

NLWKN.
Für Mensch und Umwelt.
Für Niedersachsen.

Regionalbericht für das Einzugsgebiet

Weser-Meerbach

Darstellung der Grundwassersituation



Niedersachsen

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis

Vorwort

1	Einleitung	1
2	Gebietsabgrenzung und Gebietsbeschreibung	3
3	Gewässerkundliche Rahmenbedingungen	12
3.1	Geologischer Überblick	12
3.2	Hydrogeologischer Überblick	16
3.3	Klima	21
3.4	Grundwasser	23
3.4.1	Grundwasserneubildung	25
3.4.2	Grundwasserversalzung	27
4	Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen	30
4.1	Landwirtschaftliche Strukturen	31
4.2	Biogas und Flächennutzung	39
5	Grundwasserschutz	44
5.1	Landesweiter Grundwasserschutz gemäß EG-WRRL	44
5.2	Trinkwasserschutz	50
6	Grundwasserüberwachung	56
7	Grundwasserbewirtschaftung	59
7.1	Grundwassermenge	60
7.2	Trinkwasserversorgung	62
8	Grundwasserstandsentwicklung	65
8.1	Grundwasserganglinien	65
8.2	Aus- und Bewertungsmethodik	67
8.3	Grundwasserstandsbeobachtung – Ergebnisse der Datenauswertung	69
8.3.1	Grundwasserstandsentwicklung über 30 Jahre	69
8.3.2	Veränderung der Extremwerte von Grundwasserständen	71
9	Grundwasserbeschaffenheit	75
9.1	Aus- und Bewertungsmethodik	75
9.2	Grundwasserbeschaffenheit - Ergebnisse der Datenauswertung	76
9.2.1	Charakterisierung des Grundwassers nach Hauptinhaltsstoffen	78
9.3.1	pH-Wert	81
9.3.2	Sauerstoff	84
9.3.3	Wasserhärte	86
9.3.4	Stickstoffhaltige Parameter	88

9.3.4.1	Stickstoffkreislauf	88
9.3.4.2	Nitrat	89
9.3.4.3	Ammonium	92
9.3.4.4	Nitrit	95
9.3.5	Sulfat	97
9.3.6	Chlorid	100
9.3.7	Kalium	102
9.3.8	Ortho-Phosphat	105
9.3.9	Eisen	107
9.3.10	Aluminium	109
9.3.11	Schwermetalle	111
9.3.11.1	Arsen	111
9.3.11.2	Cadmium	114
9.3.11.3	Nickel	116
9.3.12	Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten	118
9.3.12.1	Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten	121
9.3.12.2	Nicht relevante Metaboliten	121
10	Zusammenfassung	127
	Literatur und Rechtsquellen	129

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
°dH	Grad deutscher Härte
ADI-Wert	tolerierbare tägliche Aufnahme (Acceptable Daily Intake) ohne negative Auswirkungen auf die Gesundheit
AL	Nachhaltige Produktionsverfahren auf Ackerland (niedersächsische Agrarumweltmaßnahmen NiB-AUM)
Al	Aluminium
As	Arsen
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
AVV GeA	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten
BG	Bestimmungsgrenze
BK50	Bodenkarte 1:50.000
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
BV	Betriebliche Verpflichtungen
Cd	Cadmium
Cl ⁻	Chlorid
DFÜ	Datenfernübertragung
DIN	Deutsche Industrie Norm
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DüV	Düngeverordnung
DVGW	Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V.
DWD	Deutscher Wetterdienst
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EFSA	European Food Safety Authority, Europäische Lebensmittelbehörde
EG-WRRRL	Europäische Wasserrahmenrichtlinie
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EU	Europäische Union
EUA	Europäische Umweltagentur
FBR	Förderbrunnen
Fe	Eisen
FOK	Filteroberkante
FV	Freiwillige Vereinbarungen
GE	Gesamtentnahme
GFN	Geografischer Flächennachweis
GLD	Gewässerkundlicher Landesdienst
GOK	Geländeoberkante
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
mGROWA	Modell Großflächiger Wasserhaushalt (Wasserhaushaltsmodell)
GrwV	Grundwasserverordnung
GÜK500	Geologische Übersichtskarte 1:500.000

GÜN	Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen
GV	Großvieheinheit
GW	Grundwasser
GWK	Grundwasserkörper
GWK-ID	Grundwasserkörper-Identifikationsnummer
GWM	Grundwassermessstelle
(HPO ₃) _x	Meta-Phosphorsäure, Salz der ortho-Phosphorsäure (H ₃ PO ₄)
HUEK200	Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000
INGUS	Ingenieurdienst Umweltsteuerung GmbH
InVeKos	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem, System von Verordnungen zur Durchsetzung einer einheitlichen EU-Agrarpolitik
K	Kalium
kW	Kilowatt
kWel	Kilowatt elektrische Leistung
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LDB	Landesdatenbank
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LK	Landkreis
LSN	Landesamt für Statistik Niedersachsen, Nachfolge von LSKN
LWK	Landwirtschaftskammer
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz
N	Stickstoff
N ₂	Molekularer Stickstoff
NawaRo-Anlagen	Biogasanlagen mit Grundsubstanz aus nachwachsenden Rohstoffen
NH ₄ ⁺	Ammonium
NI	Niedersachsen
Ni	Nickel
NiB-AUM	Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen
NIBIS	Niedersächsisches Boden-Informationssystem
NLfb	Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung
NLÖ	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NHN	Normal Höhen Null
N ₂ O	Stickoxid
NN	Normal Null
NO ₂ ⁻	Nitrit
NO ₃ ⁻	Nitrat
nrM	Nicht relevante Metaboliten
NRW	Nordrhein-Westfalen

NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
O ₂	Molekularer Sauerstoff
OgewV	Oberflächengewässerverordnung
P	Phosphor
PO ₄ ³⁻	Ortho-Phosphat, Anion der Phosphorsäure
P ₂ O ₅	Phosphorpentoxid
PP	Prioritätenprogramm
PSM	Pflanzenschutzmittel
rM	Relevante Metaboliten
RWM	Rohwassermessstelle
SchuVO	Schutzgebietsverordnung
SLA	Servicezentrum für Landentwicklung und Agrarförderung, technische Dienststelle der niedersächsischen Agrarverwaltung
SO ₄ ²⁻	Sulfat
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
TWGG	Trinkwassergewinnungsgebiet
UWB	Untere Wasserbehörde
VFM	Vorfeldmessstelle
VMW	Vorsorgemaßnahmenwert
WBE	WasserBuch- und WasserEntnahmeprogramm Niedersachsen (elektronisches Wasserbuch)
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WHO	Weltgesundheitsorganisation
WMRG	Wasch- und Reinigungsmittelgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG	festgesetztes Wasserschutzgebiet
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WW	Wasserwerk
xM	Metaboliten, die von der Europ. Lebensmittelbehörde auf Grundlage der Eigenschaften des Wirkstoffes als relevant eingestuft wurden und für die keine entlastenden Daten vorliegen

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).

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach wird Trinkwasser 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.

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. Einmal verunreinigtes Grundwasser kann meist nur mit großem Aufwand für den menschlichen Gebrauch aufbereitet werden (NLWKN 2012). Gesetze und Vorschriften können unser Wasser - speziell das Grundwasser - nicht in dem Maße vor menschlichen Einflüssen bewahren, wie es notwendig ist. Daher ist eine Ergänzung durch darüberhinausgehende Grundwasserschutzmaßnahmen notwendig. Schadstoffeinträge sollen verhindert oder zumindest minimiert werden, so dass Belastungen gar nicht erst entstehen können. Unverzichtbares Prinzip des Gewässerschutzes ist daher die „Vorsorge“.

Das Grundwasser ist zahlreichen anthropogenen Einwirkungen ausgesetzt, sodass zunehmend Verunreinigungen durch Schad- und Nährstoffe festgestellt werden können. Dabei können Grundwasserbelastungen durch Nitrat, Pflanzenschutzmittel und Schwermetalle herausgestellt werden. Von besonderer Bedeutung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist die hohe Belastung des Grundwassers mit Nitrat. Als Hauptbelastungsquelle wird eine intensive Landwirtschaft und die nicht pflanzenbedarfsgerechte Düngung angesehen. Über das Sickerwasser kann es zu einer Verlagerung von Nitrat in das Grundwasser kommen.

Hinsichtlich der Pflanzenschutzmittelanwendungen treten, bedingt durch Anwendungshäufigkeit und die Höhe der Aufwandmenge, vor allem Belastungen des Grundwassers durch Herbizide auf. Zunehmend werden Abbauprodukte von Pflanzenschutzmittelwirkstoffen im Grundwasser nachgewiesen. Viele dieser Metaboliten weisen zwar keine pestizide Wirkung auf, es kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass durch Umwandlungsprozesse oder Kumulation toxikologisch relevante Stoffe entstehen. Daneben kann es über eine Versauerung des Grundwassers und über Denitrifikationsvorgänge zu einer Freisetzung von Schwermetallen führen.

Belastungen des Grundwassers können auch geogene Ursachen haben. So ist der untere Grundwasserleiter durch aufsteigende Tiefenwasser versalzt.

Im Sinne des vorbeugenden Grundwasserschutzes betreibt der Gewässerkundliche Landesdienst des Niedersächsischen Landesbetriebes für Wasserwirtschaft-, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) zur Überwachung der Güte- und Mengensituation des Grundwassers ein Landesgrundwassermessnetz. Dieses Messnetz ist die Voraussetzung für die Wahrnehmung der Aufgaben des Gewässerkundlichen Landesdienstes gem. § 29 des Niedersächsischen Wassergesetzes. Mit Hilfe der aus den unterschiedlichen Messprogrammen gewonnenen Daten sowie ergänzender Informationen aus Messstellen des Landesmessstellenpools, das Landesmessstellen und Messstellen Dritter (z.B. Rohwasser- und Vorfeldmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen), ist eine flächenhafte Beschreibung der Grundwassergüte und Grundwassermenge für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach möglich.

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

1 Einleitung

Der Regionalbericht Weser-Meerbach ist Teil des modular aufgebauten Grundwasserberichtes Niedersachsen (Abb. 1). Der landesweite Grundwasserbericht zur Güte- und Mengensituation kann im Internet auf den Seiten des

niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU) eingesehen werden oder über das Internetportal des NLWKN aufgerufen werden (www.umwelt.niedersachsen.de/grundwasser/grundwasserbericht oder www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/grundwasser/grundwasserbericht).



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

Der vorliegende Bericht bietet eine Darstellung des gewässerkundlichen Kenntnisstandes der Grundwassergüte und Grundwassermenge im Bereich des niedersächsischen Teils des Einzugsgebietes Weser-Meerbach. Neben der Darstellung der quantitativen und qualitativen Untersuchungsergebnisse werden weitere gewässerkundlich relevante Informationen und Erkenntnisse im Hinblick auf das Grundwasser zusammengetragen.

Im Regionalbericht Weser-Meerbach wird ein vom Oberflächengewässer-Einzugsgebiet abgeleitetes Gebiet betrachtet, das durch die Grundwasserkörper (GWK) Mittlere Weser Lockergestein rechts und Mittlere Weser Lockergestein links 2 und 3 sowie Mittlere Weser Festgestein rechts beschrieben wird. Bei der Abgrenzung der Grundwasserkörper wurde davon ausgegangen, dass die Wasserscheiden der oberirdischen Gewässer auch die unterirdischen Wasserscheiden widerspiegeln. Abweichungen von den oberirdischen Wasserscheiden resultieren aus abweichenden hydrogeologischen Verhältnissen der GWK (NLfB et al. 2004).

Die im Folgenden (Kap. 8, Kap. 9) vorgestellten Daten zum Grundwasserstand und zur Grundwassergüte stützen sich auf Untersuchungen der landeseigenen Messstellen des NLWKN. Untersuchungen zur Qualitätssicherung der Grundwasservorkommen werden mit Hilfe des Gewässerüberwachungssystems Niedersachsen (GÜN) durchgeführt. In Ergänzung zu den Grundwassermessstellen

- die Grundwasserbeschaffenheit im Einzugsbereich des Meerbaches und ihre Entwicklung bis 2021 darzustellen.

des Gewässerüberwachungssystems beinhaltet der vorliegende Bericht Daten aus weiteren Messprogrammen des NLWKN, z.B. der Wasserrahmenrichtlinie, sowie Zusatzinformationen aus dem Landesmessstellenpool. Der Landesmessstellenpool enthält sowohl Landesmessstellen als auch Messstellen Dritter wie Rohwasser- (RWM) und Vorfeld-Messstellen (VFM) der öffentlichen Wasserversorgungsunternehmen (WVU). Die WVU sind laut Runderlass (MU 2019) dazu verpflichtet, entsprechende Gütedaten an den Gewässerkundlichen Landesdienst (GLD) zu übermitteln. Die WVU haben dem NLWKN über ihre gesetzliche Verpflichtung hinaus dankenswerterweise für diesen Bericht weitere Daten zur Verfügung gestellt, sodass im vorliegenden Regionalbericht eine möglichst umfassende Darstellung der verfügbaren Güte- und Standsdaten im Einzugsgebiet Weser-Meerbach ermöglicht wird.

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

Ziel dieses Berichtes ist es,

- die aktuelle Grundwasserentnahmesituation zu erläutern,
- die Entwicklung der Grundwasserstände und ihrer Extremwerte bis 2021 über einen Zeitraum von 30 Jahren darzulegen und

Ein Schwerpunkt liegt in der Darstellung der Nitratbelastung.

Als Hintergrundinformation werden neben der Vorstellung der gewässerkundlichen Rahmenbedingungen auch weiterführende Informationen zum Gebiet gegeben. Die landwirtschaftlichen Anbauverhältnisse und die Viehdichte im Bearbeitungsgebiet werden ebenso betrachtet wie die Situation der öffentlichen Trinkwasserversorgung in den Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebieten. Des Weiteren erfolgt die Vorstellung der Maßnahmen zum

Trinkwasserschutz innerhalb der Wasserschutz- und Trinkwassergewinnungsgebiete (WSG und TWGG) sowie im Rahmen der Umsetzung der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie (EG-WRRL 2000). Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt je nach thematischen Aspekten auf der Ebene von Grundwasserkörpern, hydrogeologischen Teilräumen oder auf Landkreis- bzw. Gemeindeebene.

2 Gebietsabgrenzung und Gebietsbeschreibung

Das 1.938 km² große Oberflächen-Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist Teil der Flussgebietseinheit Weser und wird dem mittleren Wesertal zugeordnet. In dem als Bearbeitungsgebiet abgegrenzten Einzugsgebiet ist die gleichnamige Gebietskooperation Weser-Meerbach vertreten (Gebietskooperation 12), die sich Vor-Ort um die Umsetzung der WRRL kümmert (NLWKN 2010). Das Einzugsgebiet Weser-Meerbach befindet sich im mittleren Bereich von Niedersachsen und reicht im Süden in die Landesfläche von NRW hinein. Im Nordwesten wird die Hansestadt Bremen angeschnitten (Tab. 1, Abb. 2). Der Bereich nördlich der Weser wird durch den GWK Wümme Lockergestein rechts abgedeckt

und wird im Regionalbericht Wümme näher beschrieben werden und ist nicht Teil des nach GWK abgegrenzten Einzugsgebietes. Sechs GWK werden dem Einzugsgebiet Weser-Meerbach zugeordnet. Die aus dem Oberflächenwasser-Einzugsgebiet abgeleiteten Grundwasserkörper Mittlere Weser Lockergestein rechts, Mittlere Weser Lockergestein links 2 und 3 sowie Mittlere Weser Festgestein rechts befinden sich vollständig oder zum Teil in Niedersachsen und umfassen eine Gesamtfläche von 1.370 km². Die GWK Mittlere Weser Lockergestein links 1 und Petershäger Kreide liegen in Nordrhein-Westfalen und sind nicht Teil des vorliegenden Regionalberichtes (Tab. 1, Tab. 2).

Vom niedersächsischen Bereich des Einzugsgebietes Weser-Meerbach werden die Landkreise Nienburg (Weser), Schaumburg, Verden, Diepholz und die Region Hannover angeschnitten (Tab. 3. Abb. 3).

Tab. 1: Abgrenzung und Flächenanteile des Oberflächengewässereinzugsgebietes Weser-Meerbach in Hinblick auf den Regionalbericht zur Darstellung der Grundwassersituation.

Einzugsgebiet	Gesamtgröße Oberflächengewässer	Bremen	NRW	NI	GWK gesamt	Kulisse Regional- bericht (NI)
Weser-Meerbach	1.938	16,49	425,05	1.496	1.785	1.370

Tab. 2: Grundwasserkörper, die dem Oberflächengewässereinzugsgebiet Weser-Meerbach zugeordnet werden.

Bezeichnung des Grundwasserkörpers	GWK-Code	Gesamtgröße	Anteil NI	Kulisse Regional- bericht
Mittlere Weser Lockergestein links 3	DE_GB_DENI_4_2414	490	490	100
Mittlere Weser Lockergestein rechts	DE_GB_4_2403	508	494	97
Mittlere Weser Lockergestein links 2	DE_GB_4_2411	132	105	80
Mittlere Weser Lockergestein links 1	DENW_4_2407	245	0	-
Petershäger Kreide	DE_DENW_4_2409	42	0	-
Mittlere Weser Festgestein rechts	DE_GB_DENI_4_2404	369	282	76

Tab. 3: Flächenanteile der Landkreise innerhalb des niedersächsischen Teils des Einzugsgebietes Weser-Meerbach (Regionalbericht).

Landkreis	Größe Gesamt	Einzugsgebiet Weser-Meerbach	Anteil innerhalb Einzugsgebiet Weser-Meerbach
Verden	788,7	119,6	15
Diepholz	1989,4	161,7	8,1
Nienburg (Weser)	1399,7	723,2	52
Region Hannover	2295,4	119,4	5,2
Schaumburg	675,1	244,7	36
Hameln-Pyrmont	796,9	0,89	0,1

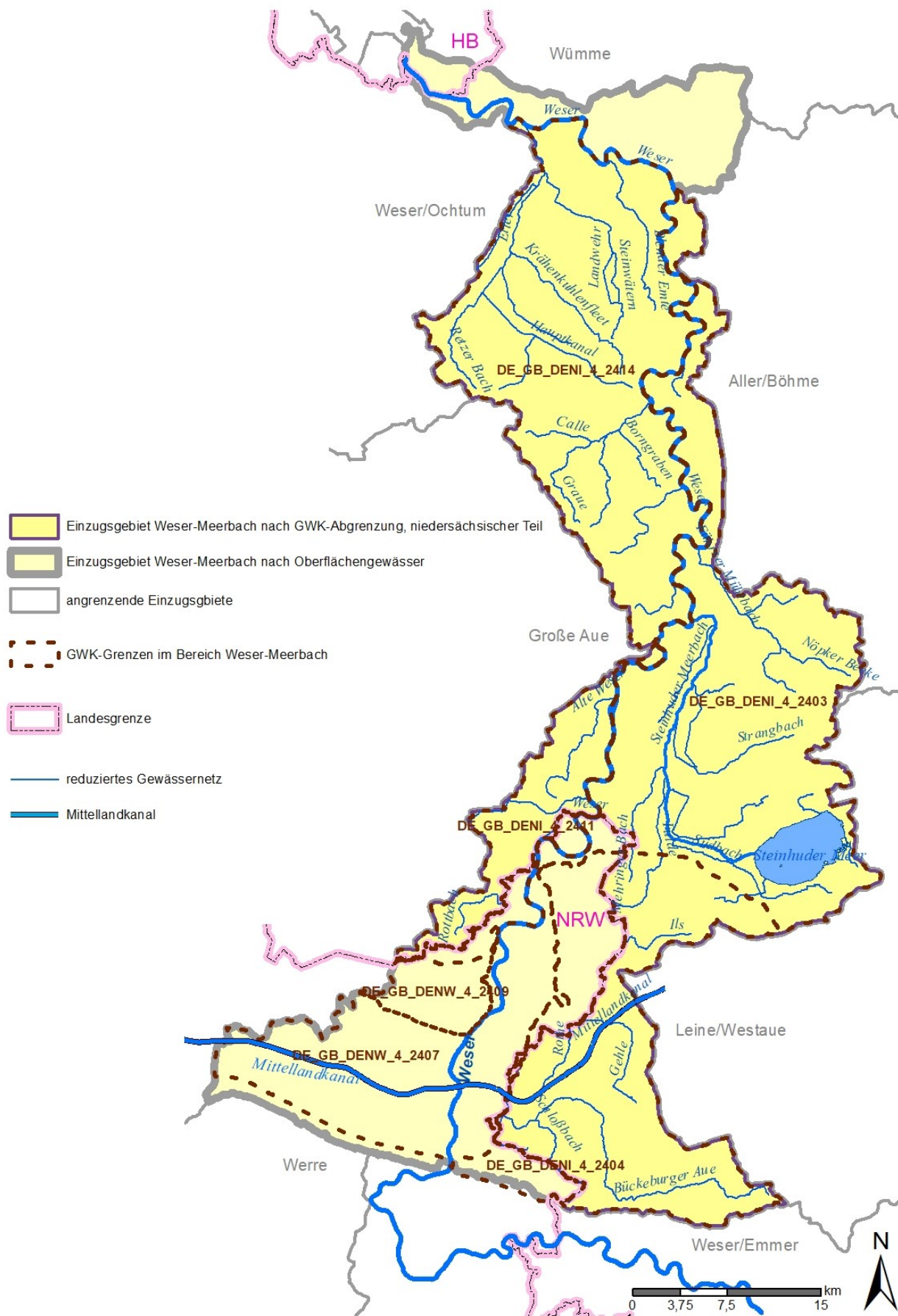


Abb. 2: Einzugsgebiete, Grundwasserkörper und Gewässernetz (reduzierte Darstellung) im Bereich des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

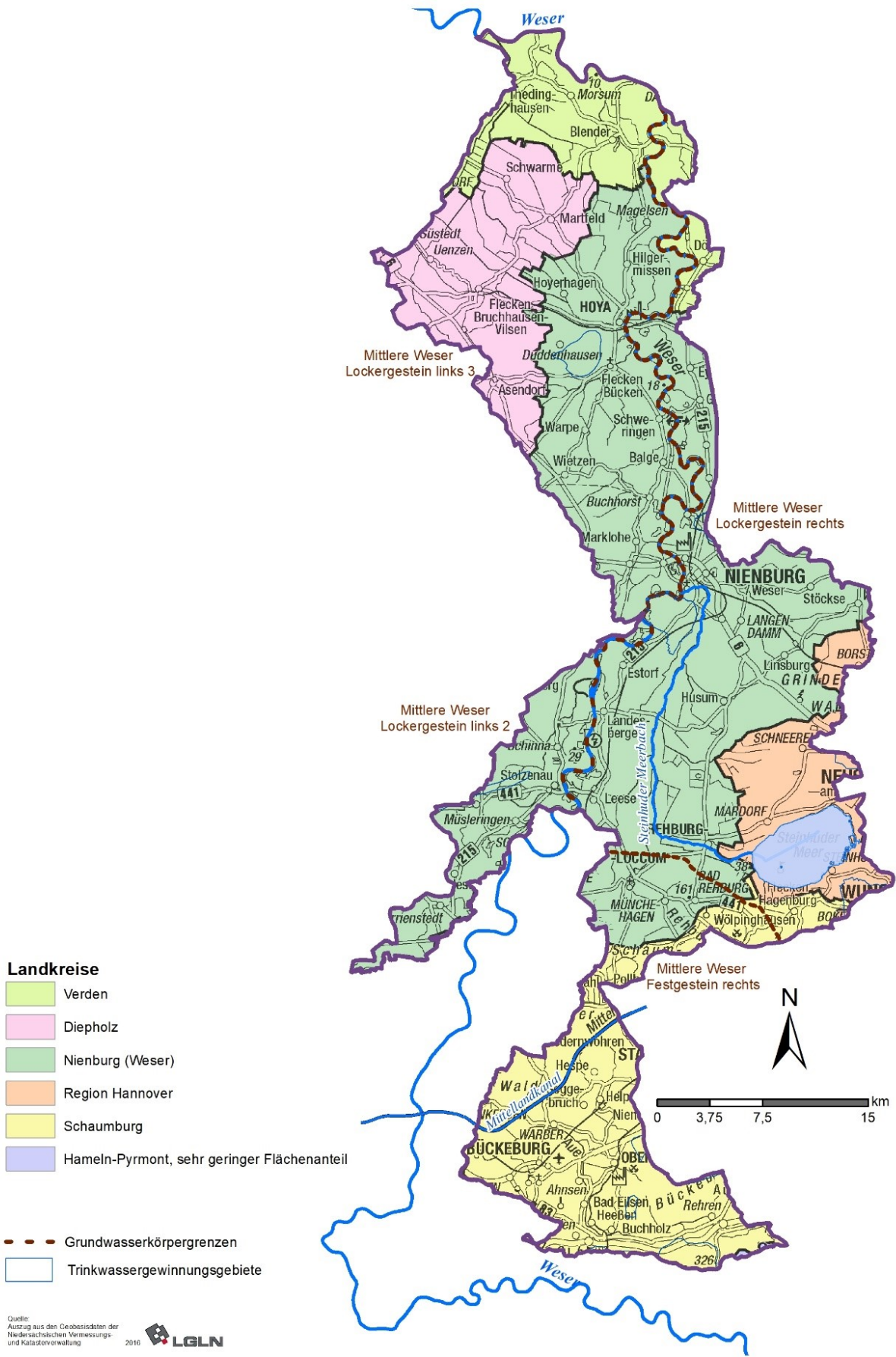


Abb. 3: Abgrenzungen der Landkreise innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

Das nach GWK abgegrenzte Einzugsgebiet Weser-Meerbach (niedersächsischer Teil) ist langgestreckt und hat eine Ausdehnung von ca. 90 km. An der schmalsten Stelle misst das Einzugsgebiet weniger als 1,5 km, da für den Regionalbericht nur der niedersächsische Teil betrachtet wird. Nördlich des Steinhuder Meeres wird eine maximale Breitenausdehnung von ca. 25 km erreicht. Das Einzugsgebiet ist geprägt durch die Weser, die ab Stolzenau das niedersächsische Gebiet in nördlicher Richtung durchströmt. Der für das Gebiet namensgebende rechte Nebenfluss der Weser, der Steinhuder Meerbach, bildet den Abfluss des Steinhuder Meeres. Er fließt vom Steinhuder Meer bis Rehburg in nordwestliche Richtung und von dort nördlich der Weser zu, in die er bei Nienburg mündet (Abb. 4, Abb. 5).

Nördlich von Bückeberg durchzieht der Mittellandkanal das Bückebergvorland in nordöstlicher Richtung und stellt einen Teil der Westhaltung des Kanals dar. Ca. 5 km westlich der Regionalberichtskulisse überquert der Mittellandkanal die Weser auf nordrheinwestfälischem Gebiet. Der Mittellandkanal verbindet den Dortmund-Ems-Kanal mit Weser, Elbe und Elbe-Havel-Kanal.

Der nördliche Teil des Einzugsgebietes ist durch die Weserniederung geprägt. Die vorherrschenden fruchtbaren Aueböden (Vega) werden hauptsächlich ackerbaulich genutzt. Sand und Kies der Weserniederung werden im Nassabbau gewonnen (BfN 2022), sodass rechts- und linksseitig der Weser eine künstliche Seenlandschaft entstanden ist (Abb. 6). Als schmaler Streifen grenzt am östlichen Rand die Weserterrasse mit Podsolen und Regosolen an. Auf den trockenen Standorten ist es verstärkt zu Siedlungswesen gekommen. Neben Ackerbau werden die sandigen Bereiche forstwirtschaftlich

genutzt (MU 1990). An der Westseite wird die Weserniederung durch die Syker Geest flankiert. Im mittleren Bereich schließen sich weitere Geestgebiete wie Nienburg-Neustädter Geest, Hannoversche Moorgeest und Diepenauer Geest an. Höchste Erhebung in den Geestgebieten ist der Hüttenberg in der Nienburg-Neustädter Geest mit 106 m NHN. In der Nienburg-Neustädter Geest und der Moorgeest sind große Bereiche durch Niedermoor und Hochmoor bedeckt, die hauptsächlich mit Grünland bewirtschaftet werden (Abb. 8, Abb. 9). Unfruchtbare Standorte sind häufig bewaldet. In der Moorgeest befindet sich das Steinhuder Meer, der größte See Nordwestdeutschlands (Abb. 7).

Südlich des Steinhuder Meeres schließt sich Festgesteinsgebiet an. Der Brunnenberg ist die höchste Erhebung der Rehburger Berge, in denen Ton-, Mergel- und Sandsteine anstehen. Buchenwälder sind hier vorherrschend. Nördlich des Mittellandkanals erstreckt sich der durch Laubwald dominierte Schaumburger Wald. Südlich von Bückeberg erhebt sich das Calenberger Bergland mit seiner höchsten Erhebung, dem Bückeberg (Abb. 10, Abb. 11,). Bei Oberkirchen ist der feste Oberkirchner Sandstein (Kreidesandstein) zu finden. In den westlichen Bückebergen wurden früher Schieferthon und Steinkohle abgebaut. Die Höhenzüge der Bückeberge sind bewaldet. Die Bückeberger Aue trennt die Bückeberge vom Wesergebirge. Der Kamm des Wesergebirges stellt die südliche Grenze des Einzugsgebietes dar.

Die folgenden Kartendarstellungen (Abb. 12, Abb. 13, Abb. 14) geben nähere Informationen zur Morphologie des Gebietes, zu den vorherrschenden Bodentypen und zur Landnutzung innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

Kurzinformation: Kap. 2 Gebietsabgrenzung und Gebietsbeschreibung

- Die Größe des Einzugsgebietes Weser-Meerbach innerhalb Niedersachsens beträgt 1.370 km².
- Die niedersächsischen Anteile der GWK Mittlere Weser Lockergestein links 3, Mittlere Weser Lockergestein rechts, Mittlere Weser Lockergestein links 2, Mittlere Weser Festgestein rechts bilden das Einzugsgebiet Weser-Meerbach im Sinne des Regionalberichtes
- Im Einzugsgebiet stehen Locker- und Festgesteine an.
- Die höchste Erhebung im Einzugsgebiet ist der Bückeberg mit 367 m.
- Aueböden und Gleye dominieren im Einzugsgebiet.
- Ackerland ist mit 51% die dominierende Landnutzung.



Abb. 4: Der Steinhuder Meerbach bildet den Abfluss des Steinhuder Meeres.



Abb. 5: Der Steinhuder Meerbach mündet in die Weser.



Abb. 6: Kiesabbau bei Stolzenau.



Abb. 7: Blick über das Steinhuder Meer nach Süden.



Abb. 8: Torfabbau im Bereich der Moorgeest.



Abb. 9: Grünlandwirtschaft.



Abb. 10: Blick vom Bückeberg nach Norden.



Abb. 11: Blick von Süden auf den Bückeberg.

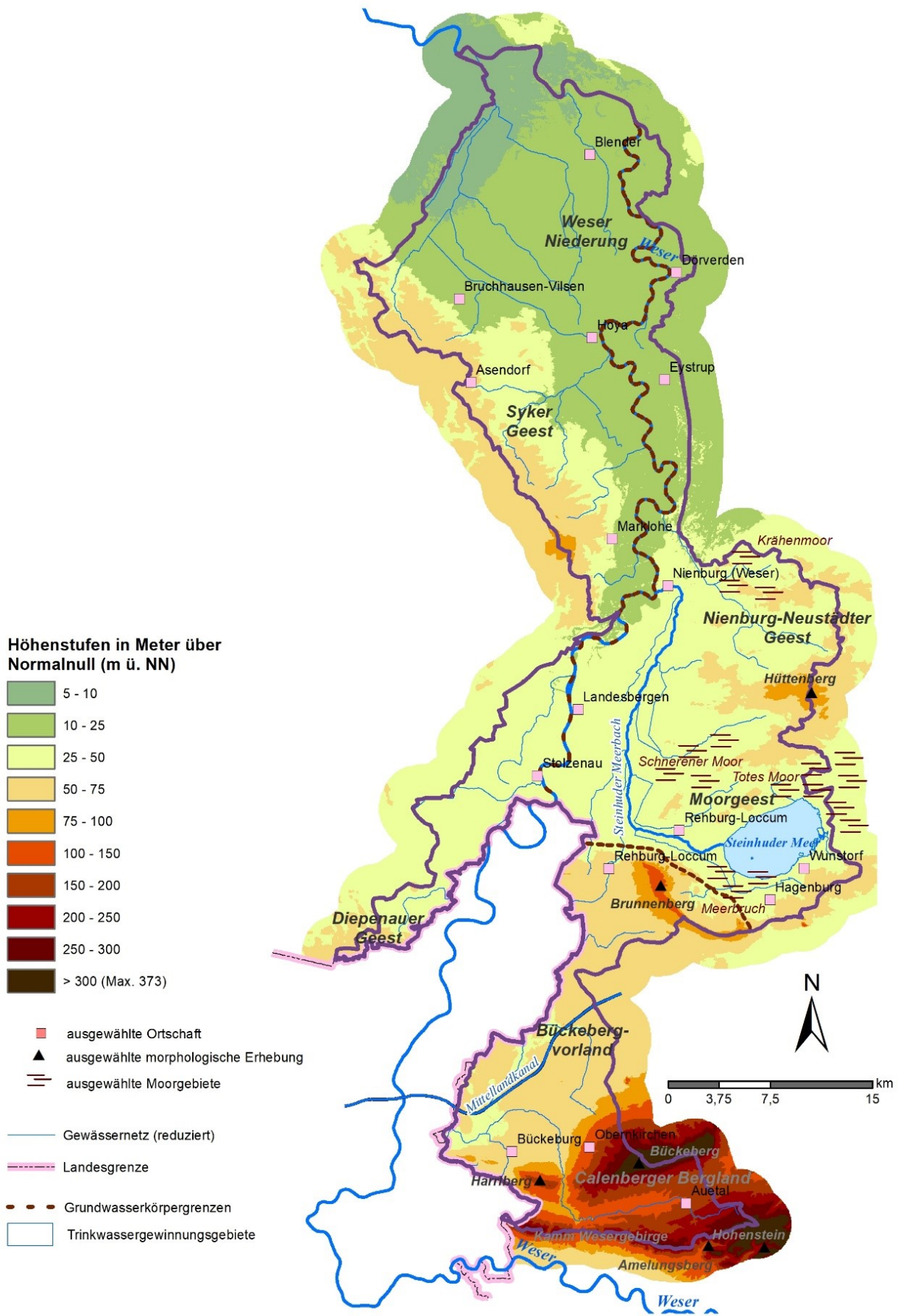


Abb. 12: Morphologisches Relief in Kombination mit dem Gewässernetz des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

Bodentypenklassen vereinfachte Darstellung

(Quelle: NIBIS-Kartenserver, BK50, LBEG 2017)

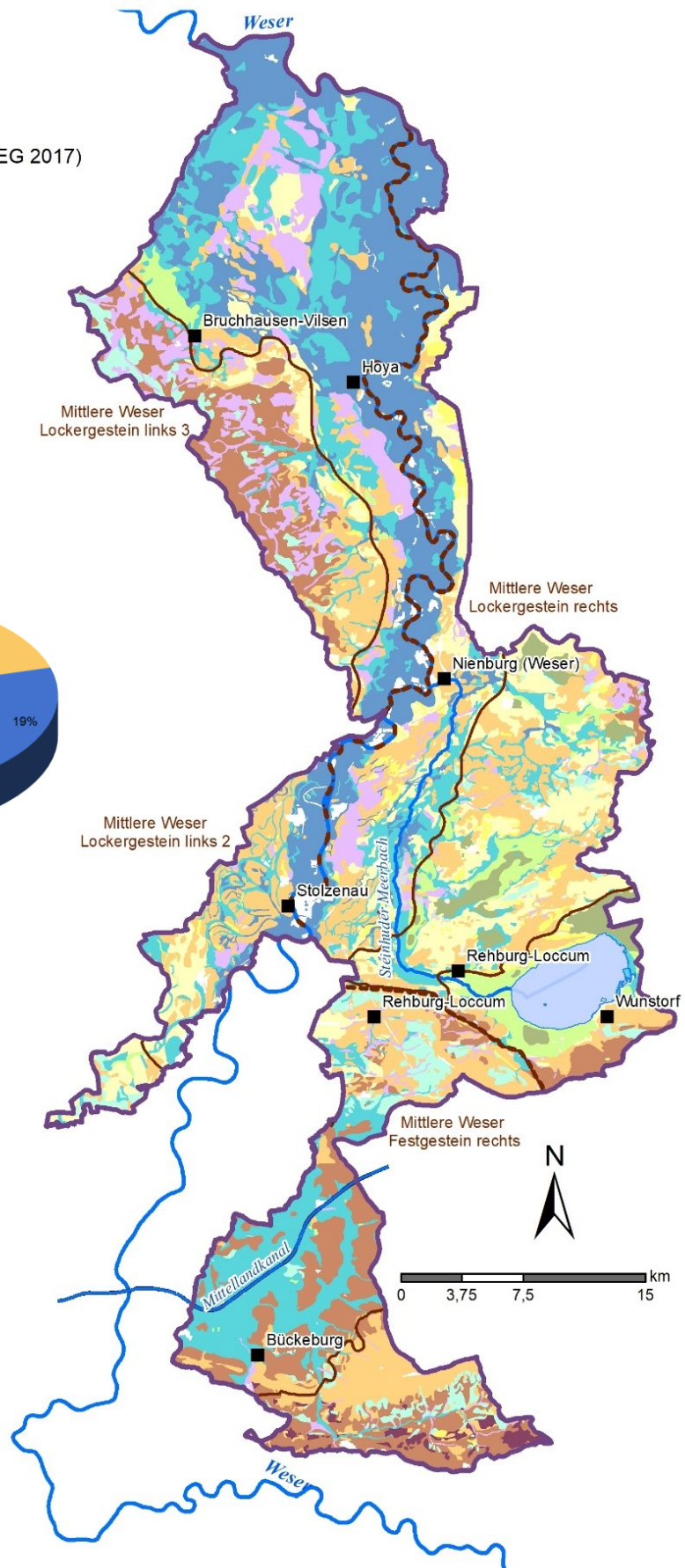
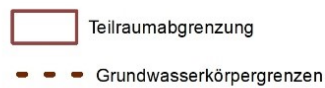
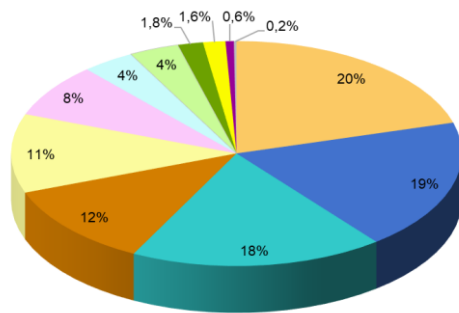


Abb. 13: Böden im Einzugsgebiet Weser-Weerbach.

