest
-  Cloppener Geest

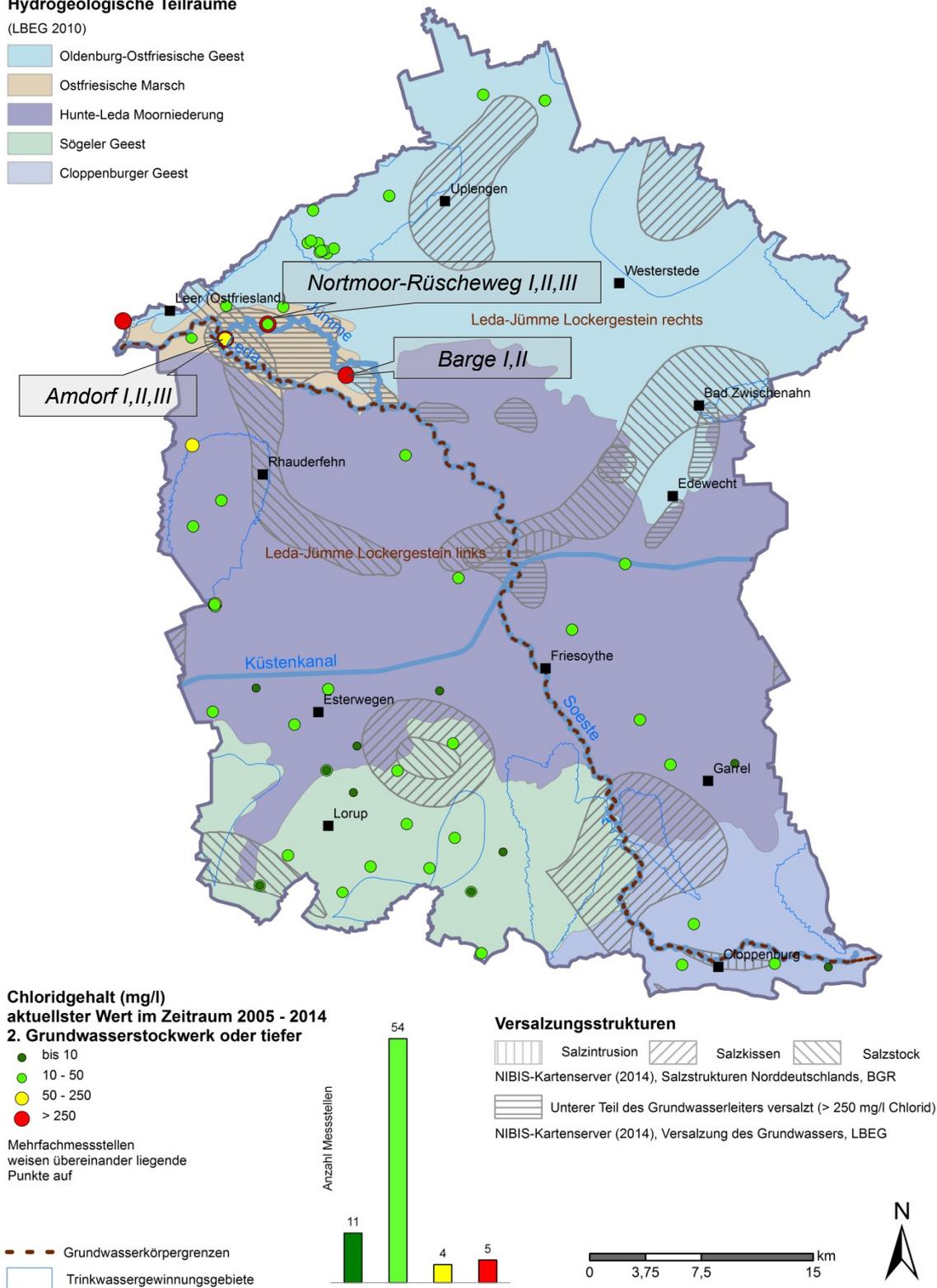


Abb. 79: Chloridgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.7 Kalium

Kalium (K) gehört zu den Alkalimetallen und ist sehr reaktionsfähig. Geogene Quellen für Kalium sind die Gesteinsbestandteile Kalifeldspat, Glimmer und andere Kalisilikate sowie Kalisalzlager. Kalium wird bei der Verwitterung von silikatischen Gesteinen und durch die Mineralisation von abgestorbenem pflanzlichem Material freigesetzt. Ist der Kaliumgehalt des Grundwassers höher als der Natriumgehalt, weist dies auf besondere geochemische Verhältnisse oder auf fäkale Verunreinigungen hin (NLWK 2001). Hohe Kaliumgehalte deuten auf anthropogene Einflüsse, da geogen nur selten höhere Konzentrationen auftreten. Im Gegensatz zu Natrium wird Kalium in Tonmineralen fixiert oder in Mineralneubildungen eingebaut. Aus geochemischer Sicht ist Kalium daher nicht sehr mobil. In sandigen Sedimenten, kann Kalium jedoch leicht ins Grundwasser gelangen. Von den Kaliumverbindungen sind besonders Kaliumchlorid und -sulfat als Düngemittel von großer Bedeutung und weit verbreitet (NLWK 2001). Natürliche Konzentrationen erreichen nach Schleyer & Kerndorff (1992) i. d. R. nur wenige mg/l, die natürlichen Hintergrundwerte liegen bei etwa 3 bis 4 mg/l (LUA 1996). In der Fassung der Trinkwasserverordnung von 1990 wurde für Kalium ein Grenzwert von 12 mg/l festgelegt, wobei geogen bedingte Überschreitungen bis 50 mg/l toleriert wurden. In der neuesten Fassung der TrinkwV 2001 wurde kein Grenzwert für Kalium benannt. Um trotzdem eine Bewertung der Kaliumgehalte vornehmen zu können, werden

Kaliumgehalte > 12 mg/l in diesem Bericht als „erhöhte Gehalte“ eingestuft.

Erhöhte Kaliumgehalte sind bei insgesamt 60 GWM (Tab. 31) festgestellt worden. Das Verteilungsbild innerhalb des Untersuchungsgebietes ist in den Abb. 80, Abb. 81 und Abb. 82 dargestellt.

Die südlichen Geestgebiete weisen wesentlich häufiger erhöhte Kaliumgehalte (> 12 mg/l) auf als die nördlichen Gebiete. In den Teilräumen Ostfriesische Marsch und in der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest erfolgt auf den dort vorherrschenden tonhaltigen Böden (Lauenburger Schichten) eine K-Fixierung. Auf den tonarmen Sandböden der Sögeler und Cloppenburger Geest kann es hingegen leichter zu einer Kaliumverlagerung ins Grundwasser kommen. Tendenziell werden in den Messstellen innerhalb der Wassergewinnungsgebiete höhere Kaliumgehalte gemessen. Dieses ist wie beim Nitrat (Kap. 8.4.2) vermutlich darauf zurückzuführen, dass es sich hier überwiegend um flach verfilterte Vorfeldmessstellen unter landwirtschaftlicher Nutzung handelt, bei denen sich schnell eine Kaliumverlagerung in das Grundwasser zeigt.

Auffällig sind die hohen Kaliumgehalte über 50 mg/l der tief verfilterten Messstellen Bad Zwischenahn II und Portsloge II (Filterlagen 167 - 169 bzw. 165 - 175 m unter GOK) (Abb. 80).

Tab. 31: Kaliumgehalte (Min/Max- und Mittelwerte sowie erhöhte Gehalte) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Kalium [mg/l]			erhöhte Gehalte (> 12 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	%
Oldenburg-Ostfriesische Geest	141	1.053	5,5	< 0,5	140,0	111	12	8,5
Ostfriesische Marsch	11	38	5,3	1,3	44,0	2	1	9,1
Hunte-Leda Moorniederung	114	783	10,5	0,8	360,0	131	19	16,7
Sögeler Geest	67	484	9,9	0,9	50,3	250	20	29,9
Cloppenburger Geest	24	205	8,8	0,5	33,8	74	8	33,3
Gesamt	357	2.563	8,0	< 0,5	360,0	568	60	16,8

*Messstellen, deren aktueller Wert 12 mg/l überschreitet

Diese Messstellen zeigen ebenfalls sehr hohe Chloridgehalte (Kapitel 8.6) auf, sodass hier ein Zusammenhang mit der Versalzung nahe liegend ist. Die flach verfilterten Messstellen Bad Zwischenahn I und Portsloge I (Filterlagen 16 - 18 bzw. 36 - 38 m unter GOK) hingegen weisen nur Kaliumgehalte kleiner 5 mg/l auf.

Die im ersten Grundwasserstockwerk (Abb. 81) sehr flach verfilterte Messstelle Nikolausdorf (Filterlage 3,10 - 4,2 m unter GOK) innerhalb der Hunte-Leda-Moorniederung zeigt einen aktuellen Kaliumgehalt von 210 mg/l. Innerhalb des Betrachtungszeitraumes wurde ein Spitzenwert von 360 mg/l Kalium erreicht. Hier ist die landwirtschaftliche Düngepraxis als

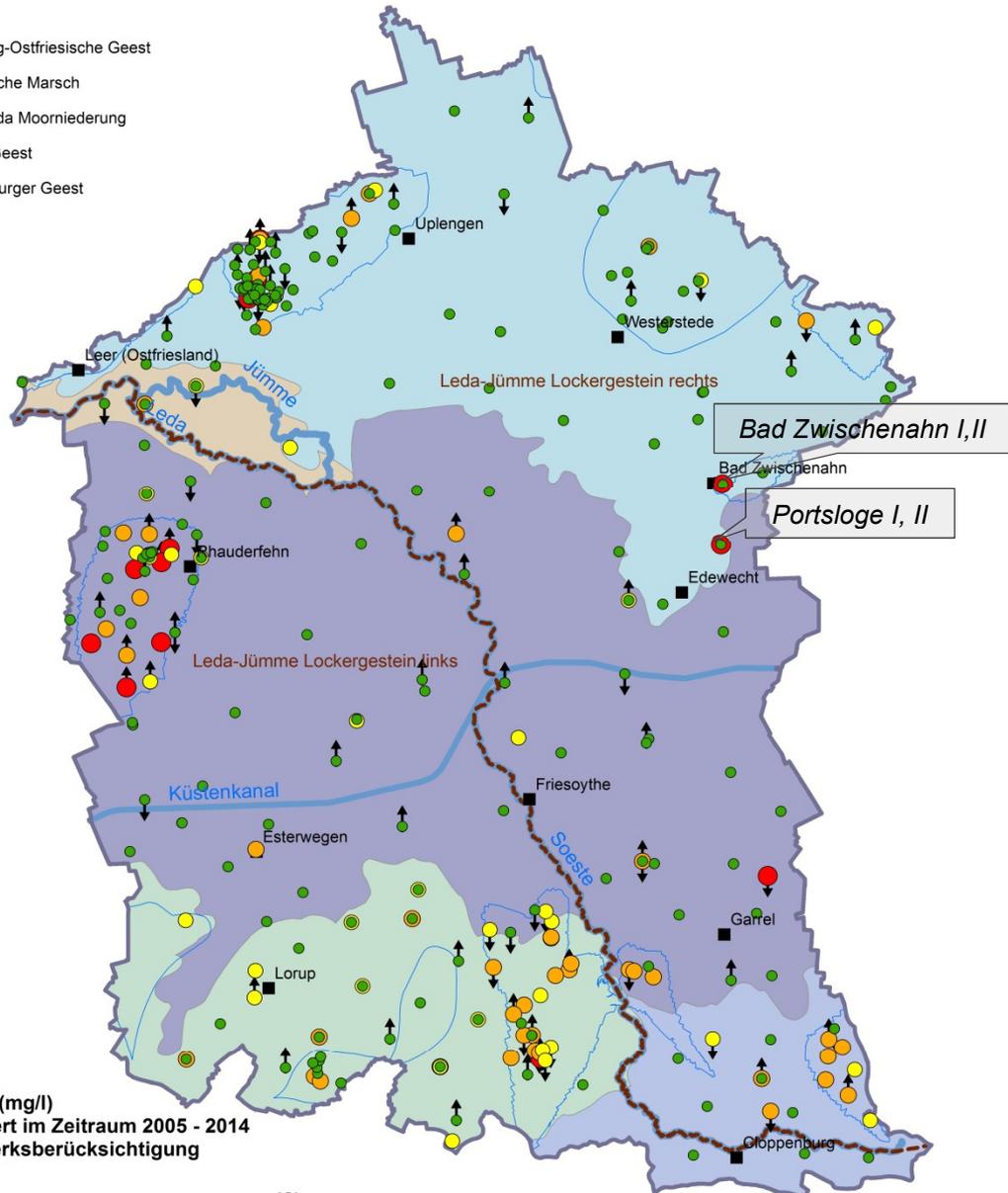
Belastungsquelle zu benennen, da auch der Nitratgehalt der Messstelle (Kap. 8.4.2) zeitweilig Werte von 270 mg/l Nitrat erreicht. Als ein Indiz für Verunreinigung durch organische Düngung kann auch der erhöhte Nitritgehalt (Kap. 8.4.4) der Messstelle angesehen werden. Überraschend hohe Kaliumgehalte von annähernd 40 mg/l weisen die im 2. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen Westrhauderfehn I und Oberledingermoor auf.

Von den 356 betrachteten Messstellen zeigen 87 Messstellen einen signifikanten Trend der Kaliumgehalte, wobei 37 Messstellen einen fallenden, 50 einen steigenden Trend aufweisen (Abb. 80).

