

**Regionalbericht für  
das Einzugsgebiet  
Ems-Nordradde**

**Darstellung der  
Grundwassersituation**







**Regionalbericht für  
das Einzugsgebiet  
Ems-Nordradde**

**Darstellung der  
Grundwassersituation**



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

Der vorliegende Bericht wurde erarbeitet durch:  
Nadine Verkerk, NLWKN Betriebsstelle Meppen

Autoren:  
Nadine Verkerk, NLWKN Betriebsstelle Meppen  
Jan Wildenhues, (ehemals NLKWN Betriebsstelle Meppen) Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und  
Klimaschutz  
Katharina Rucki, NLWKN Betriebsstelle Meppen

Mit Unterstützung durch:  
Franz Heuving, NLWKN Betriebsstelle Meppen  
Christel Karfusehr, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg  
Annette Kayser, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg  
Georg Kühling, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg  
Oliver Melzer, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim  
Ralf te Gempt, NLWKN Betriebsstelle Meppen  
Andreas Roskam, NLWKN Betriebsstelle Aurich  
Dr. Gunter Wriedt, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

Koordinierung Grundwasserbericht Niedersachsen:  
Christel Karfusehr, NLWKN Betriebsstelle Cloppenburg

Bildnachweis:

Jan Wildenhues, (ehemals NLKWN Betriebsstelle Meppen) Nds. Ministerium für Umwelt, Energie und  
Klimaschutz (Abb. 2, 11, 25)  
Wilhelm Steenken, NLWKN Meppen (Deckblattfotos, Abb. 38- 41)  
Ralf te Gempt, NLWKN Meppen (Abb. 43)  
Bernd Schuster, NLWKN Cloppenburg (Abb. 66)  
NLWKN (Abb. 18, 31, 35, 50)  
Nadine Verkerk, NLWKN Meppen (alle weiteren Abbildungen, sofern nicht anders zitiert)

1. Auflage: September 2017, 300 Stück

Schutzgebühr: 5,00 € + Versand

Bezug:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,  
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)  
Haselünner Straße 78  
49716 Meppen

Online verfügbar unter: [www.nlwkn.niedersachsen.de](http://www.nlwkn.niedersachsen.de) - Service - Veröffentlichungen - Webshop

# Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Vorwort

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Gewässerkundliche Rahmenbedingungen</b>	<b>2</b>
2.1 Klima	5
2.2 Entwicklungsgeschichte und geologischer Überblick	9
2.3 Morphologischer und naturräumlicher Überblick	11
2.4 Grundwasser	19
2.5 Hydrogeologischer Überblick	19
2.6 Unterteilung des Gebietes nach der EG-WRRL	20
2.7 Grundwasserneubildung	22
2.8 Grundwasserversalzung	24
<b>3. Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen</b>	<b>26</b>
3.1 Landwirtschaftliche Strukturen	27
3.2 Biogas und Flächennutzung	36
<b>4. Grundwasserschutz</b>	<b>43</b>
4.1 Landesweiter Grundwasserschutz gemäß EG-WRRL	43
4.1.1 Ergebnisse der Zustandsbewertung nach EG-WRRL	45
4.1.2 Bewirtschaftungsmaßnahmen	48
4.2 Trinkwasserschutz	50
<b>5. Grundwasserbewirtschaftung</b>	<b>58</b>
5.1 Grundwassermenge	59
5.2 Trinkwasserversorgung	62
<b>6. Grundwasserüberwachung</b>	<b>67</b>
6.1 Messnetz	68
6.2 Verfilterung der Grundwassermessstellen	70
<b>7. Grundwasserstandsentwicklung</b>	<b>72</b>
7.1 Grundwasserganglinien	73
7.2 Analysen der Grundwasserstandentwicklung	74
7.3 Aus- und Bewertungsmethodik	75
7.4 Grundwasserstandbeobachtung – Ergebnisse der Datenauswertung	76
7.4.1 Trendbetrachtung 20 Jahre	77

7.4.2 Trendbetrachtung 30 Jahre	79
<b>8. Auswertung Grundwasserbeschaffenheit</b>	<b>81</b>
8.1 Schwellen- und Grenzwerte in der Grundwasserüberwachung	82
8.2 pH-Wert	83
8.3 Wasserhärte	86
8.4 Stickstoffverbindungen	89
8.4.1 Stickstoffkreislauf	89
8.4.2 Nitrat	90
8.4.3 Ammonium	97
8.4.4 Nitrit	100
8.5 Sulfat	102
8.6 Chlorid	104
8.7 Kalium	106
8.8 Eisen	111
8.9 Aluminium	114
8.10 Nickel	117
8.11 Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten	119
8.11.1 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten	120
8.11.2 nicht relevante Metaboliten	126
8.12 Zusammenfassung Grundwasserbeschaffenheit	128
<b>Literatur</b>	<b>130</b>
<b>Glossar</b>	<b>134</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Vereinfachte Konzeptdarstellung des modular aufgebauten Grundwasserberichtes (modifiziert aus NLWKN 2012 a).	1
Abb. 2: Zusammenschluss des Wehmergrabens und des Spahnharrenstättergrabens zur Nordradde.	3
Abb. 3: Gewässernetz im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	4
Abb. 4: Lufttemperatur im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	6
Abb. 5: Niederschlagsverteilung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	7
Abb. 6: Wasserbilanz im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	8
Abb. 7: Hydrogeologische Teilräume im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	10
Abb. 8: Naturräumliche Regionen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	12
Abb. 9: Morphologische Reliefkarte.	13
Abb. 10: Landnutzung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	14
Abb. 11: Wiedervernässter Teil des Bourtanger Moores (Naturschutzgebiet Bargerveen).	15
Abb. 12: Moorschutzprogramme im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	17
Abb. 13: Böden im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	18
Abb. 14: Grundwasserneubildungsraten im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	23
Abb. 15: Versalzung und Versalzungsstrukturen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	25
Abb. 16: Betriebliche Ausrichtung der landwirtschaftlichen Betriebe im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	28
Abb. 17: Anteil der Kulturarten an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde in Prozent (Auswertung InVeKos-Daten 2010).	29
Abb. 18: Maisfeld mit Phacelia im Vordergrund.	30
Abb. 19: Anbauverhältnisse (InVeKos-Daten 2010) im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	31
Abb. 20: Viehbesatz im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	33
Abb. 21: Schweinehaltung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	34
Abb. 22: Rinderhaltung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	35
Abb. 23: Anzahl und installierte Leistung der Biogasanlagen in Niedersachsen (3N-Kompetenzzentrum 2014).	36
Abb. 24: Anzahl und installierte Leistung der Biogasanlagen in Niedersachsen 2011 und 2013 (3N-Kompetenzzentrum 2014).	37
Abb. 25: Biogasanlage im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	39
Abb. 26: Verteilung, Art und elektrische Leistung der Biogasanlagen (3N-Kompetenzzentrum Dezember 2014).	40
Abb. 27: Zunahme des Silomaisanbaus im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	41
Abb. 28: Abnahme der Grünlandflächen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	42
Abb. 29: Ergebnisse der Zustandsbewertung 2015.	46
Abb. 30: Beratungskulisse Grund- und Oberflächenwasser und Zielkulisse Nitratreduktion (Beratungsgebiet Ems-Nordradde) innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.	47
Abb. 31: Kooperationsmodell Trinkwasserschutz.	53
Abb. 32: Wasserschutzgebiete und Trinkwassergewinnungsgebiete, Kooperationszugehörigkeit im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	55
Abb. 33: Einteilung der Wassergewinnungsgebiete (WSG und TWGG) nach den Kriterien des Prioritätenprogrammes im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	56
Abb. 34: Genehmigte Entnahmemengen (Auswertungen des Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogrammes Niedersachsen WBE).	61
Abb. 35: Abgrenzung eines Wasserschutzgebietes.	64
Abb. 36: Trinkwasser-Versorgungsräume der Verbände, Städte und Gemeinden.	65
Abb. 37: Höhe und Ausschöpfung genehmigter Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung im Jahre 2015.	66
Abb. 38: Bohrung einer Grundwassermessstelle.	70
Abb. 39: Fertiggestellte Messstelle mit Sicherheitsdreieck.	70
Abb. 40: Grundwasserstandsmessung mit dem Lichtlot.	72

Abb. 41: Überprüfung der DFÜ-Sonde.	72
Abb. 42: Messstelle Rhederfeld I für den Zeitraum vom 01.11.2013 bis 31.10.2014 (hydrologisches Jahr). Die Abkürzung GOK steht für die Geländeoberkante.	74
Abb. 43: Beispiel einer Ganglinie mit Auswertung für einen Zeitraum von 30 Jahren (01.11.1984 bis 31.10.2014) für die Messstelle Klein Fullen I.	76
Abb. 44: Grimm-Strele, 20 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.	78
Abb. 45: Grimm-Strele, 30 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.	80
Abb. 46: Anzahl der auf Nitrat untersuchten Messstellen im Beprobungsjahr (rot) und Anzahl der Messstellen für die das Beprobungsjahr als Bezugsjahr für den aktuellen Nitratwert (letzter Wert) dient (blau).	81
Abb. 47: pH-Wert und Trendentwicklung.	85
Abb. 48: Gesamthärte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	88
Abb. 49: Stickstoffkreislauf (GEWEB).	90
Abb. 50: Gülldüngung eines Feldes.	93
Abb. 51: Nitratgehalte und Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	94
Abb. 52: Nitratgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	95
Abb. 53: Nitratgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfilterten Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	96
Abb. 54: Ammoniumgehalt der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	99
Abb. 55: Nitritgehalt der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	101
Abb. 56: Sulfatgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	103
Abb. 57: Chloridgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	105
Abb. 58: Kaliumgehalt und Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	108
Abb. 59: Kaliumgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	109
Abb. 60 Kaliumgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	110
Abb. 61: Eisengehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	113
Abb. 62: Beziehung zwischen Aluminiumgehalt und pH-Wert im Zeitraum 2005 – 2014.	115
Abb. 63: Aluminiumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	116
Abb. 64: Nickelgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	118
Abb.65: Beziehung zwischen Nickelgehalt und pH-Wert im Zeitraum 2005 – 2014.	119
Abb. 66: Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln.	127

## Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Die drei Grundwasserkörper mit der Grundwasserkörper-ID sowie der geologischen Zuordnung.	21
Tab. 2: Zuordnung der Grundwasserkörper sowie der hydrogeologischen Teilräume.	21
Tab. 3: Flächenausdehnung und Grundwasserneubildung innerhalb der Grundwasserkörper Ems Nordradde (NLfB2005: EG-WRRL Bericht).	22
Tab. 4: Belastungsklassen für Nitrat und Kalium (aus NLWKN 2012 a; Quelle: LANU 2003).	26
Tab. 5: Prozentualer Anteil ausgewählter Tierarten am jeweiligen Gesamtbestand innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde, berechnet aus den für Ems-Nordradde relevanten Gemeinde-Daten der Agrarstrukturerhebung 2010 LSKN 2012, zusammengefasst auf Landkreis-Ebene.	32
Tab. 6: Anzahl und Leistung der Biogasanlagen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde, zusammengefasst auf Anteile der Landkreise im Einzugsgebiet, Stand Januar 2015 (3N-Kompetenzzentrum 2015).	38
Tab. 7: Daten der nach dem Prioritätenprogramm (PP) relevanten Trinkwassergewinnungsgebiete (Stand 2014).	54
Tab. 8: Übersicht der grundsätzlich angebotenen, freiwilligen Maßnahmen gemäß MU Maßnahmenkatalog (MU 2016 b).	57
Tab. 9: Nutzbares Dargebot der Grundwasserkörper innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde (MU 2015).	60
Tab. 10: Darstellung der genehmigten mengenbilanzrelevanten Entnahmerechte innerhalb der Grundwasserkörper des Einzugsgebietes Ems-Nordradde (berechnet, Quelle: Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramm Niedersachsen, Stand Februar 2016).	60
Tab. 11: Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung in den Landkreisen innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde für die Jahre 2001, 2004, 2007 und 2010 (eigene Zusammenstellung, Quelle: NLS 2003, LSKN 2009a, LSKN 2009b, LSN 2014).	63
Tab. 12: Grundwassergüte und Grundwasserstände werden in Niedersachsen im Rahmen von verschiedenen Messprogrammen umfassend überwacht (NLWKN 2014b).	68
Tab. 13: Grundwasserbeschaffenheit: ausgewertete Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde nach ihrem Betreiber (Land = Landeseigene Messstelle, WVU = Messstelle eines Wasserversorgers).	69
Tab. 14: Grundwassergüte: ausgewertete Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde nach ihrer Art (FB = Förderbrunnen, GWM = Grundwassermessstelle).	69
Tab. 15: Grundwasserstand: ausgewertete Landesmessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	70
Tab. 16: Messstellenverteilung in den Grundwasserkörpern differenziert nach Filterlage in unterschiedlichen Grundwasserstockwerken.	71
Tab. 17: Anzahl der Messstellen in den hydrogeologischen Teilräumen in unterschiedlichen Grundwasserstockwerken.	71
Tab. 18: Klasseneinteilung der Bewertung nach Grimm-Strele, angepasst an niedersächsische Verhältnisse (NLWKN 2013).	75
Tab. 19: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm-Strele (20 Jahre) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	77
Tab. 20: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm-Strele (30 Jahre) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.	79
Tab. 21: Übersicht der im vorliegenden Bericht ausgewerteten Parameter mit den jeweiligen Schwellen- bzw. Grenzwerten sowie der Anzahl der Gesamtanalysen und den Analysen kleiner der Bestimmungsgrenze (<BG).	82
Tab. 22: pH-Wert, gemittelte Min./Max.- und Mittelwerte sowie Einhaltung Grenzwert TrinkwV (> pH 6,5) in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräumen über den Zeitraum 2005 - 2014.	83

Tab. 23: Gesamthärte, gemittelte Min/Max- und Mittelwerte in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 – 2014.	86
Tab. 24: Nitrat, gemittelte Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 - 2014.	91
Tab. 25: Durchschnittlicher Nitratgehalt in Wasserversorger (WVU) - und Landesmessstellen (NLWKN) differenziert nach der Verfilterung in den einzelnen Grundwasserstockwerken (n.b. = nicht benannt).	92
Tab. 26: Ammonium, gemittelte Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in den Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 - 2014.	98
Tab. 27: Nitrit, gemittelte Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes über Zeitraum 2005 – 2014.	100
Tab. 28: Sulfat, gemittelte Min-/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in den Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 – 2014.	102
Tab. 29: Chlorid, gemittelte Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über Zeitraum 2005 – 2014.	104
Tab. 30: Kalium, gemittelte Min/Max- und Mittelwerte sowie erhöhte Gehalte (> 12 mg/l) in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005-2014.	106
Tab. 31: Eisen, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde im Zeitraum 2005 - 2014.	112
Tab. 32: Aluminium, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde im Zeitraum 2005 – 2014.	114
Tab. 33: Nickel, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde im Zeitraum 2005 – 2014.	117
Tab. 34: Untersuchung und Funde von PSM-Wirkstoffen und Metaboliten in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.	121
Tab. 35: Untersuchungen auf nichtrelevante Metaboliten im Zeitraum 2005-2014, Anzahl und Funde.	126

## Abkürzungsverzeichnis

<b>Abkürzung</b>	<b>Erläuterung</b>
°dH	Grad deutscher Härte
ADI-Wert	duldbare tägliche Aufnahme über die Lebenszeit
AL	Nachhaltige Produktionsverfahren auf Ackerland
Ar	Argon
ATKIS_DLM	Amtliches topografisches-kartografisches Informationssystem – digitales Landschaftsmodell
BG	Bestimmungsgrenze
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BV	Betriebliche Verpflichtungen
CCM	CornCobmix, Gemisch aus Spindel und Mais
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EG-WRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
EU	Europäische Union
EUA	Europäische Umweltagentur
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)
kW	Kilowatt
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LDB	Landesdatenbank
LF	landwirtschaftliche Nutzfläche
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 <sub>2</sub>	molekularer Stickstoff
NaWaRo-Anlagen	Biogasanlagen mit Grundsubstanz aus nachwachsenden Rohstoffen
NH <sub>4</sub>	Ammonium

NiB-AUM	Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen
NN	Normal Null
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup>	Nitrit
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	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
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TWGG	Trinkwassergewinnungsgebiete
UWB	Untere Wasserbehörde
VF	Vorfeldmessstelle
WBE	WasserBuch- und WasserEntnahmeprogramm Niedersachsen (elektronisches Wasserbuch)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WMRG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz
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 Einzugsgebiet Ems-Nordradde wird Trinkwasser beinahe zu 100 % aus dem Grundwasser gewonnen. Hieraus leitet sich die Bedeutung eines umfassenden Grundwasserschutzes im Hinblick auf die heutige wie auch die zukünftige Wasserversorgung ab. Das Grundwasser ist zudem zahlreichen menschlichen (anthropogenen) Einwirkungen ausgesetzt. So werden heute zunehmend Verunreinigungen durch Schad- und Nährstoffe festgestellt. Schlagworte für Grundwasserbelastungen sind Nitrat, Schwermetalle, Kohlenwasserstoffe, Pflanzenschutzmittel und Arzneimittel. Von besonderer Bedeutung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde ist die Belastung des Grundwassers mit Nitrat (angepasst aus NLWKN 2012 a).

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 wiederaufbereitet 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 vorlie-

gende Bericht verdeutlicht, dass in einer großen Anzahl von Messstellen des ersten Grundwasserstockwerkes hohe Nitratbelastungen zu verzeichnen sind. Diese Belastungen müssen weiterhin beobachtet und insbesondere der Nährstoffeintrag schnellstmöglich verringert werden (NLWKN 2012 a).

Hierzu ist es wichtig, dass der Grundwasserschutz bereits an der Quelle beginnt, damit Belastungen gar nicht erst entstehen können. Unverzichtbares Prinzip des Gewässerschutzes ist und bleibt daher die Vorsorge (NLWKN 2012 a).

Im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes betreibt der Gewässerkundliche Landesdienst (GLD) des NLWKN ein Landesgrundwassermessnetz zur Überwachung der Güte- und Mengensituation des Grundwassers. Dieses Messnetz ist eine wichtige Voraussetzung zur Wahrnehmung der Aufgaben des GLD gem. § 29 des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG).

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

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

Der Regionalbericht wendet sich sowohl an interessierte Leserinnen und Leser, die sich einen Überblick über die regionale Grundwassersituation verschaffen möchten, als auch an Fachleute, die insbesondere durch die speziellen Auswertungen angesprochen werden sollen.



# 1. Einleitung



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

Der Regionalbericht Ems-Nordradde ist Teil des modular aufgebauten Grundwasserberichtes Niedersachsen (Abb. 1).

Der vorliegende Regionalbericht ist eine umfassende Darstellung des Gewässerkundlichen Kenntnisstandes der Grundwassergüte und -menge im Einzugsgebiet Ems-Nordradde. Neben der Darstellung der quantitativen und der qualitativen Untersuchungsergebnisse werden weitere gewässerkundlich relevante Informationen und Erkenntnisse im Hinblick auf das Grundwasser zusammengetragen.

Das Einzugsgebiet schneidet die Dienstbezirke Meppen und Aurich und liegt innerhalb der Landkreise Emsland, Leer und Grafschaft Bentheim. Aufgrund der Grundwasserkörpergrenzen liegt auch ein Teil des Einzugsgebietes Untere Ems innerhalb des hier betrachteten Gebietes. Gegenstand des Berichtes sind die Grundwasserkörper:

- Mittlere Ems Lockergestein links
- Mittlere Ems Lockergestein rechts 1
- Mittlere Ems Lockergestein rechts 2

Die Naturräume der Ems-Hunte-Geest, der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest und der

Marschen prägen das Landschaftsbild des Einzugsgebietes mit vielen Fließgewässern, intensiver landwirtschaftlicher Nutzung und großflächig wiedervernässten Mooren.

Die nachfolgend vorgestellten Ergebnisse der Grundwassergüte und -standsdaten stützen sich auf Untersuchungen der landeseigenen Messstellen der oben genannten Betriebsstelle des 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. Die WVU sind verpflichtet, entsprechende Gütedaten laut Runderlass des Niedersächsischen Umweltministeriums (MU 2013) an den Gewässerkundlichen Landesdienst zu übermitteln. Weitere Daten von WVU werden mit deren Einverständnis verwendet.

Zur Auswertung der Grundwassermengenverhältnisse werden die über die Landesdatenbank (LDB) verfügbaren Daten des elektronischen Wasserbuches (WBE) herangezogen.

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

- die heutige Belastungssituation im Einzugsgebiet Ems-Nordradde 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.

Die landwirtschaftlichen Anbauverhältnisse und die Viehdichte im Einzugsgebiet werden ebenso vorgestellt wie die Situation der öffentlichen Trinkwasserversorgung in den Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebieten. Des Weiteren erfolgt die Vorstellung der Maßnahmen zum Trinkwasserschutz innerhalb der Wasserschutzgebiete (WSG) sowie im Rahmen der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie auf Ebene der Zielkulisse „Nitratreduktion“.

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

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.

## 2. Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

Das Einzugsgebiet Ems-Nordradde (Abb. 3) liegt im westlichen Teil Niedersachsens an der Grenze zu den Niederlanden und beinhaltet insgesamt eine Fläche von 1558 km<sup>2</sup>. Es ist Teil des Betrachtungsraumes Mittlere Ems, welcher großräumig der Flussgebietseinheit Ems zugeordnet ist.

Der Regionalbericht umfasst einerseits mit 1431 km<sup>2</sup> Flächenausdehnung einen Teil des insgesamt 13.150 km<sup>2</sup> großen hydrologischen Einzugsgebietes der Ems ab oberhalb der Einmündung der Großen Aa südlich von Lingen bis zur Einmündung der Leda in die Ems nordöstlich von Weener. Andererseits schließt es mit dem 127 km<sup>2</sup> großen Einzugsgebiet der Nordradde einen wichtigen rechtsemsischen Nebenfluss der Ems ein, der nördlich von Meppen der Ems zufließt.

Die Ems entspringt auf einer Höhe von 135 m über Normalnull (NN) am Rand des Naturschutzgebietes Moosheide nahe des Teutoburger Walds in der Senne. Sie fließt zunächst annähernd parallel zum Kamm des Teutoburger Waldes in nordwestliche Richtung und ändert ihren Verlauf oberhalb der niedersächsischen Stadt Salzbergen in nördliche Richtung, bis sie schlussendlich nach Durchquerung des Emslandes (Abb. 3) in den Dollart und die Nordsee mündet. Durch die Verbindungen der Ems mit dem Dortmund-Ems-Kanal wird eine durchgängige Schifffahrt für den Transportschiffsverkehr gewährleistet. Von der insgesamt 371 km langen Fließstrecke befinden sich rund 125 km innerhalb des Einzugsgebietes. Der mittlere mehrjährige Abfluss der Ems lag zwischen 1941 und 2013 bei 79,8 m<sup>3</sup>/s am Pegel Versen (NLWKN 2015 a).

Das Quellgebiet der Nordradde besteht u. a. aus dem Wehmer Graben und dem Spahnharrenstättergraben (Abb. 2). Mit einem mittleren mehrjährigen Abfluss von  $1,09 \text{ m}^3/\text{s}$  (1977 – 2013, Pegel Apeldorn) fließt die Nordradde auf

einer Fließstrecke von 31,7 km in südwestliche Richtung und mündet nördlich von Meppen in die Ems (NLWKN 2015 a).



Abb. 2: Zusammenschluss des Wehmergrabens und des Spahnharrenstättergrabens zur Nordradde.



Abb. 3: Gewässernetz im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 2.1 Klima

Laut Klimakenndaten des Deutschen Wetterdienstes für den Zeitraum von 1981 bis 2010 beträgt die Lufttemperatur im Einzugsgebiet im langjährigen Mittel zwischen 9,3 und 10,0 C°. Die Niederschlagsverteilung im langjährigen Mittel liegt mit regionalen Unterschieden zwischen 725 und 869 mm/a. Ähnlich gestalten sich die regionalen Unterschiede bei der Verteilung der Wasserbilanz.

Die Wasserbilanz als Differenz zwischen Niederschlag und potentieller Verdunstung zusammen mit dem ober- und unterirdischen Abfluss liegt im langjährigen Mittel im Einzugsgebiet zwischen 152 und 307 mm/a. Die Wasserbilanz dient hier als Orientierungswert für die Grundwasserneubildung. Eine negative Was-

serbilanz entspricht folglich einer höheren Verdunstung und weniger Niederschlag, eine positive mehr Niederschlag und weniger Verdunstung.

Tendenziell zeigen sich höhere Niederschlagswerte in den Geestgebieten um Sögel, eine höhere Wasserbilanz um Sögel, Dörpen und Rhede (Ems) sowie geringfügig höhere Temperaturwerte für die Niederungsgebiete, vor allem im südwestlichen Teil des Gebiets.

Auf den Abbildungen 4 bis 6 sind die langjährigen Mittelwerte der Klimakenndaten in einem Raster von 1 X 1 km<sup>2</sup> dargestellt.

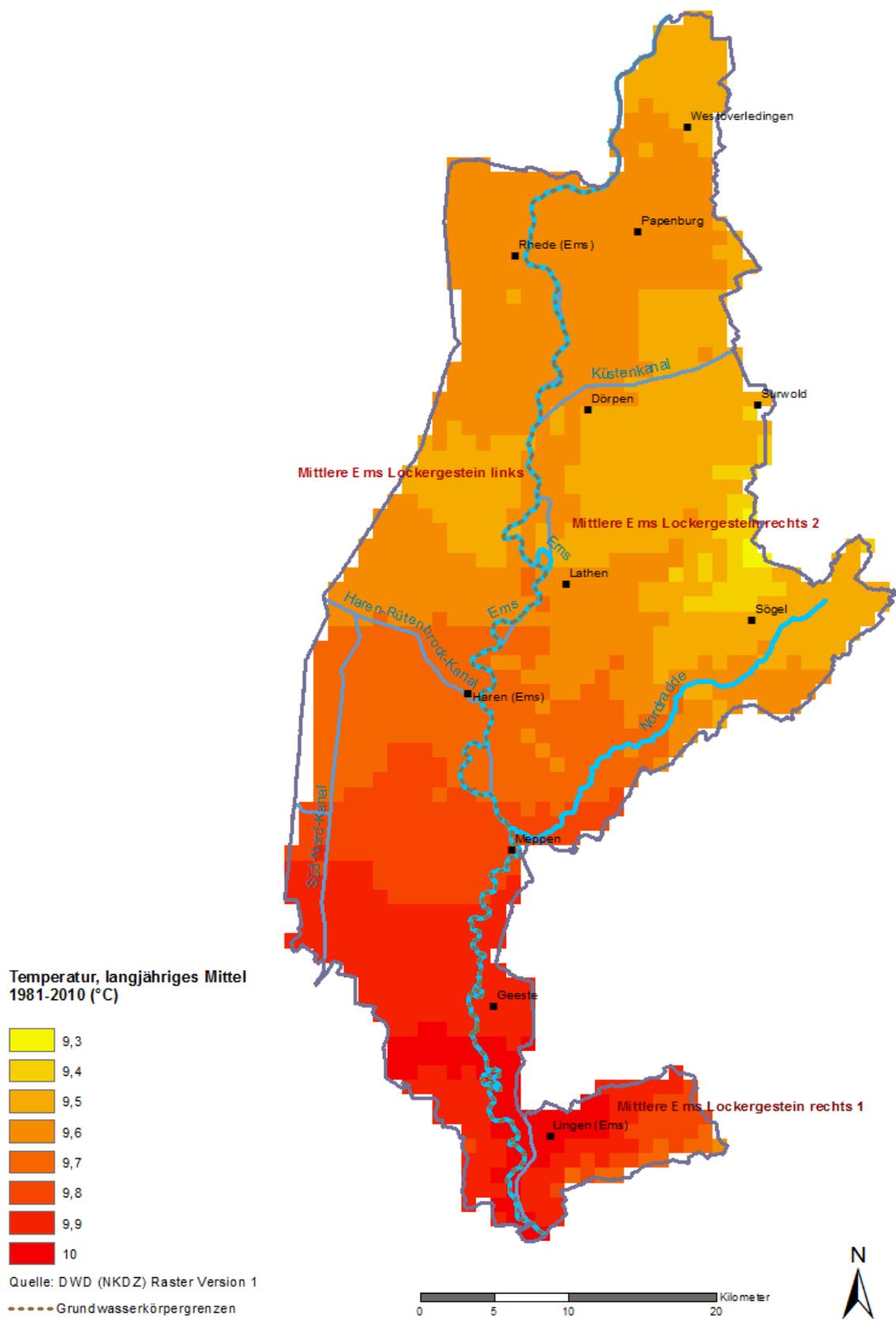


Abb. 4: Lufttemperatur im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.



Abb. 5: Niederschlagsverteilung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

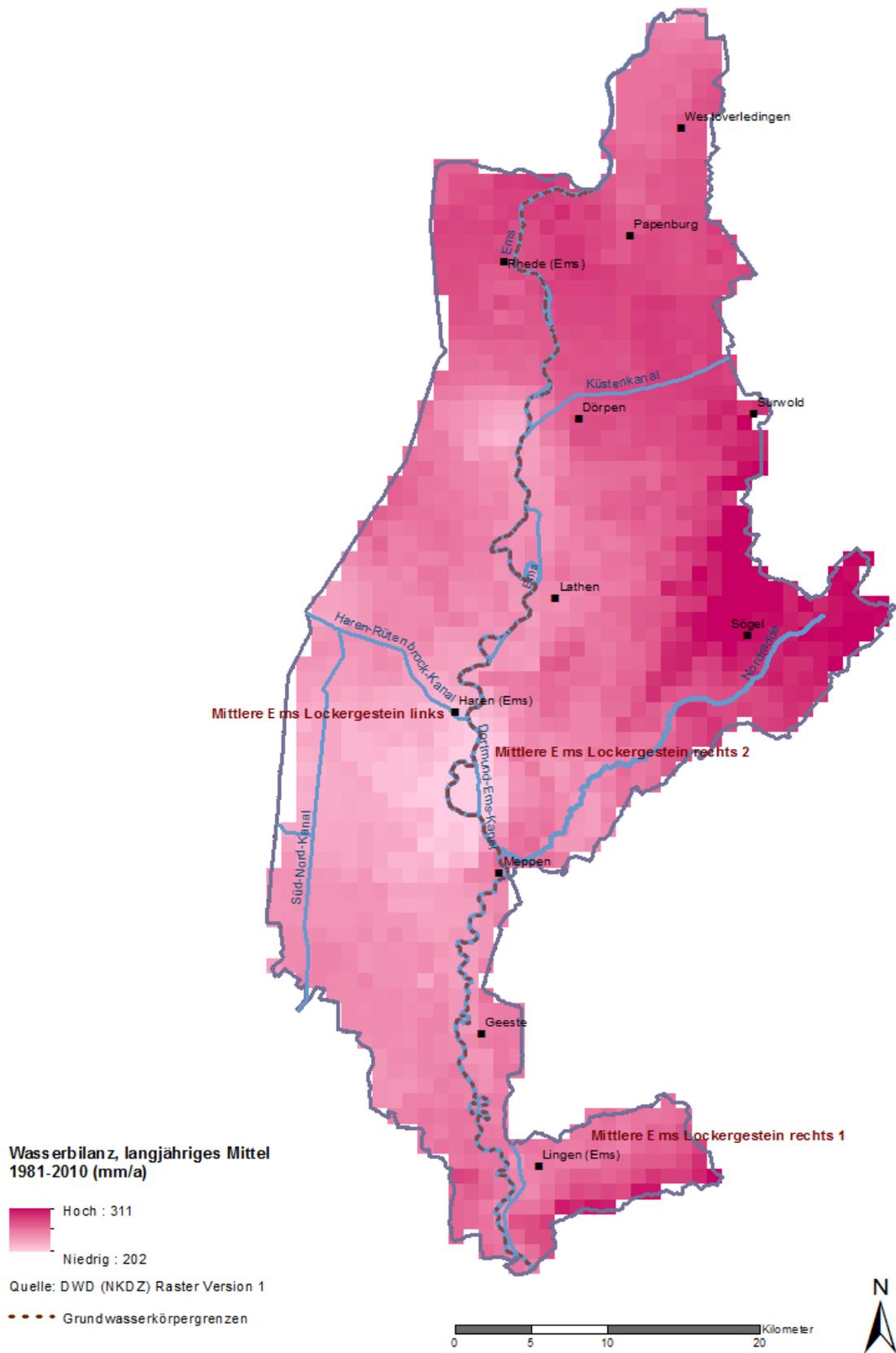


Abb. 6: Wasserbilanz im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 2.2 Entwicklungsgeschichte und geologischer Überblick

Das Einzugsgebiet Ems-Nordradde ist durch die Elster- und darauffolgende Saaleeiszeit geprägt worden. Die Gletscher der Saaleeiszeit und deren Schmelzwasser formten das Landschaftsbild. Abgelagertes Geschiebe erhöht das Gebiet maßgeblich. Die Geestgebiete und dort insbesondere die Altmoränenlandschaften sind verhältnismäßig unfruchtbar. Innerhalb der Geestgebiete sind die Grundmoränen besonders interessant für den ersten Ackerbau im Einzugsgebiet (LK Emsland 2002).

Die Lingener Höhen (siehe Abb. 7), in denen sich mit dem Windmühlenberg die höchste Erhebung im betrachteten Gebiet befindet, bilden zusammen mit der Lohner Geest einen Teilabschnitt eines Ost-West gerichteten Endmoränenzuges der Rehburger Phase in der Saale-Kaltzeit. Die Entstehung des Endmoränenzuges ist zurückzuführen auf die aufpressende bzw. stauchende Wirkung im Randbereich des vordringenden Gletschers (LK Emsland 2002).

Innerhalb der Sögeler Geest befindet sich mit dem Windberg weiter nördlich auf der Grundmoränenplatte „Hümmling“ die zweite markante Erhebung des Einzugsgebietes. Der Hümmling wird im Süden unter anderem von der Nordradde entwässert. Die Fließrichtung der Nordradde ist von einer ehemals längsseitig aufgerissenen Gletscherspalte vorgegeben worden, aus der das Gletscherschmelzwasser abfloss. Die vorherrschende Nährstoffarmut entstand infolge permanenter Verwitterungsprozesse und der damit verbundenen oberflächennahen Entkalkung des einstigen Geschiebemergels (LK Emsland 2002).

Die Gebiete des Bourtanger Moores und der Hunte-Leda Moorniederung (siehe Abb. 7) wurden durch den abschmelzenden Gletscher

und das damit verbundene abfließende Gletscherschmelzwasser mit kilometerbreiten Abflussbahnen ausgestaltet (LK Emsland 2002).

Im späteren Warthe-Stadium und in der darauffolgenden Weichselzeit trugen periglaziale, d.h. in der direkten Umgebung des Gletschers stattfindende Prozesse, zur weiteren Umgestaltung des Einzugsgebietes bei. So führten das sommerliche Bodenfließen (Solifunktion) zur Degradierung des Reliefs und die alljährlich auftretenden Schneeschmelzwässer zu Überschwemmungen in den bereits vom Gletscherschmelzwasser geschaffenen Niederungsgebieten. Mit den damit verbundenen Ablagerungen von Talsanden wurde gleichzeitig auch das Emstal ausgestaltet (LK Emsland 2002).

In der Weichsel-Kaltzeit wurden die bereits durch das Bodenfließen erniedrigten Höhen und aufgefüllten Senken weiter eingeebnet. Das Bodenfließen und die starken Winde wandelten das Einzugsgebiet über Jahrtausende zu einem Flachland um (LK Emsland 2002).

Die verbreiteten Talsande und der starke Wind führten zur Ablagerung von feinen Sanden auf weiten Gebieten. Flugsanddecken mit Mächtigkeiten von bis zu 1,5 m und Dünen bildeten sich aus (LK Emsland 2002). Dünenfelder und Dünenrücken finden sich vorwiegend auf beiden Seiten des Emstals insbesondere um Meppen und Lingen. Die Dünen verlaufen flussnah parallel zur Ems und flussfern vornehmlich E-W und SE-NW, wobei die flussnah auftretenden eher gröbere und schlechter sortierte Sande enthalten und die flussfernen markant feinkörniger und vorsortiert sind (Boigk et al. 1960).

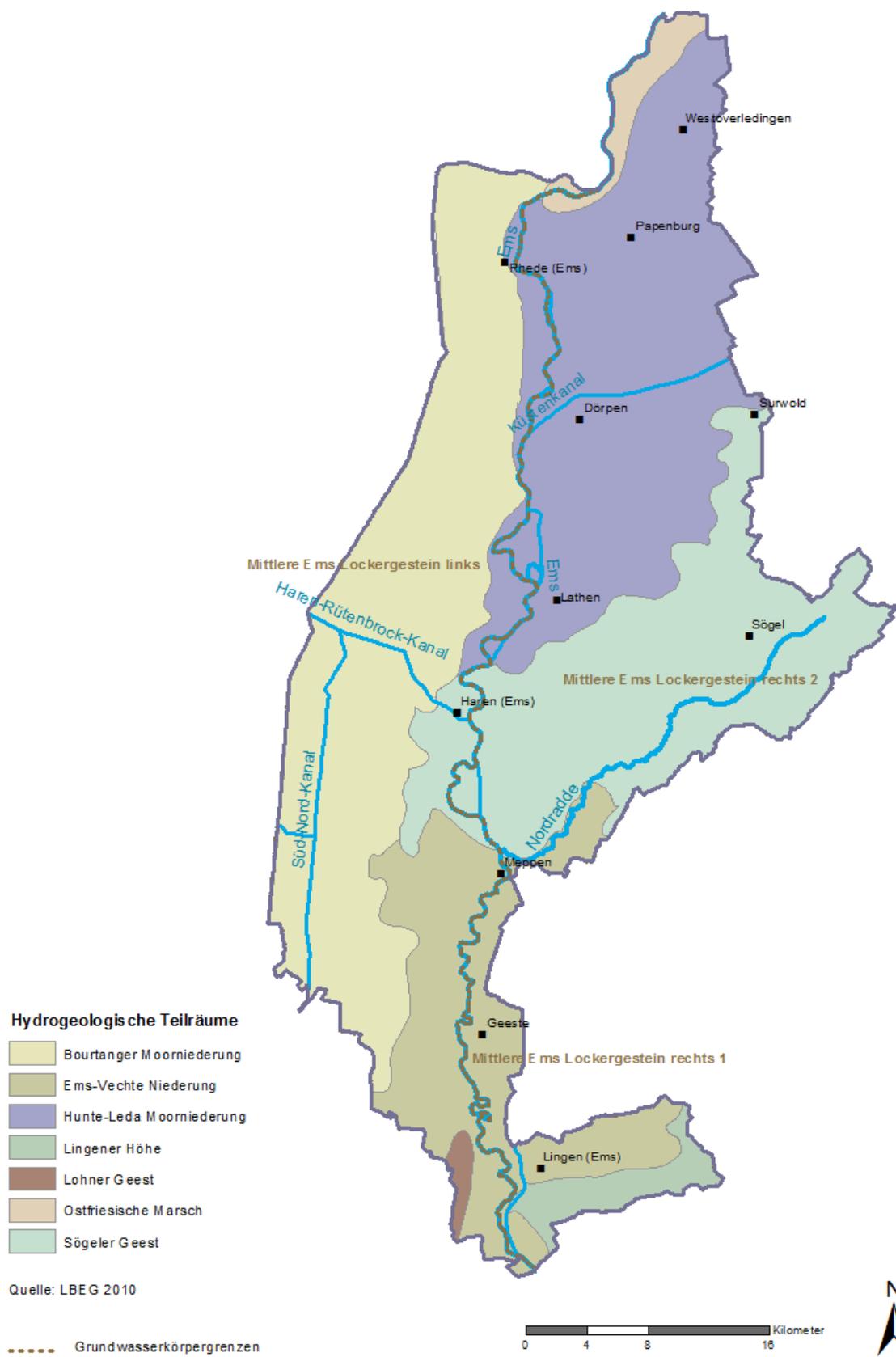


Abb. 7: Hydrogeologische Teilräume im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 2.3 Morphologischer und naturräumlicher Überblick

Nach naturräumlichen Gesichtspunkten lässt sich das Einzugsgebiet Ems-Nordradde im Südosten der Region Ems-Hunte-Geest und Dümmer Geestniederung, im Nordwesten bis Westen der Ostfriesisch-Oldenburgischen Geest und im äußersten Norden der Niedersächsischen Nordseeküste und Marschen zuordnen (Abb. 8). Der Naturraum Ems-Hunte-Geest ist im nördlichen Bereich geprägt von Grundmoränenplatten, die von Flugsanden und Sandlöss überlagert werden. Zahlreiche große und kleinere Fließgewässer gehören ebenso zum Landschaftsbild, wie intensive Landwirtschaft und wiedervernässte Mooregebiete. Nördlich davon im Naturraum Ostfriesisch-Oldenburgische Geest lassen sich neben Grundmoränenplatten mit landwirtschaftlich betriebenen Flächen, Wallhecken und Siedlungsgebieten auch größtenteils kultivierte Mooregebiete finden. Im nördlichsten Bereich des Einzugsgebietes befindet sich die Unterregion Watten und Marsche des Naturraums Niedersächsische Nordseeküste und Marschen. In dieser Unterregion liegen u. a. die Ästuar der Ems, eingedeichte Marsche mit Grünland, Acker und Siedlungsflächen. Abgegrenzt wird dieser Bereich von anderen Naturräumen

### Landnutzung

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde werden 63,7 % der Gesamtfläche landwirtschaftlich genutzt, davon 80,5 % ackerbaulich und 19,5 % als Grünland. Aus Abbildung 10 geht hervor, dass sich zusammenhängende Grünlandflächen vor allem im nördlichsten Teil des Gebietes oberhalb von Papenburg befinden. 14,8 % der Gesamtfläche sind bewaldet, wobei sich ein Großteil der zusammenhängenden Waldflächen bzw. Forstgebiete auf das

durch den Tideneinfluss in die Flusssysteme (von Drachenfels 2010).

Die höchsten Erhebungen im Einzugsgebiet sind, wie aus Abbildung 9 hervorgeht, der Windmühlenberg bei Thuine mit 91,7 m NN und der Windberg bei Werpeloh mit 72,7 m NN (LK Emsland 2002). Am Übergang der Marsch zur Geest befinden sich die tiefsten Bereiche des Einzugsgebietes mit stellenweisen Tiefen bis zu -1,5 m NN.

Zahlreiche Entwässerungsgräben sind charakteristisch für das Einzugsgebiet. Einige der Kanäle im Gebiet, wie der Süd-Nord-Kanal und der Haren-Rütenbrock-Kanal dienen ihnen als Vorfluter. Neben der Nordradde sind die Hase (eigenständiges Einzugsgebiet), der Walchumer Schloot, der Lingener Mühlenbach, die Melstruper Beeke und der Goldfischdever weitere wichtige Nebenflüsse der Ems. Als Schifffahrtskanäle sind zusätzlich zum Dortmund-Ems-Kanal auch der Küstenkanal im nördlichen Teil des Gebietes und der Haren-Rütenbrock-Kanal ausgebaut.

Schießplatzgebiet nordöstlich von Meppen sowie den südlichsten Bereich des Einzugsgebietes konzentriert. Siedlungsflächen nehmen 9,4 % des Gebietes ein. Gewässerflächen umfassen 1,6 % des Gebietes. Außerdem sind 1,7 % des Gebietes als Verkehrsflächen und Sonstiges (Gärten, Friedhöfe usw.) zu benennen. Moore und Torfabbauegebiete nehmen mit 8,8 % einen nicht unbedeutenden Flächenumfang innerhalb des Einzugsgebietes ein.

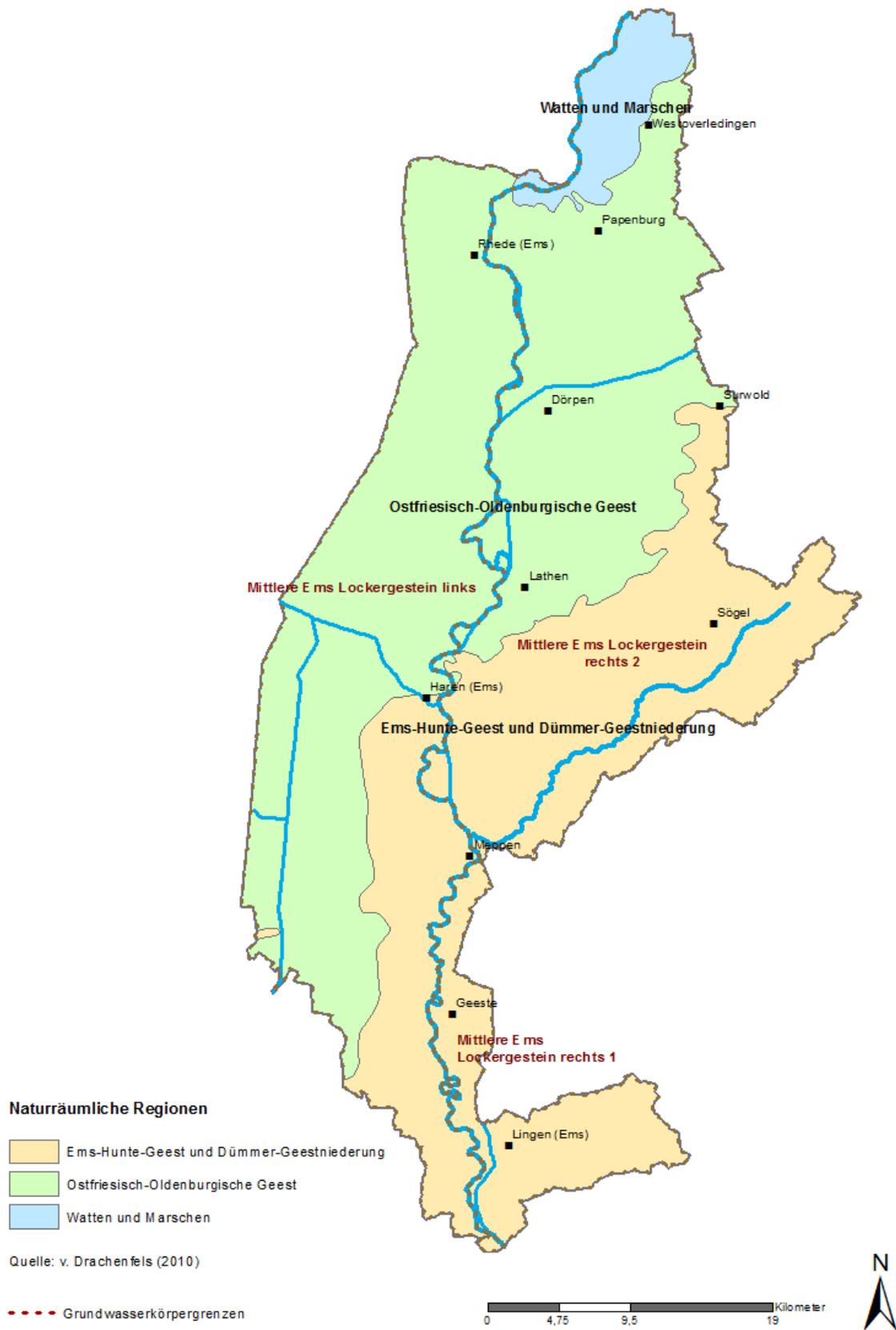


Abb. 8: Naturräumliche Regionen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

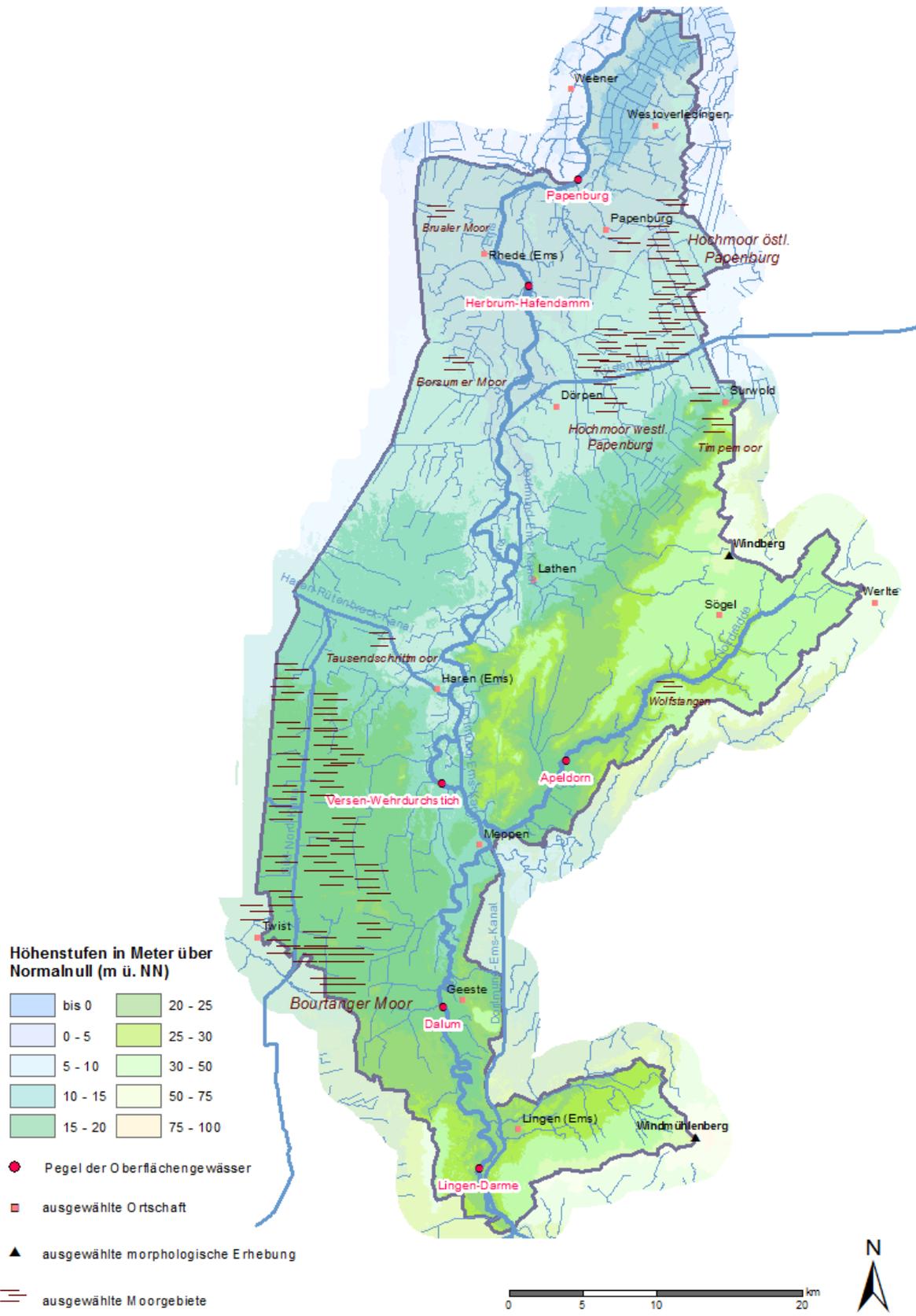


Abb. 9: Morphologische Reliefkarte.