Landnutzung

ATKIS Landnutzung Basis DLM 2017
 Digitales Landschaftsmodell
 aggregiert

(Quelle: Geodaten, NLWKN 2017)

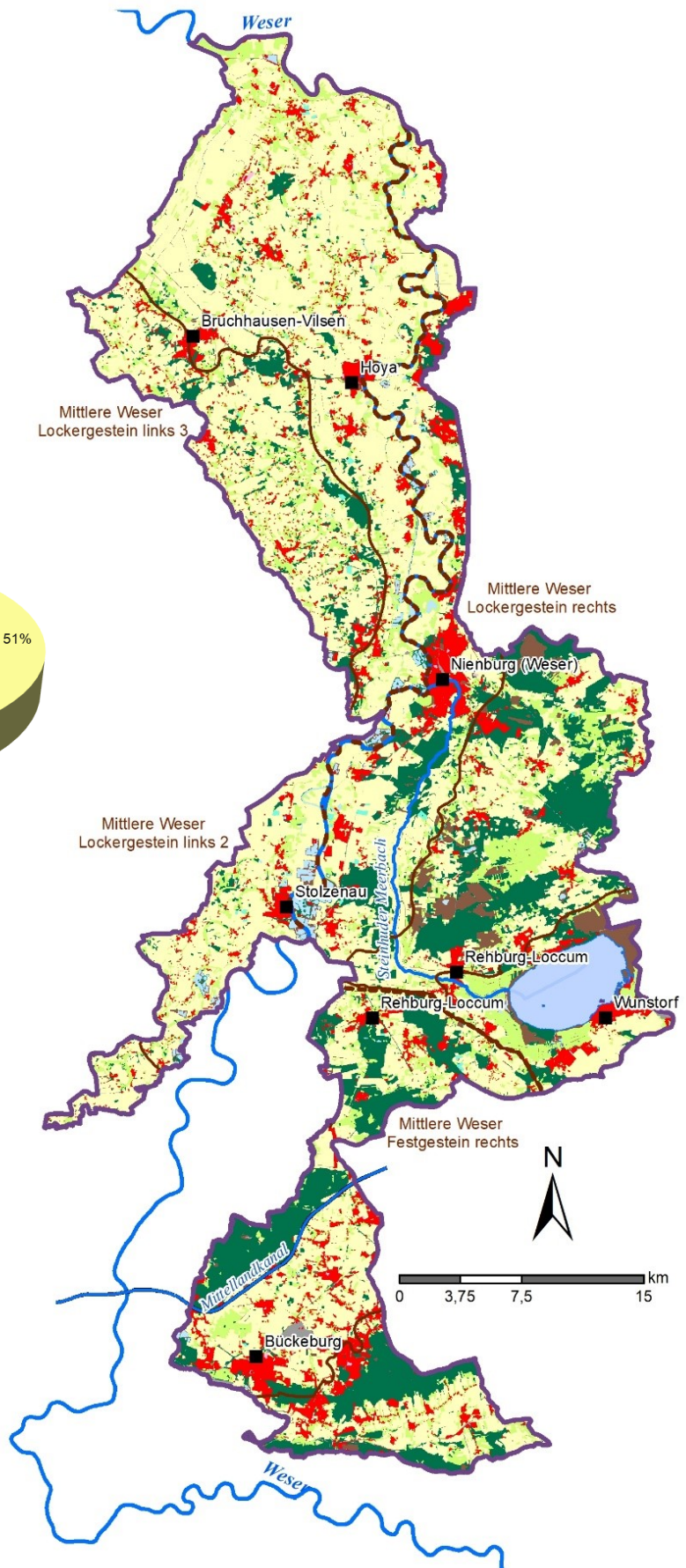
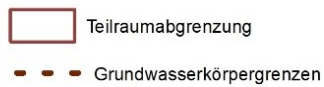
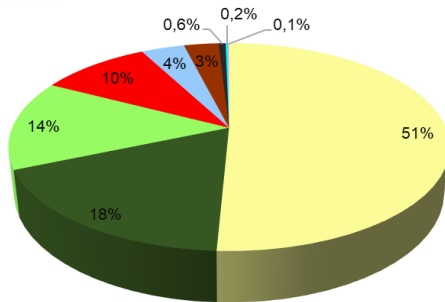


Abb. 14: Landnutzung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

3 Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

Die Weser mit ihrem rechten Nebenfluss, dem Steinhuder Meerbach, ist das dominierende Gewässer des

3.1 Geologischer Überblick

Das Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist durch die quartären Eiszeiten überprägt. Das Quartär besteht aus zwei in ihrer Wirkung und Zeitdauer sehr unterschiedlichen Einheiten, dem Pleistozän und dem Holozän als jüngsten Zeitabschnitt. Das Pleistozän bildet die Zeit der großen von Skandinavien durch die Ostseesenke vordringenden Inlandvereisungen ab. In diese Zeit gehören die „lockeren Ablagerungen“ wie Kiese, Sande und Tone, aus denen die Geest aufgebaut ist. Das abschmelzende Eis hinterließ Grundmoränen aus Geschiebelehmen und -mergel. Schmelzwasser schüttete Sedimentkörper aus Sand und Kies auf, in den Becken lagerten sich Schluff und Tonfrachten ab (Streif 2001). Holozän bezeichnet den Zeitraum der Nacheiszeit bis zur Jetztzeit. Hier entstanden die Moore und Marschen.

Prägend für das Gebiet Weser-Meerbach sind die durch die Kaltzeiten verursachten Umgestaltungs- und Formungsprozesse des Wesertals (Tab. 4). Von den drei großen Vereisungen Norddeutschlands haben nur die Elster- und die Saalevereisung den Betrachtungsraum erreicht. Durch die Auswirkungen der Klimaänderung und glazifluviatilen Ablagerungen hat jedoch auch die Weichselvereisung das Gebiet geologisch (Abb. 15) sowie morphologisch geprägt.

Im Verlauf der Elster-Kaltzeit lagerten sich Grundmoränen ab. Die tiefen Schmelzwasserrinnen, die sich unter dem Eis gebildet hatten, wurden von Sand und Kies und feinkörnigen

Einzugsgebietes. Weserniederung, Geestgebiete und Bergland gliedern das Gebiet in Lockergesteins- und Festgesteinsbereiche. Die südliche Begrenzung bildet der Kamm des Wesergebirges.

Beckenablagerungen (Lauenburger Ton) verfüllt. Der Eisvorstoß der Elster-Kaltzeit bis an den Rand der Mittelgebirge versperrte den ursprünglichen Weserlauf und lenkte den Fluss bei Hameln nach Westen ab (Streif 2001). Zu Beginn der Saale-Kaltzeit wurden in dem elsterzeitlich angelegten Flusssystem mächtige Kiesablagerungen aufgeschüttet. Der Eisvorstoß im frühen Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit, der die Endmoränen der Rehburger, Dammer und Fürstenauer Berge aufstauete, schuf ebenfalls die aus sandigen bis tonigen Material der Grundmoränen bestehenden Plateaus der Geest westlich und östlich von Mittel- und Unterweser. Der ursprünglich Ost-West gerichtete Flusslauf wurde nach Norden abgelenkt. Ein erneuter Eisvorstoß im jüngeren Drenthe-Stadium stauete die Altenwalder und Lamstedter Endmoränen auf. Die Schmelzwasser bildeten eine Erosionsrinne aus, die den heutigen Verlauf des Allertals und des Wesertals von Nienburg bis Bremerhaven bestimmt. Während der Weichsel-Kaltzeit wurden im Wesertal weitere Sedimentkörper der Niederterrassen aufgeschüttet, die südlich von Bremen überwiegend aus Kies bestehen. Im Holozän bildeten sich die fruchtbaren Auenlehme in der Weserniederung.

Das mit einer durchschnittlichen Tiefe von 1,50 m sehr flache Steinhuder Meer ist vermutlich durch Thermokarst in der Weichsel-Kaltzeit entstanden (Staesche 2002). Ein Vorgänger-See aus der Eem-Warmzeit ist am Standort des heutigen Sees nachgewiesen (Abb. 16). Bohrungen im See und im Umfeld sowie Untersuchungen der Mudden lassen den Schluss zu, dass das Meer früher eine wesentlich größere Ausdehnung hatte.

Zeitabschnitte		Landschaftsräume, Formungsprozesse und Ablagerungen		
		Nordsee und Weserästuar	Ober- und Mittellauf der Weser	Geestgebiete
Holozän	Zeitenwende 700 v.Chr. 2000 v.Chr. 6000 v.Chr.	Phase intensiver Dünenbildung auf den Ostfriesischen Inseln Beginn des Deichbaus um 1100 n. Chr. Regressive Phasen mit Torfbildung Transgressive Phasen mit Ablagerungen von Watt- und Brackwassersedimenten Beginn der Überflutungen im Weserästuar Meeresspiegel-Anstieg zeitweilig mit einer Rate von 2 m pro Jahrhundert	Mittelalterlicher Auenlehm Eisenzeitlicher Auenlehm Bronzezeitlicher Auenlehm	Jüngere Generationen von Dünen, Verwehung von Flugsand Intensive Waldzerstörung durch Heidewirtschaft (Plaggenesch) Beginnende Rodung, Zerstörung der natürlichen Vegetation Laubmischwälder Kiefernwälder, Birkenwälder
	11.560 J.v.h.			
Weichsel-Kaltzeit	Jüngere Tundrenzeit ----- 12.700 J.v.h. Alleröd ----- 13.325 J.v.h. Ältere Tundrenzeit ----- 13.520 J.v.h. Bölling ----- 13.650 J.v.h. ca. 15.000 J.v.h.	Rasche landwärtige Verschiebung der Küstenlinie	Entstehung der Flussrand-Dünen in den Tälern von Weser und Hunte Bodenbildung, stellenweise Torfbildung	Verwehung von Flugsand, Dünenbildung Podsolboden, Usselo-Horizont
	Hochglazial 18.000 J.v.h. 22.000 J.v.h. Cereh-Interstadial um 58.000 J.v.h.	Meeresspiegel-Tiefstand etwa 130 m unter dem heutigen Niveau	Starke Erosion im Bereich des Unterwesertales	Verwehung von Flugsand, Dünenbildung, Entstehung von Schiebendecksand Eiskeile, Fließberden, Brodelböden Eisvorstoß bis nach Hamburg Polarwüsten-Vegetation
	Frühglazial Odderade-Interstadial um 70.000 J.v.h. Brörup-Interstadial um 90.000 J.v.h.	Regression, Meeresspiegel durchgehend mindestens 30 m tiefer als heute	Aufschüttung der Älteren Niederterasse	Permafrost kontinental Tundren-Vegetation mit temporärer Bewaldung
	117.000 J.v.h.			
Eem-Warmzeit		Beginnende Absenkung des Meeresspiegels Meeresspiegel-Hochstand; randliche Überflutung heutiger Festlandsgebiete Zu Beginn extrem rascher Meeresspiegel-Anstieg, zeitweilig mit einer Rate von 4 m pro Jahrhundert		Bodenbildung, Ausbreitung von wärmeliebender Waldvegetation
128.000 J.v.h.				
Saale-Kaltzeit	Warthe-Stadium ----- Jüngeres Drenthe-Stadium ----- Älteres Drenthe-Stadium	Meeresspiegel-Tiefstand	Aufschüttung der Ältesten Niederterasse Anlage des modernen Süd-Nord gerichteten Wesertales von der Porta-Westfalica über Bremen zur Nordsee Das ursprüngliche Ost-West gerichtete Flusssystem verliert seine Funktion Aufschüttung der Jüngeren Mittelterasse	Eisvorstoß über die Elbe bis in die Harburger Berge Zurückschmelzen des Eises Eisvorstoß bis an den Ostrand des Unterwesertales Zerfall und Abschmelzen des Eises; Eisspalten zeichnen das spätere Talnetz vor Eisvorstoß bis in die Randbereiche der Mittelgebirge, an den Niederrhein und über die Niederlande nach Westen ca. 40 km weit in die Nordsee
	Mindestens 230.000 J.v.h. ?			
Holstein-Warmzeit		Meeresspiegel-Hochstand; Brackwasservorstoß bis an die ostfriesische Küste und in das Unterelbe-Gebiet		Bodenbildung, Ausbreitung von wärmeliebender Waldvegetation
Elster-Kaltzeit		Meeresspiegel-Tiefstand; zeitweilige Verbindung von skandinavischem und englisch-schottischem Inlandeis über die südliche Nordsee	Aufschüttung der Älteren Mittelterasse Aufschüttung der Oberterasse , gemeinsames Ost West gerichtetes Flusssystem von Elbe und Weser	Sedimentation von "Lauenburger Ton", teilweise Auffüllung der tieferen Rinnen Unter dem Eis abströmende Schmelzwässer schaffen ein System stellenweise 200 bis 500 m tief eingeschnittener Rinnen Zweiter Eisvorstoß mit geringerer Reichweite Erster Vorstoß von Inlandeis, maximale Eisausdehnung
	Prä-Elster 2,6 Millionen J.v.h.	Meeresüberflutungen im Nordseebecken während warmer Klimaphasen	Flussablagerungen eines Ost-West gerichteten Entwässerungssystems	Mehrere Kalt- und Warmzeiten ohne Hinweise auf Eisbedeckung

Tab. 4: Formungsprozesse und Ablagerungen im Bereich der Weser (Streif 2001).

Geologische Einheiten

(Quelle: NIBIS-Kartenserver, GÜK500, LBEG 2000)

- Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Sand, Kies//Flussablagerungen der Mittelterrasse
- Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Sand, Kies//Schmelzwasserablagerungen
- Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Schluff/tonig, sandig, kiesig/Grundmoräne(Geschiebelehm, -mergel)
- Eem-Warmzeit/Mudde, Kieselgur, Torf, Sinterkalk//Moor- und Seeablagerungen, Sinterkalk
- Elster-Kaltzeit/Sand, Kies//Schmelzwasserablag...
- Elster-Kaltzeit/Schluff bis Ton//Beckenablagerung (Lauenburger Ton)
- Holozän//künstliche Aufschüttung,
- Holozän/Schluff/tonig/fluviatile Gezeitenablagerungen
- Holozän/Ton, Schluff, Sand//Flussablagerungen (Auelehm, -sand)
- Holozän/Torf, z.T. Mudde//Niedermoor, z.T. Seeablagerungen
- Holozän/Torf//Hochmoor
- Jüngeres Drenthe-Stadium der Saale-Kaltzeit/Schluff/Jüngere Grundmoräne (Geschiebelehm, -mergel)
- Mittlerer Jura (Dogger)/Tonstein, Schluffstein, Sandstein// Mittlerer Jura
- Oberer Jura (Malm)/Kalkstein, Tonstein, Mergelstein, Sandstein, Gips, örtlich Eisenerz//
- Saale-Kaltzeit der Saale-Kaltzeit/Schluff, Ton//Beckenablagerungen/Beckenschluff, -ton
- Tertiär/Ton, Schluff, Sand, z.T. Kies, Braunkohle//
- Unterer Buntsandstein/Sandstein, Schluffstein, Tonstein, örtlich Rogenstein//
- Unterkreide/Tonstein, Mergelstein, Sandstein, örtlich Trümmereisenerz oder Steinkohle//
- Weichsel-Kaltzeit bis Holozän/Sand//Dünen
- Weichsel-Kaltzeit/Sand, Kies//Flussablagerungen der Niederterrasse
- Weichsel-Kaltzeit/Sand//Flugsand
- Weichsel-Kaltzeit/Sand/kiesig/periglaziäre Hang- und Schwemmlagerungen, Fließerde, Blockschutt
- Weichsel-Kaltzeit/Schluff//Löss, Lösslehm, Schwemmlöss
- Weichsel-Kaltzeit/Schluff/sandig/Sandlöss

- Teilraumabgrenzung
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 15: Geologische Einheiten im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

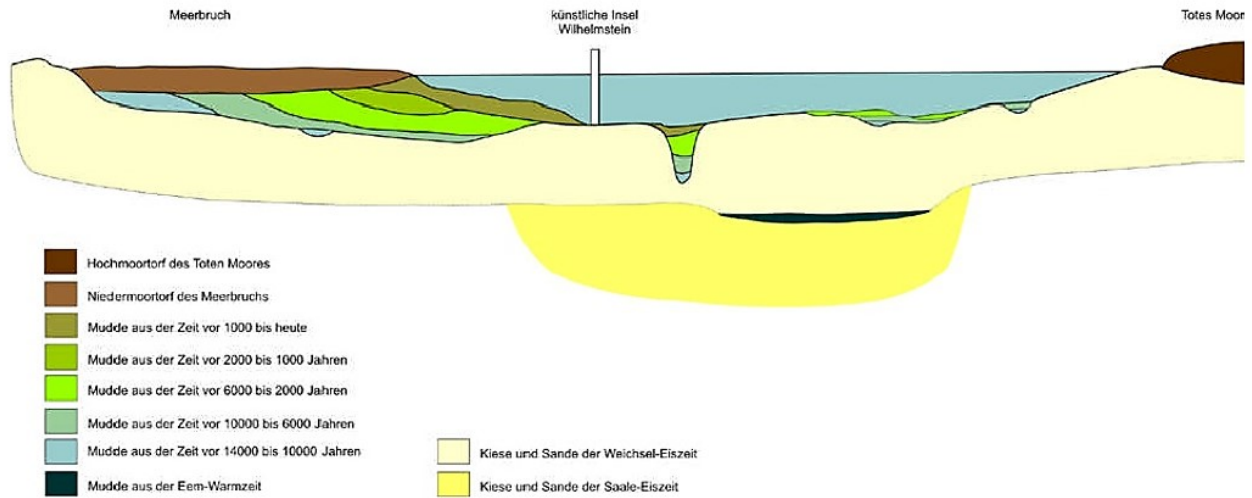
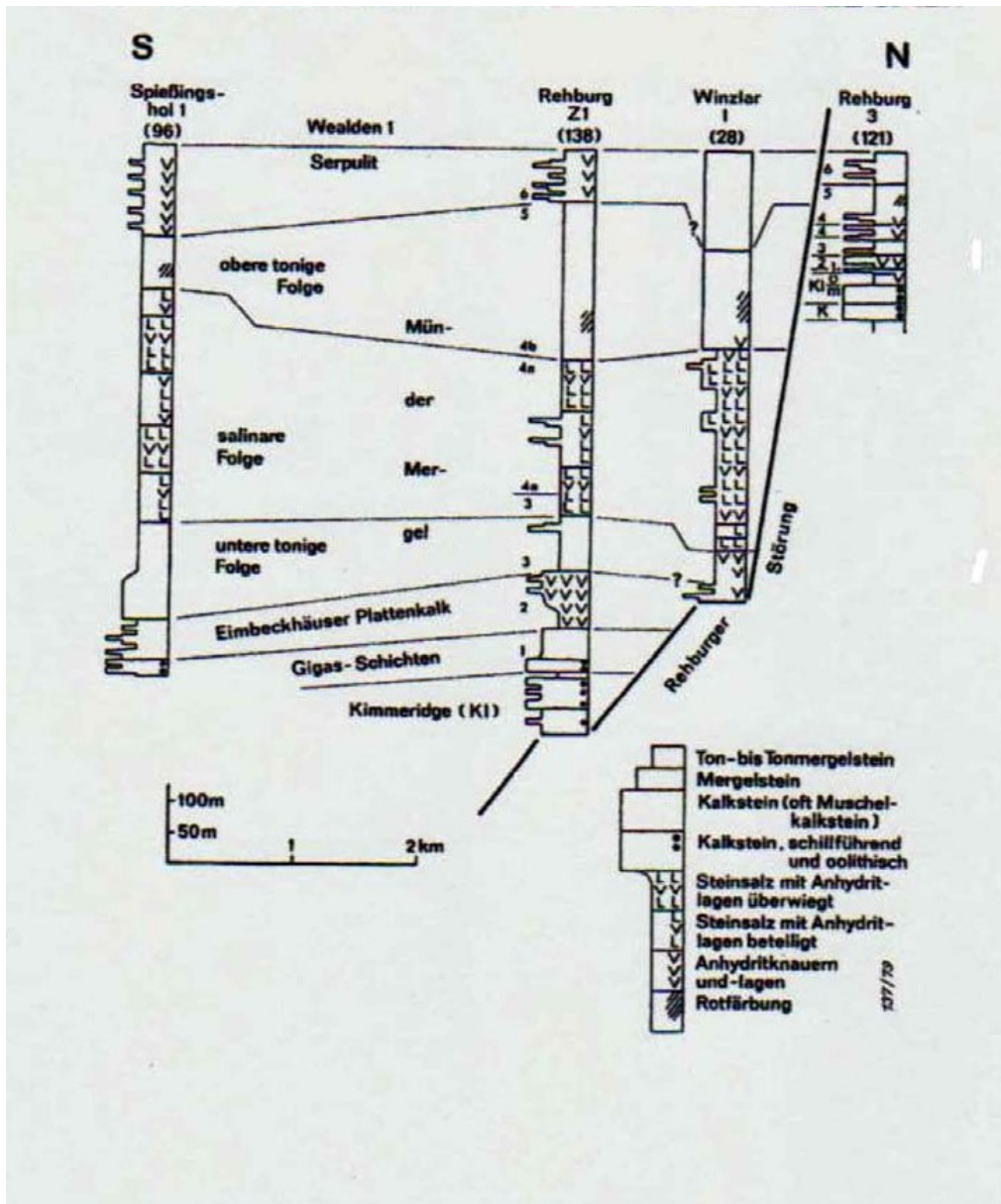


Abb. 16: Geologisches Querprofil durch das Steinhuder Meer (Staesche 2002).

Der Bereich südlich des Steinhuder Meeres ist durch Festgestein geprägt. Die Rehburger Berge im Norden und die Bückeberge im Süden bilden die Flügel einer größeren Muldenstruktur, die aus Schichten des Oberen Jura und der Unteren Kreide gebildet werden und durch Salztektonik im Münder Mergel entstanden ist (Krassmann 2022). Die Ablagerungen des Münder Mergels bestehen aus Wechsellagerungen von bituminösen Schiefern, mergeligen Kalken und Anhydritlagen (Abb. 17). Die typischen Salzeinlagerungen sind teilweise herausgelaugt, bilden jedoch im Bereich der Rehburger Berge mächtige Salzkissen aus. Die Muldenstruktur ist durch tonige Ablagerungen der Unterkreide gefüllt. Die Unterkreidetone werden von Schichten des Wealden von insgesamt mehr als 300 m Mächtigkeit unterlagert, das als Wealden- oder als Bückeberg-Formation bezeichnet wird. Die Schichten des Wealden bestehen hauptsächlich aus Sandsteinen und Tonschiefern mit gelegentlich eingeschalteten Kohleflötzen. Im Bereich der Bückeberge streicht die Formation flächenhaft an der

Erdoberfläche aus. Das vornehmlich durch kontinentale Sedimente geprägte Schichtpaket des Wealden bildet hier den Übergang von dem im Wesentlichen kalkig ausgebildeten Oberen Jura zur vorwiegend tonig ausgebildeten Unteren Kreide. Neben dem Abbau von Sandstein ist in früheren Zeiten auch Kohle abgebaut worden (Krassmann 2022). Oberflächlich werden die Wealdenschichten meist durch geringmächtige quartäre Lockersedimente wie Lösslehm und Geschiebemergel überdeckt. Die südliche Grenze des Einzugsgebietes Weser-Meerbach bildet der Kamm des aus Kalksandstein aufgebauten Wesergebirges, das eine Fortsetzung des Wiehengebirges darstellt.

Eine detaillierte Darstellung der geologischen Verhältnisse an der Oberfläche ist als Geologische Karte 1:50.000 auf dem Kartenserver des LBEG abrufbar (NIBIS-Kartenserver 2020). Der Aufbau und die Schichtenfolge im Untergrund ist in zahlreichen geologischen Profilschnitten dargestellt, die im Kartenserver verfügbar sind.



K = Korallenoolith; K1 = Kimmeridge; 1 – 6 = Oberer Malm

Abb. 17: Bohrprofil im Malm bei Rehburg und Winzlar (Jordan 1979 in Tiedemann & Hofmeister 2013).

3.2 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.

Im Rahmen der Arbeiten zur Umsetzung der EG-WRRL 2000 wurde eine Abgrenzung von Grundwasserkörpern (GWK), auf deren Ebene eine Bewertung des Grundwasserzustandes erfolgt, durchgeführt. Die GWK bilden nach EG-WRRL die kleinste Bewirtschaftungseinheit im Grundwasser. Sie stellen abgegrenzte Grundwasservolumina innerhalb eines oder mehrerer Grundwasserleiter dar, die in Niedersachsen anhand von hydrologischen Grenzen durch das Niedersächsische

Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) und den NLWKN nach Vorgabe des MU (NLfB et al. 2004) festgelegt wurden. Die Einteilung dient vor allem der Sicherstellung einer systematischen Bearbeitung und einer übersichtlichen Verteilung der Bewirtschaftungsaufgaben. Aufgrund der Abgrenzung werden in Niedersachsen derzeit 123 GWK differenziert voneinander bewertet. Niedersachsen selbst ist für 90 GWK federführend zuständig. Das Einzugsgebiete Weser-Meerbach (niedersächsischer Teil) umfasst vier GWK.

Zur Charakterisierung der geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse haben die staatlichen geologischen Dienste bundesweit ein hierarchisches System von hydrogeologischen Großräumen, Räumen und Teilräumen nach einem einheitlichen Verfahren entwickelt und beschrieben. Im Bereich des Einzugsgebietes Weser-Meerbach können 7

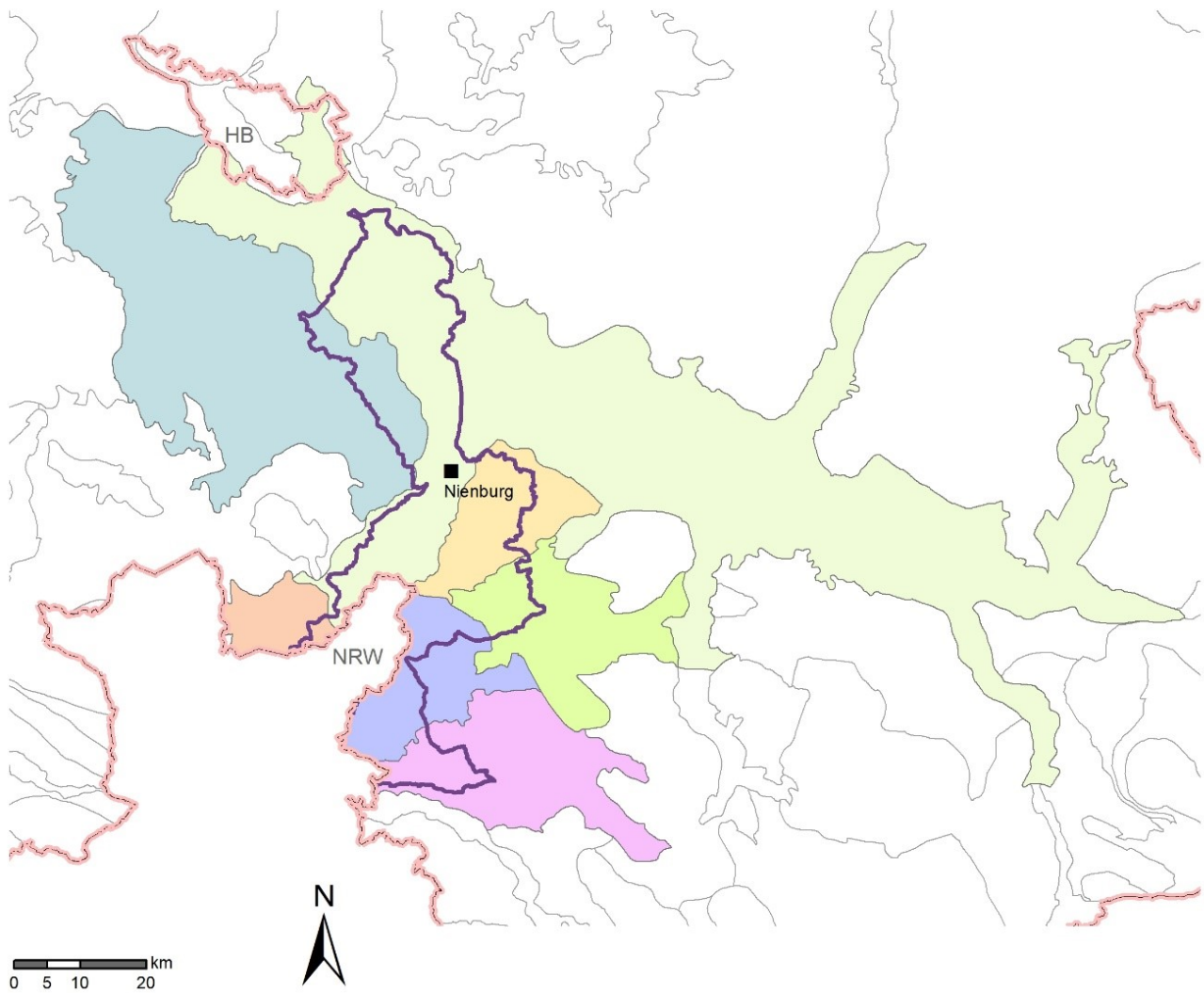
hydrogeologische Teilräume (Abb. 18 und Tab. 5) unterschieden werden, die u. a. nach geologischen, hydrologischen und bodenkundlichen Kriterien abgegrenzt wurden. Die Teilraumbeschreibungen sind im Geobericht 3 des Niedersächsischen Landesamtes für Bergbau, Energie und Geologie (Elbracht et al. 2010) veröffentlicht.

Die im Bericht enthaltenen Auswertungen und Aussagen beschränken sich auf die im Einzugsgebiet liegenden Flächenanteile der hydrogeologischen Teilräume (Abb. 18) und sind daher nicht zwingend für den gesamten Teilraum gültig. Große Flächenanteile der Teilräume Nienburg-Neustädter

Geest und des Bückebergvorlandes werden durch das Einzugsgebiet Weser-Meerbach angeschnitten (Tab. 5). 79% des Einzugsgebiet Weser-Meerbach gehört hydrogeologisch zum Großraum des Nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebietes, welches durch mächtige tertiäre und quartäre Lockergesteinsfolgen gekennzeichnet ist (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016). Die Weser-Niederung nimmt mit einem Flächenanteil von 45% den größten Raum ein. Die Geestgebiete haben insgesamt einen Anteil von 34%. Mit Bückebergvorland und Calenberger Bergland werden 21% der Regionalberichtsfläche dem mitteldeutschen Bruchschollenland zugeordnet.

Tab. 5: Hydrogeologische Teilräume innerhalb des Flusseinzugsgebietes Weser-Meerbach.


Hydrogeologischer Teilraum	Größe NI	davon Anteil Kulisse	
	[km ²]	Regionalbericht Weser-Meerbach [km ²]	Weser-Meerbach [%]
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	3.549,47	616,69	17,4
Syker Geest	1.616,27	158,35	9,8
Nienburg-Neustädter Geest	312,97	206,28	65,9
Hannoversche Moorgeest	479,97	89,05	18,6
Diepenauer Geest	151,50	16,14	10,7
Bückebergvorland	337,33	198,99	59,0
Calenberger Bergland	549,67	84,03	15,3




Hydrogeologische Teilräume

(Quelle: NIBIS-Kartenserver, HÜK500, LBEG 2004)


 Mittelweser-Aller-Leine Niederung

 Syker Geest

 Nienburg-Neustädter Geest


 Hannoversche Moorgeest

 Diepenauer Geest

 Calenberger Bergland

 Bückebergvorland

 weitere Teilräume

 Einzugsgebiet Weser-Meerbach, niedersächsischer Teil

 Landesgrenze

Abb. 18: Hydrogeologische Teilräume innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

Die **Mittelweser-Aller-Leine Niederung** zählt zu den Niederungen im nord- und mitteldeutschen Lockergesteinsgebiet. Die Niederungsgebiete entsprechen in weiten Bereichen den weichselzeitigen Entwässerungsrinnen. Der Porengrundwasserleiter aus quartären Sanden und Kiesen weist eine hohe bis sehr hohe Durchlässigkeit auf. Der Hauptaquifer wird durch weichselzeitliche Niederterrassensande und glazifluviatile Grobsande und Kiese der Saale-Kaltzeit gebildet. Die Basis des Grundwasserleiters bilden elsterzeitliche Geschiebemergel und vorquartäre Ablagerungen (AD-HOC-AG Hydrogeologie 2016).

In der **Syker Geest** ist ein quartärer Grundwasserleiter ausgebildet, der von schluffig-tonigen Ablagerungen des Tertiärs unterlagert wird. Die größtenteils schluffigen Feinsande der Elster-Kaltzeit werden von grobkörnigen Sanden der Saalekaltzeit überlagert. Weite Gebiete sind mit holozänem Sandlöss überdeckt. Die Stauchendmoräne der **Nienburg-Neustädter Geest** besteht aus quartären Sanden und Kiesen der Saalezeit mit hoher Durchlässigkeit, die auf den gering durchlässigen Tonsteinen der Unterkreide und den Tonen des Tertiärs aufliegen. Aufgrund der hohen Flurabstände ist der Grundwasserleiter trotz fehlender Deckschichten gut geschützt. In der **Hannoverschen Moorgeest** ist ein zusammenhängender Porengrundwasserleiter mit hoher bis sehr hoher Durchlässigkeit vorherrschend. In der Steinhuder-Meersenne bilden saalezeitliche Schmelzwassersande einen mächtigen Aquifer aus. Der Salzstock der Steinhuder-Meerlinie erstreckt sich von Südost nach Nordwest. Die **Diepenauer Geest** nimmt im Einzugsgebiet nur einen geringen Flächenanteil ein. Sandige Geschiebemergel, Mittelterrassenablagerungen und Flugsanddecken bilden einen geringmächtigen, mäßig bis hoch durchlässigen Porengrundwasserleiter aus.

Hauptaquifer des **Bückebergvorlandes** ist der Wealdensandstein. Die Sandsteineinschaltungen bilden mäßig durchlässige Kluftgrundwasserleiter. Drenthezeitliche Schmelzwassersande bilden dagegen hoch durchlässige Porengrundwasserleiter aus. Die anstehenden Schluff- und Tonsteine der Unterkreide sind sehr gering bis gering durchlässig. Deckschichten aus Löss- und Geschiebelehm sind weit verbreitet und bieten ein hohes Schutzpotential für das Grundwasser. Schwefelhaltiges Wasser der Bückeberg-Formation z.B. bei den Rehburger Bergen wurde bis in die 1950er Jahre als Heilwasser genutzt. In den Hochlagen der Bückeberge als Teil des **Calenberger Berglandes** treten Schichten der Unteren Kreide (Wealden) auf. Hier bilden die Sandsteinschichten Kluftgrundwasserleiter aus. Teilweise sind Schiefererton und Steinkohle eingelagert.

Die Hydrogeologische Übersichtskarte 1:200.000 des LBEG (HUEK200) stellt landesweit einheitlich die Verbreitung der oberflächennah anstehenden geologischen Einheiten dar. Neben petrografischen Angaben sind auch stratigrafische Angaben hinterlegt, die eine stratigrafische Einordnung der einzelnen Einheiten ermöglichen (Abb. 19). Im Festgesteinsbereich des Einzugsgebietes Weser-Meerbach stehen demnach oberflächennah vor allem Gesteine der Kreide/Unterkreide an. Die Flanken der Rehburger Berge sowie die Bückeberge und das Wesergebirge werden im Wesentlichen durch Gesteine der Jura/Malm geprägt.

Zur Beurteilung der Grundwasserbeschaffenheit im Festgestein werden in Kapitel 9 die hier verorteten Messstellen anhand der Angaben aus den Schichtenverzeichnissen den entsprechenden stratigrafischen Teileinheiten aus HUEK200 zugeordnet und ausgewertet.