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Kaliumgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 5
- 5 - 12
- 12 - 50
- > 50

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf

- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Trend von 2005 - 2014

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

- ↓ signifikant fallend
- ↑ signifikant steigend

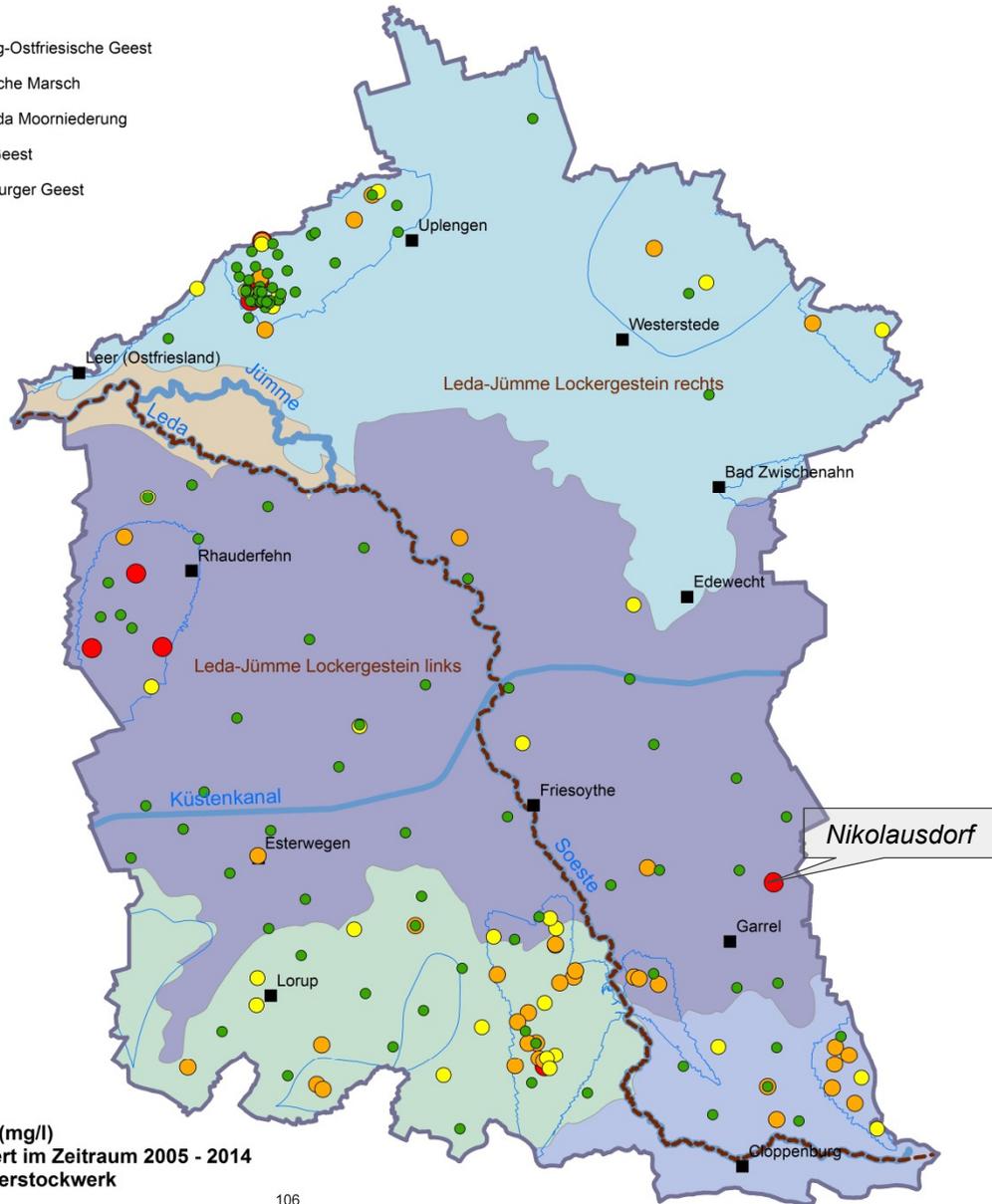


Abb. 80: Kaliumgehalte und Kalium-Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburg Geest



Kaliumgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 1. Grundwasserstockwerk

- bis 5
- 5 - 12
- 12 - 50
- > 50

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf

- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete

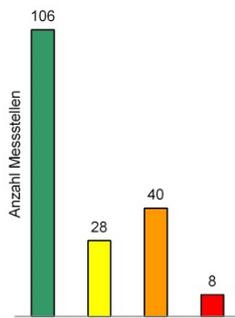


Abb. 81: Kaliumgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

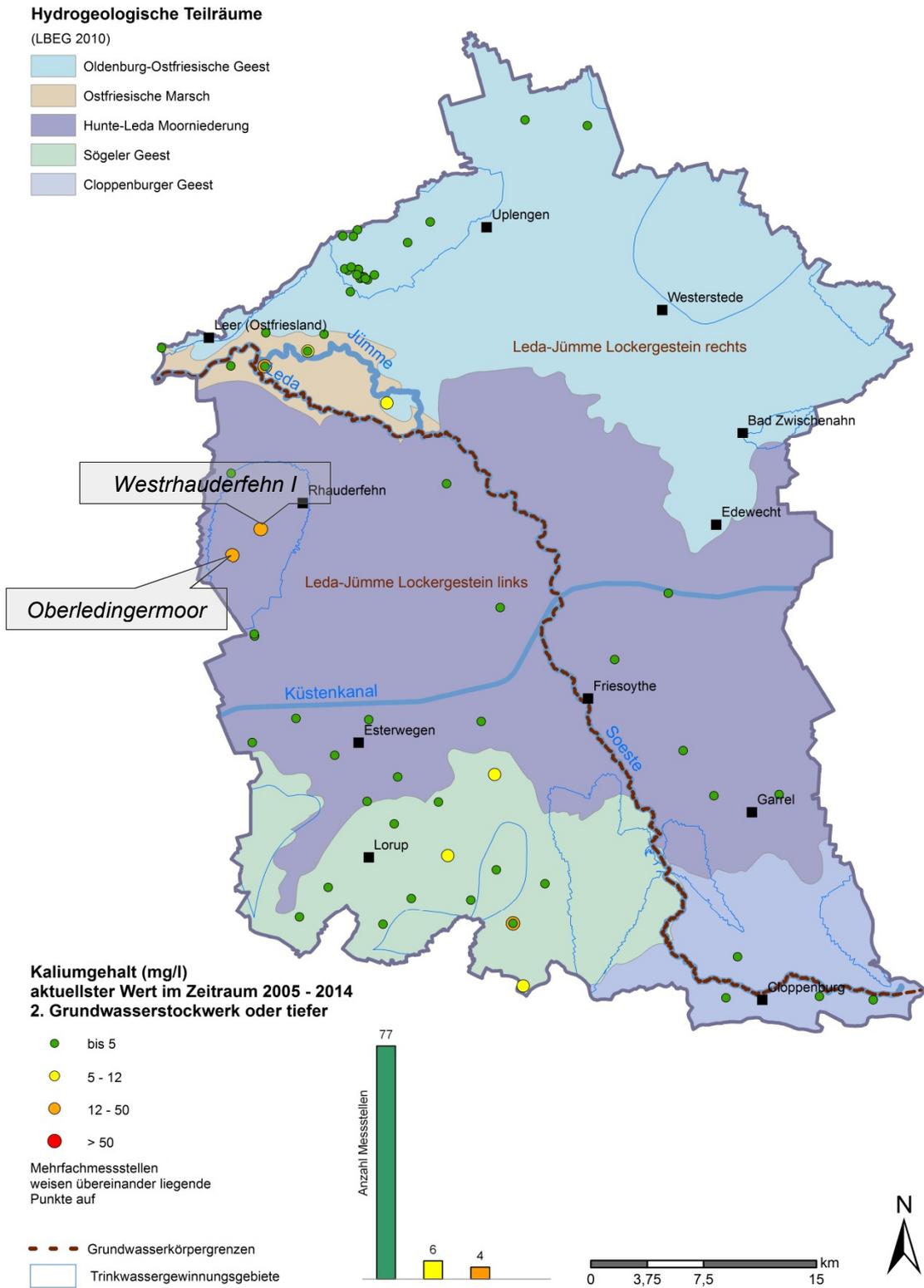


Abb. 82: Kaliumgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfiltrten Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.8 Eisen

Eisen (Fe) kommt in fast allen Böden und Gesteinen vor, da Eisen Bestandteil vieler silikatischer Minerale und Erzminerale ist. Die Eisengehalte im Grundwasser sind abhängig von pH-Wert, Redoxpotential und dem Gehalt an organischen Verbindungen. In sauerstoffhaltigem Milieu liegt Eisen in weitgehend unlöslichen dreiwertigen Verbindungen vor, so dass Grundwasser mit hohem Sauerstoffgehalt i. d. R. nur geringe Eisengehalte aufweist. Unter reduzierenden Bedingungen (Sauerstoffmangel) und durch biologische Vorgänge entstehen zweiwertige Eisenverbindungen von wesentlich höherer Löslichkeit und Mobilität. Erhöhte Eisenwerte sind daher regelmäßig in reduziertem Grundwasser, meist Tiefenwasser, zu beobachten. Auch in organisch belasteten oberflächennahen Grundwässern (Huminsäuren), in denen Eisen komplexgebunden 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 bei der Oxidation von Eisensulfiden durch Nitrat im anaeroben Grundwasser hervorgerufen werden (NLWKN 2012 a).

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 metalli-

schen Geschmack bemerkbar (NLWK 2001). Eisen muss fast immer aus dem Grundwasser gefiltert werden. Durch Aufoxidierung ist dies technisch relativ einfach möglich und eine gängige Art der Wasseraufbereitung. Eisen kommt häufig gemeinsam mit Mangan im Wasser vor.

Die TrinkwV 2001 nennt für Eisen einen Grenzwert von 0,2 mg/l. 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 86 % der Messstellen überschritten (Tab. 32). Besonders in den Niederungsbereichen mit reduzierenden Bedingungen im Grundwasser finden sich teilweise hohe Eisengehalte von über 20 mg/l. Auffällig sind dabei die sehr hohen Eisengehalte in den Messstellen Scharrel II und Barge II mit Eisengehalten um 60 bzw. 90 mg/l (Abb. 83). Es handelt sich hierbei um Messstellen mit Filterlagen im Bereich von 70 m bzw. 50 m unter Geländeoberkante.

Die flach verfilterten Messstellen Scharrel I (Filterlage 20 - 22 m unter GOK) und Barge I (12 - 14 m unter GOK) weisen hingegen mit 9 bzw. 21 mg/l deutlich niedrigere Eisengehalte auf. In den tieferen Filterlagen führen vermutlich zunehmend reduzierende Bedingungen zu erhöhten Eisen-Gehalten.

Tab. 32: Eisengehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

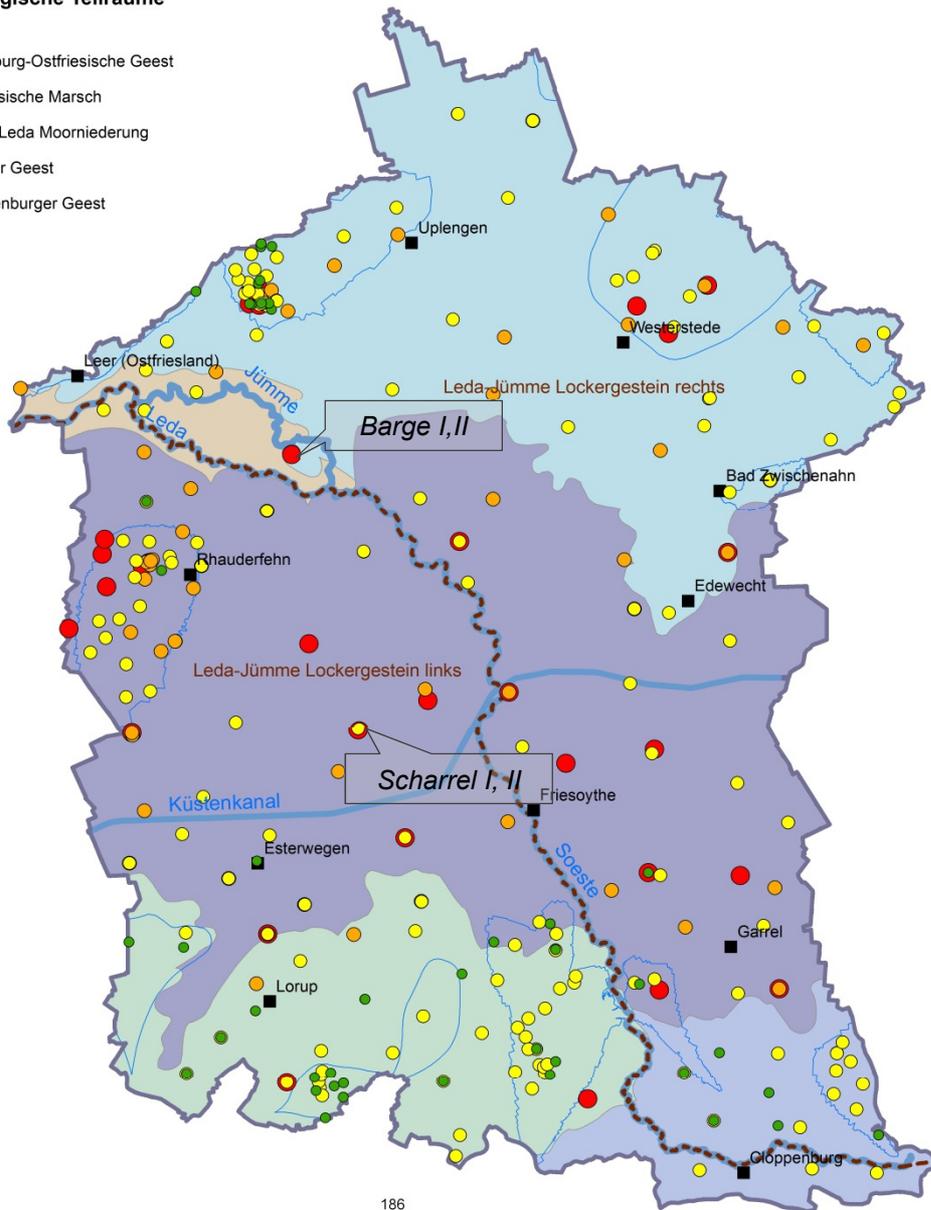
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Eisen [mg/l]			> 0,2 mg/l Eisen		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	103	612	9,1	0,01	93	535	92	89,3
Ostfriesische Marsch	11	35	6,9	1,8	19	35	11	100,0
Hunte-Leda Moorniederung	114	785	12,5	0,02	63	753	107	93,9
Sögeler Geest	73	546	3,1	0,01	36	408	52	71,2
Cloppenburger Geest	24	206	1,7	0,02	9,3	137	17	70,8
Gesamt	325	2.214	6,7	0,01	93	1.868	279	85,9

*Messstellen, deren aktueller Wert 0,2 mg/l überschreitet

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

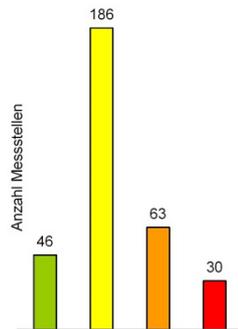
- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Eisengehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 0,2
- 0,2 - 10
- 10 - 20
- > 20

Mehrfachmessstellen
weisen übereinander liegende
Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 83: Eisengehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.9 Aluminium

Aluminium (Al) ist 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. Anthropogene Quellen spielen trotz der umfangreichen technischen Nutzung des Aluminiums kaum eine Rolle (NLWKN 2012 a).

Aluminiumhydroxid löst sich sowohl in Basen als auch in Säuren (amphoterer Verhalten). Sowohl in stark saurem als auch in stark alkalischen Milieu können daher hohe Aluminiumkonzentrationen auftreten (Kölle 2010).

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). Kritisch ist ein pH-Wert-Bereich unter 4,2 anzusehen, da hier verstärkt Aluminiumionen frei gesetzt werden. Unter diesen Bedingungen erfolgt durch den Zerfall der Tonminerale eine massive Aluminiumfreisetzung.

Anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser enthält 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 Zuge der Wasseraufbereitung kann Aluminium durch einfache chemische Prozesse problemlos aus dem Grundwasser herausgefilitert werden (NLWKN 2012 a).

Die TrinkwV 2001 setzt für Aluminium einen Grenzwert von 0,2 mg/l fest. Bereits Konzentrationen ab 0,1 mg/l führen zu Trübungen im Trinkwasser.

Im Flusseinzugsgebiet der Leda-Jümme treten Grenzwertüberschreitungen (> 0,2 mg/l Al) in ca. 30 % der Messstellen auf (Tab. 33). Hohe Aluminiumgehalte stehen oft im Zusammenhang mit einer voranschreitenden Versauerung des Bodens, die im Wesentlichen von sauren Niederschlägen ausgeht oder ein Indikator für Mooregebiete ist. Unterhalb eines pH-Wertes von pH 4,5 nimmt die Aluminiumkonzentration im Grundwasser deutlich zu (Abb. 84). Alle Messstellen mit Aluminiumkonzentrationen über 4 mg/l weisen einen pH-Wert unter 4,5 auf.

In der Sögeler und Cloppenburger Geest weist ein hoher Anteil der Messstellen erhöhte Aluminiumgehalte auf (Abb. 84, Tab. 33, Abb. 85).