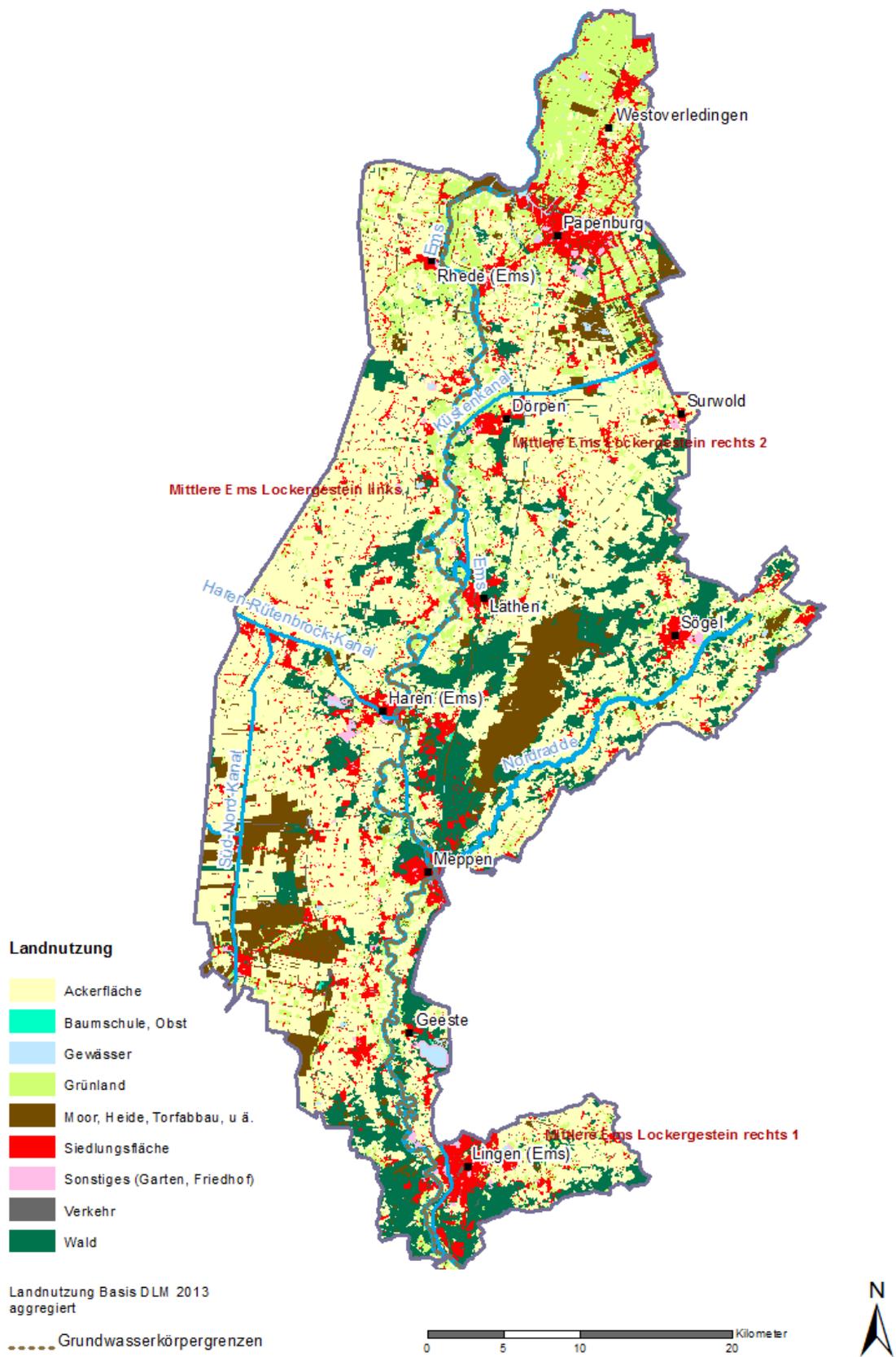


Abb. 10: Landnutzung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## Moore

Sowohl kultivierte als auch naturnahe Moore sind in einigen Bereichen des Einzugsgebietes Ems-Nordradde landschaftsprägend. Die zuvor erwähnten Grabensysteme dienen der großflächigen Entwässerung der Moore und Restmoorflächen. Die Moorschutzprogramme von 1981, 1986 und die Neubewertung von 1994 schließen rund 16.500 ha Moor des Einzugsgebietes ein (Abb. 12). Durch das Sofortprogramm „Niedersächsische Moorlandschaften“ (MU 2016 a) soll mit gezieltem Flächenankauf und Wiedervernässung die Klimabilanz Niedersachsens verbessert werden. Mit einem Flächenanteil von ca. 10,6 % (berechnet anhand der Moorfläche entsprechend der Moorschutzprogramme; siehe Abb. 12) tragen die Moore

im geologischen Sinn daher einen großen Anteil an der Artenvielfalt, dem Naturschutz und dem Klimaschutz. Darüber hinaus können Moore im Falle eines Starkregenereignisses hohe Mengen an Wasser aufnehmen und können dadurch den Abfluss regulieren.

Niedermoore werden durch oberflächennahes Grundwasser versorgt und sind entsprechend nährstoffreicher. Im Einzugsgebiet kommen Niedermoore allerdings lediglich in einzelnen Bereichen wie den Talrändern der Nordradde, in der Nähe des Emstals, am Rand von Hochmoorflächen und Dünenfeldern sowie in Senken vor.



Abb. 11: Wiedervernässter Teil des Bourtangermoores (Naturschutzgebiet Bargerveen).

Den größten Anteil in dem Gebiet machen von Regenwasser gespeiste Hochmoore aus. Das Bourtangermoor, das zu 2/3 in den Niederlanden und zu 1/3 im südwestlichen Teil des Einzugsgebietes liegt, war dabei mit einer ursprünglichen Größe von 120.000 ha eines der

größten zusammenhängenden Hochmoorflächen Mitteleuropas (Tüxen 1991). Besonders die Hochmoore wurden zwecks Torfabbaus größtenteils trockengelegt und für die Landwirtschaft kultiviert. Große Teile des Bourtangermoores wurden auf diese Weise abgebaut. Die

im südlichen Teil des 3.995 ha großen Naturschutzgebietes „Tinner Dose-Sprakeler Heide“ gelegene Tinner Dose wurde aufgrund der militärischen Nutzung als einziges großes Hochmoor in West-Niedersachsen nicht industriell abgetorft (NLWKN oJ). Durch die Moorschutzprogramme werden mittlerweile viele Flächen nach Ende der Abtorfung für den Naturschutz freigegeben und zum Teil wiedervernässt (Abb. 11).

Ziel der Moorschutzprogramme ist die Ausweitung von ca. 81.000 ha nicht abgetorfte

## **Boden**

Das bearbeitete Gebiet gehört, mit Ausnahme der Geestflächen im östlichen- und südlichen Teil, zur maritimen Flachlandregion und weist eine klimatische Wasserbilanz mit einem hohen Wasserüberschuss auf. Dabei besitzen alle Sandböden ohne Grundwasser- oder Stauwassereinfluss meist noch einen günstigen Wasserhaushalt, während Gleye, Pseudogleye und Marschen in diesem Klimaraum besonders stark vernässt sind.

Das Einzugsgebiet gehört zur nordwestdeutschen Flachlandregion mit Mooren, Talauen, Geest und Marschböden. Moore, Auenböden, Gleye und trockene Podsole eignen sich durch ihre Nässe bzw. Trockenheit kaum für die Landwirtschaft, sodass diese Böden stark verändert und nutzbar gemacht wurden.

Wie aus Abbildung 13 ersichtlich, treten in der Emstalaue innerhalb des Einzugsgebietes sandig - kiesige bis tonige, grundwasserbeeinflusste Gleye auf. Das hoch anstehende Grundwasser an Gleyestandorten nimmt Einfluss auf die Bodenbildung. Einem dunklen Ah-Horizont (Humoser Oberboden) folgt ein meist rostiger Go-Horizont (Oxidierter Horizont). Wechselnde Grundwasserstände führen zu einer Oxidation und Ausfällung von Eisen. Hierauf folgt, durch den hohen Wasserstand bedingt, ein sauerstoffreduzierter, meist graublau, grünlicher Gr-Horizont (Reduktionshorizont).

(50.000 ha), nach der Abtorfung zu renaturierender Hochmoorflächen (31.000 ha) und 148 Kleinstmoore als Naturschutzgebiete. Laut MU (2016) wurden bisher 75 % des Programms umgesetzt. Erst nach Ablauf der genehmigten Torfabbaulizenzen bis teilweise 2050 kann das Ziel vollständig umgesetzt werden. Seit 1990 sind des Weiteren alle naturnahen Hochmoore nach § 28a des Niedersächsischen Naturschutzgesetzes gesetzlich geschützt (MU 2016).

Gleye können erst durch Entwässerungsmaßnahmen als geeignete Ackerflächen nutzbar gemacht werden (LK Emsland 2002).

Ein häufiger Bodentyp im Einzugsgebiet ist der Podsol. Überwiegend handelt es sich hierbei um Humuspodsole, die in ihrem ursprünglichen Profil nur noch stellenweise unter Waldflächen anzutreffen sind. Ortsnah finden sich häufig aufgehöhte Plaggenesche. Charakteristisch für die Plaggenesche ist der E-Horizont, der mit dem Ap-Horizont eine Mächtigkeit von insgesamt über einem Meter erreichen kann. Die Plaggenwirtschaft hat durch die wiederholte Entnahme von Plaggen erheblichen Schaden an der Vegetation hervorgerufen, wodurch Dünen- und Flugsandfelder entstehen konnten (LK Emsland 2002).

Im Einzugsgebiet entstanden Staunässeböden hauptsächlich durch geogene Bildung bei unterliegendem, tonigem Geschiebelehm. Viele Bereiche befinden sich durch Entwässerung in einem Übergangsstadium zu Podsol oder Braunerde. Diese Böden werden häufig als Ackerland genutzt (LK Emsland 2002).

Große Flächenkomplexe innerhalb des Einzugsgebietes wurden durch bodenmeliorative Maßnahmen tiefenumgebrochen. Bei den Tiefenumbruchböden, den Treposolen, handelt es sich meist um ehemalige Gleyestandorte oder nach der Abtorfung umgebrochene, ehemalige Hochmoorflächen (LK Emsland 2002).

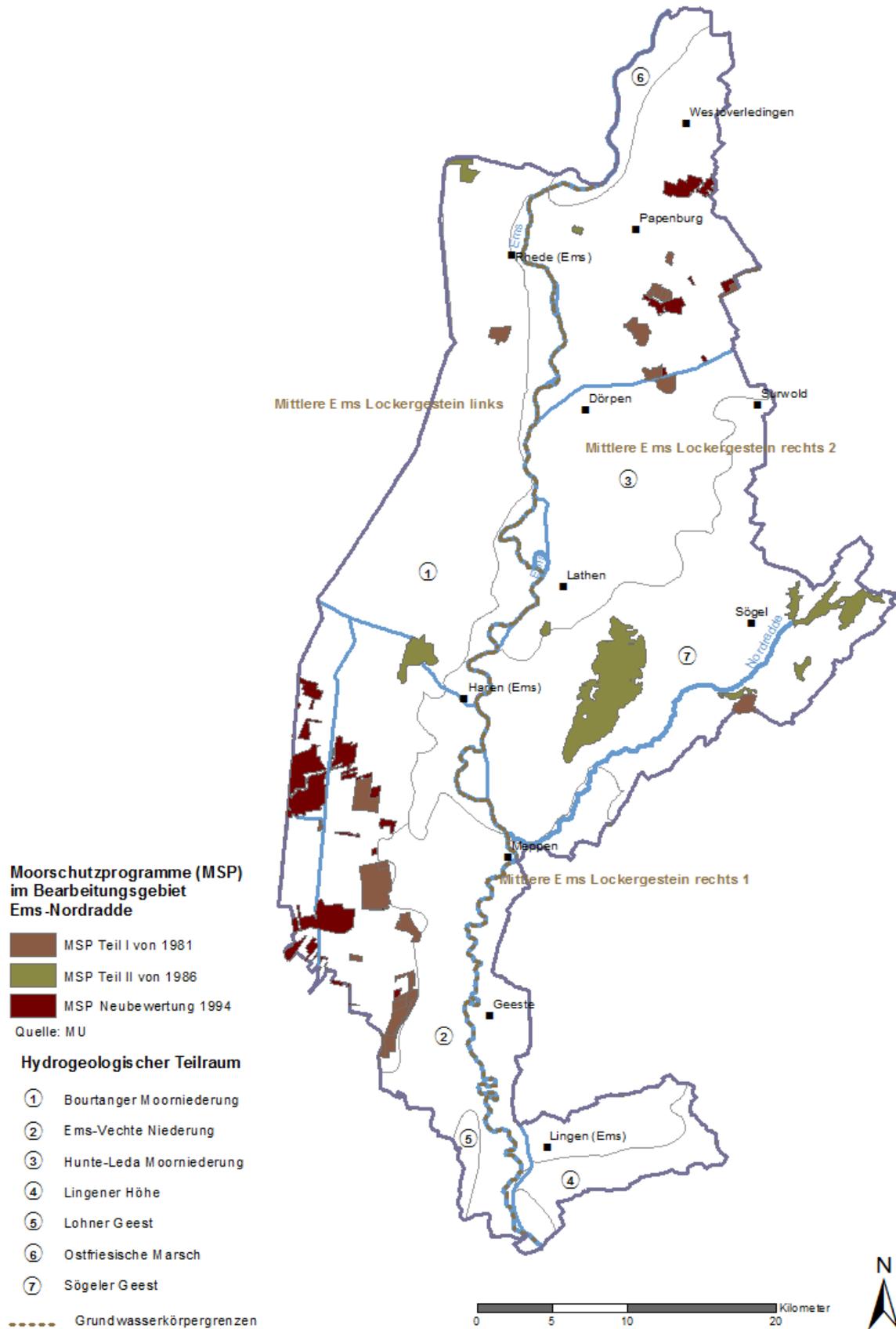


Abb. 12: Moorschutzprogramme im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

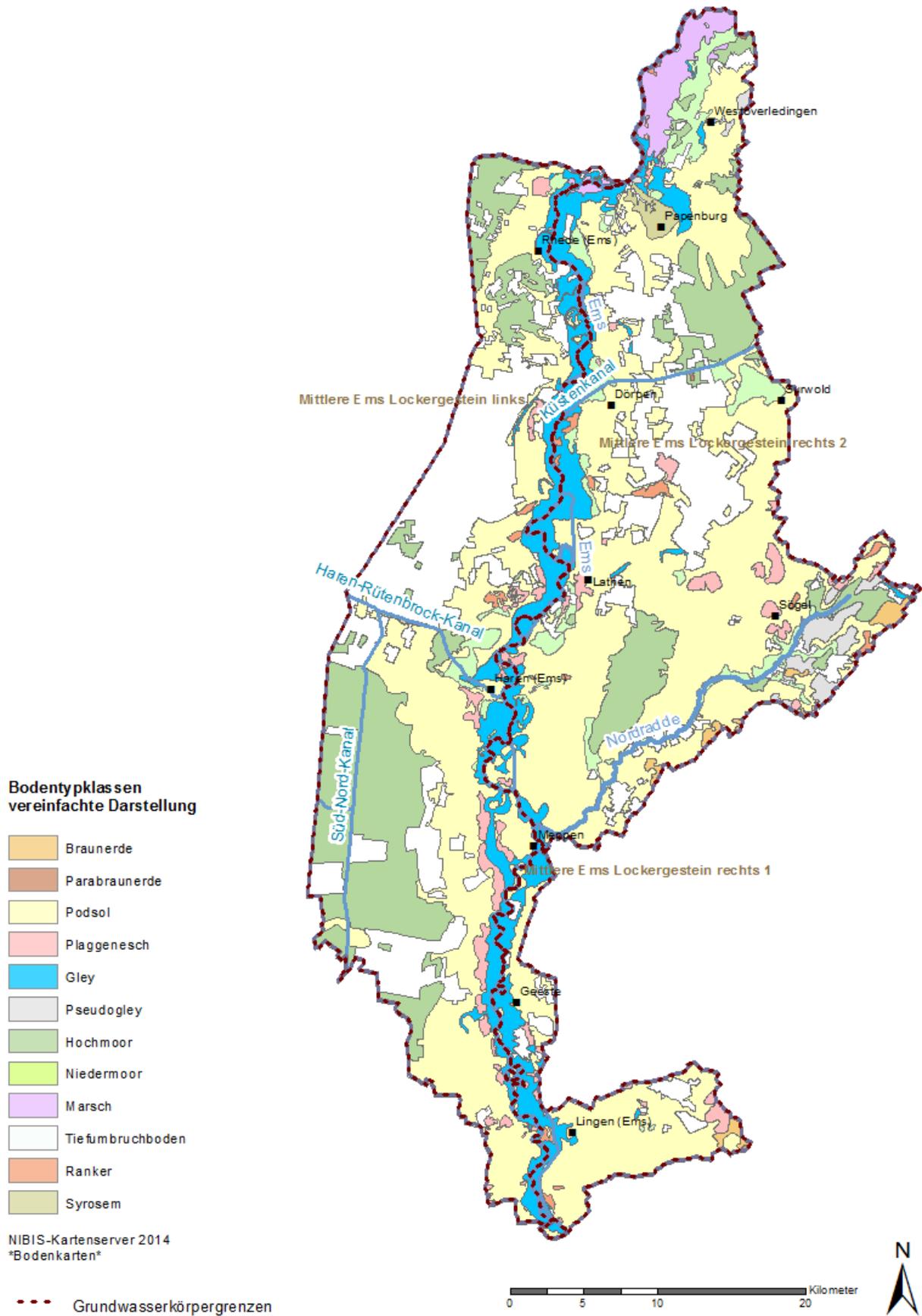


Abb. 13: Böden im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 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 Porenzwickeln gebundenes Kapillarwasser sowie als bestimmte Stoffteilchen im Boden fest umschließendes Hydrationswasser (MU 1992).

Das Grundwasser bewegt sich in den Lockergesteinsgebieten in Grundwasserleitern (Aquifer), in denen aufgrund der Art ihres Lockergesteinsgefüges bei entsprechendem Wasserspiegelgefälle ein Fließen des unterirdischen Wassers eintritt. Schluffige und tonige Bodenarten lassen keine oder nur sehr geringe Grundwasserbewegungen zu, sie werden als Grundwasserhemmer bezeichnet. Je nach den geologischen Verhältnissen können ein oder mehrere Grundwasserstockwerke übereinanderliegen, deren einzelne Grundwasserleiter jeweils durch zwischengelagerte Grundwasser-

hemmer 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 1992). Beide oben beschriebenen Grundwassertypen kommen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde vor.

Nach DIN 4049 werden drei Grundwasserleitertypen unterschieden. Im Porengrundwasserleiter bestehen die Hohlräume, in denen sich das Grundwasser bewegt, aus Poren in Lockergesteinen wie Kiesen und Sanden. In Festgestein durchfließt das Grundwasser vor allem Klüfte im Gestein (Kluftgrundwasserleiter, z.B. in Sandstein), die, wenn sie z.B. in Kalkgestein durch chemische Lösungsvorgänge aufgeweitet worden sind, Karstgrundwasserleiter bilden. Das gesamte Ems-Nordradde-Gebiet ist Lockergesteinsgebiet mit Porengrundwasserleitern.

## 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 Saaleiszeit. In zum Teil beträchtlicher Mächtigkeit und unterschiedlicher Tiefenlage sind sie nahezu flächenhaft in den Geest- und Niederungsgebieten des Flachlandes verbreitet und enthalten erhebliche nutzbare

Grundwasservorkommen (Regionalbericht Leda-Jümme 2016).

Das Trinkwasser wird innerhalb des Einzugsgebietes aus quartären und tertiären Lockergesteinen gewonnen, wobei von den tertiären Ablagerungen nur die jüngsten, feinsandigen Schichten des Pliozäns als ausgebildete Grundwasserleiter für die Gewinnung genutzt werden (LK Emsland 2002).

Entscheidend für die Entnahmemöglichkeiten sind neben der Grundwassermenge und -güte, die räumliche Verbreitung und Anordnung der

Gesteinsschichten sowie die petrographische Ausbildung (MU 1992).

Die tonigen Ablagerungen des Tertiärs überlagern das Festgestein und bilden durch ihre geringe Durchlässigkeit die Basis (bzw. Aquifersohlschicht) für die grundwasserführenden, sandigen Schichten (MU 1992). Von Süden nach Norden wird die quartäre und tertiäre Abfolge zunehmend mächtiger (LK Emsland 2002).

In die grundwasserleitenden Sandschichten sind tonig, schluffige Ablagerungen und Geschiebelehme eingeschaltet (LK Emsland 2002), welche örtlich die Sandfolgen überlagern oder diese, in tieferen Lagen vorkommend, in mehrere Grundwasserleiter unterteilen. Die grundwassergeringleitenden Schichten bewirken in der Regel nur eine kleinräumige hydraulische Trennung, nehmen jedoch für den Schutz des Grundwassers im tieferen Aquifer eine hohe Bedeutung ein (MU 1992).

Im Bereich der Geest- und Niederungsgebiete befinden sich z. T. mächtige und ergiebige Grundwasservorkommen innerhalb sandiger Fluss- und Schmelzwasserablagerungen aus der Elster- und Saalekaltzeit (MU 1992). Bedingt durch geringe Grundwasserflurabstände (meist weniger als ein bis zwei Meter) und überwiegend fehlender, flächenhaft verbreiteter und schützender Deckschichten besteht ein erhöhtes Verunreinigungspotential für den oberen Grundwasserleiter. Der untere Aquifer ist in

der Regel durch die weit verbreiteten Interglazialschichten, bestehend aus Mudden, Torfen und gering durchlässigen Tonen, die hier als Grundwasserhemmer fungieren, gut geschützt (LK Emsland 2002).

Die Flurabstände sind mit über fünf Metern im Bereich des Hümmling relativ hoch, im zentralen Bereich des Hümmling mit über 20 Metern sogar sehr hoch. In der dortigen Geestplatte sowie in der Stauchmoräne der Lingener Höhen bildet ein bis zu 20 Meter mächtiger Geschiebelehm der saalezeitlichen Grundmoräne die Oberflächenbedeckung. Unterhalb dieser Bereiche ist das Grundwasser gut geschützt vor Verunreinigungen (LK Emsland 2002). Die Entnahmebedingungen sind in den Randbereichen der Stauchmoränen besonders günstig, weshalb hier Wassergewinnungsgebiete (Stadtwerke Lingen, Wasserverband Lingener Land) angesiedelt sind.

Innerhalb der südlich gelegenen Endmoränen-Stauchungszone (Lingener Höhe) ist durch die starke Störung der Lagerungsverhältnisse ein häufiger Wechsel der Aquifermächtigkeit vorherrschend. Günstige Entnahmebedingungen ergeben sich am Rand der Stauchungszone einerseits durch die steilen Grundwassergefälle und andererseits durch die in der Regel gute Durchlässigkeit der Aquifere (MU 1992, NIBIS<sup>1</sup>).

## 2.6 Unterteilung des Gebietes nach der EG-WRRL

Grundwasserkörper sind per Definition eindeutig abgrenzbare Grundwasservolumen. Sie gelten als kleinste Bewirtschaftungseinheit nach EG-WRRL und werden durch ihre geologischen, hydrogeologischen, hydraulischen und chemischen Eigenschaften unterschieden.

In Abstimmung des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) und des Nieder-

sächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) erfolgte die Festlegung der Grundwasserkörpergrenzen (NLfB et al., 2004).

Die Ausweisung der Grundwasserkörper erfolgt in Niedersachsen innerhalb der Teileinzugsgebiete der oberirdischen Gewässer nach hydraulischen Grenzen und hydrogeologischen Kriterien. Hydrogeologische Teilräume hinge-

gen sind Bereiche der Erdkruste, die einen regional einheitlichen Bau und vergleichbare hydrogeologische Eigenschaften aufweisen.

Die staatlichen geologischen Dienste haben im Zuge der WRRL-Umsetzung ein einheitliches Verfahren entwickelt, die hydrogeologischen Großräume, Räume und Teilräume bundesweit hierarchisch zu differenzieren.

Aufbauend auf dieser Unterteilung sollen Bewirtschaftungsaufgaben übersichtlich verteilt sowie eine systematische Bearbeitung sichergestellt werden. Insgesamt werden in Niedersachsen derzeit 123 Grundwasserkörper voneinander unterschieden und 90 dabei federfüh-

rend von Niedersachsen bearbeitet. Die verbleibenden 33 Grundwasserkörper werden in Zusammenarbeit mit den benachbarten Bundesländern bearbeitet.

Im Bereich des Einzugsgebietes Ems-Nordradde erstrecken sich drei verschiedene Grundwasserkörper (Tab. 1 und Abb. 14). Das Gebiet umfasst die Grundwasserkörper Mittlere Ems Lockergestein links, Mittlere Ems Lockergestein rechts 1 und Mittlere Ems Lockergestein rechts 2. Diese können wiederum sieben unterschiedlichen hydrogeologischen Teilräumen (Tab. 2 und Abb. 7) zugeordnet werden.

Tab. 1: Die drei Grundwasserkörper mit der Grundwasserkörper-ID sowie der geologischen Zuordnung.

Bezeichnung des Grundwasserkörpers	Grundwasserkörper ID-Nr.	Geologische Zuordnung
Mittlere Ems Lockergestein links	37_01	Lockergestein
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	37_02	Lockergestein
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	37_03	Lockergestein

Tab. 2: Zuordnung der Grundwasserkörper sowie der hydrogeologischen Teilräume.

Bezeichnung Grundwasserkörper	Teilraum Nr.	Hydrogeologischer Teilraum
Mittlere Ems Lockergestein links	01305	Ems-Vechte Niederung
Mittlere Ems Lockergestein links	01506	Lohner Geest
Mittlere Ems Lockergestein links	01306	Bourtanger Moorniederung
Mittlere Ems Lockergestein links	01502	Sögeler Geest
Mittlere Ems Lockergestein links	01307	Hunte-Leda Moorniederung
Mittlere Ems Lockergestein links	01206	Ostfriesische Marsch
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	01305	Ems-Vechte Niederung
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	01508	Lingener Höhe
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	01305	Ems-Vechte Niederung
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	01502	Sögeler Geest
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	01307	Hunte-Leda Moorniederung
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	01206	Ostfriesische Marsch

## 2.7 Grundwasserneubildung

Grundwasserneubildung ist die Wassermenge, die aus Niederschlägen und teilweise aus Flüssen und Seen in den Untergrund gelangt, dort zur Grundwasseroberfläche durchdringt und dem Grundwasserstrom zufließt. Nicht zur Grundwasserneubildung werden Wassermengen gerechnet, die zwar schon ins Grundwasser versickerten, dann aber von den Pflanzen aufgenommen wurden und über die Blätter verdunsten. In vielen Fällen fließen die auf die Erdoberfläche fallenden Niederschläge streckenweise oberflächlich ab und versickern später an entfernteren Stellen. Im Flachland versickert das Wasser unmittelbar nach Niederschlägen meist flächenhaft, aber auch aus großen Pfützen oder aus kleinen, normalerweise trockenen, Gräben (MU 1992).

Die Grundwasserneubildungsrate wird von hydrologischen, hydrogeologischen und anthropogenen Verhältnissen beeinflusst. Von hervorzuhebender Bedeutung sind der Niederschlag, die Verdunstung und der Anteil des Oberflächenabflusses. Die Neubildungsrate wird stark durch den Flurabstand, die Bodenart und die Landnutzung bestimmt (MU 1992). In den Geestgebieten mit generell größeren Flurabständen, wie z.B. in der Sögeler Geest, sind

daher höhere Neubildungsraten zu erwarten als in den Niederungsgebieten mit einem höheren Anteil oberflächennah abfließenden Wassers.

Durch Versiegelung der Oberflächen, z.B. in Folge von Baumaßnahmen, kann die Neubildung örtlich deutlich verringert sein.

Die Grundwasserneubildung ist nicht überall gleich. Sie hängt unter anderem ab von der Niederschlagsmenge und -verteilung, der Durchlässigkeit des Bodens, dem Bewuchs und dem Relief der Bodenoberfläche sowie dem Grundwasserflurabstand. Je nach naturräumlichen Gegebenheiten kann die Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet nach einer Version des Modells GROWA06V02 bis zu 628 mm/a betragen (bspw. Sögeler Geest, Abb. 14). In den noch mit Mooren oder deren Restflächen bedeckten Gebieten ist die Neubildungsrate deutlich geringer, teilweise unter null, und damit im Grundwasserzehrungsbereich. In den Geestgebieten können mittlere Werte von 100-150 mm/a erreicht werden (siehe NIBIS<sup>2</sup>).

Tab. 3: Flächenausdehnung und Grundwasserneubildung innerhalb der Grundwasserkörper Ems Nordradde (NLfB & NLÖ, 2004: EG-WRRL Bericht).

Grundwasserkörper	Gesamtfläche (km <sup>2</sup> )	Grundwasserneubildung (Mio. m <sup>3</sup> /a)	Grundwasserneubildung (mm/a)
Mittlere Ems Lockergestein links	660	91	138
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	126	25	199
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	772	121	157
<b>Gesamt</b>	<b>1558</b>	<b>237</b>	<b>152</b>

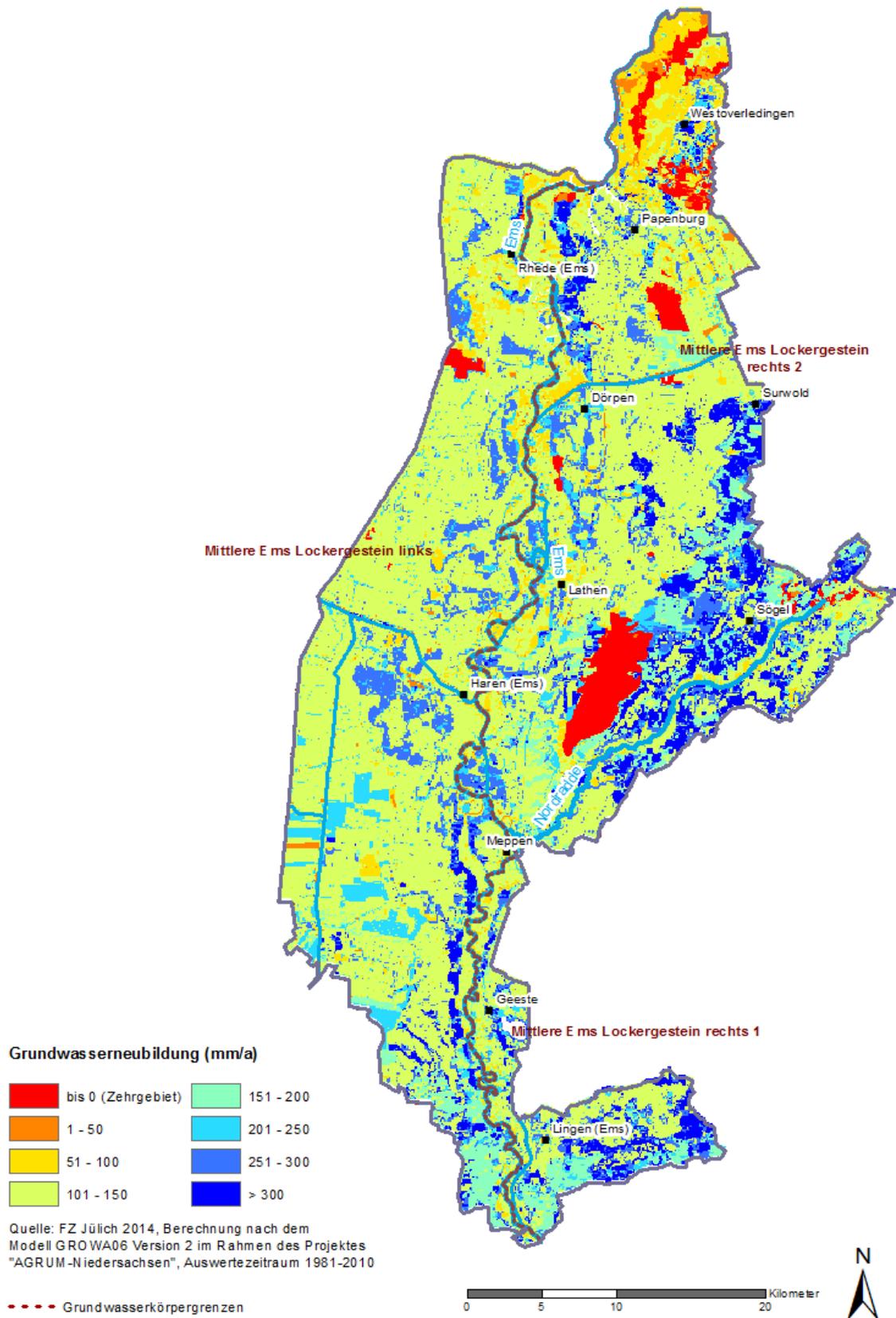


Abb. 14: Grundwasserneubildungsraten im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 2.8 Grundwasserversalzung

Im Einzugsgebiet ist genügend Grundwasser zu Nutzungszwecken gewinnbar. Der natürlich bedingte Konzentrationsanstieg von Chlorid im Grundwasser ist einer der Faktoren, der die Nutzung des Grundwassers als Trink- und Brauchwasser einschränken kann. Wasser gilt als versalzt, wenn sein Chloridgehalt 250 mg/l übersteigt, was dem Grenzwert der Trinkwasserverordnung und in etwa der menschlichen Geschmacksgrenze entspricht (MU 1992). Laut Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001, Stand 2016) ist ein zusätzlicher Grund die korrosive Wirkung des versalzten Wassers.

Für einen Konzentrationsanstieg von Chlorid im Einzugsgebiet können geogen folgende Gründe eine Rolle spielen:

Ablaugung von Salzvorkommen (Subrosion)

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

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

Küstenversalzung über Salzwasserintrusionen über die Ems bei Weener

Flachere Grundwasserleiter sind durch ihren ständigen Wasseraustausch in der Regel geringer von Versalzungen betroffen als tiefere Grundwasserleiter. Durch Dichteunterschiede liegt das Salzwasser unterhalb des Süßwassers (GRUBE et al. 2000). Solange die Süß-/Salzwasser-Grenze unterhalb des Brunnenfilters liegt und die Grundwasserförderung angepasst ist, sodass keine Salzwasserfahne gezogen wird, beeinträchtigt versalztes Tiefenwasser die Grundwasserförderung nicht.

Versalzungen können auch anthropogen hervorgerufen werden, dabei sind folgende Verursachungen in Betracht zu ziehen:

Verwendung von chloridhaltigen Düngemitteln (Kalidünger)

Einträge von Streusalz in direkter Straßennähe

Uferfiltration von versalztem Flusswasser

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde treten Salzkissen (flache Aufwölbung durch Salzschild), Salzintrusionen und Salzstöcke auf (Abb. 15). Ein teilversalzter Bereich befindet sich z.B. östlich von Rhede, Vollversalzung tritt im Gebiet nicht auf (MU 1992).

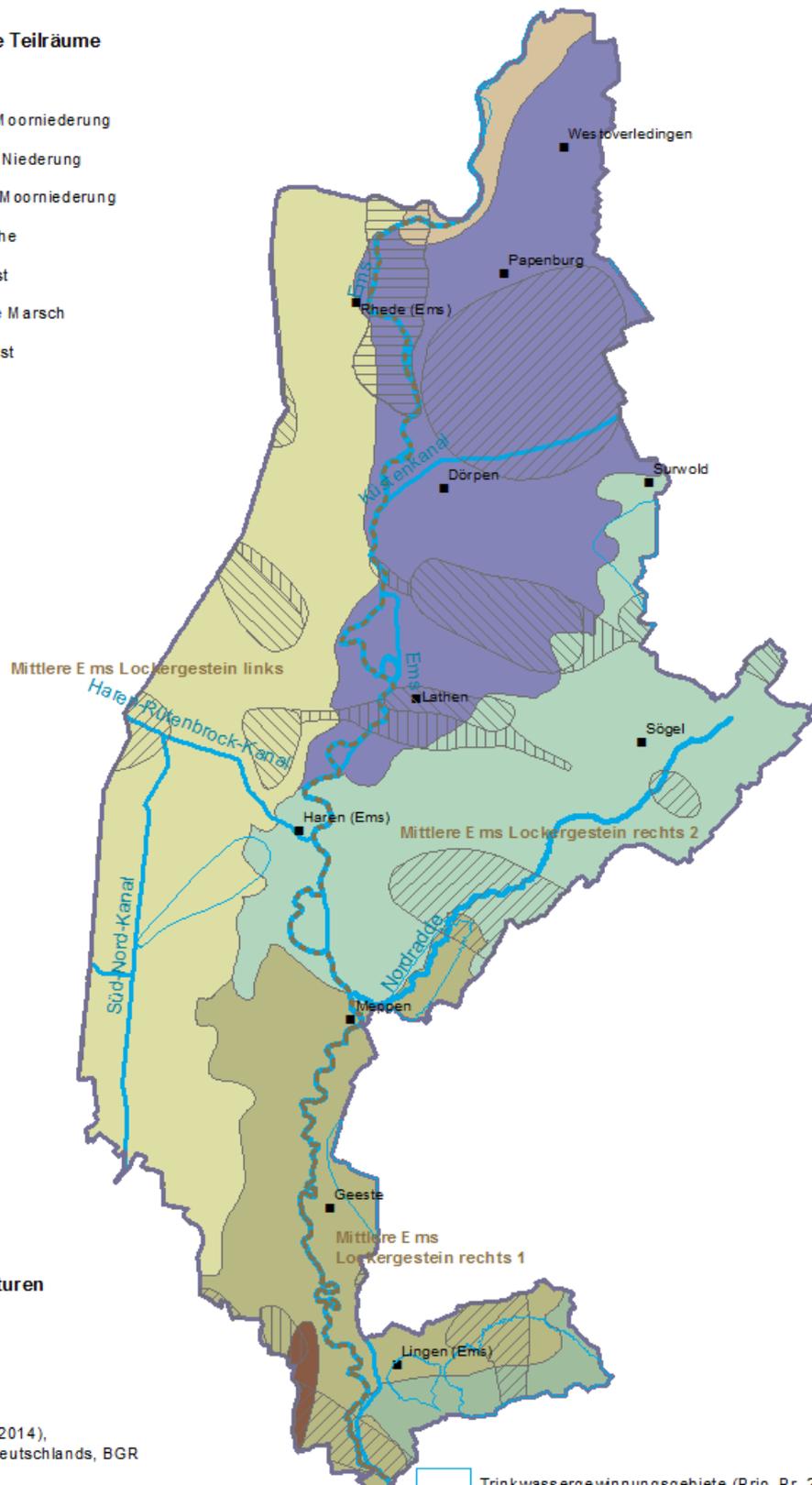
### Kurzinformation: Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

- Die Fläche des Einzugsgebietes beträgt 1558 km<sup>2</sup>.
- Das gesamte Einzugsgebiet der Ems beträgt 13.150 km<sup>2</sup>.
- Die Trinkwassergewinnung erfolgt beinahe zu 100 % aus dem Grundwasser.
- Im gesamten Einzugsgebiet stehen Lockergesteine an.
- Die Grundwasserneubildung beträgt im Einzugsgebiet je nach naturräumlicher Lage bis zu 628 mm im Jahr.
- Im Einzugsgebiet können Konzentrationsanstiege von Chlorid durch verschiedene Faktoren bedingt sein.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



### Versalzungsstrukturen

- Salzstock
- Salzkissen
- Salzintrusion

NIBIS-Kartenserver (2014),  
Salzstrukturen Norddeutschlands, BGR

- 

NIBIS-Kartenserver (2014), Versalzung des Grundwassers, LBEG 2009

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prio. Pr. 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

0 5 10 20 Kilometer



Abb. 15: Versalzung und Versalzungsstrukturen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

### 3. Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Zur Abschätzung der möglichen Gefährdung des Grundwassers durch die landwirtschaftliche Produktion 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 mineralischem 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).

Der verstärkte Anbau von Mais im Rahmen der Biogaserzeugung (siehe dazu 3.2 Biogas und Flächennutzung) als ein weiteres Standbein der Landwirtschaft, verschärft die Problematik zunehmend.

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.

Hohe Viehdichten sind mit einem erhöhten Aufkommen von Wirtschaftsdüngern (Gülle, Stallmist, Geflügelkot usw.) verbunden. Hierdurch kann es zu deutlichen Nährstoffüberschüssen im Boden kommen, was letztlich zu Nährstoffausträgen in das Grundwasser führen

kann (NLWKN 2012 a). In der novellierten Düngeverordnung von 2017 ist ein Grenzwert von maximal 170 kg Gesamtstickstoff je Hektar festgelegt. Für Gärrückstände tierischen Ursprungs aus Biogasanlagen sind nun die Werte der mittleren Nährstoffausscheidung der landwirtschaftlichen Nutztiere heranzuziehen.

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

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). Die Kaliumbelastungsklassen beziehen sich hierbei auf die Trinkwasserverordnung in der Fassung von 1990. In der neueren Fassung von 2001 (Stand 2016) ist kein Grenzwert für Kalium angegeben.

Tab. 4: Belastungsklassen für Nitrat und Kalium (aus NLWKN 2012 a; Quelle: 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 50 mg/kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nicht zulässig. 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.

Neben den Schwermetallen sind aktuell Tierarzneimittelfunde im Fokus. Mit Wirtschaftsdünger werden die Arzneimittel 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. Hierzu sind weitere Untersuchungen notwendig und geplant (UBA 2014). An GWM mit Befund führt der NLWKN weitere Untersuchungen durch. Ziel ist es die Ursachen und Eintragspfade zu erforschen. Ein landesweites Screening soll darüber hinaus klären, ob weitere Messstellen betroffen sind.

### 3.1 Landwirtschaftliche Strukturen

Das Einzugsgebiet Ems-Nordradde umfasst insgesamt 1558 km<sup>2</sup>. Hiervon werden ca. 934 km<sup>2</sup> als landwirtschaftliche Fläche genutzt, was einem Flächenanteil von etwa 60 % an der Gesamtfläche des Einzugsgebietes entspricht. Durchschnittlich bewirtschaften die landwirtschaftlichen Betriebe innerhalb des Einzugsgebietes 51 Hektar. Der Viehbesatz ist mit 1,89 Großvieheinheiten je Hektar landwirtschaftlicher Fläche (GV / ha LF) relativ hoch. Im Vergleich dazu beträgt der durchschnittliche Viehbesatz in Niedersachsen 1,12 GV pro ha LF.

Pflanzenschutzmittel (PSM) kommen im natürlichen System nicht vor und werden anthropogen auf die Böden und Pflanzen aufgebracht. Über das Sickerwasser erreichen sie das Grundwasser und führen zu unerwünschten Belastungen. Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel liegt nach der Trinkwasserverordnung (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 zur Freihaltung der Gleise, von Gärtnereien und Privatpersonen eingesetzt. Herbizide haben hierbei eine große Bedeutung (siehe 8.11 Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten).

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

Westlich und südwestlich der Ems im Bereich der Bourtanger Moorniederung setzt sich die überwiegende betriebswirtschaftliche Ausrichtung der Betriebe (Abb. 16) aus Ackerbau und Pflanzen- und/oder Viehhaltungsverband zusammen. Östlich der Ems im Bereich Sögeler Geest, Hunte-Leda Moorniederung und nordwestlich der Ems dominiert eine futterbauliche Ausrichtung der Betriebe sowie in Teilbereichen bei Sögel und Dörpen die Veredelung.

Hinweis:

Die hier dargestellten Daten werden am Betriebssitz der landwirtschaftlichen Betriebe nachgewiesen. Dies ist i. d. R. das Grundstück, auf dem sich die wichtigsten Wirtschaftsgebäude des Betriebes befinden. Dadurch kann die lagerichtige Darstellung der Merkmale nur eingeschränkt erfolgen. Dies gilt insbesondere für Flächen- und Tiermerkmale.

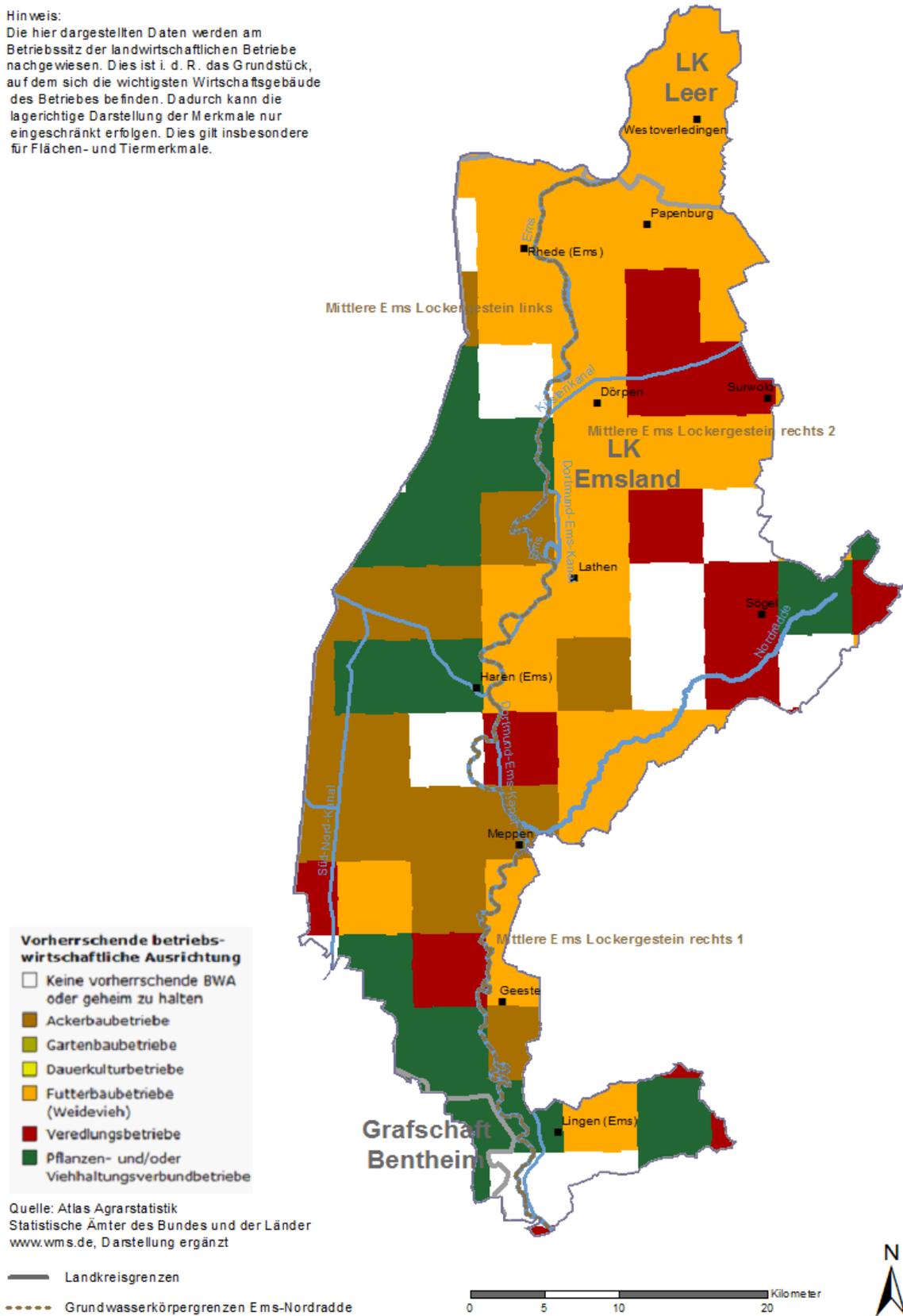


Abb. 16: Betriebliche Ausrichtung der landwirtschaftlichen Betriebe im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## Anbau

Durch eine hohe Heterogenität an Bodentypen (Abb. 13) und Grundwasserständen im Einzugsgebiet bestehen große Unterschiede in der landwirtschaftlichen Nutzung des Gebietes. Besonders niedrig sind die Flurabstände in den Mooregebieten und Marschen, deutlich höher sind sie in den Geestbereichen. In Abbildung 19 werden die landwirtschaftlichen Anbauverhältnisse mit den Feldblockdaten 2011 (InVeKos-Daten 2011, SLA) auf Teilraum-Ebene differenziert ausgewertet.

Im Einzugsgebiet Ems-Nordrade nehmen Silo- und Körnermais und Kartoffeln mit 38 % bzw. 20 % (Abb. 17) den größten Anteil der landwirtschaftlichen Kulturen ein. Grünlandkulturen nehmen 18 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche ein, wobei hiervon 13 % als Dauergrünland bewirtschaftet werden. Unter den Getreidekulturen dominiert Wintergetreide mit 17 %.

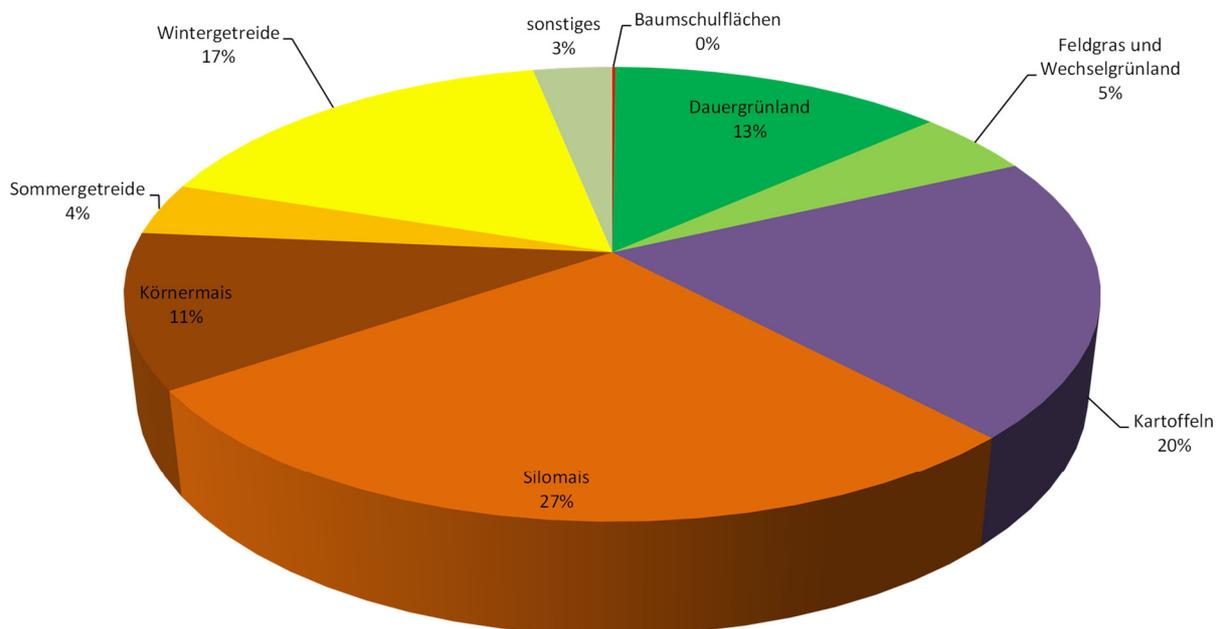


Abb. 17: Anteil der Kulturarten an der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordrade in Prozent (Auswertung InVeKos-Daten 2010).