Stratigrafisch definierte Teileinheiten

(Quelle HUEK200, LBEG)

- Jura/Dogger
- Jura/Malm
- Kreide/Unterkreide
- Quartär/Quartär
- Tertiär/Tertiär
- Trias/Buntsandstein

--- Grundwasserkörpergrenzen

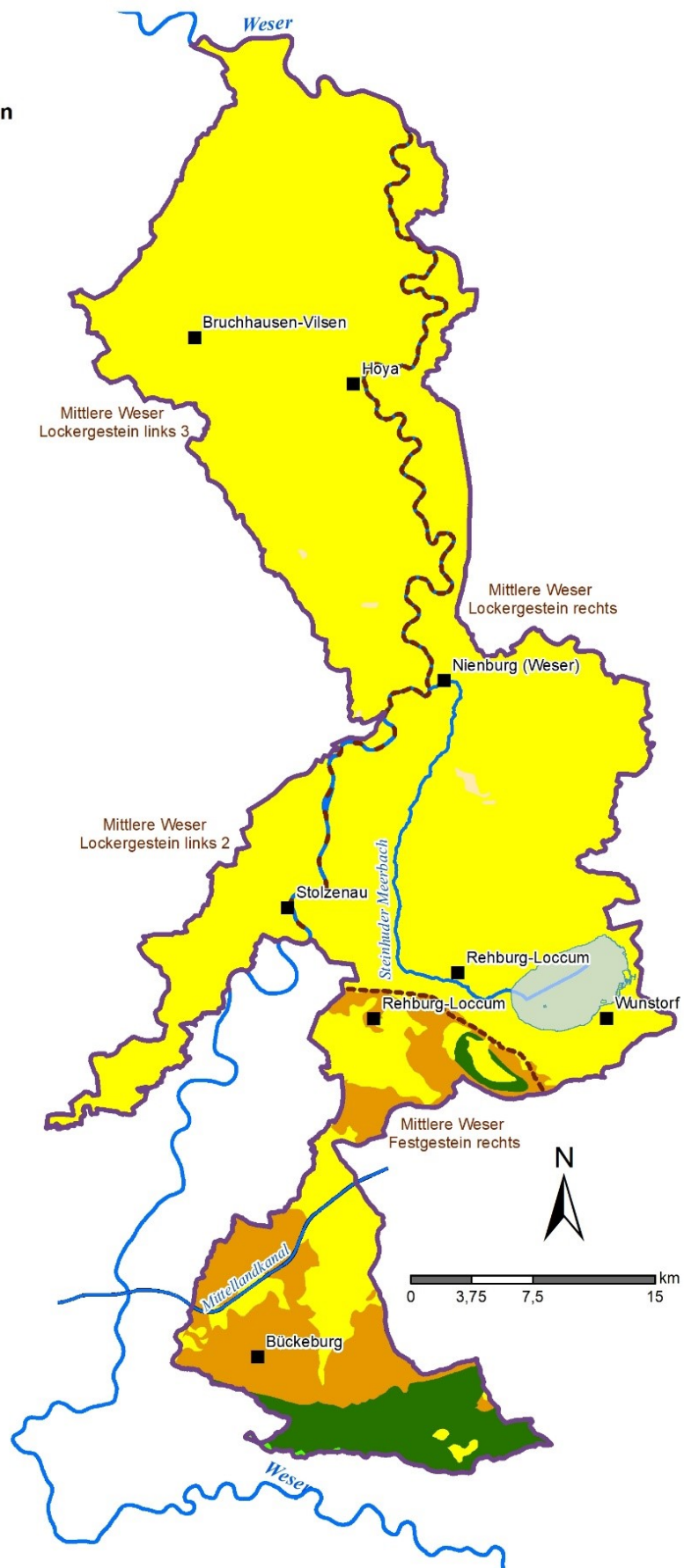


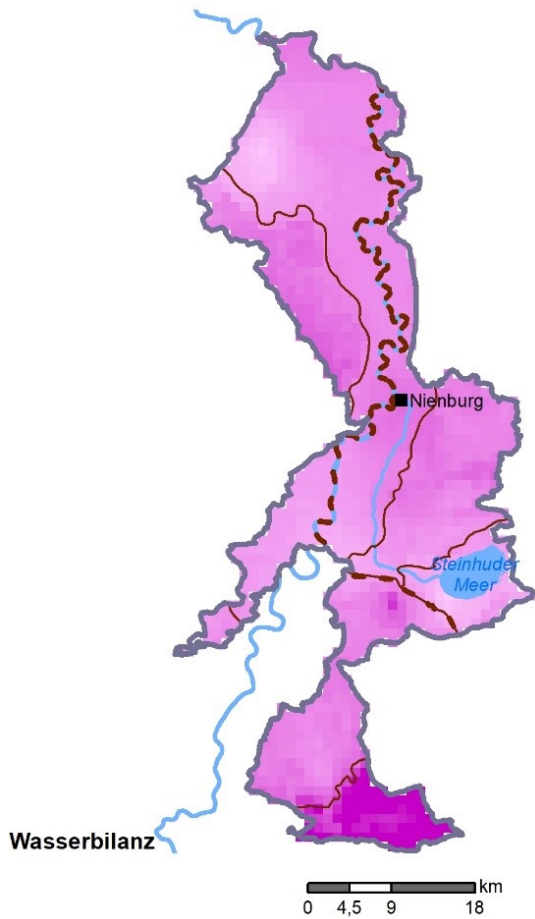
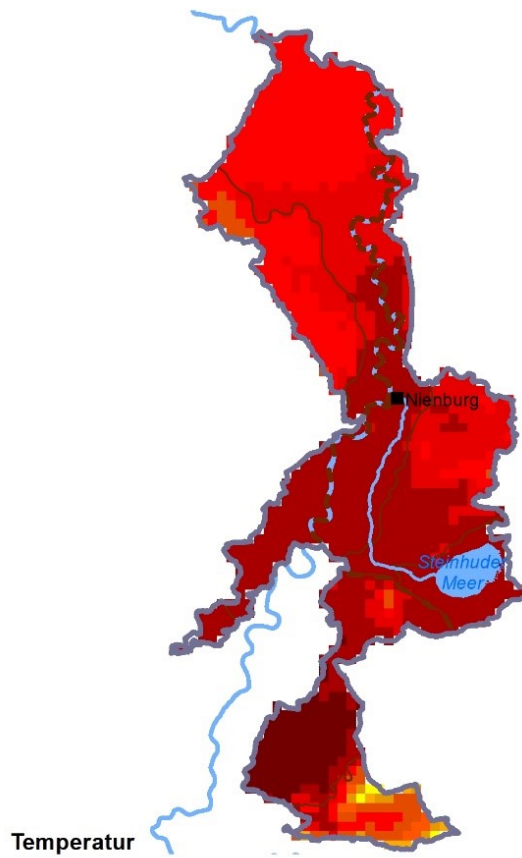
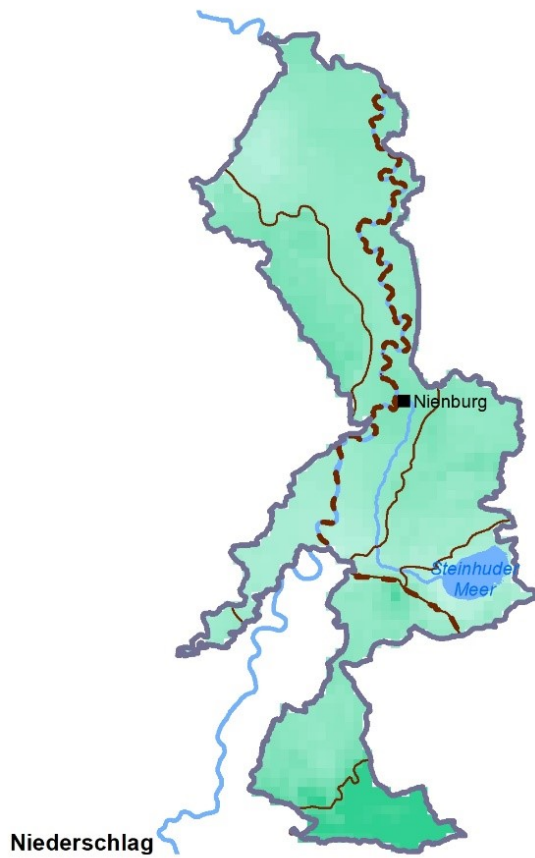
Abb. 19: Stratigrafisch definierte Teileinheiten im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

3.3 Klima

Nach Auswertung der langjährigen Klima-Kenndaten (Abb. 20) des Deutschen Wetterdienstes beträgt die mittlere Niederschlagshöhe im Einzugsgebiet Weser-Meerbach 733 mm/a. Die Lufttemperatur kann im Mittel mit 9,6 °C, die durchschnittliche Wasserbilanz mit +121 mm/a angegeben werden.

Die Temperatur ist im Calenberger Bergland mit dem 367 m hohen Bückeberg am niedrigsten und beträgt hier im Durchschnitt 9,2 °C. In den übrigen Teilräumen variiert die

Temperatur zwischen 9,5 und 9,8 °C. Mit 899 mm/a ist das Niederschlagsaufkommen im Calenberger Bergland deutlich höher als im Durchschnitt des Einzugsgebietes. Am geringsten ist das Niederschlagsaufkommen in der Moorgeest (681 mm/a). Das Niederschlagsaufkommen spiegelt sich auch in den Wasserbilanzen wider mit einer sehr hohen positiven Wasserbilanz im Calenberger Bergland (+290 mm/a) und einer niedrigen Bilanz in der Moorgeest (+74 mm/a). Die Wasserbilanz weist mit Werten zwischen 28 und 479 mm/a im Gebiet eine große Spanne auf, wobei die Spanne im Calenberger Bergland mit 173 - 479 mm/a am höchsten ist.



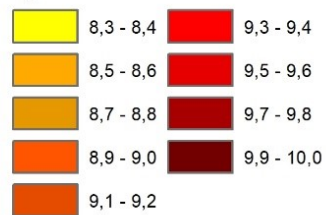
Klimakenndaten

(Quelle: Deutscher Wetterdienst
DWD (NKDZ) Raster Version 1)

Niederschlag, langjähriges Mittel 1981 - 2010 mm/a



Temperatur, langjähriges Mittel 1981 - 2010 °C



Wasserbilanz, langjähriges Mittel 1981-2010 mm/a



Teilraumabgrenzung

Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 20: Klimakenndaten des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

3.4 Grundwasser

Als Grundwasser wird das unterirdische Wasser bezeichnet, das die Hohlräume des Untergrundes zusammenhängend ausfüllt und dessen Bewegung ausschließlich oder beinahe ausschließlich durch die Schwerkraft oder selbst ausgelöste Reibungskräfte bestimmt wird (DIN 4049). In der über dem Grundwasser liegenden wasserungesättigten Bodenzone kommt das Wasser in verschiedenen Formen vor, und zwar als freibewegliches Sickerwasser, das sich infolge von Schwerkraft und Saugspannungen abwärts bewegt, als in den Porenwickeln gebundenes Kapillarwasser sowie als bestimmte Stoffteilchen im Boden fest umschließendes Hydrationswasser (MU 1990).

Das Grundwasser bewegt sich in den Lockergesteins-gebieten 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 mehrere Grundwasserstockwerke übereinanderliegen, deren einzelne Grundwasserleiter jeweils durch zwischengelagerte Grundwasserhemmer voneinander

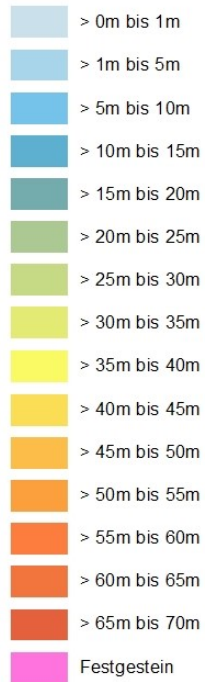
getrennt sind. Im obersten Grundwasserstockwerk steht das „freie Grundwasser“ unter atmosphärischem Druck. In den darunterliegenden Stockwerken kann „gespanntes Grundwasser“ vorkommen, wenn die darüber liegenden Grundwasserhemmer bei starkem seitlichem Zufluss die Ausdehnung des Wassers nach oben behindern und dadurch ein erhöhter Druck entsteht (MU 1990).

Mehr als Dreiviertel des Einzugsgebietes Weser-Meerbach ist durch Lockergestein geprägt (79%) und weist Porengrundwasserleiter auf. Hauptaquifer der Weserniederung sind glazifluviale Grobsande und Kiese. In den Geestgebieten stellen glazifluviale Grobsande des Drenthestadiums die Hauptgrundwasserleiter. Die Lage der Grundwasseroberfläche in den Lockergesteinsbereichen variiert im Einzugsgebiet von 5 m über Normalhöhennull (NHN) im Bereich der Weser-Niederung bis zu 70 m NHN in der Syker Geest (Abb. 21). Das Grundwasser fließt der Weser aus Südwesten bzw. Osten zu. Im Norden des Einzugsgebietes herrscht eine Süd-Nord-Fließrichtung zur Weser vor.

Südlich des Steinhuder Meeres steht Festgestein an. Hier stellen die Kluffgrundwasserleiter des Wealden-Sandsteins den wichtigsten Grundwasserleiter. Örtlich sind Porengrundwasserleiter in den quartären Auflagerungen ausgebildet.

**Lage der Grundwasseroberfläche
[m ü. NHN]**

HUEK200, LBEG



Fließrichtungspfeile

(Quelle: NIBIS-Kartenserver, HÜK200, LBEG)

- Fließrichtung Grundwasser, Lockergestein
- Fließrichtung Grundwasser, Festgestein

Teilraumabgrenzung

Grundwasserkörpergrenzen

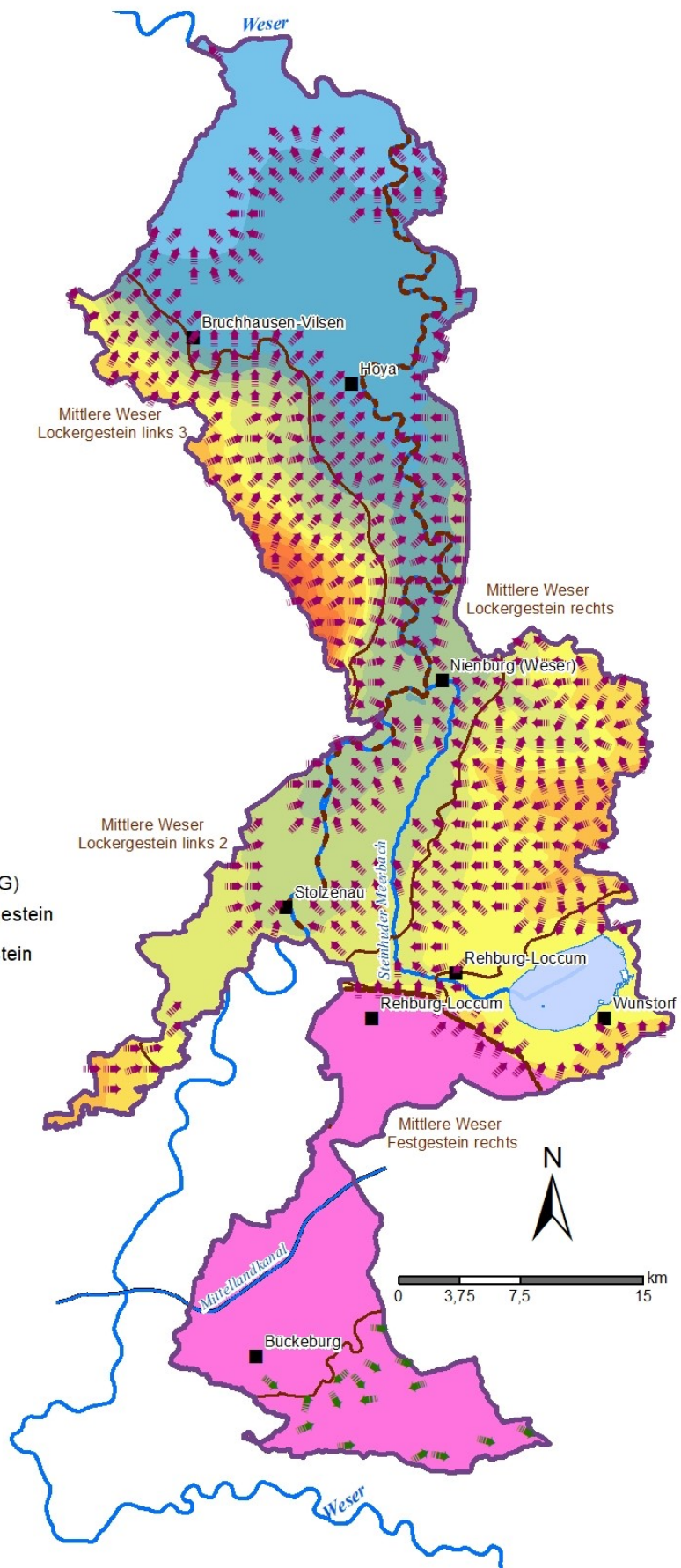


Abb. 21: Lage der Grundwasseroberfläche und Hauptfließrichtungen des Grundwassers im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

3.4.1 Grundwasserneubildung

Unter der Grundwasserneubildung wird die Wassermenge verstanden, die flächig aus den Niederschlägen sowie stellen- und/oder zeitweise aus Flüssen und Seen versickert, die Grundwasseroberfläche erreicht und mit dem Grundwasserstrom als unterirdischer Abfluss den Bächen und Flüssen zufließt und sie speist. Nicht zur Grundwasserneubildung werden Wassermengen gerechnet, die zwar schon in Richtung Grundwasser versickerten, dann aber von Pflanzenwurzeln aufgenommen wurden und verdunsten. Unerheblich für die Neubildungsrate ist der Ort der Versickerung. In vielen Fällen fließen die auf die Erdoberfläche fallenden Niederschläge streckenweise oberflächlich ab und versickern später an entfernteren Stellen (MU 1990). Die Grundwasserneubildungsrate ist u.a. abhängig von den klimatischen Bedingungen (siehe Kap. 3.3) und damit auch von den die gewässerkundlichen Verhältnisse bestimmenden, natürlichen und künstlichen Einflüsse. Sie ist keine flächenhaft messbare Größe, sondern wird mit Hilfe von Modellen berechnet. Von hervorzuhebender Bedeutung sind Niederschlag, Verdunstung und der Anteil des Oberflächenabflusses. Durch menschliche Einwirkung, beispielsweise durch die Absenkung der Grundwasseroberfläche infolge Wasserförderung, kann sich die Verdunstung erheblich vermindern (MU 1990). Die durchschnittliche Grundwasserneubildung im Einzugsgebiet

Weser-Meerbach beträgt 111 mm/a, variiert jedoch im Einzugsgebiet je nach naturräumlicher Lage zwischen einer Grundwasserzehrung bis - 250 und einer Grundwasserneubildung von +459 mm/a (Tab. 6, Abb. 22). Verwendet wurden Daten der Grundwasserneubildung nach dem Modell mGROWA18 der Periode 1960-1990 (LBEG 2019). Die GW-Neubildung ist in den Geestgebieten gegenüber der Weserniederung deutlich erhöht (Tab. 6). Ausnahme bildet die Moorgeest mit ihren ausgedehnten Hochmoor- und Niedermoorbereichen, in denen es verstärkt zu einer Grundwasserzehrung kommt. In Gebieten mit extrem hohen Grundwasserständen kann die Höhe der Landverdunstung in die Nähe der Verdunstung von Wasserflächen (potentielle Verdunstung) steigen. Wenn die Verdunstung höher ist als die Neubildung, kann es zu einer Grundwasserzehrung (negative Grundwasserneubildung) kommen. Insbesondere ist der Meerbruch am Westufer des Steinhuder Meeres durch Wiedervernässungsmaßnahmen und Anlegen von Blänken von sehr hohen Zehrungswerten geprägt. Die höchste GW-Neubildung ist am Kamm des Wesergebirges am südlichen Rand des Einzugsgebietes feststellbar. Einflüsse von Bau- und Siedlungsmaßnahmen sind im Einzugsgebiet nur von untergeordneter Bedeutung. Die Höhe der Grundwasserneubildung hat neben dem Einfluss auf die Verfügbarkeit der Grundwassermenge auch durch die verstärkte Auswaschung oder durch eine Verdünnung von Schadstoffen einen direkten Einfluss auf die Grundwassergüte.

Tab. 6: Grundwasserneubildung innerhalb der Teilraumbereiche des Einzugsgebietes Weser-Meerbach, niedersächsischer Anteil (Quelle: berechnet aus Grundwasserneubildung nach mGROWA18, LBEG 2019, NIBIS-Kartenserver, Klimareferenzperiode 1961- 1990).

Teilraum	Fläche [km ²]	Grundwasserneubildung [mm/a]
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	616,69	72
Syker Geest	158,35	173
Nienburg-Neustädter Geest	206,28	125
Hannoversche Moorgeest	89,05	93
Diepenauer Geest	16,14	158
Bückebergvorland	198,99	109
Calenberger Bergland	84,03	191
Gesamt	1370	111

**Grundwasserneubildung mGROWA18
Klimareferenzperiode 1961-1990
[mm/a]**

HUEK50, LBEG 2019

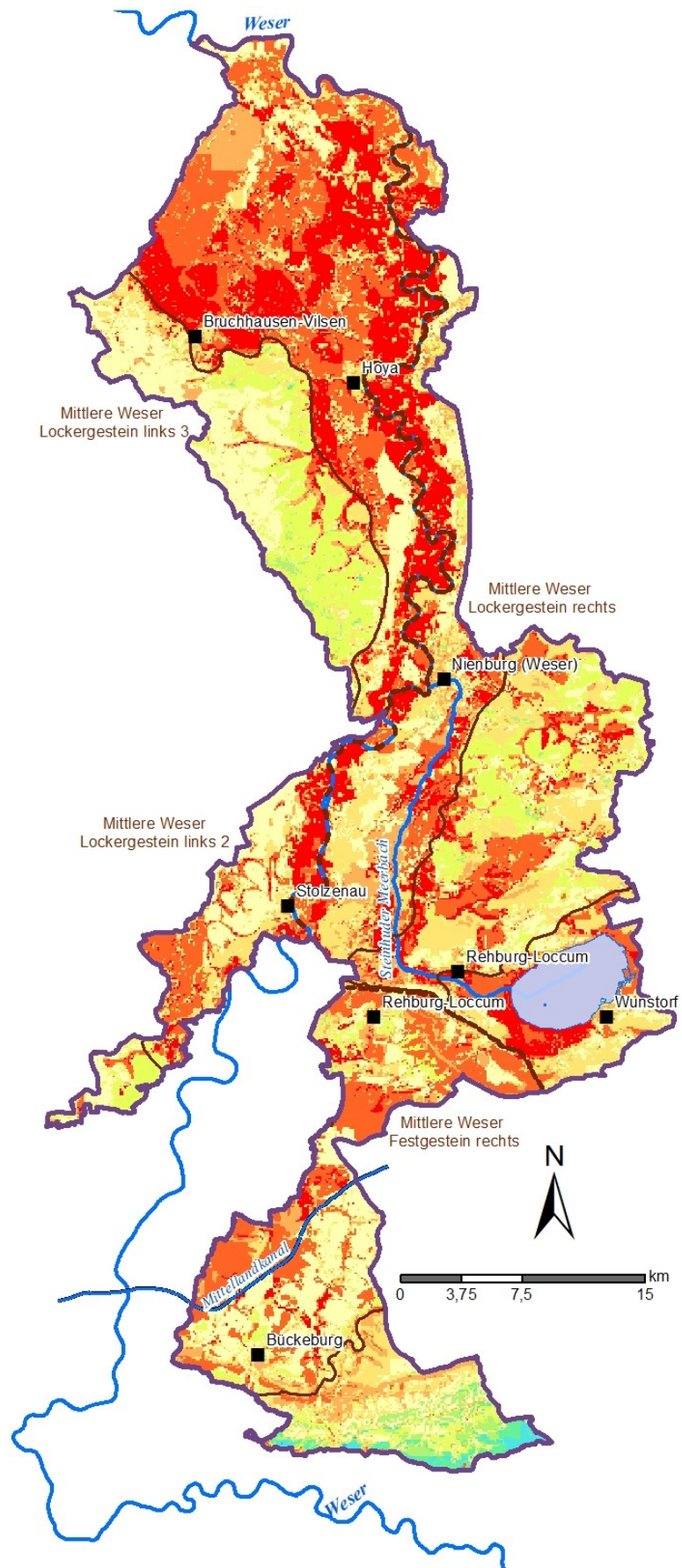
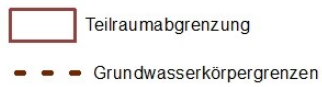


Abb. 22: Grundwasserneubildung nach mGrowth18 im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

3.4.2 Grundwasserversalzung

Bei den vorherrschenden klimatischen Bedingungen und hydrogeologischen Voraussetzungen in Niedersachsen ist die Erschließung größerer Grundwassermengen für die GWK insgesamt gesehen unproblematisch. Schwieriger ist es, Grundwasser in der geforderten Qualität als Trinkwasser oder Brauchwasser bereitzustellen. Unter den Faktoren, die eine Nutzung vorhandener Grundwasservorräte einschränken oder gar ausschließen können, ist in erster Linie die natürlich (geogen) bedingte Chloridanreicherung im Grundwasser zu nennen (NLWKN 2012).

Ein Wasser wird als versalzt bezeichnet, wenn sein Chloridgehalt 250 mg/l übersteigt, was in etwa der menschlichen Geschmacksgrenze entspricht (MU 1987). In der TrinkwV 2023 wird der Grenzwert von 250 mg/l Chlorid im Trinkwasser mit der korrosiven Wirkung chloridhaltiger Wässer in den Rohrleitungen begründet. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind im Untergrund zahlreiche Versalzungsstrukturen wie Salzkissen, Salzstöcke und Salzintrusionen vorhanden (Abb. 23, Abb. 24). Salzstrukturen entwickelten sich vor allem in den Ablagerungen des Rotliegenden, Zechstein, Keuper, Malm und Tertiär. Versalzungen des Grundwasserleiters können durch Aufdringen von tiefen versalzten Wässern bis in den

oberflächennahen Grundwasserbereichen hervorgerufen werden. Dies kann in großflächigen Vorflutbereichen (z.B. Weserniederung) vorkommen, in denen der hydrostatische Druck infolge des Übertrittes großer Grundwassermengen in die Vorfluter abrupt abgebaut wird (LBEG 2021).

Die Salzstöcke der Steinhuder-Meer-Linie sind für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach bedeutsam. Bis 2018 wurden Kalisalze aus dem Zechstein (Staßfurt-Formation) im Kaliwerk Sigmundshall abgebaut.

Malm-Salinar tritt in den Kalken des Oberen Jura (Malm) in den Bückebergen und Rehburger Bergen auf. Die Solequellen werden beispielsweise in den Bädern von Bad Eilsen südlich von Bückeburg genutzt.

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

Bei Messstellen in direkter Straßennähe können erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser durch Streusalz verursacht worden sein. Die Untersuchungsergebnisse zur Grundwasserbeschaffenheit anhand des Leitparameters Chlorid werden im Kap. 9.3.6 vorgestellt.

Kurzinformation: Kap. 3 Gewässerkundliche Rahmenbedingungen

- Die Grundwasserneubildung beträgt im Einzugsgebiet durchschnittlich +111 mm/a und variiert zwischen einer Grundwasserzehrung von -250 mm und einer Grundwasserneubildung von +459 mm im Jahr.
- Insbesondere in der Weserniederung und in der Hannoverschen Moorgeest tritt Grundwasserzehrung auf.
- Die Grundwasserneubildung ist am südlichen Rand des Einzugsgebietes im Wesergebirge am höchsten.
- Zahlreiche Versalzungsstrukturen sind im Untergrund des Einzugsgebietes vorhanden.
- Bedeutsam sind die Salzstöcke der Steinhuder-Meer-Linie. Bis 2018 wurden Kalisalze abgebaut.

System	Serie / Gruppe	internationale Stufe / Subgruppe / Formation		
Quartär				
Neogen	Pliozän <small>ca. 1,8 Ma</small>	Ober		
		Unter		
	Miozän	Ober		
		Unter		
Paläogen	Oligozän	Chattium		
		Rupellium		
	Eozän	Prisbanium		
		Bartonium		
		Lutetium		
		Ypresium		
	Paläozän <small>ca. 65 Ma</small>	Thanetium		
		Seelandium		
	Kreide	Oberkreide	Danium	
			Maastrichtium	
Campanium				
Santonium				
Coniacium				
Turonium				
Unterkreide		Cenomanium		
		Albium		
		Apulum		
		Barremium		
		Hauterivium		
		Valanginium		
		Berriasium		
		Tithonium		
Jura	Oberjura (Malm) <small>ca. 142 Ma</small>	Kimmeridgium		
		Oxfordium		
		Callovium		
	Mitteljura (Dogger)	Bathonium		
		Badium		
		Asenium		
	Unterjura (Lias) <small>ca. 200 Ma</small>	Toarcium		
		Pliensbachium		
		Sinemurium		
Trias	Keuper	Hettangium		
		Exter-Formation		
		Arnstadt-Formation		
		Weser-Formation		
		Stuttgart-Formation		
	Muschelkalk	Grabfeld-Formation		
		Erlfurt-Formation		
		Oberer Muschelkalk		
	Buntsandstein	Mittlerer Muschelkalk		
		Unterer Muschelkalk		
		Röt-Formation		
		Solling-Formation		
		Hardegsen-Formation		
Deflfuth-Formation				
Volpriehausen-Formation				
Quickborn-Formation				
Bemburg-Formation				
Perm	Zechstein <small>ca. 251 Ma</small>	Calvörde-Formation		
		Fulda-Formation		
		Friesland-Formation		
		Ohre-Formation		
		Aller-Formation		
		Leine-Formation		
	Rotliegend	Stäufurt-Formation		
		Werra-Formation		
		Elbe-Subgruppe		
		Havel-Subgruppe		
	Müritz-Subgruppe			
	Altmark-Subgruppe			

 Vorkommen von Steinsalzlagern

System	Gruppe / Subgruppe	Formation
Kreide	Oberjura	Malm-Subgruppe
		Serpulit
		Münder Mergel
		Einbeckhäuser Plattenkalk
		Gigas-Schichten
		„Kimmeridge“
		Korallenoolith
Heersumer-Schichten		

System	Gruppe	Formation
Perm	Zechstein	Fulda
		Friesland
		Ohre
		Aller
		Leine
		Stäufurt
		Werra

Abb. 23: Stratigraphische Position und Bezeichnung der salinaren Schichtenfolgen mit Steinsalzlagern in Deutschland und Entstehungszeitraum innerhalb der Formation der für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach relevanten Zechstein- und Malm-Salze (nach Reinhold et. al. 2014, verändert)

Hydrogeologische Teilräume

(Quelle: NIBIS-Kartenserver, HÜK500, LBEG 2004)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Versalzungsstrukturen

- Salzintrusion
- Salzkissen
- Salzstock

NIBIS-Kartenserver (2014), Salzstrukturen Norddeutschlands, BGR

Versalzung

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

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

--- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 24: Salzstrukturen und Versalzung des Grundwassers im Einzugsgebiet Weser- Meerbach.

4 Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

Die Flächennutzung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach wird durch die Landwirtschaft geprägt. Die landwirtschaftliche Produktionsweise beeinflusst das Grundwasser sowohl in qualitativer als auch in quantitativer Hinsicht stark. Mit der mineralischen und organischen Düngung werden nicht nur Nährstoffe, sondern auch Schadstoffe wie Schwermetalle als Beimengungen oder Tierarzneimittel auf den Boden aufgebracht und können über das Sickerwasser in das Grundwasser gelangen. Durch Pflanzenschutzmaßnahmen können Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und deren Abbauprodukte in das Grundwasser eingetragen werden. Durch Bodenbearbeitung, Dränagen und Meliorationsmaßnahmen sowie Grundwasserentnahmen für Beregnung und Tränke wird der Wasserhaushalt beeinflusst.

Bei Kulturen wie Mais, Kartoffeln oder Raps muss nach der Ernte mit hohen Gehalten an mineralischem Stickstoff (Herbst Nmin) im Boden gerechnet werden. Die Gefahr eines Nitrataustrages ist hier deutlich erhöht. Im Gemüsebau bleiben teilweise sehr hohe Stickstoffgehalte auf den Anbauflächen über Ernterückstände zurück und führen so zu hohen Überschüssen im Boden. Änderungen in der landwirtschaftlichen Ausrichtung, wie ein verstärkter Maisanbau zu Lasten des Dauergrünlandes, führen zu erhöhter Mineralisation und damit verbunden zu Nitratausträgen in das Grundwasser. Daneben verschärft der verstärkte Anbau von

Mais im Rahmen der Biogaserzeugung (Kap. 4.2) die Stickstoff-Problematik zunehmend. Mais ist bezüglich der Bodengüte sehr anspruchslos, ist selbstverträglich und gegenüber überhöhter Düngung unempfindlich. 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. In der DüV (DüV 2017) ist eine Begrenzung auf 170 kg Gesamtstickstoff aus organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln, einschließlich Wirtschaftsdünger und Gärreste, festgesetzt.

Neben den Stickstoffeinträgen aus der Düngung wird Stickstoff auch über die Deposition eingetragen. Mit dem Niederschlag gelangen Ammoniak-Emissionen aus Stallabluft und über die Wirtschaftsdüngerausbringung auf den Boden und können als Nitrat in das Grundwasser verlagert werden.

Der Parameter Kalium kann ebenfalls Hinweis auf die landwirtschaftliche Düngepraxis geben. 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.

Kaliumkonzentrationen über 3 mg/l im Grundwasser können auf einen Nutzungseinfluss hinweisen (Tab. 7). Schwermetallkontaminationen des Bodens und damit verbundene Belastungen des Grundwassers können ebenfalls durch die landwirtschaftliche Düngepraxis hervorgerufen werden.

Tab. 7: Belastungsklassen für Nitrat und Kalium (LANU 2003).

Nitrat [mg/l]	Kalium [mg/l]	Bewertung/Belastungsklassen
0 - 10	0 - 3	Konzentration oftmals in natürlichen oder naturnahen Ökosystemen
> 10 - 25	> 3 - 6	Konzentration ist anthropogen erhöht, Nutzungseinfluss ist erkennbar
> 25 - 50	> 6 - 12	Konzentration ist deutlich anthropogen erhöht
> 50	> 12	Konzentration ist anthropogen sehr stark erhöht

Durch die Düngemittelverordnung ist das Inverkehrbringen von Phosphatdüngern mit Cadmiumgehalten über 50 mg/kg P₂O₅ nicht zulässig.

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

Pflanzenschutzmittel (PSM) kommen nicht im natürlichen System vor und werden immer anthropogen auf die Böden aufgebracht. Über das Sickerwasser erreichen sie das Grundwasser und führen zu Belastungen. Der Grenzwert für Pflanzenschutzmittel liegt nach der TrinkwV 2023 für jeden Einzelwirkstoff 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 Kap.9.3.12). Landesweite Auswertungen zur PSM-Belastung in Niedersachsen im Zeitraum 1989 bis 2013 können den Themenberichten „Pflanzenschutzmittel – Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser“ und „Pflanzenschutzmittel II – Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser, Datenauswertung 2000 bis 2016“ des NLWKN entnommen werden (NLWKN 2015b, NLWKN 2020a).

Neben der Beeinflussung der Grundwassergüte unterliegt die Grundwassermenge unter anderem auch dem Einfluss der Landwirtschaft. Veränderungen der Agrarstruktur (Zunahmen von Beregnungstätigkeiten zur Ertragsabsicherung, z. B. von Kartoffelflächen und Ausweitung von beregnungsintensivem Gemüsebau) können ebenso zur Beeinflussung der Grundwasserressourcen führen, wie beispielsweise Meliorationsmaßnahmen und Begradigungen von Oberflächengewässern.

4.1 Landwirtschaftliche Strukturen

Das Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist landwirtschaftlich geprägt. Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen stellen eine Belastungsquelle für das Grundwasser dar. Der Anteil der landwirtschaftlichen genutzten Fläche (LF) am 1.370 km² großen Einzugsgebiet Weser-Meerbach beträgt mit 80.746 ha LF (SLA 2021) rund 59%. Die landwirtschaftlichen Betriebe bewirtschaften im Einzugsgebiet Weser-Meerbach durchschnittlich ca. 74 ha LF (Berechnung aus den

Gemeindeergebnissen der Agrarstrukturerhebung 2020, LSN 2022). Innerhalb der Gemeinden im Gebiet variiert die Betriebsgröße von 38 bis 107 ha. Der Viehbesatz liegt größtenteils unter 1 GV/ha LF und ist deutlich niedriger als der durchschnittliche Viehbesatz in Niedersachsen mit 1,14 GV pro ha LF (LSN 2022, ML 2021). Das Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist durch Ackerbau und Veredelung geprägt. In der Hannoverschen Moorgeest mit den ausgedehnten Hochmoor- und Niedermoorbereichen dominiert Futterbau (Abb. 25, Abb. 26).



Abb. 25: Das Zusammenspiel von Ackerflächen als Nahrungsgrundlage und Mooren als Rückzugsort bietet Kranichen günstige Rastmöglichkeiten.

Vorherrschende betriebswirtschaftliche Ausrichtung (BWA)

- keine vorherrschende BWA oder geheim zu halten
- Ackerbaubetriebe
- Gartenbaubetriebe
- Dauerkulturbetriebe
- Futterbaubetriebe (Weidevieh)
- Veredelungsbetriebe
- Pflanzen- und/oder Viehhaltungsverbundbetriebe

(Quelle: Atlas Agrarstatistik, Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2022, Landwirtschaftszählung 2020)

- Grundwasserkörpergrenzen
- Teilraum-Abgrenzung

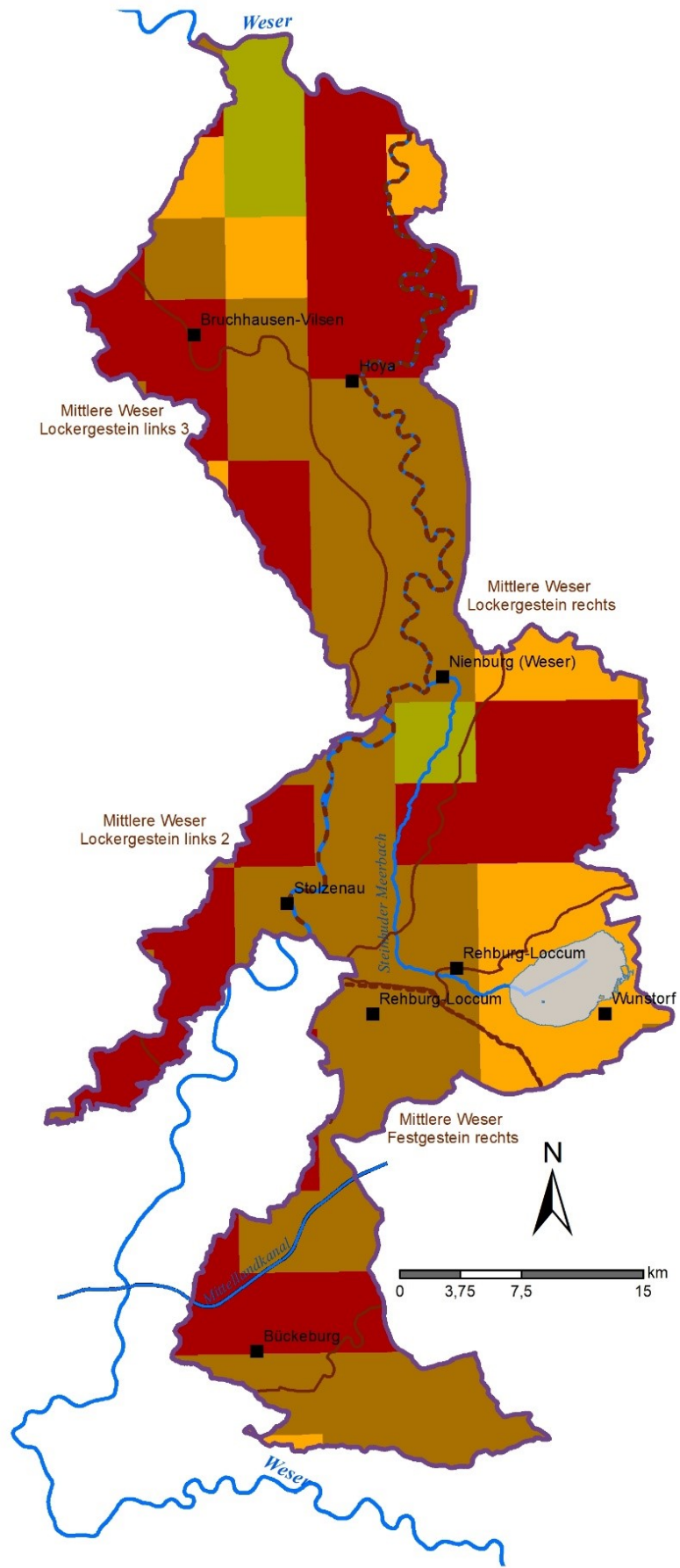


Abb. 26: Vorherrschende betriebliche Ausrichtung der landwirtschaftlichen Betriebe im Einzugsgebiet Weser- Meerbach.