Tab. 33: Aluminiumgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Aluminium [mg/l]			> 0,2 mg/l Aluminium		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	133	762	0,26	< 0,01	3,5	167	29	21,8
Ostfriesische Marsch	11	38	0,35	0,01	3,7	3	1	9,1
Hunte-Leda Moorniederung	107	578	0,38	0,01	12,7	214	33	30,8
Sögeler Geest	72	520	0,69	0,01	10,1	254	26	36,1
Cloppenburger Geest	24	161	0,95	0,01	9,2	75	12	50,0
Gesamt	347	2.059	0,52	< 0,01	12,7	713	101	29,1

*Messstellen, deren aktueller Wert 0,2 mg/l überschreitet

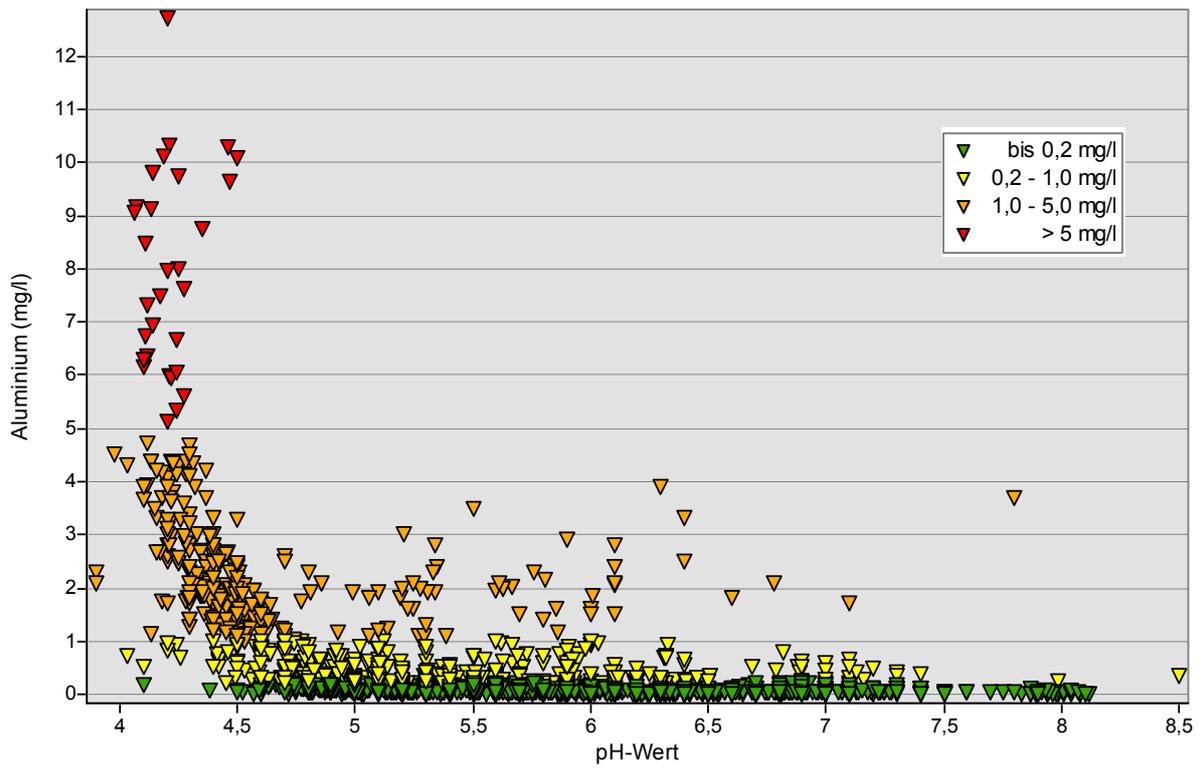
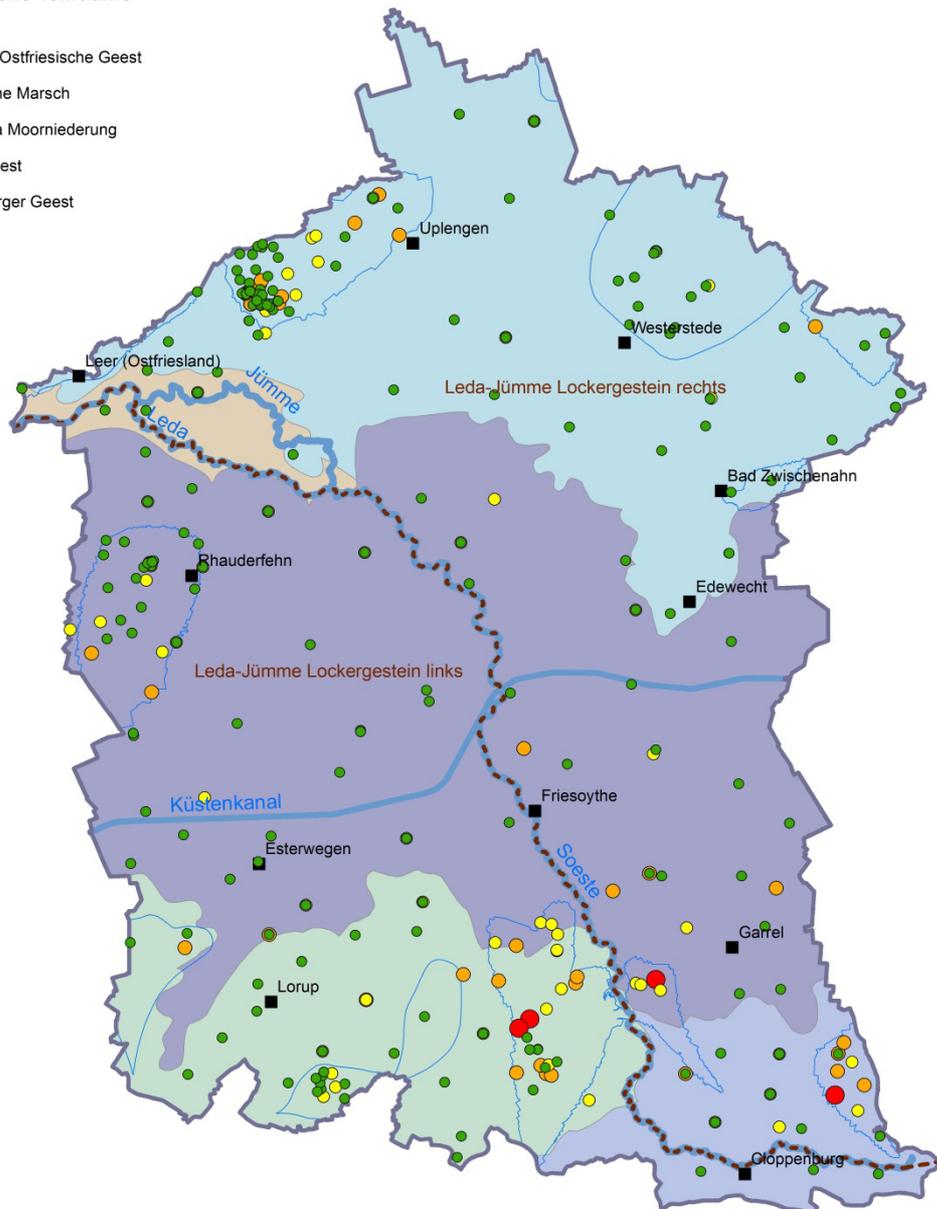


Abb. 84: Aluminiumgehalt und pH-Wert der Messstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme im Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologische Teilräume

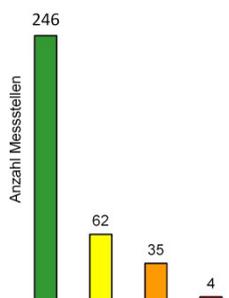
(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Aluminiumgehalt (mg/l) aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 0,2
 - 0,2 - 1
 - 1 - 5
 - > 5
- Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 85: Aluminiumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

8.10 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 Bestandteile der Geosphäre und 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 wässrige Lösung übergehen können. Bei anhaltend niedrigen pH-Werten ($\text{pH} < 5,5$) kann es jedoch zu einer Beschleunigung der natürlichen Lösungs- und Ionenaustauschvorgängen und damit zu einer höheren Belastung des Sicker- und Grundwassers kommen (NLÖ 1999).

Durch natürliche Verwitterungsprozesse können Schwermetalle freigesetzt und in bodentypische Bindungsformen überführt werden. Natürliche (geogene) Schwermetallkonzentrationen im Grundwasser variieren in Abhängigkeit zum jeweiligen Boden bzw. Ausgangsgestein der Umgebung (NLWKN 2012 a).

Schwermetalle können im Zuge der Rohstoffgewinnung oder auch als Abfall (Altablagerungen, Altlasten) in die Umwelt gelangen und unterliegen dann ebenfalls den oben genannten chemischen Prozessen.

Ein weiterer Eintragungspfad für Schwermetalle ist die atmosphärische Deposition (Luftpfad). In Industrie- und Siedlungsgebieten reichert sich die Atmosphäre mit Schwermetallen wie

z.B. Cadmium an und gelangt mit dem Niederschläge in Boden und Gewässer.

Schwermetalle können jedoch auch infolge technischer Nutzung freigesetzt werden. Bei der Verteilung von Trinkwasser können geringe Konzentrationen von Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Nickel aus dem Rohrnetz gelöst werden. Durch Anreicherungen bzw. Lösungsvorgänge in verschiedenen Wasser-Aufbereitungsstadien wie z. B. in Förderbrunnen, Filterstufen, Zwischenspeicher, Pumpen kann es zu einer Zunahme von Schwermetallgehalten kommen (NLWKN 2012 a).

Schwermetalle können sich über die landwirtschaftliche und gartenbauliche Flächennutzung im Boden anreichern und in das Grundwasser verlagert werden (Kapitel 3). Viele Mineraldünger enthalten Schwermetalle als Begleitstoffe. Auch Klärschlamm- und Wirtschaftsdünger können Schwermetalle enthalten, die sich nach der Aufbringung auf den Boden anreichern und in das Grundwasser verlagert werden können.

Die für die Tierernährung essentiellen Spurenelemente Zink und Kupfer werden als mineralische Zuschlagstoffe den Futtermitteln zuge-mischt, wobei ein Großteil durch die Tiere wieder ausgeschieden wird.

Im Flusseinzugsgebiet von Leda und Jümme sind die Belastungen durch Schwermetalle auf einem relativ niedrigen Niveau, so dass im Folgenden nur auf die Parameter Cadmium und Nickel eingegangen wird, die deutliche Grenzwertüberschreitungen aufweisen. Bei den Parametern Arsen, Blei und Quecksilber wurden keine relevanten Überschreitungen festgestellt.

8.10.1 Cadmium

Cadmium (Cd) ist ein äußerst seltenes Element. Sein Anteil an der Erdkruste beträgt nur ca. 0,000003 %. Natürliche Cadmiumvorkommen 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.

Eine mögliche Eintragsquelle für dieses Schwermetall kann neben cadmiumhaltigen Phosphatdüngern auch eine natürliche Freisetzung aus Karbonatmineralen sein. Cadmium wird im Grundwasser häufiger dort nachgewiesen, wo die Pufferkapazität der überdeckenden Boden- oder Gesteinsschichten gering ist (z. B. pleistozäne Sande der Cloppenburger Geest). Grund hierfür ist die steigende Cadmiummobilität mit sinkendem pH-Wert (NLWKN 2012 a).

Im Zeitraum 2005 bis 2014 wurden im Einzugsgebiet von Leda und Jümme in 4 Messstellen Grenzwertüberschreitungen nach TrinkwV 2001 festgestellt (Tab. 34). Bei diesen Messstellen handelt es sich um flach verfilterte Messstellen mit Filterlagen bis maximal 15 m unter Geländeoberkante (GOK). In insgesamt 24 Messstellen wurde der deutlich schärfere Schwellenwert der Grundwasserverordnung von 0,5 µg/l überschritten (Abb. 86). Alle Messstellen sind im 1. Grundwasserstockwerk verfiltert. Auffällige Häufungen von erhöhten Cadmiumkonzentrationen treten in den südlichen Geestgebieten auf.

Die Messstelle Werlte-Rastdorf I (Filterlage 22 - 23 m unter GOK) weist mit 10 µg/l den höchsten Cadmium-Wert im Gebiet auf. Verbunden ist die Cadmiumbelastung mit einem niedrigen pH-Wert von pH 4,7 und ebenfalls hohen Nickelgehalten von 79 mg/l (Kapitel 8.10.2). Die Cadmiumgehalte der tiefer verfilterten Messstelle Werlte-Rastdorf II (Filterlage 48 - 49 m unter GOK) sind hingegen unauffällig. Hier ist der pH-Wert mit 5,6 deutlich höher und auch die Nickelgehalte sind unauffällig.

Ob die diffusen Belastungen auf ackerbauliche Nutzungen und den damit verbundenen Düngermiteinsatz oder aber aufgrund der geologischen und bodenkundlichen Ausprägung dieser Gebiete zurückzuführen sind, ist noch zu klären.

Die pH-Wert-Abhängigkeit der Cadmiumgehalte verdeutlicht die Abb. 87. Cadmiumkonzentrationen über 0,5 µg/l treten unterhalb pH 6,5 auf. Deutlich erhöhte Cadmium-Konzentrationen oberhalb 3 µg/l sind in der Regel mit pH-Werten unter pH 5,0 verbunden.

Tab. 34: Cadmiumgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

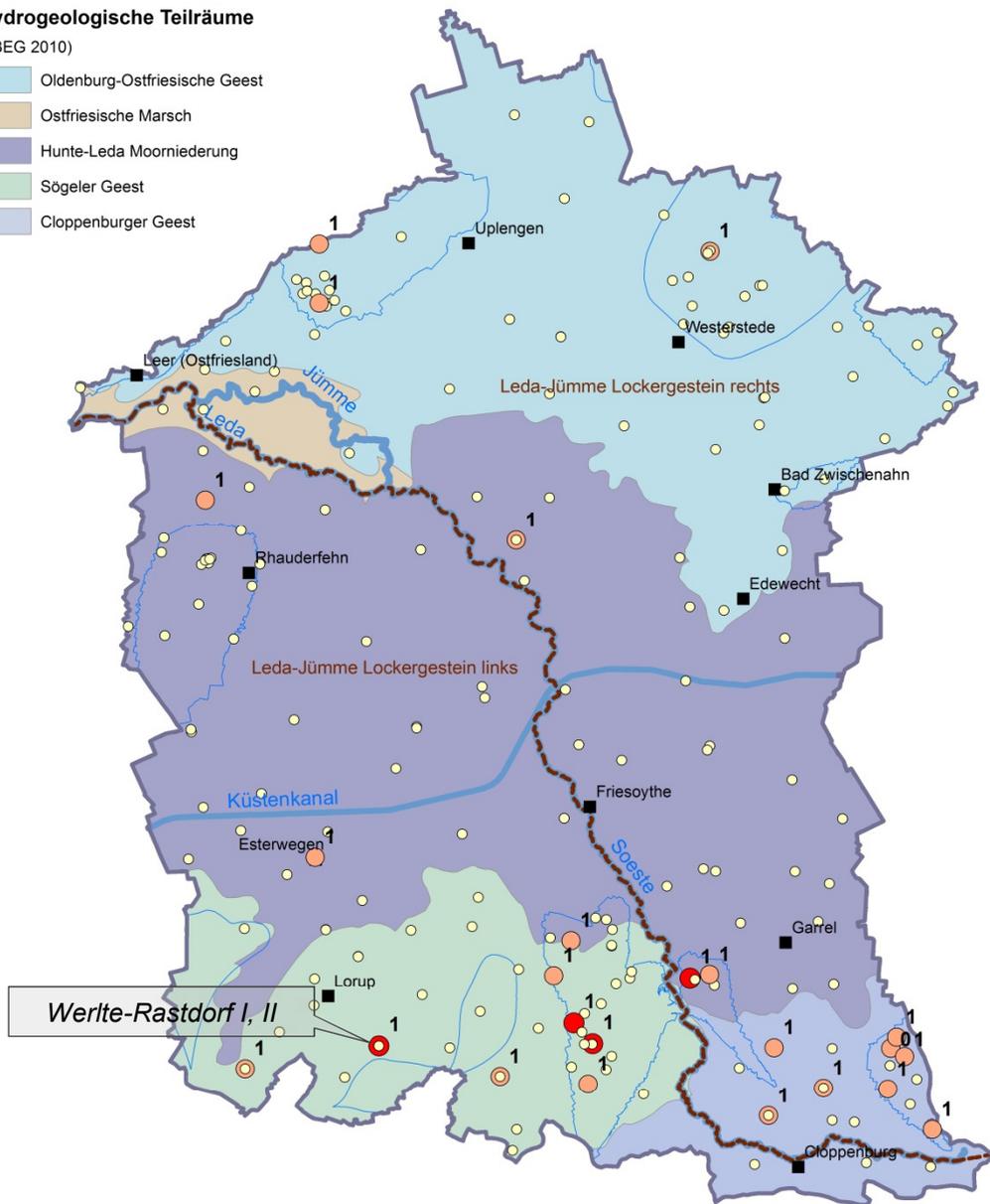
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Cadmium [µg/l]			> 3 µg/l Cd	> 0,5 µg/l Cd
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl	GWM*
Oldenburg-Ostfriesische Geest	79	184	0,3	< 0,1	5,6	-	3
Ostfriesische Marsch	11	21	0,2	< 0,1	0,3	-	-
Hunte-Leda Moorniederung	95	199	0,3	< 0,1	3,2	1	6
Sögeler Geest	54	90	0,7	< 0,1	10	3	7
Cloppenburger Geest	24	62	0,6	< 0,1	2,4	-	8
Gesamt	263	556	0,41	< 0,1	10	4	24