Die von Entwässerung geprägten Bodenverhältnisse in der Ostfriesischen Marsch spiegeln sich auch in den Anbauverhältnissen wieder. Hier dominiert Dauergrünland mit einem Anteil von 85 %. Die übrigen 15 % verteilen sich überwiegend auf Silomais- und Wintergetreideanbau. In den Niederungs- und Geestgebieten nimmt der Maisanbau eine dominierende Rolle ein. Der Maisanteil schwankt hier zwischen 35 % in der Bourtanger Moorniederung und 48 % in der Ems-Vechte-Niederung, wobei in der Regel zu ca. zwei Dritteln Silomais angebaut wird. Den höchsten Maisanteil weist die Lingener Höhe mit 60 % auf, hiervon allein

48 % Silomais. Mais wird einerseits zur Bereitung von Maissilage für die Nutztierhaltung angebaut, andererseits als Energiemais bzw. Gärsubstrat für die zahlreich vorhandenen Biogasanlagen benötigt (siehe 3.2 Biogas und Flächennutzung). Neben dem Maisanbau spielt auch der Futtergetreideanbau in den meisten Teilraumgebieten eine gewichtige Rolle. So beträgt der Getreideanteil der Kulturarten in der Lohner Geest 33 %, in der Sögeler Geest 29 % und in den Niederungsgebieten zwischen 17 bis 20 %. Es handelt sich fast ausschließlich um Wintergetreide, hierbei vor allem Gerste und Triticale. Im Hinblick auf den

Hackfruchtanbau innerhalb des Einzugsgebietes ist vor allem in den grenznahen Teilraumgebieten zu den Niederlanden der Kartoffelanbau in gewichtigem Umfang verbreitet. In der Sögeler Geest macht der Kartoffelanbau einen Kulturanteil von 14 % aus, in der Ems-Vechte-Niederung 19 % und in der Bourtanger Moorniederung 33 %. Die Konzentration auf den Kartoffelanbau ist hierbei eng verknüpft mit der bereits 1928 gegründeten und seit 1978 unter

neuer Führung betriebenen Kartoffelstärkefabrik in der benachbarten Grafschaft Bentheim in Emlichheim. Der Kartoffelanbau hat sich im Emsland verdreifacht (LK Emsland 2002). Unter der Kulturart „Sonstiges“, sind unter anderem Kulturen wie Gartengewächse, Obstanlagen, Hülsenfrüchte und Raps zusammengefasst. In den Geest- und Niederungsgebieten des Einzugsgebietes machen diese allerdings nur einen geringen Anteil von 2 - 5 % aus.



Abb. 18: Maisfeld mit Phacelia im Vordergrund.

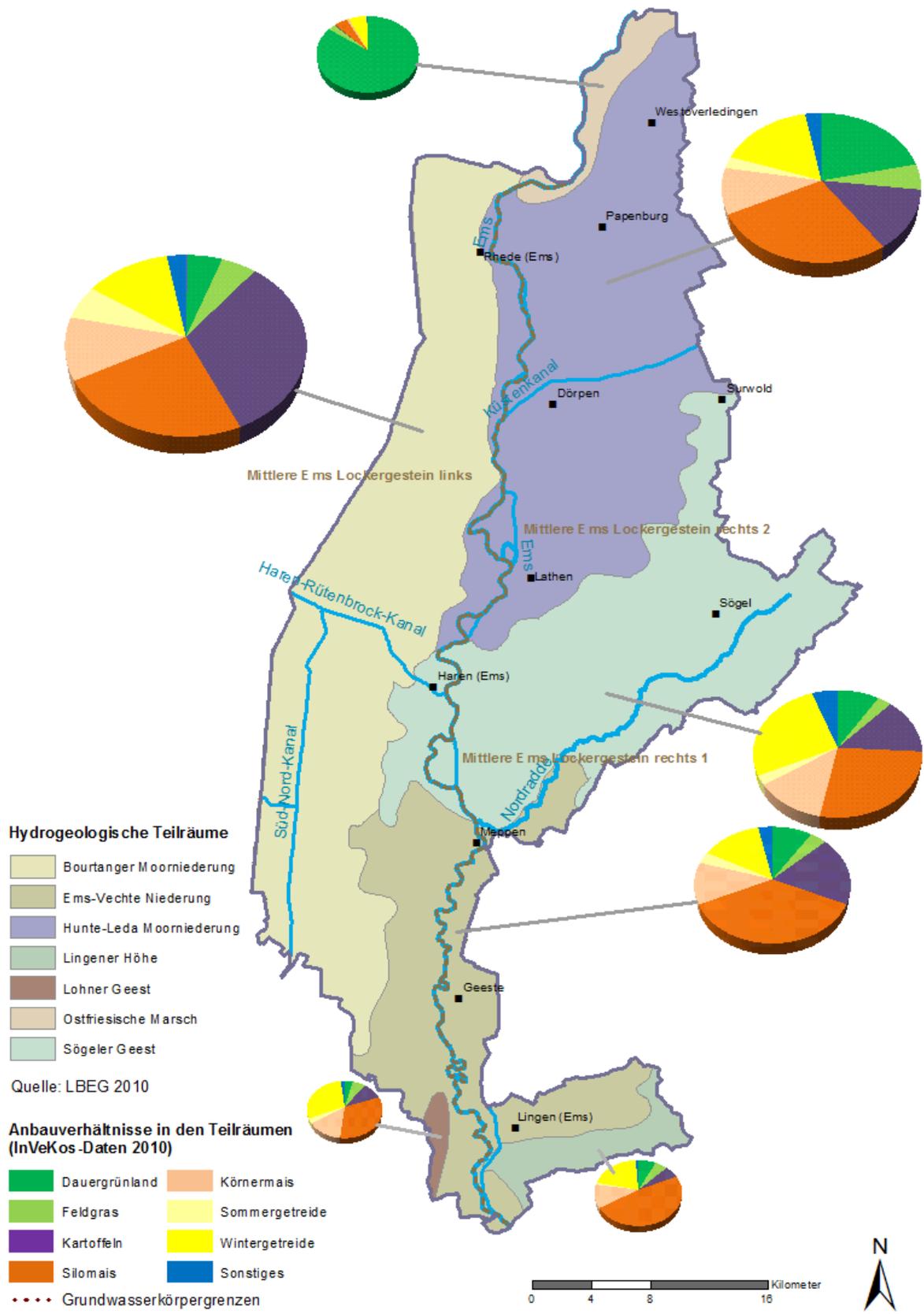


Abb. 19: Anbauverhältnisse (InVeKos-Daten 2010) im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## Tierhaltung

Der Viehbesatz innerhalb des Einzugsgebietes beträgt 1,89 Großvieheinheiten (GV) pro Hektar (ha) landwirtschaftlicher Nutzfläche. Für die Berechnung wurden Gemeindedaten der Agrarstrukturerhebung 2010 (LSKN 2013) herangezogen. Innerhalb des Gebietes sind große

regionale Unterschiede festzustellen. Der Viehbesatz (Abb. 20) variiert zwischen 0,32 GV/ha in der Gemeinde Lathen und 3,13 GV/ha in der Gemeinde Dörpen.

Tab. 5: Prozentualer Anteil ausgewählter Tierarten am jeweiligen Gesamtbestand innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde, berechnet aus den für Ems-Nordradde relevanten Gemeinde-Daten der Agrarstrukturerhebung 2010 LSKN 2012, zusammengefasst auf Landkreis-Ebene.

LK	Rinder [%]	Schweine [%]	Hühner [%]	Sonst. Geflügel [%]
Leer	26,9	1,3	0,0	*
Emsland	68,6	91,5	98,2	100
Bentheim	4,5	7,3	1,8	*

Im Landkreis Leer sind trotz des flächenmäßig kleinen Anteils am Einzugsgebiet mit 50.437 mehr als ein Viertel aller Rinder (Tab. 5, Abb. 22) vorhanden. Dies ist eng verknüpft mit der Landnutzung (Abb. 10). Der große Flächenanteil an Dauergrünland prädestiniert den Landkreis Leer für die Rinderhaltung.

Der Schwerpunkt der intensiven Nutztierhaltung liegt mit großen regionalen Unterschieden im Landkreis Emsland. Das Emsland bildet, zusammen mit dem nördlichen Teil der Niederlande sowie dem südoldenburgischen Raum bis nach Rotenburg, ein Gebiet, das gekennzeichnet ist durch die höchste Produktionsdichte an Mastschweinen in ganz Europa. Im östlichen Teil des Einzugsgebietes befindet sich in Sögel die größte Schlachtereier Niederachsens. Schwerpunkte der Schweinehaltung liegen in den Gemeinden Emsbüren mit 83.060 und Geeste mit 78.939 Schweinen (Abb. 21). Einer Ausweitung der Bestandsgrößen stehen abnehmende Halterzahlen gegenüber (LK Emsland 2002).

Die Geflügelhaltung nimmt für die landwirtschaftlichen Betriebe innerhalb des Einzugsgebietes eine mindestens ebenso große Bedeutung ein wie die Schweinehaltung. Bei den 11,5 Mio. gehaltenen Hühnern handelt es sich

zu ca. 90 % um Masthühner und -hähne für die Fleischproduktion. Einen Anteil von 10 % machen Jung- und Legehennen für die Eierzeugung aus. Ähnlich wie bei der Schweinehaltung, hat sich in der Verbreitung der Geflügelhaltung im Laufe der Jahre ein räumlicher Gürtel ausgebildet, der sich über das nördliche Westfalen, die Grafschaft Bentheim, das Emsland und die angrenzenden niederländischen Provinzen, bis in den Landkreis Diepholz zieht. Der Landkreis Emsland nimmt hierbei mit ca. 11,3 Mio. Hühnern die Spitzenposition ein. Die meisten Hühner werden in den Gemeinden Geeste (ca. 1,5 Mio.) und Haren (Ems) (ca. 1,3 Mio.) gehalten. In Haren befindet sich außerdem die Emsland Frischgeflügel Schlachtereier. Mit 300.000 Tonnen produziertem Hähnchenfleisch (Schlachtgewicht) pro Jahr, nimmt Emsland-Frischgeflügel ein Drittel der deutschen Hähnchenfleischproduktion ein (Böckermann 2014).

Truthühner (Puten) und Enten, die in Tabelle 5 unter sonstiges Geflügel aufgeführt sind, werden im Einzugsgebiet nur vereinzelt intensiv gehalten- in den Gemeinden Haselünne mit 55.373 und Werlte mit 51.500 Tieren. Hiervon etwa zwei Drittel Truthühner und ein Drittel Enten.

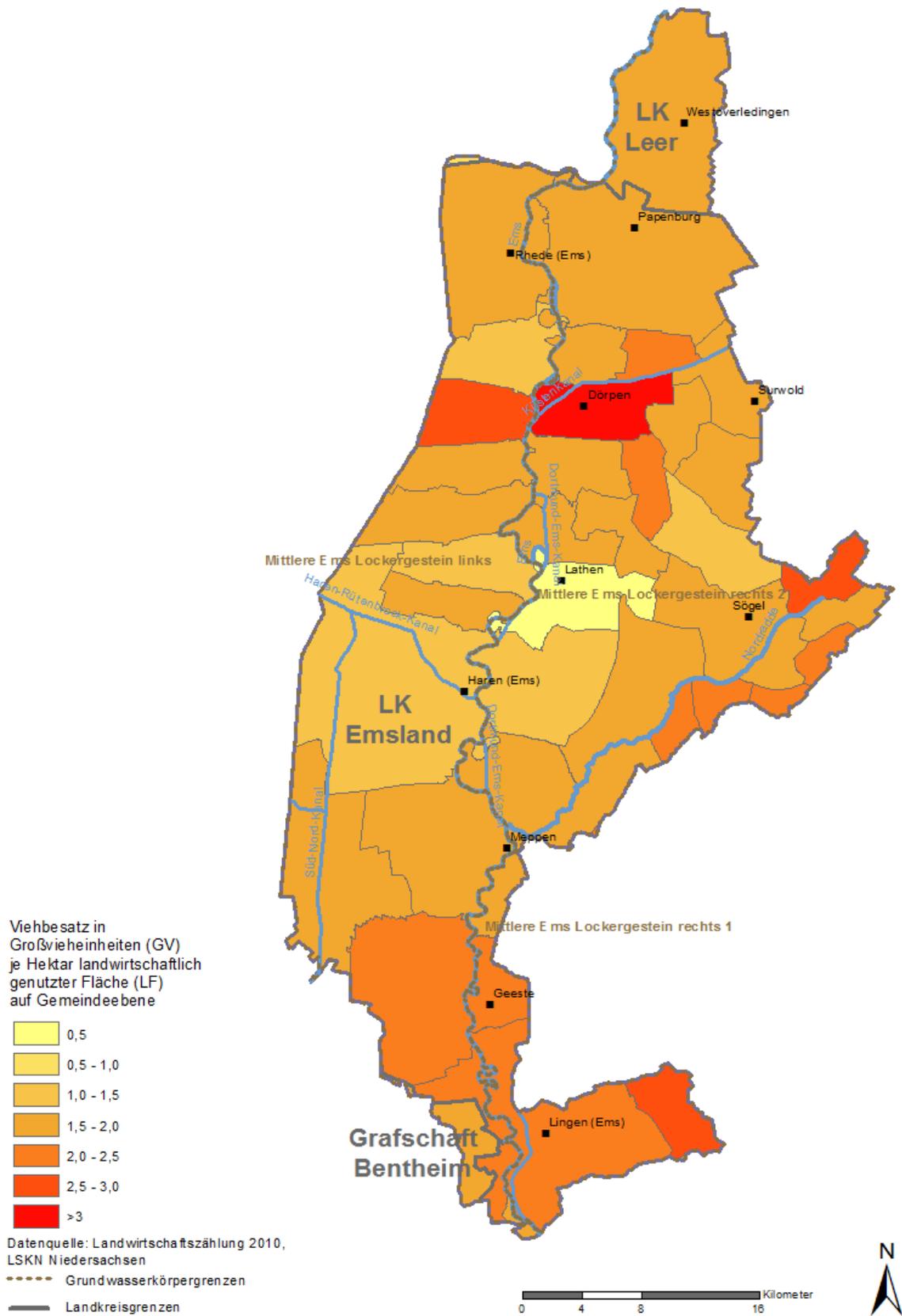


Abb. 20: Viehbesatz im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

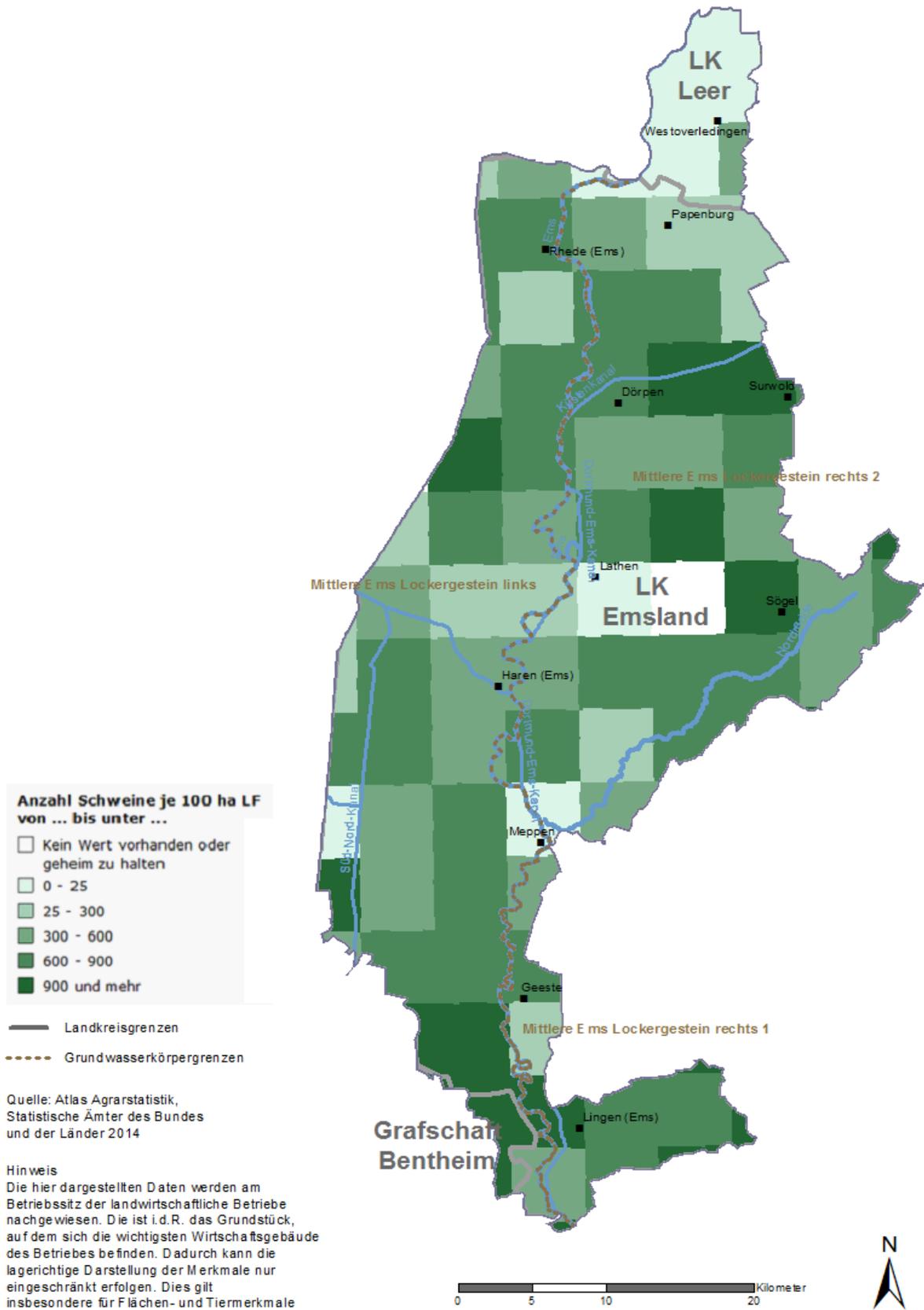


Abb. 21: Schweinehaltung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

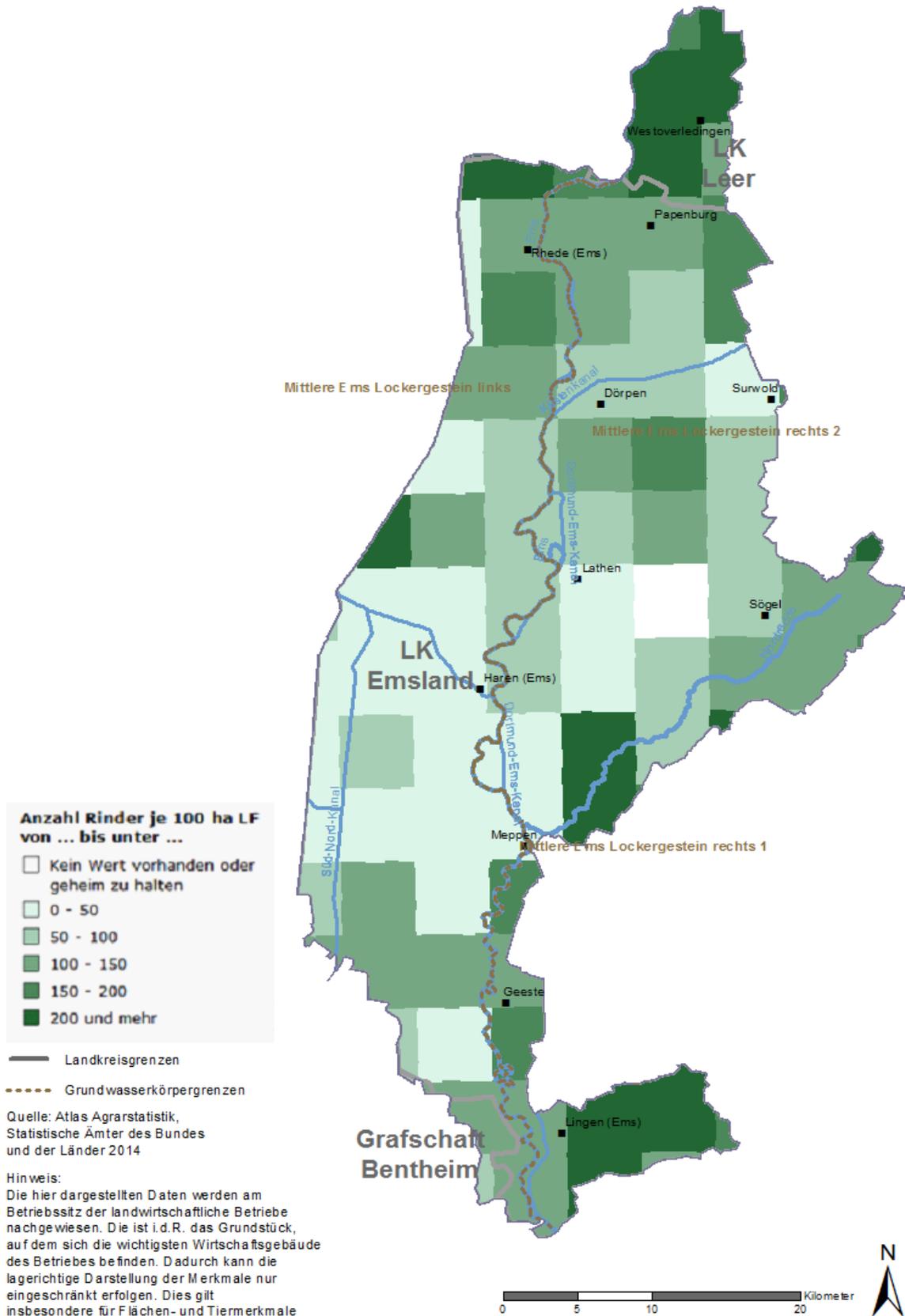


Abb. 22: Rinderhaltung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

### 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). Durch das seit dem Jahr 2000 bestehende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll eine entsprechende Entwicklung vorangetrieben werden. Insbesondere die EEG-Neuregelung von 2009 führte zu einem starken Anstieg der Anlagendichte. Die zusätzlichen Vergütungsansprüche für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen (NawaRo-Bonus) sowie 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 1546 mehr als verzehnfacht (Abb. 23).

Die Politik reagiert mit dem EEG 2012 auf die zunehmend kritische Diskussion um die Biogaserzeugung. Die NawaRo-, Gülle- und Landschaftspflegeboni wurden durch die Einsatzstoffvergütungs-klassen I und II ersetzt. Die Vergütung des erzeugten Stroms ist dabei abhängig von den nach Einsatzstoffvergütungs-klassen eingesetzten Stoffen. Mais, Grünroggen und Gras sind der Vergütungsklasse I zugeordnet. Gülle, Mist und Landschaftspflegematerial gehören beispielsweise zur Einsatzstoffklasse II. Der Gesamt-Anteil an Maissilage, Getreidekorn, Corncobmix (CCM) und Lieschkolbensilage (LKS) wurde dabei auf 60 Masseprozent in einer Biogasanlage begrenzt. Das am 01.08.2014 in Kraft getretene EEG 2014 hat unter anderem die Steuerung des Anlagenzubaues zum Ziel (3N-Kompetenzzentrum 2014). In der neuen Fassung entfällt der Technologiebonus für die Gasaufbereitung, neue Regelungen bzgl. der Höchstbemessungsleistung sind wirksam und die Einsatzstoffvergütungsklassen I und II entfallen.

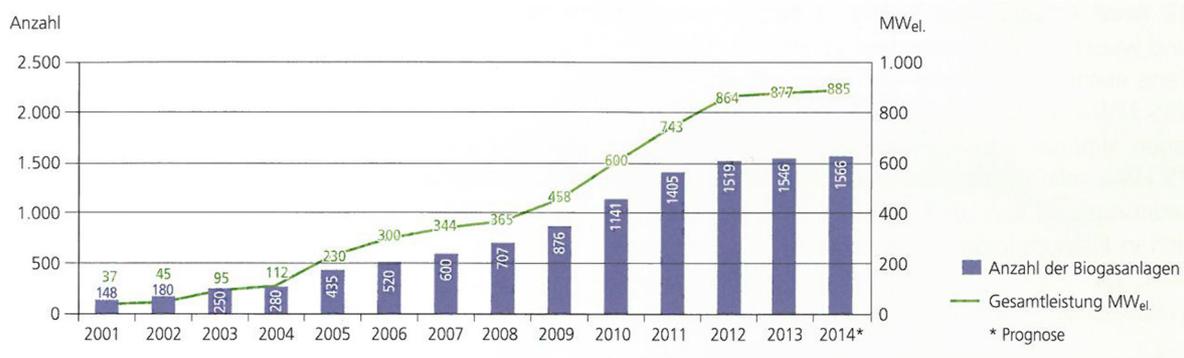


Abb. 23: Anzahl und installierte Leistung der Biogasanlagen in Niedersachsen (3N-Kompetenzzentrum 2014).

Die regionale Verteilung der Biogasanlagen in Niedersachsen ist sehr unterschiedlich. Als Schwerpunktgebiete der Biogaserzeugung können anhand der Anlagenzahlen von Dezember 2013 (Abb. 24) die Landkreise Emsland (155 Anlagen), Rotenburg (144), Cloppenburg (116) sowie Diepholz (111) benannt werden (3N-Kompetenzzentrum 2014). Die wichtigste Größe zur Beurteilung der Zusammenhänge zwischen Landnutzung und Biogasanlagenzahl stellt die installierte Leistung je Hektar

landwirtschaftlich genutzter Fläche dar (3N-Kompetenzzentrum 2014). 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.

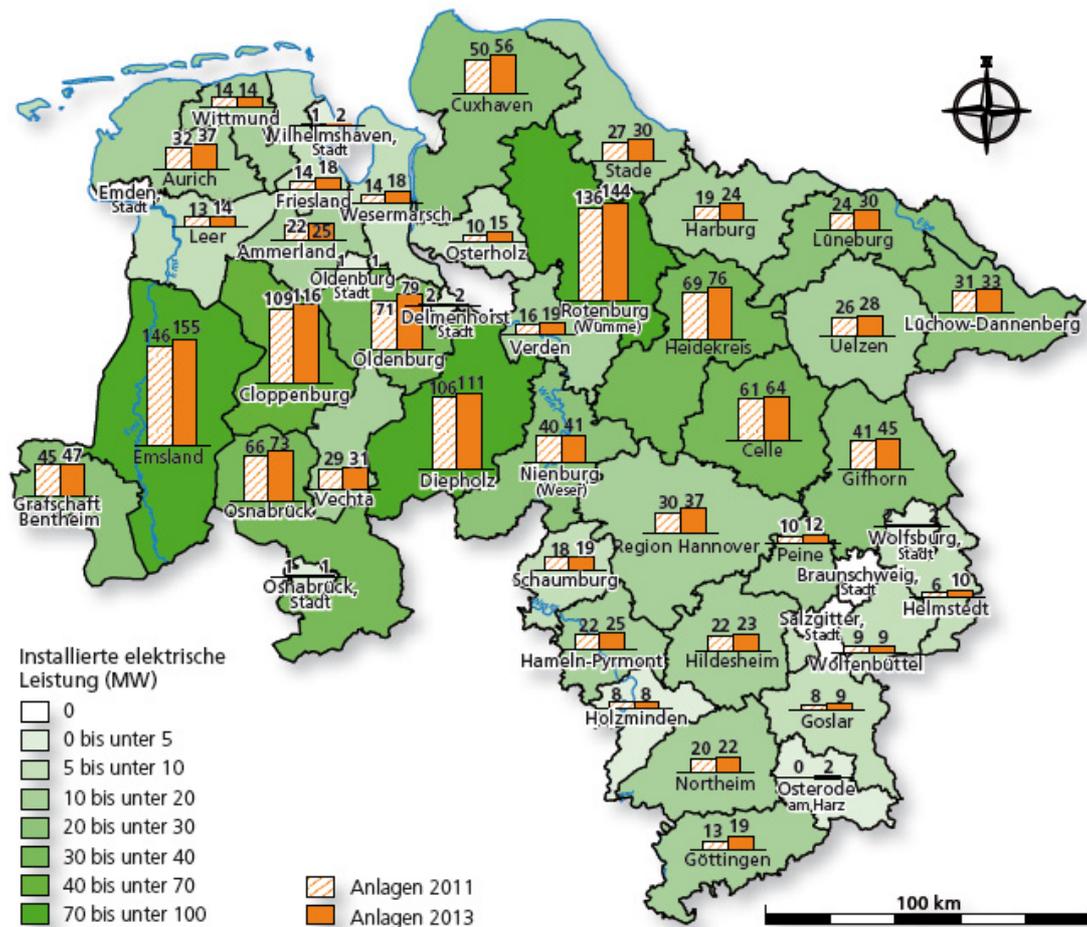


Abb. 24: Anzahl und installierte Leistung der Biogasanlagen in Niedersachsen 2011 und 2013 (3N-Kompetenzzentrum 2014).

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde lassen sich deutliche Unterschiede in der regionalen Verteilung der Biogasanlagen feststellen. Besonders hohe Zahlen verzeichnet der Landkreis Emsland. Mit 96 Biogasanlagen liegen ca. 99 % der Anlagen und der installierten Leistung innerhalb des Gebietes im Landkreis Emsland. Dabei nimmt das Gebiet der Stadt Meppen mit 18 Anlagen die Spitzenstellung ein (Abb. 26).

Mit Stand 2015 sind innerhalb des Einzugsgebietes 96 NawaRo-Anlagen und eine Koferment-Anlage mit einer Gesamtleistung von 49.721 kWel im Betrieb. Der Anteil der NawaRo-Anlagen beträgt 49.241 kWel (Tab. 6).

Für das Betreiben einer 500 kW-NawaRo-Anlage ist ein Flächenbedarf von etwa 180 ha notwendig, unter der Voraussetzung, dass für das Verbringen des Gärrestes genau so viel Fläche veranschlagt wird, wie für den Anbau des Gärsubstrates (z.B. Silomais). Gerechnet wird mit einem Flächenanteil von 0,36 ha pro

Kilowattstunde. Für Koferment-Anlagen, die neben Gülle und Mist oft stickstoffreiche Bioabfälle (z.B. Schlachtabfälle) verwerten, muss mit einem Flächenbedarf von 0,5 ha/kW gerechnet werden (LWK 2013a). Bei Berücksichtigung der Faustzahlen besteht im Einzugsgebiet Ems-Nordradde ein Flächenbedarf von ca. 17.970 ha für das Ausbringen der Gärreste, dies entspricht ca. 19 % 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. 17.460 ha.

Der Betrieb von Biogasanlagen (Abb. 25) bringt neue Anbauverhältnisse und Stoffströme in der Landwirtschaft mit sich. Diese sind insbesondere geprägt durch einen verstärkten „Energimaisanbau“ sowie durch eine Zunahme an Wirtschaftsdüngern (Gärreste) aus pflanzlichen Substraten. In der Gemeinde Heede liegt im Zeitraum 1995 bis 2010 die Zunahme des Silomaisanbaus bei über 25 %,

während in den Gemeinden Dersum, Niederlangen und Lathen eine Abnahme zu verzeichnen ist (Abb. 27). In den übrigen Gemeinden des Einzugsgebietes liegen die Zunahmen des Silomaisanbaus durchgehend zwischen 0 und 25 %. Die entstehenden Gärreste fallen zusätzlich zum normalen Wirtschaftsdüngerauf-

kommen an. Die Novellierung der Düngeverordnung von 2017 legt nun die Berechnung des Stickstoffvorkommens in den anfallenden Gärresten fest, sodass eine genauere Berechnung möglich ist. Eine Überschreitung der 170 kg Gesamtstickstoff je Hektar soll damit vermieden werden.

Tab. 6: Anzahl und Leistung der Biogasanlagen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde, zusammengefasst auf Anteile der Landkreise im Einzugsgebiet, Stand Januar 2015 (3N-Kompetenzzentrum 2015).

Landkreis	Anzahl		Leistung [kWel]	
	NawaRo	Koferment	NawaRo	Koferment
Emsland	95	1	47.991	480
Grafschaft Bentheim	1		1.250	
<b>Summe</b>	<b>96</b>	<b>1</b>	<b>49.241</b>	<b>480</b>
<b>Gesamtsumme</b>		<b>97</b>		<b>49.721</b>

Silomais verursacht bei der derzeit gängigen Düngungspraxis deutlich höhere Nitratausträge in das Grundwasser, als dies vergleichsweise im Getreideanbau der Fall ist. Eine Ausweitung der Maisanbaufläche ist bzw. war zudem oft mit einem Umbruch von Grünlandflächen verbunden. Nach Grünlandumbrüchen muss jahrelang mit hohen Mineralisationsraten gerechnet werden, die hohe Nitrataustragsraten nach sich ziehen. Nach Literaturangaben werden in den ersten fünf Jahren nach einem Grünlandumbruch ca. 500 kg N/ha und Jahr mineralisiert (Gäth et al. 1999, Frede & Dabbert 1998, Höper 2009, von Buttlar 2009 zitiert in NLWKN 2015 c). Im Einzugsgebiet liegen die Abnah-

men des Grünlandes seit 1995 in den Gemeinden Lathen und Werlte bei über 25 % und über 20 % in den an Lathen grenzenden Gemeinden Fresenburg, Renkenberge und Stavern sowie in Lahn und Surwold. Eine Zunahme des Grünlandanbaus ist lediglich in Sögel zu verzeichnen (Abb. 28).

Die gegenwärtig zu beobachtenden Änderungen in der Landnutzung gehen nicht selten mit einer Intensivierung der Flächennutzung einher. Sie werden daher vor dem Hintergrund des Grundwasserschutzes zunehmend kritisch gesehen (von Buttlar et al. 2010).

### Kurzinformation: Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

- Der Viehbesatz beträgt 1,89 Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche.
- Silomais und Kartoffeln überwiegen im landwirtschaftlichen Anbau; in der Viehhaltung haben Hühner, gefolgt von Schweinen, die Spitzenposition inne.
- Im Einzugsgebiet werden 79 % der landwirtschaftlichen Flächen als Ackerfläche bewirtschaftet und ca. 18 % als Grünlandland.
- Zurzeit werden 96 NaWaRo-Anlagen und 1 Koferment-Anlage im Gebiet betrieben.
- Die installierte elektrische Leistung beträgt insgesamt 49.721 kW.



Abb. 25: Biogasanlage im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.



Abb. 26: Verteilung, Art und elektrische Leistung der Biogasanlagen (3N-Kompetenzzentrum Dezember 2014).

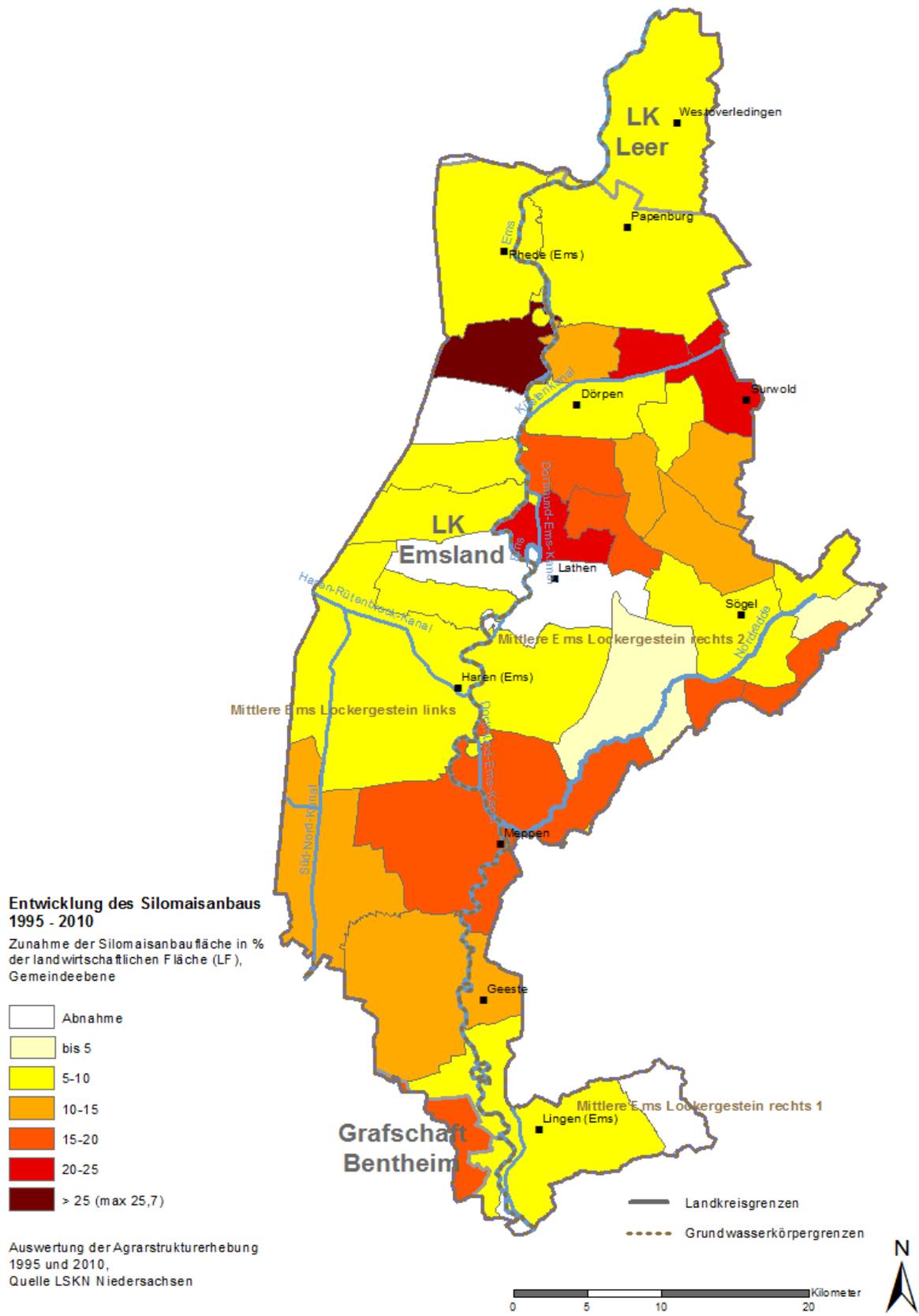
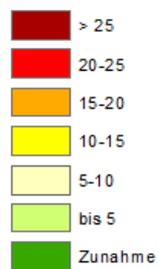


Abb. 27: Zunahme des Silomaisanbaus im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

**Abnahme des Grünlandumfanges 1995 - 2010**

Abnahme der Grünlandfläche in % der landwirtschaftlichen Fläche (LF), Gemeindeebene



Auswertung der Agrarstrukturerhebung  
1995 und 2010,  
Quelle LSKN Niedersachsen

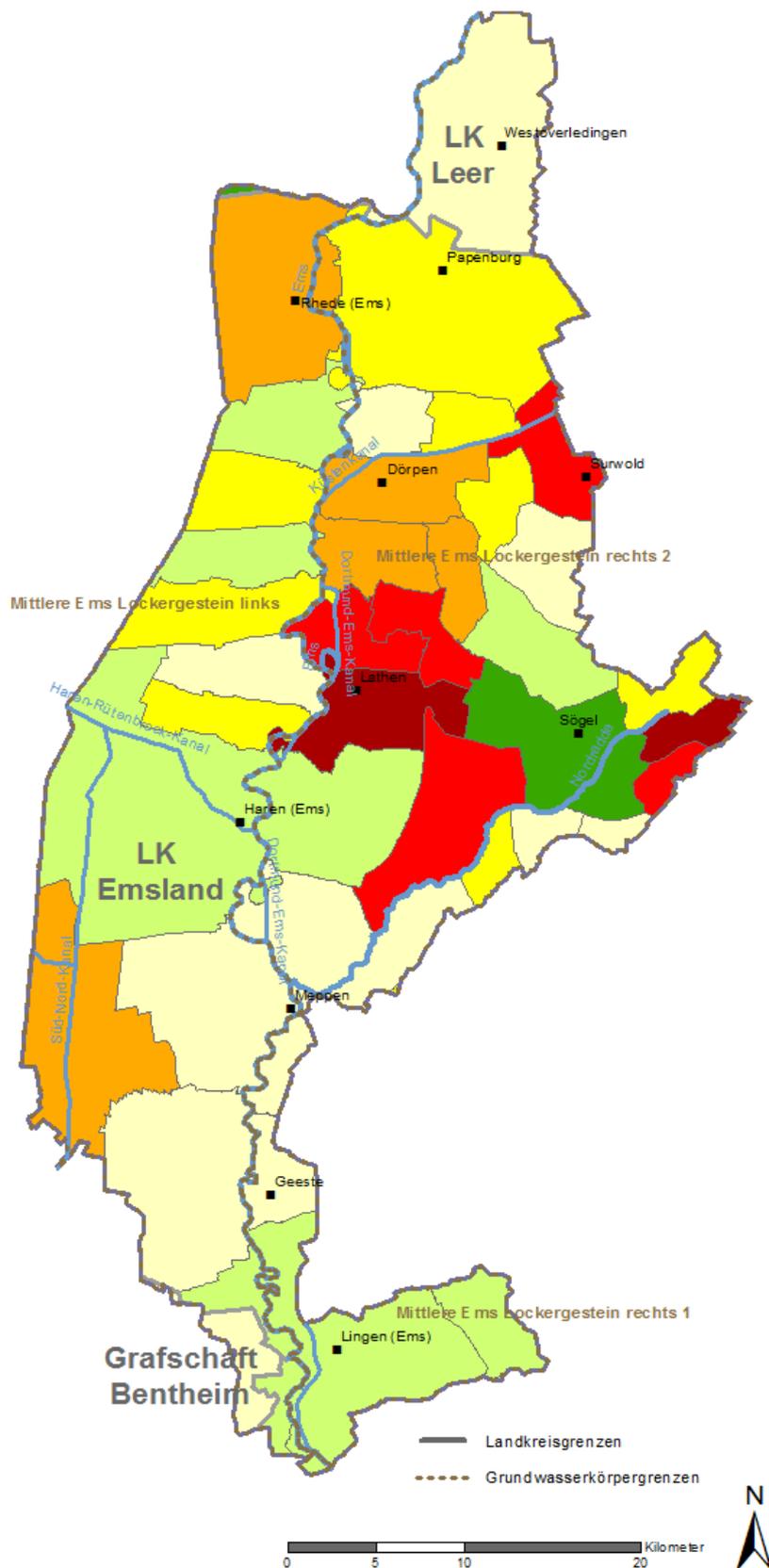


Abb. 28: Abnahme der Grünlandflächen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 4. Grundwasserschutz

Ein allgemeines Ziel des Grundwasserschutzes ist es, das Grundwasser in weitgehend natürlicher Beschaffenheit für zukünftige Generationen zu bewahren. Deshalb muss das Grundwasser flächendeckend geschützt werden (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 rechtliche Grundlage dafür bildet das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (Wasserhaushaltsgesetz - WHG) vom 1. März 2010, das durch das zeitgleich in Kraft getretene Niedersächsische Wassergesetz (NWG) konkretisiert und ergänzt wird (modifiziert aus NLWKN

2012 a). Die Wassergesetze verpflichten dazu, das Wasser heute und für kommende Generationen in ausreichender Menge und Güte zu sichern und in seinen ökologischen Funktionen zu erhalten. Die Einführung der EG-Wasser-Rahmenrichtlinie (EG-WRRL) im Dezember 2000 mit dem Ziel, einen Beitrag für eine koordinierende, umfassende und transparente Wasserpolitik in der Europäischen Gemeinschaft zu leisten, ist für den Gewässerschutz von zentraler Bedeutung. Durch Änderung des Wasserhaushaltsgesetzes wurde die EG-WRRL in Deutsches Recht umgesetzt. Durch die 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-Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EG) am 22.12.2000 wurden über 50 wasserrechtliche EG-Vorschriften in einer Richtlinie zusammengefasst. Der Geltungsbereich umfasst Fließgewässer, Seen, Küstengewässer und Grundwasser. Die WRRL bietet die Grundlage für ein gemeinsames wasserwirtschaftliches Handeln. Als Zielsetzung beinhaltet die WRRL die Erreichung eines guten Gewässerzustandes aller oberirdischen Gewässer und im Grundwasser. Der gute chemische und gute mengenmäßige Zustand sind als Ziel für das Grundwasser definiert. Die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie werden durch sogenannte Tochterrichtlinien weiter konkretisiert. Die Richtlinie zum Schutz des Grundwassers (2006/118/EG) benennt nähere Vorgaben für das Grundwasser (siehe auch NLWKN 2012 a). Auf Grundlage des Wasser-

haushaltsgesetzes konkretisiert die Verordnung zum Schutz des Grundwassers (Grundwasserverordnung, GrwV 2010) die Vorgaben aus der Wasserrahmenrichtlinie und der Richtlinie zum Schutz des Grundwassers.

Im Grundwasser sollen Schadstoffeinträge verhindert oder zumindest begrenzt werden. Eine Verschlechterung des Grundwasserzustandes ist zu verhindern und Belastungstrends müssen umgekehrt werden. Ziel ist es, den guten mengenmäßigen und chemischen Zustand bis 2015, aber spätestens bis 2027, zu erreichen (NLWKN 2012 a).

Zur Bewertung des guten chemischen Zustandes sind Qualitätsnormen für Nitrat (50 mg/l), Pflanzenschutzmittel und relevante Abbauprodukte (0,1 µg/l und Summenparameter

0,5 µg/l) und Schwellenwerte 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-Überblicksmessnetzes sowie zusätzlich die Abschätzung der Nitrat-Emission.

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.

Soll ein „guter mengenmäßiger Zustand“ im Grundwasser vorliegen, darf keine Übernutzung des Grundwassers stattfinden, Wasserentnahmen dürfen daher die verfügbare Grundwasserressource nicht überschreiten (NLWKN 2012 a). Eine Veränderung des Grundwasserstandes durch anthropogene Einflüsse darf weder die in Verbindung stehenden Oberflächengewässer beeinträchtigen noch von Grundwasser abhängige Landökosysteme schädigen. Ein Zustrom von Salzwasser muss ausgeschlossen sein.

Die Aufstellung eines Bewirtschaftungsplans (siehe 4.1.2 Bewirtschaftungsmaßnahmen) als Umsetzungs- und Kontrollinstrument ist das zentrale Element bei der Umsetzung der

WRRL. Planungsebene ist die jeweilige Flussgebietseinheit, für das Einzugsgebiet Ems-Nordradde folglich 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. Der Bewirtschaftungsplan ist auf der Internetseite der Geschäftsstelle Ems unter Veröffentlichungen zu finden.

Zur Überwachung des chemischen und mengenmäßigen Zustandes dienen spezielle Monitoringprogramme. Mit Hilfe des Überblicksmessnetzes wird der chemische Zustand in den Grundwasserkörpern überwacht. Durch das operative Messnetz werden die als gefährdet eingestuften Grundwasserkörper jährlich ein weiteres Mal auf Nitrat überprüft (NLWKN 2012 a).

Auf Grundlage der festgestellten Belastungen und der Zustandsbewertung werden Maßnahmenprogramme aufgestellt, die neben grundlegenden Maßnahmen zusätzliche „ergänzende“ Maßnahmen beinhalten, mit dem Ziel, einen guten Gewässerzustand zu erreichen. Durch „grundlegende Maßnahmen“ sind dabei die zu erfüllenden Mindestanforderungen vorgegeben, die beispielsweise aus bestehenden Rechtsvorschriften abgeleitet werden. Die Einhaltung 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 Ergebnisse der Zustandsbewertung nach EG-WRRL

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

Hauptinstrument der mengenmäßigen Bewertung der Grundwasserkörper ist die Ganglinienauswertung nach dem Grimm-Strele Verfahren (NLWKN 2013). Für ganz Niedersachsen, also auch für die drei Grundwasserkörper des Einzugsgebietes Ems-Nordradde, konnte ein guter mengenmäßiger Zustand der Grundwasserkörper festgestellt werden. In Bezug auf den quantitativen Zustand der Grundwasserkörper gibt es daher keinen Handlungsbedarf. Gleichwohl ergab die Risikoabschätzung für die mengenmäßige Entwicklung der Wasserstände bis zum Jahr 2021 für vier Grundwasserkörper keine eindeutig gute Prognose. Hintergrund sind die sich über die letzten 30 Jahre deutliche abzeichnenden Abnahmen der Grundwasserstände insbesondere in den Geestbereichen. Die Zielerreichung innerhalb der GWK des Einzugsgebietes Ems-Nordradde wird jedoch nicht als gefährdet eingeschätzt.

In Hinblick auf die chemische Bewertung wurden innerhalb der Grundwasserkörper sogenannte Typflächen mit vergleichbaren oder ähnlichen hydrogeologischen, hydrodynamischen, hydro-chemischen und bodenkundlichen Eigenschaften abgegrenzt. Grundlage der Bewertung waren die Untersuchungsergebnisse des Überblicks- und operativen Messnetzes. Die Bewertung des chemischen

Zustandes deckte in einer Vielzahl von niedersächsischen Grundwasserkörpern Probleme auf.

So sind von landesweit 123 Grundwasserkörpern 65 GWK als im guten Zustand befindlich bewertet worden. 58 Grundwasserkörper befinden sich in einem schlechten chemischen Zustand. Im Vergleich zur Bewertung 2009 haben 4 GWK eine Verbesserung zum guten Zustand erfahren, für 7 GWK ist eine Verschlechterung festgestellt worden.

Für das Einzugsgebiet Ems-Nordradde hat sich die Gesamtbewertung des chemischen Zustands 2015 im Vergleich zu 2009 nicht verändert (Abb. 29). Die Grundwasserkörper „Mittlere Ems Lockergestein links“ und „Mittlere Ems Lockergestein rechts 1“ befinden sich in einem guten chemischen Zustand. Im Gegensatz zur Bewertung 2009 waren 2015 für den Grundwasserkörper „Mittlere Ems Lockergestein rechts 2“ nicht nur die Belastungen mit PSM für die Einstufung in den schlechten Zustand relevant, sondern auch der Parameter Nitrat (Abb. 29). Für die Bewertung relevante Grenzwertüberschreitungen innerhalb der Schwellenwertparameter sind in den Ems-Nordradde-Grundwasserkörpern nicht aufgetreten.

Die Sögeler Geest stellt innerhalb des GWK Mittlere Ems Lockergestein rechts 2 bzgl. Nitrat den Belastungsschwerpunkt dar. Hier sind vorrangig Maßnahmen zur Nitratreduktion notwendig (Abb. 30). Daneben weisen Messstellen an Bächen und Flüssen des Ems-Nordradde-Gebietes vergleichsweise hohe Nährstoffgehalte auf. Daher wurde für weite Teile des Einzugsgebietes eine Gewässerschutzberatung hinsichtlich der Nährstoffreduzierung in Grund- und Oberflächengewässer für notwendig erachtet (4.1.2 Bewirtschaftungsmaßnahmen). Zudem können so Aktivitäten in Rahmen des Masterplan Ems gebündelt werden.