Anbau

Die Ermittlung der landwirtschaftlichen Anbauverhältnisse beruht auf der Datenbasis der Feldblockdaten 2020 (SLA 2021). Die Flächendaten werden dabei auf Ebene des Flusseinzugsgebietes Weser-Meerbach zusammengefasst dargestellt (Abb. 27). Wintergetreide stellt mit 43% die größte Gruppe der Anbaukulturen. Daneben dominieren Mais (Silo- und Körnermais) und Dauergrünland mit jeweils 16%. Werden die Teilräume differenziert betrachtet (Abb. 28) zeigen sich

jedoch Unterschiede in der landwirtschaftlichen Struktur. In der durch Hoch- und Niedermoore geprägten Hannoverschen Moorgeest spielt die Weidewirtschaft eine bedeutende Rolle und entsprechend kleiner ist der Anteil des Wintergetreides. Auch in der Nienburg-Neustädter Geest ist der Grünlandanteil vergleichsweise hoch. Hier nimmt auch der Silomaisanbau einen größeren Raum ein. In den weiteren Geestgebieten und in der Weserniederung ist Wintergetreide die bestimmende Kultur.

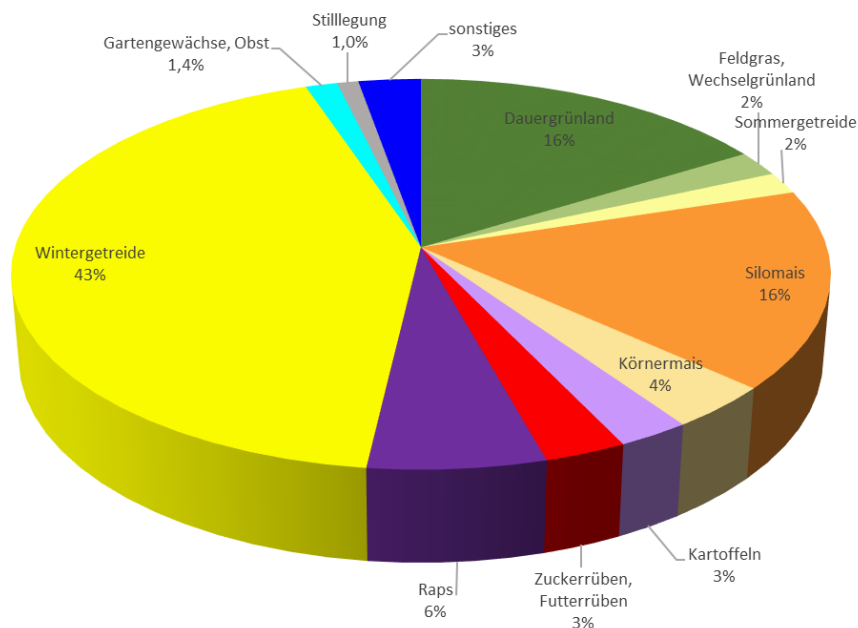


Abb. 27: Anbauverhältnisse im Einzugsgebiet Weser-Meerbach (GFN-Schläge 2020, SLA).

Tierhaltung

Der Viehbesatz beträgt im Einzugsgebiet Weser-Meerbach durchschnittlich 0,67 GV/ha LF. Für die Berechnung wurden Gemeindedaten der Landwirtschaftszählung 2020 (LSN 2022) herangezogen. Der Viehbesatz ist im Norden des Einzugsgebietes am höchsten. Im Nordwesten des Gebietes, in der Gemeinde Warpe, wird der höchste Viehbesatz mit 1,53 GV

festgestellt (Abb. 29). Ein sehr geringer Viehbesatz besteht mit 0,12 GV/ha im Süden des Einzugsgebietes in der Gemeinde Helpsen (LK Schaumburg). Die Rinderhaltung dominiert im gesamten Einzugsgebiet Weser-Meerbach. Die regionale Verteilung der Rinder- und Schweinehaltung kann den Auswertungen der Landwirtschaftszählung 2020 der Statistischen Ämter des Bundes und der Länder im Atlas Agrarstatistik entnommen werden (Abb. 30).

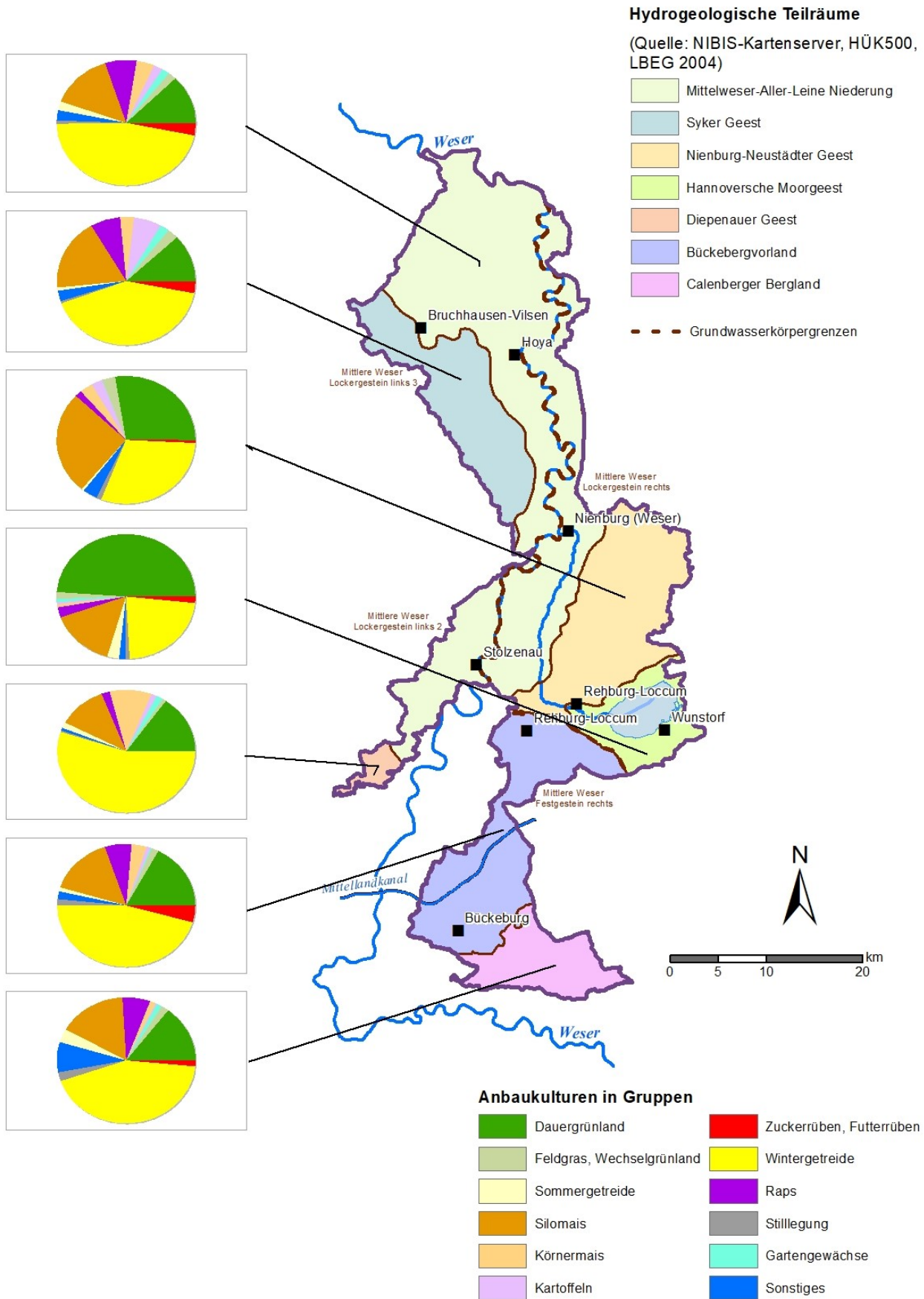
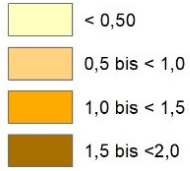


Abb. 28: Anbauverhältnisse (GFN-Schläge 2020, SLA) innerhalb der Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach.

**Viehbesatz in Großvieheinheiten (GV)
je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF)
Gemeindeebene**

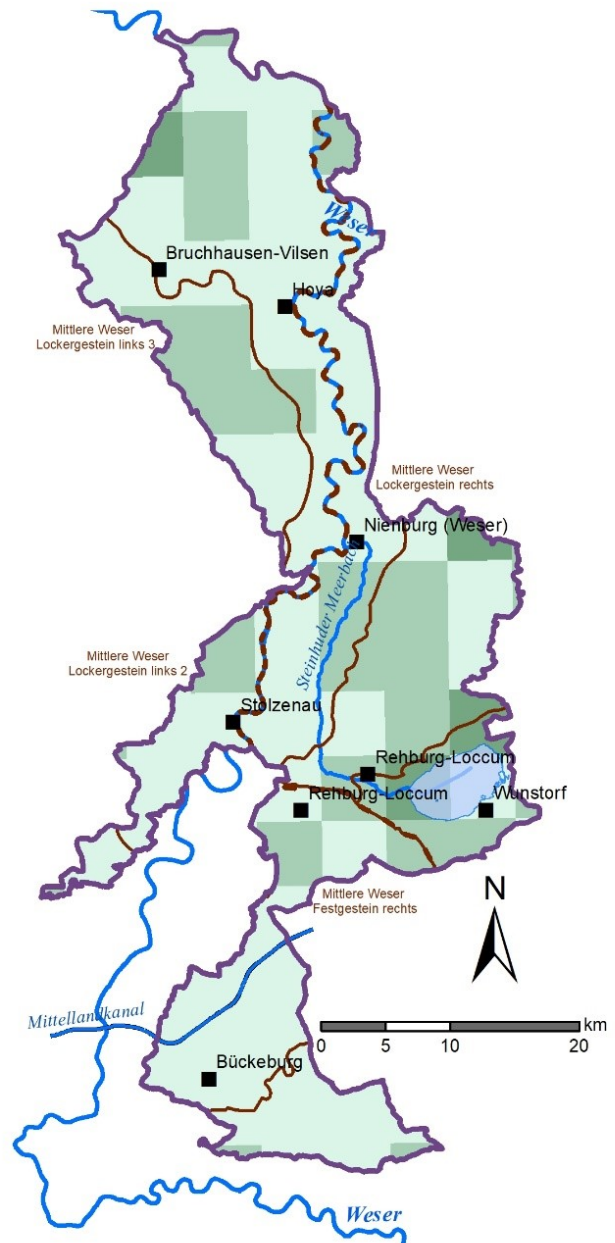
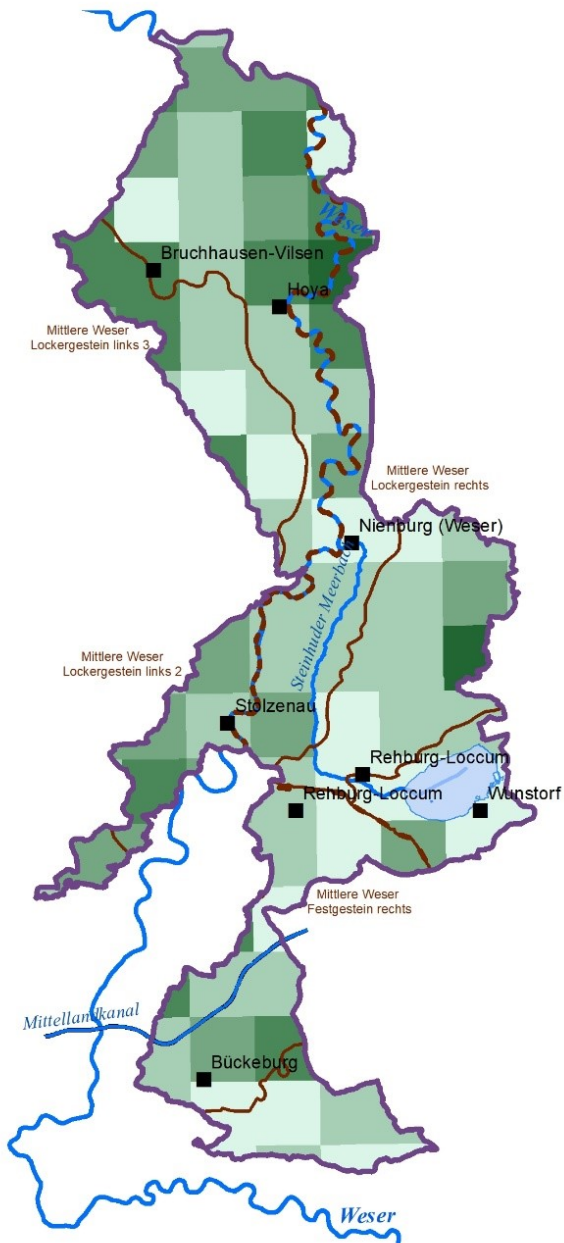
Landwirtschaftszählung 2020 (LSN 2022)



--- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 29: Viehbesatz im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.



**Anzahl Schweine je 100 ha LF
von ... bis unter ...**

- kein Wert vorhanden oder geheim zu halten
- 0 - 25
- 25 - 300
- 300 - 600
- 600 - 900
- 900 und mehr

Hinweis
Die hier dargestellten Daten werden am Betriebsitz 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.

(Quelle: Atlas Agrarstatistik, Statistische Ämter des Bundes und der Länder 2022, Landwirtschaftszählung 2020)

- Grundwasserkörpergrenzen
- Teilraum-Abgrenzung

**Anzahl Rinder je 100 ha LF
von ... bis unter ...**

- kein Wert vorhanden oder geheim zu halten
- 0 - 50
- 50 - 100
- 100 - 150
- 150 - 200
- 200 und mehr

30: Rinder- und Schweinehaltung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Abb.

Gebietskulisse Grundwasser

Nach § 13a DüV (2017) haben die Landesregierungen zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat oder Phosphat Rechtsverordnungen zu erlassen. Mit Hilfe der Länderverordnung sollen in belasteten Wasserkörpern Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft verringert und damit die Umweltziele der EG-WRRL 2000 erreicht werden. Weiteren Verfahren der EU-Kommission wegen Nichtumsetzung der EG-Nitratrichtlinie (EG-NitratRL 1991) soll dadurch entgegengewirkt werden. Damit ist die Pflicht verbunden nitrat- und phosphatsensible Gebiete (rote und gelbe Gebiete) nach einer vom Bund erlassenen allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV GeA) auszuweisen. Niedersachsen hatte 2019 erstmalig entsprechende Gebiete über die düngerechtlichen Anforderungen zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat oder Phosphat benannt. Als phosphatsensible Gebiete gemäß Landesverordnung (NDüngGewNPVO 2023) ist eine Seengebietskulisse ausgewiesen, wobei im Einzugsgebiet Weser-Meerbach das Gebiet um das Steinhuder Meer betroffen ist (Abb. 31). Die Phosphat-Kulisse umfasst 5,6% der Fläche des Einzugsgebietes Weser-Meerbach (2,4% der LF).

Auf Grundlage der AVV GeA 2020 ist die NDüngGewNPVO 2023 neu gefasst und die Nitratkulisse (rote Gebiete) neu ausgewiesen worden. Die Ausweisung der roten Gebiete

erfolgt auf Grundlage eines aus dem WRRL-Messnetz abgeleiteten Ausweisungsmessnetzes. Als belastete „rote“ Messstellen gelten Messstellen mit Nitratkonzentrationen über 50 mg/l und Messstellen, die Nitratgehalte über 37,5 mg/l und einen steigenden Trend aufweisen. Ausschlaggebend ist dabei der maximale Jahresmittelwert der Jahre 2018 – 2021 und eine Trendbetrachtung 2016 – 2021. Unter Vorsorgegesichtspunkten werden dabei auch denitrifizierende Verhältnisse berücksichtigt, wobei hier die Summe aus gemessenem Nitratwert und ermitteltem Denitrifikationswert maßgeblich ist. In Niedersachsen erfolgt die Ermittlung mit der N₂/Ar-Methode. Die Abgrenzung der mit Nitrat belasteten Gebiete erfolgt über das Regionalisierungsverfahren "Inverse Distance Weighting" (IDW). Einzugsgebiete von Trinkwasser- oder Heilquellenentnahmestellen, in denen mindestens eine „rote“ Messstelle liegt, werden vollständig in die Kulisse aufgenommen. Die Nitratkulisse nach NDüngGewNPVO 2023 umfasst in Niedersachsen aktuell (2024) eine Fläche von ca. 32% der landwirtschaftlichen Nutzfläche. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist ein Flächenanteil von 40% der LF als rotes Gebiet abgegrenzt (37% der Gesamtfläche; Abb. 31). Zu einer Überschneidung der N- und P-Kulisse kommt es im Bereich des Steinhuder Meeres auf 1.266,6 ha LF (1,6%). In der Gebietskulisse Grundwasser gelten sieben bundesrechtliche Anforderungen gemäß § 13a Abs.2 DüV und drei über die Landesverordnung geregelte Maßnahmen (Tab. 8).

Tab. 8: Einhaltung von Vorgaben in der Gebietskulisse Grundwasser (LWK 2023).

Rechtliche Anforderungen	Gebietskulisse Grundwasser NDüngGewNPVO 2023
Bundesrechtliche Anforderungen gemäß §13a Abs. 2 DüV	<p>Reduzierung des ermittelten N-Düngebedarfs um 20% im Durchschnitt der Fläche, die innerhalb der Gebietskulisse liegt.</p> <p><u>Ausnahme:</u> Gilt nicht für Betriebe, die im Durchschnitt ihrer Flächen im belasteten Gebiet nicht mehr als 160 kg Gesamt-N/ha und davon nicht mehr als 80 kg Gesamt-N/ha in Form von mineralischen Düngemitteln aufbringen.</p> <p>Einhaltung einer schlagbezogenen N-Obergrenze von 170 kg N/ha für die Aufbringung von organischen Düngemitteln.</p> <p><u>Ausnahme:</u> Gilt nicht für Betriebe, die im Durchschnitt ihrer Flächen im belasteten Gebiet nicht mehr als 160 kg Gesamt-N/ha und davon nicht mehr als 80 kg Gesamt-N/ha in Form von mineralischen Düngemitteln aufbringen.</p> <p>Erweiterung der Sperrfrist um 4 Wochen auf Grünland und Ackerland mit mehrjährigem Futterbau (1.10. - 31.01.)</p> <p>Erweiterung der Sperrfrist um 4 Wochen für das Aufbringen von Festmist von Huf- und Klautieren und Kompost (01.11. - 31.01.)</p> <p>Verbot der Aufbringung von Düngemitteln mit einem wesentlichen N-Gehalt zu Wintergerste, Zwischenfrüchten ohne Futternutzung und Winterraps im Herbst.</p> <p><u>Ausnahme:</u> Eine N-Herbstdüngung zu Winterraps ist zulässig, wenn der Nmin-Wert im Boden 45 kg N/ha nicht überschreitet. Zwischenfrüchte ohne Futternutzung können mit Festmist oder Kompost bis zu 120 kg Gesamt-N/ha gedüngt werden.</p> <p>Beschränkung der N-Menge über flüssige organische Düngemittel einschließlich flüssiger Wirtschaftsdünger auf Grünland und Ackerland mit mehrjährigem Feldfutterbau auf 60 kg N/ha innerhalb des Zeitraumes vom 01.09. – 30.09.</p> <p>Zwischenfruchtanbauebot, sofern die nachfolgende Sommerung ab 01.02. gedüngt werden soll.</p> <p><u>Ausnahme:</u> Ernte der Vorfrucht nach dem 01.10. oder Gebiet mit < 550 mm Niederschlag im langjährigen Mittel</p>
NDüngGewNPVO 2023	<p>Verpflichtende eigene Frühjahrs-Nmin-Proben je Schlag/Bewirtschaftungseinheit nach den Vorgaben der Ausführungshinweise</p> <p>Einarbeitung von organischen, organisch-mineralischen Düngemitteln auf unbestelltem Ackerland innerhalb 1h.</p> <p>Betriebliche, schlagspezifische Meldepflichten in ENNI</p>

Hydrogeologische Teilräume

(Quelle: NIBIS-Kartenserver, HÜK500, LBEG 2004)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorkeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Düngerechtliche Anforderungen zum Schutz der Gewässer nach NDüngGewNPVO 2023

(Quelle: Servicezentrum für Landentwicklung und Agrarförderung SLA 2023)

- Nitratkulisse
- P-Kulisse

- Trinkwassergewinnungsgebiete (PP)
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 31: Gebietskulisse Grundwasser 2021 (Nitrat-Kulisse) zum erhöhten Schutz der Gewässer nach NDüngGewNPVO 2023)

4.2 Biogas und Flächennutzung

Ein energiepolitisches Ziel Deutschlands ist es, im Jahre 2050 ca. 80 % des Energiebedarfs aus erneuerbaren Energien zu decken (BMW i 2020). Durch das seit dem Jahr 2000 bestehende Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) soll eine entsprechende Entwicklung vorangetrieben werden. Die EEG-Novelle 2004 (NawaRo-Bonus) und die EEG-Neuregelung von 2009 führten zu einem starken Anstieg der Anlagendichte. Die zusätzlichen Vergütungsansprüche für den Einsatz von nachwachsenden Rohstoffen 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.

Die Politik reagierte mit dem EEG 2012 auf die zunehmend kritische Diskussion um die Biogaserzeugung. Insbesondere sollen die negativen Folgen zunehmender Flächenkonkurrenz zur Lebensmittel- und Futtermittelproduktion aufgrund erhöhter Maisnutzung für energetische Zwecke begrenzt werden (BMELV 2012). Daher stärkte das EEG 2012 den Einsatz von Reststoffen aus der Landwirtschaft (Gülle, Mist), Landschaftspflegematerial, Waldrestholz und Gehölze aus Kurzumtriebsplantagen. Die NawaRo-, Gülle- und Landschaftspflegeboni wurden durch die Einsatzstoffvergütungsklassen I und II der Biomasseverordnung ersetzt. Die Vergütung des erzeugten Stroms war dabei abhängig von den nach Einsatzstoffvergütungsklassen eingesetzten Stoffen. Mais, Grünroggen und Gras waren der Vergütungsklasse I zugeordnet. Gülle, Mist, Landschaftspflegematerial usw. gehörten zur Einsatzstoffklasse II. Mit der höheren Vergütung gegenüber der Einsatzstoffklasse I sollte ein Anreiz zur Verwendung dieser Einsatzstoffe gegeben werden (BMELV 2012). Mit der Absenkung der Vergütung für Stoffe der Vergütungsklasse I wurde der übermäßigen Mais- und Getreidekornverwendung entgegengewirkt. Der Gesamt-

Anteil an Maissilage, Getreidekorn, Corn-Cob-Mix und Lieschkolbensilage wurde dabei auf 60 Massenprozent in einer Biogasanlage begrenzt.

Das EEG 2014 hat unter anderem die Steuerung des Anlagenzubaus zum Ziel (3N Kompetenzzentrum 2014). Insbesondere die Kosteneffizienz der Energiewende wurde in den Mittelpunkt gestellt (BMEL 2014). In der neuen Fassung entfällt der Technologiebonus für die Gasaufbereitung und neue Regelungen bzgl. der Höchstbemessungsleistung sind wirksam. Die Einsatzstoffvergütungsklassen I und II entfallen, sodass eine spezielle Förderung der Biogasproduktion aus Energiepflanzen entfällt (3N Kompetenzzentrum 2014). Ziel ist es, den Biogasanlagenzuba u auf Abfall- und Reststoffe zu begrenzen (BMEL 2014).

Seit Einführung der EEG 2017 wird die Vergütung des erneuerbaren Stroms über eine wettbewerbliche Ausschreibung geregelt, um eine Überförderung auszuschließen. Der sogenannte „Maisdeckel“, die Begrenzung des Einsatzes an Maissilagen in Biogasanlagen, wurde durch das EEG 2017 auf 44 Massenprozent und durch das EEG 2021 auf 40 Massenprozent abgesenkt.

Die regionale Verteilung der Biogasanlagen in Niedersachsen ist sehr unterschiedlich. Als Schwerpunktgebiet der Biogaserzeugung (Anlagenzahlen von 2018) kann neben den Landkreisen Emsland (178 Anlagen) der LK Rotenburg/Wümme (150 Anlagen) genannt werden, gefolgt vom LK Cloppenburg mit 117 Anlagen (3N-Kompetenzzentrum 2019). In Niedersachsen hat sich im Zeitraum von 2001 bis 2013 die Zahl der Biogasanlagen von 148 auf 1.546 mehr als verzehnfacht. Nach einer Phase mit einem starken Anlagenzuba u insbesondere zwischen 2009 und 2011 ist seit 2013 bis heute nur ein geringer Anlagenzuwachs zu verzeichnen (3 N Kompetenzzentrum 2019). Die landesweite Entwicklung zeigt sich auch im Einzugsgebiet Weser-Meerbach, wie in der untenstehenden Abbildung für den Landkreis Nienburg (Weser) exemplarisch gezeigt wird (Abb. 32).

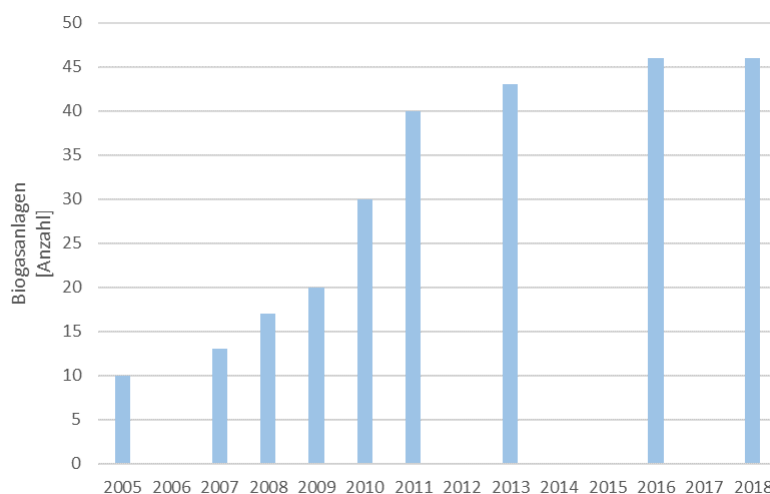


Abb. 32: Anzahl der Biogasanlagen im Landkreis Nienburg, Entwicklung von 2005 bis 2018 (3N Kompetenzzentrum 2007, 2012, 2014, 2017, 2019, LWK 2011).

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind nach Angaben des Energieatlas Niedersachsen (ML 2017) 41 Biogasanlagen mit einer Gesamtleistung von 21.761 kWel und einer durchschnittlichen Leistung von 530 kWel in Betrieb (Abb. 36, Tab. 9). Im Flächenanteil des LK Verden sind keine Biogasanlagen verortet. Ein regionaler Vergleich von Landnutzung und Biogasanlagenzahl lässt sich durch den Vergleich von installierter Leistung je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche herstellen (3N Kompetenzzentrum 2019). Die Bemessungsleistung für das gesamte Einzugsgebiet liegt mit 0,26 kWel/ha LF niedriger als der Durchschnitt Niedersachsens (0,32 kWel/ha LF). Lediglich der Flächenanteil des LK Diepholz innerhalb des Weser-Meerbach-Gebietes übersteigt mit 0,47 kWel/ha den Landesdurchschnitt. In fast allen LK-Flächenanteilen innerhalb des Einzugsgebietes Weser-

Meerbach ist die Bemessungsleistung niedriger als die durch das 3N-Kompetenzzentrum berechnete Leistung für den gesamten Landkreis (3N Kompetenzzentrum 2019). Lediglich in der Region Hannover übersteigt die Leistung pro Fläche den mit 0,17 kWel/ha berechneten Wert für den gesamten Landkreis. Für das Betreiben einer 500 kW-NawaRo-Anlage ist rechnerisch ein Flächenbedarf für das Ausbringen der Gärreste 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 0,32 ha pro Kilowattstunde (3N-Kompetenzzentrum 2019). Bei Berücksichtigung der Faustzahlen besteht im Bereich Weser-Meerbach ein Flächenbedarf von 6.964 ha, 8,6% der Gesamt-LF, für die Gärrestausbringung.

Tab. 9: Anzahl und Leistung der Biogasanlagen innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach auf Landkreisebene (berechnet aus Daten Energieatlas Niedersachsen Datenbestand 2017, eigene Berechnung).

Landkreis	Anlagen Anzahl	[kWel]	Leistung	
			Ø [kWel]	[kWel/ha LF]
Verden	0	-	-	-
Diepholz	11	5.716	519	0,47
Nienburg (Weser)	20	12.970	649	0,29
Region Hannover	4	950	238	0,23
Schaumburg	6	2.125	354	0,19
Gesamt	41	21.761	530	0,26

Die Entwicklung der Anbaukulturen hängt eng mit dem Zuwachs an Biogasanlagen zusammen und ist hier für das Einzugsgebiet exemplarisch für den LK Nienburg dargestellt. Der deutliche Anstieg des Silomaisanbaus insbesondere im Zeitraum von 2009 bis 2012 korreliert mit dem verstärkten Biogasanlagenausbau im LK Nienburg (Abb. 32, Abb. 33, Abb. 35). Die Stagnation der Maisanbaufläche ab 2012 ist auf die energiepolitische Trendwende durch das EEG 2012 zurückzuführen, welches die energetische Nutzung von Silomais deutlich eingeschränkt hat. Die Wende im Maisanbau ab 2012 verläuft mit einem parallelen Anstieg des

Wintergetreideanbaus (Polaschegg 2018). Die deutliche Abnahme des Grünlandanteils ist zum einen der Zunahme von Silomais für energetische Zwecke geschuldet, daneben wirkt sich jedoch auch eine verstärkte Umstellung der Rinder- und Milchviehhaltungen von Weide- in Stallhaltung aus. Ab 2011 kam es erneut zu einem verstärkten Grünlandumbruch, um aus förderrechtlichen Gründen den Ackerstatus der Flächen zu erhalten (Polaschegg 2018).

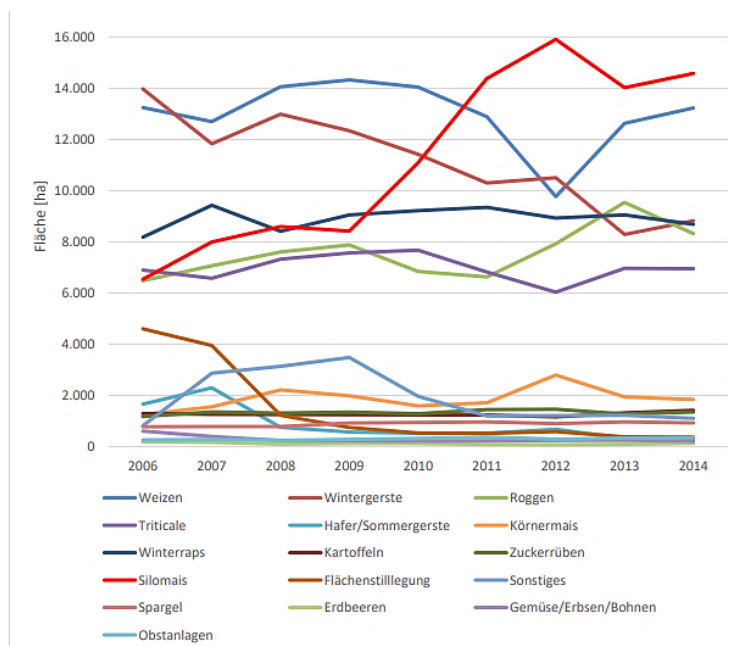


Abb. 33: Entwicklungen in den Anbaustrukturen nach Kulturen im LK Nienburg (Weser), (Polaschegg 2018).

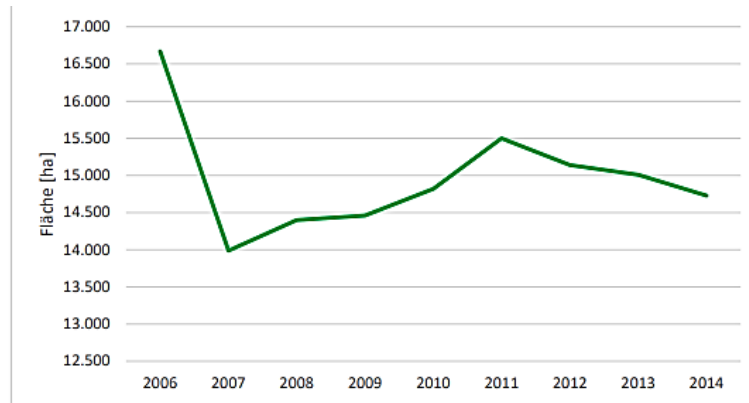


Abb. 34: Entwicklung der Grünlandfläche im LK Nienburg (Weser) (Polaschegg 2018).



Abb. 35: Biogasanlage mit Nutzung nachwachsender Rohstoffe.

Landkreise

- Verden
- Diepholz
- Nienburg (Weser)
- Region Hannover
- Schaumburg
- Hameln-Pyrmont, sehr geringer Flächenanteil

--- Grundwasserkörpergrenzen

Biogasanlagen (Stand 2017)

(Quelle: Energieatlas Niedersachsen, ML 2017)

elektrische Leistung (kWel)

- bis 250
- 250 - 500
- 500 - 750
- 750 - 1000
- 1000 - 2000

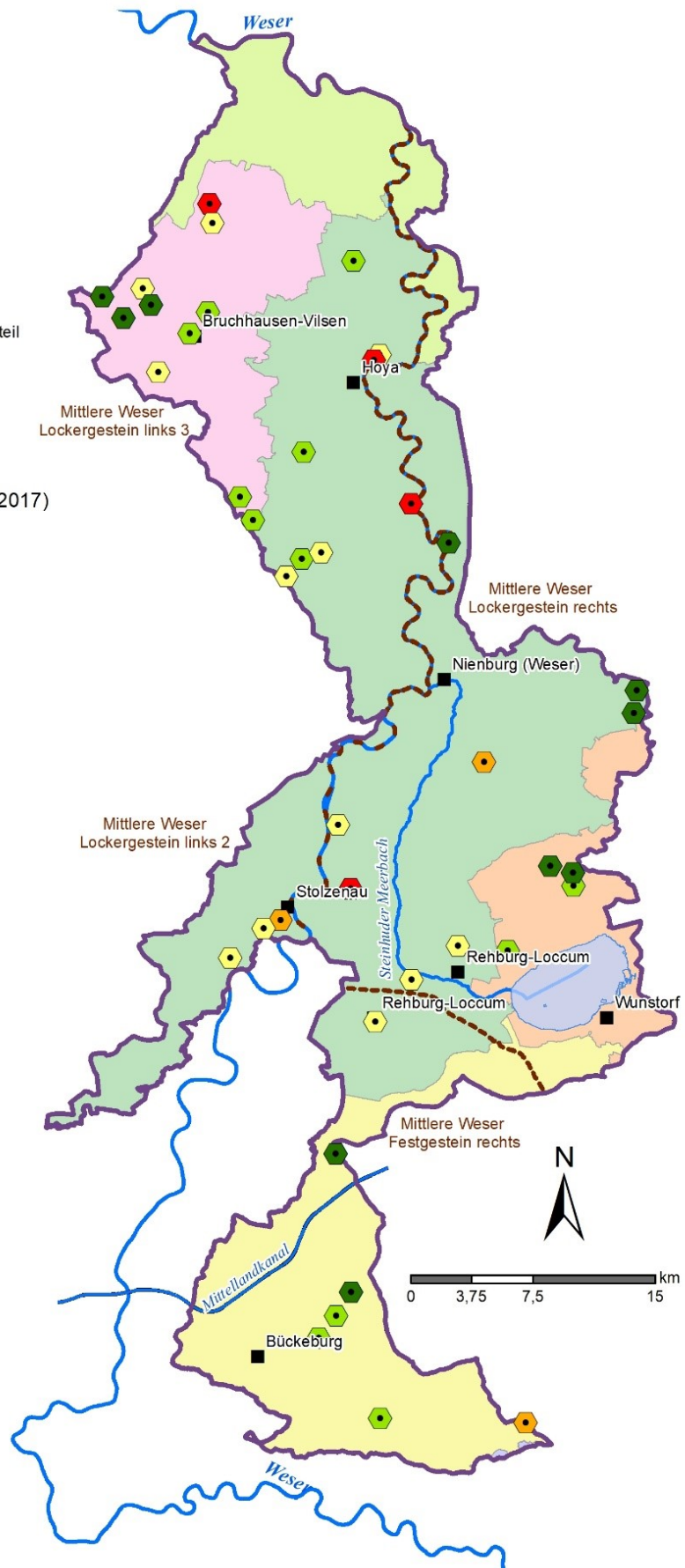


Abb. 36: Verteilung der Biogasanlagen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Kurzinformation: Kap. 4 Agrarwirtschaftliche Rahmenbedingungen

- Der Viehbesatz im Gebiet beträgt durchschnittlich 0,67 GV/ha LF
- Wintergetreide (43%) nimmt den größten Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche ein. Deutlich geringer sind die Anteile an Mais (20%) und Dauergrünland mit 16%.
- In den durch Dauergrünland geprägten Niederungsgebieten herrscht Futterbau vor.
- Rund 40% der LF sind als nitratsensibles Gebiet mit erhöhten düngerechtlichen Anforderungen ausgewiesen. Bei 2,4% der LF sind zusätzlich Maßnahmen zur Reduzierung der Eutrophierung im Einzugsbereich des Steinhuder Meeres notwendig.
- 41 Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von 21.761 kWel werden laut Energieatlas Niedersachsen (Datenbestand 2017) im Einzugsgebiet Weser-Meerbach betrieben.
- Die Leistung der Biogasanlagen pro Fläche ist mit 0,26 kWel/ha LF im landesweiten Vergleich niedrig.
- Rund 9% der LF des Einzugsgebietes wird rechnerisch für die Aufbringung von Gärresten benötigt.
- Der Zuwachs des Silomaisanbaus bis ca. 2012 korreliert mit dem Zuwachs an NawaRo-Biogasanlagen.