*Messstellen, deren aktueller Wert 3 µg/l bzw. 0,5 µg/l Cd überschreitet

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburger Geest



Cadmium (µg/l) aktueller Wert im Zeitraum 2005 - 2014

- bis 0,5
- 0,5 - 3,0
- > 3,0

Grundwasserstockwerk

- 1 1. Stockwerk
- 2 2. Stockwerk oder tiefer
- keine Nummerierung: ohne Stockwerksberücksichtigung

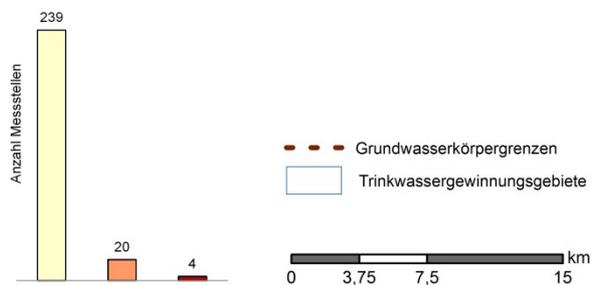


Abb. 86: Aktuelle Cadmiumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

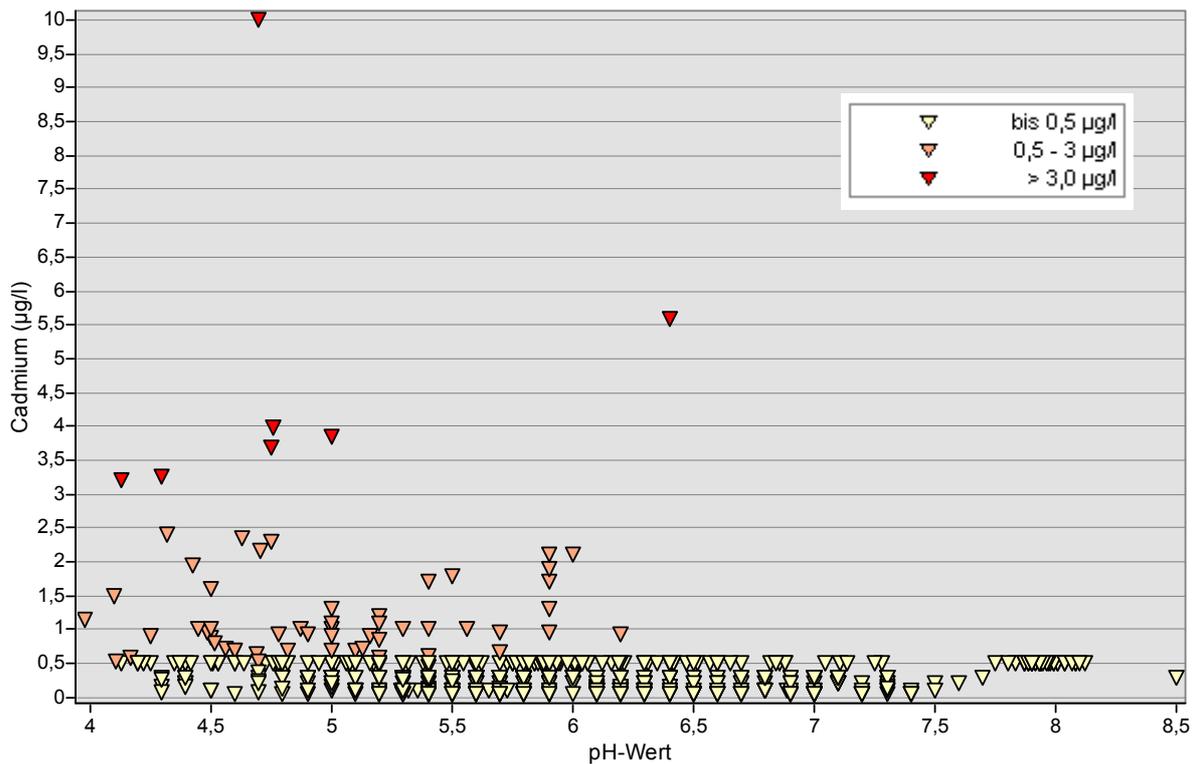


Abb. 87: Cadmiumgehalt und pH-Wert der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme im Zeitraum 2005 bis 2014.

8.10.2 Nickel

Nickel (Ni) zählt wie Cadmium zu den seltenen Schwermetallen. Der Anteil an Nickel in der Erdkruste beträgt nur ca. 0,01 %, so dass abbaubare 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 Minerale und ihre Auflösung in saurem Milieu zurückzuführen. Als Nebenbestandteil kann Nickel auch in Düngemitteln enthalten sein (NLWKN 2012 a). Kölle (2010) weist daraufhin, dass durch Denitrifikationsreaktionen nickelhaltiger Eisensulfide die Nickelgehalte im Grundwasser erhöht sein können.

Insgesamt wurde im Leda-Jümme-Einzugsgebiet in 29 Messstellen eine Überschreitung des Grenzwertes nach TrinkwV 2001 von 20 µg/l für Nickel festgestellt (Abb. 88). Die Messstelle „PR 312“ im Wasserschutzgebiet Großenkneten weist dabei einen Spitzenwert von 163 µg/l auf. Eine Übersicht über die Messergebnisse zeigt Tab. 35. Ähnlich wie beim Parameter Cadmium (Kap. 8.10.1) sind im Leda-

Jümme-Einzugsgebiet erhöhte Nickelgehalte in Gebieten mit pleistozänen Sanden zu finden, die durch geringe Karbonatgehalte und damit durch eine geringe Pufferkapazität gekennzeichnet sind. Messstellen mit deutlich erhöhten Cadmiumgehalten weisen auch hohe Gehalte an Nickel auf. Durch saure Niederschläge und anschließende Infiltration in die schwach gepufferten Sande kann es in diesen Gebieten zu einer Mobilisierung von Nickel und den damit verbundenen erhöhten Gehalten im Grundwasser kommen. Größtenteils zeigen sich Belastungen in den im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen. Die Auswertungen belegen, dass erhöhte Nickelgehalte überwiegend im Grundwasser der Cloppenburger und Sögeler Geest vorzufinden sind.

Bei pH-Werten < 6 im Boden nehmen die Gehalte an wasserlöslichem und austauschbarem Nickel im Boden deutlich zu, sodass die Verlagerbarkeit mit dem Sickerwasser mit abnehmenden pH-Werten deutlich steigt (Scheffer/Schachtschabel 2010).

Auch im Grundwasser ist eine Beziehung zwischen pH-Werten und Nickelgehalten erkennbar (Abb. 89). Erhöhte Nickelgehalte treten im Leda-Jümme Gebiet verstärkt unterhalb von pH 6,5 auf, wobei deutlich erhöhte Werte mit pH-Werten von pH 4,5 bis pH 5,5 in Verbindung stehen.

Ob die diffusen Nickel-Belastungen auf ackerbauliche Nutzungen und den damit verbundenen Düngermiteinsatz oder aber auf die natürliche Boden- und Gesteinsausprägung dieser Gebiete zurückzuführen ist, muss noch geklärt werden.

Tab. 35: Nickelgehalte (Min/Max- und Mittelwerte, Grenzwertüberschreitungen) in Grundwassermessstellen (GWM) der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes im Zeitraum 2005 - 2014.

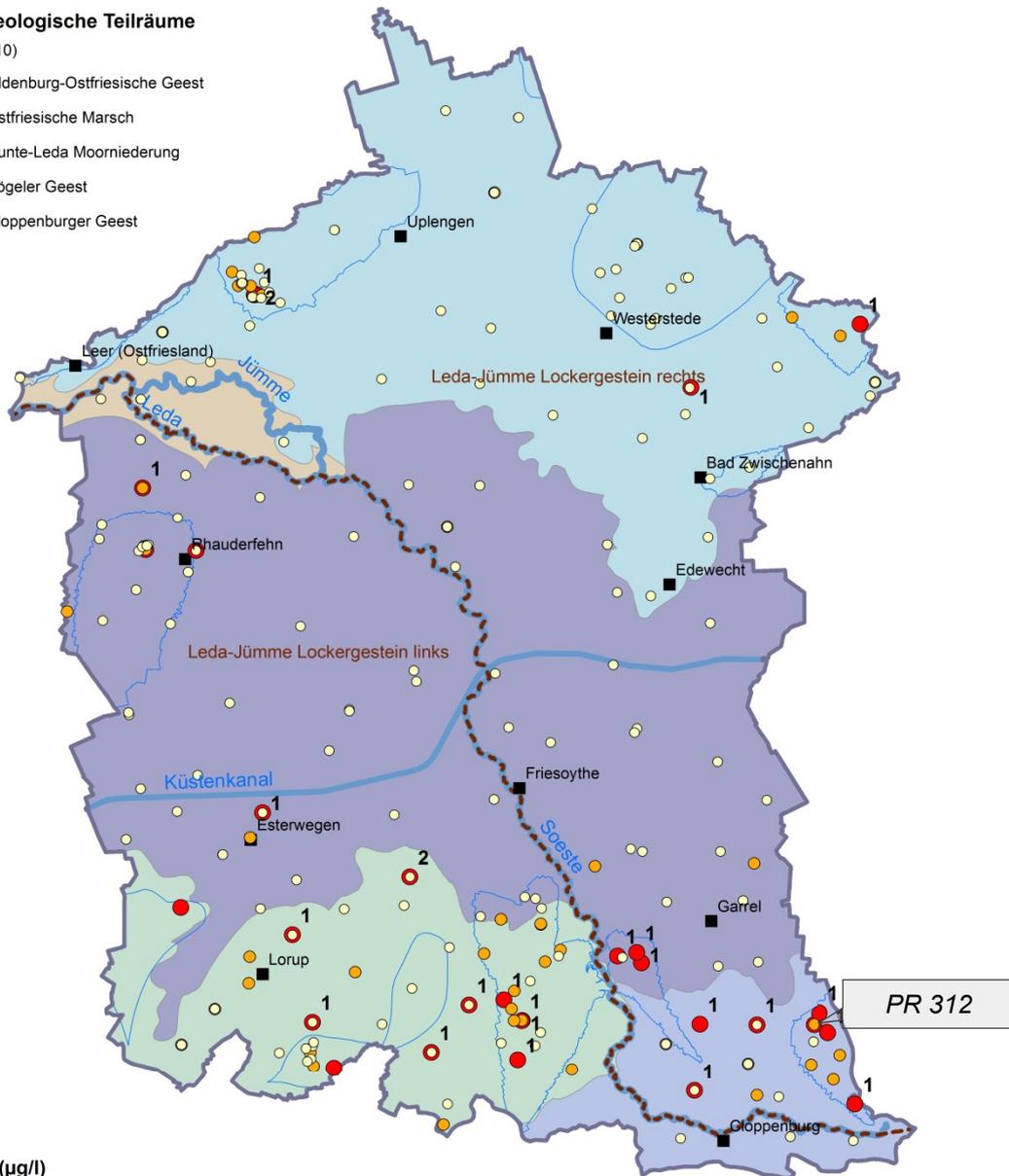
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nickel [$\mu\text{g/l}$]			> 20 $\mu\text{g/l}$ Nickel		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Oldenburg-Ostfriesische Geest	79	214	6,5	< BG	84	11	4	5,1
Ostfriesische Marsch	11	21	1,9	< BG	3,0	-	-	-
Hunte-Leda Moorniederung	96	225	5,0	< BG	93	12	7	7,3
Sögeler Geest	63	124	12,7	< BG	112	24	11	17,5
Cloppenburger Geest	24	81	20	< BG	163	21	7	29,2
Gesamt	273	665	9,2	< BG	163	68	29	10,6

*Messstellen, deren aktueller Wert 20 $\mu\text{g/l}$ überschreitet

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Oldenburg-Ostfriesische Geest
- Ostfriesische Marsch
- Hunte-Leda Moorniederung
- Sögeler Geest
- Cloppenburg Geest



Nickel ($\mu\text{g/l}$)

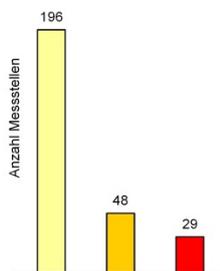
aktuellster Wert im Zeitraum 2005 - 2014

- bis 5
- 5 - 20
- > 20

Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf

Grundwasserstockwerk

- 1 1. Stockwerk
- 2 2. Stockwerk oder tiefer
- keine Nummerierung: ohne Stockwerksberücksichtigung



- Grundwasserkörpergrenzen
- Trinkwassergewinnungsgebiete



Abb. 88: Aktuelle Nickelgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme.

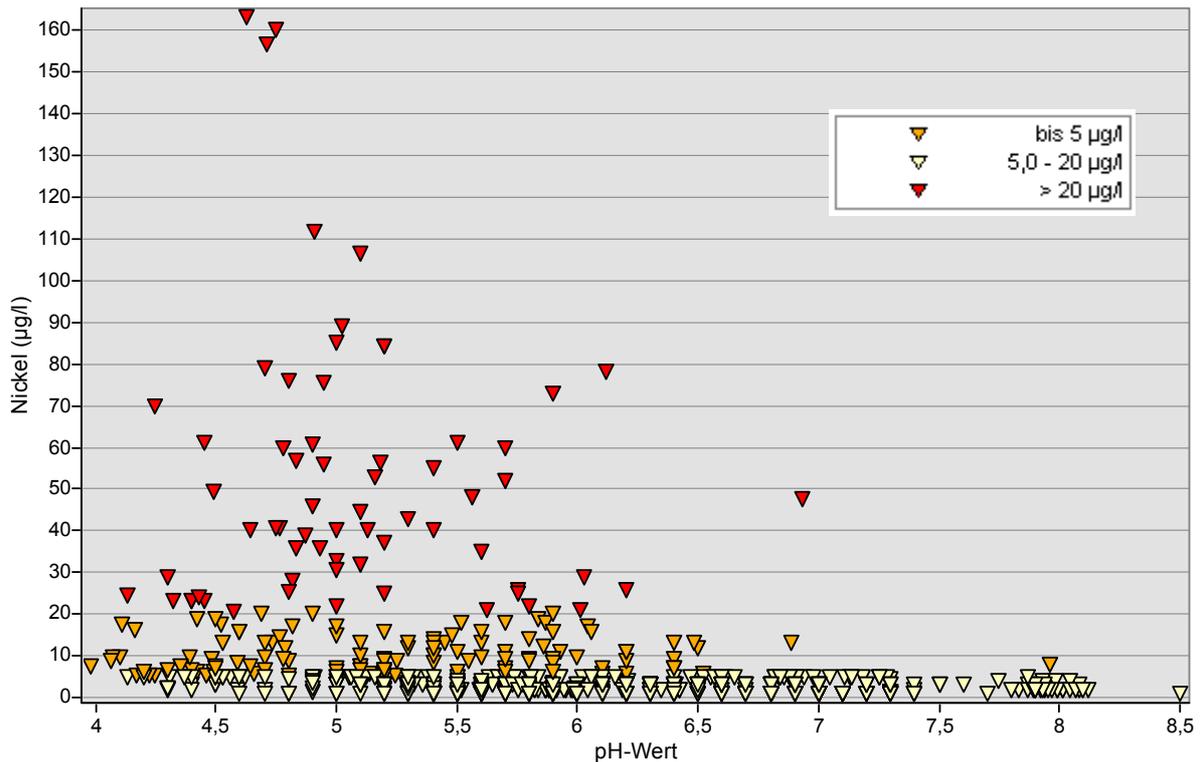


Abb. 89: Nickelgehalt und pH-Wert der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Leda-Jümme innerhalb des Zeitraums 2005 bis 2014.