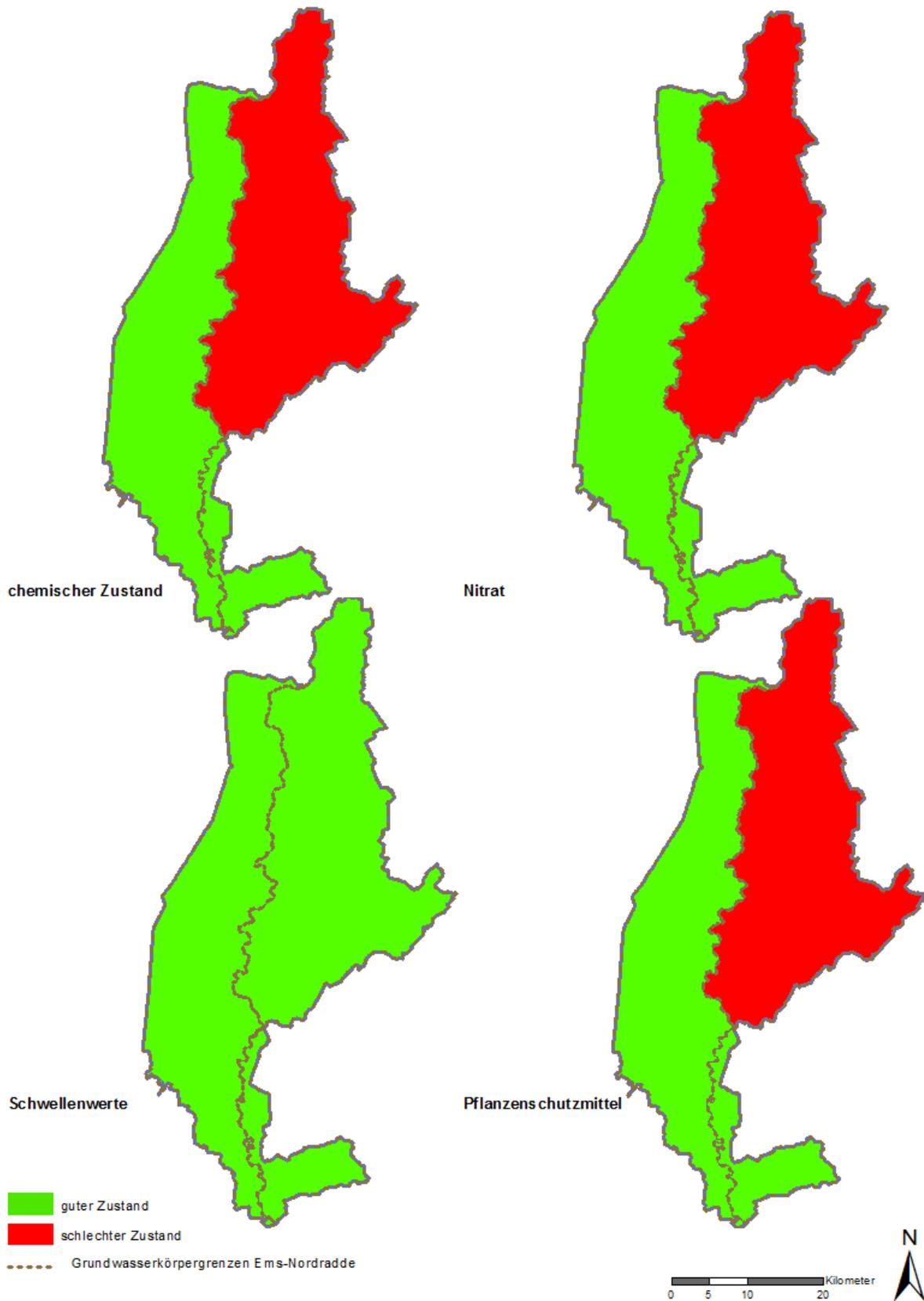


Abb. 29: Ergebnisse der Zustandsbewertung 2015.

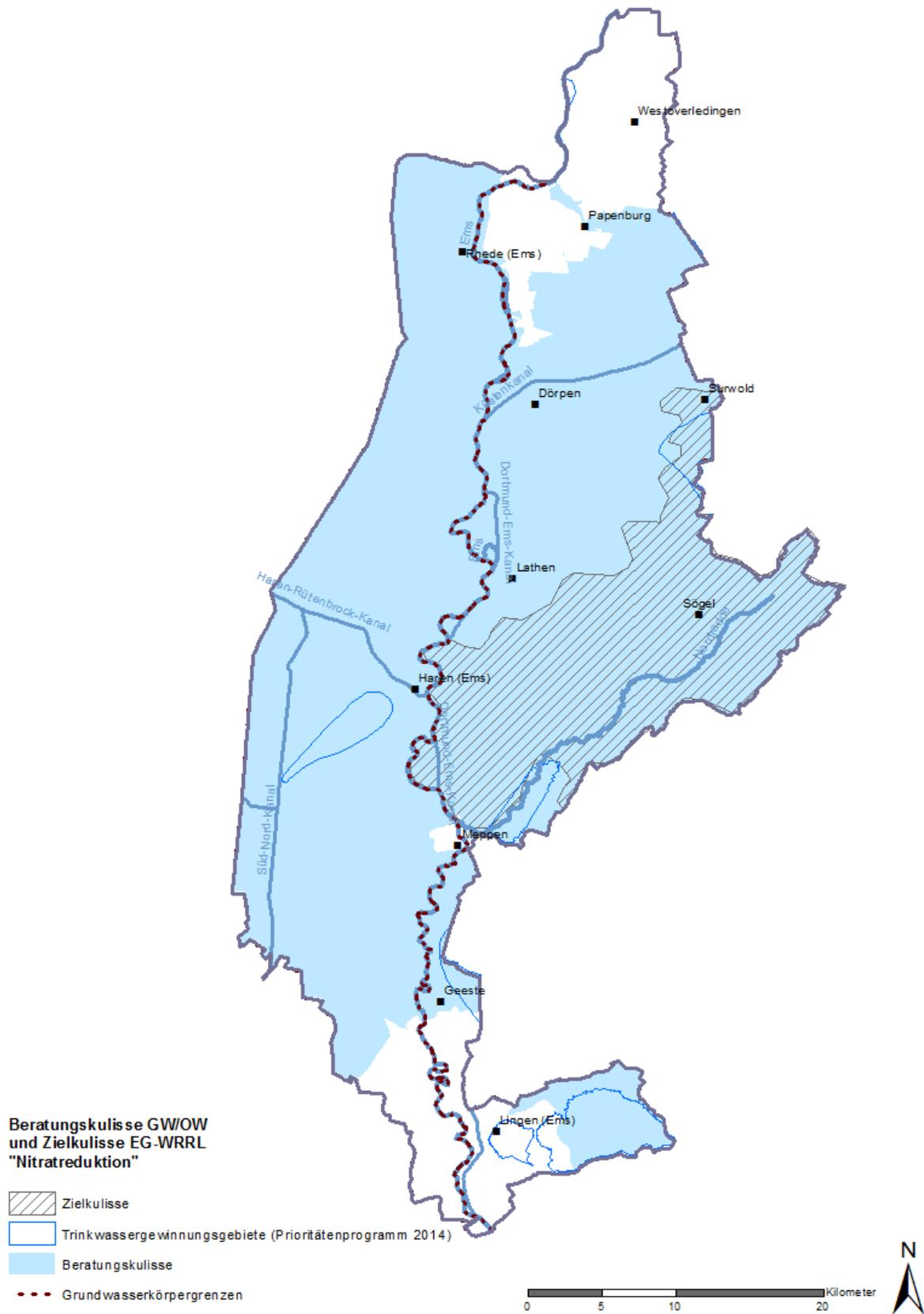


Abb. 30: Beratungskulisse Grund- und Oberflächenwasser und Zielkulisse Nitratreduktion (Beratungsgebiet Ems-Nordradde) innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.

## 4.1.2 Bewirtschaftungsmaßnahmen

Die Bewertung der Grundwasserkörper (GWK) in 2015 hat ergeben, dass die diffusen Belastungen des Grundwassers mit Nitrat zum größten Teil dazu beitragen, dass das Umweltziel verfehlt wurde. In einigen Grundwasserkörpern führten auch Pflanzenschutzmittelfunde und Überschreitungen innerhalb der Schwellenwertparameter dazu, dass die vorgegebenen Ziele bis 2027 nicht erreicht werden.

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 waren erstmalig 2009 und dann 2015 nach einer Beteiligung der Öffentlichkeit aufgestellt worden. Eine Fortschreibung erfolgt alle sechs Jahre (verändert aus NLWKN 2012 a). Das Maßnahmenprogramm befindet sich auf [www.ems-eems.de](http://www.ems-eems.de) unter Veröffentlichungen.

Die EG-WRRL gibt den Mitgliedsstaaten vor, in ihren Maßnahmenprogrammen sowohl grundlegende Maßnahmen, wie die Umsetzung des Ordnungsrechtes, als auch ergänzende Maßnahmen zu integrieren. Als eine bedeutende grundlegende Maßnahme rückt die Umsetzung der Nitratrichtlinie durch die Novellierung der Düngeverordnung 2017 mit ihrer konsequenten Anwendung in den Fokus. Da jedoch nicht davon ausgegangen wird, dass durch grundlegende Maßnahmen allein die Umwelt-Ziele der

Richtlinie erfüllt werden können, sind ergänzende Maßnahmen notwendig.

Die niedersächsische Vorgehensweise zur Maßnahmenumsetzung sieht insgesamt vier Bausteine vor:

Grundlegende Maßnahmen (Umsetzung Fachrecht):

- Ordnungsrechtliche Regelungen, wie z.B.: Düngeverordnung, Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten, Meldeverordnung in Bezug auf Wirtschaftsdünger, Herbst-erlass zur Spezifizierung der Düngeverordnung hinsichtlich des Düngebedarfes im Herbst

Ergänzende Maßnahmen, wie z.B.:

- 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“ 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 Wasserschutzkulisse umfasst sowohl die nach WRRL ausgewiesene Zielkulisse Gewässerschutz als auch die Kulisse des Trinkwasserschutzes, sowie das Einzugsgebiet des Dümmers.

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 Ammonium-Depots durch Injektion
- 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 zehn Hektar innerhalb der Kulisse

## Beratung

Zur Erreichung eines guten Gewässerzustandes ist seit 2010 im Auftrag des niedersächsischen Umweltministeriums durch den NLWKN eine Gewässerschutz-Beratung als konzeptionelle Maßnahme innerhalb der EG-WRRRL-Zielkulisse installiert worden. Ziel der Beratung ist eine Verbesserung der Nährstoffeffizienz bei der Stickstoffdüngung zu bewirken. Zusätzlich wird in ausgewählten Räumen hinsichtlich einer Verringerung des Stickstoff- und Phosphatintrages in Oberflächengewässern beraten. Ab 2016 sind landesweit 11 Beratungsgebiete ausgewiesen worden, in denen 5 Beratungsträger tätig sind. In vier Beratungsgebieten findet eine kombinierte Gewässerschutzberatung zur Nährstoffreduzierung in Grund- und Oberflächengewässern statt. TWGG werden von der Beratung nach EG-WRRRL ausgeklammert. Hier findet eine gesonderte Beratung zum Trinkwasserschutz (vgl. 4.2 Trinkwasserschutz) statt. Das Beratungsgebiet Ems/Nordradde umfasst einen Großteil des Einzugsgebietes Ems-Nordradde (Abb. 30). Hier findet eine kombinierte Gewässerschutzberatung zur Nährstoffreduzierung in Grund- und Oberflächengewässern statt. Die Beratung erfolgt durch das private Ingenieurbüro Ingenieurdienst UmweltSteuerung (Ingus) (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

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. Neben einer gewässerschonenden Landbewirtschaftung werden umweltgerechte Anbauverfahren und eine naturschutzgerechte Landbewirtschaftung gefördert.

eine relativ kleine Zahl von Betrieben, den Modellbetrieben und Beratungsbetrieben, durchgeführt. Eine Angebotsberatung steht jedoch innerhalb des gesamten Beratungsgebietes zur Verfügung. Ziel der Beratung ist es, landwirtschaftliche Betriebe verstärkt für den Gewässerschutz zu sensibilisieren und gewässerschonende Produktions- und Bewirtschaftungsverfahren stärker in die Betriebsabläufe zu integrieren. Über die Beratung erfolgt eine fachliche Begleitung und Unterstützung der Landwirte bei der Umsetzung der Agrarumweltmaßnahmen. Zudem werden fachliche Empfehlungen zur 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 Gewässern 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 sind von den Beratungsträgern Arbeitskreise (Grundwasserkreise, Wasserkreise) mit Landwirten, Multiplikatoren (Landvolkvertretern, Mitarbeitern von Beratungsringen, Lohnunternehmern und landwirtschaftlichen Berufsschullehrern usw.) und Vertretern des NLWKN eingerichtet worden. Im Beratungsgebiet Ems/Nordradde finden einmal

jährlich ein Treffen des Wasserkreises und ein Treffen des Berater-Arbeitskreises statt. Die regionalen Gebietskooperationen werden regelmäßig über den Sachstand der Beratung und die Maßnahmenumsetzung informiert.

### **Erfolgsmonitoring**

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 ebenfalls als Nachweis eines effizienten Mitteleinsatzes.

Zur Erfolgskontrolle werden Betriebsdaten (Hoftorbilanzen, Nährstoffvergleiche und Schlagbilanzen usw.) ausgewählter landwirtschaftlicher Betriebe (Modellbetriebe) erhoben

und ausgewertet. Die Betriebe sind in ihrer Gesamtheit typisch für das einzelne Beratungsgebiet.

Die Beratung im Beratungsgebiet Ems/Nordradde ist Anfang 2016 angelaufen. Zurzeit erfolgt die Aufnahme der Gebietscharakteristik, Kontaktaufnahmen zu den regionalen Partnern, Auswahl der Modellbetriebe und Aufnahme der Bilanzdaten. Auswertbare Erfolgsindikatoren liegen daher bisher nicht vor.

## **4.2 Trinkwasserschutz**

Der Schutz des Grundwassers vor Verunreinigungen ist in den Wassergesetzen als allgemeiner Grundsatz formuliert. Trinkwasser unterliegt dabei besonderen Schutzbestimmungen. Um eine gute Qualität des Trinkwassers sicher zu stellen, gibt die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001, in der Fassung von 2016) Vorgaben für die Beschaffenheit des Wassers und für die Trinkwasseraufbereitung vor (NLWKN 2012 a).

Für das Trinkwasser, das für den menschlichen Gebrauch vorgesehen ist, gelten dabei besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen (WHG § 50- §52). Das Wasserhaushaltsgesetz sieht daher die Festsetzung von Wasserschutzgebieten vor, in denen besondere Anforderungen an die Reinhaltung des Grundwassers gestellt werden. Eine Konkretisierung der Vorgaben erfolgt durch das Niedersächsische Wassergesetz. Nach § 91 des NWG können durch Rechtsverordnung Wasserschutzgebiete 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 Wasserschutzgebiete (WSG) auszuweisen. Wasserschutzgebiete werden nach dem Regelwerk der DVGW 2006 (Arbeitsblatt W 101) in Zonen mit unterschiedlichen Schutzbestimmungen eingeteilt:

Schutzzone I: Fassungsbereich; unmittelbare Umgebung des Brunnens; Nutzung nicht zugelassen.

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 (MU 2009 b) festgelegt. Daraus resultierende Einschränkungen oder ein entstehender Mehraufwand werden durch Ausgleichszahlungen abgedeckt (MU 2013). Die

## 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 (siehe Abbildung 31). Dabei liegt der Schwerpunkt in der Verminderung der Nitrateinträge in das Grundwasser. Im Jahr 1992 wurde die Erhebung einer Wasserentnahmegebühr im Niedersächsischen Wassergesetz (NWG) gesetzlich verankert und die Verwendung der Mittel geregelt. Der § 28 NWG ermöglicht eine Verwendung der Gelder für eine zusätzliche Beratung der land- oder forstwirtschaftlichen oder erwerbsgärtnerischen Nutzer (Zusatzberatung). Daneben ist für Flächen in Trinkwassergewinnungsgebieten ein Ausgleich von wirtschaftlichen Nachteilen aufgrund von vertraglich vereinbarten Einschränkungen 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

Einhaltung der SchuVO wird in Niedersachsen durch die Unteren Wasserbehörden (UWB) des jeweils zuständigen Landkreises oder der kreisfreien Städte überwacht (verändert aus NLWKN 2012 a).

Auch in sonstigen Trinkwassergewinnungsgebieten (TWGG), die in einer Bewilligung oder Erlaubnis zur Entnahme von Wasser für die öffentliche Wasserversorgung als Einzugsgebiet dargestellt sind, können Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers durchgeführt werden (NWG §28).

Innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde nehmen die TWGG bzw. WSG, die im Prioritätenprogramm (Abb. 32, 4.2 Maßnahmen) berücksichtigt werden, mit 80 km<sup>2</sup> insgesamt einen Flächenanteil von 5 % ein (Stand 2014). In Tabelle 7 sind zu den einzelnen TWGG/ WSG im Einzugsgebiet Informationen wie Wasserrecht, Flächengröße und Nutzung zusammengestellt.

auf Ziele und Erfolgsindikatoren geeinigt haben. Näheres dazu ist in der Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten geregelt (MU 2017). 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 Kooperationengeschlossen (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 b).

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde sind vier Kooperationen vertreten. Die zu den einzelnen Kooperationen gehörenden TWGG liegen zum Teil außerhalb des Einzugsgebietes und sind daher nicht dargestellt (Abb. 32). Die Beratung der Landwirte erfolgt aktuell durch die Landwirtschaftskammer Niedersachsen.

Die Fördermittelzuteilung für Vereinbarungen und Beratung in den einzelnen TWGG erfolgt

mit Hilfe des Prioritätenprogramms (PP) (MU 2007) durch die Festlegung von Handlungsprioritäten nach fachlichen Gesichtspunkten wie Sickerwasser- oder Grundwasserbelastung, Nitratkonzentrationen im Rohwasser zur Trinkwassergewinnung und potentiellm Stickstoffeintrag. Dazu werden Handlungsbereiche unterschiedlicher Priorität wie folgt eingestuft:

- Als A-Gebiete werden Gebiete mit berechneten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter 25 mg/l definiert.
- In C-Gebieten werden die nach 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 Nitratrends, Pflanzenschutzmittel-Belastungen und ähnlichem vorgenommen wird.

Sowohl die Eingruppierung als auch die Lage und Größe der TWGG sowie die landwirtschaftlichen Nutzflächen innerhalb der Gewinnungsgebiete sind Änderungen unterworfen. Daher werden entsprechende Listen in regelmäßigen Abständen durch den Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) des NLWKN aktualisiert (NLWKN 2015).

Die Abbildung 33 zeigt die Zuordnung der TWGG des Ems-Nordradde-Gebietes zu den Handlungsbereichen gemäß PP. In den Niederungsgebieten herrschen oftmals denitrifizierende Bedingungen vor (Umwandlung von Nitrat zu gasförmigen Stickstoff), sodass hier die Nitrat-Belastung deutlich niedriger ausfällt (Bourtanger Moorniederung und Ems-Vechte Niederung Handlungsbereich B1). Die TWGG innerhalb der Sögeler Geest und der Lingener Höhe werden hingegen den Handlungsbereichen B2 zugeordnet.

Ein Teil der Fördermittel aus der Wasserentnahmegebühr wird für die grundwasserschutzorientierte Zusatzberatung bereitgestellt, wobei diese Förderung über EU-Gelder kofinanziert

wird. Die Wasser-versorgungsunternehmen legen dazu 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 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 2014 in TWGG insgesamt 6,3 Mio. Euro, dies sind rund 21 €/ha LF (landwirtschaftliche genutzte Fläche), für die Wasserschutzzusatzberatung verwendet (NLWKN 2015 b).

Der größte Anteil der Fördermittel fließt in handlungsbezogene freiwillige Grundwasserschutzmaßnahmen, die Freiwilligen Vereinbarungen (FV). Bei der Ausgestaltung der FV sind die Vorgaben des Maßnahmenkatalogs des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU 2016 b) hinsichtlich der Mindestanforderungen und maximalen Förderbeträge zu beachten (Tab. 8). Im Rahmen dieser Vorgaben können die Maßnahmen durch Beschluss der Kooperation an örtliche Verhältnisse in den einzelnen TWGG angepasst werden. Näheres dazu kann der Veröffentlichung des NLWKN „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen - Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse“ entnommen werden (NLWKN 2015 b).

In Niedersachsen wurden im Jahre 2014 in TWGG insgesamt 12,3 Mio. Euro für Freiwillige Vereinbarungen verausgabt, dies entspricht durchschnittlich 41,28 €/ha LF. In den Trinkwassergewinnungsgebieten innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde wurden 2014 hingegen durchschnittlich 90,34 €/ha LF für Freiwillige Vereinbarungen gezahlt. Der höchste Beitrag wurde mit 122,49 €/ha LF im Wasserschutzgebiet Mundersum ausgegeben.



Abb. 31: Kooperationsmodell Trinkwasserschutz.

Tab. 7: Daten der nach dem Prioritätenprogramm (PP) relevanten Trinkwassergewinnungsgebiete (Stand 2014).

Gebietsbezeichnung	Wasserversorgungsunternehmen	Kooperation	Zustand	PP	Wasserrechte	Gesamtfläche	Gesamtfläche	in Mio m <sup>3</sup> /a	ha LF	Fläche in Einzugsgebiet	Fläche in Einzugsgebiet	% von Gesamtfläche	Ausgaben für FV 2014
						ha	ha LF		ha LF	ha	ha	fläche	€/ha LF
Geeste-Varloh	TAV Bourtanger Moor	Meppen	TWGG	B1	3,7	1914	812		583	583	30,46		100,31
Grumsmühlen	Wasserverband Lingener Land	Lingen	WSG	B2	5,5	3167	2024		3145	3145	99,31		104,33
Haren-Düne	TAV Bourtanger Moor	Meppen	TWGG	B1	2,4	1472	918		1472	1472	100,00		94,93
Kossen-Tannen	Stadtwerke Meppen	Meppen	WSG	B1	2	1176	763		1133	1133	96,34		74,42
Mundersum	Stadtwerke Lingener Land	Lingen	WSG	B2	1,5	576	256		23	23	3,99		122,49
Stroot	Stadtwerke Lingener Land	Lingen	WSG	B2	1,5	593	119		593	593	100,00		80,70
Surwold	Wasserverband Hümmling	Hümmling	TWGG	B2	6	3174	1586		984	984	31,00		108,72
Weener	Wasserversorgungsverband Rheiderland	Leer	TWGG	B1	2,4	3821	2455		106	106	2,77		36,81

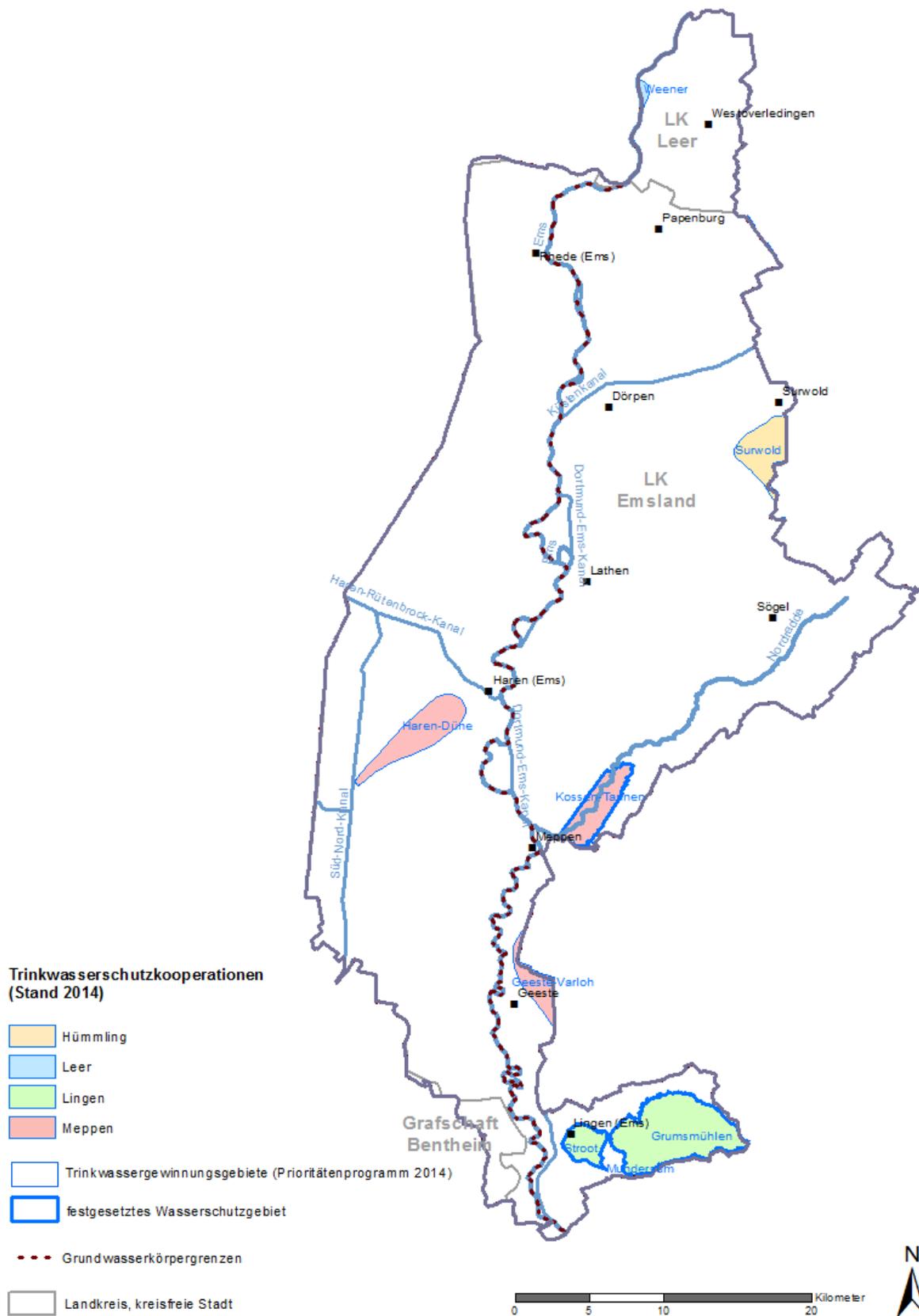


Abb. 32: Wasserschutzgebiete und Trinkwassergewinnungsgebiete, Kooperationszugehörigkeit im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

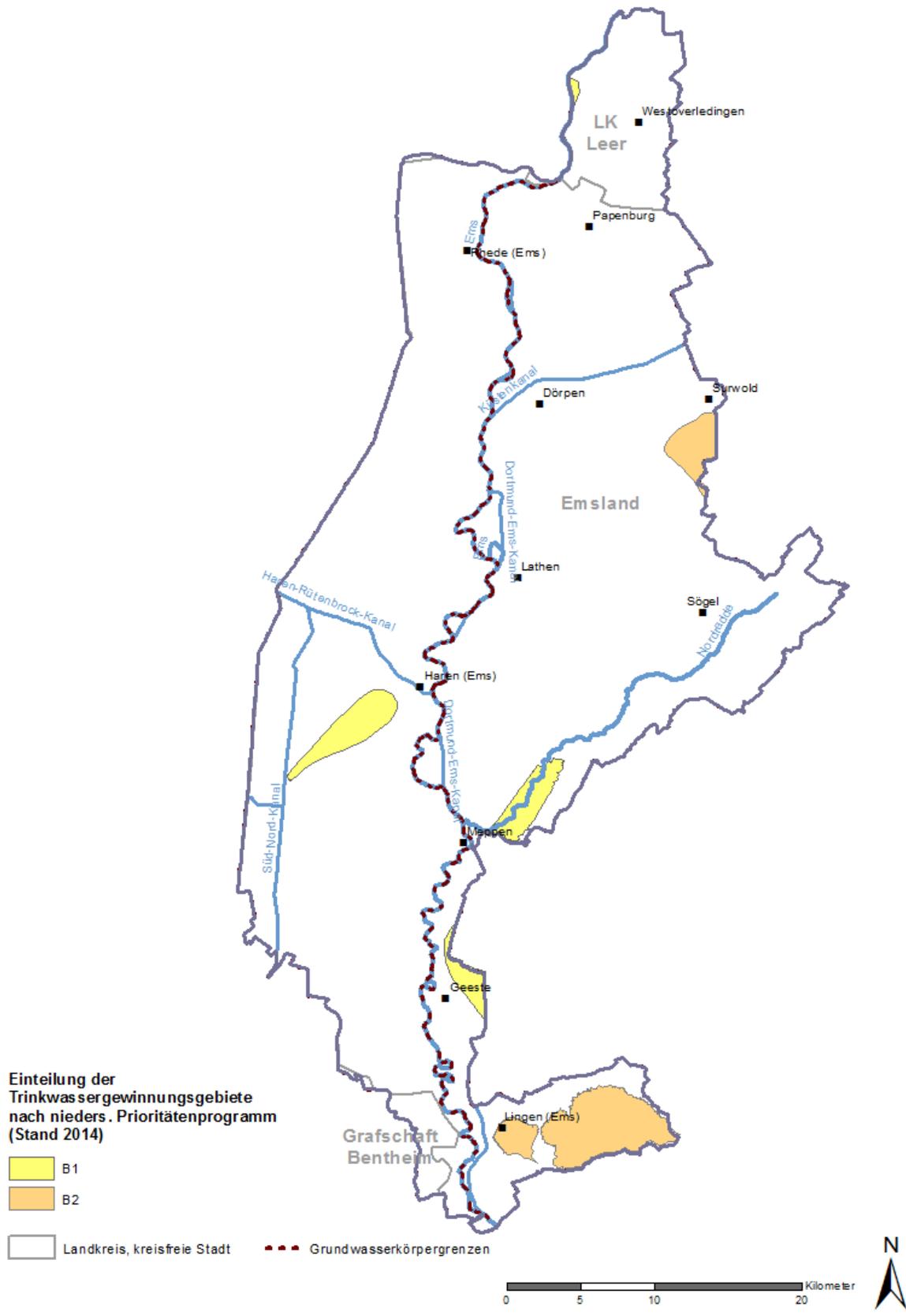


Abb. 33: Einteilung der Wassergewinnungsgebiete (WSG und TWGG) nach den Kriterien des Prioritätenprogrammes im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

Tab. 8: Übersicht der grundsätzlich angebotenen, freiwilligen Maßnahmen gemäß MU Maßnahmenkatalog (MU 2016 b).

Bezeichnung	Max. Förderbetrag
Zeitliche Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger	13 €/ha
Verzicht auf den Einsatz tierischer Wirtschaftsdünger	584 €/ha
Gewässerschonende Gülleausbringung	66 €/ha
Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	87 € je Analyse
Aktive Begrünung	249 €/ha
Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung - Fruchtfolgeumstellung	588 €/ha
Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung - Brache	1185 €/ha
Extensive Bewirtschaftung von Grünland	377 €/ha
Umbruchlose Grünlanderneuerung	97 €/ha
Reduzierte N-Düngung	280 €/ha
Reduzierte Bodenbearbeitung	104 €/ha
Einsatz stabilisierter N-Dünger/Cultan-Verfahren	92 €/ha
Gewässerschonender Pflanzenschutz	64 €/ha
Umwandlung von Acker in extensives Grünland/ extensives Feldgras	773 €/ha
Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftung von Ackerflächen mit Zielvorgaben und ergebnisorientierter Auszahlung	589 €/ha
Erosionsschutz Forst	100 %
Erstaufforstung	9.180 € (817,5 €/ha/a f. 12 J.)
Verbesserung der Grundwasserneubildung - Waldumbau	7.000 € (700 €/ha/a f. 10 J.)
Verbesserung der Grundwasserneubildung – Erhalt extensiv genutzter Sandheiden	1459 € (145,9 €/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. 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 Freiwilligen Vereinbarungen angeboten.

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

Im Trinkwassergewinnungsgebiet Surwold werden beispielsweise mehrjährige Fruchtfolgevereinbarungen (System Immergrün) angeboten. Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde haben die Freiwilligen Vereinbarungen mit aktiver Begrünung (meist in Form von Zwischenfruchtanbau) die größte Bedeutung, gemessen an der Vertragsfläche und der Anzahl der Vertragsabschlüsse.

### Kurzinformation: Grundwasserschutz

- Der Grundwasserkörper „Mittlere Ems Lockergestein rechts 2“ befindet sich in einem schlechten chemischen Zustand.
- Ca. 25 % Anteil der Beratungsfläche ist Bestandteil der Zielkulisse „Nitratreduktion“ (siehe Abb. 30).
- Das gesamte Einzugsgebiet befindet sich mengenmäßig in einem guten Zustand.
- Vier TWGG sind laut Prioritätenprogramm als B1-Gebiet ausgewiesen, vier weitere als B2.

## 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 des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt- und Klimaschutz (RdErl. d. MU vom 29.05.2015) geregelt (MU 2015), der auch landläufig als „Mengenerlass“ 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. 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. Die entscheidende Größe ist dabei die Höhe des nutzbaren Dargebots, das vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) ermittelt wird (NLWKN 2012 a). Randbedingungen wie Ergiebigkeit und Versalzung der Grundwasservorkommen sowie die

Überbrückungen von Trockenwetterperioden oder der Erhalt von grundwasserabhängigen Landökosystemen und Oberflächengewässern 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. Kurzgesagt soll auch nachfolgenden Generationen noch genügend Trinkwasser von guter Qualität zur Verfügung stehen, sodass vorab eine maximale Nutzungsmenge festgelegt werden muss.

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

## 5.1 Grundwassermenge

Die Grundwasserneubildung wird durch klimatische, bodenkundliche und geologische Gegebenheiten beeinflusst. Wesentliche Einflussgrößen sind Niederschlagsmenge und -verteilung, die Durchlässigkeit der Böden und Speicherkapazität („Speichervermögen“) 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 geringeren Grundwasserneubildung und einem entsprechend höheren Oberflächenabfluss kommen. Auch bei geringen Grundwasserflurabständen findet dann aufgrund der begrenzten Infiltrationskapazität (Aufnahmefähigkeit) der Böden ein erhöhter Oberflächenabfluss und eine verminderte Grundwasserneubildung statt (NLWKN 2012 a).

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 a).

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

Neben Wasserentnahmen kommen weitere Einflüsse anthropogener Aktivitäten hinzu, die sich negativ auf die Grundwasserstände auswirken können, wie z.B. der Abbau von Lagerstätten, Versiegelung und Entwässerung von Flächen (siehe auch Kap. 7. Grundwasserstandsentwicklung). In Tabelle 9 sind die Kenndaten für die mengenmäßige Bewirtschaftung der Grundwasserkörper im Einzugsgebiet Ems-Nordradde aufgeführt. Aufgrund des hohen Anteils an genehmigten Entnahmen der öffentlichen Trinkwasserversorgung ist die nutzbare Dargebotsreserve im linksseitigen Grundwasserkörper (16,48 Mio m<sup>3</sup>/a) deutlich niedriger als im rechtsseitigen Grundwasserkörper „Mittlere Ems Lockergestein rechts 2“ (21,63 m<sup>3</sup>/a). Der Anteil genehmigter Grundwasserentnahmen bezogen auf das nutzbare Dargebot liegt bei „Mittlere Ems Lockergestein links“ bei 34 %, bei „Mittlere Ems Lockergestein rechts 2“ bei 35 % und mit 97 % im Grundwasserkörper „Mittlere Ems Lockergestein rechts 1“ nahe der vollen möglichen Nutzung. Daher liegt im letztgenannten Grundwasserkörper die nutzbare Dargebotsreserve sehr viel niedriger als bei den beiden anderen.

Tab. 9: Nutzbares Dargebot der Grundwasserkörper innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde (MU 2015).

Name des GWK	Fläche des GWK in NDS (km <sup>2</sup> )	Flächenanteil des GWK in NDS (%)	Mittleres Grundwasserdargebot, abgeschätzt nach Growa06v2 (Mio. m <sup>3</sup> /a)	Trockenwetterdargebot (Mio. m <sup>3</sup> /a)	Genehmigte Entnahmemengen (Mio. m <sup>3</sup> /a)	Nutzbare Dargebotsreserve (Mio. m <sup>3</sup> /a)	Nutzbares Dargebot (Mio. m <sup>3</sup> /a)
Mittlere Ems Lockergestein links	659,85	100	106,63	64,33	8,38	16,48	24,86
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	126,42	100	24,06	14,37	12,38	0,41	12,79
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	771,61	100	137,73	84,44	11,39	21,63	33,01

Eine Auswertung des elektronischen Wasserbuches zu bewilligten mengenbilanzrelevanten Wasserrechten mit Stand Februar 2016 ist in Abbildung 34 sowie in Tabelle 10 dargestellt. Die Entnahmen sind regional unterschiedlich zweckgebunden ausgerichtet. Insgesamt sind im Einzugsgebiet Wasserrechte in Höhe von 32,15 Mio. m<sup>3</sup>/a erteilt worden. Davon entfallen

8,38 Mio. m<sup>3</sup>/a auf den linksseitigen Grundwasserkörper sowie 12,38 Mio. m<sup>3</sup>/a auf den ersten rechtsseitigen GWK und 11,39 Mio. m<sup>3</sup>/a auf den zweiten rechtsseitigen GWK. Die zum Zweck der Trinkwassernutzung vergebenen Entnahmemengen betragen 62,26 % der Gesamtentnahmemenge.

Tab. 10: Darstellung der genehmigten mengenbilanzrelevanten Entnahmerechte innerhalb der Grundwasserkörper des Einzugsgebietes Ems-Nordradde (berechnet, Quelle: Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramm Niedersachsen, Stand Februar 2016).

Grundwasserkörper (GWK)	Gesamtentnahme		Trinkwasser		Beregnung		Brauchwasser		sonstiges	
	(GE)	Entnahme	Anteil an	Entnahme	Anteil an	Entnahme	Anteil an	Entnahme	Anteil an	
	Mio. m <sup>3</sup> /a	Mio. m <sup>3</sup> /a	GE (%)	Mio. m <sup>3</sup> /a	GE (%)	Mio. m <sup>3</sup> /a	GE (%)	Mio. m <sup>3</sup> /a	GE (%)	
Mittlere Ems Lockergestein links	8,75	2,4	27,43	2,63	30,06	2,86	32,69	0,86	9,83	
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	13,81	10,30	74,58	0,19	1,38	1,21	8,76	2,11	15,28	
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	14,78	8,04	54,41	0,56	3,79	5,00	33,82	1,18	7,98	
<b>Gesamt</b>	<b>37,34</b>	<b>20,74</b>	<b>55,55</b>	<b>3,38</b>	<b>9,05</b>	<b>9,07</b>	<b>24,29</b>	<b>4,15</b>	<b>11,11</b>	

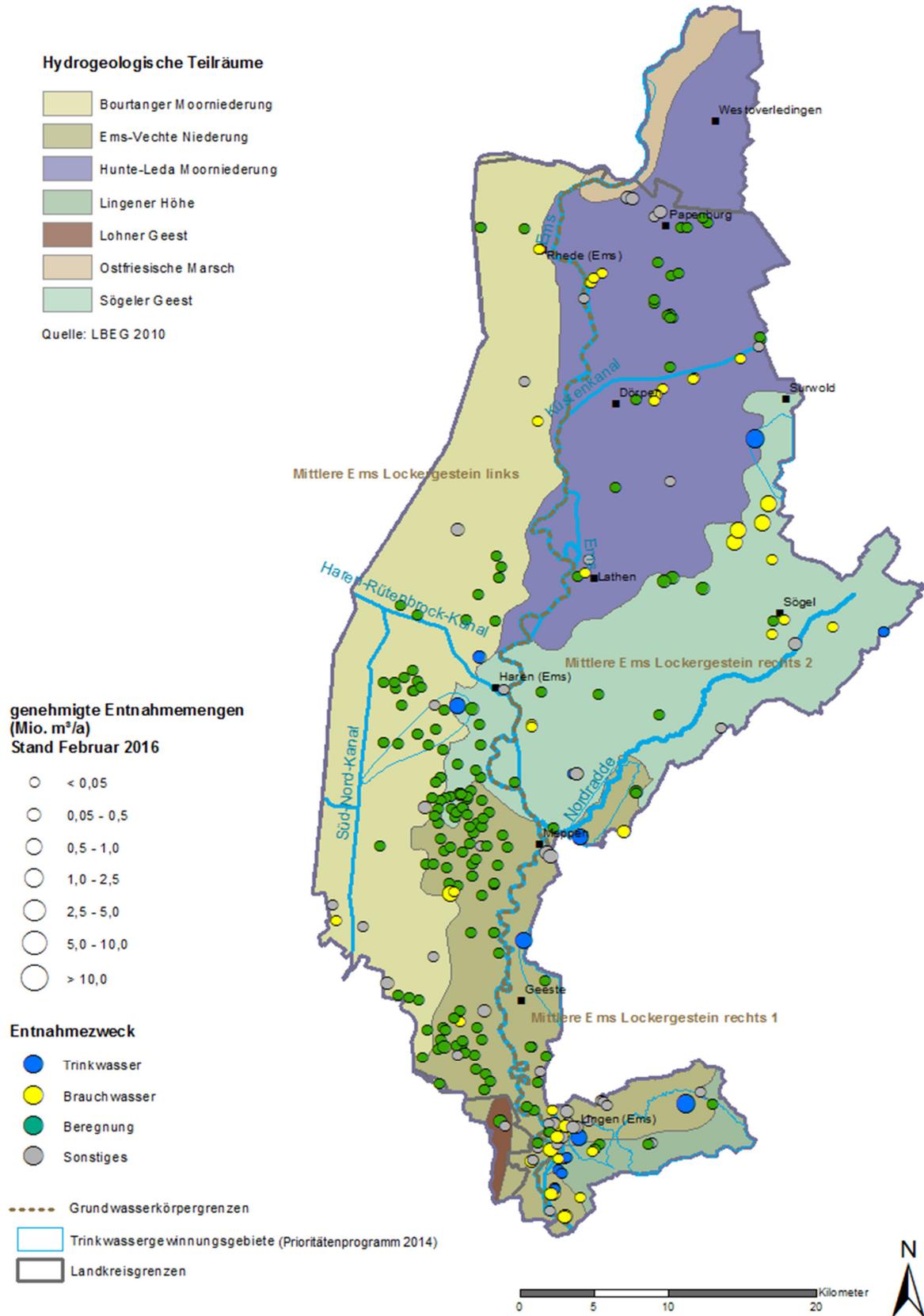


Abb. 34: Genehmigte Entnahmemengen (Auswertungen des Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogrammes Niedersachsen WBE).

## 5.2 Trinkwasserversorgung

Die der Allgemeinheit dienende öffentliche Wasserversorgung ist eine Aufgabe der Daseinsvorsorge. Dieser Aufgabe haben sich u.a. Verbände, Städte und Gemeinden als freiwillige Leistung angenommen. Die Versorgung mit Wasser kann in öffentlich-rechtlicher Organisationsform, in gemischter öffentlich-privatwirtschaftlicher oder in einer ausschließlich privatrechtlichen Form betrieben werden. Sie dient der Sicherstellung von Trink- und Brauchwasser in der durch die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001, Stand 2016) vorgeschriebenen Qualität. Die TrinkwV stellt eine Umsetzung der EG Trinkwasserrichtlinie 98/83 EG „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ in nationales Recht dar (Trinkwasserrichtlinie 1998). Sie schreibt u.a. vor, dass Trinkwasser frei von Krankheitserregern (mikrobielle Parameter) sein muss, und dass bestimmte Schadstoffe wie Nitrate, Schwermetalle und Pflanzenschutzmittel (chemische Parameter) die vorgeschriebenen Grenzwerte nicht überschreiten dürfen.

Im Einzugsgebiet erfolgt die Trinkwassergewinnung in den angeschnittenen Landkreisen Emsland, Grafschaft Bentheim und Leer aus dem Grundwasser und in der Grafschaft Bentheim zusätzlich aus Quellen (LSN 2014). Die Einwohner in den entsprechenden Landkreisen sind fast vollständig an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen (Tab. 11).

Mit Ausnahme des Landkreises Leer (141 l pro Einwohner und Tag) liegt der Wasserverbrauch der Haushalte unter dem Landesdurchschnitt von 126 l pro Einwohner und Tag. In die Berechnung des Durchschnittes pro Einwohner und Tag fließt die Wasserversorgung der Viehhaltung mit ein.

Die Versorgung mit Trinkwasser wird im Einzugsgebiet durch unterschiedliche Organisationsformen sichergestellt. Die Wasserversorgungsunternehmen sind für die Wasserversorgung der Bevölkerung in abgegrenzten Gebieten, sogenannten Versorgungsräumen, zuständig (NLWKN 2012 a). Ca. 52 % der Fläche des Einzugsgebietes Ems-Nordradde werden durch den Wasserverband Hümmling mit Trinkwasser versorgt. Daneben sichern die Wasserverbände Overledingen, Rheiderland und Lingener Land, der Trink- und Abwasserverband Bourtanger Moor und der Wasser- und Abwasserzweckverband Niedergrafschaft die Trinkwasserversorgung im Gebiet. Innerhalb der Wehrtechnischen Dienststelle (WTD) findet eine eigene Wasserversorgung statt. Regional auf das städtische Umfeld begrenzt, übernehmen die Stadtwerke Meppen und Lingen die Trinkwasserversorgung (Abb. 36).

Tab. 11: Entwicklung der öffentlichen Wasserversorgung in den Landkreisen innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde für die Jahre 2001, 2004, 2007 und 2010 (eigene Zusammenstellung, Quelle: NLS 2003, LSKN 2009a, LSKN 2009b, LSN 2014).

Landkreise	Anteil innerhalb BAG Ems-Nordradde %	Jahr	Wasserabgabe je Einwohner und Tag insgesamt (*) L(E*d)	Abgabe je Einwohner und Tag (**) L/(E*d)	Bevölkerung	Angeschlossene Einwohner %
Emsland	50	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
Leer	8	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
Grafschaft Bentheim	2	2010	155,0	114,2	135.127	98,9
		2007	147,2	111,3	135.042	99,1
		2004	147,9	114,6	133.903	98,3
		2001	146,1	123,8	131.086	98,2
Niedersachsen		2010	160,3	126,3	7.932.282	99,4
		2007	160,3	128,2	7.987.161	99,3
		2004	163,0	129,9	8.000.090	99,2
		2001	164,2	130,8	7.956.416	99,1

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

(\*\*) Gesamtwasserabgabe an Haushalte und Kleingewerbe

### Entnahmesituation der Trinkwasserversorgung

Zur Berechtigung für die Förderung von Trinkwasser werden von den Unteren Wasserbehörden Wasserrechte erteilt. Die Höhe der genehmigten Wasserrechte richtet sich nach der Wasserbedarfsprognose und der förderbaren Menge (NLWKN 2012 a). Gegenwärtig sind im Einzugsgebiet Ems-Nordradde insgesamt Wasserrechte in Höhe von 20,74 Mio. m<sup>3</sup>/a (Stand Februar 2016) für die Öffentliche Trinkwasserversorgung erteilt worden. Wasserrechte in Höhe von 2,4 Mio. m<sup>3</sup>/a können im Grundwasserkörper Mittlere Ems Lockergestein links genutzt werden und 10,3 Mio. m<sup>3</sup>/a im GWK Mittlere Ems Lockergestein rechts 1 sowie 8,04 Mio. m<sup>3</sup>/a im GWK Mittlere Ems Lockergestein rechts 2. Die zulässigen Entnah-

memengen der einzelnen Wassergewinnungsanlagen (WGA) können der Abbildung 37 entnommen werden. 2015 erfolgte innerhalb des Landkreises Emsland im Einzugsgebiet eine tatsächliche Entnahme von 19,69 Mio. m<sup>3</sup>/a Grundwasser zur Sicherstellung der öffentlichen Wasserversorgung.

Eine rechnerische Gegenüberstellung von genehmigten Entnahmemengen und tatsächlichen Entnahmen im gesamten Einzugsgebiet Ems-Nordradde ergibt eine Ausschöpfung der durch die Wasserrechte genehmigten Entnahmemengen von 90,74 %. Der Ausschöpfungsgrad der genehmigten Entnahmemengen der einzelnen Wassergewinnungsanlagen kann Abbildung 37 entnommen werden.

Der nicht ausgeschöpfte Anteil der genehmigten Entnahmemengen dient u.a. als Reserve, um in Spitzenzeiten des Wasserverbrauches den Wasserbedarf decken zu können. Diese

Fälle treten häufiger zu trockenen Zeiten im Sommer auf, da dann der Wasserverbrauch für die Gartenberegnung ansteigt.

#### Kurzinformation: Grundwasserbewirtschaftung

- Der Anteil der genehmigten Wasserrechte am nutzbaren Grundwasserdargebot beträgt im GWK Mittlere Ems Lockergestein links 33,7 %, im GWK Mittlere Ems Lockergestein rechts 1 beträgt er 96,8 % und im GWK Mittlere Ems Lockergestein rechts 2 liegt der Anteil bei 34,5 %.
- Die zulässigen Entnahmemengen für die Trinkwasserversorgung betragen 20,74 Mio. m<sup>3</sup>/a.
- Die Gesamtentnahmemenge liegt bei 37,34 Mio. m<sup>3</sup>/a.



Abb. 35: Abgrenzung eines Wasserschutzgebietes.

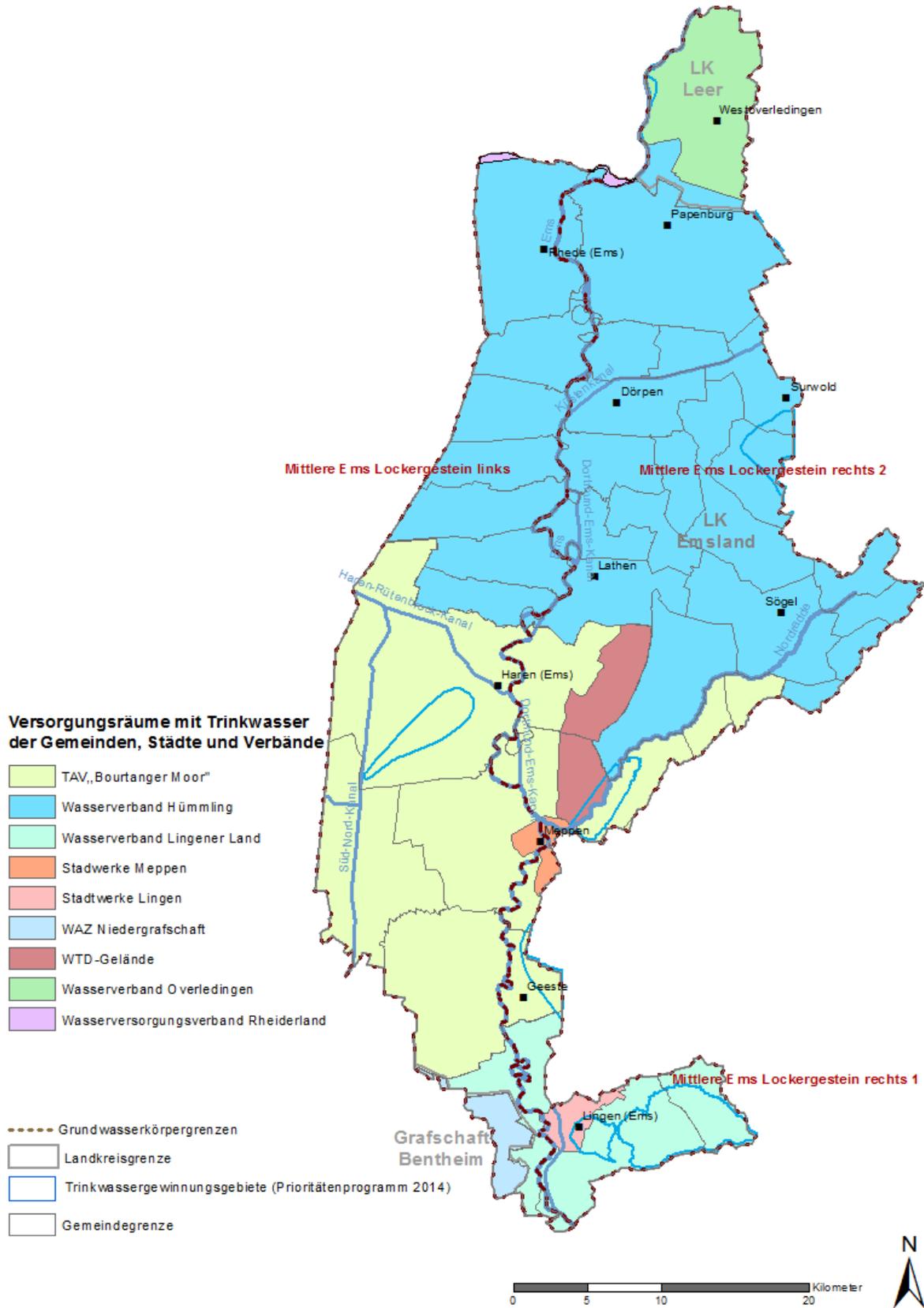


Abb. 36: Trinkwasser-Versorgungsräume der Verbände, Städte und Gemeinden.