5 Grundwasserschutz

Ein allgemeines Ziel des Grundwasserschutzes ist es, das Grundwasser in weitgehend natürlicher Beschaffenheit für zukünftige Generationen zu bewahren. Die rechtliche Grundlage dafür bildet das Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts (WHG 2009), das durch das Niedersächsische Wassergesetz (NWG 2010) konkretisiert und ergänzt wird. Durch eine nachhaltige Gewässerbewirtschaftung sollen die oberirdischen Gewässer, Küsten- und Übergangsgewässer und das Grundwasser, als Bestandteil des Naturhaushaltes, als Lebensgrundlage des Menschen und als Lebensraum für Pflanzen und Tiere sowie als nutzbares Gut geschützt werden.

5.1 Landesweiter Grundwasserschutz gemäß EG-WRRL

Um die Ziele der EG-WRRL (2000) zu erreichen, ist es notwendig, die Schadstoffeinträge in das Grundwasser zu begrenzen und dort, wo es möglich ist, zu verhindern. Ebenfalls

Die Einführung der 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. Eine Vielzahl wasserrechtlicher Regelungen sind zu einem Ordnungsrahmen zusammengefasst und über die EG-Tochtrichtlinien hinsichtlich Grund- und Oberflächengewässerbelange (Grundwasserrichtlinie, EG-GWRL 2006) und Umweltqualitätsnormenrichtlinie, EG-UQNRL 2008) konkretisiert worden. Durch Änderung des WHG wurde die EG-WRRL 2000 in deutsches Recht umgesetzt. In der Grundwasserverordnung (GrwV 2010) und Oberflächengewässerverordnung (OGewV 2016) werden Anforderungen zum Schutz der Gewässer geregelt und die Vorgaben der oben genannten Tochtrichtlinien in deutsches Recht umgesetzt.

zu verhindern ist eine etwaige Verschlechterung des Grundwasserzustandes. Sollten steigende Belastungstrends nachgewiesen werden, sind diese umzukehren (Trendumkehr). Ziel ist es, den guten mengenmäßigen und chemischen Zustand bis 2015, aber spätestens bis 2027 zu erreichen. Zur Bewertung des guten chemischen Zustandes eines GWK sind in der GrwV 2010 Schwellenwerte festgelegt worden (Tab. 10).

Tab. 10: Schwellenwerte der GrwV (GrwV 2010, Anlage 2).

Stoffe und Stoffgruppen	CAS-Nr. ¹	Schwellenwert	Ableitungskriterium
Nitrat (NO ₃)	14797-55-8	50 mg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln einschließlich der relevanten Metaboliten ^{2, 5} , Biozid-Wirkstoffe einschließlich relevanter Stoffwechsel- oder Abbau- bzw. Reaktionsprodukte sowie bedenkliche Stoffe in Biozidprodukten ^{2, 5}	–	jeweils 0,1 µg/l insgesamt ⁴ 0,5 µg/l	Grundwasserqualitätsnorm gemäß Richtlinie 2006/118/EG
Arsen (As) ⁵	7440-38-2	10 µg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter
Cadmium (Cd) ⁵	7440-43-9	0,5 µg/l	Hintergrundwert
Blei (Pb) ⁵	7439-92-1	10 µg/l	Trinkwassergrenzwert für chemische Parameter
Quecksilber (Hg) ⁵	7439-97-6	0,2 µg/l	Hintergrundwert
Ammonium (NH ₄ ⁺)	7664-41-7	0,5 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Chlorid (Cl ⁻)	168876-00-6	250 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Nitrit (NO ₂)	14797-65-0	0,5 mg/l	Trinkwasser-Grenzwert für chemische Parameter (Anlage 2 Teil II der Trinkwasserverordnung)
ortho-Phosphat (PO ₄ ³⁻)	14265-44-2	0,5 mg/l	Hintergrundwert
Sulfat (SO ₄ ²⁻)	14808-79-8	250 mg/l	Trinkwassergrenzwert für Indikatorparameter
Summe aus Tri- und Tetrachlorethen	79-01-6 127-18-4	10 µg/l	Trinkwassergrenzwert für chemische Parameter

¹ Chemical Abstracts Service, Internationale Registrierungsnummer für chemische Stoffe.

² Nach Artikel 2 Absatz 2 und Artikel 3 Nummer 32 der Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Oktober 2009 über das Inverkehrbringen von Pflanzenschutzmitteln und zur Aufhebung der Richtlinien 79/117/EWG und 91/414/EWG des Rates (ABl. L 309 vom 24.11.2009, S. 1), die zuletzt durch die Verordnung (EU) Nr. 652/2014 (ABl. L 189 vom 27.6.2014, S. 1) geändert worden ist, in der jeweils geltenden Fassung.

³ Nach Artikel 3 Absatz 1 Buchstabe f) der Verordnung (EU) Nr. 528/2012 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 22. Mai 2012 über die Bereitstellung auf dem Markt und die Verwendung von Biozidprodukten (ABl. L 167 vom 27.6.2012, S. 1) in der jeweils geltenden Fassung.

⁴ „Insgesamt“ bedeutet die Summe aller einzelnen bei dem Überwachungsverfahren nachgewiesenen und mengenmäßig bestimmten Wirkstoffgehalte von Pflanzenschutzmitteln und Biozidprodukten, einschließlich relevanter Stoffwechsel-, Abbau- und Reaktionsprodukte sowie bedenklicher Stoffe in Biozid-Produkten.

⁵ Die betroffenen Stoffe und Stoffgruppen sind nach Membranfiltration mit geeignetem Material mit einer Porengröße von 0,45 µm zu analysieren. Die Membranfiltration kann entfallen, wenn die direkte Gewinnung der Proben aus dem Grundwasser zu vergleichbaren Ergebnissen führt.

Grundlage der Bewertung sind die Messergebnisse des WRRL-Überblicksmessnetzes sowie zusätzlich für den Parameter Nitrat die Abschätzung der Nitrat-Emission. Der chemische Zustand ist gut, wenn die festgelegten Schwellenwerte an den Messstellen eingehalten werden und anthropogene Ursachen für Schadstoffeinträge ausgeschlossen werden können. Durch das Grundwasser darf keine Verschlechterung des ökologischen oder chemischen Zustandes der Oberflächengewässer hervorgerufen werden. Grundwasserabhängige Landökosysteme dürfen nicht durch Grundwasserbelastungen geschädigt werden. Ein guter mengenmäßiger Zustand im Grundwasser liegt vor, wenn keine Übernutzung des Grundwassers stattfindet. Grundwasserentnahmen dürfen das nutzbare Grundwasserangebot nicht überschreiten. Anthropogen hervorgerufene Änderungen des Grundwasserstandes dürfen nicht die mit dem Grundwasser in Verbindung stehenden Oberflächengewässer beeinträchtigen oder abhängige Landökosysteme schädigen. Ein Zustrom von Salzwasser oder anderen Intrusionen muss ausgeschlossen sein.

Die Aufstellung eines Bewirtschaftungsplans als Umsetzungs- und Kontrollinstrument ist das zentrale Element bei der Umsetzung der WRRL. Planungsebene ist die jeweilige Flussgebietseinheit. Für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist dies die Flussgebietseinheit Weser. 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 und es wird eine Analyse zur Wassernutzung durchgeführt. Der chemische und mengenmäßige Zustand wird anhand eines Monitoringprogramms überwacht. Dazu ist ein Überblicksmessnetz installiert worden, das der Beobachtung langfristiger Trends dient (NLWKN 2014). Das Grundprogramm wird jährlich, das Ergänzungsprogramm alle drei Jahre durchgeführt. Die Messstellen des operativen Monitorings sind problemorientiert angelegt (NLWKN 2014). Bei Messstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l wird das Grundprogramm ein weiteres Mal im Herbst durchgeführt. Belastungsparameter des Ergänzungsprogramms werden jährlich untersucht.

Auf Grundlage der festgestellten Belastungen und der Zustandsbewertung werden Maßnahmenprogramme mit dem Ziel, einen guten Gewässerzustand zu erreichen, aufgestellt. Diese Programme beinhalten neben grundlegenden

Maßnahmen zusätzliche, sogenannte ergänzende Maßnahmen. Mit grundlegenden Maßnahmen sollen die zu erfüllenden Mindestanforderungen durch die Umsetzung der Rechtsvorschriften eingehalten werden. Die Einhaltung der Vorgaben der Düngeverordnung stellt dabei eine wichtige Grundlage dar. Zusätzlich zu den gesetzlichen Vorgaben werden ergänzende Maßnahmen angeboten, die sich aus Agrarumweltmaßnahmen und einer Beratung für Landwirte zur Verbesserung der Nährstoffeffizienz zusammensetzen.

Alle Grundwasserkörper in Niedersachsen sind erstmalig 2009 hinsichtlich ihres mengenmäßigen und chemischen Zustandes bewertet worden. Eine Aktualisierung der Bewertung erfolgt gem. Richtlinie alle 6 Jahre und ist nach 2015 aktuell für 2021 durchgeführt worden. Die nachfolgenden Angaben über die Zustandsbewertung und die Bewirtschaftungsmaßnahmen nach EG-WRRL 2000 basieren auf dem Bewirtschaftungsplan 2021. Hauptinstrument der mengenmäßigen Bewertung der Grundwasserkörper ist die Ganglinienauswertung nach dem Grimm-Strele Verfahren (NLWKN 2013a). Für ganz Niedersachsen, also auch für die GWK im niedersächsischen Teil des Einzugsgebietes Weser-Meerbach, konnte in Hinblick auf die Bewertung 2015 ein guter mengenmäßiger Zustand der Grundwasserkörper festgestellt werden. Dies hat sich für die Bewertung 2021 bestätigt. Die Bewertung des chemischen Zustandes deckte in einer Vielzahl von niedersächsischen GWK Probleme auf. Landesweit konnten 2015 nur 65 von 123 GWK als im guten Zustand befindlich bewertet werden. 58 GWK befinden sich in einem schlechten chemischen Zustand. Die Bewertung 2021 attestiert 8 GWK seit 2015 eine Veränderung zum guten Zustand. Bei 6 GWK ist eine Verschlechterung des chemischen Zustandes eingetreten.

Für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach hat sich der schlechte chemische Zustand für die GWK Mittlere Weser Lockergestein 3 und Mittlere Weser Lockergestein bestätigt. Allerdings sind im GWK Mittlere Weser Lockergestein 3 neben Nitrat zusätzliche Belastungen durch Cadmium und PSM aufgetreten (Abb. 37). Neu ist, dass neben Wirkstoffen und rM auch nrM zur Beurteilung des Grundwasserzustandes herangezogen werden. In der aktuellen Bewertung ist eine Verschlechterung des chemischen Zustandes im GWK Mittlere Weser Lockergestein 2 durch Nitrat zu verzeichnen. Dem Festgesteins-GWK Mittlere Weser Festgestein links wurde der gute Zustand bestätigt.

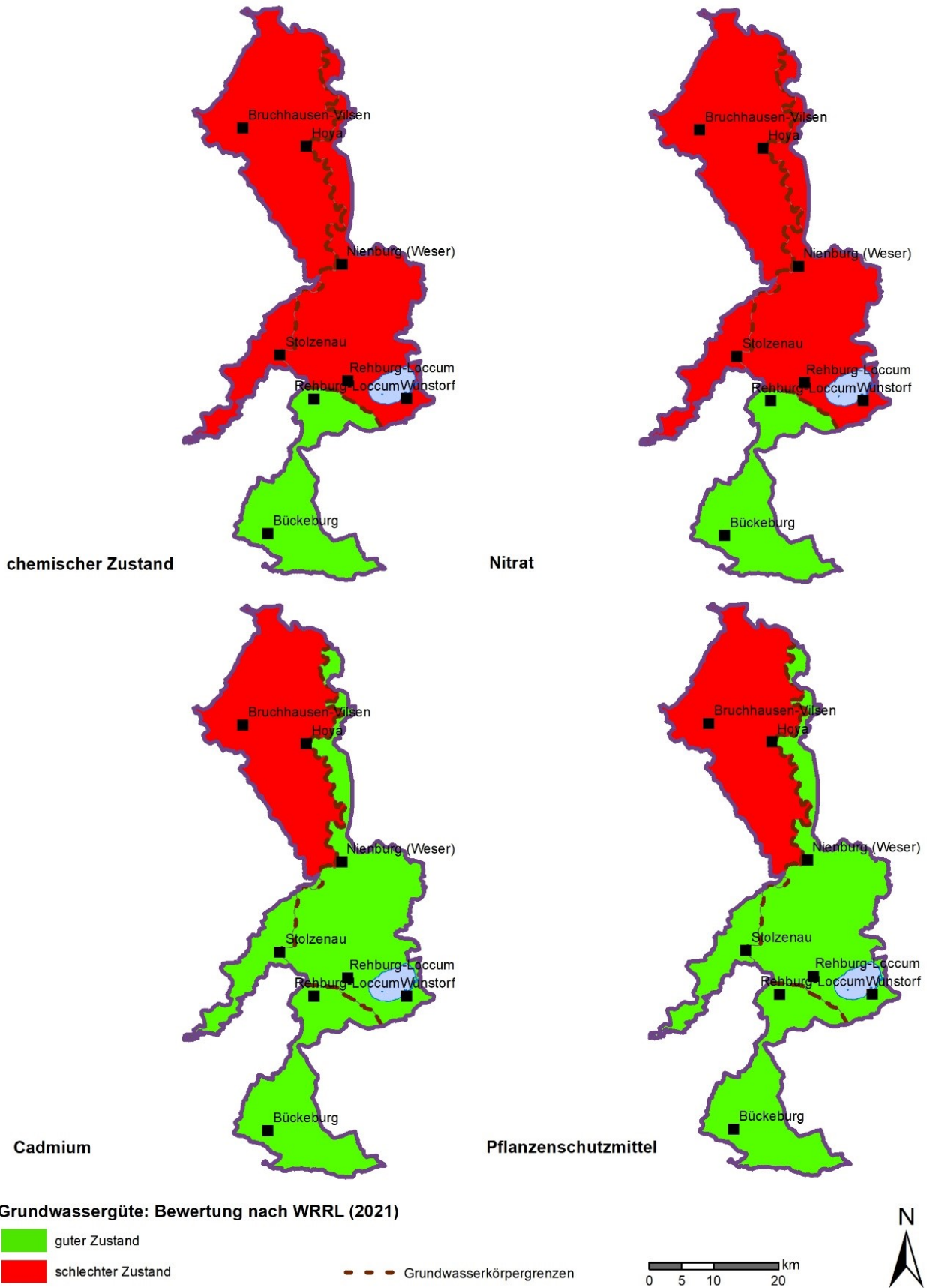


Abb. 37: Chemische Bewertung 2021 der Grundwasserkörper im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Maßnahmenprogramm und Bewirtschaftungsplan

Gemäß der EG-WRRRL 2000 müssen auf Ebene der Flussgebiete Maßnahmenprogramme (WRRRL Artikel 11) und Bewirtschaftungspläne (WRRRL Artikel 13) festgelegt werden, um die Umweltziele zu erreichen. Maßnahmenprogramm und Bewirtschaftungsplan sind erstmalig 2009 aufgestellt und nach 2015 aktuell 2021 nach einer Beteiligung der Öffentlichkeit aktualisiert worden. Für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach als Teil der Flussgebietseinheit Weser hat das Maßnahmenprogramm des Flussgebiets Weser Gültigkeit.

Die EG-WRRRL 2000 gibt den Mitgliedsstaaten vor, in ihren Maßnahmenprogrammen sowohl grundlegende Maßnahmen - wie die Umsetzung des Ordnungsrechtes - als auch ergänzende Maßnahmen zu integrieren.

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

Bundesrecht:

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

Landesrecht:

- Niedersächsisches Wassergesetz

Ergänzende Maßnahmen müssen zusätzlich zu den grundlegenden Maßnahmen ergriffen werden. Die EG-WRRRL 2000 benennt dazu eine nicht abschließende Liste mit Vorschlägen wie z.B. Rechtsinstrumente, administrative, wirtschaftliche und steuerliche Maßnahmen, Emissions- bzw. Entnahmebegrenzungen, Förderung einer angepassten landwirtschaftlichen Produktion, Fortbildungsmaßnahmen und weiteres.

Die niedersächsische Vorgehensweise zur Umsetzung grundlegender und ergänzender Maßnahmen im Grundwasser sieht vier Bausteine vor:

Grundlegend:

Gewässerschutzberatung Landwirtschaft

Zur Erreichung eines guten Gewässerzustandes ist seit 2010 im Auftrag des MU durch den NLWKN eine Gewässerschutzberatung als konzeptionelle Maßnahme innerhalb der EG-WRRRL-Zielkulisse installiert worden. Gestartet wurde mit einer Grundwasserberatung mit dem Ziel landwirtschaftliche Nitratreinträge zu verringern. Ab 2014 erfolgte eine Ausweitung der Beratung in ausgewählten Räumen als „Kombinierte Gewässerschutzberatung“ in Grund-

- Ordnungsrecht: Düngeverordnung, Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten (siehe auch Kap. 5.2), Meldeverordnung in Bezug auf Wirtschaftsdünger, Herbstlerlass zur Spezifizierung der Düngeverordnung hinsichtlich des Düngebedarfs im Herbst

Ergänzend:

- Agrarumweltmaßnahmen: Angebot von freiwilligen Maßnahmen zu einer grundwasserschonenden Landbewirtschaftung
- Gewässerschutzberatung: Beratung zu einem effizienten Nährstoffeinsatz
- Erfolgsmonitoring: Überprüfung von Umsetzungsgrad und Effektivität von Maßnahmen und fortlaufende Optimierung des Maßnahmenprogramms

Haupteintragsquelle für Nitrat sind Stickstoffüberschüsse aus der Landwirtschaft. Der Schwerpunkt der Maßnahmenumsetzung liegt daher in der Reduktion des Nitratreintrages aus dem Agrarsektor. Dazu wurde ab 2009 eine Zielkulisse „Nitratreduktion“ innerhalb der Belastungsregionen ausgewiesen, in der ab 2010 eine Gewässerschutzberatung installiert wurde (Abb. 38). Hinsichtlich des Parameters Cadmium werden in der Kulisse Gewässerschutz vorerst konzeptionelle Maßnahmen durchgeführt. Neben zusätzlichen Untersuchungen zur Verbesserung der Datenlage stehen Fundaufklärungen und Recherchen zur Herkunft der Belastungen an.

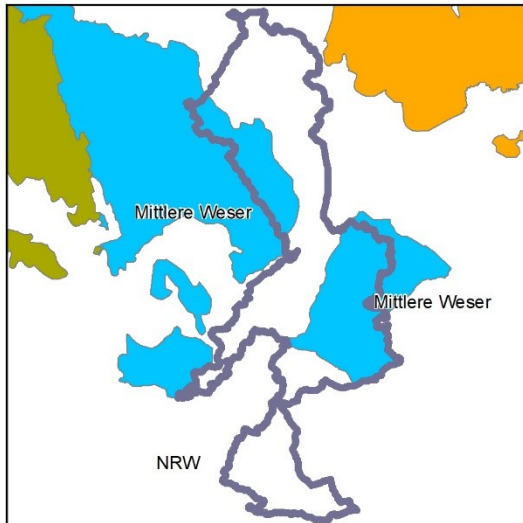
In 2010 ist landesweit mit der Maßnahmenumsetzung in der Zielkulisse „Nitratreduktion“ (Abb. 38) begonnen worden. In der Förderperiode 2023 – 2027 werden landesweit Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) unterschiedlicher Förderschwerpunkte angeboten, darunter nachhaltige und naturschutzgerechte Nutzung von Ackerflächen (AN), Blüh- und Schutzstreifen, Hecken (BF), nachhaltige und naturschutzgerechte Grünlandnutzung (GN). Daneben können Maßnahmen zum Klimaschutz (BK), zum Schutz Besonderer Biotoptypen (BB) und zum Schutz Nordischer Gastvögel (NG) (ML und MU 2023) umgesetzt werden. In der Förderkulisse „Wasserschutz“, die sowohl die Gebiete zur Maßnahmenumsetzung nach WRRRL als auch Trinkwasserschutzgebiete umfasst, kann die Betriebliche Verpflichtung BV3 Zusatzförderung Wasserschutz im Rahmen des Ökologischen Landbaus abgeschlossen werden. Die Maßnahme ist nur für Betriebe offen, die an BV1 „Ökologischer Landbau“ teilnehmen.

und Oberflächengewässer zur Verringerung der landwirtschaftlichen Nährstoffeinträge (Stickstoff und Phosphor). Ab 2016 kam eine Gewässerschutzberatung in ausgewählten Einzugsgebieten belasteter Seen hinzu. Im Beratungszeitraum 2019 – 2023 kam es zu einer deutlichen Erweiterung der Beratungskulisse. Ab Dezember 2023 ist der aktuelle Beratungszeitraum gestartet, wobei nochmals eine Kulissenerweiterung vorgenommen wurde. Kulissenweit findet nun eine kombinierte Gewässerschutzberatung hinsichtlich N- und P-Reduktion statt. Die Nährstoffberatung wird ergänzt

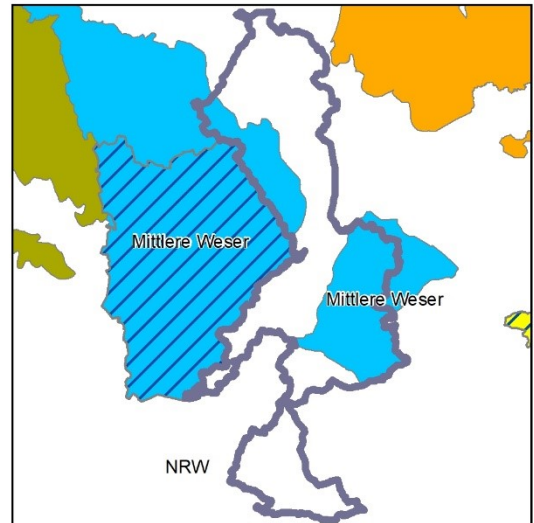
durch Beratung zu einem nachhaltigen Pflanzenschutzmitteleinsatz und Alternativen und einer Beratung zum Wassermengenmanagement. In ausgewählten Räumen findet eine Beratung zur Bewirtschaftung von Moorstandorten statt. Teil der Beratung sind die freiwilligen GAP-Maßnahmen (Ökoregelungen) mit Gewässeraspect. In 19 Beratungsgebieten sind aktuell vier Beratungsträger tätig. Neben Niedersachsen befinden sich in der Kulisse auch Flächenanteile Bremens und Hamburgs. TWGG werden von der Beratung nach EG-WRRL 2000 ausgeklammert. Hier findet eine gesonderte Beratung zum Trinkwasserschutz (Kap. 5.2) statt. Näheres zu den Anforderungen der EG-WRRL 2000 an den Gewässerschutz kann dem Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz (NLWKN 2015a) entnommen

werden. Innerhalb der Gesamtkulisse stehen 5,83 Mio.€ jährlich für die Beratung zur Verfügung. Gefördert werden Beratungsleistungen, die über die Vorgaben des Ordnungsrechtes hinausgehen.

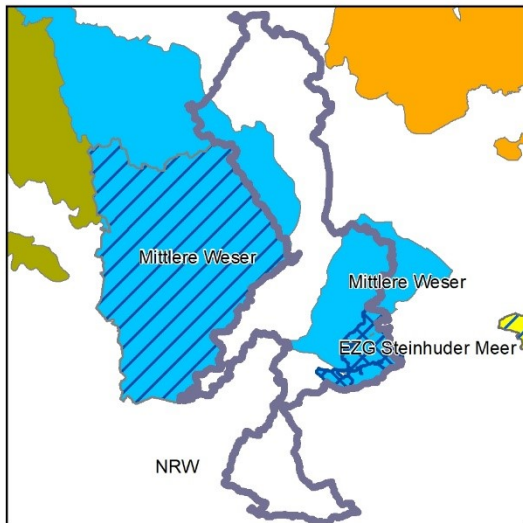
Die Lockergesteinsbereiche des Einzugsgebietes Weser-Meerbach sind Bestandteil der Beratungskulisse nach Wasserrahmenrichtlinie (Abb. 38). In den Beratungsgebieten Mittlere Weser und Weser/Leine mit Einzugsgebiet Steinhuder Meer, ist das Ingenieurbüro INGUS als Beratungsunternehmen tätig. Der Festgesteinsbereich des Einzugsgebietes ist hinsichtlich der Nitratbelastungen als im guten Zustand befindlich bewertet worden, sodass hier keine WRRL-Gewässerschutzberatung installiert ist.



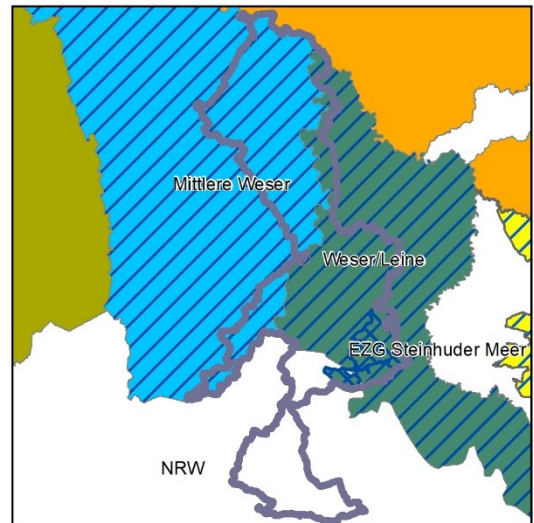
Beratungszeitraum 2010 - 2013



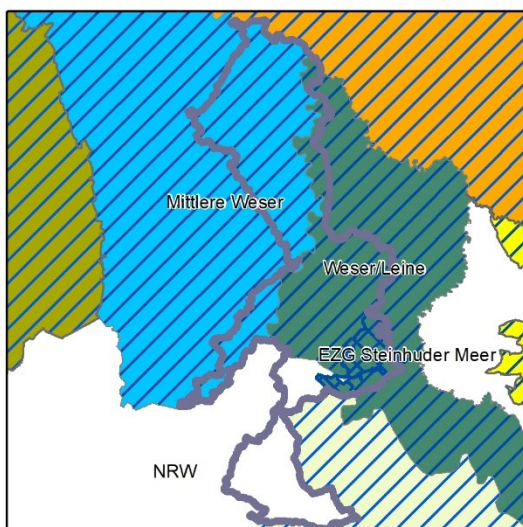
Beratungszeitraum 2014 - 2015



Beratungszeitraum 2016 - 2018



Beratungszeitraum 2019 - Dezember 2023



Beratungszeitraum ab Dezember 2023 - 2027

Gewässerschutzberatung nach EG-WRRL

(Quelle: Geodaten, NLWKN)

**Beratungsgebiet im Bereich
Weser-Meerbach**

- Aller Links
- Hunte
- Mittlere Weser
- Untere Aller
- Weser/Leine
- Leine links

Beratungsart

- N-Beratung
- kombinierte N- und P-Beratung
- EZG Steinhuder Meer
- Einzugsgebiet Weser-Meerbach
- Landesgrenze



Abb. 38: Entwicklung der EG-WRRL Gewässerschutzberatung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

5.2 Trinkwasserschutz

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

Für das Trinkwasser, das für den menschlichen Gebrauch vorgesehen ist, gelten besondere wasserwirtschaftliche Bestimmungen (WHG § 50 - § 52). Das WHG 2009 sieht die Festsetzung von WSG vor, in denen besondere Anforderungen an die Reinhaltung des Grundwassers gestellt werden. Eine Konkretisierung der Vorgaben erfolgt durch das NWG 2010. Nach § 91 des NWG können durch Rechtsverordnung zum Wohle der Allgemeinheit WSG festgesetzt werden, in denen besondere Schutzbestimmungen eingehalten werden müssen. Dies ist nötig, um das Grundwasser im Gewinnungs- bzw. Einzugsgebiet einer Entnahme für Trinkwasserzwecke vor nachteiligen Einwirkungen zu schützen. Ein vorrangiges Ziel der Landesregierung ist es, alle Einzugsgebiete der öffentlichen Wasserversorgung als WSG auszuweisen. WSG werden nach DVGW Arbeitsblatt W 101 (DVGW 2006) 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 durch Schutzbestimmungen in einer Wasserschutzgebietsverordnung (WSG-VO) festgelegt. Ein Mindeststandard von Anforderungen wird durch die Verordnung über Schutzbestimmungen in WSG (SchuVO, 2009) vorgegeben. Weitergehende Schutzbestimmungen können individuell auf das Schutzbedürfnis des jeweiligen WSG abgestimmt werden. Die aus den Vorgaben resultierenden Einschränkungen oder ein entstehender Mehraufwand werden durch Ausgleichszahlungen abgedeckt (§ 93 NWG). Für die Ausweisung von WSG und die Einhaltung der WSG-VO sind in Niedersachsen die Unteren Wasserbehörden der Landkreise, der Region Hannover, der kreisfreien Städte und großen Städte verantwortlich (NLWKN 2013b). Nicht alle TWGG sind bisher als WSG festgesetzt worden. Es können jedoch auch in den Gewinnungsgebieten ohne WSG-VO Maßnahmen zum Schutz des Grundwassers durchgeführt werden (NWG § 28).

Die TWGG bzw. WSG, die im Prioritätenprogramm (siehe unten) berücksichtigt werden, nehmen mit einer Gesamtfläche von 3.292 ha insgesamt einen Flächenanteil von 24% im Einzugsgebiet Weser-Meerbach ein (Stand 2022). In der untenstehenden Tabelle (Tab. 11) sind zu den einzelnen TWGG/ WSG Informationen wie Wasserrecht, Flächengröße und Nutzung sowie der Gefährdungszustand zusammengestellt.

Bei Bad Eilsen, südlich von Bückeburg, befindet sich außerdem das gleichnamige Heilquellenschutzgebiet mit vier staatlich anerkannten schwefelhaltigen Heilquellen.

Tab. 11: Kenndaten der nach PP relevanten Trinkwassergewinnungsgebiete im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Gebietsname	WVU	Kooperation	Zustand	PP	WR [Mio. m ³]	Fläche Gesamt- gebiet [ha]	Weser- Meerbach Anteil [%]
Drakenburg	WV an der Führse	Dümmer/Hunte/ Weser	WSG	B2	0,80	354	31
Hohenholz	WV Nordschaumburg	Schaumburg	WSG	B2	1,4	1969	18
Hoya	WV SG Grafschaft Hoya	Dümmer/Hunte/ Weser	TWGG/WSG	B1	1,1	669	100
Nienburg	Stadtwerke Nienburg/Weser GmbH	Dümmer/Hunte/ Weser	WSG	B2	1,8	946	100
Ölbergen/ Bodenengern	WV Nordschaumburg	Schaumburg	TWGG	B2	0,07/0,006	699	96
Rolfshagen	WV Nordschaumburg	Schaumburg	WSG	B1	0,114	94	100
Schneeren	Harzwasserwerke GmbH	Hagen/Schneeren	WSG	B2	2,8*	768	16
Stolzenau	WVB Stolzenau	Dümmer/Hunte/ Weser	TWGG	B1	0,50	412	54
Sülbeck	Stadtwerke Schaumburg-Lippe GmbH	IG Weser	TWGG	B1	0,069	149	76

* Entnahmen außerhalb des Einzugsgebietes

Maßnahmen

Da Grundwasser überwiegend in ländlichen Regionen als Trinkwasser gefördert wird, ist eine enge Kooperation zwischen Wasserwirtschaft und Landwirtschaft die Grundvoraussetzung für einen erfolgreichen vorsorgenden Grund- bzw. Trinkwasserschutz. Dabei liegt der Schwerpunkt in der Verminderung der Nitrateinträge in das Grundwasser. Nachweise von Pflanzenschutzmitteln und ihren Metaboliten sowie Arzneimitteln im Rohwasser geraten zunehmend in die Diskussion.

Im Jahr 1992 wurde die Erhebung einer Wasserentnahmegebühr im NWG gesetzlich verankert und die Verwendung der Mittel geregelt. Der § 28 NWG ermöglicht eine Verwendung der Gelder für eine zusätzliche gewässerschutzorientierte Beratung der land- oder forstwirtschaftlichen oder erwerbsgärtnerischen Nutzer (Zusatzberatung). Für Flächen in Trinkwassergewinnungsgebieten ist ein Ausgleich von wirtschaftlichen Nachteilen aufgrund von vertraglich vereinbarten Einschränkungen in Form von „Freiwilligen Vereinbarungen“ (FV) möglich. Zuwendungen für die Gewässerschutzberatung können im Rahmen des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) gewährt werden (ELER-RL 2021). Neben der Beratung der Land- und Forstwirtschaft sowie des Produktionsgartenbaus mit begleitenden Untersuchungen, erforderlichen Planungen und Konzepten sind Informations- und Qualifizierungsleistungen sowie unterstützende Öffentlichkeitsarbeit förderfähig. Daneben können Modell- und Pilotprojekte gefördert werden, soweit sie zur Einführung von Landbewirtschaftungsverfahren zur Reduzierung von Einträgen aus Land- und Forstwirtschaft oder der Verbesserung von Maßnahmen oder Erfolgsbewertungen zum Gewässerschutz beitragen (ELER-RL 2021).

Die Gewährung der Finanzhilfe für die oben genannten Maßnahmen setzt voraus, dass Wasserversorger und Landbewirtschaftler gleichberechtigt in einer Kooperation zusammenarbeiten und sich in einem Schutzkonzept auf Ziele und Erfolgsindikatoren einigen. Dies gründet auf die Kooperationsverordnung (FHkoopSchTrinkWGebV ND 2007) Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten, die zum 01.01.2024 außer Kraft getreten ist. Da eine Finanzhilfe nur gewährt wird, wenn die Kosten für die Umsetzung des Schutzkonzeptes einen Schwellenbetrag überschreiten, haben sich einzelne WVU oder kleinere Kooperationen zu größeren Kooperationen zusammengeschlossen (NLWKN 2012). Im Flusseinzugsgebiet Weser-Meerbach sind die Kooperationen Dümmer/Hunte/Weser, Schaumburg und IG Weser vertreten (Abb. 39). Nähere Informationen zum Kooperationsprogramm werden in der NLWKN-Veröffentlichung „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen, Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse“ vorgestellt (NLWKN 2023a).

Die Fördermittelzuteilung für Maßnahmen und Beratung in den einzelnen TWGG erfolgt mit Hilfe des Prioritätenprogramms (PP) durch Festlegung von Handlungsprioritäten nach fachlichen Gesichtspunkten wie Sickerwasser- oder Grundwasserbelastung, Nitratkonzentrationen im Rohwasser der Trinkwassergewinnung und potentiell Stickstoffeintrag (MU 2022). Dazu werden Handlungsbereiche unterschiedlicher Priorität wie Sicherung (A-Gebiet), Sanierung (C-Gebiet) oder Verbesserung (B-Gebiet) eingestuft:

- Als A-Gebiete werden Gebiete mit berechneten potentiellen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser unter 25 mg/l definiert.
- In C-Gebieten werden die fördermengengewichteten Nitratkonzentrationen im Rohwasser von 25 mg/l überschritten oder eine Überschreitung wird in naher

Zukunft erwartet. Außerdem können erhöhte Sulfatgehalte und Pflanzenschutzmittelfunde zu einer Einstufung als C-Gebiet führen.