8.11 Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten

Unter PSM werden chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen verstanden, die Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen (z.B. Fungizide und Insektizide) und unerwünschten Konkurrenzpflanzen (Herbizide) schützen oder in einer anderen Weise auf Pflanzen einwirken wie z. B. Wachstumsregulatoren (NLWKN 2012 a).

Relevante Metaboliten sind Abbauprodukte von PSM, die rechtlich wie Wirkstoffe zu bewerten sind. Sie besitzen dieselbe pestizide biologische Aktivität wie die Muttersubstanz. Von ihnen geht eine Gefährdung für das Grundwasserökosystem aus oder sie weisen toxische, kanzerogene oder mutagene Eigenschaften auf (NLWKN 2015 c)

Abbauprodukte von PSM, die kein pestizides, ökotoxisches oder humantoxisches (Rest)Wirkungs-Potential besitzen, werden als nicht relevante Metaboliten bezeichnet (UBA 2015). Aus Gründen der Gesundheitsvorsorge sind sie trinkwasserrelevant, weil sie oft hochbeweglich und nicht flüchtig sind und daher

auch im aufbereiteten Trinkwasser vorkommen können. Die TrinkwV 2001 enthält keine Grenzwerte für nicht relevante Metaboliten. In der Verordnung ist jedoch ein Minimierungsgebot festgeschrieben. Die Konzentration von chemischen Stoffen, die das Trinkwasser verunreinigen oder seine Beschaffenheit verändern können, 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 (NLWKN 2012 a).

Für nicht relevante Metaboliten gilt für dauerhafte Belastungen ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 1 µg/l bzw. 3 µg/l in Abhängigkeit von der vorhandenen Datenbasis. Der GOW ist umso höher, desto aussagekräftiger und vollständiger die toxikologische Datenbasis für den zu bewertenden Stoff ist. Bei unvollständiger Datenbasis wird der sensible GOW von 1 µg/l angesetzt.

Neben den GOW empfiehlt das Umweltbundesamt einen Vorsorge-Maßnahmenwert

(VMW) von 10 µg/l für nrM, der im Trinkwasser nicht dauerhaft zu tolerieren ist und damit quasi eine Grenzwertfunktion einnimmt (NLWKN 2015 c).

Informationen über zugelassene PSM können in der Onlinedatenbank des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit abgerufen werden. Zurzeit (Stand 08.09.2015) sind dort 1.470 PSM-Handelsprodukte als zugelassen vermerkt. 275 Wirkstoffe sind dabei in Verwendung (Stand Juli 2015).

Für die PSM-Wirkstoffe und ihre relevanten Metaboliten setzt die TrinkwV 2001 den

Grenzwert in Höhe von 0,1 µg/l (Tab. 19) fest. Für den Summenparameter (alle nachgewiesenen Pflanzenschutzmittel) beträgt der Grenzwert 0,5 µg/l. In WRRL und GrwV sind die Grenzwerte entsprechend übernommen worden.

Eine landesweite Auswertung zur Pflanzenschutzmittelproblematik im Grundwasser kann dem Themenbericht Pflanzenschutzmittel aus der NLWKN Schriftenreihe Grundwasser Band 23 (NLWKN 2015 c) entnommen werden.

8.11.1 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten

Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel werden in den Förderbrunnen der Wasserversorger im Abstand von drei Jahren gemäß dem Erlass zu Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen (MU 2013) durchgeführt.

Im Rahmen des GÜN wurde bereits 1989 mit Untersuchungen auf PSM an 50 Messstellen begonnen. Bis 2008 wurden die PSM-Untersuchungen überwiegend im Rahmen von Sonderuntersuchungen, oft nur über zwei Jahre durchgeführt. Im Rahmen des PSM-Monitorings für die Zustandsbeurteilung nach EG-WRRL wurden in den Jahren 2008 und 2009 alle Messstellen des Überblicksmessnetzes WRRL Güte auf PSM Befunde geprüft. Aktuell werden ausgewählte Messstellen in einem speziellen PSM-Messnetz alle 6 Jahre untersucht (NLWKN 2015 c).

Im Rahmen des Regionalberichtes für das Einzugsgebiet Leda-Jümme wurden 508 Wasseruntersuchungen von 125 Messstellen ausgewertet, wobei insgesamt 153 Wirkstoffe und relevante Metaboliten betrachtet wurden. Insgesamt wurden 28.577 Einzeluntersuchungen durchgeführt.

In der Tab. 36 sind die wichtigsten Wirkstoffe sowie Metaboliten und deren Befunde im Einzugsgebiet Leda-Jümme aufgeführt. Die Analysenhäufigkeit einzelner Wirkstoffe und Metaboliten variiert, da vorrangig häufig eingesetzte PSM und deren Abbauprodukte untersucht

sowie PSM-Befunde weiter beobachtet werden. Herbizide wie Atrazin, Bentazon, Isoproturon und Mecoprop sind daher häufig im Untersuchungsumfang enthalten.

Im Einzugsgebiet Leda Jümme wurden im Zeitraum 2004 - 2013 an neun Grundwassermessstellen Funde von PSM-Wirkstoffen bzw. Metaboliten festgestellt. Dabei konnten sowohl Belastungen durch zugelassene wie auch durch Wirkstoffe ohne bestehende Zulassung festgestellt werden. Belastungen durch die Herbizid-Wirkstoffe Chlortoluron, Glyphosat, dessen Metabolit AMPA, Mecoprop sowie durch den Fungizid-Wirkstoff Fenpropimorph konnten nachgewiesen werden.

Auswirkungen von Altanwendungen oder unerlaubte Anwendungen nicht mehr zugelassener Wirkstoffe können zu PSM-Funden im Grundwasser führen. Der Atrazin-Metabolit Desethylatrazin konnte im Einzugsgebiet Leda-Jümme nachgewiesen werden. Auffällig sind die häufigen Funde des Herbizids Diuron, das vorrangig zur Freihaltung von Gleiskörpern eingesetzt wurde. Anfang 1997 wurde die Anwendung auf Gleisanlagen verboten. Seit 2007 besteht für Diuron keine Zulassung mehr.

Maßnahmen zum Gewässerschutz greifen hier nicht mehr, jedoch muss streng auf die Einhaltung der Anwendungsverbote geachtet werden.

PSM können flächig, punktuell oder linienhaft über das Sickerwasser in das Grundwasser eingetragen werden (NLWKN 2012 a):

- Diffus (flächenhaft): Pflanzenschutzmaßnahmen bei der landwirtschaftlichen oder erwerbsgärtnerischen Flächenbewirtschaftung, kommunale und private Pflanzenschutzmaßnahmen
- Punktuell: z. B. Beseitigung von Restmengen, unsachgemäße Tankreinigung, unsachgemäße Entsorgung von Alt-PSM usw.
- Linienhaft: z.B. Freihalten von Gleiskörpern durch Herbizide

Für die jeweiligen Pflanzenschutzmittel und ihre Anwendungsgebiete werden bei der Zulassung Anwendungsbestimmungen festgesetzt, um beispielsweise Schäden am Naturhaushalt vorzubeugen. Die Anwendungsbestimmungen

Naturhaushalt-Grundwasser (NG) sollen Verunreinigungen des Grundwassers verhindern. Für Bentazon besteht beispielsweise ein bußgeldbewehrtes Anwendungsverbot auf Böden der Bodenarten Sand, schwach schluffiger Sand und schwach toniger Sand (NG 407), da die Wirkstoffe auf leichten Böden eine erhöhte Versickerungsneigung aufweisen. Für Chlorldazon gilt ein verschärftes Anwendungsverbot (NG 415) auf weiteren leichten Böden (reiner Sand, schwach schluffiger Sand, schwach lehmiger Sand, schwach toniger Sand, mittel schluffiger Sand, mittel lehmiger Sand, stark schluffiger Sand, stark lehmiger Sand und schluffig-lehmiger Sand) (BVL 2015).

Berufliche Anwendungen von Pflanzenschutzmittel dürfen seit November 2015 nur mit gültigem Sachkundenachweis durchgeführt werden.

Tab. 36: Untersuchung und Funde von PSM-Wirkstoffen und Metaboliten in Grundwassermessstellen (GWM) des Einzugsgebietes Leda-Jümme im Zeitraum 2004 - 2013.

Wirkstoff/ Metabolit	Anwendung	Anzahl Analysen	Funde > 0,1 µg/l PSM	
			Anzahl Analysen	GWM
1,2-Dichlorpropan	Nematizid	246	-	-
2,4-DB	Herbizid	314	-	-
Alachlor	Herbizid	352	-	-
AMPA	Metabolit des Glyphosates	131	1	1
Atrazin	Herbizid	426	-	-
Bentazon	Herbizid	426	-	-
Benzthiazuron	Herbizid	275	-	-
Bromacil	Herbizid	398	-	-
Bromoxynil	Herbizid	416	-	-
Carbofuran	Insektizid, u.a	339	-	-
Chlorfenvinphos	Insektizid	396	-	-
Chlorldazon	Herbizid	255	-	-
Chlortoluron	Herbizid	426	1	1
Deiquat	Herbizid	34	-	-
Demeton-S-methyl	Insektizid	203	-	-
Desethylatrazin	Metabolit des Atrazins	427	1	1
Desethylterbutylazin	Metabolit des Atrazins	409	-	-
Desisopropylatrazin	Metabolit des Atrazins	416	-	-
Diazinon	Insektizid, Akarizid	208	-	-
Dicamba	Herbizid	173	-	-
Dichlobenil	Herbizid	277	-	-
Dichlorprop	Herbizid	414	-	-
Diflufenican	Herbizid	257	-	-
Dimefuron	Herbizid	278	-	-
Dimethoat	Insektid	334	-	-
Dinoterb	Herbizid	178	-	-
Diuron	Herbizid	419	7	2
Ethidimuron	Herbizid	396	-	-
Fenpropimorph	Fungizid	266	1	1
Fenthion	Insektizid	238	-	-
Fenuron	Herbizid	391	-	-
Glyphosat	Herbizid	180	3	2
Hexazinon	Herbizid	392	-	-
Ioxynil	Herbizid	385	-	-
Isoproturon	Herbizid	426	-	-

Wirkstoff/ Metabolit	Anwendung	Anzahl Analysen	Funde > 0,1 µg/l PSM	
			Anzahl Analysen	GWM
Linuron	Herbizid	279	-	-
MCPA	Herbizid	419	-	-
MCPB	Herbizid	115	-	-
Mecoprop (MCPP)	Herbizid	433	2	1
Metalaxyl	Fungizid	330	-	-
Metamitron	Herbizid	393	-	-
Metazachlor	Herbizid	393	-	-
Methabenzthiazuron	Herbizid	368	-	-
Metobromuron	Herbizid	392	-	-
Metolachlor	Herbizid	315	-	-
Metoxuron	Herbizid	368	-	-
Metribuzin	Herbizid	409	-	-
Parathion-ethyl	Insektizid, Akarizid	115	-	-
Pirimicarb	Insektizid	386	-	-
Prometryn	Herbizid	387	-	-
Propazin	Herbizid	392	-	-
Propiconazol	Fungizid	178	-	-
Sebutylazin	Herbizid	324	-	-
Simazin	Herbizid	396	-	-
Terbutylazin	Herbizid	419	-	-

8.11.2 nicht relevante Metaboliten

Abbauprodukte von PSM, die kein pestizides, ökotoxisches oder humantoxisches (Rest)Wirkungs-Potential besitzen, werden als nicht relevante Metaboliten (nrM) bezeichnet. Sie stellen eine zusätzliche Fremdbelastung des Grundwassers dar, die unbedingt vermieden werden sollte.

Im Rahmen des PSM-Monitoring des Landes werden Untersuchungen auf relevante Metaboliten als auch Untersuchungen auf nicht relevante Metaboliten durchgeführt. Auch die WVU haben in den letzten Jahren die PSM-Untersuchungen auf nrM ausgedehnt. Insgesamt wurden für den vorliegenden Bericht 29 nicht relevante Metaboliten im Zeitraum 2004 bis 2013 (Tab. 37) ausgewertet.

Auffällig sind die häufigen Funde der Abbauprodukte des Maisherbizid-Wirkstoffes Metolachlor. Dieses Ergebnis ist aufgrund der Anbaubedeutung von Mais für das Einzugsgebiet Leda-Jümme mit einem Anteil von 40 % an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (Kapitel 3.1) und der damit verbundenen Anwendungshäufigkeit dieses Wirkstoffes zu erwarten.

Abbauprodukte des Metazachlor (Rapsherbizid) und des Chloridazon (Rübenherbizid) werden dagegen deutlich seltener gefunden. Raps- und Rübenanbau sind für das Gebiet Leda-Jümme ohne Bedeutung. Über landesweite Untersuchungen des NLWKN wurden Nachweisschwerpunkte für die nrM der Wirkstoffe Chloridazon, Metazachlor und Metolachlor in den entsprechenden Anbauregionen für Rüben, Raps und Mais erkennbar (NLWKN 2015 c).

Um weitere Belastungen durch Metaboliten des Wirkstoffes S-Metolachlor zu vermeiden, wird durch die LWK eine Rotation chloracetamidhaltiger Wirkstoffe im Mais landesweit empfohlen (LWK 2016 b).

Neben der Rotation oder Substitution von Wirkstoffen ist es besonders wichtig, Alternativen zum Wirkstoffeinsatz zu entwickeln und aufzuzeigen. Werkzeuge sind dabei der integrierte Pflanzenbau, Schadschwellen, Sortenwahl, Fruchtfolgen, mechanische und thermische Verfahren NLWKN 2015 c).