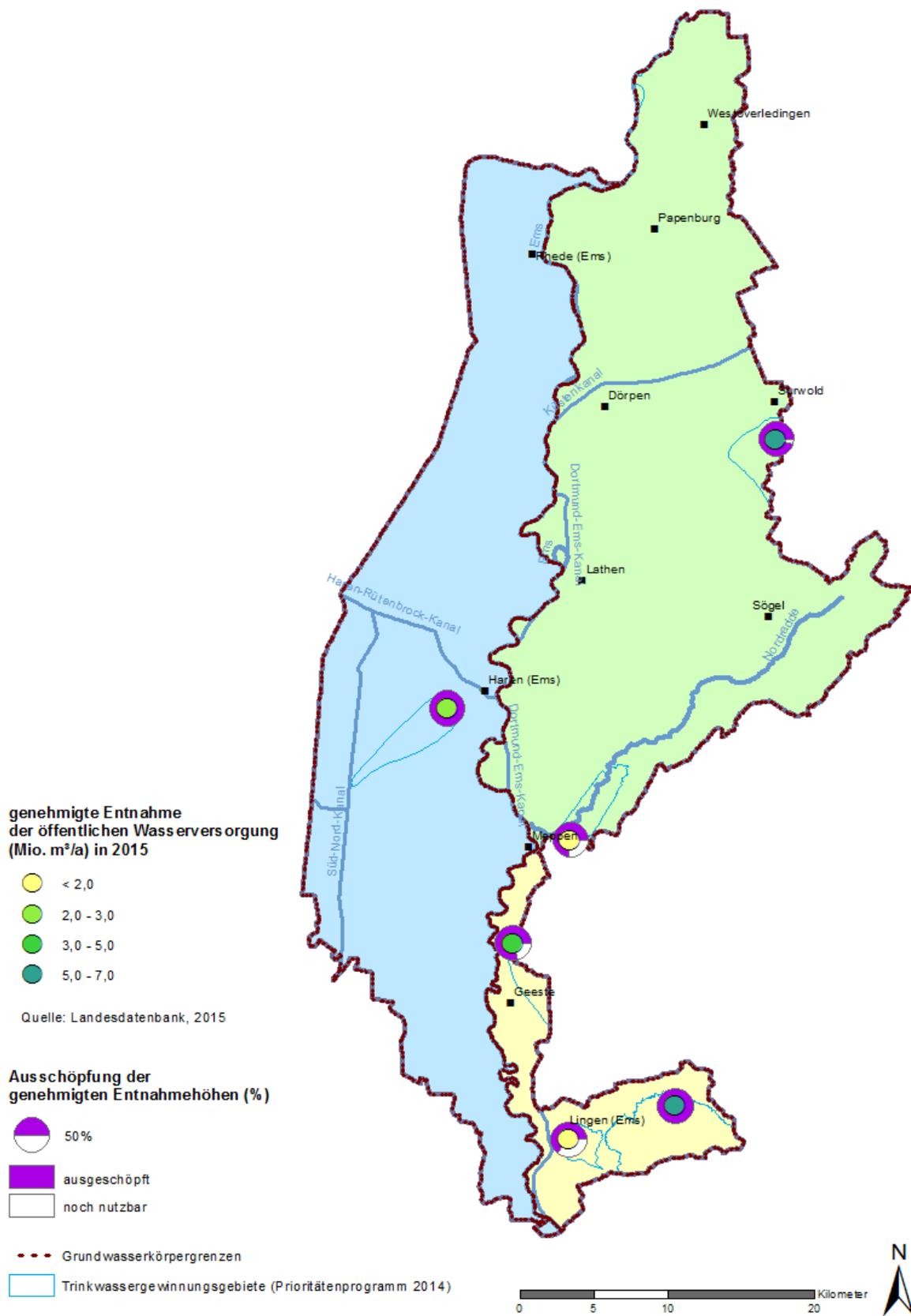


Abb. 37: Höhe und Ausschöpfung genehmigter Entnahmen der öffentlichen Wasserversorgung im Jahre 2015.

## 6. Grundwasserüberwachung

Das Grundwasser 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.

Grundwasser sollte möglichst in seiner Beschaffenheit anthropogen unbeeinflusst sein. Die chemischen und mineralogischen Eigenschaften und die mikrobielle Besiedlung der Feststoffphasen im Untergrund sowie das Wasser mit seinen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffen bestimmen die natürliche Beschaffenheit des Grundwassers. Eine zunehmende Rolle spielen 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 öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen (WVU) im Einzugsgebiet ihrer Förderanlagen betrieben werden.

Neben der Grundwasserbeschaffenheit unterliegt auch die Grundwassermenge Veränderungen. So können sich Grundwasserentnahmen aus der Industrie, der öffentlichen Wasserversorgung und der Landwirtschaft negativ auf den Grundwasserstand auswirken und die Grundwasserressourcen selbst oder vom Grundwasser abhängige Ökosysteme beeinflussen. 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 unse-

rer Grundwasservorkommen und für wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen dar.

In Niedersachsen ist der NLWKN mit der Ermittlung, Archivierung und der 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. Zur Wahrnehmung dieser Aufgabe betreibt das Land Niedersachsen ein Gewässerüberwachungssystem (GÜN), das durch den NLWKN 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 zu beurteilen.

Darüber hinaus verpflichtet das NWG (§89 NWG) die Unternehmen der Öffentlichen Trinkwasserversorgung (WVU) zur Eigenüberwachung des gewonnen Rohwassers. Um möglichst frühzeitig negative Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit erkennen zu können, müssen im Einzugsbereich der Grundwasser-Entnahmen sogenannte Vorfeldmessstellen errichtet und durch die Wasserversorgungsunternehmen betrieben werden. Diese Daten werden an den NLWKN als zuständigen Landesbetrieb 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 darüberhinausgehend erhoben wurden.

## 6.1 Messnetz

Nachteilige Veränderungen im Grundwasser können 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 (NLWKN 2012 a).

Das Grundwassermessnetz ist so angelegt, dass einmalige sowie wiederkehrende, kurzzeitige oder langfristige Belastungen erfasst und natürliche Veränderungen der Grundwassergüte als auch des Grundwasserstandes beobachtet werden können (Tab. 12; NLWKN 2012 a).

Tab. 12: Grundwassergüte und Grundwasserstände werden in Niedersachsen im Rahmen von verschiedenen Messprogrammen umfassend überwacht (NLWKN 2014b).

Messkonzept Grundwasser 2014*				
GÜN-Messprogramme		Anzahl Messstellen		
		Programm	Land	Dritte
Stand	Grundwasserstand	1584	1558	26
	WRRL-Stand	1121	903	218
	Klima-Stand	240	240	0
Güte	Grundwassergüte	601	594	7
	WRRL-Güte	1085	759	326
	WRRL-Pflanzenschutzmittel (inkl. LAWA PSM)	693	544	149
	Versalzung/Intrusion	394	216	178
	Sonderuntersuchungen	nach Bedarf	-	-
	Bodendauerbeobachtungsflächen	100	95	5
	Messstellen der Eigenüberwachung der Wasserversorgungsunternehmen	keine Angabe	-	-
	Europäische Umweltagentur (EUA)	167	160	7
	Teilmessnetz Landwirtschaft	103	100	3
	Evaluierung von Grundwasserschutzmaßnahmen in Trinkwassergewinnungsgebieten**	1410	44	1366

\* Anpassung EUA-Messnetz 2015

\*\* Messstellen nicht Teil des GLD-Messnetzes

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.

Während eine Grundwasserstandsmessstelle den gegenwärtigen Grundwasserstand im Grundwasserleiter wiedergibt, kann eine Grundwasserbeschaffenheitsmessstelle in Ab-

hängigkeit vom Ausbau nur einen räumlich begrenzten Ausschnitt des Grundwassers im Anstrom zur GWM erfassen (NLWKN 2001).

Die Festlegung von Messturnus und des zu erfassenden Parameterumfangs erfolgt dabei hinsichtlich regionaler und landesweiter Fragestellungen sowie unterschiedlichster nationaler und internationaler Berichtspflichten gemäß eines vom NLWKN erarbeiteten Messkonzeptes. Die Vielfältigkeit der Anforderungen wird durch verschiedene Messprogramme widerspiegelt (Tab. 12). Das Messnetzkonzept wird kontinuierlich den neuen Erkenntnissen und der fortschreitenden Entwicklung der Mess- und Analysentechnik sowie den sich ändernden aktuellen Fragestellungen angepasst.

Die innerhalb der Messprogramme erhobenen Daten werden durch die NLWKN-Betriebsstellen ausgewertet und zunächst in einer regionalen wasserwirtschaftlichen Datenbank erfasst, bevor sie anschließend in der Landesdatenbank (LDB) zentral zusammengeführt werden (verändert aus NLWKN 2012 a).

Die Umsetzung der Messprogramme umfasst die Probenahme, die Durchführung der Vor-Ort-Messungen und die Laboruntersuchung der Proben; die Messstellen werden durch regelmäßige Funktionskontrollen und Wartung betriebsbereit gehalten. Weiterhin erfolgt die Sammlung, Plausibilitätsprüfung und Auswertung der erhobenen Daten und deren Darstellung im Internet (Landesdatenbank, niedersächsische Umweltkarten) und in Berichten, wie beispielweise dem vorliegenden Regionalbericht.

Zur Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit des Grundwassers im Einzugsgebiet Ems-Nordradde wurden Daten von 234 Messstellen (Landesmessstellen und Förderbrunnen, Vorfeldmessstellen, sonstige Brunnen der WVU) für den vorliegenden Regionalbericht ausgewertet (Tab. 13 und Tab. 14). Wasserversorgungsunternehmen (WVU) haben für die Auswertung Grundwassergütedaten aus den Wasserschutz- bzw. Trinkwassergewinnungsgebieten Surwold, Haren-Düne, Kossen-Tannen, Geeste-Varloh, Stroot, Mundersum und Grumsmühlen zur Verfügung gestellt.

Tab. 13: Grundwassergüte: ausgewertete Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde nach ihrem Betreiber (Land = Landeseigene Messstelle, WVU = Messstelle eines Wasserversorgers).

Grundwasserkörper	Messstellen		
	Land	WVU	Gesamt
Mittlere Ems Lockergestein links	45	22	67
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	0	95	95
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	39	33	72
<b>Gesamt</b>	<b>84</b>	<b>150</b>	<b>234</b>

Tab. 14: Grundwassergüte: ausgewertete Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde nach ihrer Art (FB = Förderbrunnen, GWM = Grundwassermessstelle).

Grundwasserkörper	FB	GWM	Gesamt
Mittlere Ems Lockergestein links	8	59	67
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	9	86	95
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	4	68	72
<b>Gesamt</b>	<b>21</b>	<b>213</b>	<b>234</b>

Zur Darstellung der Grundwasserstandsentwicklung stehen Landesmessstellen mit Grundwasserstandsdaten zur Verfügung

(Tab. 15). Ausgewertet wurden 68 Messstellen, deren Messreihe 30 Jahre bzw. 20 Jahre umfasst.

Tab. 15: Grundwasserstand: ausgewertete Landesmessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

<b>Grundwasserkörper</b>	<b>GWM Anzahl</b>
Mittlere Ems Lockergestein links	32
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	0
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	36
<b>Gesamt</b>	<b>68</b>

## 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 in der Regel so gewählt, dass die Grundwasserstockwerke gut erfasst werden können. Angepasst an die Vor-Ort-Gegebenheiten (Mächtigkeit des Grundwasserleiters von über 20 Meter, teufen ab-

hängige Untersuchung eines Grundwasserleiters) kann eine Messstelle zu einer Mehrfachmessstelle mit mehreren Filterstrecken in unterschiedlicher Tiefe ausgebaut sein. In der Regel werden jedoch zwei bis drei Einzelmessstellen nebeneinander in separaten Bohrungen niedergebracht um übereinanderliegende Grundwasserstockwerke beobachten und beproben zu können. Dabei sind Grundwasserstandsmessstellen häufig mit Filterlängen von 1-2 m ausgestattet, während Gütemessstellen z.T. mit über 10 m Filterstrecke ausgebaut sind. Die Abbildungen 38 und 39 zeigen die Errichtung einer neuen Grundwassermessstelle.



Abb. 38: Bohrung einer Grundwassermessstelle.



Abb. 39: Fertiggestellte Messstelle mit Sicherheitsdreieck.

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

dem Begriff „Messstelle“ zusammengefasst. Von den 234 im Rahmen des vorliegenden Berichts näher untersuchten Messstellen sind 165

Messstellen im 1. Grundwasserstockwerk und 44 GWM im 2. Stockwerk verfiltert. Bei 25 Messstellen war aufgrund nicht vorliegender Schichtenverzeichnisse, Bohrprofile oder Ausbaudaten der GWM, eine Zuordnung nicht

möglich (Tab. 16). In Tabelle 17 sind die Messstellen nach hydrogeologischen Teilräumen differenziert ausgewertet.

Tab. 16: Messstellenverteilung in den Grundwasserkörpern differenziert nach Filterlage in unterschiedlichen Grundwasserstockwerken.

Grundwasserkörper	Grundwasserstockwerk			Gesamt
	1	2	ohne Zuordnung	
Mittlere Ems Lockergestein links	57	10	0	67
Mittlere Ems Lockergestein rechts 1	65	20	10	95
Mittlere Ems Lockergestein rechts 2	43	14	15	72
<b>Gesamt</b>	<b>165</b>	<b>44</b>	<b>25</b>	<b>234</b>

Tab. 17: Anzahl der Messstellen in den hydrogeologischen Teilräumen in unterschiedlichen Grundwasserstockwerken.

Hydrogeologischer Teilraum	Verfilterung im Stockwerk			Gesamt
	1	2	ohne Zuordnung	
Bourtanger Moorniederung	34	4	0	38
Ems-Vechte Niederung	68	22	14	104
Hunte-Leda Moorniederung	12	3	8	23
Lingener Höhe	22	3	0	25
Lohner Geest	1	0	0	1
Ostfriesische Marsch	0	2	3	5
Sögeler Geest	28	10	0	38
<b>Gesamt</b>	<b>165</b>	<b>44</b>	<b>25</b>	<b>234</b>

Die mit Abstand größte Messstellendichte befindet sich in der Ems-Vechte Niederung. In den Bereichen, in denen Messstellenhäufun-

gen auftreten, befinden sich in der Regel Trinkwassergewinnungsgebiete. Hier betreiben die Wasserversorgungsunternehmen ein umfangreiches Messnetz zur Beweissicherung.

### 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
- 234 Messstellen konnten zur Auswertung der Grundwassergüte herangezogen werden.

## 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. 40). Zunehmend werden die Grundwasserstände per Datenfernübertragung (DFÜ) automatisiert gemessen und übermittelt (Abb. 41). Die Daten bilden die Grundlage für Auswertungen und Beurteilung der vorhandenen Grundwassermenge (NLWKN 2012 a).

Der zeitliche Verlauf des Grundwasserstandes wird an allen zur Verfügung stehenden GWM durch eine sich über Jahre erstreckende Ganglinie wiedergegeben (Abb. 42). Die Grundwasserstandsentwicklung wird 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 Erstellung von Grundwassergleichenplänen genutzt, die eine flächenhafte Darstellung der auf NN bezogenen Grundwasserstände ermöglichen (siehe NIBIS<sup>3</sup>). Aus dem Messstellennetz sind die Höhen des Grundwasserspiegels in einer ganzen Region abzulesen. Durch Konstruktion der Linien gleichen Grundwasserstands zu einem definierten Beobachtungszeitpunkt (Stichtagsmessung) wird ein sogenannter Grundwassergleichenplan abgeleitet. Aus dem Grundwassergleichenplan lässt sich die Fließrichtung des Grundwassers bestimmen. Grundwassergleichenpläne werden für jeden Grundwasserleiter getrennt erstellt.

Der im Internetportal des Umweltministeriums gezeigte Grundwasserbericht Niedersachsen bietet anhand einer interaktiven Karte die Möglichkeit, sich Ganglinien ausgewählter Messstellen anzeigen zu lassen und Zusatzinformationen abzurufen.



Abb. 40: Grundwasserstandsmessung mit dem Lichtlot.



Abb. 41: Überprüfung der DFÜ-Sonde.

## 7.1 Grundwasserganglinien

Bei der Darstellung einer Grundwasserganglinie werden die gemessenen Grundwasserspiegelnhöhen 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 zu beobachten. Teilweise kann bei flach verfilterten Messstellen auch die Transpiration (Verdunstung) eine Rolle spielen. In tieferen Grundwasserstockwerken tritt diese Abhängigkeit nur noch abgeschwächt sowie mit zeitlicher Verzögerung auf.

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

Die Ganglinien zeigen häufig typische Verläufe, die Veränderungen 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 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 Abbildung 42 ist für eine Grundwassermessstelle (GWM) der Niederschlags Einfluss dokumentiert. Der über die Wintermonate ansteigende Grundwasserstands-Verlauf geht einher mit einer erhöhten Grundwasserneubildung im Winter. In den Sommermonaten fallen die Grundwasserstände, in der Regel bis September/Oktober, um danach mit den einsetzenden Herbstniederschlägen wieder anzusteigen.

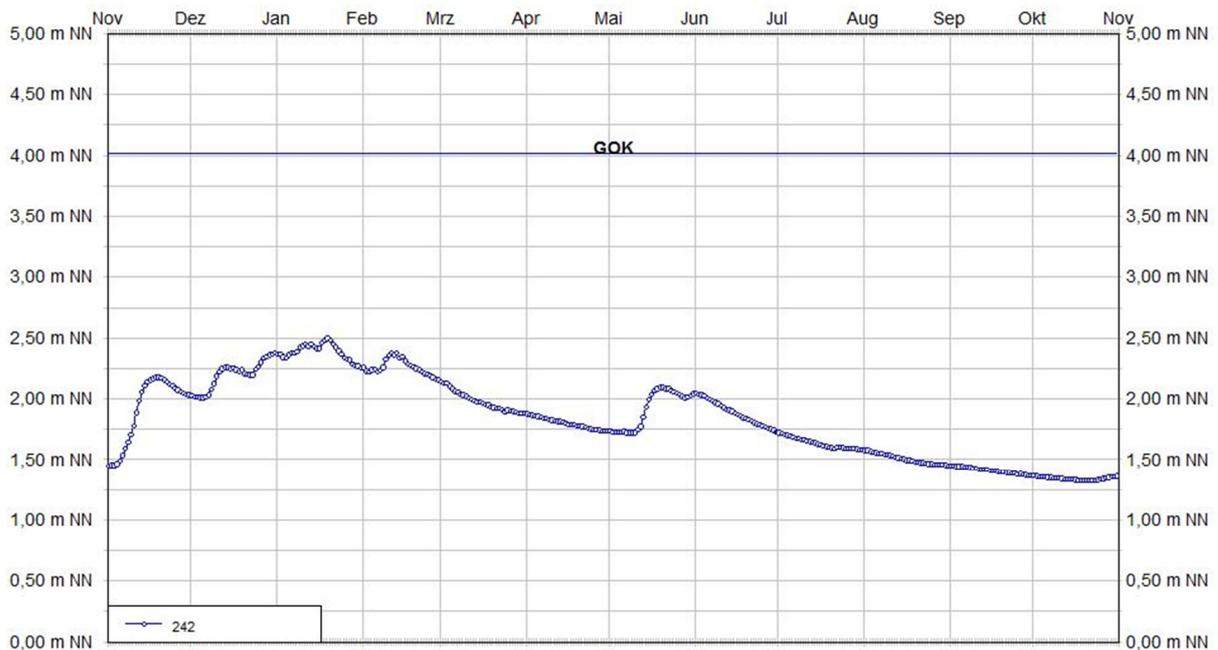


Abb. 42: Messstelle Rhederfeld I für den Zeitraum vom 01.11.2013 bis 31.10.2014 (hydrologisches Jahr). Die Abkürzung GOK steht für die Geländeoberkante.

## 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 lückenlos 30-jährige Zeitreihen zur Verfügung stehen,

werden hilfsweise auch 20-jährige Zeitreihen dargestellt. Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde eignen sich für beide Zeitreihen nahezu die gleichen Messstellen. Von Bedeutung ist dabei auch der Vergleich der unterschiedlichen Betrachtungszeiträume.

Im Rahmen des Regionalberichtes werden bei der Trendanalyse nur Landesmessstellen berücksichtigt. Messstellen der Wasserversorgungsunternehmen 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 Gegensatz zur Gefährdungsabschätzung und der Bewertung des mengenmäßigen Zustands der Grundwasserkörper gem. EG-WRRL (Kapitel 4.1.1 Ergebnisse der Zustandsbewertung nach EG-WRRL), die in Niedersachsen auf einer in einzelne Prüfschritte gegliederten Matrix basieren, werden im Rahmen des vorliegenden Regionalberichtes keine flächenbezogenen, sondern punktuelle, messstellenbezogene Aussagen getätigt. Eine flächenbezogene Gefährdungsabschätzung ist im Zuge der Bestandsaufnahme 2013 vorgenommen worden. Eine Bewertung des quantitativen Zustandes der Grundwasserkörper erfolgte 2015 im Rahmen der Aufstellung des Bewirtschaftungsplans 2016 – 2021 (angepasst aus NLWKN 2012 a).

Im Regionalbericht werden Grundwasserstandsdaten ausgewertet und in entsprechenden Kartenabbildungen dargestellt. Analog zum Vorgehen Niedersachsens bei der Ermittlung des mengenmäßigen Zustandes der Grundwasserkörper wird eine modifizierte Trendauswertung nach Grimm-Strele (NLWKN 2013) zur Auswertung der Grundwasserstandsdaten verwendet.

Für den 30-jährigen Trend wird der Zeitraum vom 01.11.1984 bis 31.10.2014 berücksichtigt. Die Zeitreihe 01.11.1994 – 31.10.2014 ist für die Berechnung des 20-jährigen Trends relevant.

Der Trendkoeffizient ergibt sich aus dem Verhältnis von Steigung der Regressionsgeraden in Zentimeter (cm) pro Jahr und der Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in Zentimeter (cm). Bei dem Verfahren nach Grimm-Strele wird nicht allein die Steigung der Regressionsgeraden, sondern auch die Differenz der beiden Extremwerte durch Division berücksichtigt. Dadurch wird 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 Steigungswert (in Prozent pro Jahr) berechnet und einer von fünf Klassen von „stark fallend“ bis „stark steigend“ zugeordnet (NLWKN 2012 a; s. auch Tab. 18).

Gleichung (1) 
$$\frac{\text{Steigung der Regressionsgeraden in cm pro Jahr} \cdot 100}{\text{Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in cm}} = \text{Trendauswertung}$$

Eine beispielhafte Trendberechnung ist in Abbildung 43 für die Messstelle Klein Fullen I dargestellt. Aus der Steigung der Regressionsgeraden (-0,00574 m/a) und der Spannweite der Extremwerte (1,47 m) errechnet sich nach Gleichung 1 der Trend der gezeigten Ganglinie

(-0,00574 (m/a) / 1,47 (m) • 100 (Umrechnung in Prozent) = -0,39). Nach Abgleich des Endergebnisses mit Tabelle 18 ergibt sich für das vorliegende Beispiel eine Einstufung als gleichbleibend.

Tab. 18: 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

Mit dieser Klassenteilung, die den Empfehlungen der Arbeitshilfe der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA-Arbeitshilfe 2003) entspricht, ergibt sich für die Lockergesteinsgebiete des Einzugsgebietes Ems-Nordradde ein

plausibles Bewertungsbild, das die regionalen Gegebenheiten widerspiegelt (NLWKN 2012 a).

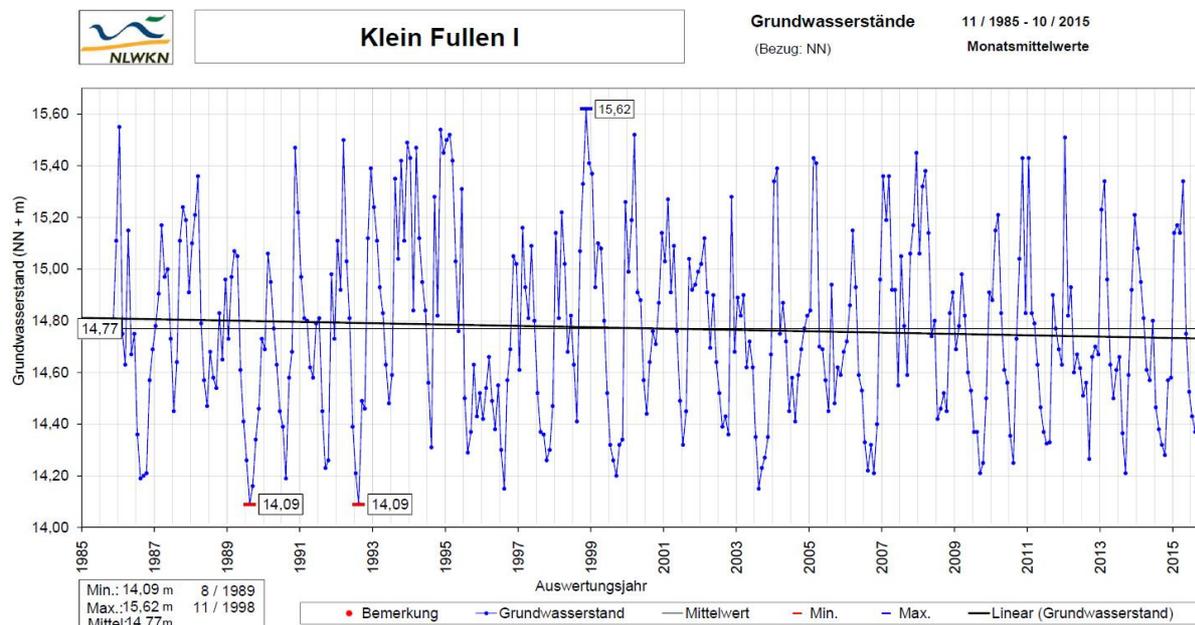


Abb. 43: Beispiel einer Ganglinie mit Auswertung für einen Zeitraum von 30 Jahren (01.11.1985 bis 31.10.2015) für die Messstelle Klein Fullen I.

## 7.4 Grundwasserstandbeobachtung – Ergebnisse der Datenauswertung

Im Zuge des vorliegenden Regionalberichtes werden unabhängig von der Bewertung nach der EG-WRRRL 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. Für Messstellen mit Fehlmonaten zu

Beginn und Ende der Zeitreihe werden keine Auswertungen durchgeführt; innerhalb der Datenreihe werden lediglich bis zu 10 % Fehlmonate toleriert. 67 GWM mit ausreichenden Zeitreihen waren für die Ermittlung eines 20-jährigen Trends geeignet. Für 68 GWM konnte ein 30-jähriger Trend berechnet werden.

## 7.4.1 Trendbetrachtung 20 Jahre

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde zeigen 15 von 67 Messstellen (22 %) bei einer Trendbetrachtung über 20 Jahre einen fallenden Trend hinsichtlich des Grundwasserstandes (Abb. 44). Bei 27 Messstellen (40 %) wurde 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 Auswertzeitpunktes fällt und die Regressionsgrade deutlich beeinflusst. Auffällig viele Messstellen mit negativem Trend befinden sich in der Sögeler Geest (Tab. 19). Messstellen in den Niederungsgebieten weisen

einen fallenden oder gleichbleibenden Trend auf. In der Bourtanger Moorniederung treten zudem vereinzelt Messstellen mit steigendem oder stark steigendem Trend auf (Fullener Moor I+II, Rütenbrocker Moor I). 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 Gebietsteil. Es zeichnet sich in der Ostfriesischen Marsch und in den nördlichen Bereichen der Hunte-Leda-Moorniederung jedoch ein gleichbleibender oder fallender Trend ab.

Tab. 19: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm-Strele (20 Jahre) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

Hydrologischer Teilraum	Grimm-Strele Beurteilung				
	stark steigend	steigend	gleichbleibend	fallend	stark fallend
Ostfriesische Marsch	-	-	1	-	-
Bourtanger Moorniederung	2	1	9	5	1
Hunte-Leda-Moorniederung	-	-	6	6	-
Sögeler Geest	-	-	-	2	20
Lohner Geest	-	-	-	-	1
Ems-Vechte Niederung	-	-	6	2	5
<b>Gesamt</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>22</b>	<b>15</b>	<b>27</b>

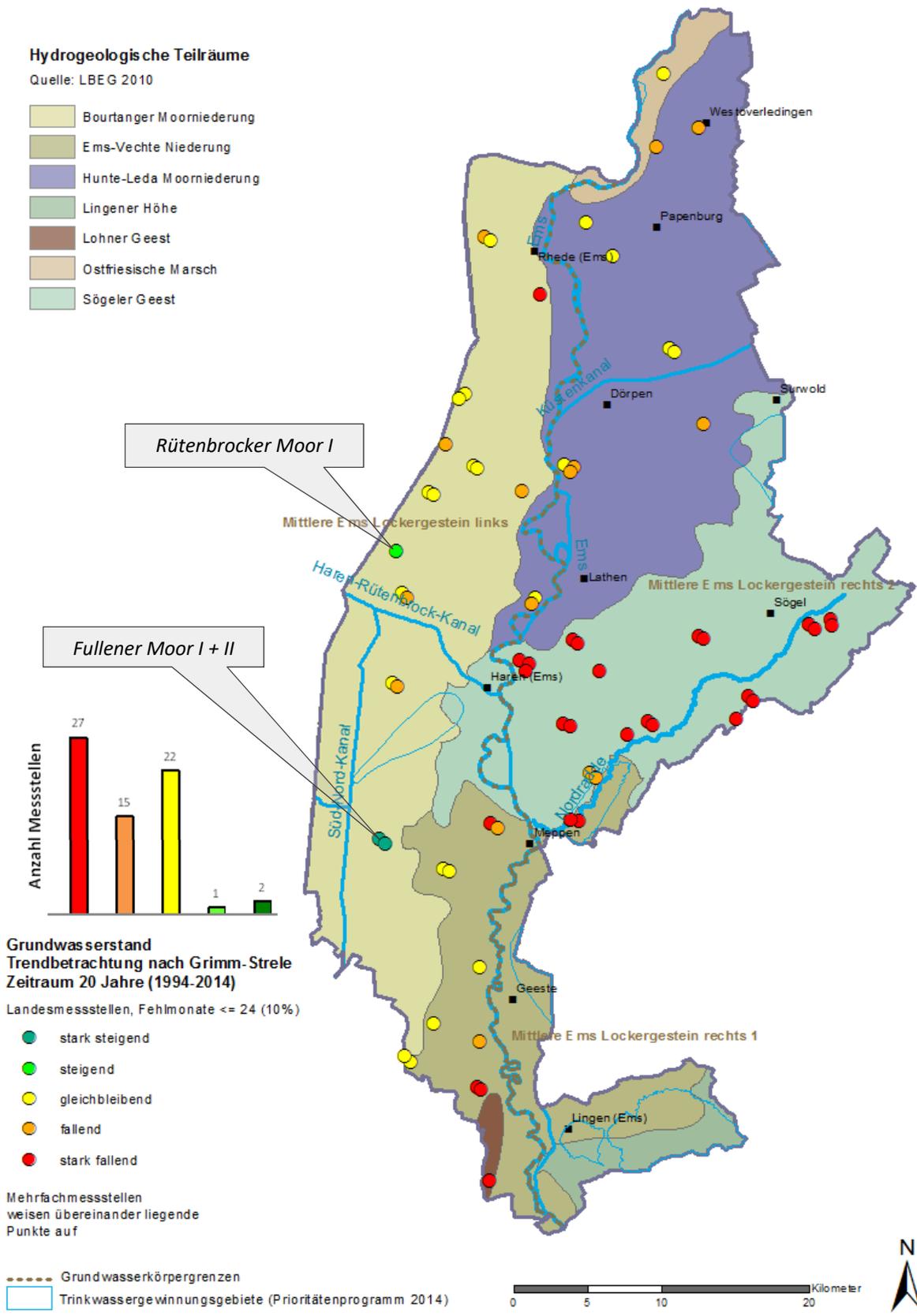


Abb. 44: Grimm-Strele, 20 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.

## 7.4.2 Trendbetrachtung 30 Jahre

Die Auswertung des 30-jährigen Trends (Abb. 45) zeigt bei 12 % der ausgewerteten Messstellen einen stark fallenden Trend hinsichtlich des Grundwasserstandes. 22 % der Messstellen weisen einen fallenden Trend auf. Auch hier ist die Häufung dieser Trends in der Sögeler Geest prägnant (Tab. 20). Überregional kann dieser Trend auch in anderen Geestbereichen beobachtet werden. Der negative Trend innerhalb des Gesamtgebietes ist im 30-jährigen Zeitraum nicht so ausgeprägt wie innerhalb des kurzen Betrachtungszeitraumes von 20 Jahren. Durch den längeren Auswertungszeitraum fallen kurzzeitige Extrema nicht so stark ins Gewicht (siehe Kapitel 7.4.1 Trendbetrachtung 20 Jahre). Von 68 Grund-

wassermessstellen zeigen 43 keine Veränderungen des Grundwasserspiegelniveaus. Insbesondere in den Niederungsgebieten ist ein gleichbleibender Trend zu verzeichnen. Im 30-jährigen Zeitraum gibt es im Vergleich zum 20-jährigen Zeitraum keine stark steigenden GWM. In der Bourtanger Moorniederung finden sich jedoch zwei steigende Trends. Die Messstellen Fullener Moor I und II weisen steigende Trends in beiden Zeiträumen auf. Wie bereits beim 20-jährigen Zeitraum, liegen auch hier die steigenden Trends in ehemaligen Moorgebieten. Ein kontinuierlicher Anstieg der Grundwasserstände durch Sackung im Moor ist eine mögliche Ursache. Renaturierungsmaßnahmen, wie Wiedervernässung, konnten in den Bereichen nicht festgestellt werden.

Tab. 20: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm-Strele (30 Jahre) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

Hydrologischer Teilraum	Grimm-Strele Beurteilung			
	steigend	gleichbleibend	fallend	stark fallend
Bourtanger Moorniederung	2	16		
Ostfriesische Marsch				1
Hunte-Leda-Moorniederung		10	2	
Sögeler Geest		6	11	6
Ems-Vechte Niederung		11	2	
Lohner Geest				1
<b>Gesamt</b>	<b>2</b>	<b>43</b>	<b>15</b>	<b>8</b>

### Kurzinformation: Grundwasserüberwachung

- Insbesondere in der Sögeler Geest zeigen die Trendauswertungen über 20 und 30 Jahre fallende Grundwasserstände.
- Die Niederungsgebiete weisen meist gleichbleibende Grundwasserstände auf.
- In der Auswertung der letzten 20 Jahre sind im Vergleich zum 30-jährigen Trend mit acht stark fallenden Messstellen deutlich mehr (27) stark fallende Messstellen verzeichnet worden.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

-  Bourtanger Moorniederung
-  Ems-Vechte Niederung
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Lingener Höhe
-  Lohner Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Sögeler Geest

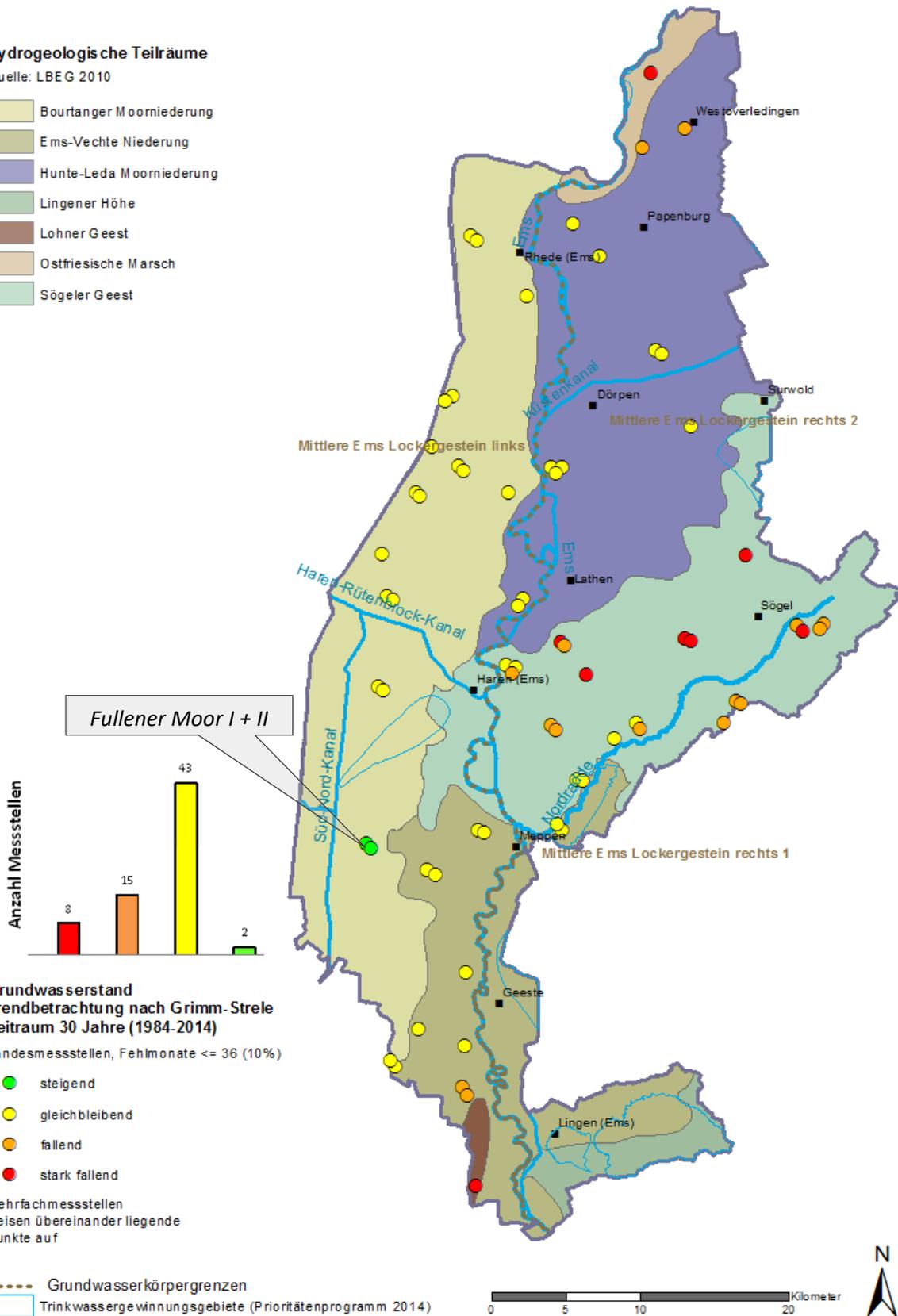


Abb. 45: Grimm-Strele, 30 jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.

## 8. Auswertung

### Grundwasserbeschaffenheit

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 dargestellt, wobei größtenteils auf Daten der letzten 5 Jahre zurückgegriffen werden konnte (Abb. 46). Insgesamt sind in die vorliegende

Auswertung Gütedaten von 247 Grundwassermessstellen (Landes- und Vorfeldmessstellen) und Förderbrunnen eingeflossen. Die Ergebnisse werden in Abbildungen und Tabellen veranschaulicht und Messstellen bzw. Teilraum bezogen ausgewertet.

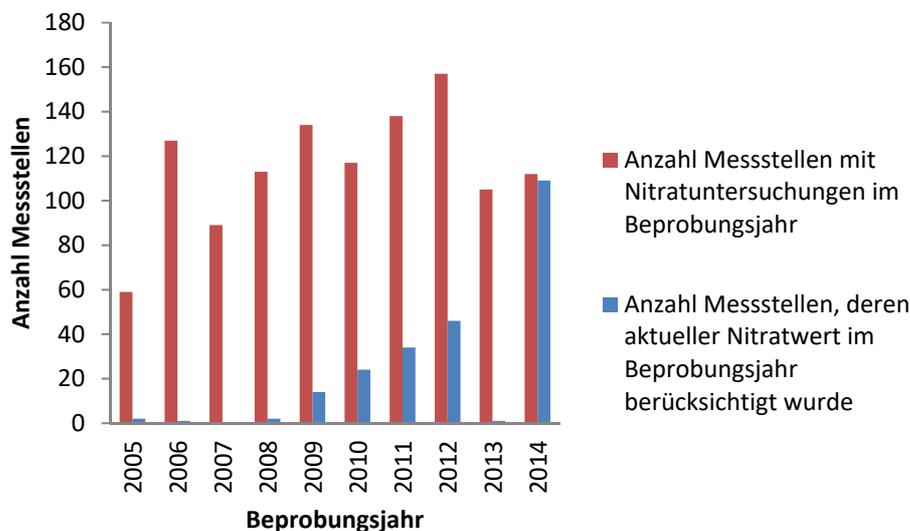


Abb. 46: Anzahl der auf Nitrat untersuchten Messstellen im Beprobungsjahr (rot). Für einen Teil dieser Messstellen endet die Beprobung mit dem jeweiligen Jahr (blau).

Als Indikatoren für eine Belastung der Grundwasservorkommen durch Stoffeinträge wurden Auswertungen für elf Parameter vorgenommen. Als regelmäßig gemessene Größen werden neben der physikalisch-chemischen Kenngröße pH-Wert auch Nitrat, Nitrit, Ammonium, die Gesamthärte (Summe Ca und Mg), Sulfat und Chlorid, Kalium, Eisen und Aluminium ausgewertet. Ebenfalls dargestellt wird das in größeren zeitlichen Abständen gemessene Schwermetall Nickel. Die Auswertung erfolgt in Form von hydrochemischen Karten und tabellarischen Auswertungen mit Zusatzinformationen. Auf Ebene der sieben hydrogeologischen Teilräume werden Minimum-, Maximum- und Mittelwerte der einzelnen Parameter benannt. Auswertungen zu Pflanzenschutzmitteln und deren Metaboliten erfolgen in tabellarischer Form.

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 Richtungs-pfeile angegeben.

Die in den Karten dargestellten Analyseergebnisse gelten nur für das jeweils untersuchte

## 8.1 Schwellen- und Grenzwerte in der Grundwasserüberwachung

Für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit definiert die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001, Stand 2016) Grenzwerte, die Verordnung zum Schutze des Grundwassers sogenannte Schwellenwerte (GrwV 2010). Die verwendeten Grenz- und Schwellenwerte sind in Tabelle 21 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 von landeseigenen NLWKN Messstellen (GÜNGüte 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 mit im schlechten Zustand bewertet wurden, werden zweimal jährlich beprobt (Operatives Messnetz).

Tab. 21: Übersicht der im vorliegenden Bericht ausgewerteten Parameter mit den jeweiligen Schwellen- bzw. Grenzwerten sowie der Anzahl der Gesamtanalysen und den Analysen kleiner der Bestimmungsgrenze (<BG).

Parameter	Grenzwert TrinkwV	Schwellenwert GrwV	Anzahl Analysen	
			Gesamt	< BG
Aluminium gelöst	0,2 mg/l		1158	418
Ammonium	0,5 mg/l	0,5 mg/l	1429	447
Chlorid	250 mg/l	250 mg/l	1137	9
Eisen	0,2 mg/l		1440	167
Gesamthärte in °dH			753	1
Kalium	12 mg/l (Alte TrinkwV)		1116	80
Nickel	0,02 mg/l		438	260
Nitrat	50 mg/l	50 mg/l	1459	804
Nitrit	0,5 mg/l	0,5 mg/l	1130	883
pH	≥ 6,5 und ≤ 9,5		1468	
Sulfat	250 mg/l	250 mg/l	1456	111
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln	Einzelparameter > 0,1 µg/l		16.679	
	Summenparameter >0,5 µg/l			

## 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 (NLWKN 2012 a).

Die Schädigung bzw. die biologische Verfügbarkeit vieler Stoffe (z. B. Löslichkeit, Mobilität z. B. von Schwermetallen) ist abhängig vom pH-Wert. Ein pH-Wert zwischen 6 und 9 gilt für die meisten Organismen als verträglich. Der Reaktionsablauf vieler chemischer und biologischer Vorgänge wird durch den pH-Wert entscheidend bestimmt; viele dieser Vorgänge sind für ihren optimalen Ablauf an bestimmte pH-Bereiche gebunden. Welchen pH-Wert ein Wasser aufweist, hängt hauptsächlich vom Stoffmengenverhältnis der freien Kohlensäure zum Hydrogencarbonat ab. Bei gut gepufferten Grundwässern liegt der pH-Wert häufig in der Nähe des Neutralpunktes (pH 6,5 bis 7,5), bei weichen, jedoch kohlen-säurereichen Wässern, Tab. 22: pH-Wert, Min./Max.- und Mittelwerte sowie Einhaltung Grenzwert TrinkwV (> pH 6,5) in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräumen über den Zeitraum 2005 - 2014.

etwa zwischen pH 5 und 6. Bei sehr kohlen-säurereichen Mineralwässern kann der pH-Wert sogar auf Werte von 4,5 bis 5 absinken. Fehlen im Boden oder Grundwasser puffernde Substanzen wie Kalzium- oder Magnesiumcarbonate (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 Schwefeldioxyde mit dem sauren Regen, natürliche Bildung von Huminsäuren in Moor-gebieten). Im sauren Grundwasser erfolgt eine Mobilisierung von Schwermetallen und Aluminium.

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2001, Stand 2016) sieht die Einhaltung des pH-Bereiches von 6,5 bis 9,5 vor.

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde wird der untere Grenzwert der Trinkwasserverordnung (pH-Wert 6,5) in 72 von 234 ausgewerteten Messstellen eingehalten, dies entspricht 30,8 % (Tab. 22). Überschreitungen des oberen Grenzwertes von pH 9,5 liegen nicht vor.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl			pH-Wert		(> pH 6,5)		%
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	
Bourtanger Moorniederung	38	408	5,2	4,0	7,3	92	8	21,1
Ems-Vechte Niederung	104	1349	5,6	4,2	8,4	765	48	46,2
Hunte-Leda Moorniederung	23	180	5,5	4,6	6,7	7	2	8,7
Lingener Höhe	25	360	5,2	4,2	7,8	75	5	20
Lohner Geest	1	2	7,3	7,1	7,5	2	1	100
Ostfriesische Marsch	5	14	6,2	5,9	6,7	3	1	20
Sögeler Geest	38	680	5,1	3,6	7,3	110	7	18,4
<b>Gesamt</b>	<b>234</b>	<b>2993</b>	<b>5,4</b>	<b>4,1</b>	<b>7,1</b>	<b>1054</b>	<b>72</b>	<b>30,8</b>

\*Messstellen, deren aktueller Wert den pH-Wert von 6,5 überschreitet

Die Messstellen wurden zudem in die pH-Wert-Klassen „stark sauer“ (bis pH 5,5), „sauer“ (pH 5,5 - <6,5), „neutral“ (pH 6,5 – pH 7,5) und „alkalisch“ (pH > 7,5) eingestuft. Insgesamt weisen 67 von 234 Messstellen einen pH-Wert im stark sauren Bereich auf (Abb. 47).

Die pH-Werte des Grundwassers werden entscheidend von den geologischen und bodenkundlichen Gegebenheiten des Untergrundes geprägt (NLWKN 2012 a), so sind die im Einzugsgebiet Ems-Nordradde vorherrschenden niedrigen pH-Werte charakteristisch für Lockergesteinsgebiete. Insbesondere in den Teilräumen der Bourtanger Moorniederung, der Hunte-Leda Moorniederung, der Sögeler Geest und der Ostfriesischen Marsch ist das Grundwasser sauer bis maximal neutral. Dies zeigt sich ebenfalls in der Lohner Geest und der Ems-Vechte Niederung, wobei im Grenzgebiet der Ems-Vechte Niederung und der Lingener Höhe die einzigen Messstellen mit pH-Werten über 7,5 auftreten. Die niedrigen pH-Werte sind hauptsächlich begründet durch die carbonatarmen Lockersedimente der überlagernden Deckschichten.

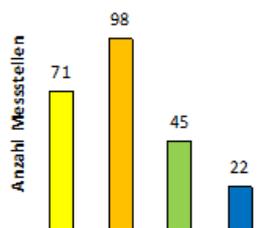
Die Trendermittlung ergab, dass in 27 Messstellen die pH-Werte fallend sind, in 18 Messstellen ansteigend (Abb. 47). Vor dem Hintergrund schon niedriger pH-Werte muss dieser Trend als besorgniserregend angesehen werden. Die zunehmende Versauerung ist u.a. auf die durch Luftverunreinigung bedingten höheren Stickstoffmonoxid-, Stickstoffdioxid-, und Schwefeldioxideinträge zurückzuführen. Die hohen Einträge können vor allem bei basenarmen Gesteinen zu einer Versauerung durch Bildung von Salpeter- und Schwefelsäure führen. Schwefeleinträge sind durch die Verwendung von Entschwefelungsanlagen bei der Erdgasgewinnung deutlich zurückgegangen. Dagegen haben insbesondere Ammoniuminträge bedingt durch Ausgasungen aus Viehställen und bei der Ausbringung von organischen Düngemitteln zugenommen.