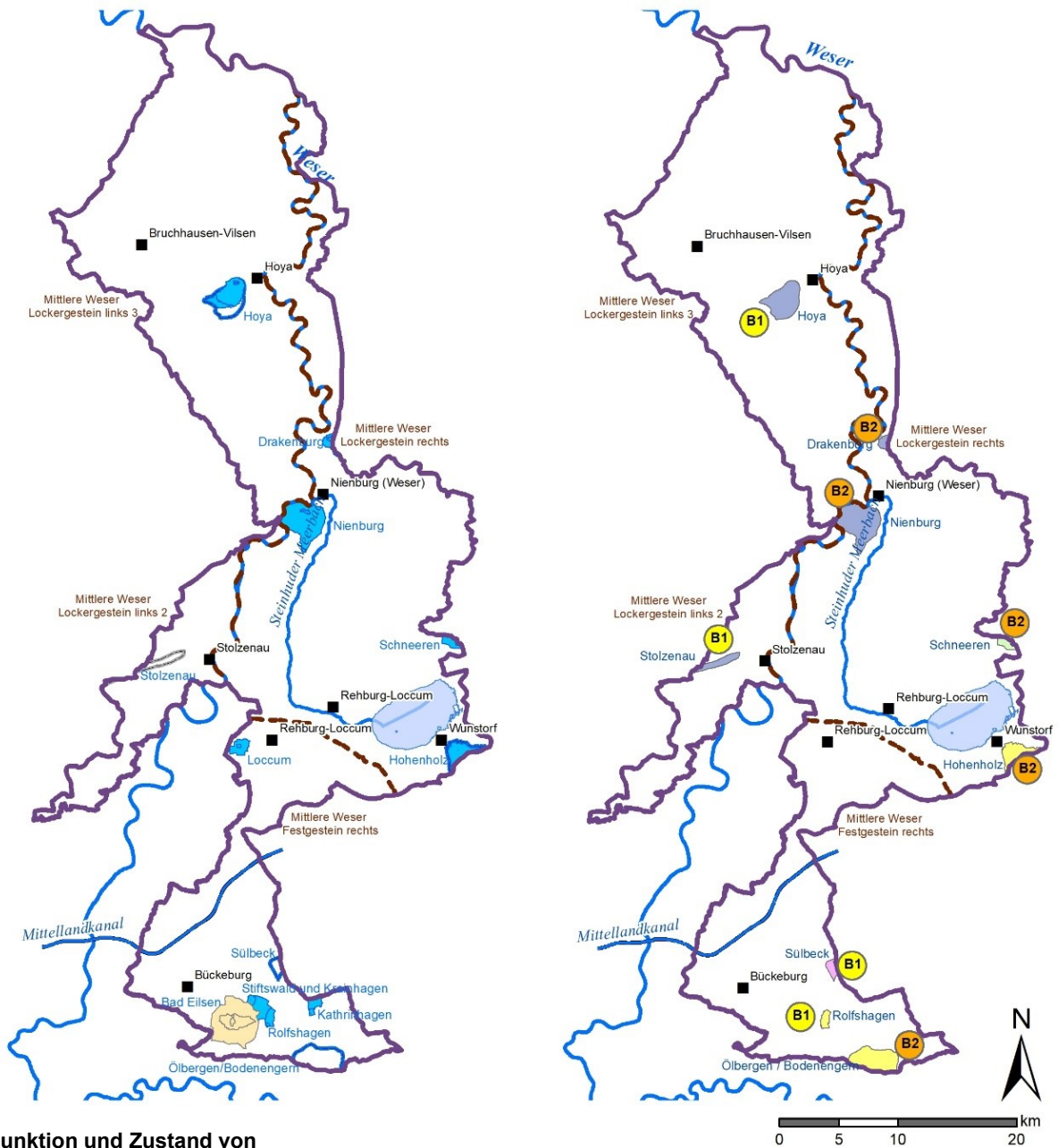
- Als B-Gebiete werden Gebiete definiert, für die eine potentielle Nitratkonzentration im Sickerwasser über 25 mg/l berechnet werden konnte, die jedoch im Rohwasser nicht 25 mg/l Nitrat überschreiten. Es erfolgt eine Differenzierung zwischen B1 und B2.
 - Eine Eingruppierung nach B1 erfolgt, wenn keine oder nur geringfügige Nitratbelastungen im Rohwasser und keine oder nur mittlere Nitratbelastungen im Grundwasser (ausgenommen Festgestein) festgestellt wurden.
 - Nach B2 werden Gebiete eingestuft, die Nitratbelastungen im Rohwasser und Nitratbelastungen im Grundwasser (ausgenommen Festgestein) aufweisen. Daneben können sonstige Belastungen (Kalium, PSM, Keime usw.) zu einer Eingruppierung in B2 führen.

Die Liste mit allen am PP beteiligten TWGG mit Angaben zu Handlungsbereichen und landwirtschaftlicher Nutzfläche wird in regelmäßigen Abständen durch den GLD des NLWKN aktualisiert (NLWKN 2023a). Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind alle Trinkwassergewinnungsgebiete in die Priorität B1 bzw. B2 eingestuft (Tab. 11, Abb. 39). Informations- und Beratungsleistungen sind neben konkreten Flächenmaßnahmen Bestandteil für die Umsetzung von Gewässerschutzmaßnahmen. Die grundwasserschutzorientierte Zusatzberatung von Landwirten, Gartenbaubetrieben und Forstwirten wird durch Mittel der Wasserentnahmegebühr gefördert und ist durch EU-Gelder kofinanziert. Die WVU legen dazu ein aussagekräftiges Beratungskonzept vor. Die Gewässerschutzberatung in den TWGG des Einzugsgebietes Weser-Meerbach erfolgt im Auftrag

der zuständigen WVU. In Schneeren und Sülbeck führt das Büro Gerics Ingenieure GmbH (Gerics) die Beratung durch, in den übrigen Gebieten ist die Landwirtschaftskammer Niedersachsen beratend tätig. Die Beratung ist für die landwirtschaftlichen Betriebe kostenfrei. Das Angebot der Gewässerschutzberatung beinhaltet Veranstaltungen, Feldversuche, Rundschreiben, Gruppenberatungen und eine einzelbetriebliche Beratung. Dazu gehören u.a. die Erstellung von Düngeplanungen und die Durchführung von Wirtschaftsdüngeranalysen. Über Pflanzenanalysen (z. B. Nitratcheck) kann eine vegetationsbegleitende Düngeberatung durchgeführt werden, bei der auch Fragen zur Optimierung der Bodenbearbeitung und Beratung zu einem grundwasserschonenden Pflanzenschutzmitteleinsatz beantwortet werden. Ein wichtiges Thema der Beratung ist der Abschluss von FV zur Reduzierung des Stickstoffaustrages.

Um landesweit einheitliche Standards in der Beratung sicher zu stellen, hat der NLWKN das Anwenderhandbuch für die **Gewässerschutzberatung** in aktualisierter Fassung herausgegeben (NLWKN 2015). Die Vorgehensweise zur Maßnahmenplanung und ihre Umsetzung sowie die Methoden zur Erfolgskontrolle werden hier ausführlich beschrieben. Landesweit wurden im Jahre 2020 in TWGG insgesamt 6,55 Mio. Euro, dies sind rund 23 €/ha LF (landwirtschaftlich genutzte Fläche), für die Wasserschutzzusatzberatung verwendet (NLWKN 2023a).

Modell- und Pilotprojekte zum Grund- und Trinkwasserschutz werden wie die Zusatzberatung aus Geldern der Wasserentnahmegebühr des Landes und aus EU-Mitteln finanziert. Ziel dieser Projekte ist die Erforschung einer auf den Grundwasserschutz ausgerichteten Land- und Forstwirtschaft, um so zu verlässlichen Standards bei der Durchführung und Gestaltung von Maßnahmen zu gelangen.



Funktion und Zustand von Trinkwasserschutzgebieten/-gewinnungsgebieten

(Quelle: Geodaten NLWKN)

- Trinkwassergewinnungsgebiet (TWGG) aktiver WGA, Hydrogeologische Abgrenzung eines beantragten Wasserrechts
- Trinkwassergewinnungsgebiet (TWGG) aktiver WGA, Hydrogeologische Abgrenzung eines zugelassenen Wasserrechts
- Trinkwasserschutzgebiet (WSG), Abgrenzung einer amtlichen Festsetzung durch Verordnung
- Heilquellenschutzgebiet (HQSG), Abgrenzung einer amtlichen Festsetzung durch Verordnung

Trinkwasserkooperationen, Stand 2021

(Quelle: Geodaten NLWKN)

- Dümmer/Hunte/Weser
- Hagen/Schneeren
- IG Weser
- Schaumburg

Grundwasserkörpergrenzen

Einteilung der TWGG nach Prioritätenprogramm Niedersachsen, Stand 2021

(Quelle: Geodaten NLWKN)

- B1
- B2

Abb. 39: Abgrenzung eines Wasserschutzgebietes durch Verordnung, hydrogeologische Abgrenzung eines zugelassenen Wasserrechtes, Einteilung der Wassergewinnungsgebiete (WSG und TWGG) nach den Kriterien des Prioritätenprogrammes sowie Kooperationszugehörigkeit.

Der größte Anteil der Fördermittel fließt in handlungsbezogene freiwillige Grundwasserschutzmaßnahmen. Bei der Ausgestaltung der „**Freiwilligen Vereinbarungen**“ sind bis zum 31.12.2024 die Vorgaben des Maßnahmenkatalogs des MU mit der Notifizierung vom 19.04.2016 (MU 2016) hinsichtlich der Mindestanforderungen und maximalen Förderbeträge zu

beachten (Tab. 12). Ab 01.07.2024 ist der 2024 notifizierte Maßnahmenkatalog gültig (MU 2024a).

Im Rahmen dieser Vorgaben können die Maßnahmen durch Beschluss der Kooperation an örtliche Verhältnisse in den einzelnen TWGG angepasst werden (NLWKN 2012).

Tab. 12: Übersicht der „Freiwilligen Vereinbarungen“ gemäß MU-Maßnahmenkatalog (MU 2016, MU 2024a).

FV-Code	FV-Bezeichnung	Max. Förderung [€/ha], bis 31.12. 2024	Max. Förderbetrag [€/ha], ab 01.07.2024
I.A	Zeitliche Beschränkung der Ausbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern	13,00	13,00
I.B	Verzicht auf den Einsatz von tierischen Wirtschaftsdüngern	584,00	691,00
I.C	Gewässerschonende Gülleausbringung Mit Sensortechnik	66,00 -	71,00 87,00
I.D	Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	(je Analyse) 87,00	(je Analyse)117,00
I.E	Aktive Begrünung	249,00	459,00
I.F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung: F1 Fruchtfolgeumstellung	588,00	1.645,00
	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung: F2 Brache	1.185,00	2.993,00
I.G	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	377,00	350,00
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	97,00	100,00
I.I	Reduzierte N-Düngung	280,00	399,00
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	104,00	277,00
I.K	Einsatz stabilisierter N-Dünger/Cultan-Verfahren	92,00	19,00
I.L	Gewässerschonender Pflanzenschutz	64,00	-
	Verzicht auf Wirkstoffe, Einsatz anderer Wirkstoffe	-	115,00
	Verzicht/Verringerung des Einsatzes festzulegender Wirkstoffe und mechanische Verfahren/ausschließlich mechanische Verfahren	-	1.075,00
I.M	Teilflächenspezifische Bewirtschaftung	-	28,00
II	Umwandlung von Acker in extensives Grünland/extensives Feldgras	773,00	-
	Mehrfähriger Anbau ausdauernder Gräsermischungen auf Ackerflächen	-	1.637,00
III	Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftung von Ackerflächen mit Zielvorgaben und ergebnisorientierter Auszahlung	589,00	-
	Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftung von Acker- und Grünlandflächen mit ergebnisorientierter Auszahlung	-	1.031,00
IV	Erosionsschutz Forst	100 %	-
V	Erstaufforstung	9.810,00 (817,50 €/ha/a f. 12J.)	-
	Verbesserung der Grundwasserneubildung: a) Waldumbau	7.000,00 (700,00 €/ha/a f. 10 J.)	-
VI	Verbesserung der Grundwasserneubildung b) Erhalt extensiv genutzter Sandheiden	1.459,00 (145,90 €/ha/a f. 10 J.)	1.926,00

In Niedersachsen wurden im Jahre 2020 in TWGG insgesamt 12,19 Mio. Euro für FV verausgabt, dies entspricht durchschnittlich 43 €/ha LF (NLWKN 2023a). Die TWGG/WSG, die innerhalb des Flusseinzugsgebietes Weser-Meerbach liegen oder angeschnitten werden und Teil des

Prioritätenprogrammes sind, haben eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von insgesamt 3.290 ha LF (bezogen auf das jeweilige Gesamtgebiet). Hier wurden 2022 insgesamt 136.175 € (41 €/ha LF) für FV erstattet (Tab. 13).

Tab. 13: Abschluss von „Freiwilligen Vereinbarungen“ im Jahr 2022 in den TWGG, die innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach liegen oder angeschnitten werden

TWGG-NAME	FV-Code*	FV-Fläche [ha LF]	FV-Verträge [Anzahl]	FV-Ausgaben [€]
Drakenburg	I.B	8	1	1.039,80
	I.E	76	4	5.163,00
	I.F.1	167	4	18.389,00
Hohenholz	I.E	175	15	17.437,84
	I.F1	54	6	13.622,50
	I.F2	1	1	500,00
	I.L	13	1	542,23
Hoya	I.B	6	2	819,00
	I.F1	313	11	21.117,00
Nienburg	I.E	76	5	5.978,00
	I.F1	346	6	27.933,00
Ölbergen/Bodenengern	I.E	51	4	6.062,20
	I.F1	19	3	5.018,90
	I.J	15	2	739,44
Rolfshagen				
Schneeren	I.C	72	9	3:5454,08
	I.D		12	975,00
	I.F2	3	3	590,00
	I.H	6	1	469,60
	I.L	37	7	2.224,80
	II	2	1	820,00
	III	75	15	5.325,55
Stolzenau	I.F1	172	10	1.322,00
Sülbeck	I.D		1	87,00

* Code-Bezeichnung siehe Tab. 12

Kurzinformation: Kap. 5 Grundwasserschutz

- Die Zustandsbewertung der GWK im Jahr 2021 nach EG-WRRl 2020 im Zuge der Fortschreibung des Bewirtschaftungsplanes ergab für die Lockergesteins-GWK einen schlechten chemischen Zustand. Belastungsquellen sind Nitrat, PSM und Cadmium. Die GWK im Einzugsgebiet sind mengenmäßig in einem guten Zustand.
- Die durch Lockergestein geprägten Gebietsanteile sind Beratungsgebiete nach EG-Wasserrahmenrichtlinie hinsichtlich N und P.
- 10 TWGG (Prioritätenprogramm) befinden sich im Einzugsgebiet oder werden angeschnitten. Auf 24% der Einzugsgebietsfläche (3292 ha) befinden sich TWGG nach PP.

6 Grundwasserüberwachung

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

Grundwasser sollte in seiner Beschaffenheit anthropogen unbeeinflusst sein. Die natürliche Grundwasserbeschaffenheit wird primär von den chemischen und mineralogischen Eigenschaften des Untergrunds sowie des Sickerwassers mit seinen gelösten und ungelösten Inhaltsstoffen und den damit verbundenen chemischen und biochemischen Prozessen bestimmt. Eine zunehmende Rolle spielen Inhaltsstoffe, die direkt oder indirekt durch menschliche Tätigkeit punktuell, linien- oder flächenhaft in das Grundwasser eingebracht werden (NLWK 2001). Die Beobachtung der Grundwassergüte stützt sich auf landeseigene Messstellen sowie auf Förderbrunnen (FBR) der WVU und Vorfeldmessstellen (VFM), die von den WVU im Einzugsgebiet der Wassergewinnungsanlagen betrieben werden.

Auch die Grundwassermenge unterliegt Veränderungen wobei insbesondere klimatische Schwankungen einen großen Einfluss auf die Menge haben. Grundwassernutzungen durch Grundwasserentnahmen aus der Industrie, der öffentlichen Wasserversorgung und der Landwirtschaft können sich 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 unserer Grundwasservorkommen und für wasserwirtschaftliche Planungen und Maßnahmen dar.

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

Darüber hinaus verpflichtet das NWG 2010 (§ 89 NWG) die Unternehmen der „Öffentlichen Trinkwasserversorgung“ zur Eigenüberwachung des gewonnenen Rohwassers. Um möglichst frühzeitig negative Auswirkungen auf die Grundwasserbeschaffenheit erkennen zu können, müssen im Einzugsbereich der Grundwasserentnahmen sogenannte VFM errichtet und durch die WVU betrieben und ausgewertet werden. Die Güte-Daten werden an den NLWKN übermittelt und vom Landesbetrieb weitergehend ausgewertet und bewertet. Näheres zur Untersuchung der Rohwassermessstellen (RWM), VFM und zur Datenweitergabe an die UWB sowie den GLD ist per Erlass geregelt (MU 2019).

Die Daten und die Aus- und Bewertungen über den quantitativen bzw. qualitativen Zustand des Grundwassers werden der Öffentlichkeit in Berichtsform und über das Internet zur Verfügung gestellt. Der internetbasierte Grundwasserbericht Niedersachsen beispielsweise stellt umfangreiche Hintergrundinformationen zu Grundwasserstand und -güte bereit und liefert über interaktive Karten einen Überblick über die landesweite Grundwassersituation.

Für den vorliegenden Regionalbericht wurden neben Daten des NLWKN aus dem Landesmessnetz mit Zustimmung der WVU auch Daten von VFM der WVU verwendet, die im Rahmen der gesetzlichen Pflichten (§89 NWG) oder darüberhinausgehend erhoben wurden.

Messnetz

Während Belastungen der Atmosphäre, z. B. durch Ozon oder Feinstaub sowie Verunreinigungen der Oberflächengewässer, häufig unmittelbar erkennbar bzw. messbar sind, können nachteilige Veränderungen im Grundwasser ohne entsprechende Überwachung lange Zeit verborgen bleiben. Voraussetzung für einen wirksamen Grundwasserschutz ist daher ein Netz von geeigneten Messstellen, aus dem das Wissen über Ursachen und Folgen von Belastungen gewonnen und mit dem der Erfolg von Schutzmaßnahmen überwacht werden kann (NLWKN 2012).

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. Ausführliche Informationen zu den einzelnen Messprogrammen des GÜN sowie dem aktuellen Messkonzept (Tab. 14) können der NLWKN Schriftenreihe Grundwasser, Band 18, „Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN)“ (NLWKN 2014) entnommen oder von der NLWKN Internetseite abgerufen werden.

Tab. 14: Grundwassergüte und Grundwasserstände werden in Niedersachsen im Rahmen von verschiedenen Messprogrammen umfassend überwacht (NLWKN 2014, ergänzt).

Grundwasser-Messkonzept 2014				
GÜN-Messprogramme		Anzahl Messstellen		
		Programm	Land	Dritte
Stand	Grundwasser-Stand	1.584	1.558	26
	WRRL-Stand	1.121	903	218
	Klima-Stand	161	161	0
Güte	Grundwasser-Güte	601	594	7
	WRRL-Güte	1.085	759	326
	WRRL-Pflanzenschutzmittel (incl. LAWA PSM)	693	544	149
	Versalzung/Intrusion	394	216	178
	Sonderuntersuchungen	Nach Bedarf	-	-
	Bodendauerbeobachtungsflächen	100	95	5
	Messstellen der Eigenüberwachung der Wasserversorgungsunternehmen	Keine Angabe	-	-
	Nitrat- und Pflanzenschutzmittel (LAWA)	23	23	0
	Europäische Umweltagentur (EUA)*	167	160	7
	Teilmessnetz Landwirtschaft (EUA)*	103	100	3
	Evaluierung von Grundwasserschutzmaßnahmen in Trinkwassergewinnungsgebieten**	1.410	44	1.366

*EUA-Messnetz ab 2015; ** Messstellen nicht Teil des GLD-Messnetzes

Die GWM als Anlagen zur Ermittlung hydrologischer Daten des Grundwassers werden als Grundwasserbeschaffenheitsmessstelle bezeichnet, wenn sie bei Einhaltung bestimmter Eignungskriterien als Probenahmestellen dienen. Diese Messstellen müssen die Voraussetzung bieten, eine qualifizierte Grundwasserprobe gewinnen zu können, die in stofflicher Hinsicht die örtlichen Gegebenheiten repräsentiert. Die Grundwasserbeschaffenheitsmessstelle erfasst in Abhängigkeit vom Ausbau einen räumlich begrenzten Ausschnitt des Grundwassers im Anstrom zur GWM (NLWKN 2001). Grundwasserstandsmessstellen geben den gegenwärtigen Grundwasserstand im Grundwasserleiter wieder.

Die Festlegung von Mess- bzw. Beprobungsturnus und des zu erfassenden Parameterumfanges eines Güteprogramms erfolgt dabei angepasst an regionale und landesweite Fragestellungen sowie nationale und internationale Berichtspflichten gemäß eines vom NLWKN erarbeiteten Messkonzeptes. Die Vielfältigkeit der Anforderungen spiegelt sich in den verschiedenen Messprogrammen wider (Tab. 14). Die Messnetzkonzeption wird in regelmäßigen Abständen den neuen Erkenntnissen und der fortschreitenden Entwicklung der

Mess- und Analysetechnik sowie den sich ändernden aktuellen Fragestellungen angepasst.

Der Betrieb des GÜN Grundwassermessnetzes umfasst die Probenahme inkl. der Ermittlung begleitender Vor-Ort-Parameter, Ermittlung des Grundwasserstandes, die Laboruntersuchung der Proben sowie die Wartung und die Unterhaltung der Messstellen (NLWKN 2012). Daneben werden bei Bedarf Messstellen neu oder als Ersatz für abgängige Messstellen gebaut. Ferner 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 oder dem internetbasierten Grundwasserbericht (Kap. 1, Abb. 1). Zur Darstellung der Grundwasserstandsentwicklung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach standen 35 Landesmessstellen mit Grundwasserstandsdaten zur Verfügung (Tab. 15), deren Messreihe mindestens 30 Jahre umfassen (siehe Kap. 8.1). Zur Darstellung der Grundwasserbeschaffenheit im Einzugsgebiet Weser-Meerbach wurden Daten von 147 Messstellen (Landesmessstellen, Förderbrunnen, Vorfeldmessstellen, sonstige Brunnen der WVU) ausgewertet (Tab. 16).

Tab. 15: Anzahl der für die Entwicklung der Grundwasserstände ausgewerteten Messstellen (Landesmessstellen) im Einzugsgebiet Weser-Meerbach differenziert nach Teilraumzugehörigkeit.

Teilraum	GWM
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	17
Syker Geest	7
Nienburg-Neustädter Geest	8
Hannoversche Moorgeest	2
Diepenauer Geest	0
Bückebergvorland	0
Calenberger Bergland	0
Gesamt	35

Tab. 16: Anzahl (Betreiber und Art) der für die Grundwasserbeschaffenheit ausgewerteten Messstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach differenziert nach Teilraumzugehörigkeit.

Teilraum	Gesamt	Betreiber		Art	
		Land	WVU	FBR	GWM
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	105	10	95	18	87
Syker Geest	7	5	2	1	6
Nienburg-Neustädter Geest	13	9	4	0	13
Hannoversche Moorgeest	7	2	5	2	5
Diepenauer Geest	0	0	0	0	0
Bückebergvorland	7	1	6	6	1
Calenberger Bergland	8	1	7	6	2
Gesamt	147	28	119	33	114

Land = landeseigene Messstelle; WVU = Wasserversorgermessstelle; FB = Förderbrunnen; GWM= Grundwassermessstelle

Kurzinformation: Kap. 6 Grundwasserüberwachung

- Der NLWKN unterhält ein Messnetz zur Beobachtung der Grundwasserstände sowie der Grundwasserbeschaffenheit.
- Für die Auswertung der Grundwasserstandsbeobachtungen standen 35 landeseigene Messstellen mit ausreichenden Zeitreihen zur Verfügung.
- Die Beobachtung der Grundwasserbeschaffenheit stützt sich auf 147 landeseigene Messstellen, Rohwasser- und Vorfeldmessstellen der WVU.

7 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).

Die Entnahmen aus dem Grundwasser werden durch den Erlass zur mengenmäßigen Bewirtschaftung des Grundwassers (MU 2024b) geregelt. Das Grundwasser ist so zu bewirtschaften, dass die im WHG 2009 vorgegebenen Grundsätze (§ 6 WHG) und Bewirtschaftungsziele (§47 Abs. 1 WHG) eingehalten werden. Es gilt den guten mengenmäßigen Zustand des Grundwassers zu erhalten.

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. In Hinblick darauf ist die maßgebliche nutzbare Grundwasserdargebotsreserve durch ein Abschätzverfahren ermittelt worden, wobei die Ausweisung vorausschauend erfolgt. Dem Klimavorsorgeansatz wird durch den Prognosezeitraum 2031 – 2060 für die mittlere jährliche

Grundwasserneubildung Rechnung getragen, da vorsorglich angenommen wird, dass keine Klimaschutzmaßnahmen den Klimawandel abmildern. Über eine zusätzliche Abschätzung für trockene Verhältnisse erfolgt eine Klassifizierung der Grundwasserkörper, wodurch deren Empfindlichkeit auf Trockenperioden Berücksichtigung findet. Die Klassifizierungen sind bei Wasserrechtsverfahren zu beachten. Bei Klasse 1 sind keine besonderen Anforderungen einzuhalten, bei Einordnung in Klasse 2 sind Trockenperioden zu berücksichtigen und ggf. Schutzmaßnahmen notwendig, bei Klasse 3 sind Regelungen erforderlich. Wurde ein vollständiger Wasserrechtsantrag vor dem 01.05.2024 eingereicht kann die UWB auf Basis des Erlasses vom 29.05.2015 darüber entscheiden. Dies gilt auch für Wasserrechtsanträge, die bis zum 31.12.2025 vorliegen und auf großräumigen Modellen beruhen.

Auf Grundlage des RdErl. vom 29.05.2015 wird das nutzbare Dargebot ausgehend vom Gesamtdargebot 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

7.1 Grundwassermenge

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

Hohe Niederschlagsmengen in Verbindung mit guter Durchlässigkeit von Böden und hoher Speichereigenschaft des Untergrundes führen zu hohen Grundwasserneubildungsraten. Trotz hoher Niederschläge kann es in Verbindung mit schweren Böden und schlechten Speichereigenschaften der Gesteine (Kluft- und Karstbildende Gesteinsformationen) zu einer geringeren Grundwasserneubildung und einem entsprechend höheren Oberflächenabfluss kommen (NLWKN 2012).

Auch bei geringen Grundwasserflurabständen finden aufgrund der begrenzten Infiltrationskapazität der Böden ein erhöhter Oberflächenabfluss und eine verminderte Grundwasserneubildung statt. In Kap. 3.4.1 wird die Grundwasserneubildung innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach näher erläutert.

Grundwasserentnahmen erfordern eine Genehmigung durch die Untere Wasserbehörde (UWB) 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). Neben Wasserentnahmen kommen weitere Einflüsse anthropogener Aktivitäten wie z. B. der Abbau von Lagerstätten, Versiegelung und Entwässerung von Flächen usw. hinzu, die sich negativ auf die Grundwasserstände auswirken können (siehe auch Kap. 1).

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 zur Verfügung.

Kenndaten für die mengenmäßige Bewirtschaftung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind auf Grundlage des zum Zeitpunkt der Berichterstellung gültigen RdErl. v. 29.5.2015 in Tab. 17 benannt. Den im Erlass aufgeführten genehmigten Entnahmemengen liegen Auswertungen des WBE von Mai 2014 zu Grunde (Tab. 17). Dies bietet die Möglichkeit im Vergleich mit den für den vorliegenden Bericht ausgewerteten Daten eine Entwicklung der genehmigten Entnahmemengen im Gebiet darzustellen. 2014 sind für die GWK im Einzugsgebiet Weser-Meerbach 23,28 Mio. m³/a genehmigte Entnahmemengen berücksichtigt worden. Die Berechnung zum Stichtag 31.12.2022 zeigt eine Steigerung der genehmigten Mengen auf 27,76 Mio. m³/a (Abb. 40 und Tab. 18). Die Entnahmemengen sind vor allem für die Beregnung der landwirtschaftlichen Nutzflächen vorgesehen. Die Nutzungsorte befinden sich vor allem in der Mittelweser-Aller-Leine Niederung.

Tab. 17: Nutzbares Dargebot der GWK im Einzugsgebiet Weser-Meerbach (MU 2015, ergänzt).

Name des GWK	Fläche des GWK in NI [km ²]	Flächenanteil des GWK in NI [%]	Mittleres Grundwasserdargebot, abgeschätzt nach Growa06v2 [Mio. m ³ /a]	Trockenwetterdargebot [Mio. m ³ /a]	Genehmigte Entnahmemengen [Mio. m ³ /a]	Nutzbares Dargebotsreserve [Mio. m ³ /a]	Nutzbares Dargebot [Mio. m ³ /a]	Anteil genehmigter Entnahmen am nutzbaren Dargebot [%]
Mittlere Weser Lockergestein links 3	489,93	99,99	65,83	32,64	5,07	5,98	11,05	46
Mittlere Weser Lockergestein links 2	104,58	79,23	13,93	6,36	0,94	1,61	2,55	37
Mittlere Weser Lockergestein rechts	493,86	97,28	60,23	26,49	15,53	2,87	18,40	84
Mittlere Weser Festgestein rechts	280,63	76,38	42,04	19,30	1,74	4,12	5,86	30

Hydrogeologische Teilräume

(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Diepenauer Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

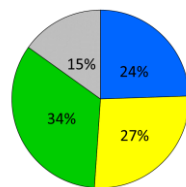
--- Grundwasserkörpergrenzen

□ Trinkwassergewinnungsgebiete, Heilquellenschutzgebiet

Entnahmepurpose und Anteil an der genehmigten Entnahmemenge

(Quelle: Wasserbuch und Entnahmeprogramm Niedersachsen, WBE 2023)

- Trinkwasser
- Brauchwasser
- Beregnung
- sonstiges



genehmigte Entnahmemengen, mengenbilanzrelevant (Abfrage WBE 17.04.2023, Datenbestand bis 31.12.2022)

(Quelle: Wasserbuch und Entnahmeprogramm Niedersachsen, WBE 2023)

gen. Entnahmemenge in m³/a

- bis 10.000
- 10.000 - 50.000
- 50.000 - 100.000
- 100.000 - 500.000
- 500.000 - 1.000.000
- 1.000.000 - 2.000.000
- 2.000.000 - 3.100.000

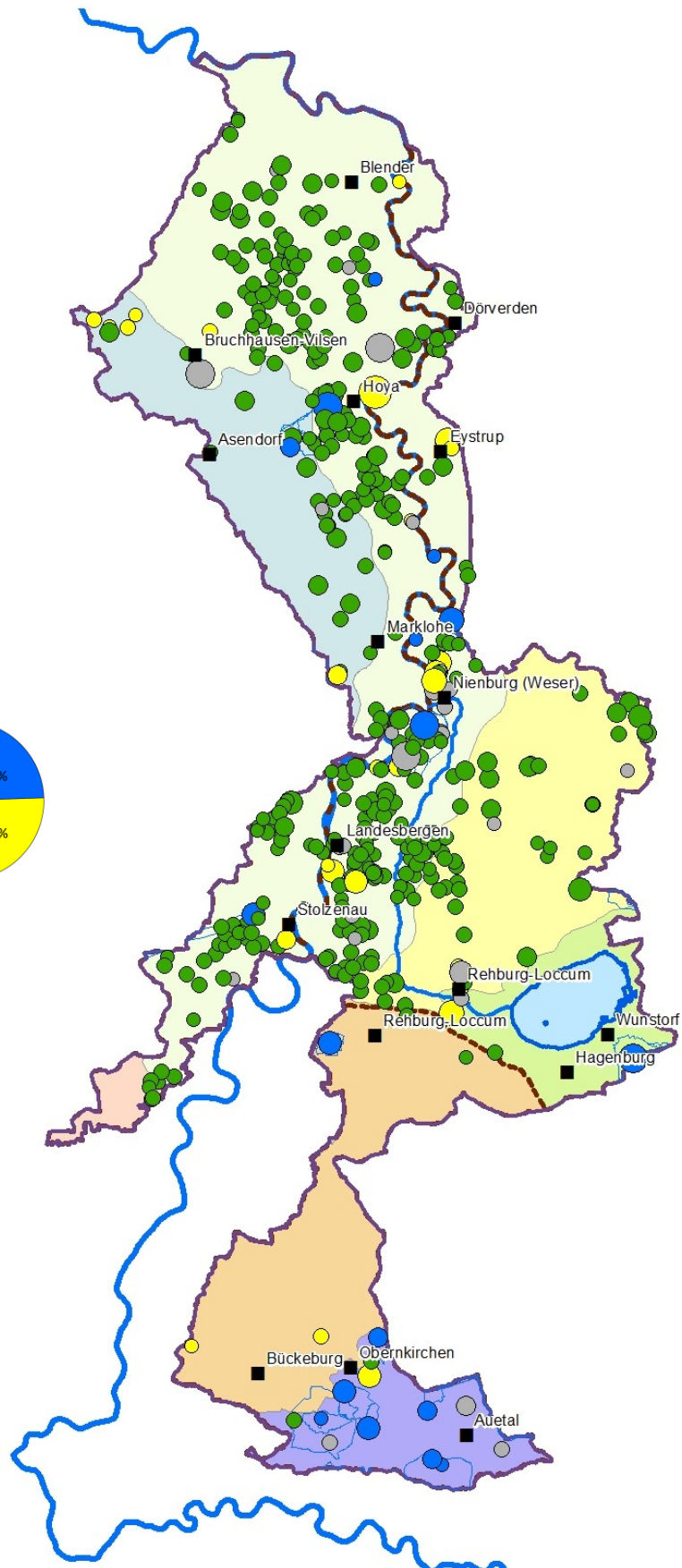


Abb. 40: Genehmigte Entnahmemengen innerhalb der GWK im Einzugsgebiet Weser-Meerbach nach Auswertungen des Wasserbuch- und Wasserentnahmeprogramms Niedersachsen.

Tab. 18: Genehmigte mengenbilanzrelevante Entnahmemengen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach differenziert nach GWK, (berechnet, Datenbestand bis 31.12.2022).

GWK	Gesamt-entnahme		Beregnung		Brauchwasser		Trinkwasser		Sonstiges	
	(GE)*	Entnahme	Anteil an GE	Entnahme	Anteil an GE	Entnahme	Anteil an GE	Entnahme	Anteil an GE	
	[m³/a]	[m³/a]	[%]	[m³/a]	[%]	[m³/a]	[%]	[m³/a]	[%]	
Mittlere Weser Lockergestein links 3	7.881.804	4.143.686	52,6	183.950	2,3	1.168.000	14,8	2.386.168	30,3	
Mittlere Weser Lockergestein links 2	1.611.604	998.892	62,0	102.600	6,4	500.000	31,0	10.112	0,6	
Mittlere Weser Lockergestein rechts	16.707.296	4.134.697	24,7	6.810.580	40,8	4.100.905	24,6	1.661.114	9,9	
Mittlere Weser Festgestein rechts	1.556.005	89.500	5,8	297.300	19,1	1.024.205	65,8	145.000	9,3	
Gesamt	27.756.709	9.366.775	33,7	7.394.430	26,6	6.793.110	24,5	4.202.394	15,1	

*GE = genehmigte Gesamtentnahme der Nutzungen

7.2 Trinkwasserversorgung

Die der Allgemeinheit dienende öffentliche Trinkwasserversorgung ist eine Aufgabe der Daseinsvorsorge. Die öffentliche Wasserversorgung dient der Sicherstellung von Trink- und Brauchwasser in der durch die TrinkwV 2023 vorgeschriebenen Qualität. Die TrinkwV 2023 stellt eine Umsetzung der EG Trinkwasserrichtlinie „über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch“ in nationales Recht dar (EG-TWRL 1998). Sie schreibt 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.

Es ist eine Aufgabe der Städte und Gemeinden, die Wasserversorgung sicherzustellen, wobei die Wasserversorgung selbst oder von WVU übernommen werden kann. Verbände, kommunale Gesellschaften, Betriebe der

Gemeinden, gemischt öffentlich-privatrechtliche Gesellschaften sowie ausschließlich privatrechtliche Unternehmensformen können in der Trinkwasserversorgung tätig sein. Die WVU sind für die Wasserversorgung der Bevölkerung in abgegrenzten Gebieten, sogenannten Versorgungsräumen, zuständig (NLWKN 2012). Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach sichern 20 Unternehmen die Trinkwasserversorgung (Abb. 41).

In den vom Flusseinzugsgebiet Weser-Meerbach angeschnittenen Landkreisen erfolgt die Trinkwassergewinnung aus dem Grundwasser, im Berglandbereich auch aus Quellwasser (LSN 2022b). Der Wasserverbrauch pro Einwohner und Tag liegt im Einzugsgebiet Weser-Meerbach mit 140,7 l durchschnittlich etwas über den berechneten Landesdurchschnitt in Niedersachsen von 137,7 l/Einwohner (Tab. 19). Die Einwohner in den Landkreisen des Einzugsgebietes sind vollständig oder fast vollständig an die öffentliche Trinkwasserversorgung angeschlossen (LSN 2022b).

Tab. 19: Öffentliche Wasserversorgung in 2019 in den Landkreisen (bezogen auf die Gesamtfläche) im Bereich des Einzugsgebietes Weser-Meerbach (eigene Zusammenstellung, Datenquelle LSN 2022b).