Tab. 37: Untersuchungen auf nicht relevante Metaboliten (Anzahl, Befunde) im Zeitraum 2004 - 2013.

nicht relevante Metaboliten (nrM)	Anzahl		% Befunde
	Analysen gesamt	Analysen mit Befund	
Chloridazon	118	1	0,8
Chlorthalonil (Met: M5 / R 611965)	10	-	-
Chlorthalonil (Met: R 417888/M12)	36	-	-
Desphenylchloridazon	72	4	5,6
Dimethachlor (Met: CGA 354742)	51	-	-
Dimethachlor (Met: CGA 369873)	34	-	-
Dimethachlor (Met: CGA 50266)	51	-	-
Dimethachlor-desmethoxyethyl-sulfonsäure (Met: CGA 369873)	6	-	-
Dimethenamid-P (Met: M27)	36	-	-
Flufenacet (Met: M2)	36	-	-
Metaxyl-M (Met: CGA 108906)	28	-	-
Metaxyl-M (Met: CGA 62826)	28	-	-
Metazachlor-Carbonsäure (Met: BH 479-4)	58	2	3,4
Metazachlorsäure-1-carbonsäure (Met: BH 479-12)	36	-	-
Metazachlor-Sulfonsäure (Met: BH 479-8)	58	2	3,4
Methyl-desphenyl-Chloridazon	58	1	1,7
Metolachlordicarbonsäure (Met: CGA 357704)	12	2	16,7
Metolachlorsäure (Met: CGA 351916 S-Form)	2	-	-
Metolachlorsulfonsäure (Met: CGA 380168 S-Form)	15	7	46,7
Metolachlorsulfonsäure-desmethoxypropyl (Met: CGA 368208)	12	2	16,7
Pethoxamid (Met: MET 42)	4	-	-
Quinmerac (Met: BH 518-2)	4	-	-
S-Metolachlor (Met: CGA 351916)	13	7	53,8
S-Metolachlor (Met: CGA 354743)	34	8	23,5
S-Metolachlor (Met: CGA 357704)	34	4	11,8
S-Metolachlor (Met: CGA 368208)	34	2	5,9
S-Metolachlor (Met: NOA 413173)	34	4	11,8
S-Metolachlor-Carbonsäure (Met: CGA 51202)	47	9	19,1
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Met: CGA 380168)	19	1	5,3
Thiaclopid (Met: M 30)	4	-	-
Tritosulfuron (Met: 635M01)	4	-	-

Kurzinformation zur Grundwasserbeschaffenheit:

- pH
 - Im Leda-Jümme Gebiet sind pH-Werte unterhalb pH 6,5 vorherrschend. In der Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest sind aufgrund der karbonatreichen Lauenburger Schichten deutlich mehr Messstellen mit pH-Werten über pH 6,5 vorhanden als in den übrigen Teilräumen.
- Wasserhärte
 - Das Wasser im Einzugsgebiet Leda-Jümme ist weich. Lediglich in der durch Lauenburger Schichten geprägten Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest ist die Anzahl an Messstellen mit mittelhartem oder hartem Wasser erhöht.
- Stickstoffverbindungen (Nitrat, Ammonium, Nitrit)
 - Aktuell weisen rund 15 % der Messstellen im Leda-Jümme-Gebiet Nitratwerte über 50 mg/l auf. Überschreitungen des Grenzwertes treten vor allem in den Sögeler und Cloppenburger Geest auf.
 - Nitratgehalte differenzieren sich aufgrund der Landnutzung, den damit verbundenen Einträgen, den unterschiedlichen geochemischen Bedingungen und Tiefenlagen der Messstellen in Abhängigkeit von Verweilzeit und den Denitrifikationsvorgängen.
 - 35 % der Messstellen überschreiten den Grenzwert der TrinkwV 2001 von 0,5 mg/l für Ammonium. Insbesondere in der Hunte-Leda-Moorniederung sind geogen bedingt hohe Ammoniumgehalte anzutreffen.
 - Belastungen mit Nitrit treten nur punktuell im Gebiet auf.
 - Für die Festlegung umweltpolitischer Handlungsziele sowie für die Planung und Durchführung von Maßnahmen zur Reinhaltung der Gewässer müssen der Umfang der Denitrifikation sowie die begrenzte Verfügbarkeit reaktiver Stoffdepots im Untergrund berücksichtigt werden.
- Sulfat
 - Erhöhte Sulfatgehalte über den Grenzwert von 240 mg/l treten im Leda-Jümme nur in drei Messstellen auf. Bei zwei Messstellen besteht ein Zusammenhang mit Versalzungsstrukturen. Bei einer Messstelle zeigt sich ein Sulfatanstieg aufgrund chemo-autotropher Denitrifikation.
- Chlorid
 - Erhöhte Chloridgehalte über Grenzwert von 250 mg/l treten bei acht Messstellen im Gebiet auf.
 - Aufsteigende versalzte Tiefenwässer im Zusammenhang mit Versalzungsstrukturen bzw. mit der Versalzung der Küstenzone führen zu erhöhten Chloridgehalten insbesondere im unteren Teil des Grundwasserleiters.
- Kalium
 - Vor allem Messstellen mit Verfilterung im 1. Grundwasserstockwerk zeigen erhöhte Kaliumgehalte. In der durch Lauenburger Schichten geprägten Oldenburgisch-Ostfriesischen Geest erfolgt eine Kalium-Fixierung in den Tonmineralen, sodass vergleichsweise wenig Kalium in das Grundwasser verlagert wird.
- Eisen
 - Erhöhte Eisengehalte sind vor allem unter reduzierenden Bedingungen in den Niederungsgebieten zu beobachten.
 - Im gesamten Untersuchungsgebiet wird der Grenzwert der TrinkwV in 86 % der Messstellen überschritten
- Aluminium
 - Hohe Aluminiumgehalte sind mit niedrigen pH-Werten unter pH 4,5 verbunden. Unter pH 4,2 erfolgt eine massive Aluminiumfreisetzung durch den Zerfall von Tonmineralen.

- In der Cloppenburger Geest weisen 50% der Messstellen Aluminiumgehalte oberhalb des Grenzwertes auf.
- Schwermetalle (Cadmium, Nickel)
 - Erhöhte Cadmiumgehalte treten vor allem in den flach verfilterten Messstellen der Cloppenburger und Sögeler Geest auf, die pH-Werte unter pH 6,5 aufweisen.
 - Die Quellen erhöhter Cadmiumgehalte müssen noch geklärt werden (Düngemittel, Geologie)
 - In den südlichen Geestgebieten treten erhöhte Nickelgehalte > 20 µg/l auf. Die höchsten Nickelgehalte stehen in Verbindung mit pH-Werten zwischen pH 4,5 und pH 5,5. Die Mobilität von Nickel nimmt mit abnehmendem pH-Wert zu.
 - Die Belastungsquellen erhöhter Nickelgehalte (Düngung, Denitrifikationsvorgänge usw.) müssen im Einzelfall geklärt werden.
- Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten (Wirkstoffe, rM, nrM)
 - PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten konnten an neun Messstellen im Leda-Jümme Einzugsgebiet nachgewiesen werden, sodass hier jeweils von einem örtlich begrenzten Eintrag ausgegangen werden kann. Festgestellt wurden Belastungen sowohl mit zugelassenen Wirkstoffen als auch mit Wirkstoffen ohne bestehende Zulassung.
 - Auffällig sind die häufigen Funde nicht relevanter Metaboliten des Maisherbizid-Wirkstoffes Metolachlor. Bei Bestätigung hoher Fundhäufigkeiten können freiwillige oder verordnete Maßnahmen wie Wirkstoffsubstitution oder Wirkstoffrotation zur Minderung der Belastungen notwendig werden.

Literaturverzeichnis

AD-HOC-AG Hydrogeologie (2016) / Regionale Hydrogeologie von Deutschland — Die Grundwasserleiter: Verbreitung, Gesteine, Lagerungsverhältnisse, Schutz und Bedeutung, Geol.Jb., A 163, 456 S., Hannover.

Atlas Agrarstatistik: www.atlas-agrarstatistik.nrw.de, www.wms.nrw.de, Statistische Ämter des Bundes und der Länder (Hrsg.) (2014).

BVL (2015) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2015), Link http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutz/mittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/01_OnlineDatenbank/psm_onlineDB_node.html oder <https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/>. (Stand Juli 2015).

Cremer (2015) / Cremer, N. (2015): Nitrat im Grundwasser – Konzentrationsniveau, Abbauprozesse und Abbaupotenzial im Tätigkeitsbereich des Erftverbands, Erftverband, Oktober 2015.

3N Kompetenzzentrum (2014) / 3 N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe e.V., Hrsg. (2014): Biogas in Niedersachsen. Inventur 2014, S 28, Werlte.

3N Kompetenzzentrum (2015) / 3 N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe e.V., schriftliche Mitteilung über E-Mail 06.01.2015.

DIN 4049 (1994) / Hydrogeologie, Teil 3, Begriffe zur quantitativen Hydrologie.

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.

Kosanke (ohne Jahr) / Kosanke, Heinz, Landkreis Cloppenburg (ohne Jahr): "Naturräumliche Gliederung des Landkreises Cloppenburg", pdf, <http://www.heimatbundom.de/download.php?download=334&PHPSESSID=e30140d3755984a5a477370dad892368>

Kölle (2010) / Kölle, W. (2010): Wasseranalysen - richtig beurteilt, 2010, 489 S., Weinheim.

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.

LAWA (2003) / Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (2003): Arbeitshilfe für die Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie, Bearbeitungsstand 30.04.2003.

LBEG (2010) / Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (2010): Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. Geoberichte 3, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.), Verfasser: Elbracht et al., 107 S., Hannover.

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

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

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

LSKN (2012) / Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2012): Statistische Berichte Niedersachsen, Landwirtschaftszählung 2010, Heft 1 Teil A – Gemeindeergebnisse, 135 S., Hannover.

LSN (2014) / Landesamt für Statistik Niedersachsen, Hrsg. (2014): Statistische Berichte Niedersachsen, Öffentliche Wasserversorgung und Wasserbeseitigung 2010, 36 S., Hannover.

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

LWK (2013 a) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2013 a): "Biogasanlagen – Wie viele gibt es, wie viel Fläche benötigen sie?" Stand 22.11.2013, Link: <http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/betriebumwelt/nav/355/article/20811.html>, Webcode 01021819, zuletzt aufgerufen am 17.06.2015.

LWK (2013 b) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Oldenburgisch-Ostfriesischer Wasserverband, Wirtschaftsbetriebe der Stadt Norden, Gemeindewerke Bad Zwischenahn für Wasser und Abwasser (2013 b): Beratungs- und Schutzkonzept für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Oldenburgisch-Ostfriesischen Wasserverbandes, der Wirtschaftsbetriebe der Stadt Norden und der Gemeindewerke Bad Zwischenahn für Wasser und Abwasser.

LWK (2016 a) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2016 a): Gewässerschutzberatung in der Zielkulisse der Grundwasserkörper mit einem schlechten chemischen Zustand gemäß EG-WRRL, Jahresbericht 2015, Beratungsgebiet Mittlere Ems Nord, unveröffentlicht.

LWK (2016 b) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2016 b): Erfordert der Wasserschutz ein Umdenken im Pflanzenschutz? Verfasser : Dirk Wolbert, Download: <https://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/506,3b369d16-f01d-47c7-18e83075d3519e39~pdf.html>.

Michaelsen (2011) / Michaelsen, W., Geologische Aspekte und Entstehung des Zwischenahner Meeres. In: Das Zwischenahner Meer und sein nahes Umland, Akkermann, R., Fischer G., Michaelsen, W. (Hrsg.) 2011, S. 10-29, Oldenburg.

MU (1987) / Niedersächsisches Umweltministerium (ca. 1987): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Leda-Jümme. Entwurf. Hrsg.: Das Niedersächsische Umweltministerium. 139 S., Hannover.

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

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

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

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

MU (2013) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2013): Öffentliche Wasserversorgung; Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen, RdErl. d. MU vom 12.12.2012, Nds. MBl. Nr. 4/2013, S. 67 Hannover.

MU (2015 a) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2015 a): Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2015 bis 2021 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein, S. 330, Hannover.

MU (2015 b) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2015 b): Niedersächsischer Beitrag zu den Maßnah-

menprogrammen 2015 bis 2021 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein, S. 303, Hannover.

MU (2015 c) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2015): Mengemäßige Bewirtschaftung des Grundwassers, RdErl. d. MU, 29.05.2015, Nds. MBl. Nr. 25/2015. Hannover.

MU (2016) / Niedersächsisches Umweltministerium für Umwelt und Klimaschutz (2016): Maßnahmenkatalog für Freiwillige Vereinbarungen in für den Gewässerschutz sensiblen Gebieten, insbesondere in Trinkwassergewinnungsgebieten, Anlage – Maßnahmenkatalog und Förderbeiträge, Stand 2016, Hannover.

Mohr et al. (2005) / Mohr et al (2005): Stoff- und Energieflüsse der im ANSWER-Projekt untersuchten Waldbestände, Veröffentlicht in: Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 279, S. 69 - 94, Braunschweig.

NIBIS-Kartenserver (2014) / Niedersächsisches Bodeninformationssystem (2014), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie, Hannover.

NLfB et al. (2004) / Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung (2004): Bericht 2005 Grundwasser Stand 15.07.2004 Methodenbeschreibung.

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

NLS (2003) / Niedersächsisches Landesamt für Statistik (2003): Statistische Berichte Niedersachsen Q I 1. Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2001, NLS (Hrsg.), 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 (2008) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2008): Hochwasserschutzplan Leda Jümme, Hochwasserschutz Band 3.

NLWKN (2012 a) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2012 a): Regionalbericht für das Hase-Einzugsgebiet – Darstellung der Grundwassersituation, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), Grundwasser Band 12, 121 S., Norden.

NLWKN (2012 b) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2012 b): Messung des Excess-N₂ im Grundwasser mit der N₂/Ar-Methode als neue Möglichkeit zur Prioritätensetzung und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), Grundwasser Band 09, 31 S., Norden.

NLWKN (2013) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2013): Leitfaden für die Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), 32 S., Braunschweig.

NLWKN (2014) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2014): Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN). Güte- und Standmessnetz Grundwasser, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), 46 S., Norden.

NLWKN (2015 a) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015 a): Präsentation „Aktuelle DIWA-Auswertungen“, Markus Quirin, WRRL-Gewässerschutzberatung, Jahrestreffen 17.11.2015, Verden.

NLWKN (2015 b) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015 b): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

(Hrsg.), Verfasser: Quirin, M., Grundwasser Band 19, 49 S., Norden.

NLWKN (2015 c) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015 c): Themenbericht Pflanzenschutzmittel – Wirkstoffe und Metaboliten, Datenauswertung 1989 bis 2013, Verfasser: Jankowski, A., Roskam, A., Grundwasser Band 23, 64 S. Norden.

NLWKN (2016) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2016): Ergänzende Untersuchungen zum UBA-Projekt: „Ursachen der Funde von Tierarzneimitteln im Grundwasser (FKZ 371423210)“, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), Verfasser: Hannapel, St., Köpp, C., Rejman-Rasinska, E. (HYDOR CONSULT), unveröffentlicht.

Reineck (1994) / Reineck, H.E. (1994), Landschaftsgeschichte und Geologie Ostfrieslands, 182 S., Köln.

Scheffer/Schachtschabel (2010) / Scheffer/Schachtschabel, Lehrbuch der Bodenkunde. 2010, Blume, H.-P., Brümmer, G. W., Horn, R., Kandeler, E., Kögel-Knabner, I., Kretschmar, R., Stahr, K., Wilke, B.-M., 570 S., Heidelberg.

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

Seipp (2011) / Seipp, W. (2011), Gartenbau und Park der Gärten. In: Das Zwischenahner Meer und sein nahes Umland, Akkermann, R., Fischer G., Michaelsen, W. (Hrsg.) 2011, S. 272-278, Oldenburg.

Streif (1990): Streif, Hansjörg (1990): Sammlung geologischer Führer, Bd. 57, Das ostfriesische Küstengebiet. 2. Auflage, 376 S., Berlin, Stuttgart.

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 07.08.2013).

UBA (2014) / Umweltbundesamt (2014): Antibiotika und Antiparasitika im Grundwasser unter Standorte mit hoher Viehbesatzdichte, Umweltbundesamt (Hrsg.), S. 169, Dessau-Roßlau.

UBA (2015) / Umweltbundesamt (2015): Gesundheitliche Orientierungswerte für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM), Download, https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/374/dokumente/tabelle_gow_nrm2.pdf, Fortschreibungsstand 28.05.2015.

Von Buttlar et al. (2010) / von Buttlar, C., Krähling, B., Rode, A., Mund, H. & Reulein, J. (2010): Projektabschlussbericht 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.