Durch Denitrifikationsprozesse werden zusätzlich  $H^+$ -Ionen frei, sodass auch dieser Prozess zur Versauerung beiträgt.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



### Trend 2005-2014

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

- fallender Trend
- steigender Trend

### pH-Wert aktuellster Wert im Zeitraum 2005-2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 5,5      Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
- 5,5 - 6,5
- 6,5 - 7,5
- >7,5

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

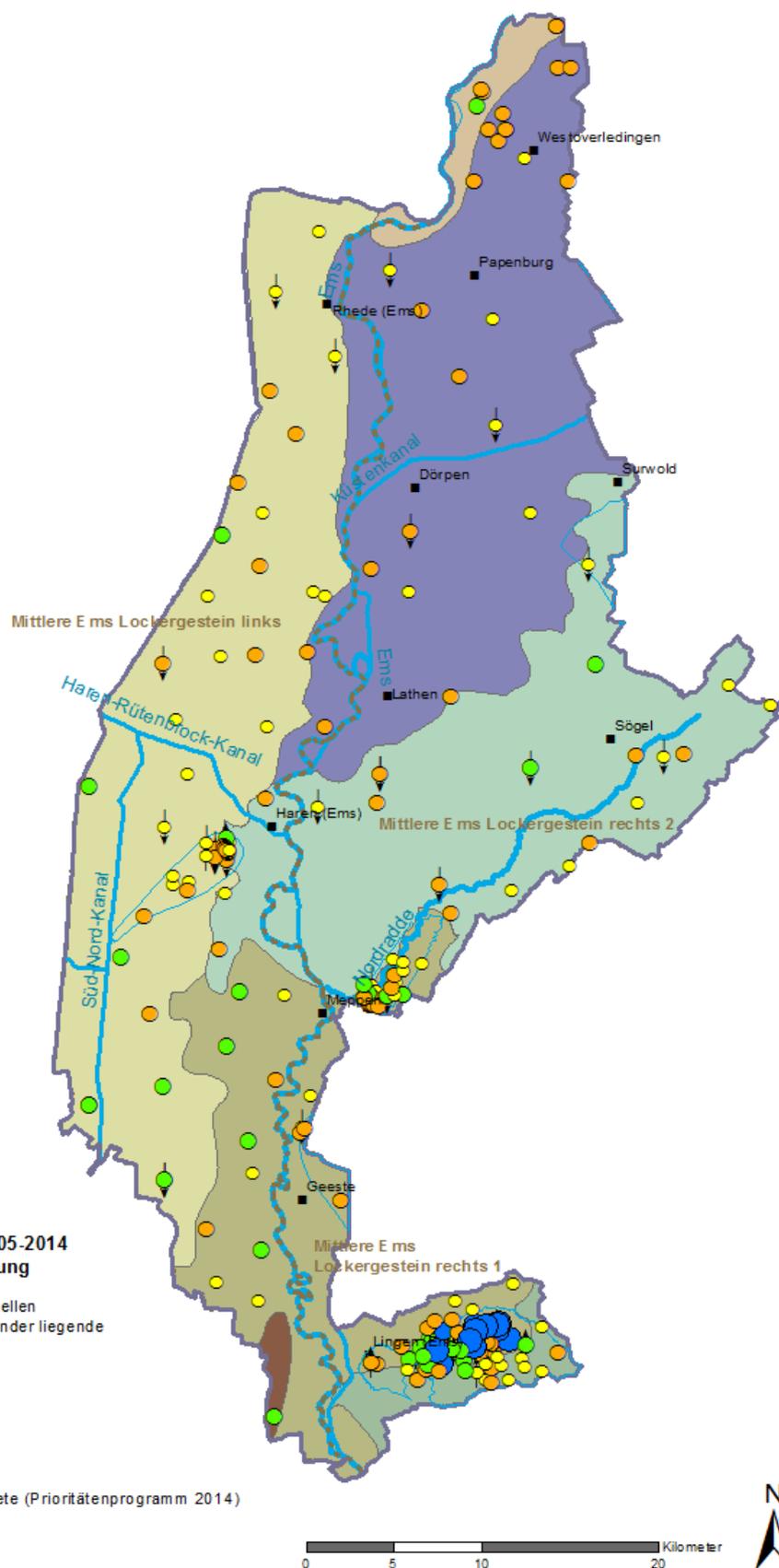


Abb. 47: pH-Wert und Trendentwicklung.

### 8.3 Wasserhärte

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

Bei der Erfassung der Carbonathärte werden lediglich die als Carbonate vorliegenden Erdalkalimetalle berücksichtigt.

Der Wasserhärte kommt vor allem in technischer Hinsicht eine Bedeutung zu. Um Trinkwasser durch Rohrsysteme weiter zu leiten, ist immer eine gewisse Wasserhärte erforderlich. Weiche Wässer bilden in Rohrleitungen keine Schutzschicht aus und wirken durch die stets vorhandene Kohlensäure korrosiv. Zu harte Wässer verursachen unerwünschte Kalkabscheidungen.

Die Trinkwasserverordnung (TrinkwV 2011, Stand 2016) 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 Kalziumcarbonat je Liter (bis 8,4 °dH)

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

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

In der Tabelle 23 sind in Anlehnung an die oben genannten Einstufungen Auswertungen zum Härtegrad in den untersuchten Messstellen wiedergegeben. In den Teilräumen Bourtanger Moorniederung, Ems-Vechte Niederung und Ostfriesische Marsch ist das Wasser mittelhart, in der Hunte-Leda Moorniederung, der Lingener Höhe und der Sögeler Geest weich.

Tab. 23: Gesamthärte, Min/Max- und Mittelwerte in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 – 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Gesamthärte (° dH)			Anzahl GWM Gesamthärte		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	weich	mittel	hart
Bourtanger Moorniederung	10	55	9,97	1,20	33,60	9	0	1
Ems-Vechte Niederung	62	466	11,61	0,40	78,40	33	18	11
Hunte-Leda Moorniederung	11	41	4,18	1,29	13,38	11	0	0
Lingener Höhe	11	73	6,87	2,24	18,48	9	2	0
Ostfriesische Marsch	5	12	9,88	4,48	20,22	3	0	2
Sögeler Geest	16	99	7,24	0,78	46,48	16	0	0
<b>Gesamt</b>	<b>115</b>	<b>746</b>	<b>8,29</b>	<b>1,73</b>	<b>35,09</b>	<b>81</b>	<b>20</b>	<b>14</b>

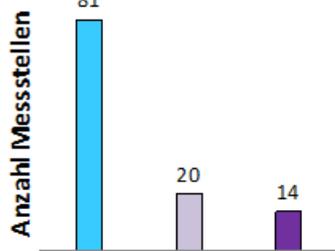
Die Abbildung 48 zeigt auf, dass bei Betrachtung des aktuellen Wertes des Auswertzeitraumes innerhalb des Einzugsgebietes die weichen Härtegrade vorherrschen. Lediglich im Lingener Raum (hier insbesondere die Ems-Vechte Niederung) häufen sich die mittelharten und harten Messwerte. Dieses spiegelt sich

ebenfalls bei den erhöhten pH-Werten des Gebietes wieder. Innerhalb der Niederungs- und Geestgebiete hat das Sickerwasser keinen Kalklieferanten, sodass das Grundwasser in der Regel sehr weich ist. Landwirtschaftliche Kalkdüngung des Bodens kann eine Erhärtung des Grundwassers zur Folge haben.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler 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

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

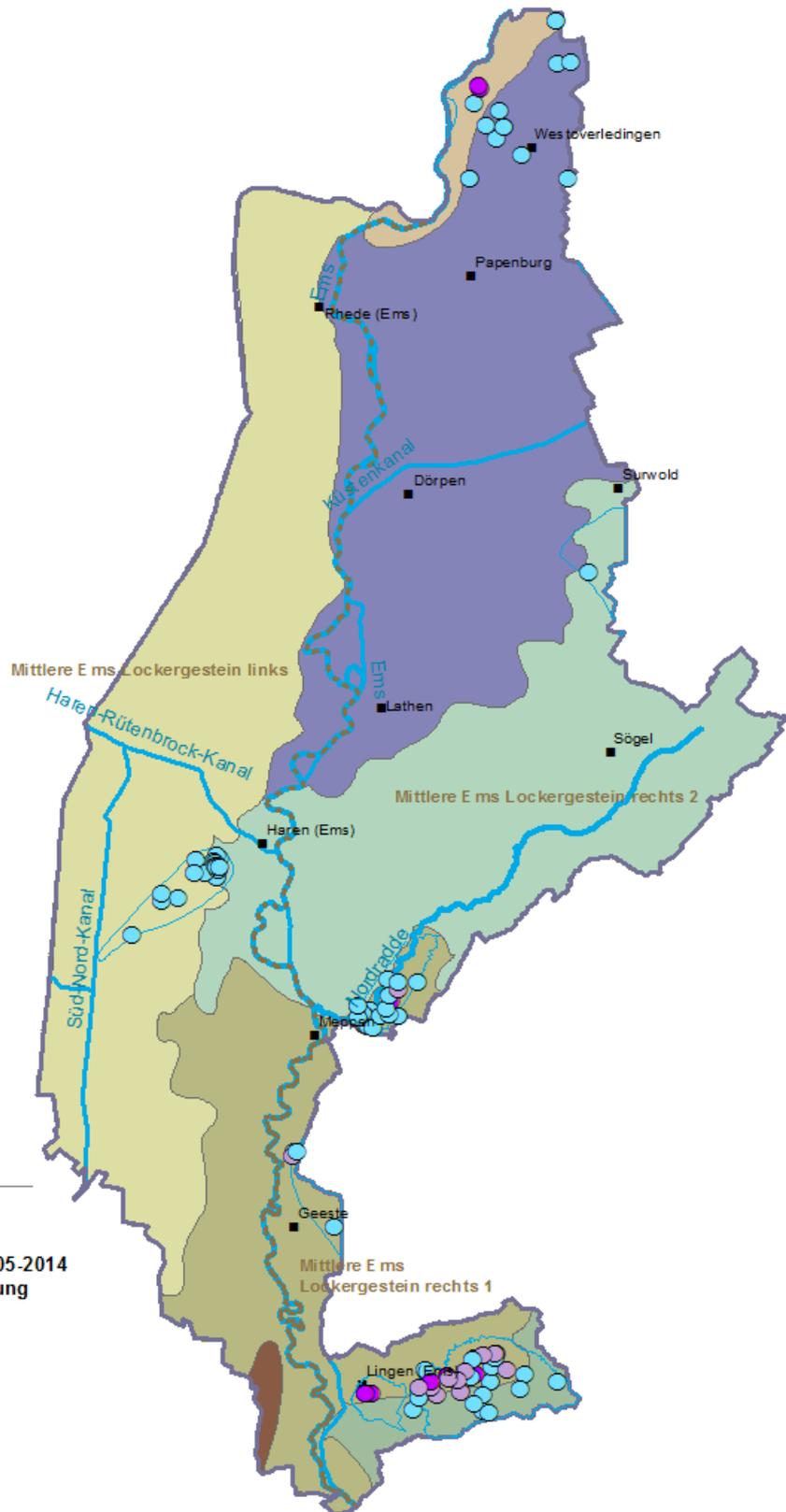


Abb. 48: Gesamthärte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 8.4 Stickstoffverbindungen

Von besonderer Bedeutung im Einzugsgebiet Ems-Nordradde ist die Belastung des Grundwassers mit Stickstoffverbindungen. Als Standardparameter für die Nährstoffbelastung werden die wichtigen Pflanzennährstoffe Nitrat, Ammonium und Nitrit ausgewertet. Der Hauptparameter ist dabei das Nitrat.

Als Ursache für die zum Teil gravierenden Nitratbelastungen kommen vielfältige menschl-

che Nutzungen in Betracht. Hier sind zum einen landwirtschaftliche Bodennutzungen mit einhergehenden Einträgen durch Düngung zu nennen (NLWKN 2012 a; s. auch 3.2 Biogas und Flächennutzung). Neben der landwirtschaftlichen Nutzung können aber auch Austräge aus Anlagen wie beispielsweise Depo- nien, Kanalisationen und Hauskläranlagen zu Nitratbelastungen im Grundwasser führen.

### 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. 49) 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 (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 (Kunkel et al. 2002). Im Sediment abgelagertes organisches Material oder sulfidhaltige Minerale stellen ein nicht-erneuerbares Stoffdepot dar. Lediglich der Eintrag von organischem Material aus der Bodenzone zum Beispiel in

Gleyböden, anmoorigen und moorigen Böden kann eine Denitrifikation dauerhaft aufrechterhalten (Cremer 2015). Der Übergangsbereich zwischen nitrat-haltigem 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 (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 die Ausbringung von Wirtschaftsdüngern auf den Boden. Nach der Umwandlung in Nitrat kann ebenfalls eine Verlagerung in das Grundwasser stattfinden.

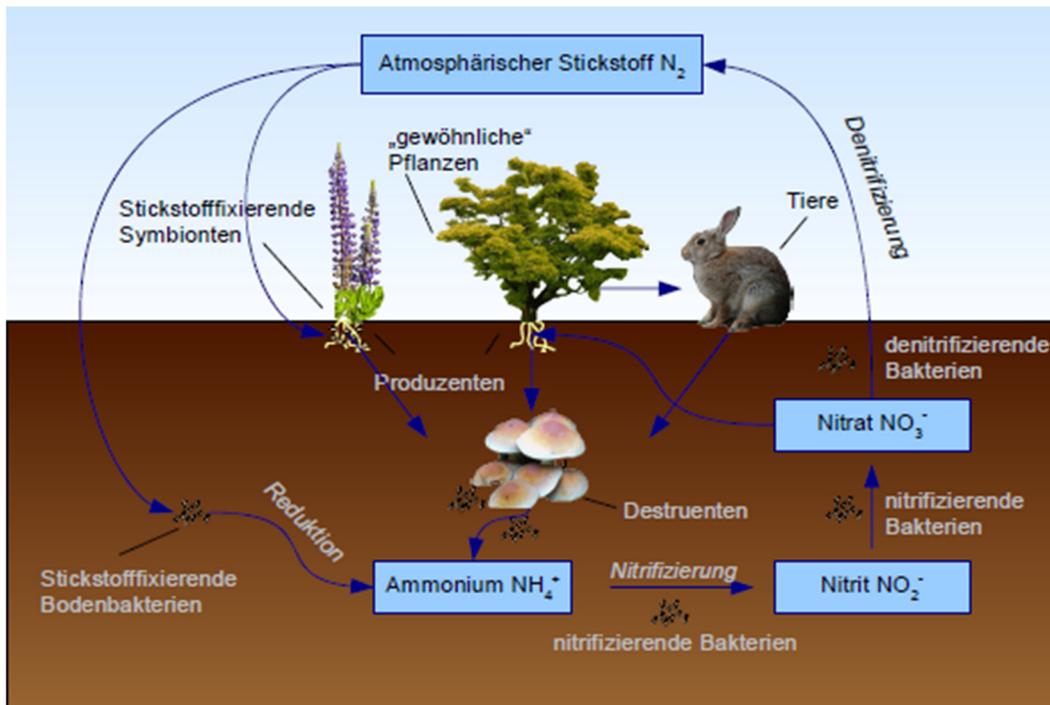


Abb. 49: Stickstoffkreislauf (GEWEB).

## 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, kann bei landwirtschaftlicher Bodennutzung infolge der langjährigen Überdüngung ein ständiger Überschuss an Nitrat auftreten. Auswaschungen führen zu einem Anstieg des Nitratgehaltes im Grundwasser; dies macht sich in steigendem Maße nachteilig bei der Trinkwasserversorgung bemerkbar.

Über Nahrungsmittel nimmt der Mensch durchschnittlich 75 mg Nitrat pro Tag auf. Diese Menge kann schon durch die Aufnahme eines stark nitrathaltigen Trinkwassers erreicht werden. Der von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) vorgeschlagene ADI-Wert (Wert für die duldbare tägliche Aufnahme) beträgt 225 mg pro Person und Tag. In der Trinkwasserverordnung ist für Nitrat ein Grenzwert von 50 mg/l festgesetzt. Die EU-Trinkwasserrichtlinie nennt neben dem Grenzwert in gleicher Größe noch einen Richtwert von 25 mg/l Nitrat.

Ein durch landwirtschaftliche Nutzung unbeeinflusstes Grundwasser weist in der Regel Nitratgehalte zwischen 0 und 10 mg/l auf. Nitratein-

träge über das Sickerwasser können zu Konzentrationen von mehreren 100 mg/l Nitrat im Grundwasser führen.

### Nitratgehalte

Für den vorliegenden Bericht wurden Konzentrationsmessungen von 234 GWM aus dem Zeitraum 2005 bis 2014 ausgewertet. Für einen Großteil der GWM liegen aktuelle Mess-

werte der letzten 5 Jahre vor. Die durchschnittlich gemessenen Nitratgehalte im Einzugsgebiet Ems-Nordradde liegen mit 22,9 mg/l Nitrat auf einem mittleren Niveau (Tab. 24).

Tab. 24: Nitrat, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nitrat (mg/l)			>GW (50 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	% GWM
Bourtanger Moorniederung	38	195	25,7	<0,44	260,00	26	7	18,4
Ems-Vechte Niederung	103	709	26,5	<0,44	285,00	99	22	21,4
Hunte-Leda Moorniederung	23	124	10,7	<0,44	194,79	1	1	4,3
Lingener Höhe	25	171	66,9	0,50	288,00	95	13	52,0
Lohner Geest	1	2	0,7	<0,44	1,00	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	5	12	0,8	<0,44	2,50	0	0	0,0
Sögeler Geest	38	246	29,0	<0,44	180,00	46	8	21,1
<b>Gesamt</b>	<b>233</b>	<b>1459</b>	<b>22,9</b>	<b>0,50</b>	<b>173,04</b>	<b>267</b>	<b>51</b>	<b>21,9</b>

\*Messstellen, deren aktueller Wert 50 mg/l überschreitet

Die Schwankungsbreite der Nitratkonzentrationen reicht von Werten unterhalb der Bestimmungsgrenze bis zu Konzentrationen über 200 mg/l. Im gesamten Einzugsgebiet weisen 51 Messstellen Grenzwertüberschreitungen (> 50 mg/l Nitrat) auf. Das entspricht 21,9 % der Messstellen im gesamten Gebiet. Es ist eine starke Differenzierung der Nitratgehalte innerhalb der hydrogeologischen Teilräume zu erkennen.

Innerhalb der Ems-Vechte-Niederung sind zwar gehäuft Messstellen oberhalb des Grenzwertes zu finden, es liegen in diesem Bereich jedoch auch überdurchschnittlich viele Messstellen vor. Angrenzend an die Ems-Vechte-Niederung weist die Lingener Höhe prozentual die meisten Messstellen mit Grenzwertüberschreitungen auf (Tab. 24). Um dem generellen Problem der zu hohen Nährstoffeinträge in

die Gewässer entgegen zu treten, wurden Beratungskulissen errichtet (4.1 Landesweiter Grundwasserschutz gemäß EG-WRRL). Der nördliche Bereich des Einzugsgebietes mit der Hunte-Leda Moorniederung fällt durch die geringen Grenzwertüberschreitungen auf. Geringere Mittelwerte von maximal 0,8 mg/l zeigt die Ostfriesische Marsch. Ähnliche Beobachtungen konnten im benachbarten Gebiet der Leda-Jümme gemacht werden (Regionalbericht Leda-Jümme, 2016).

In den Niederungsbereichen finden sich viele grundwassernahe Böden mit hohen Anteilen an organischem Material, so dass eine Sauerstoffzehrung und eine intensive Denitrifikation stattfinden können.

In Abbildung 51 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 zehnjährige Trendbewertung (signifikanter Trend bei GWM > 5 mg/l Nitrat) der Einzelmessstellen zeigt ein uneinheitliches Bild.

Von 22 GWM mit signifikantem Trend zeigen 8 GWM einen steigenden Nitratwert.

### Einfluss der Filterlagen auf die Nitratgehalte

Neben den bodenkundlichen und geologischen Gegebenheiten ergeben sich auch aufgrund der unterschiedlichen Filterlagen der Messstellen Unterschiede in den Nitratgehalten (Tab. 25, Abb. 52 und Abb. 53). Mittlere Nitratgehalte mit durchschnittlich 39,2 mg/l Nitrat werden in Messstellen mit Filterlagen im ersten Grundwasserstockwerk festgestellt. Die höchsten Nitratgehalte treten in der Lingener Höhe auf (Wasserversorger-Messstellen durchschnittlich 71,7 mg/l).

In den Messstellen mit Filterlagen im 2. bzw. in tieferen Stockwerken werden in allen Teilräumen mit durchschnittlich 0,3 – 31,6 mg/l Nitrat geringere Nitratkonzentrationen nachgewiesen (Tab. 25 und Abb. 53). Grenzwertüberschreitungen treten nicht auf. Das 2. Grundwasserstockwerk ist durch zwischengelagerte schwer durchlässige Trennschichten (Grundwasserhemmer) vor Grundwasserbelastungen besser geschützt.

Tab. 25: Durchschnittlicher Nitratgehalt in Wasserversorger (WVU) - und Landesmessstellen (NLWKN) differenziert nach der Verfilterung in den einzelnen Grundwasserstockwerken (n.b. = nicht benannt).

hydrogeologischer Teilraum	Eigentümer	Grundwasserstockwerk		
		Nitrat in mg/l		
		n.b.	1	2
Bourtanger Moorniederung	NLWKN		28,0	0,4
	WVU		30,1	1,0
Ems-Vechte Niederung	NLWKN		14,8	
	WVU	3,7	44,4	1,3
Hunte-Leda Moorniederung	NLWKN	17,1	15,2	0,4
	WVU	2,4		
Lingener Höhe	NLWKN			
	WVU		71,7	31,6
Lohner Geest	NLWKN		0,7	
	WVU			
Ostfriesische Marsch	NLWKN	0,4		0,3
	WVU	2,5		
Sögeler Geest	NLWKN		36,1	12,4
	WVU		41,0	1,4
Gesamt Ems-Nordradde	NLWKN	10,4	25,5	4,0
	WVU	3,3	49,2	3,9
	NLWKN + WVU	4,8	39,2	4,0

Sofern die Stockwerke durch eine schwer durchlässige Trennschicht untergliedert sind,

wird ein Nitrattransport in das tiefe Grundwasser verhindert. Daneben weisen tiefere Messstellen deutlich längere Transportzeiten vom

Eintrag in das Grundwasser bis zur Messstelle als flache Messstellen auf, so dass nach Zehrung des Sauerstoffes ein Nitratabbau durch Denitrifikation stattfinden kann.

In der Abbildung 51 fallen insbesondere in Trinkwassergewinnungsgebieten die Häufungen von Messstellen mit hohen Nitratgehalten über dem Grenzwert von 50 mg/l in der Sögeleer Geest und Lingener Höhe auf. Die Ursache der überdurchschnittlich hohen Nitratgehalte der Versorgermessstellen ist darin begründet, dass die Wasserversorgungsunternehmen eine deutlich höhere Messnetzdichte im Bereich ihrer Wasserschutz- und Trinkwasserschutzgebiete haben und die Messstellen in der Regel deutlich flacher verfiltert sind als die Landesmessstellen. Sie weisen damit im Schnitt kürzere Transportzeiten als die Landesmessstellen auf und Denitrifikationsprozesse finden nicht statt oder wirken sich in geringerem Maße auf die Nitratkonzentrationen

aus. Die Ergänzung beider Messnetze ergibt in der Summe ein sehr deutliches Bild der Belastungssituation. Um die Belastung des Grundwassers insbesondere mit Nitrat zu verringern, werden den Flächenbewirtschaftern in WSG und TWGG seit 1992 Trinkwasserschutzmaßnahmen auf freiwilliger Basis angeboten (4.2 Trinkwasserschutz). In der Zielkulisse nach WRRL bietet das Land Niedersachsen, ergänzende Maßnahmen zum Grundwasserschutz an.

Die Wasserversorger übermitteln dem NLWKN die Untersuchungsergebnisse der Vorfeldmessstellen sowie der sog. „Erfolgsmessstellen“ zur Prüfung des Erfolges von Grundwasserschutzmaßnahmen. Erfolgsmessstellen sind in der Regel im 1. Grundwasserstockwerk flach verfilterte Messstellen, die im Umfeld ackerbaulicher Nutzung mit intensiver Düngung gebaut wurden (siehe Abb. 50).

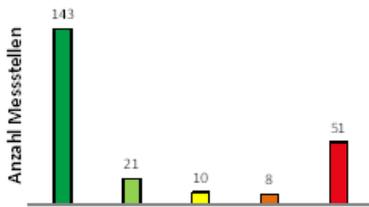


Abb. 50: Gülledüngung eines Feldes.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



#### Trend von 2005-2014

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

- ↓ fallender Trend
- ↑ steigender Trend

#### Nitratgehalt (mg/l NO<sub>3</sub><sup>-</sup>) aktuellster Wert im Zeitraum 2005-2014 gesamt ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 10      Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
- 10 - 25
- 25 - 37,5
- 37,5 - 50
- > 50

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

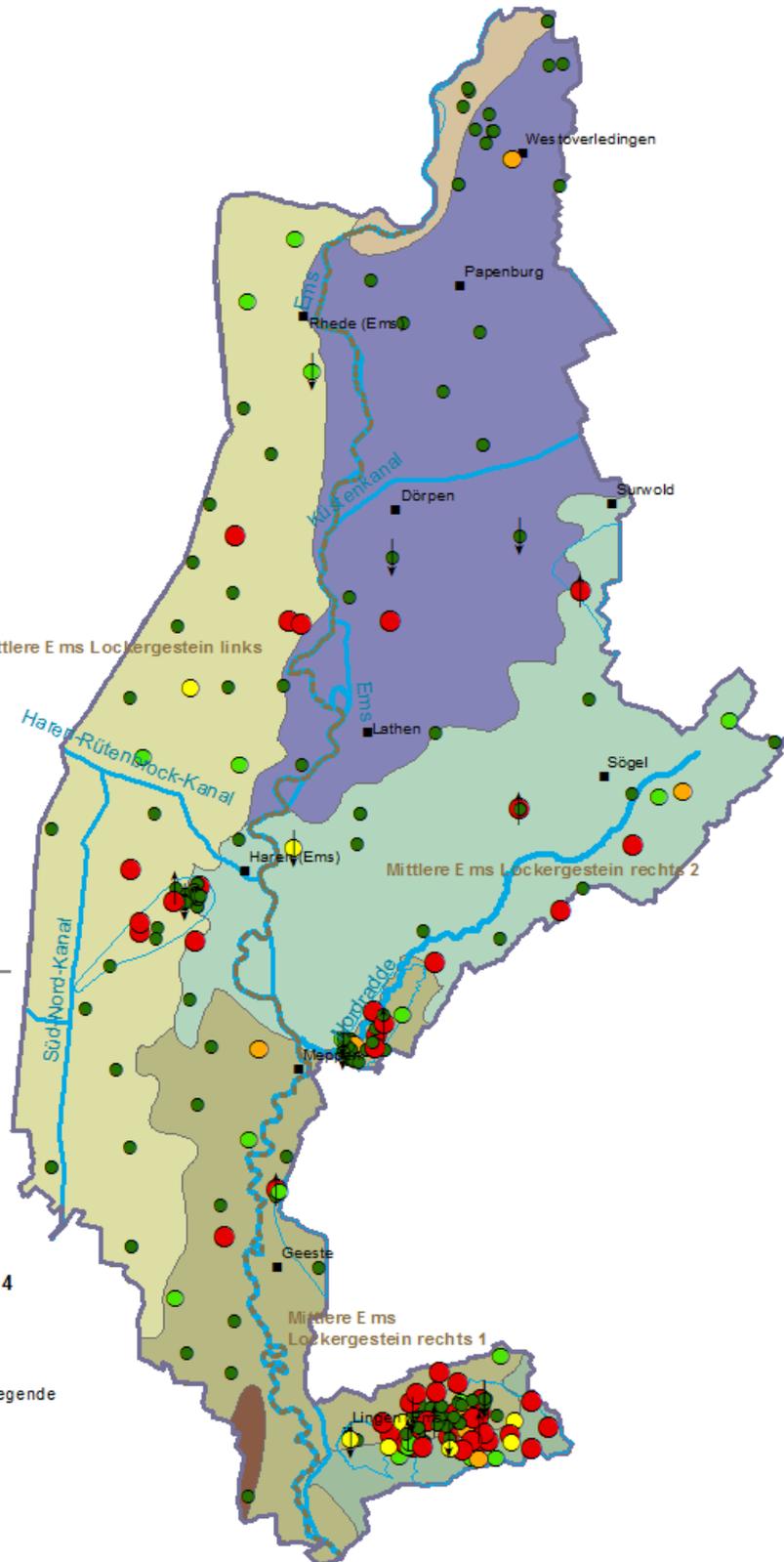


Abb. 51: Nitratgehalte und Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

-  Bourtanger Moorniederung
-  Ems-Vechte Niederung
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Lingener Höhe
-  Lohner Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Sögeler Geest

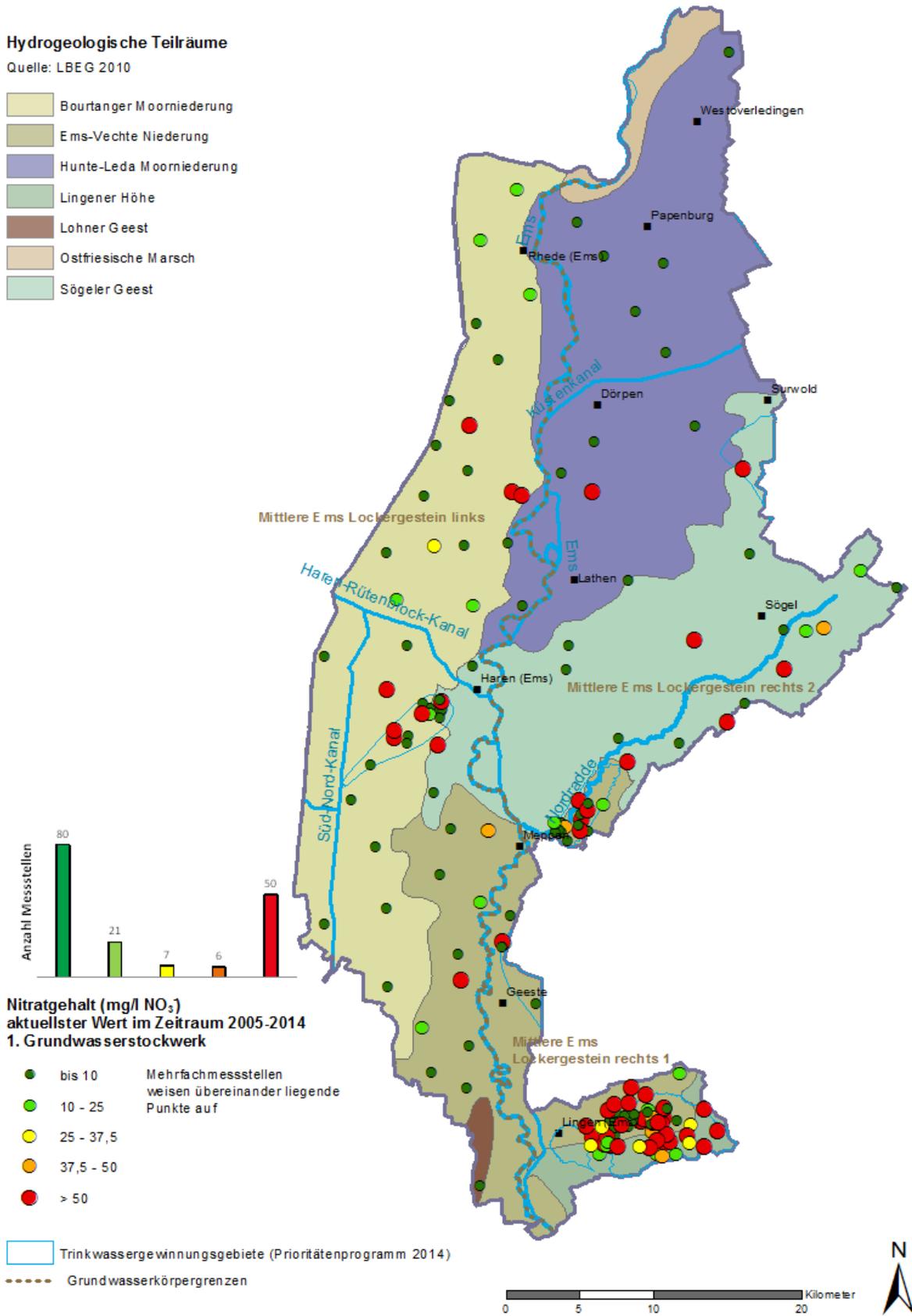


Abb. 52: Nitratgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



### Nitratgehalt (mg/l NO<sub>3</sub>) aktuellster Wert im Zeitraum 2005-2014 2. Grundwasserstockwerk oder tiefer

- bis 10    Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
- 10 - 25
- 25 - 37,5
- 37,5 - 50
- > 50

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

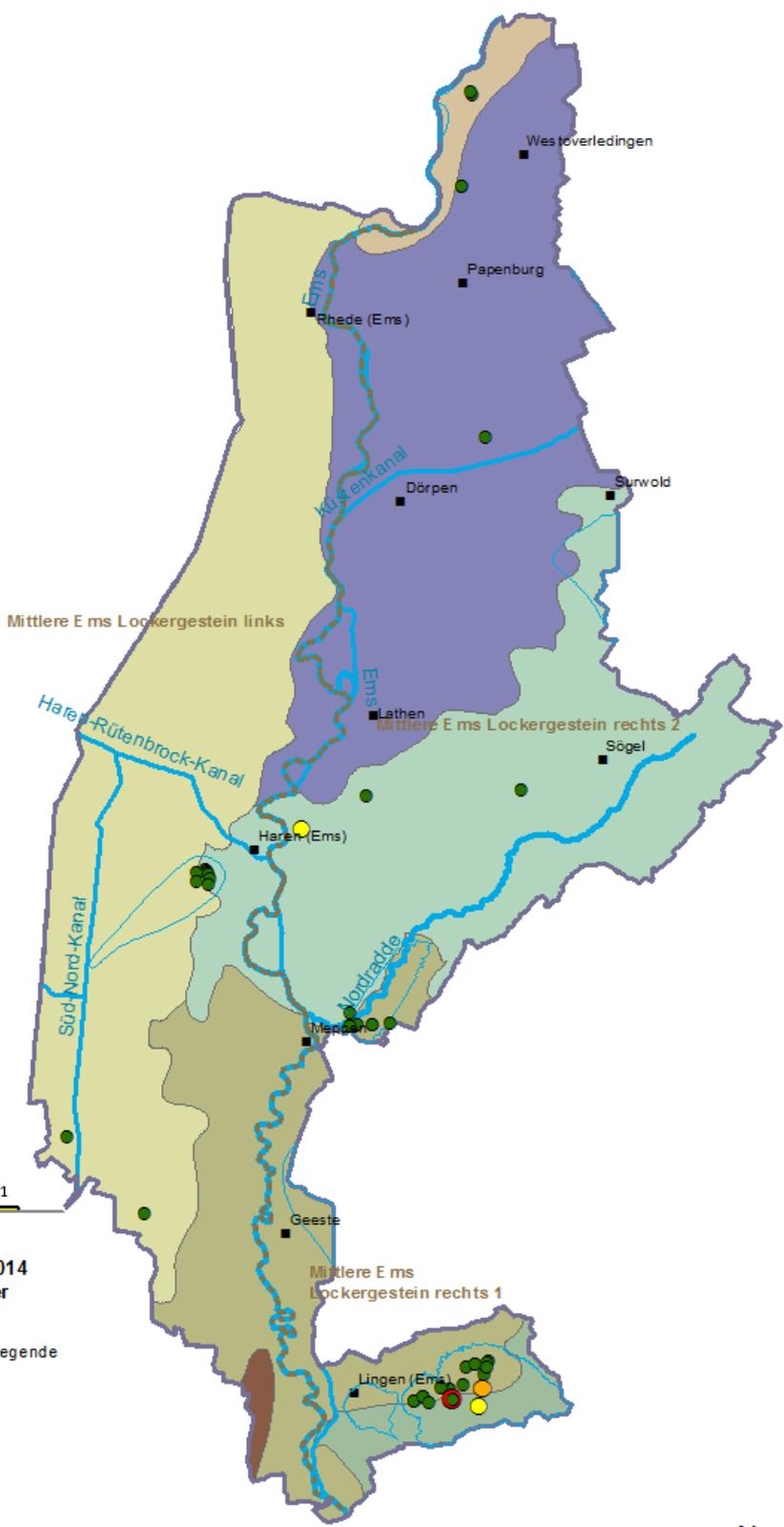


Abb. 53: Nitratgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfilterten Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## Untersuchungen zur Denitrifikation

In den Lockergesteinsgebieten können vor allem in Messstellen des 1. Grundwasserstockwerks oftmals kleinräumige, lokale Nitratschwankungen festgestellt werden. Teilweise zeigen einige Messstellen des 1. Stockwerkes sehr geringe Nitratkonzentrationen, wogegen unmittelbar benachbarte, im gleichen Stockwerk verfilterte Messstellen zum Teil höhere Nitratgehalte aufweisen. Schon örtlich begrenzte Besonderheiten, wie Tonlinsen oder Torfschichten, können die Nitratgehalte in naheliegenden Messstellen stark verändern.

Für die Festlegung umweltpolitischer Handlungsziele sowie 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. Für die Bemessung der Denitrifikation kann die Messung des Exzess-N<sub>2</sub> mit der N<sub>2</sub>/Argon-Methode eingesetzt werden s. a. Band 15 der NLWKN-Schriftenreihe Grundwasser (NLWKN 2012 b).

### 8.4.3 Ammonium

Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) 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 wird Ammonium 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 reduzierende Grundwässer (anoxische Bedingungen) hin und können in Niederungsgebieten auch in Verbindung mit langsam ablaufender anaerober Mineralisation gebracht werden (organische Lagen, Torfe). In Einzelfällen können sie auf eine übermäßige Anwendung organischer Düngemittel 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 Trinkwasserverordnung als auch in der Grundwasserverordnung wurde der Grenzwert für Ammonium auf 0,5 mg/l festgesetzt (aus NLWKN 2012 a; siehe auch Tab. 21).

In den Grundwässern des Einzugsgebietes Ems-Nordradde wird dieser Grenzwert häufig überschritten (Tab. 26). Insgesamt wurden in 83 GWM Ammoniumkonzentrationen über dem Grenzwert von 0,5 mg/l nachgewiesen.

Tab. 26: Ammonium, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in den Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 - 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Ammonium (mg/l)			Überschreitung > 0,5 mg/l		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		%
						Analysen	GWM*	GWM
Bourtanger Moorniederung	38	195	2,7	0,0	23,2	128	25	65,8
Ems-Vechte Niederung	103	691	0,5	0,0	8,4	189	28	27,2
Hunte-Leda Moorniederung	23	124	1,6	0,0	16,2	73	15	65,2
Lingener Höhe	25	167	0,2	0,0	2,6	3	1	4,0
Lohner Geest	1	2	0,1	0,1	0,1	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	5	12	1,7	0,5	5,9	9	4	80,0
Sögeler Geest	38	238	0,5	0,0	5,9	85	10	26,3
<b>Gesamt</b>	<b>233</b>	<b>1429</b>	<b>1,0</b>	<b>0,1</b>	<b>8,9</b>	<b>487</b>	<b>83</b>	<b>35,6</b>

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

Die Vielzahl von Grenzwertüberschreitungen ist auf die hydrogeologischen, naturräumlichen Gegebenheiten im Gebiet zurückzuführen. Insbesondere in den Niederungsbereichen der Bourtanger Moorniederung, der Hunte-Leda-Moorniederung und der Ostfriesischen Marsch finden sich erhöhte Ammoniumgehalte in den ehemaligen Mooregebieten mit anoxischen Bedingungen (siehe oben). In den sauerstoffhaltigen Lockergesteinsbereichen der Lingener

Höhe ohne stauende Schichten, wie z.B. Ortstein, wird dagegen selten Ammonium nachgewiesen (Abb. 54). Im Mittel liegen die Ammoniumgehalte der Messstellen in der Sögeler Geest und der Ems-Vechte Niederung bei dem Grenzwert von 0,5 mg/l Ammonium. Rund ein Viertel der Messstellen weisen aktuell Überschreitungen des Grenzwertes auf.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest

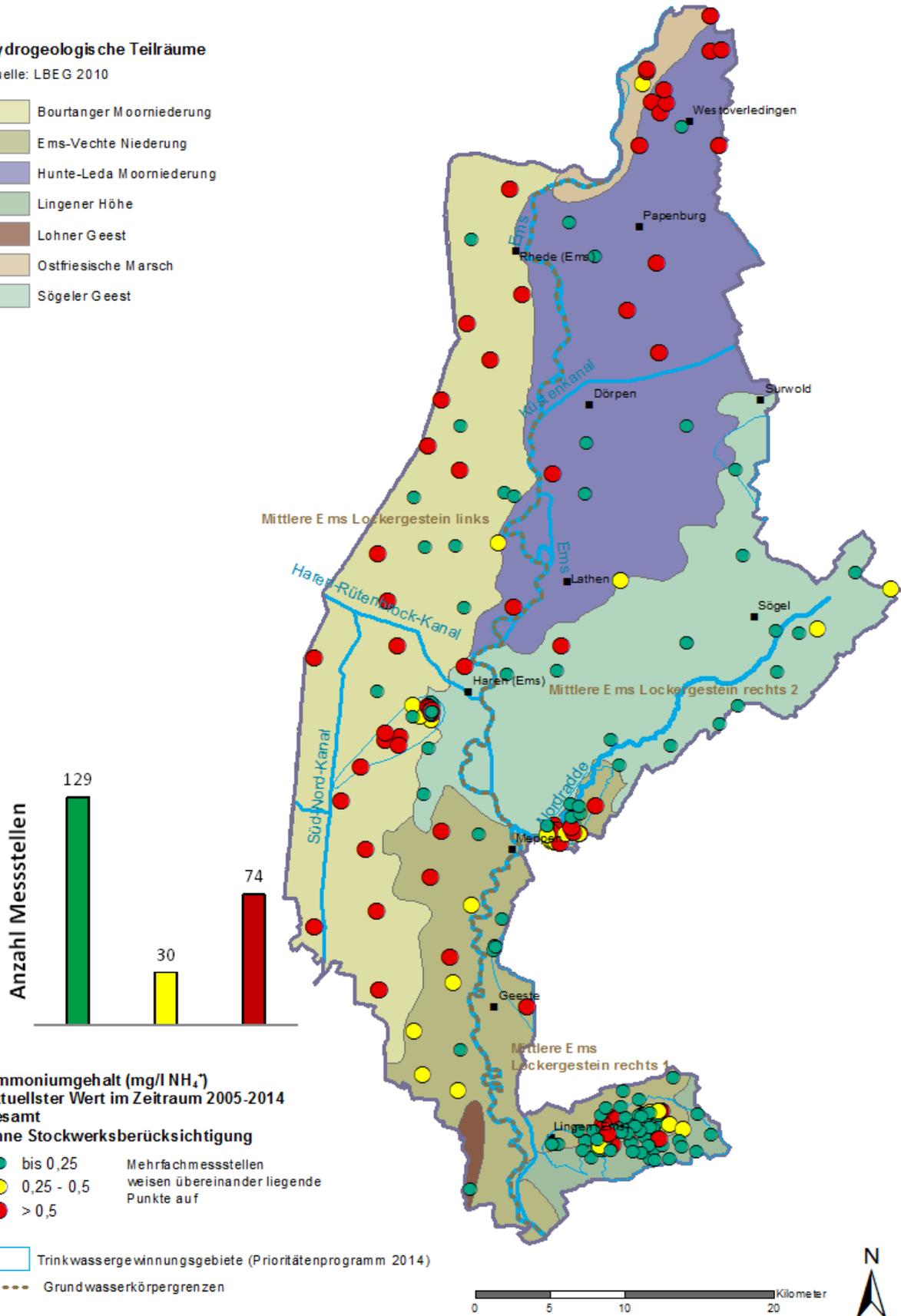


Abb. 54: Ammoniumgehalt der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 8.4.4 Nitrit

Nitrit ( $\text{NO}_2^-$ ) 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). Das Auftreten von Nitrit kann auf fäkale Verunreinigungen hinweisen. Nitrite können auch unter anaeroben Bedingungen durch bakterielle Reduktion aus Nitrat-Ionen entstehen (Nitratreduktase) (aus NLWKN 2012 a).

Nitrite wirken in Organismen toxisch und sind an der Bildung kanzerogener Nitrosamine beteiligt. Auch beeinträchtigen sie die Sauerstoffversorgung, da das Nitrit-Ion mit dem im Hämoglobin enthaltenem Eisen reagiert. Das Hämoglobin wird zu Methämoglobin umgewandelt und verliert dadurch seine Fähigkeit zum

Sauerstofftransport. Beim Menschen werden die dadurch ausgelösten Symptome als Blausucht bezeichnet. Besonders Kleinkinder können empfindlich auf diesen verminderten Sauerstofftransport reagieren.

Lediglich in einer Messstelle innerhalb der Ems-Vechte Niederung wurde der Nitrit-Grenzwert nach TrinkwV von 0,5 mg/l deutlich überschritten (Tab. 27 und Abb. 55). Bei dieser Messstelle handelt es sich um eine flach verfiltrierte Messstelle mit einer Filterlage von 7 m unter GOK im 1. Grundwasserstockwerk. Grund dafür, dass es nur eine Überschreitung gab, 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. 27: Nitrit, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Leda-Jümme-Einzugsgebietes über Zeitraum 2005 – 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nitrit (mg/l)			Überschreitung > 0,5 mg/l		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Analysen	GWM*	%
Bourtanger Moorniederung	33	170	0,02	0,01	0,36	0	0	0,0
Ems-Vechte Niederung	63	499	0,03	0,01	1,10	9	1	1,6
Hunte-Leda Moorniederung	23	122	0,03	0,01	0,53	1	1	4,4
Lingener Höhe	13	95	0,02	0,01	0,12	0	0	0,0
Lohner Geest	1	2	0,02	0,01	0,03	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	4	9	0,03	0,01	0,03	0	0	0,0
Sögeler Geest	35	233	0,02	0,01	0,19	0	0	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>172</b>	<b>1130</b>	<b>0,02</b>	<b>0,01</b>	<b>0,34</b>	<b>9</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>

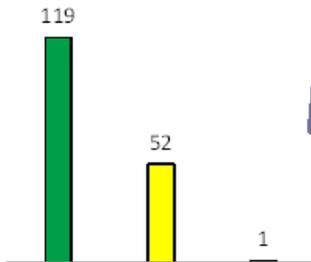
\*Messstellen, deren aktueller Wert 0,5 mg/l überschreitet

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

-  Bourtanger Moorniederung
-  Ems-Vechte Niederung
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Lingener Höhe
-  Lohner Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Sögeler Geest

Anzahl Messstellen



**Nitritgehalt (mg/l NO<sub>2</sub>)  
aktuellster Wert im Zeitraum 2005-2014  
gesamt  
ohne Stockwerksberücksichtigung**

-  bis 0,025    Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
-  0,025 - 0,5
-  > 0,5

-  Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
-  Grundwasserkörpergrenzen

0 5 10 20 Kilometer



Abb. 55: Nitritgehalt der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 8.5 Sulfat

Sulfate ( $\text{SO}_4^{2-}$ ), die Salze der Schwefelsäure, sind wichtige Gesteinsbestandteile. Die häufigsten sulfathaltigen Mineralien sind Calciumsulfat (Gips, Anhydrit), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Bariumsulfat (Schwerspat) und Natriumsulfat (Glaubersalz). Sulfate sind in der Mehrzahl gut wasserlöslich und werden relativ schnell ausgewaschen. Geogene Sulfatgehalte liegen in Gesteinen ohne sulfathaltige Mineralien üblicherweise unter 30 mg/l Sulfat. In Wässern aus sulfathaltigen Gesteinen sind auch deutlich höhere Gehalte bis mehrere 100 mg/l Sulfat typisch (aus NLWKN 2012 a).

Erhöhte Sulfatkonzentrationen finden sich in huminstoffhaltigen Grundwässern 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. Auch Ablaugungsvorgänge aus Gipsstufen über Salzstöcken können Ursache erhöh-

ter Sulfatgehalte sein. Höhere Gehalte von wenigen 100 mg/l machen sich gemeinsam mit Natrium oder Magnesium im Trinkwasser geschmacklich nachteilig bemerkbar. Die Grundwasserverordnung legt für Sulfat einen Schwellenwert von 250 mg/l fest (Tab. 25).

Die landwirtschaftliche Düngung, insbesondere mit den Mineraldüngern Superphosphat, Ammoniumsulfat und Kaliumsulfat, kann speziell im oberen Grundwasserstockwerk oftmals 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 (aus NLWKN 2012 a).

Im Untersuchungszeitraum wurde der Schwellenwert lediglich in einer Messstelle überschritten. (Tab. 28, Abb. 56). Der aktuellste Wert dieser Messstelle (GrumsVF1148) ist 667 mg/l bei einer Filtertiefe von 7 m.

Tab. 28: Sulfat, Min-/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in den Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005 – 2014.

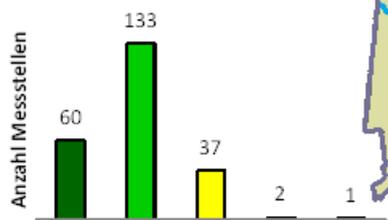
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Sulfat (mg/l)			Überschreitung (> 250 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		%
						Analysen	GWM*	GWM
Bourtanger Moorniederung	38	195	40,1	0,5	140,0	0	0	0,0
Ems-Vechte Niederung	103	709	58,4	0,6	1066,0	11	1	1,0
Hunte-Leda Moorniederung	23	124	28,2	0,5	284,0	0	0	0,0
Lingener Höhe	25	168	49,0	15,0	127,0	0	0	0,0
Lohner Geest	1	2	98,5	87,0	110,0	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	5	12	67,6	2,0	210,0	0	0	0,0
Sögeler Geest	38	246	40,0	0,5	130,0	0	0	0,0
<b>Gesamt</b>	<b>233</b>	<b>1456</b>	<b>54,5</b>	<b>15,2</b>	<b>295,3</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0,4</b>

\*Messstellen, deren aktueller Wert 250 mg/l überschreitet

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



### Sulfatgehalt (mg/l SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) aktuellster Wert im Zeitraum 2005-2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

- bis 20      Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
- 20 - 80
- 80 - 160
- 160 - 250
- > 250

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

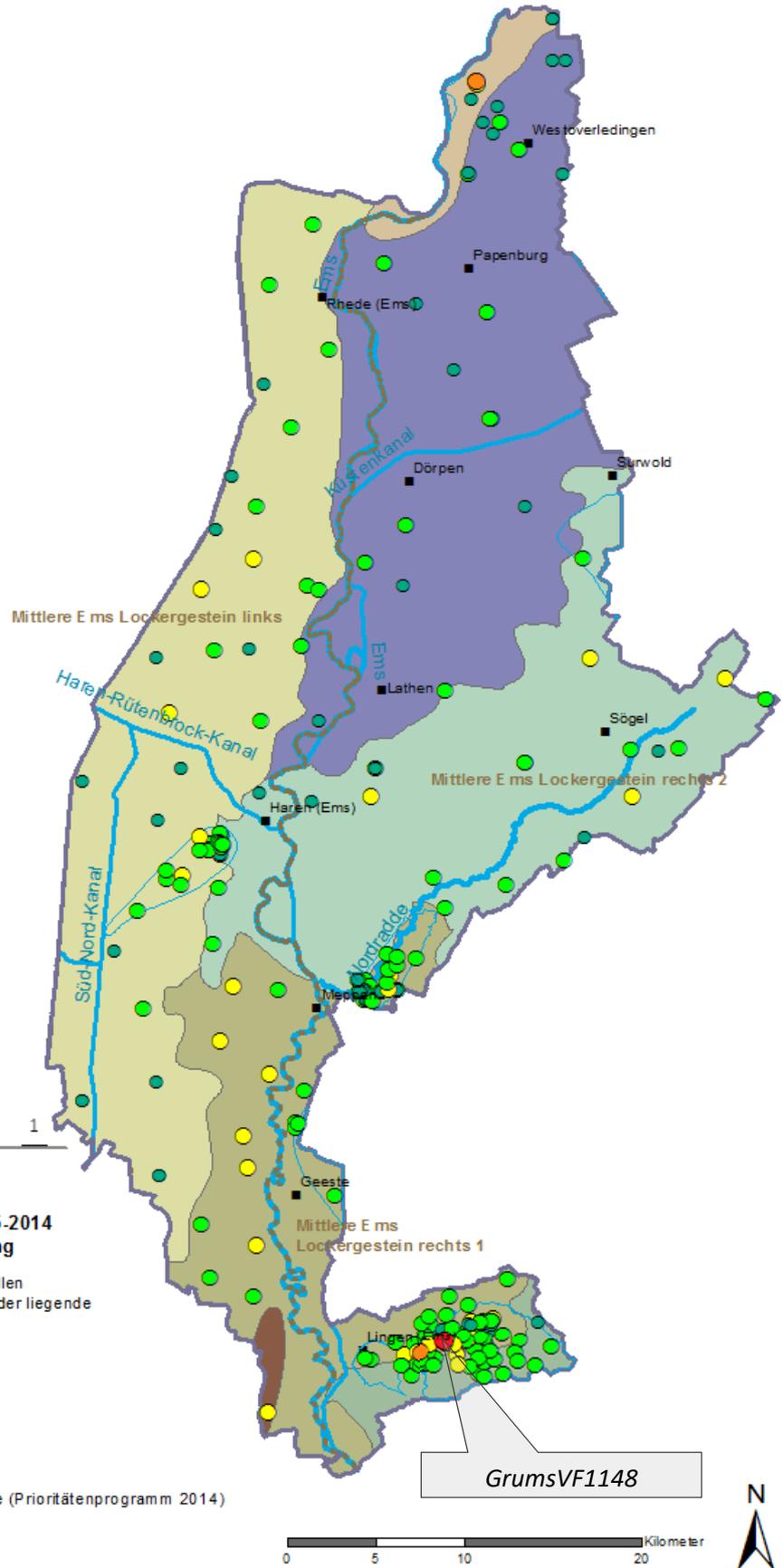


Abb. 56: Sulfatgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 8.6 Chlorid

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

Chloride (Cl<sup>-</sup>) 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 (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 (aus NLWKN 2012 a).