Landkreise	Anteil im Einzugsgebiet Meerbach	Jahr	Wasserabgabe je Einwohner und Tag insgesamt	Abgabe je Einwohner und Tag
			(Letztverbraucher insgesamt)	(Haushalte und Kleingewerbe)
	[%]		[L/(E*d)]	[L/(E*d)]
Verden	15	2019	168,1	124,8
Diepholz	8,1	2019	170,3	150,4
Nienburg (Weser)	52	2019	193,5	151,9
Region Hannover	5,2	2019	150,9	143,6
Schaumburg	36	2019	151,5	133,0

Versorgungsräume für Trinkwasser

- Harzwasser-Kommunale Wasserversorgung GmbH
- Purena
- Samtgemeindewerke Nienstädt
- Samtgemeindewerke Nienstädt/Stadtw Sch-Lippe
- Stadtwerke Hessisch-Oldendorf
- Stadtwerke Nienburg
- Stadtwerke Rinteln
- Stadtwerke Schaumburg-Lippe
- Trinkwasserverband Verden
- WV Am Sandkamp
- WV An der Führse
- WV Garbsen-Neustadt am Rübenberge
- WV Rehburg-Loccum
- WV Samtgemeinde Grafschaft Hoya
- WVB Stolzenau
- Wasserbeschaffungsverband Wietzen
- Wasserverband Calle
- Wasserverband Nienburg-Süd
- Wasserverband Nordschaumburg
- Wasserversorgung Syker Vorgeest

- Landkreisgrenze
- Gemeindegrenze

Grundwasserkörpergrenzen

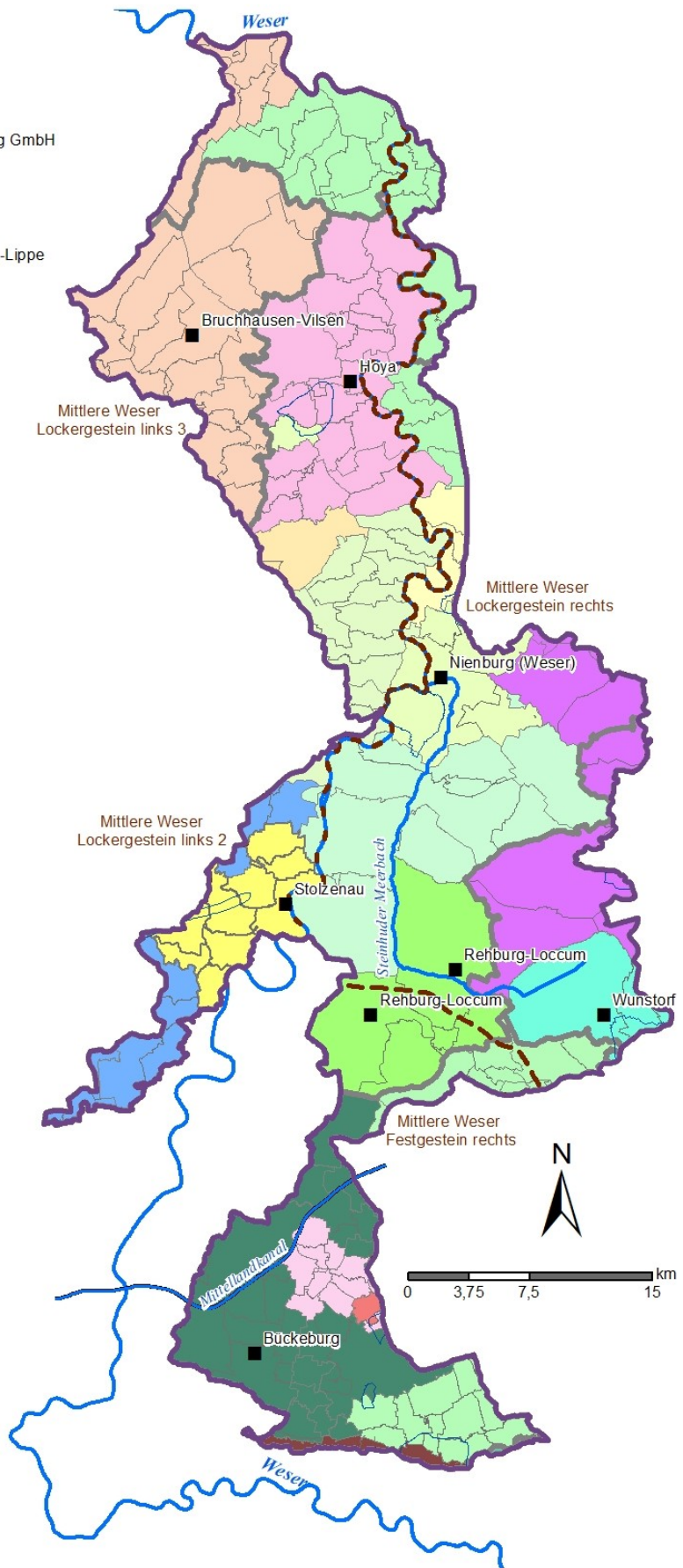


Abb. 41: Trinkwasser-Versorgungsräume im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Kurzinformation: Kap. 7 Grundwasserbewirtschaftung

- Für mengenbilanzrelevante Entnahmemengen von 27,76 Mio. m³/a sind im Einzugsgebiet Genehmigungen erteilt worden.
- 24,5 % der genehmigten Entnahmemengen sind für die Trinkwasserversorgung vorgesehen.
- Der Wasserverbrauch liegt durchschnittlich bei 140,7 l pro Einwohner und Tag.
- 20 Wasserversorgungsunternehmen sichern die Trinkwasserversorgung im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

8 Grundwasserstands- entwicklung

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). Vielfach erfolgt die Messung des Abstichs mittels Lichtlot oder durch Datensammler (Abb. 42, Abb. 43). Zunehmend werden die gemessenen Grundwasserstände per Datenfernübertragung (DFÜ) automatisiert übermittelt (Abb. 43). Die Daten bilden die Grundlage für Auswertungen und Beurteilung der Grundwassermenge (NLWKN 2012).

Die Grundwasserstandsdaten können darüber hinaus zur Konstruktion von Grundwassergleichenplänen genutzt werden. Daraus sind die Höhen des Grundwasserspiegels in einem Gebietsausschnitt abzulesen. Die Grundwassergleichen werden



Abb. 42: Grundwasserstandsmessung mit dem Lichtlot.

8.1 Grundwasserganglinien

Bei der Darstellung einer Grundwasserganglinie werden die gemessenen Grundwasserspiegelhöhen gegen die Zeit aufgetragen. Der Verlauf der Ganglinie wird maßgeblich durch den Grundwasserzufluss bzw. -abfluss und durch die Grundwasserneubildung bestimmt. Im Winterhalbjahr versickert ein Großteil des Niederschlages und führt in dieser

durch Konstruktion (Interpolation) von Linien gleichen Grundwasserstands (Isohypsen) zu einem definierten Beobachtungszeitpunkt (Stichtagsmessung) abgeleitet. Aus dem Grundwassergleichenplan lässt sich die Fließrichtung des Grundwassers bestimmen. Grundwassergleichenpläne werden, wenn möglich, für jeden Grundwasserleiter getrennt angefertigt. Das LBEG stellt im Rahmen des digitalen niedersächsischen Bodeninformationssystems (NIBIS) auf dem NIBIS-Kartenserver (2014) Grundwassergleichenpläne in den Maßstäben 1:200.000 und 1: 50.000 zur Verfügung.

Beeinflussungen von Grundwasserstandsentwicklung und der Mengenvorräte, beispielsweise durch Trockenperioden und/oder Entnahmen, zeigen sich im Verlauf der Ganglinien.

Der im Internetportal des MU verfügbare Grundwasserbericht Niedersachsen (<http://www.umwelt.niedersachsen.de/grundwasser/grundwasserbericht>) bietet anhand einer interaktiven Karte die Möglichkeit, sich Ganglinien ausgewählter Messstellen anzeigen zu lassen und Zusatzinformationen abzurufen. Die Informationen stehen ebenfalls über das Niedersächsische Umweltportal (NUMIS-Kartenserver) zur Verfügung.



Abb. 43: Grundwasserstandsmessung mit Drucksonde, Datenspeicherung über Datenlogger, Datenübertragung durch Datenfernübertragungssonde (DFÜ).

Zeit zu einer besonders hohen Grundwasserneubildung. In den Sommermonaten ist die Grundwasserneubildung durch eine hohe Verdunstungsrate (Evapotranspiration) und durch Aufnahme durch die Vegetation eingeschränkt. Untergeordnet können noch Schwankungen des Luftdruckes und des Auflastdruckes (insbesondere in gespannten Grundwasserleitern), Einflüsse von Erd- und Meereszeiten sowie seismische Aktivitäten den Verlauf der Grundwasserganglinie beeinflussen (NLWKN 2012).

Der Grundwasserstand und seine Veränderungen werden hauptsächlich von folgenden Faktoren beeinflusst (NLWKN 2014):

a) Natürliche Faktoren:

- Klimatische Verhältnisse (z. B. Niederschlag, Temperatur, Verdunstung)
- Gestalt der Geländeoberfläche (Morphologie)
- Hangneigung und Exposition
- Oberirdisches Gewässernetz
- Bodentyp, Bodenart
- 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

Aus der jahreszeitlichen Verteilung der Niederschläge und Ausprägung der Verdunstung ergibt sich ein saisonaler Verlauf der Grundwasserganglinien mit einem Grundwasseranstieg im Winterhalbjahr und einem Rückgang im Sommer. Der saisonale Zyklus kann durch die oben genannten Faktoren beeinflusst sein, sodass die Schwankungen der Ganglinien in Abhängigkeit von der Lage der Messstelle zeitlich verzögert oder unterschiedlich stark ausgeprägt sein können. Die saisonale Entwicklung der Grundwasserstände in Abhängigkeit vom Niederschlag ist exemplarisch für die GWM Helzendorf I dargestellt (Abb. 44). Der über die Wintermonate ansteigende Grundwasserstand folgt der zu dieser Zeit erhöhten Grundwasserneubildung. In den Sommermonaten fallen die Grundwasserstände, um danach mit der einsetzenden Sickerwasserbildung wieder anzusteigen. Extreme Niederschlagsereignisse spiegeln sich in kurzfristig erhöhten Grundwasserständen wider.

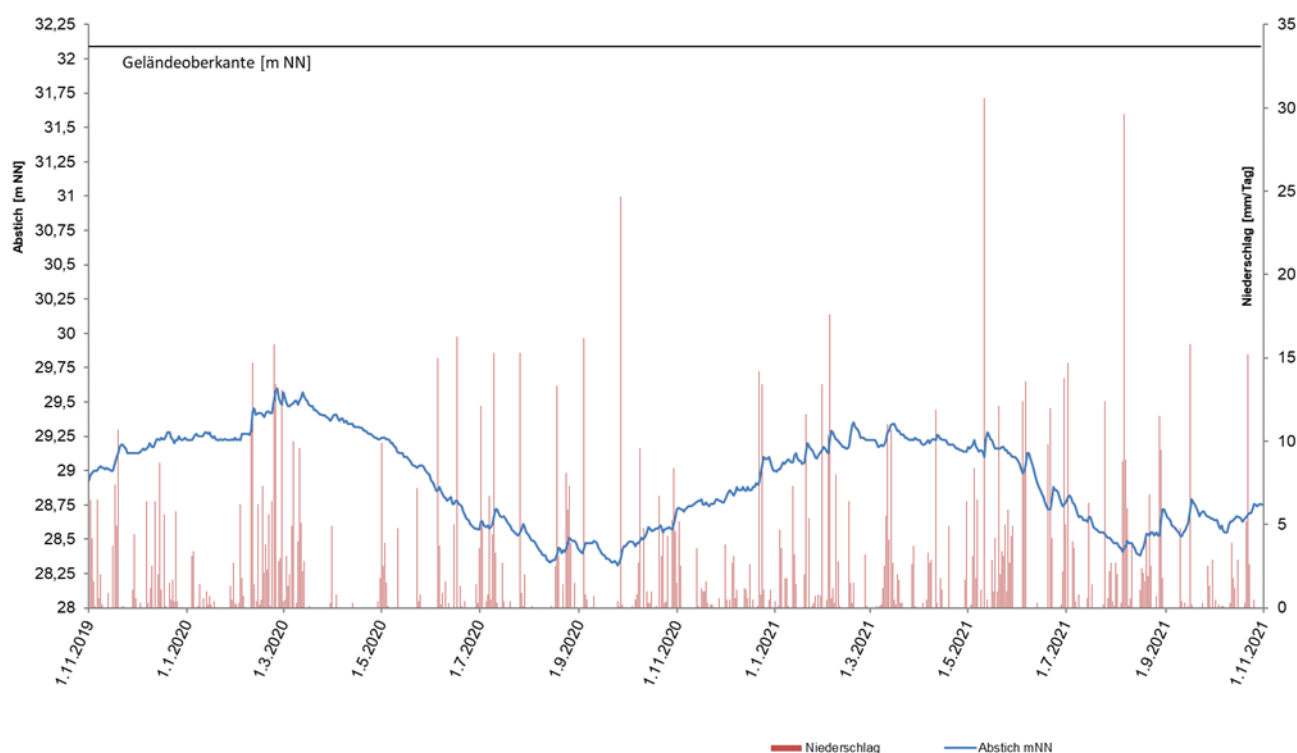


Abb. 44: Ganglinie der Grundwasserstände der Messstelle Helzendorf I und Tagesniederschläge der DWD Station Nienburg.

Messprogramm Klima-Grundwasserstand

Um belastbare Aussagen hinsichtlich der Auswirkungen von Klimaveränderungen auf die Entwicklung der Grundwasserstände zu erhalten, ist das Messprogramm Klima-Grundwasserstand installiert worden (NLWKN 2022a). Das Messprogramm umfasst möglichst anthropogen unbeeinflusste Grundwassermessstellen. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach gehören drei Messstellen zum 2022 installierten

Messprogramm Klima-Grundwasserstand. Die Messstellen Döhlbergen (NLWKN Verden) und die Messstelle Schweringen I (NLWKN Sulingen) sind im Teilraum Mittelweser-Aller-Leine Niederung verortet (siehe dazu Abb. 46). Im Teilraum Nienburg-Neustädter Geest befindet sich die Messstelle Rehbürg (NLWKN Sulingen). Die Messstelle Döhlbergen wird daneben auch für das bundesweite Monitoring im Rahmen der Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (DAS) genutzt. Dieses Monitoring verschafft einen Überblick über die

Entwicklung der Grundwasserstände bundesweit. Die Messwerte und Stammdaten der Messstellen des Messprogramms Klima-Grundwasserstand können aus dem Informationsportal „**Grundwasserstandonline**“ abgerufen werden. Dabei stehen die tagesaktuellen Grundwasserstände,

langjährige Datenreihen sowie statistische Kenndaten für jede Grundwassermessstelle zur Verfügung. Die aktuellen Daten werden im Vergleich zum Referenzzeitraum 1991 – 2020 in sieben Klassen eingeordnet.

8.2 Aus- und Bewertungsmethodik

Im Unterschied zur Gefährdungsabschätzung und zur Bewertung des mengenmäßigen Zustands der GWK gem. EG-WRRl (siehe Kapitel 5), die in Niedersachsen auf einer in einzelne Prüfschritte gegliederten Matrix basieren, werden im Rahmen des vorliegenden Regionalberichtes keine flächenbezogenen, sondern punktuelle, messstellenbezogene Aussagen getätigt. Im vorliegenden Bericht werden unabhängig von der Bewertung nach der EG-WRRl Grundwasserstandsdaten nach regionalen Aspekten 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 2013a) zur Auswertung der Grundwasserstandsentwicklung auch für diesen Bericht verwendet. Die Trendanalyse ermöglicht die Aussage über langfristige Veränderungen der Grundwasservorräte.

Für die **Auswertung der 30-jährigen Grundwasserstandsentwicklung** wird der Zeitraum vom 01.11.1992 bis zum

31.10.2021 berücksichtigt. 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 bereits alle möglichen Extremwerte aufgetreten sein müssen (NLWKN 2012).

Der Trendkoeffizient ergibt sich aus dem Verhältnis von Steigung der Regressionsgeraden in Zentimeter pro Jahr (cm/a) und der Spannweite der Extremwerte der Zeitreihe in Zentimeter (cm). Bei dem Verfahren nach Grimm-Strele wird nicht allein die Steigung der Regressionsgeraden, sondern auch die 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 (NLWKN 2012). Nach Gleichung 1 wird ein prozentualer positiver oder negativer Trendkoeffizient (in Prozent pro Jahr) berechnet und einer von fünf Klassen von „stark fallend“ bis „stark steigend“ zugeordnet (Tab. 20).

$$\frac{\text{Steigung der Regressionsgeraden } \left(\frac{\text{cm}}{\text{a}}\right)}{\text{Spannweite der Extremwerte (cm)}} = \text{Trendkoeffizient}$$

Gleichung (1)

Die in Tab. 20 dargestellte Klasseneinteilung ist der Empfehlung von Grimm-Strele folgend für die niedersächsischen hydrogeologischen Verhältnisse angepasst, da die ursprüngliche Klassifizierung für baden-württembergische Verhältnisse entwickelt wurde. Mit Hilfe der Klasseneinteilung, die auch der Empfehlung der Arbeitshilfe der Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA 2003) entspricht, ergibt sich für die Lockergesteinsgebiete des Flusseinzugsgebietes der Großen Aue ein plausibles Bewertungsbild, das die wasserwirtschaftliche Entnahmesituation der Region widerspiegelt.

In den vorliegenden Auswertungen nach Grimm-Strele werden Messstellen berücksichtigt, die eine Zeitreihe von 30 Jahren aufweisen. Die als Tages-, Wochen- oder Monatsmessung vorliegenden Standsdaten wurden durch die Bildung von Monatsmittelwerten vereinheitlicht. Als Bedingung für die Auswertung wurde festgelegt, dass lediglich bis zu 10% Fehlmonate vorhanden sein dürfen. Messstellen mit Fehlmonaten zu Beginn und Ende der Zeitreihe werden für die Auswertungen nicht herangezogen. Bezugsebene für die Auswertungen sind die innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach liegenden Flächenanteile der hydrogeologischen Teilräume (Kap. 3.2, Abb. 18).

Tab. 20: Klasseneinteilung der Bewertung nach Grimm-Strele (NLWKN 2013a), angepasst an niedersächsische Verhältnisse.

Klasse	Bezeichnung
-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

Eine beispielhafte Trendberechnung ist für die GWM Sehnsen dargestellt (Abb. 45). Angesichts der starken Schwankungen der Grundwasserstände und des Fehlens eines Trends im Sinne einer stetigen linearen Entwicklung wird deutlich, dass die

Trendklassifikation Ausdruck der mittleren Grundwasserstandsveränderung ist, jedoch keine Rückschlüsse auf die Dynamik innerhalb des Betrachtungszeitraumes zulässt.

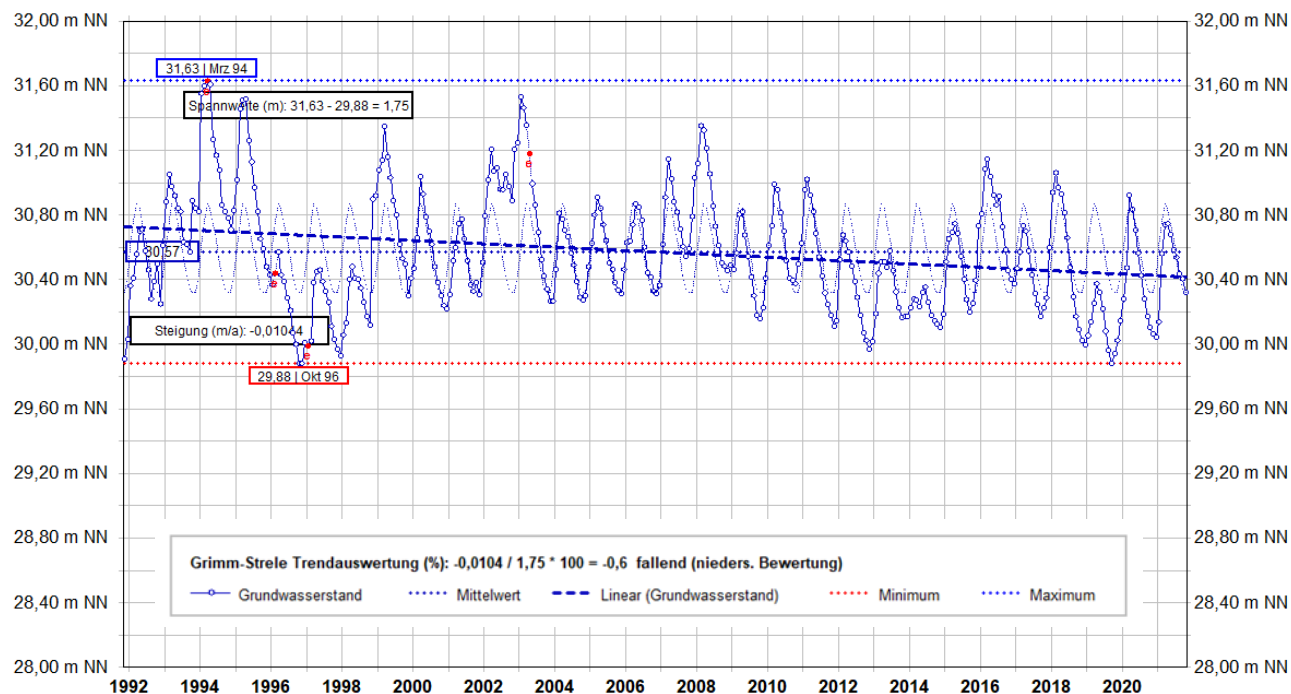


Abb. 45: Beispiel einer Trendberechnung nach Grimm-Strele für einen Zeitraum von 30 Jahren (01.11.1991 - 31.10.2021) für die Messstelle Sehnsen als exemplarische Ganglinie mit fallendem Trend. Die blaue gestrichelte Linie zeigt die Regressionsgerade (Linear) an.

Von besonderer Bedeutung sind die Abweichungen der Grundwasserstände im Vergleich zum langjährigen Bezugszeitraum. Dabei werden die Jahrestiefstände und Jahreshochstände betrachtet. Die Veränderungen des Grundwassertiefstandes und des Grundwasserhochstandes werden in klassifizierter Form anhand von Quantilswerten für die Einzeljahre 2018 bis 2022 dargestellt. Dabei wird das Einzeljahr im Vergleich zum langjährigen Referenzzeitraum (1991 – 2020) betrachtet. Quantile stellen ein Lagemaß in der

Statistik dar und bilden einen Schwellenwert ab, der von einem vorgegebenen Prozentanteil der Messwerte unterschritten wird. Für die Bewertung der Grundwasserstände wird eine siebenstufige Klassifikation nach NLWKN 2019a verwendet (Tab. 21). Als Ebene für die Auswertungen dienen die innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach liegenden Flächenanteile der hydrogeologischen Teilräume (Kap. 3.2, Abb. 18).

Tab. 21: Klassifikationsschema der Grundwasserstände nach Quantilswerten (NLWKN 2019a).

Quantilsbereich	Bezeichnung
>=95%	extrem hoch
>=85% bis < 95%	sehr hoch
>=75% bis < 85%	hoch
>= 25% bis < 75%	normal
>= 15% bis < 25%	niedrig
>= 5% bis < 15%	sehr niedrig
< 5%	extrem niedrig

8.3 Grundwasserstandbeobachtung – Ergebnisse der Datenauswertung

Im Zuge des Berichtes werden unabhängig von der Risikoabschätzung und der Bewertung nach der EG-WRRl die Grundwasserstandsdaten punktuell für jede Messstelle ausgewertet und dargestellt.

8.3.1 Grundwasserstandsentwicklung über 30 Jahre

Für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach stehen nur für den Lockergesteinsbereich geeignete Messstellen für die langjährige Betrachtung der Grundwasserstände zur Verfügung. Eine Beurteilung für das Festgestein ist nicht möglich. Auch die Teilräume Diepenauer Geest und

Für die Auswertungen der Grundwasserstandsentwicklung nach dem Grimm-Strele-Verfahren standen insgesamt 25 Landesmessstellen mit geeigneten Zeitreihen zur Verfügung. Bei 10 weiteren Messstellen war eine Auswertung nach dem Grimm-Strele-Verfahren aufgrund nicht ausreichender Datengrundlage nicht möglich.

Bei 42 GWM war eine Auswertung der Extremwerte (Grundwasserhochstand, Grundwasserniedrigstand) über eine Klassifikation nach Quantilswerten möglich.

Hannoversche Moorgeest sind nicht mit geeigneten Messstellen belegt. Messstellen mit einer stark fallenden Entwicklung sind in der Syker Geest und in der Nienburg-Neustädter Geest zu finden. In der Mittelweser-Aller-Leine Niederung sind sowohl Messstellen mit gleichbleibenden wie fallenden Trends vorhanden (Tab. 22, Abb. 46). Die Trockenjahre ab 2018 (Abb. 47) zum Ende des Betrachtungszeitraumes wirken sich negativ auf die langjährige Entwicklung der Grundwasserstände aus.

Tab. 22: Anzahl von GWM mit Beurteilung der Grundwasserstandentwicklung nach Grimm-Strele (30 Jahre) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Hydrologischer Teilraum	Grimm-Strele Beurteilung				
	stark steigend	steigend	gleichbleibend	fallend	stark fallend
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	0	0	6	7	0
Syker Geest	0	0	1	1	4
Nienburg-Neustädter Geest	0	0	1	2	3
Hannoversche Moorgeest	-	-	-	-	-
Diepenauer Geest	-	-	-	-	-
Bückebergvorland	-	-	-	-	-
Calenberger Bergland	-	-	-	-	-
Gesamt	0	0	8	10	7

Die abnehmenden Grundwasserstände können durch anthropogene Ursachen oder natürlich (z.B. klimatisch) bedingt sein (s. a. Kap. 8.1). Neben jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen die Grundwasserstände mittel- und langfristigen Veränderungen abhängig von klimatischen Schwankungen. Die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung gelten als erfüllt, wenn u.a. die Grundwasserentnahmen das nutzbare Dargebot nicht überschreiten. Die Unteren Wasserbehörden haben im Rahmen der Prüfung eines Antrages auf Erteilung einer

Erlaubnis oder Bewilligung zur Grundwasserentnahme zu prüfen, wie sich die Wasserförderung auf die örtlichen Verhältnisse auswirkt und ob die Ziele der mengenmäßigen Bewirtschaftung eingehalten werden. Angesichts des Klimawandels wird die Frage nach einer etwaigen Verschlechterung des mengenmäßigen Grundwasserzustandes vermutlich eine immer größere Rolle in der Wasserrechtspraxis spielen.

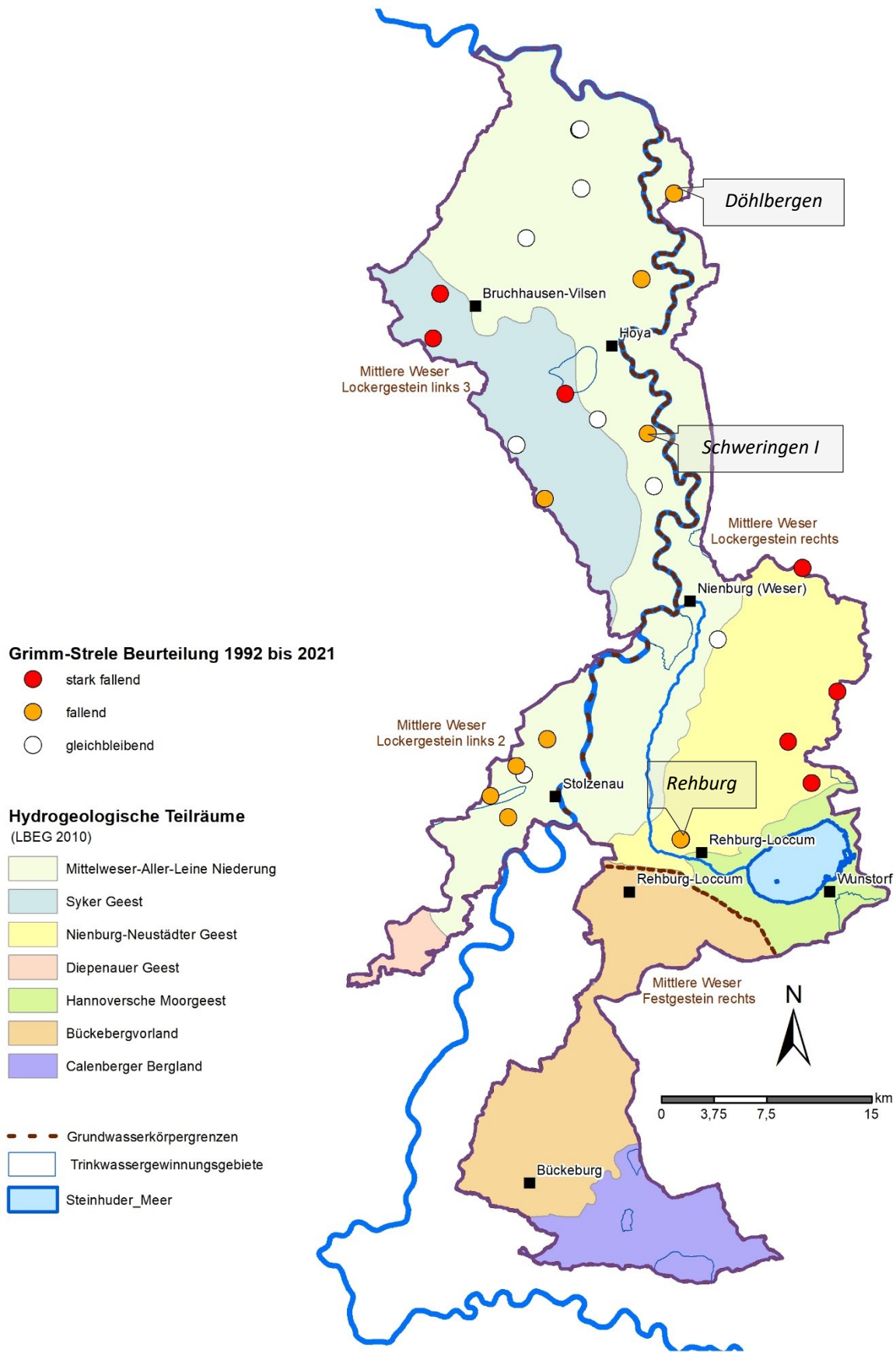


Abb. 46: 30-jährige Trendentwicklung des Grundwasserstandes im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

8.3.2 Veränderung der Extremwerte von Grundwasserständen

Informationen zu den Grundwasserständen liegen lediglich für Messstellen des Lockergesteins vor. Die Entwicklung der Grundwasserhoch- und Grundwassertiefstände sind innerhalb dieses Gebietes relativ einheitlich ausgeprägt. Deutlich ist der klimatische Einfluss auf die Grundwasserextremwerte erkennbar. So spiegeln sich die Feucht- und Trockenphasen der Niederschlagsentwicklung (Abb. 47) auch in der Entwicklung der Grundwasserniedrig- bzw. Grundwasserhochstände wider. Messstellen in den Niederungen mit geringen Grundwasserflurabständen reagieren dabei zeitnah auf Niederschlagsereignisse. Messstellen der Geest mit weiteren Flurabständen weisen eine zum Niederschlagsverlauf zeitversetzte Entwicklung auf. Auffällig ist das Trockenjahr 2018, das sich durch ausgeglichene bis hohe Hochwasserstände und durch zum Teil extrem niedrige Grundwasserstände auszeichnet. Die Grundwasserhochstände sind im Wesentlichen durch das feuchte Frühjahr 2018 beeinflusst. Die folgenden extrem niederschlagsarmen Monate führten dann zu den niedrigen Grundwassertiefständen. Diese Entwicklung der Grundwasserextremwerte zeigt sich tendenziell landesweit (NLWKN 2019a). Das Trockenjahr 2019

zeigt sich sowohl in den Niedrigwasserständen als auch in den Hochwasserständen durch teilweise extrem niedrige Grundwasserstände (NLWKN 2020b). Auffällig ist, dass sich die Grundwasserhochstände in den Niederungen ab 2020 wieder verstärkt im normalen Bereich einpendeln (Abb. 48). In den Geestgebieten verharren die Messstellen weitestgehend in extrem niedrigen Bereichen. Im Gegensatz dazu verbleiben die Grundwassertiefstände auf einem niedrigen Niveau (Abb. 49). Landesweit kam es 2020 nicht zu einer grundlegenden Verbesserung der Grundwasserstände (NLWKN 2021). Die leichte Erholung der Grundwasserstände im Einzugsgebiet Weser-Meerbach setzte sich 2021 nicht fort. Teilweise zeigte sich eine Grundwasserstandsentwicklung auf extrem niedrigem Niveau. Landesweite Auswertungen zeigen eine deutliche Differenzierung der Entwicklungen. In den westlichen und nordwestlichen Landesteilen kam es 2021 zu einer Entspannung der Grundwasserstandssituation, im östlichen Bereich zeigt sich jedoch ein weiteres Absinken der Grundwasserstände (NLWKN 2022b). 2022 setzte sich in den Geestgebieten die negative Entwicklung fort. Auch landesweit führte die extreme Sommertrockenheit 2022 zu überdurchschnittlichen Absenkungen der Grundwasserstände (NLWKN 2023b). Im nördlichen Bereich der Mittelweser-Aller-Leine Niederung deutet sich eine Normalisierung der Tiefststände an.

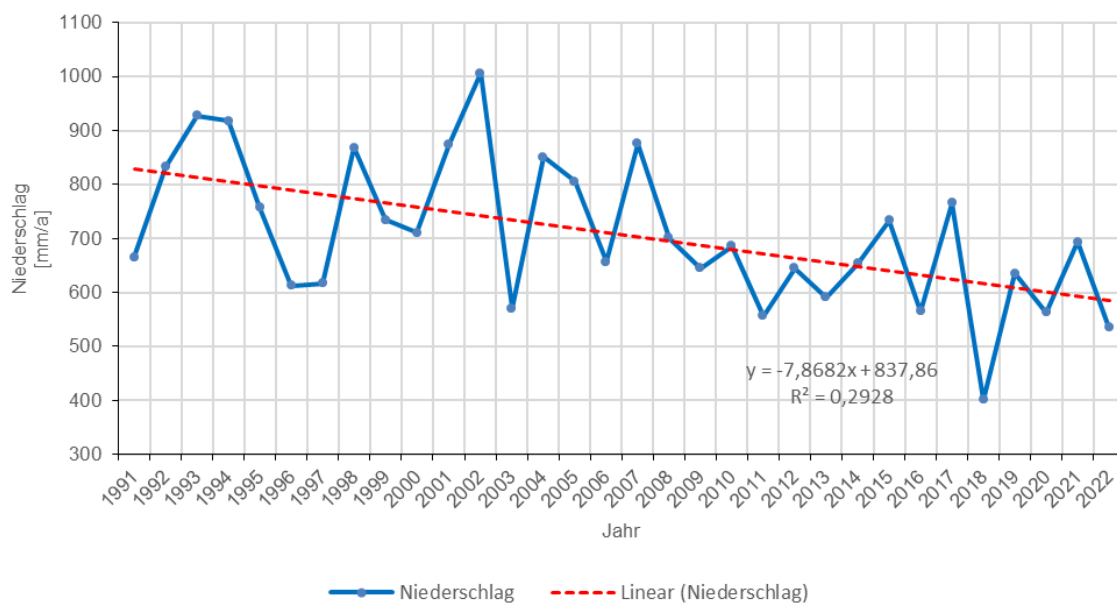
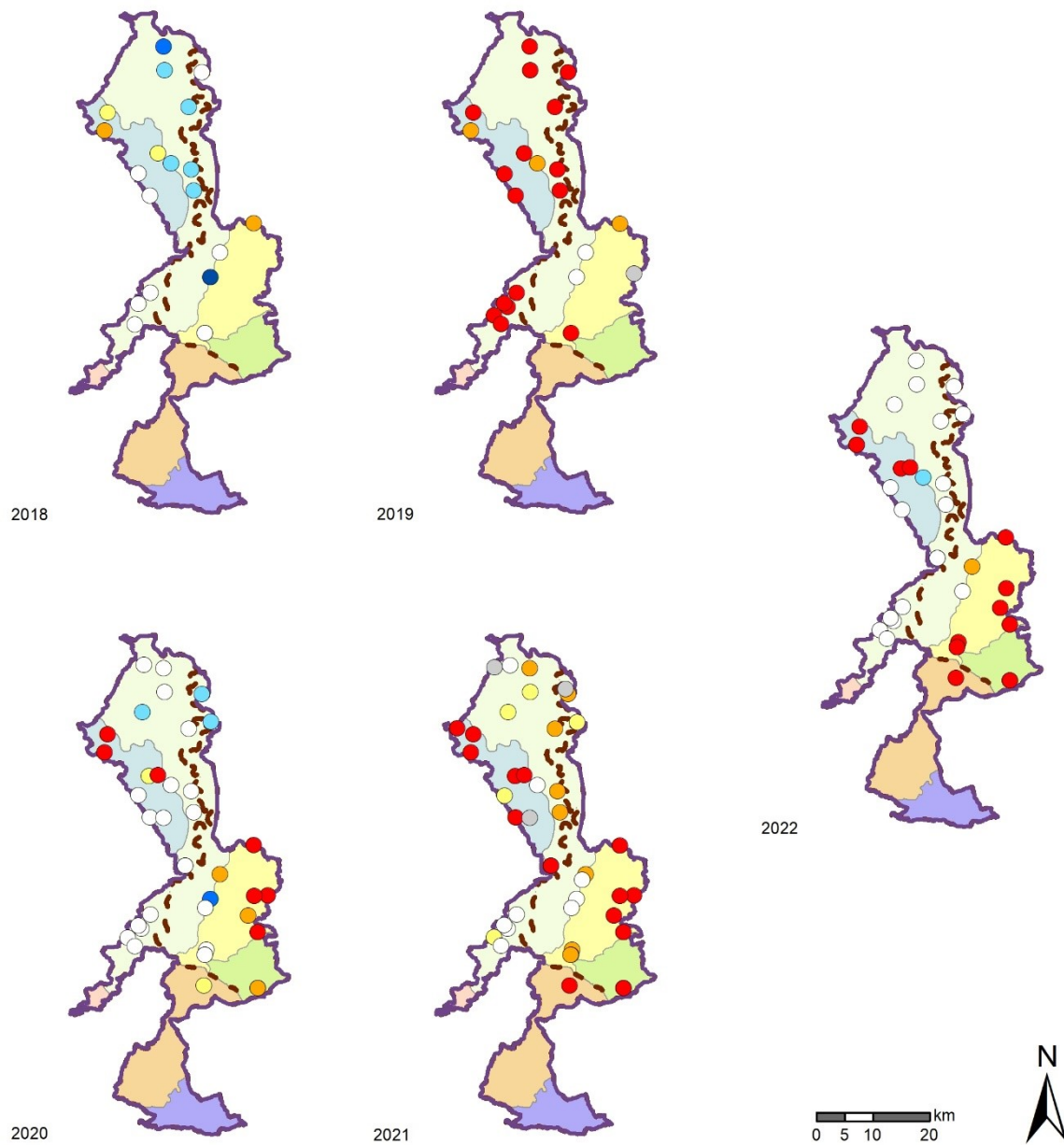


Abb. 47: Jahresniederschlagsmengen (DWD) der Station Nienburg für den Zeitraum 1991 bis 2022 (Kalenderjahr).