Wiling & Kayser (2011) / Wiling, 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).

Glossar

Bezeichnung	Erläuterung
Ablaugung	Auflösen von Salzen in Salzlagerstätten durch Wasserzufuhr
Abstich	Differenz zwischen Messbezugspunkt und Grundwasserspiegel
ADI-Wert	Acceptable Daily Intake (zulässige tägliche Aufnahme): Menge eines Stoffes, die mit größter Wahrscheinlichkeit bei einer langfristigen Aufnahme nicht gesundheitsgefährdend ist
Adsorption	Anlagerung eines Stoffes an Oberflächen
Agrarberichterstattung	Erfassung der strukturellen und sozialökonomischen Merkmale Land- und Forstwirtschaftlicher Betriebe, wesentliche Bestandteile sind Bodennutzungserhebung und Viehzählung, Durchführung ab 1975 bis 1998, abgelöst durch die Agrarstrukturhebung
Agrarstrukturhebung	siehe Agrarberichterstattung, löste die Agrarberichterstattung 1999 ab, Erfassung der strukturellen und sozialökonomischen Merkmale der Land- und Forstwirtschaft
Agrarumweltmaßnahmen	freiwillige Bewirtschaftungsmaßnahmen im Agrarbereich
Akarizid	Mittel zur Bekämpfung von Milben und Zecken, häufig auch mit insektizider Wirkung
Aluminium-Pufferbereich	Aluminium-Pufferbereich ab pH 4,2 bis pH 3,0: Desorption austauschbar gebundener und verstärkte Freisetzung von in Tonmineralen und Silicatresten gebundener Aluminium-Ionen
anthropogen	durch menschliche Tätigkeiten verursacht
Aquifer	der Teil einer Schichtenfolge, der ausreichend Material enthält, um signifikante Wassermengen an Brunnen oder Quellen abzugeben (gesättigte und ungesättigte Zone)
Basenkapazität	Fähigkeit des Wassers durch Aufnahme einer bestimmten Menge von Hydroxidionen (Titration mit Natronlauge) Ziel-pH-Werte (pH-Wert 4,3 bzw. pH 8,2) zu erreichen
Basisemissionserkundung	Ermittlung der potentiellen Nitratkonzentration im Sickerwasser, abgeleitet von der Agrarstatistik
Bestimmungsgrenze (BG)	die kleinste Konzentration, die mit einer vorgegeben Genauigkeit bestimmt werden kann, erst oberhalb der BG werden Analyseergebnisse angegeben
Bewirtschaftungsplan	der Bewirtschaftungsplan gibt einen Überblick über den Zustand der Gewässer und des Grundwassers sowie über Maßnahmen zur Zielerreichung, zusammen mit dem Maßnahmenprogramm Hauptinstrument der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
Biogasanlagen	Anlage zur Erzeugung von Biogas durch Vergärung von Biomasse (Gärschubstrat), als Nebenprodukt fallen Gärreste an
Biogasinventur	Erfassung von Stand der Biogaserzeugung und -nutzung, Durchführung 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V.
Bodenhorizonte	unterscheidbare Bereiche im Bodenprofil als Ergebnis bodenbildender Prozesse
Bodentypen	Zusammenfassung von Böden mit ähnlichen Eigenschaften und gleichem Profilaufbau
Bodenzahl	Maßzahl, gibt an welcher Reinertrag auf einem Boden zu erzielen ist, Angabe erfolgt im Vergleich zu den Schwarzerdeböden der Magdeburger Börde (100 Punkte)

Bezeichnung	Erläuterung
Brauchwasser	nicht als Trinkwasser, sondern zu gewerblichen, technischen, industriellen, landwirtschaftlichen oder hauswirtschaftlichen Anwendungen genutztes Wasser
Datenfernübertragung	automatische Übertragung von Standsdaten aus Datensammler
Dauergrünland	Grünlandbestände über 5 Jahre
Denitrifikation	Umwandlung von Nitrat zu molekularem Stickstoff, der in die Atmosphäre entweichen kann
Düngeverordnung	Verordnung zur Umsetzung der Nitratrichtlinie, sie gibt Vorgaben zur guten fachlichen Praxis bei der Düngung von landwirtschaftlichen Kulturen
Einzugsgebiet	die Grenzen eines Einzugsgebietes eines Oberflächengewässers oder eines Grundwasserkörpers werden durch hydrologische Wasserscheiden definiert
Emission	Austrag oder Ausstoß fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe, welche Menschen, Tiere, Pflanzen, Luft, Wasser oder andere Umweltbereiche beeinträchtigen
ergänzende Maßnahmen	in Ergänzung zu grundlegenden (ordnungsrechtlichen) Vorgaben getätigte Maßnahmen wie z.B. Agrarumweltmaßnahmen und Beratung
Erneuerbare-Energien-Gesetz	Gesetz zur Förderung der erneuerbaren Energien, soll dazu beitragen, das Ziel der Bundesregierung bis 2050 ca. 80 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken, zu erfüllen
Erosion	Bodenerosion, Abtrag von Boden durch Wind oder Wasser
Excess-N ₂	der aus der Denitrifikation stammende und im Grundwasser gelöste molekulare Stickstoff; kann mit der N ₂ /Argon-Methode gemessen werden
Fehnkultur	Form der Moorkultivierung, durch Anlegen von Kanälen und Seitenkanälen (Wieken) wurde das Moor entwässert, Torf abgebaut und die ehemaligen Moorflächen landwirtschaftlich genutzt
Feldblock	durch Außengrenzen (Wall, Graben, Straße usw.) abgegrenzter Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen, jeder Feldblock besitzt eine Identifikationsnr. (FLIK)
Feldstallbilanz	betrieblicher Nährstoffvergleich in Form einer Flächenbilanz, bilanziert wird der Nährstofffluss zur Fläche (Nährstoffzufuhr) und von der Fläche (Nährstoffabfuhr)
Festgestein	mechanisch widerstandsfähige Gesteine
Filterlage	Lage der Filterstrecke in der Bohrung
Filteroberkante	Oberkante der Filterstrecke
Filterunterkante	Unterkante der Filterstrecke
Flussgebietseinheit	Zusammenhängende Flussgebiete die dem Meer zufließen, Planungsräume für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
Förderbrunnen	Brunnen zur kontinuierlichen Förderung von Grundwasser
Förderkulisse "Wasserschutz"	Maßnahmenkulisse zur Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen (NiB-AUM), die Kulisse beinhaltet
freies Grundwasser	Grundwasseroberfläche und Grundwasserdruckfläche fallen zusammen, das Grundwasser kann entsprechend seines hydrostatischen Druckes ansteigen

Bezeichnung	Erläuterung
Freiwillige Vereinbarungen	handlungsbezogene freiwillige Grundwasserschutzmaßnahmen, Mindestanforderungen und maximale Förderbeträge sind durch einen MU-Maßnahmenkatalog vorgegeben
Fruchtfolgevereinbarungen	Freiwillige Vereinbarung, Fruchtfolgen werden vertraglich vereinbart
Fungizid	Mittel zur Bekämpfung/Vorbeugung gegen Pilzbefall
Futterbau	Anbau von Futterpflanzen für Nutztiere (z.B. Gras, Silomais)
Ganglinie	graphische Darstellung von Messwerten in zeitlicher Reihenfolge, z.B. Darstellung von Standsdaten, Gütedaten
Gebietskooperation	Kooperation auf regionaler Ebene aus Mitglieder der Landkreisen, Gemeinden, Unterhaltungsverbänden, Land- und Forstwirtschaft, Wasserversorgern, Industrievertretern, Umweltverbänden und NLWKN zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
Geest	eiszeitliche geomorphologische Landform, entstanden aus Sandablagerungen während der Eiszeit (Endmoränen, Grundmoränen, Sander)
geogen	natürlich, geologisch bedingt
gespanntes Grundwasser	Grundwasseroberfläche und Grundwasserdruckfläche fallen nicht zusammen, der Grundwasserleiter ist von schlecht oder undurchlässigen Schichten abgedeckt
Gesamthärte	Summe der Erdalkalimetalle vorliegend als Karbonat, Sulfat oder Phosphat
Geschiebedecksand	anlehmige oder lehmige geschiebeführende Sandschicht, durch Umwandlungsprozesse aus Grundmoränen entstanden, die Geschiebelehm oder -mergel bzw. Sande überdeckt
Geschiebelehm	Dreikornmischung mit wechselnden Anteilen von Sand, Schluff und Ton
Gewässerkundlicher Landesdienst (GLD)	Teile des GLD sind der NLWKN und das LBEG. Der GLD hat die Aufgabe, hydrologische Daten zu sammeln und aufzubereiten, die für wasserwirtschaftliche Planungen, Entscheidungen und sonstige Maßnahmen erforderlich sind. Die Arbeit des GLD liefert Grundlageninformationen zur Erfüllung der Bewirtschaftungsziele
Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN)	die Gesamtheit der in definierte Messprogramme des Landes einbezogenen Messstellen. Das GÜN liefert Daten über Menge und Qualität des Niederschlags, des Grundwassers, der oberirdischen Gewässer und der Küstengewässer. Im Rahmen des GÜN werden Grundwasserdaten erhoben, aufbereitet und gesammelt, die als Grundlage aller wasserwirtschaftlichen Planungen, Entscheidungen und sonstiger Maßnahmen herangezogen werden
glazifluviatil	eiszeitlicher Ablagerungsvorgang von Materialien aus Gletscherbächen oder Schmelzwasser
Grimm-Strele-Verfahren	Verfahren zur Trendermittlung der Grundwasserstandsdaten, die Trendermittlung ergibt sich aus dem Verhältnis von Steigung der Regressionsgraden und der Spannweite der Extremwerte innerhalb der Zeitreihe

Bezeichnung	Erläuterung
Großvieheinheiten	hinsichtlich der Agrarstatistik entspricht eine Großvieheinheit (GV) einem Tier mit einem Lebendgewicht von 500 kg. Es handelt es sich um eine rechnerische Größe, mit der die Ergebnisse für den Viehbestand in den einzelnen Tierkategorien zusammengefasst werden. Der GV-Umrechnungsschlüssel bestimmt dabei den Faktor mit dem die Ergebnisse für eine Tierart gewichtet werden (z.B. Rinder 2 Jahre und älter GV 1,0 oder Mastschweine 0,12 GV)
grundlegende Maßnahmen	im Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der WRRL sind grundlegende und ergänzende Maßnahmen vorgesehen, unter grundlegenden Maßnahmen sind insbesondere Maßnahmen zur Umsetzung gemeinschaftlicher Wasserschutzvorschriften zu verstehen, wie z.B. Trinkwasserrichtlinie, Nitratrichtlinie usw.
Grundmoräne	eiszeitliche Aufschüttung von Kies, Sand, Schluff und Ton unter dem Gletscher
Grundwasser	unterirdisches Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht
Grundwasserbeschaffenheit	Beschreibung des Grundwasserzustandes hinsichtlich chemischer Physikalischer, biologischer Parameter
Grundwassergüte	Qualität des chemischen Grundwasserzustandes
Grundwasserhemmer	gering wasserdurchlässiger Grundwasserleiter
Grundwasserkörper	abgegrenztes Grundwasservorkommen
Grundwasserkreise	Arbeitsgruppe zum Informationsaustausch innerhalb eines Beratungsgebietes mit Grundwasser-Beratung, Mitglieder sind u.a. Berater, Vertreter des NLWKN, Multiplikatoren und Landwirte
Grundwasserleiter	Gesteinskörper mit Hohlräumen, die geeignet sind Grundwasser weiterzuleiten (gesättigte Zone)
Grundwassermenge	Grundwasservorkommen, die Beobachtung der Grundwasserstände dient u.a. der Erfassung der Wasservorräte in den Grundwasserleitern und ihrer zeitlichen Veränderung
Grundwassermessstellen	verfilterte Bohrungen zur Beobachtung von Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit
Grundwasserneubildung	Zugang von in den Boden infiltriertem Wasser zum Grundwasser
Grundwasseroberfläche	obere Grenzfläche des Grundwasservorkommens
Grundwasserschutz	Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers
Grundwasserspiegel	Grenzfläche in Brunnen oder Grundwassermessstellen, bei der ein Druckausgleich gegen die Atmosphäre herrscht
Grundwasserstand	Höhe des Grundwasserspiegels über oder unter eines Bezugsebene (Geländeoberkante oder Normal-Null)
Grundwasserstockwerk	durch schwer- oder undurchlässige Schichten werden Grundwasserleiter voneinander getrennt und dadurch mehrere Grundwasserstockwerke gebildet
Grundwasserüberdeckung	Gesteinskörper oberhalb der Grundwasseroberfläche
Grundwasserverordnung	die Grundwasserverordnung konkretisiert das WHG und dient der Umsetzung der grundwasserbezogenen Vorschriften der EG-WRRL sowie der Tochtrichtlinie zum Schutz des Grundwassers, beinhaltet Schwellenwerte für grundwasserrelevante Schadstoffe und Vorschriften zur Überwachung und Beschreibung es Grundwasserzustandes
Grundwasservorkommen	Grundwasservorrat im Grundwasserleiter

Bezeichnung	Erläuterung
Grundwasser-Zehrgebiete	Gebiete mit negativer Wasserbilanz, Verdunstung übersteigt Niederschlag
guter chemischer Zustand	normative Begriffsbestimmung zur Einstufung des grundsätzlich zu erreichenden chemischen Zustandes über Einhaltung der Qualitätsnormen, keine Salzintrusionen, keine Beeinträchtigung von in Verbindung stehende Oberflächengewässer, keine Schädigung von Landökosystemen
guter mengenmäßiger Zustand	normative Begriffsbestimmung zur Einstufung des grundsätzlich zu erreichenden mengenmäßigen Zustandes; der gute Zustand ist gegeben, wenn die verfügbare Grundwasserressource nicht von Entnahmen überschritten wird, keine Beeinträchtigung in Verbindung stehende Oberflächengewässer oder Schädigung von Landökosystemen besteht
Herbizid	Mittel zur Beseitigung eines Pflanzenaufwuchses (Totalherbizid) bzw. zur selektiven Abtötung von Pflanzen
Herbst-Nmin	im Herbst ermittelter mineralischer Reststickstoffgehalt im Boden (Wurzelzone) vor Beginn der Sickerwasserbildung, Beprobung in der Regel bis 90 cm
Heterogenität	Vielfältigkeit
Histogramm	graphische Darstellung einer Häufigkeitsverteilung
Hochmoor	auf undurchlässigen Mineralboden der auf Niedermoor aufgestauten nährstoffarmes Niederschlagswasser führt zur Ansiedelung torfbildender Moose. Durch Sauerstoffmangel ist die Zersetzung der org. Substanz gehemmt, sodass es zur Torfbildung kommt
Hoftorbilanz	Bezugsebene ist der gesamte landwirtschaftliche Betrieb mit seiner Fläche, bilanziert wird der Nährstoffeintrag in den Betrieb und der Nährstoffaustrag aus dem Betrieb
Holozän	Nacheiszeit bis zur Jetztzeit
Huminstoffe	hochmolekulare Stoffe des Humusbodens
Humus	organische Substanz eines Bodens
Hydrationswasser	Hydrathülle der an Tonminerale und Huminstoffe adsorbierten Kationen
hydrogeologische Großräume	Hydrogeologische Großräume sind große Bereiche der Erdkruste mit ähnlichen hydrogeologischen Eigenschaften und ähnlichen Grundwasserverhältnissen, die auf derselben geologischen Entstehungsgeschichte und einem einheitlichen tektonischen Baupattern beruhen. Grenzziehung berücksichtigt die naturräumliche Gliederung
hydrogeologische Räume	Hydrogeologische Räume sind Bereiche der Erdkruste, deren hydrogeologische Eigenschaften, hydraulische Verhältnisse und Grundwasserbeschaffenheit aufgrund ähnlichen Schichtenaufbaues, ähnlicher geologischer Struktur und ähnlicher Morphologie im Rahmen einer festgelegten Bandbreite einheitlich sind. Grenzziehung berücksichtigt die naturräumliche Gliederung
hydrogeologische Teilräume	Hydrogeologische Teilräume sind einzelne oder mehrere Hydrogeologische Einheiten, die einen regional einheitlichen Bau aufweisen
Hydrogeologie	Teil der Geologie, der die Abhängigkeit der Erscheinung des unterirdischen Wassers von den Eigenschaften der Erdrinde beschreibt
Insektizid	Mittel zur Bekämpfung von Insekten