In der Trinkwasserverordnung ist für Chlorid ein Grenzwert von 250 mg/l festgesetzt. Stark

erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser, die nicht geogen bedingt sind, können Indikatoren für punktuelle Abwassereinleitungen, Belastungen aus Deponien und Streusalzeinflüsse sein. Auch der Einsatz von Düngemitteln, bei denen Chlorid oft ein unerwünschter Nebenbestandteil ist, kann eine Belastungsquelle darstellen (verändert aus NLWKN 2012 a). Ab 200 mg/l Chlorid ist bereits ein salziger Geschmack feststellbar (NLWK 2001).

Innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde überschreitet lediglich eine von 173 untersuchten Messstellen den Grenzwert von 250 mg/l (Tab. 29, Abb. 57). Im Mittel liegt diese Messstelle jedoch unterhalb des Grenzwertes, sodass nicht von einer dauerhaften Problematik auszugehen ist. Bei der Auswertung des Parameterrends wurde für 53 Messstellen ein signifikanter Trend ermittelt. 38 Messstellen weisen einen steigenden Trend, 15 Messstellen einen fallenden Trend auf (Abb. 57).

Tab. 29: Chlorid, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über Zeitraum 2005 – 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Chlorid (mg/l)			Überschreitung (> 250 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		%
						Analysen	GWM*	GWM
Bourtanger Moorniederung	33	170	39,7	8,7	160,0	0	0	0,0
Ems-Vechte Niederung	63	501	24,4	1,9	80,6	0	0	0,0
Hunte-Leda Moorniederung	23	124	35,1	9,3	210,0	0	0	0,0
Lingener Höhe	13	95	30,9	5,4	190,0	0	0	0,0
Lohner Geest	1	2	47,5	47,0	48,0	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	5	12	100,1	22,0	270,0	0	0	0,0
Sögeler Geest	35	233	36,0	5,0	360,0	11	1	2,9
<b>Gesamt</b>	<b>173</b>	<b>1137</b>	<b>44,8</b>	<b>14,2</b>	<b>188,4</b>	<b>11</b>	<b>1</b>	<b>0,6</b>

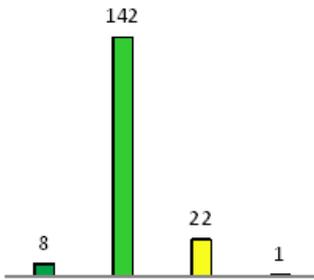
\*Messstellen, deren aktueller Wert 250 mg/l überschreitet

## Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

-  Bourtanger Moorniederung
-  Ems-Vechte Niederung
-  Hunte-Leda Moorniederung
-  Lingener Höhe
-  Lohner Geest
-  Ostfriesische Marsch
-  Sögeler Geest

Anzahl Messstellen



### Trend von 2005-2014

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

-  fallender Trend
-  steigender Trend

### Chloridgehalt (mg/l Cl<sup>-</sup>) aktuellster Wert im Zeitraum 2005-2014 ohne Stockwerksberücksichtigung

-  bis 10 Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende
-  10 - 50 Punkte auf
-  50 - 250
-  >250

### Versalzungsstrukturen

-  Salzintrusion
-  Salzstock
-  Salzkissen

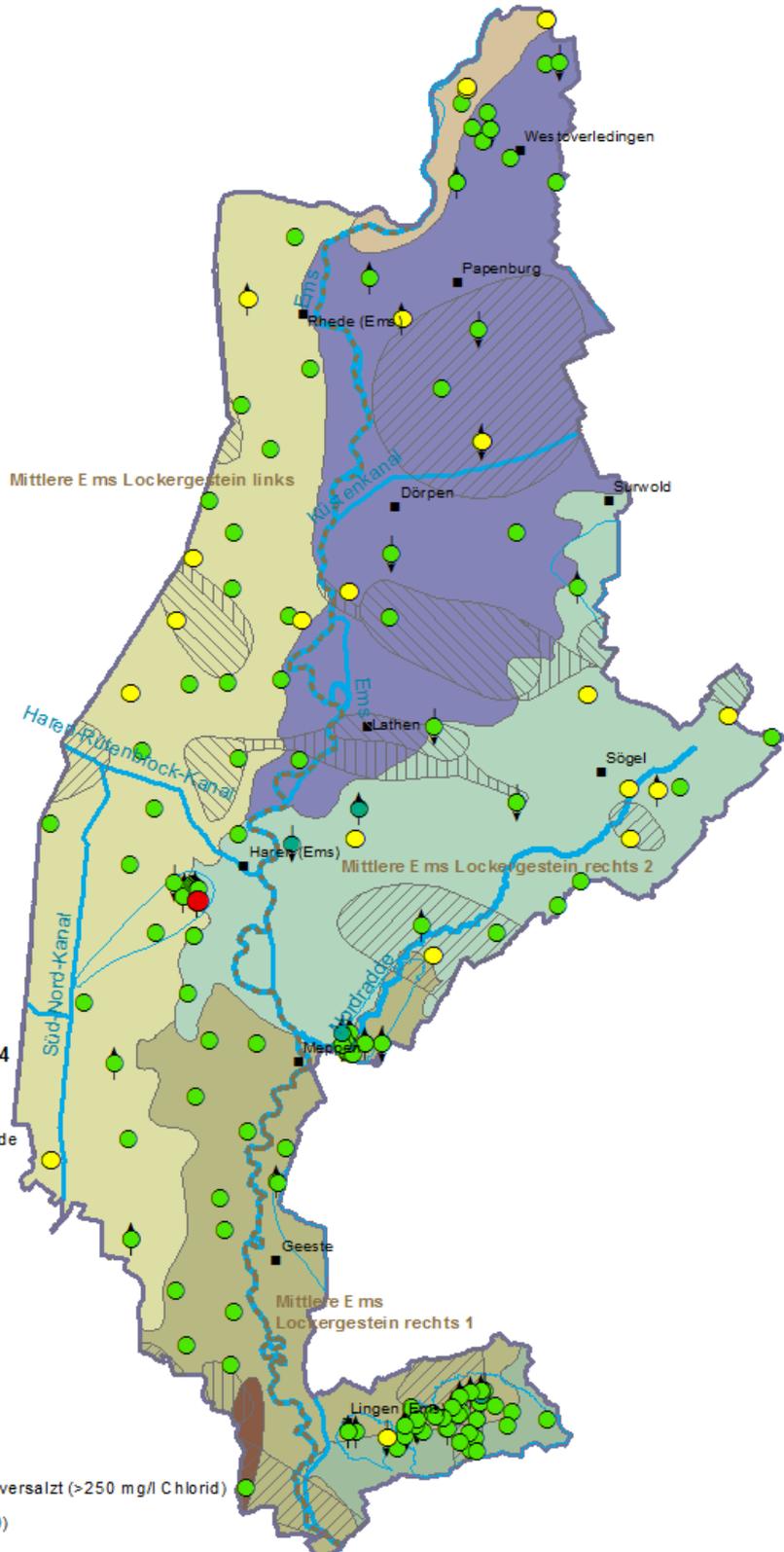
Datengrundlage BGR

-  Unterer Teil des Grundwasserleiters versalzt (>250 mg/l Chlorid)

Datengrundlage LBEG (ehemals NLFB, 1970)

 Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)

 Grundwasserkörpergrenzen



0 5 10 20 Kilometer



Abb. 57: Chloridgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 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 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 (TrinkwV 2001, Stand 2016) 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 20 GWM (Tab. 30) festgestellt worden. Das Verteilungsbild innerhalb des Untersuchungsgebietes ist in den Abb. 58, Abb. 59 und Abb. 60 dargestellt.

Tab. 30: Kalium, Min/Max- und Mittelwerte sowie erhöhte Gehalte (> 12 mg/l) in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde über den Zeitraum 2005-2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Kalium (mg/l)			erhöhte Gehalte (>12 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		%
						Analysen	GWM*	
Bourtanger Moorniederung	33	170	7,4	1,1	34,0	27	6	18,2
Ems-Vechte Niederung	63	501	4,9	0,8	30,9	48	6	9,5
Hunte-Leda Moorniederung	23	124	4,3	0,6	33,0	11	1	4,3
Lingener Höhe	13	95	11,4	1,6	47,0	18	3	23,1
Lohner Geest	1	2	1,7	1,6	1,8	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	5	12	3,6	3,5	3,8	0	0	0,0
Sögeler Geest	34	212	5,2	0,8	24,0	7	4	11,8
<b>Gesamt</b>	<b>172</b>	<b>1116</b>	<b>5,5</b>	<b>1,4</b>	<b>24,9</b>	<b>111</b>	<b>20</b>	<b>11,6</b>

\*Messstellen, deren aktueller Wert 12 mg/l überschreitet

Der nördliche Bereich des Gebietes weist keine erhöhten Kaliumgehalte über 12 mg/l auf. Im restlichen Einzugsgebiet lassen sich keine regionalen Häufungen erkennen (Abb. 58). Auffallend ist jedoch, dass keine erhöhten Werte im zweiten Stockwerk oder tiefer anzutreffen sind (Abb. 60). Ein Großteil der Werte über 12 mg/l sind innerhalb des ersten Stock-

werks zu finden (Abb. 59), da durch den sandigen Boden keine Kaliumfixierung durch Tonminerale erfolgt.

Von den 172 betrachteten Messstellen zeigen 42 Messstellen einen signifikanten Trend der Kaliumgehalte, wobei 14 Messstellen einen fallenden, 28 einen steigenden Trend aufweisen (Abb. 58).

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest

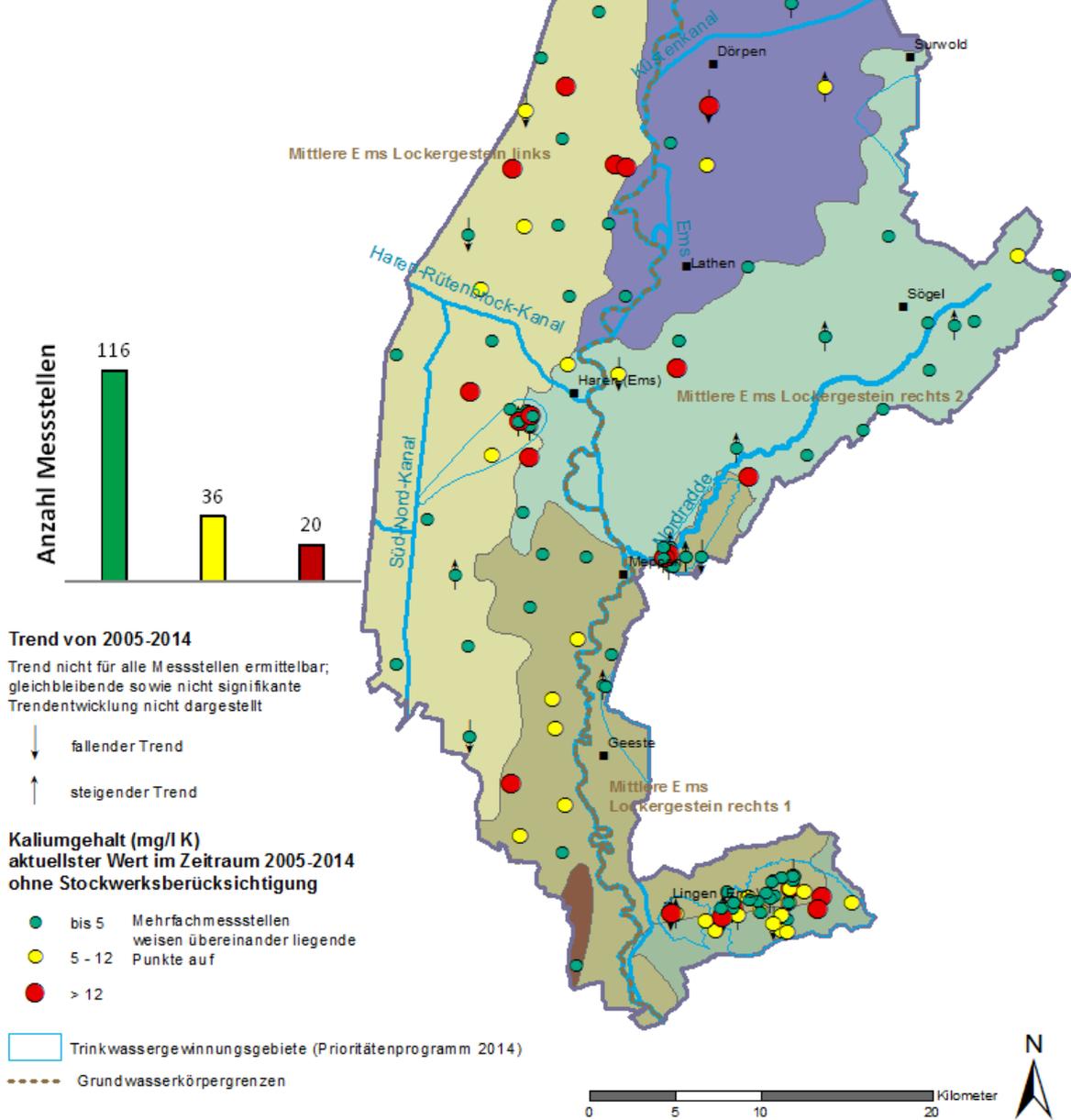
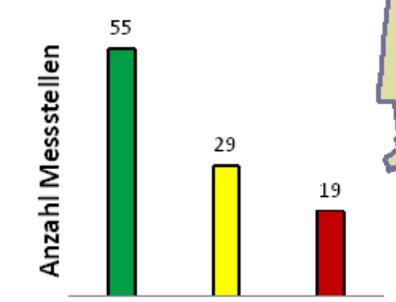


Abb. 58: Kaliumgehalt und Trendentwicklung der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



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

- bis 5    Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
- 5 - 12
- > 12

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

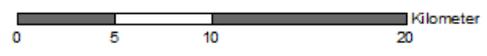
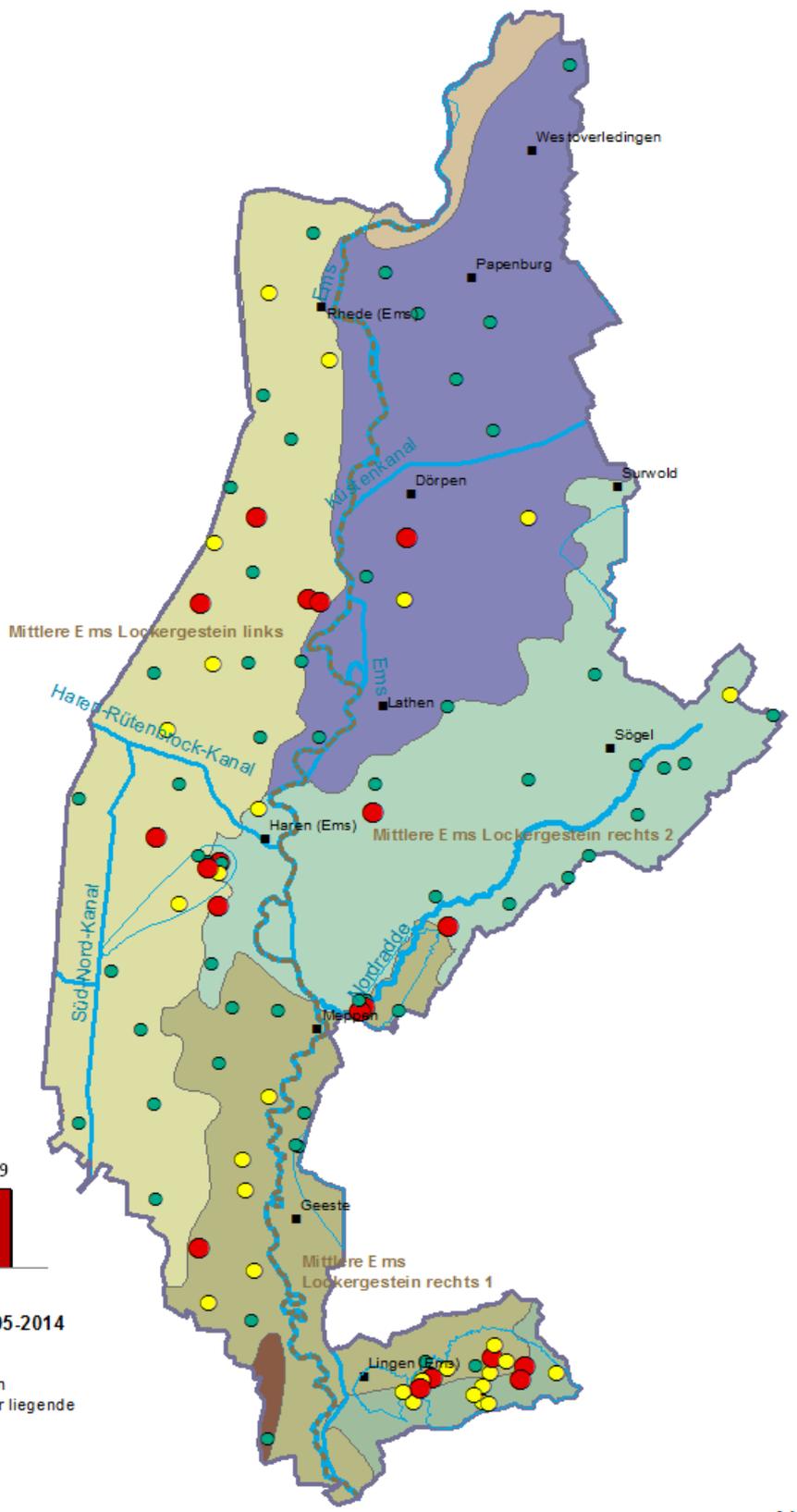


Abb. 59: Kaliumgehalte der im 1. Grundwasserstockwerk verfiltrten Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Norddrade.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest

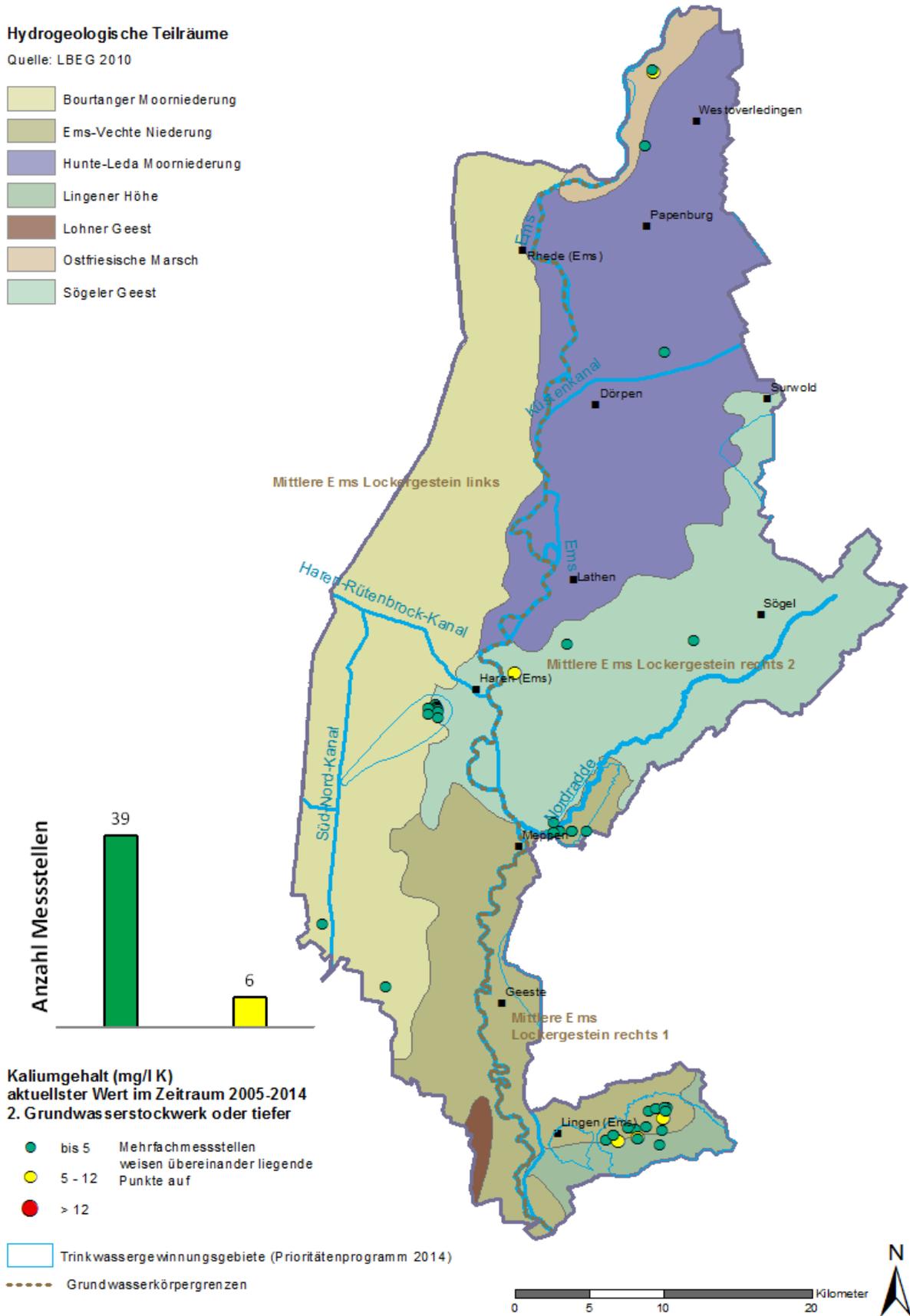


Abb. 60 Kaliumgehalte der im 2. und tieferen Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 8.8 Eisen

Eisen (Fe) kommt in der Natur in vielen Verbindungen vor. Für die Betrachtung der Eisengehalte im Grundwasser ist von Bedeutung, dass fast alle Böden und Sedimente mehr oder weniger eisenhaltig sind. In sauerstoffhaltigem Milieu liegt Eisen in weitgehend unlöslichen dreiwertigen Verbindungen vor, so dass Grundwasser mit hohem Sauerstoffgehalt i. d. R. nur geringe Eisengehalte aufweisen. Unter reduzierenden Bedingungen (Sauerstoffmangel) und durch biologische Vorgänge entstehen zweiwertige Eisenverbindungen von wesentlich höherer Löslichkeit und Mobilität. Erhöhte Eisenwerte sind daher regelmäßig in reduzierenden Grundwässern, meist Tiefenwässern, zu beobachten. Auch in organisch belasteten oberflächennahen Grundwässern (Huminwasser), 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 (aus NLWKN 2012 a).

Eisen kommt häufig gemeinsam mit Mangan im Wasser vor. Die im sauerstoffarmen oder -

freien Wasser gelösten farblosen Eisenverbindungen werden durch Luftsauerstoff leicht wieder zum schwer löslichen Eisen-III-Hydroxid oxidiert, was zu einer rötlich braunen Färbung des Wassers führen kann. Eisengehalte ab ca. 0,1 mg/l machen sich durch einen charakteristischen metallischen Geschmack bemerkbar (NLWK 2001). Eisen muss fast immer aus dem Grundwasser gefiltert werden. Durch Oxidation und Filtration ist dies technisch relativ einfach möglich und eine gängige Art der Wasseraufbereitung. Die Trinkwasserverordnung (TrinkW 2001, Stand 2016) 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 über 70 % der Messstellen überschritten (Tab. 31). Besonders in den Niederungsbereichen mit reduzierenden Bedingungen durch hohe Grundwasserstände finden sich hohe Eisengehalte von über 20 mg/l.

Tab. 31: Eisen, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde im Zeitraum 2005 - 2014.

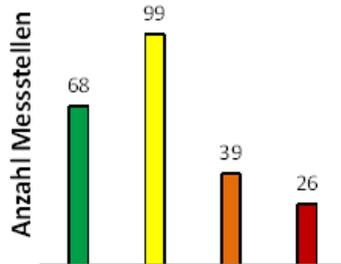
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Eisen (mg/l)			Überschreitung (> 0,2 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		% GWM
						Analysen	GWM*	
Bourtanger Moorniederung	38	192	14,2	0,0	87,0	160	33	86,8
Ems-Vechte Niederung	103	706	1,0	0,0	394,0	524	72	69,9
Hunte-Leda Moorniederung	23	120	12,2	0,2	94,0	110	22	95,7
Lingener Höhe	25	166	0,9	0,0	17,6	51	6	24,0
Lohner Geest	1	2	1,8	1,4	2,2	2	1	100,0
Ostfriesische Marsch	4	11	19,0	11,0	40,0	11	4	100,0
Sögeler Geest	38	243	7,2	0,0	44,0	173	26	68,4
<b>Gesamt</b>	<b>232</b>	<b>1147</b>	<b>8,1</b>	<b>1,8</b>	<b>97,0</b>	<b>1031</b>	<b>164</b>	<b>70,7</b>

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

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest



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

- bis 0,2      Mehrfachmessstellen weisen übereinander liegende Punkte auf
- 0,20 - 10
- 10 - 20
- > 20

- Trinkwassergewinnungsgebiete (Prioritätenprogramm 2014)
- Grundwasserkörpergrenzen

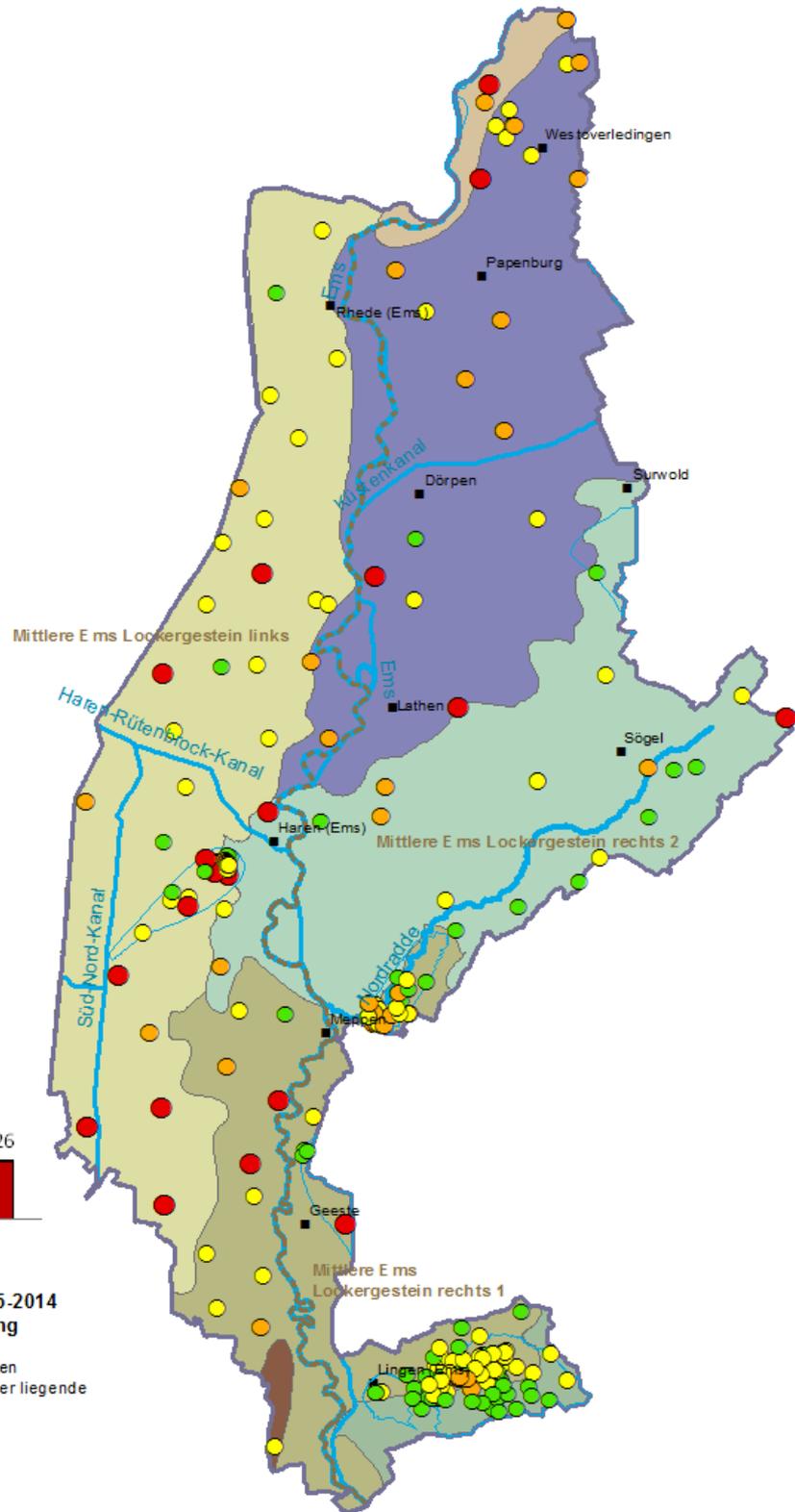


Abb. 61: Eisengehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 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).

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 freigesetzt werden. Letztlich erfolgt durch den Zerfall der Tonminerale eine starke 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<sup>+</sup>-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 herausgefiltert 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.

Tab. 32: Aluminium, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde im Zeitraum 2005 – 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Aluminium (mg/l)			Überschreitung (> 0,2 mg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		%
						Analysen	GWM*	
Bourtanger Moorniederung	37	180	0,4	0,0	5,3	85	15	40,5
Ems-Vechte Niederung	73	537	0,1	0,0	2,9	74	12	16,4
Hunte-Leda Moorniederung	23	124	0,3	0,0	8,7	46	7	30,4
Lingener Höhe	13	95	0,3	0,0	2,0	28	4	30,8
Lohner Geest	1	1	0,0	0,0	0,0	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	5	12	0,1	0,0	0,4	1	1	20,0
Sögeler Geest	38	209	0,4	0,0	6,9	50	8	21,1
<b>Gesamt</b>	<b>190</b>	<b>1158</b>	<b>0,2</b>	<b>0,0</b>	<b>3,7</b>	<b>284</b>	<b>47</b>	<b>24,7</b>

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

Im Einzugsgebiet Ems-Nordradde sind Aluminium-Grenzwertüberschreitungen ( $> 0,2 \text{ mg/l}$ ) in 47 von 190 Messstellen zu finden (Tab. 32). In fast 25 % der Messstellen wird der Grenzwert überschritten. Hohe Aluminiumgehalte

stehen oft im Zusammenhang mit einer voranschreitenden Versauerung des Bodens, die im Wesentlichen von sauren Niederschlägen ausgeht oder ein Indikator für Moorgebiete ist (Abb. 63). Tendenziell nehmen die Aluminiumgehalte bei sinkendem pH-Wert zu (Abb. 62).

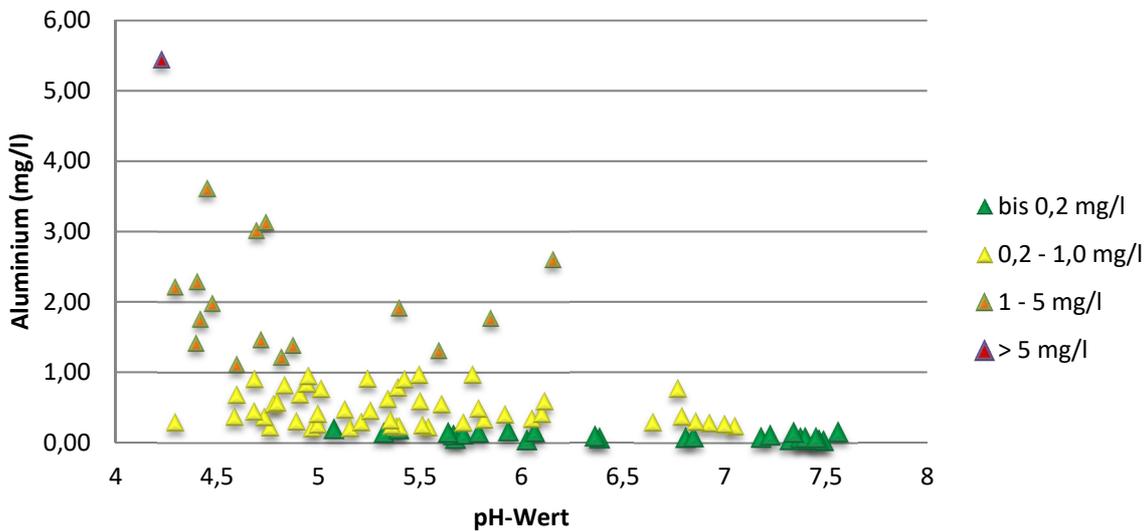


Abb. 62: Beziehung zwischen Aluminiumgehalt und pH-Wert im Zeitraum 2005 – 2014.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest

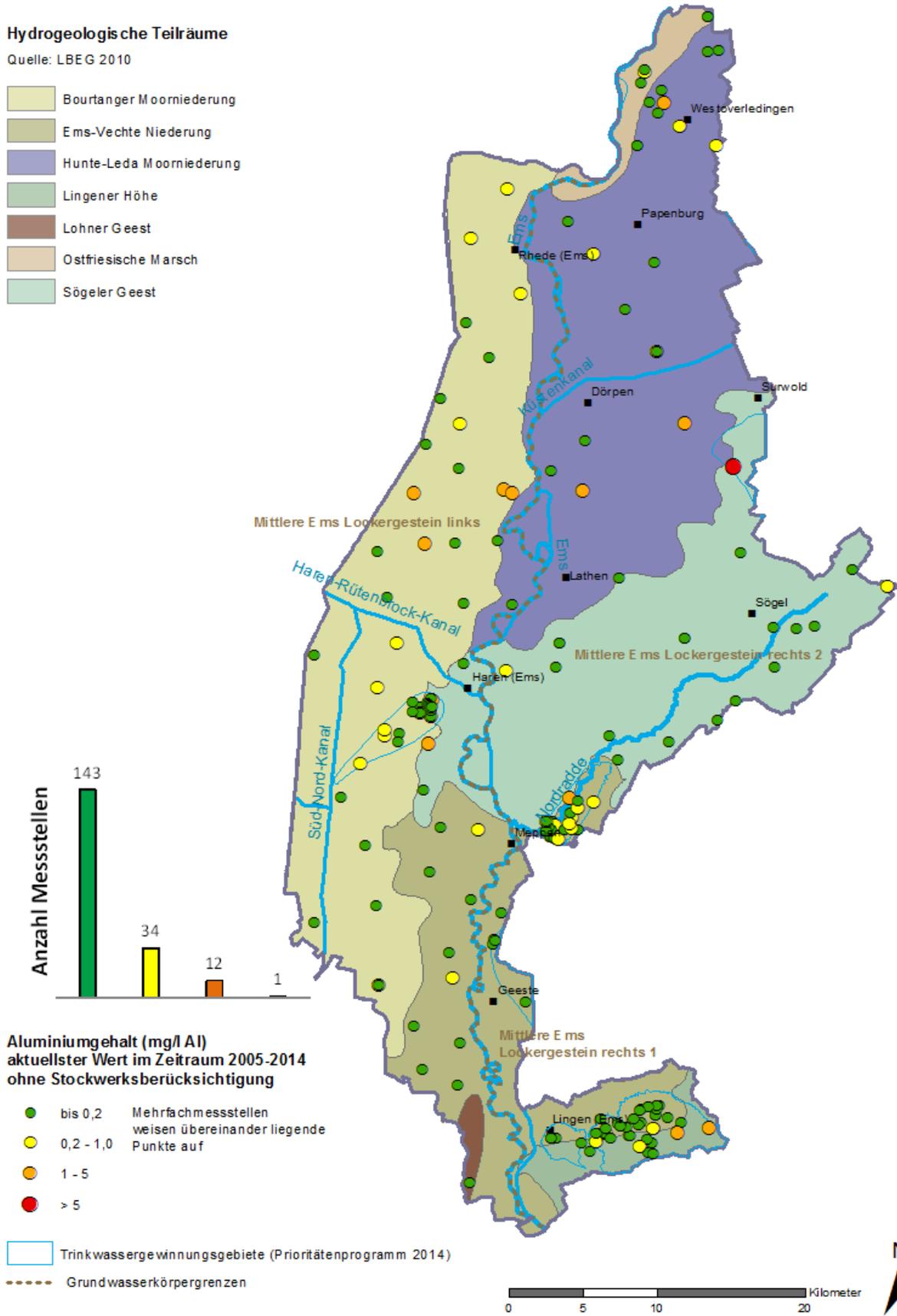


Abb. 63: Aluminiumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

## 8.10 Nickel

Nickel (Ni) zählt zu den seltenen Schwermetallen. Der Anteil an Nickel in der Erdkruste beträgt nur ca. 0,01 %, sodass abbauwürdige Nickelvorkommen weltweit selten sind. Der größte Teil der Nickelvorräte wird aus nickel- und kupferhaltigen Erzen gewonnen. Die Belastung des Grundwassers mit diesem Schwermetall ist oftmals auf nickelhaltige Mineralien und ihre Auflösung in saurem Milieu zurückzuführen. Als Nebenbestandteil kann Nickel auch in Düngemitteln enthalten sein (NLWKN 2012 a). Kölle (2010) weist daraufhin, dass durch Denitrifikationsreaktionen nickelhaltiger Eisensulfide die Nickelgehalte im Grundwasser erhöht sein können.

Insgesamt wurde im Einzugsgebiet Ems-Nordradde in 14 Messstellen eine Überschreitung

des TVO-Grenzwertes von 20 µg/l für Nickel festgestellt (Abb. 64). In 3 Messstellen konnten Gehalte > 50 µg/l nachgewiesen werden. Eine Übersicht über die Messergebnisse zeigt Tabelle 33. Durch saure Niederschläge und anschließende Infiltration in die schwach gepufferten Sande kann es in den betroffenen Gebieten zu einer Mobilisierung von Nickel und den damit verbundenen erhöhten Nickelgehalten im Grundwasser kommen. Größtenteils zeigen sich Nickelbelastungen in den im 1. Grundwasserstockwerk verfilterten Messstellen. Die Auswertungen zeigen, dass erhöhte Nickelgehalte im Grundwasser der Bourtanger Moorniederung, der Sögeler Geest und Ems-Vechte Niederung vorzufinden sind.

Tab. 33: Nickel, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Ems-Nordradde im Zeitraum 2005 – 2014.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nickel (µg/l)			Überschreitung (> 20 µg/l)		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	Anzahl		%
						Analysen	GWM*	GWM
Bourtanger Moorniederung	32	97	8,2	1	31	19	4	12,5
Ems-Vechte Niederung	45	145	31,5	2,0	3700,0	10	4	8,9
Hunte-Leda Moorniederung	19	50	4,0	1,0	31,0	0	0	0,0
Lingener Höhe	8	25	9,7	1,7	46,0	3	1	12,5
Lohner Geest	1	1	5,0	5,0	5,0	0	0	0,0
Ostfriesische Marsch	3	5	2,7	2,0	3,0	0	0	0,0
Sögeler Geest	31	114	10,7	1,0	53,1	13	5	16,1
<b>Gesamt</b>	<b>139</b>	<b>437</b>	<b>10,2</b>	<b>2,1</b>	<b>639,7</b>	<b>45</b>	<b>14</b>	<b>10,1</b>

\*Messstellen, deren aktueller Wert 20 µg/l überschreitet

Die Beziehung von Nickelgehalten zum pH-Wert verdeutlicht die Abbildung 65. Erhöhte Nickelgehalte treten verstärkt unterhalb eines

pH-Wertes von pH 6 auf, wobei die höchsten Werte in Verbindung mit pH-Werten von 4,5 bis 6 stehen.

### Hydrogeologische Teilräume

Quelle: LBEG 2010

- Bourtanger Moorniederung
- Ems-Vechte Niederung
- Hunte-Leda Moorniederung
- Lingener Höhe
- Lohner Geest
- Ostfriesische Marsch
- Sögeler Geest

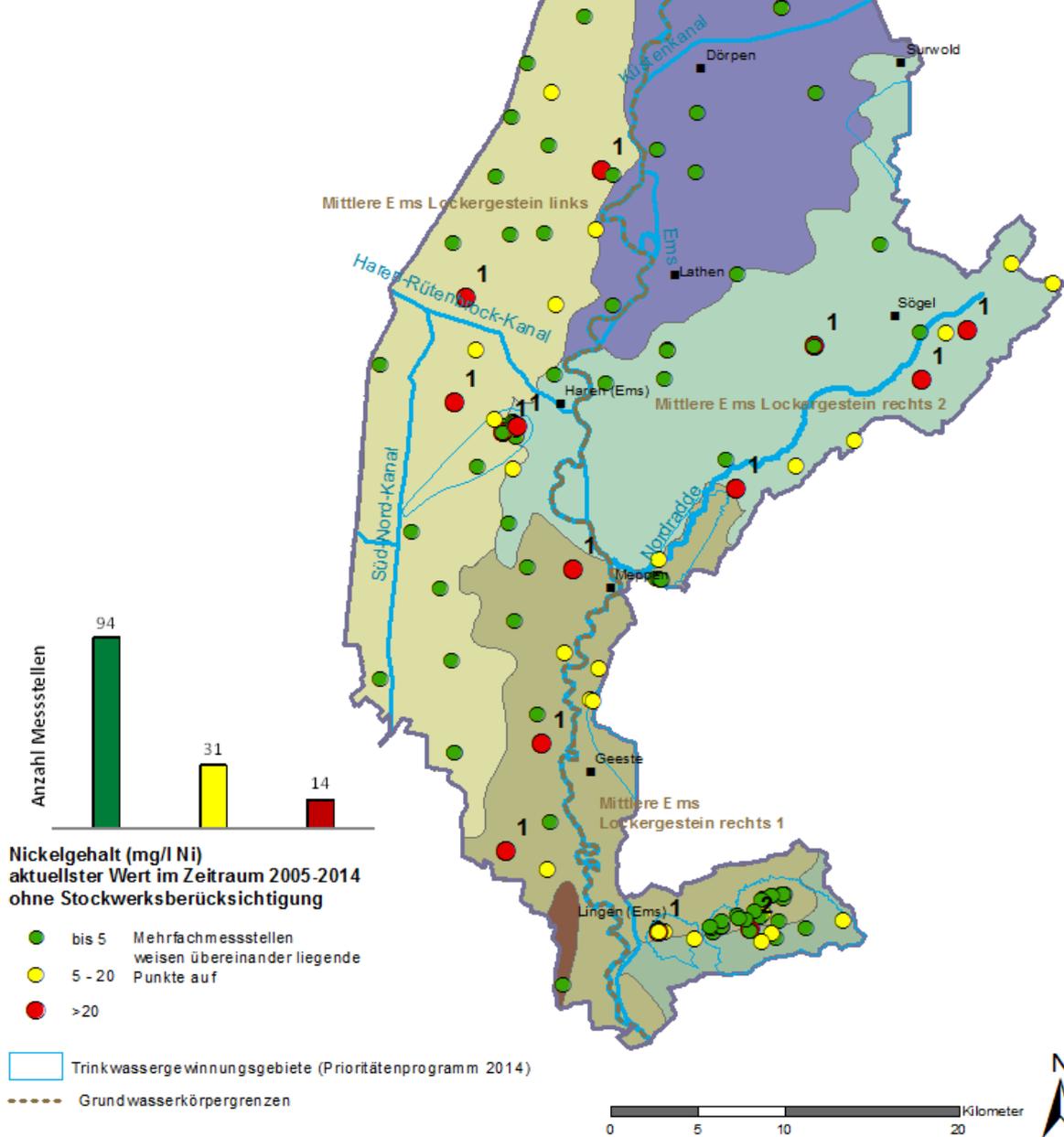


Abb. 64: Nickelgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Ems-Nordradde.

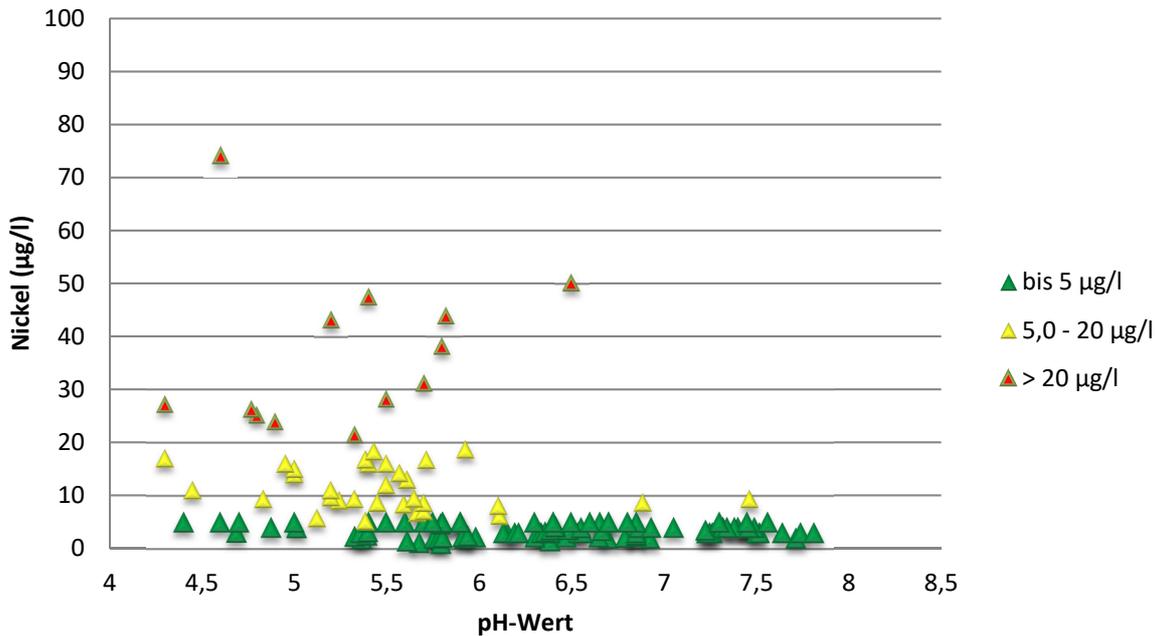


Abb.65: Beziehung zwischen Nickelgehalt und pH-Wert im Zeitraum 2005 – 2014.

## 8.11 Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten

Unter Pflanzenschutzmitteln (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 (siehe Abb. 66) (NLWKN 2012 a).

Relevante Metaboliten sind Abbauprodukte von PSM, die rechtlich wie Wirkstoffe zu bewerten sind. Sie besitzen dieselben pestiziden, biologischen Aktivitäten 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-)Wirkungspotential besitzen, werden als nicht relevante Metaboliten (nrM) bezeichnet (UBA

2012). 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 ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) für dauerhafte Belastungen von 1 µg/l bzw. 3 µg/l in Abhängigkeit von der vorhandenen Datenbasis. Der GOW ist umso höher, je aussagekräftiger und vollständiger die toxikologische Datenbasis für den zu bewertenden Stoff ist. 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 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 1470 PSM-Handelsprodukte als zugelassen vermerkt. 275 Wirkstoffe sind dabei in Verwendung (Stand Juli 2015).

Sowohl für die Wirkstoffe der PSM als auch für ihre relevanten Metaboliten bestimmt die

### **8.11.1 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten**

Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel werden in den Förderbrunnen der Wasserversorger im Abstand von drei Jahren nach dem Erlass zu Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen (MU 2013) durchgeführt. Im Rahmen des Gewässerüberwachungsnetzes GÜN wurde bis 2008 eine Auswahl von Messstellen auf PSM untersucht. Im Rahmen des PSM-Monitorings für die Zustandsbewertung 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-

TrinkwV den Grenzwert in Höhe von 0,1 µg/l (Tab. 21). Für den Summenparameter (alle gefundenen Pflanzenschutzmittel) beträgt der Grenzwert 0,5 µg/l. In die Grundwasserverordnung 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.

Messnetz in einem 6-jährigen Messturnus beprobt (NLWKN 2015 c).

Insgesamt wurden 16.679 Einzeluntersuchungen auf 187 verschiedene Wirkstoffe durchgeführt. In der Tabelle 34 sind die wichtigsten Wirkstoffe sowie Metaboliten und deren Befunde aufgeführt. Befunde sind blau unterlegt. Es wird ersichtlich, dass Wirkstoffe unterschiedlich häufig untersucht wurden. Die Untersuchungen erfolgten auf die gängigen PSM und deren Metaboliten und auf PSM mit Befunden. Zu den am häufigsten untersuchten Wirkstoffen gehören unter anderem Atrazin, Bentazon, Metolachlor und Chloridazon.

Tab. 34: Untersuchung und Funde von PSM-Wirkstoffen und Metaboliten in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb des Einzugsgebietes Ems-Nordradde.

<b>Wirkstoff/Metabolit</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Analysen gesamt</b>	<b>Analysen mit Be- fund</b>	<b>GWM mit Be- fund</b>
1,2,4-Trichlorbenzol	Herbizid	12		
1,2-Dichlorpropan	Nematizid	258	2	2
1,3-Dichlorpropan (cis-/trans-)	Insektizid, Nematizid	12		
1,3-Dichlorpropan (E)	Insektizid, Nematizid	82	1	1
1,3-Dichlorpropan (Z)	Insektizid, Nematizid	82		
2,4-DB	Herbizid	86		
2,4-Dichlorphenoxyessigsäure (2,4-D)	Herbizid Zwischenprodukt PSM- Herstellung	161		
3-Chlor-4-methylanilin	Herbizid	6		
4,4'-DDT	Insektizid	7		
6-Chlor-4-hydroxy-3-phenylpyridazin (CL 9673)	Herbizid	6		
Aclonifen	Herbizid	82		
Alachlor	Herbizid	101		
Aldicarb	Insektizid, Akarizid, Nematizid	9		
Aldicarbulfon	Insektizid, Akarizid, Nematizid	78		
Aldrin	Insektizid	86		
Ametryn	Herbizid	7		
Amidosulfuron	Herbizid	81		
Amitrol	Herbizid	84		
Atrazin	Herbizid	249		
Azinphos-ethyl	Insektizid	9		
Azinphos-methyl	Insektizid	9		
Bentazon	Herbizid	243	14	2
Bifenox	Herbizid	82		
Bromacil	Herbizid	185	1	1
Bromophos-ethyl	Insektizid	101		
Bromoxynil	Herbizid	174		
Carbendazim	Fungizid	81		
Carbetamid	Herbizid	9		
Carbofuran	Insektizid, Akarizid, Nematizid	87		
Carfentrazone-ethyl	Herbizid	162		
Chlordan, cis-	Insektizid	78		
Chlordan, trans-	Insektizid	78		
Chlorfenvinphos	Insektizid	79		
Chloridazon	Herbizid	212		
Chlormequat		80		
Chlorpropham	Herbizid	9		
Chlorpyrifos-ethyl	Insektizid	78		
Chlorpyrifos-methyl	Insektizid	78		
Chlorthalonil	Fungizid	43		

<b>Wirkstoff/Metabolit</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Analysen gesamt</b>	<b>Analysen mit Be- fund</b>	<b>GWM mit Be- fund</b>
Chlortoluron	Herbizid	186		
Clodinafop-propargylester	Herbizid	78		
Clomazone	Herbizid	78		
Clopyralid	Herbizid	161		
Crimidin	Rodentizid	9		
Cyanazin	Herbizid	16		
Cyazofamid	Fungizid	81		
Cymoxanil	Fungizid	81		
Deiquat	Herbizid	57		
Demeton-S-methyl	Insektizid	78		
Desethyl-Atrazin	Metabolit des Atrazin	249		
Desethylsebutylazin	Insektizid	11		
Desethyl-Terbutylazin	Metabolit des Atrazin	148		
Desisopropyl-Atrazin	Metabolit des Atrazin	223		
Desmetryn	Herbizid	9		
Diazinon	Insektizid, Akarizid	78		
<b>Dicamba</b>	<b>Herbizid</b>	<b>190</b>	<b>2</b>	<b>1</b>
Dichlobenil	Herbizid	82		
Dichlorprop (2,4-DP)	Herbizid	240		
Dichlorvos	Insektizid	78		
Dieldrin	Insektizid	7		
Diflufenican	Herbizid	171		
Dimethachlor	Herbizid	82		
Dimethenamid	Herbizid	78		
Dimethoat	Insektizid	86		
Dimetomorph	Fungizid	81		
Dinoseb	Herbizid	39		
Dinoterb	Herbizid	6		
Disulfoton	Insektizid, Akarizid	78		
<b>Diuron</b>	<b>Herbizid</b>	<b>237</b>	<b>9</b>	<b>3</b>
Endosulfan, alpha-	Insektizid	7		
Endosulfan, beta-	Insektizid	7		
Endrin	Insektizid	7		
Epoconazol	Fungizid	78		
<b>Ethidimuron</b>	<b>Herbizid</b>	<b>133</b>	<b>7</b>	<b>1</b>
Ethofumesat	Herbizid	64		
Etrimfos	Insektizid, Akarizid	78		
Fenoprop	Herbizid	17		
Fenoxaprop-ethyl	Herbizid	159		
Fenpropidin	Fungizid	159		
Fenpropimorph	Fungizid	187		
Fenthion	Insektizid	78		
Fenuron	Herbizid	79		
Florasulam	Herbizid	80		

<b>Wirkstoff/Metabolit</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Analysen gesamt</b>	<b>Analysen mit Be- fund</b>	<b>GWM mit Be- fund</b>
Fluazifop-butyl	Herbizid	63		
Fluazinam	Fungizid	81		
Flufenacet	Herbizid	175		
Flumioxazin	Herbizid	78		
Fluquinconazol	Fungizid	80		
Fluroxypyr	Herbizid	79		
Fluroxypyr-1-methylheptylester	Herbizid	54		
Flurtamone	Herbizid	163		
Flusilazol	Fungizid	81		
Foramsulfuron	Herbizid	78		
Gibberelinsäure		21		
Glufosinate	Herbizid	3		
Glyphosat	Herbizid	193		
Haloxifop	Herbizid	89		
Heptachlor	Insektizid	8		
Hexachlorbutadien	Biozid	75		
Hexachlorcyclohexan, beta-	Insektizid	78		
Hexachlorcyclohexan, delta-	Insektizid	78		
Hexachlorcyclohexan, gamma- (Lindan)	Insektizid	23		
Hexazinon	Herbizid	136		
Imidacloprid	Insektizid	84		
Iodosulfuron	Herbizid	81		
loxynil	Herbizid	167		
Isodrin	Insektizid	86		
Isoproturon	Herbizid	223		
Isoxaflutole	Herbizid	78		
Karbutilat	Herbizid	9		
Lambda-Cyhalothrin	Insektizid	81		
Lenacil	Herbizid	9		
Linuron	Herbizid	7		
MCPA	Herbizid	206		
MCPB	Herbizid	7		
Mecoprop (MCP)	Herbizid	235		
Mefenpyr-diethyl	Herbizid-Safener	78		
Mesosulfuron-methyl	Herbizid	78		
Mesotrione	Herbizid	162		
<b>Metalaxyl</b>	<b>Fungizid</b>	<b>144</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
Metalaxyl-M	Fungizid	32		
Metamitron	Herbizid	183		
Metazachlor	Herbizid	250		
Methabenzthiazuron	Herbizid	87		
Methamidophos	Insektizid, Akarizid	159		
Methiocarb	Molluskizis	81		
Methoxychlor	Insektizid	7		

<b>Wirkstoff/Metabolit</b>	<b>Anwendung</b>	<b>Analysen gesamt</b>	<b>Analysen mit Be- fund</b>	<b>GWM mit Be- fund</b>
Metiram	Fungizid	54		
Metobromuron	Herbizid	86		
Metolachlor	Herbizid	218		
Metosulam	Herbizid	3		
Metoxuron	Herbizid	141		
Metribuzin	Herbizid	220		
Metsulfuron-methyl	Herbizid	159		
Mevinphos	Insektizid, Akarizid	78		
Monolinuron	Herbizid	7		
Napropamid	Herbizid	39		
Nicosulfuron	Herbizid	159		
Norflurazon	Herbizid	9		
Oxadixyl	Fungizid	39		
Parathion-ethyl	Insektizid, Akarizid	51		
Parathion-methyl	Insektizid, Akarizid	59		
Pencycuron	Fungizid	81		
Pendimethalin	Herbizid	183		
Pentachlorphenol (PCP)	Fungizid	79		
Pethoxamid	Herbizid	82		
Phorat	Insektizid, Nematizid	6		
Picolinafen	Herbizid	78		
Picoxystrobin	Fungizid	81		
Pirimicarb	Insektizid	107		
Prochloraz	Fungizid	81		
Prometryn	Herbizid	87		
Propanil	Herbizid	78		
Propazin	Herbizid	135		
Propiconazol	Fungizid	87		
Propyzamid	Herbizid	78		
Prosulfocarb	Herbizid	90		
Prothioconazol	Fungizid	187		
Pymetrozin	Insektizid	81		
Pyraclostrobin	Fungizid	78		
Pyridat	Herbizid	6		
Quinmerac	Herbizid	82		
Quinoxifen	Fungizid	78		
Rimsulfuron	Herbizid	159		
Sebuthylazin	Herbizid	95		
Simazin	Herbizid	165		
S-Metolachlor	Herbizid	32	1	1
Spiroxamine	Fungizid	78		
Sulcotrion	Herbizid	81		
Tebuconazol	Fungizid	159		
Terbuthylazin	Herbizid	246		

Wirkstoff/Metabolit	Anwendung	Analysen gesamt	Analysen mit Be- fund	GWM mit Be- fund
Terbutryn	Herbizid	9		
Thiacloprid	Insektizid	4		
Thifensulfuron-methyl	Herbizid	81		
Tolyfluanid	Fungizid	43		
Topramezone	Herbizid	78		
Triadimenol	Fungizid	3		
Tribenuron-methyl	Herbizid	159		
Trichlorfon	Insektizid	78		
Triclopyr	Herbizid	159		
Tridemorph	Fungizid	3		
Trifluralin	Herbizid	112		
Tritosulfuron	Herbizid	4		
Vinclozolin	Fungizid	85	1	1

Befunde traten bei den Herbizid-Wirkstoffen Bentazon, Bromacil, Dicamba, Diuron, Ethidimuron und S-Metolachlor und den Fungiziden Metalaxyl und Vinclozolin auf. Ebenso gefunden wurden die Nematizide 1,2-Dichlorpropan und 1,3-Dichlorpropen (E).

Auch Auswirkungen von Altanwendungen oder eventuell unerlaubte Anwendungen heute nicht mehr zugelassener Wirkstoffe können zu PSM-Funden im Grundwasser führen. Auffällig sind die häufigen Funde von Diuron, ein Totalherbizid, das zur Freihaltung der Gleiskörper eingesetzt wurde. Anfang 1997 wurde die Anwendung auf Gleisanlagen verboten. Am häufigsten wurde das zugelassene Herbizid Bentazon gefunden. Als Eintragungspfade für PSM in das Grundwasser kommen folgende Möglichkeiten in Frage (NLWKN 2012 a):

- Diffuse Eintragungspfade, hierunter sind insbesondere flächenhafte Eintrittspfade aus der Landwirtschaft und sonstige diffuse Einträge zu nennen.
- Punktuelle Eintrittspfade, z. B. durch Beseitigung von Restmengen, Tankreinigung, unsachgemäße Entsorgung von Alt-PSM.

- Linienhafter Eintrag: z.B. Freihalten von Gleiskörpern durch Herbizide.

Die ersten beiden Eintrittspfade haben für alle Wirkstoffe Relevanz. 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 Chloridazon gilt ein verschärftes Anwendungsverbot (NG 415) auf weitere leichte 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 Pflanzenschutzmitteln dürfen seit November 2015 nur mit gültigem Sachkundenachweis durchgeführt werden.

## 8.11.2 nicht relevante Metaboliten

Im Rahmen des PSM-Monitoring des Landes werden Untersuchungen auf relevante Metaboliten und nicht relevante Metaboliten (nrM) durchgeführt. Insgesamt wurden 27 nrM (Tab. 35) untersucht. Analysen mit Befund sind auch hier blau unterlegt. Nicht relevante Metaboliten

gelten zwar als nicht toxisch für den Menschen, sind aber eine zusätzliche Fremdbelastung im Grundwasser, die unbedingt vermieden werden sollte. Als Befund werden Analysen oberhalb des Grenzwertes von 0,1 µg/l gezählt.

Tab. 35: Untersuchungen auf nichtrelevante Metaboliten im Zeitraum 2005-2014, Anzahl und Funde.

Nicht relevante Metaboliten (nrM)	Anzahl		% Befunde	GWM mit Befund
	Analysen gesamt	Analysen mit Befund		
2,6-Dichlorbenzamid	137	1	0,7	1
Aminomethylphosphonsäure	8			
AMPA	130	1	0,8	1
Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	100	6	6	4
Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	100	5	5	5
Chlorthalonil Metabolit: R 611965/M5	4			
Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12)	43			
Dimethachlor Metabolit: CGA 369873	43			
Dimethachlor-Säure (Metabolit CGA 50266)	43			
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)	43			
Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	43			
Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit: M2)	43			
Metalaxyl-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 108906)	39	1	2,6	1
Metalaxyl-Säure (Metabolit CGA 62826/NOA 409045)	39	1	2,6	1
Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12)	43	1	2,3	1
Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	98	2	2	2
Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	98	5	5,1	2
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	100	6	6	6
Pethoxamid Metabolit: MET-42	4			
Quinmerac-Säure (Metabolit BH 518-2)	4			
S-Metolachlor Metabolit: CGA 357704	43	2	4,7	2
S-Metolachlor Metabolit: CGA 368208	43			
S-Metolachlor Metabolit: NOA 413173	43			
S-Metolachlor-Säure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916)	102	11	10,8	10
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	102	15	14,7	11
Thiaclopid-Sulfonsäure (Metabolit M 30/YRC 2894)	4			
Tritosulfuron-desamid (Metabolit BH 635-4/635M01)	4			4

Prozentual auffällig sind die Funde der Abbauprodukte des Maisherbizidwirkstoffs Metolachlor. Dieses Ergebnis ist aufgrund der Anbaubedeutung des Maises für das Einzugsgebiet Ems-Nordradde mit einem Anteil von 38 % an

der landwirtschaftlichen Nutzfläche (siehe 3.1 Landwirtschaftliche Strukturen) und der damit verbundenen Anwendungshäufigkeit dieses Wirkstoffes zu erwarten.



Abb. 66: Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln.

## 8.12 Zusammenfassung Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasserüberwachung des NLWKN zeigt, dass in einigen Regionen besonders das Grundwasser des 1. Grundwasserstockwerkes durch menschliche Tätigkeiten beeinflusst ist. Die Erkundung und Überwachung der Resource „Grundwasser“ gibt regionale Hinweise, von welchen Gefährdungspotentialen das Grundwasser bedroht ist. Die Güteauswertungen des vorliegenden Regionalberichtes zeigen, dass das Grundwasser im Einzugsgebiet Ems-Nordradde je nach naturräumlicher und hydrogeologischer Gegebenheiten unterschiedliche Belastungen aufweist.

Bei Betrachtung der Belastung des Grundwassers durch den Parameter Nitrat wird deutlich, dass hohe Nitratkonzentrationen überwiegend in Messstellen des 1. Grundwasserstockwerkes auftreten. Über 21,9 % der Messstellen überschreiten die Qualitätsnorm für Nitrat von 50 mg/l zum Teil deutlich. Die Nitratgehalte differenzieren aufgrund der Landnutzung und den damit verbundenen Einträgen, den unterschiedlichen geochemischen Bedingungen und den Tiefenlagen der Messstellen in Verbindung mit den Verweilzeiten und Abbauprozessen durch Denitrifikation. Eine weiter voranschreitende Intensivierung der Landwirtschaft verbunden mit zunehmender Tierhaltung und Anstieg des Silomaisanbaus sowie einem Anstieg des Intensivgemüseanbaus werden in Zukunft vermutlich eine Verschärfung der Nitratproblematik im Grundwasser bewirken.

Die durchgeführten Trendauswertungen zum Parameter Nitrat zeigen aufgrund der noch intakten Nitratabbauvorgänge neben steigenden auch fallende Trends. Fallende Trends treten neben den steigenden auch in Trinkwasserschutzgebieten auf, wobei die Gründe hierfür sicherlich auch in einer gezielten Wasser-schutzberatung und einer hohen Inanspruchnahme von grundwasserschonenden Maßnahmen in der Landwirtschaft liegen.

Der Parameter Nitrit spielt nach den vorliegenden Untersuchungen eine untergeordnete Rolle, da es im Stickstoffkreislauf unter normalen Bedingungen rasch wieder abgebaut wird.

Auch die Sulfatgehalte erreichen selten Werte oberhalb des Grenzwertes, sodass in dem Einzugsgebiet Ems-Nordradde nicht von einer Belastung gesprochen werden kann.

Lediglich eine Messstelle weist erhöhte Chloridgehalte auf. Ein Zusammenhang zwischen Chloridgehalt und vorhandenen Salzstrukturen im Untergrund ist somit nicht ersichtlich.

Eine Belastung mit Schwermetallen ist im Einzugsgebiet lediglich durch Nickel gegeben. Arsenfunde beschränken sich auf drei Einzelfunde außerhalb von Trinkwasserschutzgebieten. Nickel kann durch saure Niederschläge aus dem Untergrund gelöst werden und gelangt auf diese Weise in das Grundwasser. Im Einzugsgebiet wurde an 14 Messstellen eine Nickelkonzentration von über 20 µg/l gemessen.

Die Belastungen des Grundwassers mit Pflanzenschutzmittelwirkstoffen und relevanten Metaboliten beschränken sich auf regionale Einzelfälle, sodass hier von örtlich begrenzten Einträgen ausgegangen werden kann. Die zahlreichen Funde von nicht relevanten Metaboliten des Metolachlors erfordern dagegen erhöhte Aufmerksamkeit. Zukünftig sollten diese Metaboliten regelmäßig untersucht werden. Sollte sich die hohe Fundhäufigkeit bestätigen, muss über freiwillige oder verordnete Anwendungsverbote der Ausgangswirkstoffe nachgedacht werden.

Insgesamt sollten insbesondere die Parameter Nitrat und Ammonium weiterhin genau beobachtet und durch Beratungsprogramme an einer Verbesserung gearbeitet werden.

Die Ergebnisse können die zuständige Wasserbehörde bei einem vorsorgenden Grundwasserschutz unterstützen, da zu grundwasserrelevanten Fragestellungen regionalbezogene Begründungen aus dem vorliegenden Regionalbericht ableitbar sind.

## Kurzinformation: Grundwasserbeschaffenheit

- pH
  - 30,8 % der Messstellen im Einzugsgebiet liegen oberhalb der Untergrenze von 6,5 nach Trinkwasserverordnung.
  - Die Obergrenze von 9,5 überschreitet keine Messstelle in diesem Gebiet
- Wasserhärte
  - In den Teilräumen Bourtanger Moorniederung, Ems-Vechte Niederung und Ostfriesische Marsch ist das Wasser mittelhart.
  - Weiches Grundwasser herrscht in der Hunte-Leda Moorniederung, der Lingener Höhe und der Sögeler Geest vor.
- Stickstoffverbindungen
  - Nitratbelastungen treten hauptsächlich im 1. Grundwasserstockwerk auf.
  - 21,9 % der Messstellen überschreiten den Grenzwert für Nitrat von 50 mg/l.
  - In 83 Messstellen wird der Grenzwert für Ammonium überschritten. Insbesondere die Niederungsbereiche sind durch die ehemaligen Mooregebiete sauerstoffarm und haben daher erhöhte Gehalte.
  - Nitrit spielt eine untergeordnete Rolle, da es rasch wieder abgebaut wird.
- Sulfat
  - Im Einzugsgebiet kann nicht von einer Belastung gesprochen werden, da die Grenzwerte selten überschritten werden.
- Chlorid
  - Lediglich in einer Messstelle wird der Chloridgehalt überschritten, es kann daher kein Zusammenhang zwischen vorhandenen Salzstrukturen im Untergrund und dem Chloridgehalt in den untersuchten Messstellen hergestellt werden.
- Kalium
  - Erhöhte Kaliumwerte treten lediglich im 1. Grundwasserstockwerk auf.
  - 14 Messstellen weisen einen fallenden, 28 einen steigenden Trend auf.
  - Im nördlichen Bereich des Gebiets gibt es keine Werte oberhalb von 12 mg/l.
- Eisen
  - Die Niederungsbereiche haben durch hohe Grundwasserstände reduzierende Bedingungen.
  - Im gesamten Einzugsgebiet wird der Eisengrenzwert von 20 mg/l in 70 % der Messstellen überschritten.
- Aluminium
  - In fast 25 % der Messstellen wird der Grenzwert von 0,2 mg/l überschritten.
  - Bei niedrigen pH-Werten steigt der Aluminiumgehalt in der Regel und kann ein Indikator für Mooregebiete oder Versauerung des Bodens sein.
- Nickel
  - An 14 Stellen im Einzugsgebiet wurde eine Nickelkonzentration über 20 µg/l gemessen.
  - Nickel kann durch saure Niederschläge aus dem Untergrund gelöst und auf diesem Wege in das Grundwasser gelangen.
- Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten
  - Belastungen des Grundwassers mit Pflanzenschutzmitteln beschränken sich auf regionale Einzelfälle.
  - Gehäufte Funde des nicht relevanten Metabolits Metolachlor erfordern erhöhte Aufmerksamkeit und regelmäßige Untersuchungen.

## Literatur

Boigk et al. (1960): Zur Geologie des Emslandes. Beihefte zum Geologischen Jahrbuch, Heft 37, Hrsg. Bundesanstalt für Bodenforschung und Geologische Landesämter der Bundesrepublik Deutschland, S. 418, Hannover.

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

Böckermann, T. (2014): Zeitungsartikel in der NOZ vom 25.07.2014 unter:  
<http://www.noz.de/lokales/haren/artikel/493514/rothkotter-gruppe-uberschreitet-milliarden-grenze> (Zugriff am 25.09.2014)

BVL (2015) / Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (2015), Link [http://www.bvl.bund.de/DE/04\\_Pflanzenschutzmittel/01\\_Aufgaben/02\\_ZulassungPSM/01\\_ZugelPSM/01\\_OnlineDatenbank/psm\\_onlineDB\\_node.html](http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/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., Nitrat im Grundwasser – Konzentrationsniveau, Abbauprozesse und Abbaupotenzial im Tätigkeitsbereich des Erftverbands, Erftverband, Oktober 2015.

Drachenfels, O.v. (2010): Überarbeitung der Naturräumlichen Regionen Niedersachsens. Informationsdienst Naturschutz Niedersachsen, 30 Jg., Nr.4, S. 249-252, Hannover.

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

DüV (2017) / Düngeverordnung (2017): Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und

Pflanzenschutzmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen vom 02.06.2017, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2017, 1305.

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.

Grube, A. et al. (2000): Prognose des Salzwasseraufstiegs im pleistozänen Grundwasserleiterkomplex eines geplanten Wasserwerkes im Land Brandenburg – Grundwassermodelle und hydrogeochemische Untersuchungen. Brandenburgische Geowiss. Beitr., S. 41-52, Kleinmachnow.

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

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

Kunkel, R. et al (2002): Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit ausgewählter hydrostratigraphischer Einheiten in Deutschland. Bericht, 97 S., Jülich, Berlin, Cottbus.

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.

LK Emsland (2002): Der Landkreis Emsland. Geographie, Geschichte, Gegenwart - Eine Kreisbeschreibung. Im Auftrag von: Landkreis Emsland. Hrsg: Franke, W. et al., 932 S., Meppen.

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

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

LSKN (2009b) / Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen (2009): Statistische Berichte Niedersachsen, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserbeseitigung 2007, 38 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 (2013a) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2013a): "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 (2016) / Landwirtschaftskammer Niedersachsen (2016): Gewässerschutzberatung in der Zielkulisse der Grundwasserkörper mit einem schlechten chemischen Zustand gemäß

EG-WRRL, Jahresbericht 2015, Beratungsgebiet Mittlere Ems Nord, unveröffentlicht.

MU (1992) / Niedersächsisches Umweltministerium (1992): Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Emsland-Vechte. Hrsg.: das Niedersächsische Umweltministerium. 167 S., Hannover.

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

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

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

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

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

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

MU (2016 a) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (2016): Programm Niedersächsische Moorlandschaften – Grundlagen, Ziele, Umsetzung, 72 S. Hannover.

MU (2016 b) / 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.

MU (2017) / Niedersächsisches Ministerium für Umwelt und Klimaschutz (2017): Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten vom 3. September 2007, Nds. GVBl. S. 228, Stand 19.06.2017, Hannover.

NIBIS<sup>1</sup> Kartenserver  
[https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permlink=16Vmz5OF](https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permalink=16Vmz5OF)

NIBIS<sup>2</sup> Kartenserver <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permlink=pNWxP3r>

NIBIS<sup>3</sup> Kartenserver <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/?permlink=1LwAS85T>

NLfB & NLÖ (2004): Betrachtungsraum NI02 – Mittlere Ems, Ergebnisse der Bestandsaufnahme, Bericht 2005 Grundwasser. EG-WRRL Bericht 2005, 56 S.

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 (oJ) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft Küste- und Naturschutz: Naturschutzgebiet „Tinner Dose-Sprakeler Heide“- Kennzeichen: NSG WE 77

NLWKN (2009) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft Küste- und Naturschutz (2009): Leitfaden für die Bewertung des chemischen Zustandes der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL), 15 S., Aurich.

NLWKN (2010) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2010): Nitratausträge unter Wald. Untersuchungen auf Standorten mit hohen luftbürtigen Stickstoffeinträgen, Niedersächsischer

Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), Grundwasser Band 09, 32 S., Norden.

NLWKN (2012 a) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2012): 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): Messung des Excess-N<sub>2</sub> im Grundwasser mit der N<sub>2</sub>/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): Anhörungsdokument zum Entwurf des niedersächsischen Beitrags zu den Maßnahmenprogrammen der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, 265 S., Norden/Lüneburg.

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

NLWKN (2015 a) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015 a): Deutsches Gewässerkundliches Jahrbuch, Weser- und Emsgebiet 2013, Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (Hrsg.), 293 S., Norden.

NLWKN (2015 b, Aktualisierung November 2016) / Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (2015 b, Aktualisierung November 2016): 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.

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.

OGewV (2016) / Oberflächenwasserverordnung (2016): Verordnung zum Schutz von Oberflächengewässern vom 20.06.2016, Bundesgesetzblatt Jahrgang 2016 Teil I Nr. 28.

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

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 10.03.2016).

Tüxen, J. (1991): Das Bourtanger Moor. In: Kurzfassung der Vorträge und Exkursionsführer, 58. Tagung der Arbeitsgemeinschaft Nordwestdeutscher Geologen vom 21.-24. Mai 1991 in Bad Bentheim, Tagungsbericht. Hannover 1991, S. 140-141.

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

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

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
<b>Ablaugung</b>	Auflösen von Salzen in Salzlagerstätten durch Wasserzufuhr
<b>Abstich</b>	Differenz zwischen Messbezugspunkt und Grundwasserspiegel
<b>ADI-Wert</b>	acceptable daily intake (zulässige tägliche Aufnahme) Menge eines Stoffes, die mit größter Wahrscheinlichkeit bei einer langfristigen Aufnahme nicht gesundheitsgefährdend ist
<b>Adsorption</b>	Anlagerung eines Stoffes an Oberflächen
<b>Agrarberichterstattung</b>	Erfassung der strukturellen und sozialökonomischen Merkmale Land- und Forstwirtschaftlicher Betriebe, wesentliche Bestandteile sind Bodennutzungserhebung und Viehzählung, Durchführung ab 1975 bis 1998, abgelöst durch die Agrarstrukturerhebung
<b>Agrarstrukturerhebung</b>	siehe Agrarberichterstattung, löste die Agrarberichterstattung 1999 ab, Erfassung der strukturellen und sozialökonomischen Merkmale der Land- und Forstwirtschaft
<b>Agrarumweltmaßnahmen</b>	freiwillige Bewirtschaftungsmaßnahmen im Agrarbereich
<b>Akarizid</b>	Mittel zur Bekämpfung von Milben und Zecken, häufig auch mit insektizider Wirkung
<b>Aluminium-Pufferbereich</b>	Aluminium-Pufferbereich ab pH 4,2 bis pH 3,0: Desorption austauschbar gebundener und verstärkte Freisetzung von in Tonmineralen und Silicatresten gebundener Aluminium-Ionen
<b>anthropogen</b>	durch menschliche Tätigkeiten verursacht
<b>Aquifer</b>	der Teil einer Schichtenfolge, der ausreichend Material enthält, um signifikante Wassermengen an Brunnen oder Quellen abzugeben (gesättigte und ungesättigte Zone)
<b>Basenkapazität</b>	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
<b>Basisemissionserkundung</b>	Ermittlung der potentiellen Nitratkonzentration im Sickerwasser
<b>Bestimmungsgrenze</b>	(BG) die kleinste Konzentration, die mit einer vorgegeben Genauigkeit bestimmt werden kann, erst oberhalb der BG werden Analyseergebnisse angegeben
<b>Bewirtschaftungsplan</b>	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
<b>Biogasanlagen</b>	Anlage zur Erzeugung von Biogas durch Vergärung von Biomasse (Gärschubstrat), als Nebenprodukt fallen Gärreste an
<b>Biogasinventur</b>	Erfassung von Stand der Biogaserzeugung und -nutzung, Durchführung 3N-Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachhaltige Rohstoffe e.V.
<b>Bodenhorizonte</b>	unterscheidbare Bereiche im Bodenprofil als Ergebnis bodenbildender Prozesse
<b>Bodentypen</b>	Zusammenfassung von Böden mit ähnlichen Eigenschaften und gleichem Profilaufbau
<b>Bodenzahl</b>	Maßzahl, gibt an welcher Reinertrag auf einem Boden zu erzielen ist, Angabe erfolgt im Vergleich zu den Schwarzerdeböden der Magdeburger Börde (100 %)
<b>Brauchwasser</b>	nicht als Trinkwasser, sondern zu gewerblichen, technischen, industriellen, landwirtschaftlichen oder hauswirtschaftlichen Anwendungen genutztes Wasser

<b>Carbonathärte</b>	Summe der Carbonate der Erdalkalimetalle
<b>Datenfernübertragung</b>	automatische Übertragung von Standsdaten aus Datensammler
<b>Dauergrünland</b>	Grünlandbestände über 5 Jahre
<b>Denitrifikation</b>	Umwandlung von Nitrat zu molekularem Stickstoff, der in die Atmosphäre entweichen kann
<b>Düngeverordnung</b>	Verordnung zur Umsetzung der Nitratrichtlinie, sie gibt Vorgaben zur guten fachlichen Praxis bei der Düngung von landwirtschaftlichen Kulturen
<b>Einzugsgebiet</b>	die Grenzen eines Einzugsgebietes eines Oberflächengewässers oder eines Grundwasserkörpers werden durch hydrologische Wasserscheiden definiert
<b>Emission</b>	Austrag oder Ausstoß fester, flüssiger oder gasförmiger Stoffe, welche Menschen, Tiere, Pflanzen, Luft, Wasser oder andere Umweltbereiche beeinträchtigen
<b>ergänzende Maßnahmen</b>	in Ergänzung zu ordnungsrechtlichen Vorgaben getätigte Maßnahmen wie z.B. Agrarumweltmaßnahmen und Beratung
<b>Erneuerbare-Energien-Gesetz</b>	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
<b>Erosion</b>	Bodenerosion, Abtrag von Boden durch Wind oder Wasser
<b>Excess_N2</b>	aus der Denitrifikation stammende und im Grundwasser gelöste molekulare Stickstoff, kann mit der N <sub>2</sub> /Argon-Methode gemessen werden
<b>Fehnkultur</b>	Form der Moorkultivierung, durch Anlegen von Kanälen und Seitenkanälen (Wieken) wurde das Moor entwässert, Torf abgebaut und die ehemaligen Moorflächen landwirtschaftlich genutzt
<b>Feldblock</b>	durch Außengrenzen (Wall, Graben, Straße usw.) abgegrenzter Bereich landwirtschaftlicher Nutzflächen, jeder Feldblock besitzt eine Identifikationsnr. (FLIK)
<b>Feldstallbilanz</b>	betrieblicher Nährstoffvergleich in Form einer Flächenbilanz, bilanziert wird der Nährstofffluss zur Fläche (Nährstoffzufuhr) und von der Fläche (Nährstoffabfuhr)
<b>Festgestein</b>	mechanisch widerstandsfähige Gesteine
<b>Filterlage</b>	Lage der Filterstrecke in der Bohrung
<b>Filteroberkante</b>	Oberkante der Filterstrecke
<b>Filterunterkante</b>	Unterkante der Filterstrecke
<b>Flurabstand</b>	Abstand zwischen Geländeoberkante und Grundwasseroberfläche
<b>Flussgebietseinheit</b>	Zusammenhängende Flussgebiete die dem Meer zufließen, Planungsräume für die Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
<b>Förderbrunnen</b>	Brunnen zur kontinuierlichen Förderung von Grundwasser
<b>Förderkulisse "Wasserschutz"</b>	Maßnahmenkulisse zur Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen im Rahmen der Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen (NiB-AUM), die Kulisse beinhaltet
<b>freies Grundwasser</b>	Grundwasseroberfläche und Grundwasserdruckfläche fallen zusammen, das Grundwasser kann entsprechend seines hydrostatischen Druckes ansteigen
<b>Freiwillige Vereinbarungen</b>	handlungsbezogene freiwillige Grundwasserschutzmaßnahmen, Mindestanforderungen und maximale Förderbeträge sind durch einen MU-Maßnahmenkatalog vorgegeben
<b>Fruchtfolgevereinbarungen</b>	spezielle Freiwillige Vereinbarung, spezielle Fruchtfolgen werden vertraglich vereinbart
<b>Fungizid</b>	Mittel zur Bekämpfung/Vorbeugung gegen Pilzbefall
<b>Futterbau</b>	Anbau von Futterpflanzen für Nutztiere (z.B. Gras, Silomais)

<b>Ganglinie</b>	graphische Darstellung von Messwerten in zeitlicher Reihenfolge, z.B. Darstellung von Standsdaten, Gütedaten
<b>Gebietskooperation</b>	Kooperation auf regionaler Ebene aus Mitglieder der Landkreisen, Gemeinden, Unterhaltungsverbänden, Land- und Forstwirtschaft, Wasserversorgern, Industrievertretern, Umweltverbänden und NLWKN zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie
<b>Geest</b>	eiszeitliche geomorphologische Landform, entstanden aus Sandablagerungen während der Eiszeit (Endmoränen, Grundmoränen, Sander)
<b>geogen</b>	natürlich, geologisch bedingt
<b>gespanntes Grundwasser</b>	Grundwasseroberfläche und Grundwasserdruckfläche fallen nicht zusammen, der Grundwasserleiter ist von schlecht oder undurchlässigen Schichten abgedeckt
<b>Gesamthärte</b>	Summe der Erdalkalimetalle vorliegend als Carbonat, Sulfat oder Phosphat
<b>Geschiebedecksand</b>	anlehmige oder lehmige geschiebeführende Sandschicht, durch Umwandlungsprozesse aus Grundmoränen entstanden, die Geschiebelehm oder -mergel bzw. Sande überdeckt
<b>Geschiebelehm</b>	durch Verwitterung aus kalkhaltigen Geschiebemergel entstanden, besteht hauptsächlich aus Sand und Schluff
<b>Gewässerkundlicher Landesdienst (GLD)</b>	Gewässerkundlicher Dienst, Teil 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.
<b>Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN)</b>	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.
<b>glazifluviatil</b>	eiszeitlicher Ablagerungsvorgang von Materialien aus Gletscherbächen oder Schmelzwasser
<b>Grimm-Strele-Verfahren</b>	Verfahren zur Trendermittlung der Grundwasserstandsdaten, die Trendermittlung ergibt sich aus dem Verhältnis von Steigung der Regressionsgraden und der Spannweite der Extremwerte innerhalb der Zeitreihe
<b>Großvieheinheiten</b>	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).
<b>grundlegende Maßnahmen</b>	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.
<b>Grundmoräne</b>	eiszeitliche Aufschüttungslandschaft, Ablagerung von Kies, Sand, Schluff und Ton unter dem Gletscher
<b>Grundwasser</b>	unterirdisches Wasser in der Sättigungszone, das in unmittelbarer Berührung mit dem Boden oder dem Untergrund steht
<b>Grundwasserbeschaffenheit</b>	Beschreibung des Grundwasserzustandes hinsichtlich chemischer Physikalischer, biologischer Parameter

<b>Grundwassergüte</b>	Qualität des chemischen Grundwasserzustandes
<b>Grundwasserhemmer</b>	gering wasserdurchlässiger Grundwasserleiter
<b>Grundwasserkörper</b>	abgegrenztes Grundwasservorkommen
<b>Grundwasserkreise</b>	Arbeitsgruppe zum Informationsaustausch innerhalb eines Beratungsgebietes mit Grundwasser-Beratung, Mitglieder sind u.a. Berater, Vertreter des NLWKN, Multiplikatoren und Landwirte
<b>Grundwasserleiter</b>	Gesteinskörper mit Hohlräumen, die geeignet sind Grundwasser weiterzuleiten (gesättigte Zone)
<b>Grundwassermenge</b>	Grundwasservorkommen, die Beobachtung der Grundwasserstände dient u.a. der Erfassung der Wasservorräte in den Grundwasserleitern und ihrer zeitlichen Veränderung
<b>Grundwassermessstellen</b>	verfilterte Bohrungen zur Beobachtung von Grundwasserstand und Grundwasserbeschaffenheit
<b>Grundwasserneubildung</b>	Zugang von in den Boden infiltriertem Wasser zum Grundwasser
<b>Grundwasseroberfläche</b>	obere Grenzfläche des Grundwasservorkommens
<b>Grundwasserschutz</b>	Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers
<b>Grundwasserspiegel</b>	Grenzfläche in Brunnen oder Grundwassermessstellen, bei der ein Druckausgleich gegen die Atmosphäre herrscht
<b>Grundwasserstand</b>	Höhe des Grundwasserspiegels über oder unter eines Bezugsebene (Geländeoberkante oder Norma-Null)
<b>Grundwasserstockwerk</b>	durch schwer- oder undurchlässige Schichten werden Grundwasserleiter voneinander getrennt und dadurch mehrere Grundwasserstockwerke gebildet
<b>Grundwasserüberdeckung</b>	Gesteinskörper oberhalb der Grundwasseroberfläche
<b>Grundwasserverordnung</b>	die Grundwasserverordnung setzt die grundwasserbezogenen Vorschriften der EG-WRRL sowie der Tochterrichtlinie zum Schutz des Grundwassers in Bundesrecht um, beinhaltet Schwellenwerte für grundwasserrelevante Schadstoffe und Vorschriften zur Überwachung und Beschreibung es Grundwasserzustandes
<b>Grundwasservorkommen</b>	Grundwasservorrat im Grundwasserleiter
<b>Grundwasser-Zehrgebiete</b>	Gebiete mit negativer Wasserbilanz, Verdunstung übersteigt Niederschlag
<b>guter chemischer Zustand</b>	normative Begriffsbestimmung zur Einstufung des grundsätzlich zu erreichenden chemischen Zustandes über Qualitätskomponenten
<b>guter mengenmäßiger Zustand</b>	normative Begriffsbestimmung zur Einstufung des grundsätzlich zu erreichenden mengenmäßigen Zustandes über Qualitätskomponenten
<b>Herbizid</b>	Mittel zur Beseitigung eines Pflanzenaufwuchses (Totalherbizid) bzw. zur selektiven Abtötung von Pflanzen
<b>Herbst-Nmin</b>	im Herbst ermittelter mineralischer Reststickstoffgehalt im Boden (Wurzelzone) vor Beginn der Sickerwasserbildung, Beprobung in der Regel bis 90 cm
<b>Heterogenität</b>	Vielfältigkeit
<b>Histogramm</b>	graphische Darstellung einer Häufigkeitsverteilung
<b>Hochmoor</b>	
<b>Hoftorbilanz</b>	Bezugsebene ist der gesamte landwirtschaftliche Betrieb mit seiner Fläche, bilanziert wird der Nährstoffeintrag in den Betrieb und der Nährstoffaustrag aus dem Betrieb
<b>Holozän</b>	Nacheiszeit bis zur Jetztzeit
<b>Huminstoffe</b>	hochmolekulare Stoffe des Humusbodens
<b>Humus</b>	organische Substanz eines Bodens
<b>Hydratationswasser</b>	

<b>hydrogeologische Großräume</b>	Hydrogeologische Großräume sind große Bereiche der Erdkruste mit ähnlichen hydrogeologischen Eigenschaften und ähnlichen Grundwasserverhältnissen, die auf derselben geologischen Entstehungsgeschichte und einem einheitlichen tektonischen Baumuster beruhen. Grenzziehung berücksichtigt die naturräumliche Gliederung
<b>hydrogeologische Räume</b>	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
<b>hydrogeologische Teilräume</b>	Hydrogeologische Teilräume sind einzelne oder mehrere Hydrogeologische Einheiten, die einen regional einheitlichen Bau aufweisen
<b>Hydrogeologie</b>	Teil der Geologie, der die Abhängigkeit der Erscheinung des unterirdischen Wassers von den Eigenschaften der Erdrinde beschreibt
<b>Insektizid</b>	Mittel zur Bekämpfung von Insekten
<b>Invekos-Daten</b>	Daten, die im System für die Verwaltung und Kontrolle von Zahlungen an landwirtschaftliche Betriebsinhaber, erhoben werden (Betriebsinhaber, Flächenidentifizierung, Zahlungsansprüche, Kennzeichnung und Registrierung von Tieren)
<b>Kapillarwasser</b>	Wasser in den Kapillaren des Bodens
<b>Koferment-Anlagen</b>	Biogasanlagen, die mit außerlandwirtschaftlichen Reststoffen und Bioabfälle nach Bioabfallverordnung betrieben werden (z.B. Abfälle aus Lebensmittel- und Futtermittelindustrie)
<b>Kooperationsprogramm Trinkwasserschutz</b>	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. Finanzhilfeförderträge, Freiwillige Vereinbarungen, Zusatzberatung sind wesentliche Bausteine der Kooperationsarbeit
<b>Landesdatenbank</b>	Die Landesdatenbank ist die Sammlung von wichtigen wasserwirtschaftlichen Daten des Landes Niedersachsen. Sie dient sowohl den Wasserbehörden als auch der Öffentlichkeit als wasserwirtschaftliche Informationsquelle
<b>Landesmessstellenpool</b>	Pool von Grundwassermessstellen aus 3500 Landesmessstellen und 7300 Messstellen Dritter
<b>landwirtschaftlich genutzte Fläche</b>	Landwirtschaftliche Flächeneinheit, sie umfasst Ackerfläche, Grünland, Dauerkulturflächen, jedoch keine Hofflächen, Gebäudefläche, Verkehrsflächen
<b>Lauenburger Ton</b>	Beckensediment der Elster-Eiszeit, Tonsedimente haben sich in vom Eis geformten Hohlräumen aus dem Schmelzwasser abgesetzt
<b>leicht flüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe</b>	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

<b>Lichtlot</b>	Gerät zur Messung des Grundwasserspiegels in einem Brunnen (Abstich) über die elektrische Leitfähigkeit des Wassers
<b>Lockergestein</b>	besteht aus Gemeneteile ohne festen Zusammenhalt, Zwischenräume sind mit Wasser oder Luft gefüllt
<b>Marsch</b>	nacheiszeitlich gebildete geomorphologische Landschaftsform, gebildet aus angeschwemmten Sedimenten
<b>Maßnahmenprogramm</b>	zur Erreichung des guten Gewässerzustandes vorgesehene Maßnahmen auf Ebene der Flussgebietseinheiten
<b>Meerwasserintrusion</b>	Eindringen von Salzwasser in Süßwasser, z.B. durch Absenken von Grundwasserständen in küstennahen Gebieten
<b>Mehrfachmessstellen</b>	an einem Standort niedergebrachte separate Bohrungen mit tiefenabgestufter Lage der Filterstrecken
<b>Mengenerlass</b>	Erlass zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt- und Klimaschutz (RdErl. d. MU vom 25.06.2007)
<b>Messnetz</b>	Auswahl von Messstellen aus dem Landesmessstellenpool in Abhängigkeit bestimmter Fragestellungen
<b>Messprogramm</b>	Festlegung von Messturnus und Parameterumfang in Abhängigkeit der Fragestellung
<b>Mineraldünger</b>	Dünger auf mineralischer Basis
<b>Mineralisation</b>	Abbau von organischer in anorganischer Substanz
<b>Mittelpleistozän</b>	Das Mittelpleistozän ist ein Abschnitt der erdgeschichtlichen Epoche des Pleistozäns. Es begann vor etwa 781.000 Jahren und endete vor etwa 127.000 Jahren
<b>modular</b>	in Teilbereiche untergliedert
<b>Monitoringprogramm</b>	Überwachungsprogramm
<b>N<sub>2</sub>/Argon-Methode</b>	Mit der N <sub>2</sub> /Ar-Methode kann der aus der Denitrifikation stammende und im Grundwasser gelöste molekulare Stickstoff (Exzess-N <sub>2</sub> ) gemessen werden.
<b>Nährstoffvergleich</b>	auch Feld-Stall-Bilanz
<b>NawaRo-Anlagen</b>	Biogasanlagen, bei denen nachwachsende Rohstoffe (z.B. Silomais) als Gärsubstrat eingesetzt werden
<b>Nematizid</b>	Mittel zur Bekämpfung von Nematoden
<b>nicht relevanter Metabolit</b>	Abbauprodukt von Pflanzenschutzmitteln ohne definierte pestizide Restaktivität oder ein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Potenzial.
<b>Nitratrichtlinie</b>	EU-Richtlinie zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen
<b>Nitrifikation</b>	Bakterielle Oxidation von Ammoniak zu Nitrat
<b>nutzbare Feldkapazität</b>	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 1,8-4,2 nach ausreichender Sättigung gegen die Schwerkraft zurückhalten kann
<b>nutzbares Dargebot</b>	nutzbaren Anteil des gewinnbaren Grundwasserdargebotes wobei Randbedingungen wie Ergiebigkeit und Versalzung der Grundwasservorkommen, sowie die Überbrückungen von Trockenwetterperioden oder der Erhalt von grundwasserabhängigen Ökosystemen und Oberflächengewässer berücksichtigt werden
<b>Oberflächenabfluss</b>	Teil des Niederschlages, der oberflächlich dem Vorfluter zufließt
<b>ombrogen</b>	von Niederschlagswasser gespeist
<b>operatives Messnetz</b>	Messnetz zur ursachenbezogenen Überwachung in Grundwasserkörpern, die sich in einem schlechten chemischen bzw. mengenmäßigen Zustand befinden

<b>organoleptisch</b>	Eigenschaften, die sich auf die visuelle und geruchliche Beurteilung von Wasserproben beziehen
<b>Pegel</b>	Messeinrichtung zu Bestimmung des Wasserstandes
<b>Periglazialwirkung petrographisch</b>	Durch Frosteinwirkung geprägter geomorphologischer Prozesse auf die Gesteinskunde bezogen
<b>Pflanzenschutzmittel</b>	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).
<b>Pleistozän</b>	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
<b>Pliozän</b>	vor 5,3 Mio. Jahre bis 2,6 Mio. Jahre, der Serie Neogen zugehörig
<b>potentielle Nitratkonzentration im Sickerwasser</b>	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)
<b>potentielle Verdunstung</b>	berechnete maximale Verdunstung von Landoberflächen
<b>Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz</b>	Grundlage für eine gebietsgenaue und transparente Zuteilung von Fördermitteln für Trinkwasserschutzmaßnahme wie Beratung und Freiwillige Vereinbarungen, Einteilung der Trinkwassergewinnungsgebiete nach Handlungsbereichen
<b>Qualitätsnorm</b>	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)
<b>Quartär</b>	Erdzeitalter vor ca. 2,6 Mio. Jahre bis heute
<b>relevante Metaboliten</b>	Abbau- und Reaktionsprodukte von Pflanzenschutzmitteln oder Biozidprodukten, die nach Feststellung des Umweltbundesamtes erheblich toxikologische oder pestizide Eigenschaften aufweisen.
<b>Rohwasser</b>	Zum Zweck der Trinkwassergewinnung gefördertes noch unbehandeltes Grundwasser
<b>Salzintrusion</b>	Eindringen von Salzwasser in Süßwasser-Aquifere
<b>Salzkissen</b>	flach und breit ausgebildete Salzansammlungen
<b>Salzstock</b>	große Ansammlung von festem Salz im tieferen Untergrund
<b>Schichtenverzeichnis</b>	bei einer Bohrung aufgenommenes Verzeichnis der Bodenschichten, die in dem Bohrkern voneinander differenziert werden konnten
<b>Schlagbilanzen</b>	auf eine landwirtschaftliche Bewirtschaftungseinheit (Schlag) bezogene Aufstellung von Nährstoffzufuhr und Nährstoffabfuhr
<b>Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten</b>	durch Schutzbestimmungen werden die besondere Anforderungen an den Schutz des Grundwasser in Wasserschutzgebieten gewahrt, die Schutzbestimmungen werden in Schutzgebietsverordnungen festgelegt
<b>Schutzkonzept der Trinkwasserkooperationen</b>	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
<b>Schwellenwerte</b>	(Grundwasserüberwachung) festgelegte Schadstoffgehalte, die eine Gefährdung der Umwelt erwarten lassen
<b>Schwermetalle</b>	Zusammenfassung von Metallen und halbleiternmetallen mit einer Dichte > 5 g/cm <sup>3</sup> , z.B. Cadmium, Blei, Kupfer

<b>Sickerwasser</b>	Wasser in der ungesättigten Bodenzone
<b>Spurenelemente</b>	Elemente, die nur in sehr geringen Mengen benötigt werden
<b>Subrosion</b>	siehe Ablaugung; Auflösen von Salzen in Salzlagerstätten durch Wasserzufuhr
<b>System Immergrün</b>	Freiwillige Vereinbarung zur Fruchtfolge, Ziel ist es eine möglichst durchgehende Begrünung der Fläche durch die Wahl von geeigneten Hauptfrüchten und Zwischenfrüchten zu erreichen
<b>Tiefumbruch</b>	Bodenmeliorationsmaßnahme durch Tiefpflügen
<b>Tochterraichtlinie</b>	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
<b>topogen</b>	Nährstoffversorgung von Mooren durch Grund- oder Oberflächenwasser
<b>Typfläche</b>	Teilfläche eines Grundwasserkörpers, die vergleichbare oder ähnliche hydrogeologische, hydrodynamische, hydrochemische und bodenkundliche Eigenschaften aufweist, Abgrenzung nur im Zusammenhang der Bewertung des chemischen Zustandes der Grundwasserkörper nach EG-WRRL
<b>Überblicksmessnetz</b>	Messnetz zur Überwachung der Grundwasserkörper mit dem Ziel langfristige Veränderungen zu erkennen
<b>unterdükert</b>	unterirdisch hindurchgeführt
<b>Veredelung</b>	Tierhaltung, "Veredelung" von Feldfrüchten über die Fleischerzeugung
<b>Versorgungsraum</b>	Gebiet, das von einem Wasserversorgungsunternehmen mit Trinkwasser versorgt wird
<b>Viehichte</b>	Besatz an Großvieheinheiten pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche
<b>Vorfeldmessstellen</b>	Messstellen zur Überwachung des Grundwassers im Anstrombereich von Förderbrunnen zur Trinkwassergewinnung, um nachhaltige Veränderungen des Grundwassers dadurch frühzeitig erkennen zu können
<b>Vor-Ort-Parameter</b>	Parameter, die bei einer Probenahme Vor-Ort gemessen werden wie Leitfähigkeit, pH-Wert, Sauerstoffgehalt usw.
<b>Wasserbedarfsprognose</b>	Abschätzung des Wasserbedarfs anhand der Bevölkerungsentwicklung und der Entwicklung des Pro-Kopf-Verbrauches
<b>Wasserbilanz</b>	Bilanz der Größen Niederschlag, Verdunstung und Abfluss
<b>Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramm (WBE)</b>	Programm zur Erfassung von Wasserechten und Wasserentnahmen, dient zur Information von Fachleuten und der Öffentlichkeit
<b>Wasserentnahmegebühr</b>	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.
<b>Wasserkreis</b>	Arbeitsgruppe zum Informationsaustausch innerhalb eines Beratungsgebietes mit kombinierter Grundwasser-Oberflächengewässer-Beratung, Mitglieder sind u.a. Berater, Vertreter des NLWKN, Multiplikatoren und Landwirte
<b>Wasserrahmenrichtlinie</b>	europäische Richtlinie zum Schutz der Oberflächengewässer, einschließlich der Küstengewässer, und des Grundwassers
<b>Wasserrecht</b>	wasserrechtliche Erlaubnis zur Entnahme von Wasser

<b>Wasserschutzgebiet</b>	durch Rechtsverordnung festgesetztes Wasserschutzgebiet, in dem besondere Schutzbestimmungen (Schutzgebietsverordnung) eingehalten werden müssen
<b>Wirkungsmonitoring</b>	Überwachungssystem zur Überprüfung von Maßnahmenwirkungen
<b>Wirtschaftsdünger</b>	organische Dünger, die in der landwirtschaftlichen Produktion anfallen wie Stallmist, Hühnertrockenkot, Gülle, Gärreste
<b>Zielkulisse "Nitratreduktion"</b>	Maßnahmenkulisse zur Nitratreduktion im Grundwasser (EG-WRRL)
<b>Zusatzberatung Trinkwasserschutz</b>	über die normale betriebliche Beratung von landwirtschaftlichen Betrieben hinausgehende Beratung zum Thema Trinkwasserschutz mit Schwerpunkt auf Verbesserung der Nährstoffeffizienz
<b>Zwischenfrucht</b>	zwischen Hauptkulturen angebaute Feldfrucht