Bezeichnung	Erläuterung
InVeKoS-Daten	Daten, die im System für die Verwaltung und Kontrolle von Zahlungen an landwirtschaftliche Betriebsinhaber, erhoben werden (Betriebsinhaber, Flächenidentifizierung, Zahlungsansprüche, Kennzeichnung und Registrierung von Tieren), Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
Kapillarwasser	Wasser in den Kapillaren des Bodens
Karbonathärte	Summe der Karbonate der Erdalkalimetalle
Koferment-Anlagen	Biogasanlagen, die mit außerlandwirtschaftlichen Reststoffen und Bioabfälle nach Bioabfallverordnung betrieben werden (z.B. Abfälle aus Lebensmittel- und Futtermittelindustrie)
Kooperationsprogramm Trinkwasserschutz	Die Zielsetzung des Kooperationsmodells ist die Sicherung und Verbesserung der Qualität des Grundwassers als Quelle der Trinkwasserversorgung. Gemäß der Niedersächsischen Kooperationsverordnung sind die Kooperationen eigenverantwortliche Gremien der Wasserversorgungsunternehmen und der Landbewirtschaftler, die auf freiwilliger Basis mit dem gemeinsamen Interesse am Trinkwasserschutz zusammenarbeiten. Finanzhilfefverträge, Freiwillige Vereinbarungen, Zusatzberatung sind wesentliche Bausteine der Kooperationsarbeit
Landesdatenbank (LDB)	Die Landesdatenbank ist die Sammlung von wichtigen wasserwirtschaftlichen Daten des Landes Niedersachsen. Sie dient sowohl den Wasserbehörden als auch der Öffentlichkeit als wasserwirtschaftliche Informationsquelle
Landesmessstellenpool	Pool von Grundwassermessstellen aus 3500 Landesmessstellen und 7300 Messstellen Dritter. Ein Teil des Messstellenpools wird in Rahmen von definierten Messprogrammen beprobt (GÜN)
landwirtschaftlich genutzte Fläche	Landwirtschaftliche Flächeneinheit, sie umfasst Ackerfläche, Grünland, Dauerkulturf Flächen, jedoch keine Hofflächen, Gebäudefläche, Verkehrsflächen
Lauenburger Ton	Beckensediment der Elster-Eiszeit, Tonsedimente haben sich in vom Eis geformten Hohlkörpern aus dem Schmelzwasser abgesetzt
leicht flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe	von den leicht flüchtigen halogenierten Kohlenwasserstoffen (LHKW) werden im Grundwasser Trichlorethen und Tetrachlorethen aufgrund ihrer weiten Verbreitung in Industrie und Gewerbe als wichtigste Einzelsubstanzen untersucht. Sie gehören zur Untergruppe der LCKW (leichtflüchtige chlorierte Kohlenwasserstoffe). LCKW werden in vielen Industriezweigen zur Entfettung von Metallen, zum Entfernen von Farbe, als Extraktionsmittel und zur Textilreinigung eingesetzt
Lichtlot	Gerät zur Messung des Grundwasserspiegels in einem Brunnen (Abstich) über die elektrische Leitfähigkeit des Wassers
Lockergestein	besteht aus Gemeneteile ohne festen Zusammenhalt, Zwischenräume sind mit Wasser oder Luft gefüllt
Marsch	nacheiszeitlich aus angeschwemmten Sedimenten gebildete geomorphologische Landschaftsform
Maßnahmenprogramm	zur Erreichung des guten Gewässerzustandes vorgesehene Maßnahmen auf Ebene der Flussgebietseinheiten
Meerwasserintrusion	Eindringen von Salzwasser in Süßwasser, z.B. durch Absenken von Grundwasserständen in küstennahen Gebieten
Mehrfachmessstellen	an einem Standort niedergebrachte separate Bohrungen mit tiefenabgestufter Lage der Filterstrecken

Bezeichnung	Erläuterung
Mengenerlass	Erlass zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt- und Klimaschutz (RdErl. d. MU vom 25.06.2007)
Messnetz	Auswahl von Messstellen aus dem Landesmessstellenpool in Abhängigkeit bestimmter Fragestellungen
Messprogramm	Festlegung von Messturnus und Parameterumfang in Abhängigkeit der Fragestellung
Mineraldünger	Dünger auf mineralischer Basis
Mineralisation	Abbau von organischer in anorganischer Substanz
Mittelpleistozän	Das Mittelpleistozän ist ein Abschnitt der erdgeschichtlichen Epoche des Pleistozäns. Es begann vor etwa 781.000 Jahren und endete vor etwa 127.000 Jahren
modular	in Teilbereiche untergliedert
Monitoringprogramm	Überwachungsprogramm
N ₂ /Argon-Methode	Mit der N ₂ /Ar-Methode kann der aus der Denitrifikation stammende und im Grundwasser gelöste molekulare Stickstoff (Exzess-N ₂) gemessen werden
Nährstoffvergleich	auch Feld-Stall-Bilanz
NawaRo-Anlagen	Biogasanlagen, bei denen nachwachsende Rohstoffe (z.B. Silomais) als Gärsubstrat eingesetzt werden
Nematizid	Mittel zur Bekämpfung von Nematoden
nicht relevanter Metabolit (nrM)	Abbauprodukt von Pflanzenschutzmitteln ohne definierte pestizide Restaktivität oder ein pflanzenschutzrechtlich relevantes human-toxisches oder ökotoxisches Potenzial
Nitratrichtlinie	EU-Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen
Nitrifikation	Bakterielle Oxidation von Ammoniak zu Nitrat
nutzbare Feldkapazität	Die nutzbare Feldkapazität (nFK) eines Bodens bzw. Horizontes ist der Teil der Feldkapazität, der für die Vegetation verfügbar ist. Sie beinhaltet damit die Wassermenge, die ein grundwasserferner Horizont in natürlicher Lagerung bei Saugspannungen von pF 1,8 bis 4,2 nach ausreichender Sättigung gegen die Schwerkraft zurückhalten kann
nutzbares Dargebot	nutzbaren Anteil des gewinnbaren Grundwasserdargebotes wobei Randbedingungen wie Ergiebigkeit und Versalzung der Grundwasservorkommen, sowie die Überbrückungen von Trockenwetterperioden oder der Erhalt von grundwasserabhängigen Landökosystemen und Oberflächengewässer berücksichtigt werden
Oberflächenabfluss	Teil des Niederschlages, der oberflächlich dem Vorfluter zufließt
ombrogen	von Niederschlagswasser gespeist
operatives Messnetz	Messnetz zur ursachenbezogenen Überwachung in Grundwasserkörpern, die sich in einem schlechten chemischen bzw. mengenmäßigen Zustand befinden
organoleptisch	Eigenschaften, die sich auf die visuelle, geschmackliche und/oder geruchliche Beurteilung von Wasserproben beziehen
Pegel	Messeinrichtung zu Bestimmung des Wasserstandes
Periglazialwirkung	durch Frosteinwirkung geprägter geomorphologischer Prozesse

Bezeichnung	Erläuterung
petrographisch	auf die Gesteinskunde bezogen
Pflanzenschutzmittel	chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen, die Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen (z.B. Fungizide und Insektizide) und unerwünschten Konkurrenzpflanzen (Herbizide) schützen oder in einer anderen Weise auf Pflanzen einwirken (z. B. Wachstumsregulatoren)
Pleistozän	Erdzeitalter vor ca. 2,6 Mio. Jahre bis 10.000 Jahre vor Chr., der Serie Quartär zugehörig, geprägt durch den Wechsel von Warm- und Kaltzeiten
Pliozän	vor 5,3 Mio. Jahre bis 2,6 Mio. Jahre, der Serie Neogen zugehörig
potentielle Nitratkonzentration im Sickerwasser	berechnete Größe zur Abschätzung der Sickerwassergüte an der Untergrenze des Wurzelraumes, Eingangsgrößen sind der N-Flächenbilanzsaldo, die atmosphärische Deposition, das Denitrifikationspotential des Bodens sowie der Gesamtabfluss (nach GROWA)
potentielle Verdunstung	berechnete maximale Verdunstung von Landoberflächen
Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz	Grundlage für eine gebietsgenaue und transparente Zuteilung von Fördermitteln für Trinkwasserschutzmaßnahme wie Beratung und Freiwillige Vereinbarungen, Einteilung der Trinkwassergewinnungsgebiete nach Handlungsbereichen
Qualitätsnorm	in der Tochterrichtlinie zum Schutz des Grundwassers festgelegte Gemeinschaftskriterien für alle Mitgliedstaaten der EU, Festlegungen sind erfolgt für Nitrat (50 mg/l) und für Pflanzenschutzmittel und Biozide (0,1 µg/l Einzelwirkstoff bzw. 0,5 µg/l Summe)
Quartär	Erdzeitalter vor ca. 2,6 Mio. Jahre bis heute
relevante Metaboliten	Abbau- und Reaktionsprodukte von Pflanzenschutzmitteln oder Biozidprodukten, die nach Feststellung des Umweltbundesamtes erheblich toxikologische oder pestizide Eigenschaften aufweisen
Rohwasser	Zum Zweck der Trinkwassergewinnung gefördertes noch unbehandeltes Grundwasser
Salzintrusion	Eindringen von Salzwasser in Süßwasser-Aquifere
Salzkissen	flach und breit ausgebildete Salzansammlungen
Salzstock	große Ansammlung von festem Salz im tieferen Untergrund
Schichtenverzeichnis	bei einer Bohrung aufgenommenes Verzeichnis der Bodenschichten, die in dem Bohrkern voneinander differenziert werden konnten
Schlagbilanzen	auf eine landwirtschaftliche Bewirtschaftungseinheit (Schlag) bezogene Aufstellung von Nährstoffzufuhr und Nährstoffabfuhr
Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten	durch Schutzbestimmungen werden die besondere Anforderungen an den Schutz des Grundwasser in Wasserschutzgebieten gewahrt, die Schutzbestimmungen werden in Schutzgebietsverordnungen festgelegt
Schutzkonzept der Trinkwasserkoooperationen	auf Grundlage des niedersächsischen Kooperationsmodells legen die einzelnen Kooperationen an die örtlichen Gegebenheiten angepasste Schutzkonzepte vor, in denen Ziele, Erfolgsparameter, Maßnahmen und ein Beratungskonzept festgelegt sind
Schwellenwerte	(Grundwasserüberwachung) festgelegte Schadstoffgehalte, die eine Gefährdung der Umwelt erwarten lassen
Schwermetalle	Zusammenfassung von Metallen und Halbleitern mit einer Dichte > 5 g/cm ³ , z.B. Cadmium, Blei, Kupfer

Bezeichnung	Erläuterung
Sickerwasser	Wasser in der ungesättigten Bodenzone mit vertikaler Fließrichtung
Spurenelemente	Elemente, die nur in sehr geringen Mengen benötigt werden
Subrosion	siehe Ablaugung; Auflösen von Salzen in Salzlagerstätten durch Wasserzufuhr
System Immergrün	Freiwillige Vereinbarung zur Fruchtfolge, Ziel ist es eine möglichst durchgehende Begrünung der Fläche durch die Wahl von geeigneten Hauptfrüchten und Zwischenfrüchten zu erreichen
Tiefumbruch	Bodenmeliorationsmaßnahme durch Tiefpflügen
Tochterrichtlinie	Richtlinie, die die eigentliche Richtlinie konkretisiert, z.B. konkretisieren die RL zum Schutz des Grundwassers bzw. die Richtlinie zu Umweltqualitätsnormen Vorgaben der WRRL hinsichtlich Grund- bzw. Oberflächengewässer
topogen	Nährstoffversorgung von Mooren durch Grund- oder Oberflächenwasser
Typfläche	Teilfläche eines Grundwasserkörpers, die vergleichbare oder ähnliche hydrogeologische, hydrodynamische, hydrochemische und bodenkundliche Eigenschaften aufweist, Abgrenzung nur im Zusammenhang der Bewertung des chemischen Zustandes des Grundwasserkörpers nach EG-WRRL
Überblicksmessnetz	Messnetz zur Überwachung der Grundwasserkörper mit dem Ziel langfristige Veränderungen zu erkennen
unterdükert	Unterquerung einer Leitung unter einem Flusslauf u. a.
Veredelung	Tierhaltung, "Veredelung" von Feldfrüchten über die Fleischerzeugung
Versorgungsraum	Gebiet, das von einem Wasserversorgungsunternehmen mit Trinkwasser versorgt wird
Viehichte	Besatz an Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche
Vorfeldmessstellen	Messstellen zur Überwachung des Grundwassers im Anstrombereich von Förderbrunnen zur Trinkwassergewinnung, um nachhaltige Veränderungen des Grundwassers dadurch frühzeitig erkennen zu können
Vor-Ort-Parameter	Parameter, die bei einer Probenahme Vor-Ort gemessen werden wie Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt usw.
Wasserbedarfsprognose	Abschätzung des Wasserbedarfs anhand der Bevölkerungsentwicklung und der Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauchs
Wasserbilanz	Bilanz der Größen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss
Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramm (WBE)	Programm zur Erfassung von Wasserechten und Wasserentnahmen, dient zur Information von Fachleuten und der Öffentlichkeit
Wasserentnahmegebühr	Gebühr für das Entnehmen von Wasser aus oberirdischen Gewässern oder aus dem Grundwasser. U.a. werden mit den Mitteln Maßnahmen des Grundwasserschutzes, insbesondere das niedersächsische Kooperationsmodell „Trinkwasserschutz“ zur Verringerung der Nitratbelastung, sowie auf Gewässer bezogene Naturschutzprogramme finanziert
Wasserkreis	Arbeitsgruppe zum Informationsaustausch innerhalb eines Beratungsgebietes mit kombinierter Grundwasser-Oberflächengewässer-Beratung, Mitglieder sind u.a. Berater, Vertreter des NLWKN, Multiplikatoren und Landwirte

Bezeichnung	Erläuterung
Wasserrahmenrichtlinie (WRRL)	europäische Richtlinie zum Schutz der Oberflächengewässer, einschließlich der Küstengewässer, und des Grundwassers (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 (EG-Wasserrahmenrichtlinie))
Wasserrecht	wasserrechtliche Genehmigung zur Entnahme von Wasser
Wasserschutzgebiet	durch Rechtsverordnung festgesetztes Wasserschutzgebiet, in dem besondere Schutzbestimmungen (Schutzgebietsverordnung) eingehalten werden müssen
Wirkungsmonitoring	Überwachungssystem zur Überprüfung von Maßnahmenwirkungen
Wirtschaftsdünger	organische Dünger, die in der landwirtschaftlichen Produktion anfallen wie Stallmist, Hühnerkot, Gülle, Gärreste
Zielkulisse "Nitratreduktion"	Maßnahmenkulisse zur Nitratreduktion im Grundwasser (EG-WRRL)
Zusatzberatung Trinkwasserschutz	über die normale betriebliche Beratung von landwirtschaftlichen Betrieben hinausgehende Beratung zum Thema Trinkwasserschutz mit Schwerpunkt auf Verbesserung der Nährstoffeffizienz
Zwischenfrucht	zwischen Hauptkulturen angebaute Feldfrucht