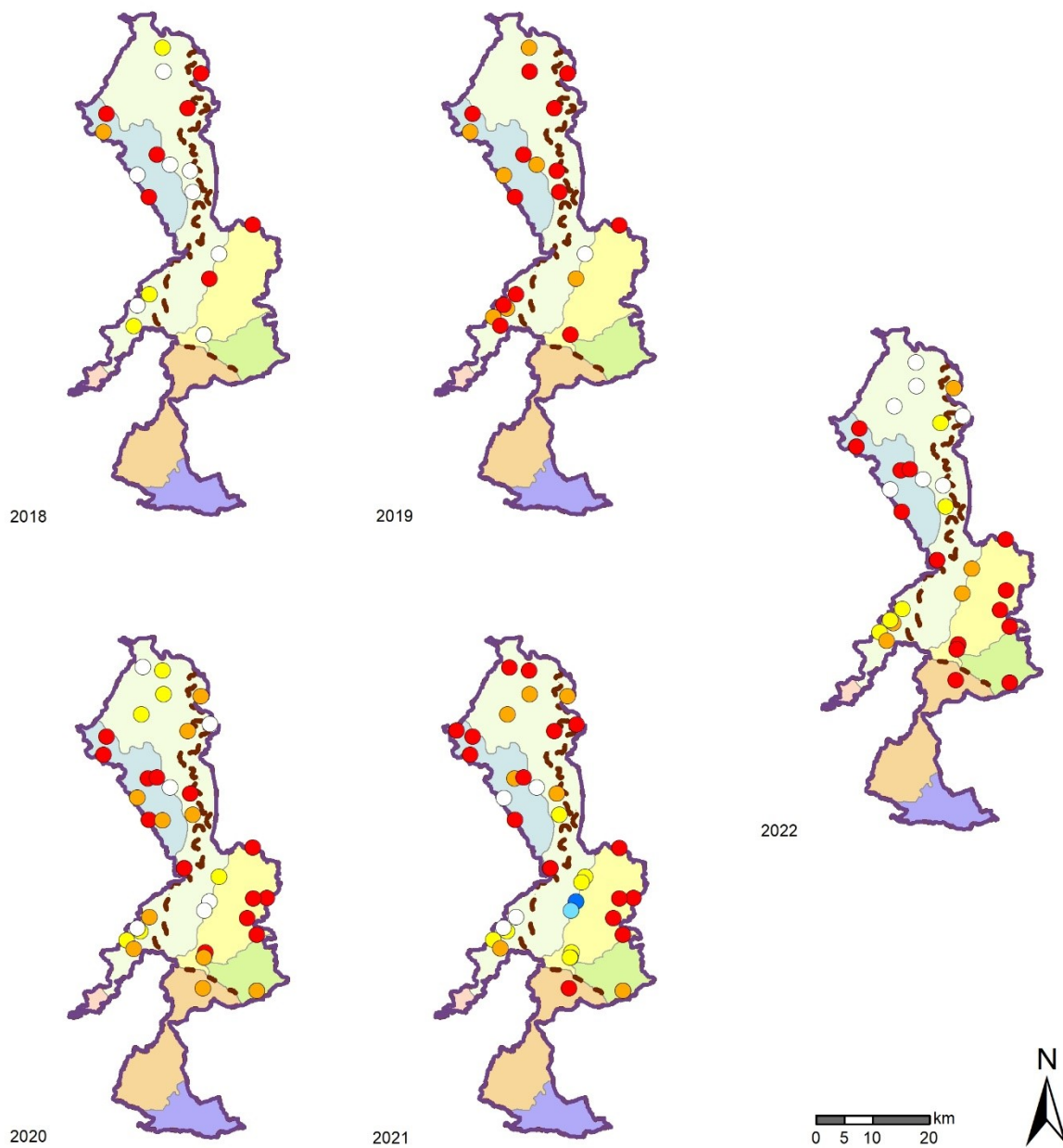
Grundwasserhochstand 2018 - 2022

- extrem hoch
- sehr hoch
- hoch
- normal
- niedrig
- sehr niedrig
- extrem niedrig
- - - Grundwasserkörpergrenzen

Hydrogeologische Teilräume (LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Diepenauer Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Abb. 48: Grundwasserhochstand im Einzugsgebiet Weser-Meerbach in den Jahren 2018 – 2022.



Grundwassertiefstand 2018 - 2022

- extrem hoch
- sehr hoch
- hoch
- normal
- niedrig
- sehr niedrig
- extrem niedrig
- Grundwasserkörpergrenzen

Hydrogeologische Teilräume (LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Diepenauer Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Abb. 49: Grundwassertiefstand im Einzugsgebiet Weser-Meerbach in den Jahren 2018 – 2022.

Kurzinformation: Kap. 8 Grundwasserstandsentwicklung

- Aufgrund der Messstellenbelegung sind lediglich Aussagen für den Lockergesteinsbereich möglich.
- Neben jahreszeitlichen Schwankungen unterliegen die Grundwasserstände mittel- und langfristigen Veränderungen durch klimatische Schwankungen und Veränderungen im Umfeld, wie Bau- oder Meliorationsmaßnahmen sowie durch Grundwasserentnahmen.
- Drei Messstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind Teil des Messprogramms Klima-Grundwasserstand. Davon ist eine Messstelle auch im bundesweiten Messnetz (DAS-Monitoring) enthalten.
- Die langjährige Trendauswertung nach Grimm-Strele zeigt für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach größtenteils fallende bis stark fallende Grundwasserstände, wobei stark fallende Entwicklungen auf die Geestgebiete beschränkt sind.
- Die Grundwasserhochstände in den Niederungen erholen sich nach den Trockenjahren schneller als in den Geestgebieten. Die Grundwassertiefststände verharren dagegen weitgehend auf niedrigem und extrem niedrigem Niveau.
- Für die Beurteilung von Grundwasserstandsentwicklungen ist die Betrachtung längerer Zeiträume und die Analyse der Schwankungen innerhalb des Zeitraumes notwendig.
- Die Frage nach einer etwaigen Verschlechterung des mengenmäßigen Grundwasserzustandes wird zukünftig eine immer größere Rolle in der Wasserrechtpraxis spielen.

9 Grundwasserbeschaffenheit

Die Grundwasserbeschaffenheit unterliegt sowohl geogenen als auch anthropogenen Einflussfaktoren. Die unterschiedliche Intensität dieser Faktoren und die damit verbundenen

9.1 Aus- und Bewertungsmethodik

In den folgenden Kapiteln werden die Analyseergebnisse der Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit für einen 10-jährigen Zeitraum vom 01.01.2012 bis zum 31.12.2021 dargestellt. Als Indikatoren für eine Belastung der Grundwasservorkommen durch Stoffeinträge wurden Auswertungen für 15 Parameter bzw. Parametergruppen vorgenommen.

Als regelmäßig gemessene Größen, neben den physikochemischen Kenngrößen pH-Wert und Sauerstoff, werden Gesamthärte (vereinfacht: Summe Ca und Mg), die Stickstoffverbindungen Nitrat, Nitrit, Ammonium sowie Sulfat und Chlorid, ortho-Phosphat, Kalium, Eisen und Aluminium betrachtet. Ebenfalls dargestellt werden die in größeren zeitlichen Abständen gemessenen Schwermetalle Arsen, Cadmium und Nickel.

Eine allgemeine hydrochemische Charakterisierung des Grundwassers in den Teilraumbereichen des Einzugsgebietes Weser-Meerbach erfolgt durch Darstellung der Hauptinhaltsstoffe in Piper-Diagrammen mit Klassifikation nach Furtak und Langguth (1967).

Die Auswertung der Einzelparameter erfolgt in Form von Kartendarstellungen mit den aktuell verfügbaren Jahresmittelwerten und tabellarischen Auswertungen mit Zusatzinformationen. Auf Ebene der hydrogeologischen Teilräume werden Minimum-, Maximum- und Durchschnittswerte der einzelnen Parameter benannt. Werte kleiner Bestimmungsgrenze gehen mit der halben Bestimmungsgrenze in die Berechnungen ein.

Für die Bewertung der Grundwasserbeschaffenheit werden für die Mehrzahl der Parameter definierte Grenzwerte der TrinkwV (2023) sowie Schwellenwerte der GrwV (2010) zu Grunde gelegt. Die entsprechenden Angaben können für die im

physikalischen, chemischen und biologischen Wechselwirkungen verleihen der Grundwasserqualität eine besondere Dynamik. Insbesondere in Hinblick auf einen vorbeugenden Grundwasserschutz ist es wichtig, diese Dynamik zu erkennen, um bei einer negativen Veränderung rechtzeitig Gegenmaßnahmen einleiten zu können (NLWKN 2012).

Regionalbericht dargestellten Parameter aus Tab. 23 entnommen werden. Zur Erfassung langfristiger Veränderungen der Grundwasserbeschaffenheit wurden für die Parameter Nitrat, Sulfat, Chlorid, Kalium und für den Vorkort-Parameter pH-Wert Trendbetrachtungen (Regression) für den Betrachtungszeitraum 01.01.2012 bis 31.12.2021 durchgeführt und signifikant steigende bzw. fallende Trends ausgegeben. Voraussetzung für eine Trendbeurteilung war das Vorhandensein von mindestens 4 Jahresmittelwerten im 10-jährigen Betrachtungszeitraum. Um deutliche Messwertveränderungen zu lokalisieren, wurden Datenreihen im Bereich der Bestimmungsgrenze oder im unteren Konzentrationsbereich nicht berücksichtigt. Im unteren Konzentrationsbereich können statistisch signifikante Trends angezeigt werden, stellen aber unter Berücksichtigung der Messunsicherheiten an sich keine fallenden oder steigenden Entwicklungen der Messwerte dar.

Zu beachten ist, dass die in den Karten dargestellten Analyseergebnisse nur für eine begrenzte Flächenausdehnung im jeweiligen Anstrom der Messstelle gelten. Infolge kleinräumiger geologischer und bodenkundlicher Heterogenität sowie örtlich variierender Flächennutzung können sich auf engem Raum Unterschiede in der chemischen Beschaffenheit des Grundwassers einstellen.

Pflanzenschutzmittel und deren Metaboliten werden anhand einer Prüfliste mit 131 Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten ausgewertet. Die Darstellung der Ergebnisse erfolgt in tabellarischer Form. Bei der Bewertung der Pflanzenschutzmitteluntersuchungen wird für PSM-Wirkstoffe der Schwellenwert von 0,1 µg/l berücksichtigt. Für Metaboliten wird der gesundheitliche Orientierungswert (GOW) von 1 µg/l sowie der Vorsorgemaßnahmenwert (VMW) von 10 µg/l zur Einschätzung der Ergebnisse herangezogen.

Bezugsebene für die Auswertungen sind die innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach liegenden Flächenanteile der hydrogeologischen Teilräume.

Tab. 23: Übersicht der im vorliegenden Bericht ausgewerteten Parameter mit den jeweiligen Schwellen- bzw. Grenzwerten sowie der Anzahl der Gesamtanalysen im Zeitraum 2012 bis 2021.

Parameter	Grenzwert TrinkwV 2023	Schwellenwert GrwV	Analysen Anzahl
Arsen	10 µg/l	10 µg/l	312
Aluminium gelöst	0,2 mg/l	-	983
Ammonium	0,5 mg/l	0,5 mg/l	1759
Cadmium	3 µg/l	0,5 µg/l	303
Chlorid	250 mg/l	250 mg/l	1754
Eisen	0,2 mg/l	-	1744
Gesamthärte in °dH	-	-	1135
Kalium	-	-	1138
Nickel	20 µg/l	-	316
Nitrat	50 mg/l	50 mg/l	1823
Nitrit	0,5 mg/l	0,5 mg/l	1296
pH	< 6,5 und > 9,5	-	1557
ortho-Phosphat	-	0,5 mg/l	961
Sauerstoff	-	-	1463
Sulfat	250 mg/l	250 mg/l	1759
Pflanzenschutzmittel (Wirkstoffe und Metaboliten)	> 0,1 µg/l	> 0,1 µg/l	siehe Kap. PSM

9.2 Grundwasserbeschaffenheit - Ergebnisse der Datenauswertung

Für die Auswertung sind Messstellen zusammengefasst worden, die in unterschiedlichen Güte-Programmen untersucht werden. Die Untersuchungshäufigkeit der Messstellen und der Umfang der analysierten Parameter variieren je nach Programm. Folgende Wasseruntersuchungen werden regelmäßig durchgeführt:

- jährliche Untersuchungen des Rohwassers der Förderbrunnen durch WVU auf die wichtigsten Parameter
- jährliche Untersuchung von Vorfeldmessstellen durch die WVU
- jährliche Untersuchungen von landeseigenen Messstellen (Grundwasser-Güte, WRRL-Güte) durch den NLWKN
- jährliche Untersuchung der EG-WRRL-Messstellen auf Parameter des Grundprogramms (Überblicksmessnetz)
- zweimal jährlich werden operative Messstellen in Grundwasserkörpern, die nach EG-WRRL mit im „schlechten Zustand“ bewertet wurden, beprobt (operatives Messnetz)
- regelmäßige Untersuchungen auf Parameter des Ergänzungsprogramms (alle 3 Jahre)
- regelmäßige Untersuchungen auf leichtflüchtige halogenierte Kohlenwasserstoffe (LHKW) sowie Pflanzenschutzmittel (PSM) (alle 6 Jahre, bei Belastungen Wiederholungen im Folgejahr)

Durch Änderungen innerhalb des Messnetzes, z.B. durch Messstellenneubauten oder durch Stilllegungen von GWM oder FB, kommt es zu Schwankungen bei der Anzahl jährlich untersuchter Messstellen und zu unterschiedlichen Datenreihen (Abb. 50). Nicht für alle Messstellen liegen komplette Zeitreihen eines Parameters von 2008 bis 2017 vor. Die Zuordnung des aktuellen Messwertes als letzten Untersuchungswert einer Messstelle ist daher abhängig vom jeweiligen Parameter und dem Messprogramm, in das die Messstelle integriert ist. Das zugehörige Beprobungsjahr der einzelnen Messstelle kann daher in Bezug auf den betrachteten Parameter innerhalb des Untersuchungszeitraumes variieren. Für die Auswertung wurde der jeweils letzte verfügbare Jahresmittelwert herangezogen.

Für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind 147 Messstellen mit Güteuntersuchungen ausgewertet worden. Für 132 Messstellen liegen dabei Nitratwerte im Zeitraum 2012 bis 2021 vor, wobei für 124 Messstellen aktuelle Nitratwerte aus den Jahren 2020 oder 2021 verfügbar sind. (Abb. 50). Für die in größeren Abständen untersuchten Parameter liegen größtenteils Messwerte aus den letzten fünf Jahren vor. Für Arsen beispielweise sind für das Jahr 2021 Messwerte von 32% des Messstellenbestandes vorhanden (Abb. 51).

Von den 147 ausgewerteten Messstellen sind für 118 Messstellen Informationen zur Filterlage verfügbar. Knapp 70% sind dabei mit einer Filteroberkante bis 15 m u. GOK relativ flach verfiltert (Abb. 52).

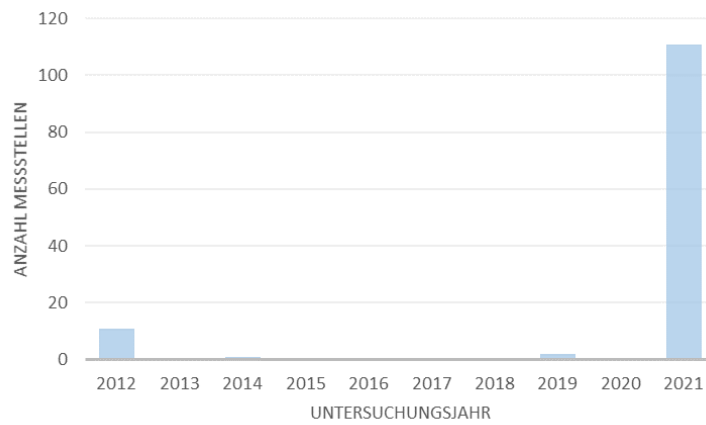


Abb. 50: Anzahl der Messstellen pro Beprobungsjahr, deren Nitratwert als letzter verfügbarer Jahresmittelwert in die Güteauswertungen einfließt.

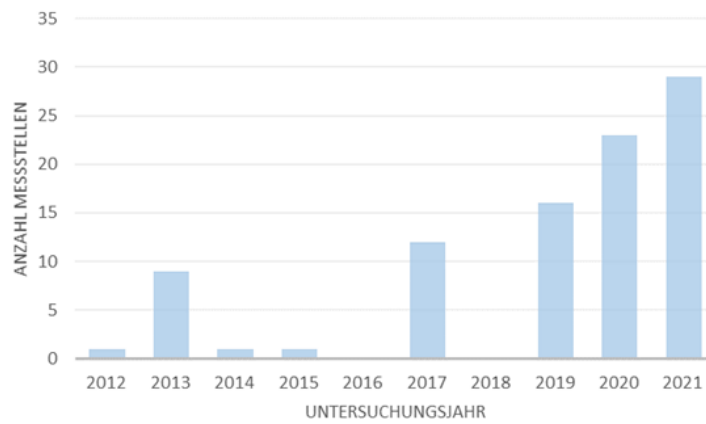


Abb. 51: Anzahl der Messstellen pro Beprobungsjahr, deren Arsenwert als letzter verfügbarer Jahresmittelwert in die Güteauswertungen einfließt.

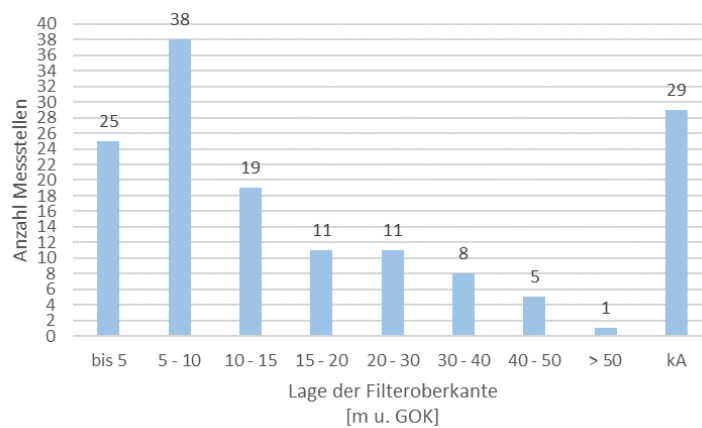


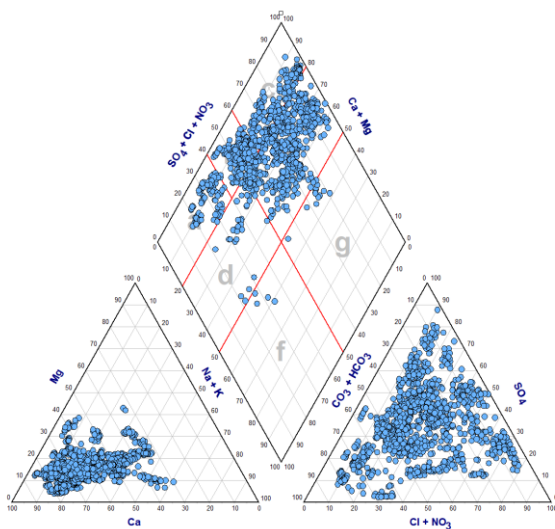
Abb. 52: Messstellen mit Untersuchungen zur Grundwasserbeschaffenheit klassifiziert nach Lage der Filteroberkante.

9.2.1 Charakterisierung des Grundwassers nach Hauptinhaltsstoffen

Zur allgemeinen Charakterisierung des Grundwassers in den Teilräumen des Einzugsgebietes Weser-Meerbach werden die Hauptinhaltsstoffe in einem Piper-Diagramm dargestellt. In einem Piper-Diagramm, dem bekanntesten Mehrstoffdiagramm, werden die gemessenen Konzentrationen der Hauptinhaltsstoffe des Grundwassers (Sulfat, Chlorid, Nitrat, Calcium, Magnesium, Natrium, Kalium und (Hydrogen)Karbonat) als Äquivalentkonzentrationen zueinander in Beziehung gesetzt (Abb. 54). Das untere linke Dreieck zeigt die Konzentrationsbeziehungen der Kationen, das rechte Dreieck die Verhältnisse der Anionen zueinander. Die Summendarstellung beider Dreiecke wird in der Raute wider gegeben. Anhand des Piper-Diagrammes können Wasserproben typisiert, verglichen und weiter ausgewertet

werden. Bei der Einteilung des Grundwassers wird die Klassifikation nach Furtak & Langguth (1967) verwendet.

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach herrschen normal erdalkalische Wässer und erdalkalische Wässer mit höherem Alkalianteil vor. Die Wässer sind größtenteils hydrogencarbonatisch-sulfatisch oder überwiegend sulfatisch geprägt (Abb. 53). Berücksichtigt werden muss, dass 105 der 147 ausgewerteten Messstellen sich im Teilraum „Mittelweser-Aller-Leine Niederung“ befinden. Auch die Wässer des Calenberger Vorlandes haben einen erdalkalischen Charakter, sind aber überwiegend hydrogencarbonatisch geprägt (Abb. 54). Hier fällt der Brunnen 3 im TWGG Stiftswald durch erhöhte Natriumchloridgehalte auf. Auffällig ist auch die Messstelle Altenhagen II in der Hannoverschen Moorgeest, die durch hohe Chloridwerte über 300 mg/l geprägt ist (Abb. 55, Abb. 56).



Einteilung nach Furtak & Langguth

Normal erdalkalische Wässer

- a) überwiegend hydrogencarbonatisch
- b) hydrogencarbonatisch-sulfatisch
- c) überwiegend sulfatisch

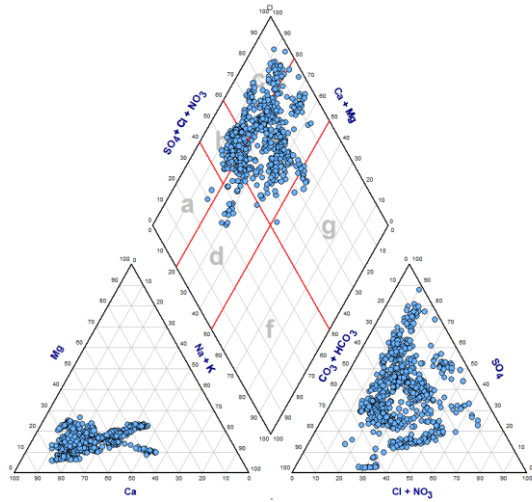
Erdalkalische Wässer mit höherem Alkalianteil

- d) überwiegend hydrogencarbonatisch
- e) überwiegend sulfatisch / chloridisch

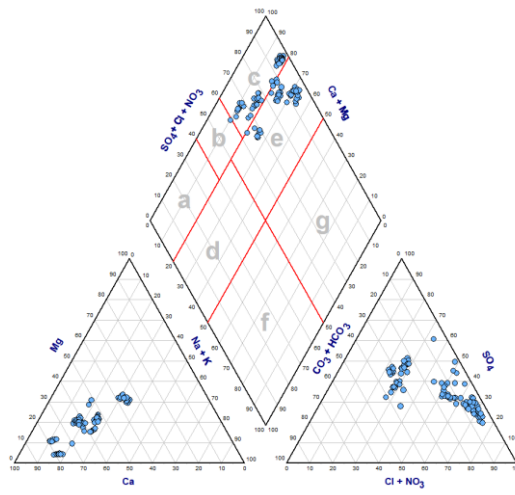
Alkalische Wässer

- f) überwiegend (hydrogen-)carbonatisch
- g) überwiegend sulfatisch / chloridisch

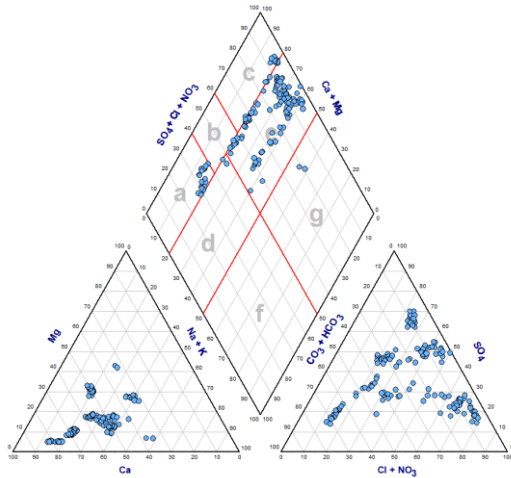
Abb. 53: Verteilung der Hauptkationen und Hauptanionen der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.



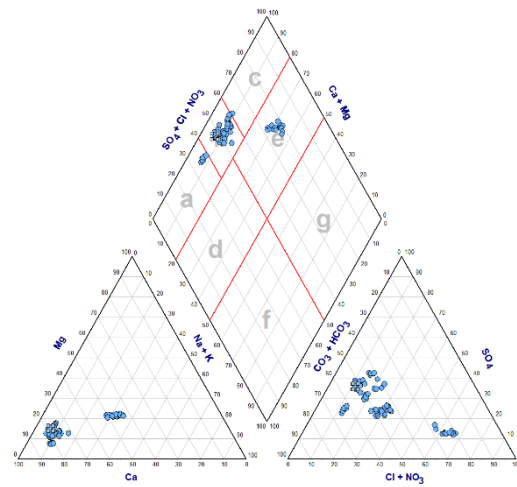
Mittelweser-Aller-Leine Niederung (n=105)



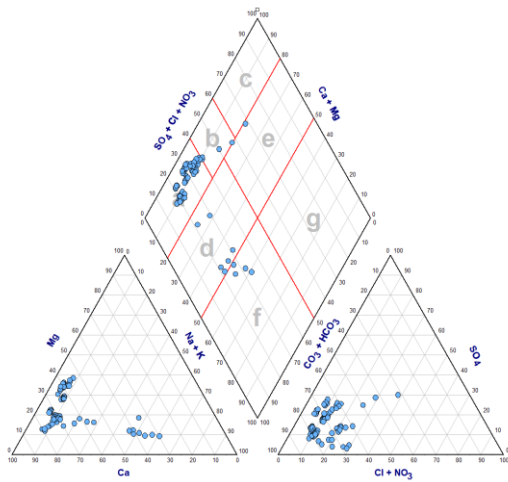
Syker Geest (n=7)



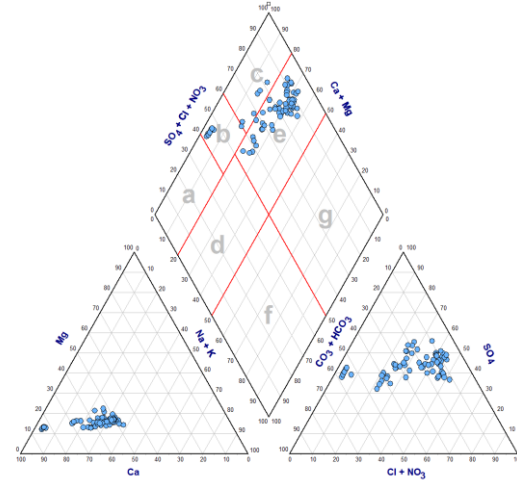
Nienburg-Neustädter Geest (n=13)



Hannoversche Moorgeest (n=7)



Calenberger Vorland (n=8)



Bückeberg Vorland (n=7)

Abb. 54: Verteilung der Hauptkationen und Hauptanionen der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach differenziert nach Teilräumen (Legende siehe Abb. 53).

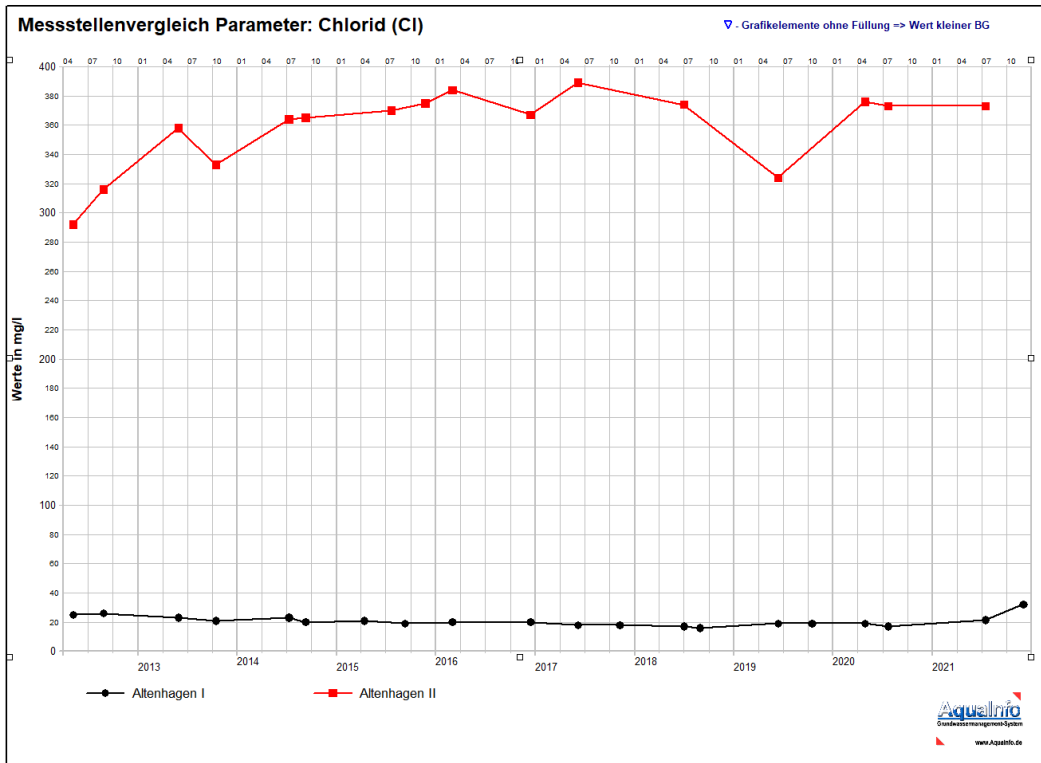


Abb. 55: Chlorid-Ganglinie der Messstellen Altenhagen I und II.

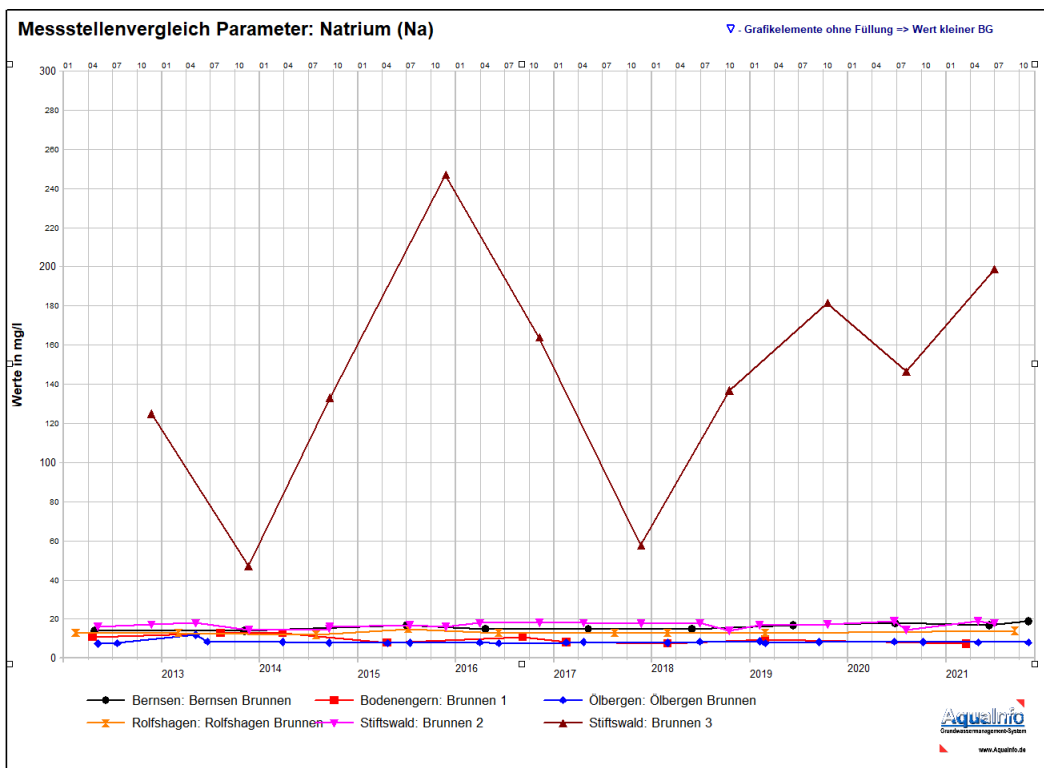


Abb. 56: Natrium-Ganglinie ausgewählter Messstellen im Teilraum Hannoversche Moorgeest.

9.3.1 pH-Wert

Der pH-Wert beeinflusst den Ablauf vieler Reaktionen und die Löslichkeit von Stoffen im Grundwasser. Er kennzeichnet den Säuregehalt eines Wassers und gibt an, ob eine Lösung sauer, alkalisch oder neutral reagiert. Der pH-Wert ist definiert als der negative dekadische Logarithmus der Wasserstoffionen-Aktivität. Die pH-Skala reicht von 0 bis 14. Der Neutralpunkt dieser Skala ist pH 7. Ein pH-Wert kleiner als 7 bedeutet saures Milieu; alkalische (basische) Verhältnisse entsprechen pH-Werten über 7. Stoffe im Boden und in den Gesteinen der Grundwasserleiter mit saurem oder alkalischem Charakter (z. B. Kohlensäure, Huminstoffe, Hydrogenkarbonat) bewirken, dass ein natürliches Wasser in der Regel nicht den neutralen pH-Wert 7 aufweist.

Welchen pH-Wert ein Wasser aufweist, hängt hauptsächlich vom Stoffmengenverhältnis der freien Kohlensäure zum Hydrogenkarbonat ab. Bei gut gepufferten Grundwässern liegt der pH-Wert häufig in der Nähe des Neutralpunktes (pH 6,5 bis

pH 7,5), bei weichen, jedoch kohlenstoffreichen Wässern, etwa zwischen pH 5 und pH 6.

Bei sehr kohlenstoffreichen Mineralwässern kann der pH-Wert auf Werte von pH 5 bis pH 4,5 absinken. Fehlen im Boden oder Grundwasser puffernde Substanzen wie beispielweise in basenarmen Sanden, führt die Bildung oder der Eintrag von Säuren (z.B. Stickoxide, Stickstoffmonoxyd, Schwefeldioxyde mit dem sauren Regen, natürliche Bildung von Huminsäuren in Mooregebieten) zur Versauerung des Grundwassers.

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 Reaktionen sind für einen optimalen Ablauf an bestimmte pH-Bereiche gebunden. Die Schädigung bzw. die biologische Verfügbarkeit vieler Stoffe (z. B. Löslichkeit, Mobilität vieler Verbindungen wie Schwermetalle, Aluminium) ist abhängig vom pH-Wert. Die TrinkwV (2023) legt die Einhaltung des pH-Bereiches von pH 6,5 bis pH 9,5 fest (Tab. 23).

Tab. 24: pH-Wert, Min./Max.- und Mittelwerte sowie Unterschreitung des Grenzwertes von pH 6,5 in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Mittel	pH-Wert		< pH 6,5			
	GWM	Analysen		Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
			Gesamtzeitraum			Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	105	1.043	6,4	4,3	8,2	58	446	53	50,5
Syker Geest	7	95	5,9	4,7	7,7	6	71	4	57,1
Nienburg-Neustädter Geest	13	161	6,1	4,9	8,1	10	108	9	69,2
Hannoversche Moorgeest	7	81	7,3	6,6	7,8	0	-	-	-
Bückerbergvorland	7	72	6,1	5,6	7,5	6	58	5	71,4
Calenberger Bergland	8	100	7,3	6,6	7,8	0	-	-	-
Gesamt	147	1.552	6,5	4,3	8,2	80	683	71	48,3

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach wird der untere Grenzwert bei 48% der Messstellen unterschritten (Tab. 24). Der aktuelle Mittelwert (pH 6,4) und der Median (pH 6,6) der pH-Werte zeigen im Einzugsgebiet ein gut gepuffertes Grundwasser (Abb. 57). Die aktuellen pH-Werte liegen in einem Bereich zwischen pH 4,3 und 8,1. Im Gesamtzeitraum beträgt der maximal festgestellte pH-Wert 8,2. Im Festgestein sind durchgängig Werte über pH 6,5 anzutreffen (Abb. 58).

Die Trendanalyse ergibt lediglich für 36 der 147 ausgewerteten Messstellen einen signifikanten Trend (Tab. 25). 28 GWM zeigen dabei eine fallende Entwicklung der pH-Werte.

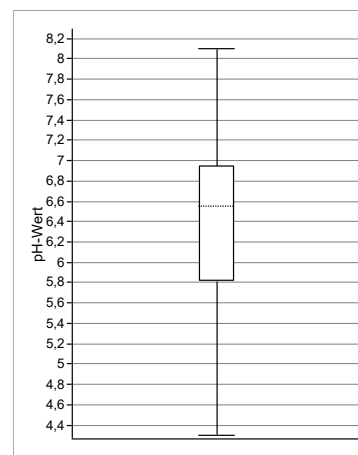


Abb. 57: Box-Plot für den Parameter pH-Wert (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021).

Tab. 25: pH-Wert: Trend im Zeitraum 2012 bis 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Gesamt	Trend beurteilbar	nein [Anzahl GWM]	Signifikant	
				ja davon Trend steigend	fallend
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	105	97	59	13	25
Syker Geest	7	6	5	1	0
Nienburg-Neustädter Geest	13	10	7	3	0
Hannoversche Moorgeest	7	6	3	0	3
Bückebergvorland	7	7	4	3	0
Calenberger Bergland	8	8	8	0	0
Gesamt	147	134	86	8	28

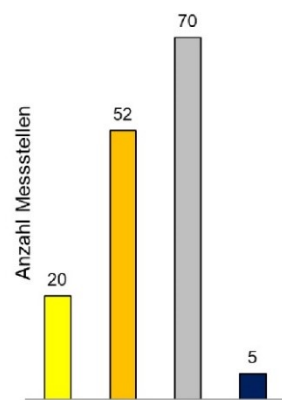
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

**pH-Wert
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021**

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

Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

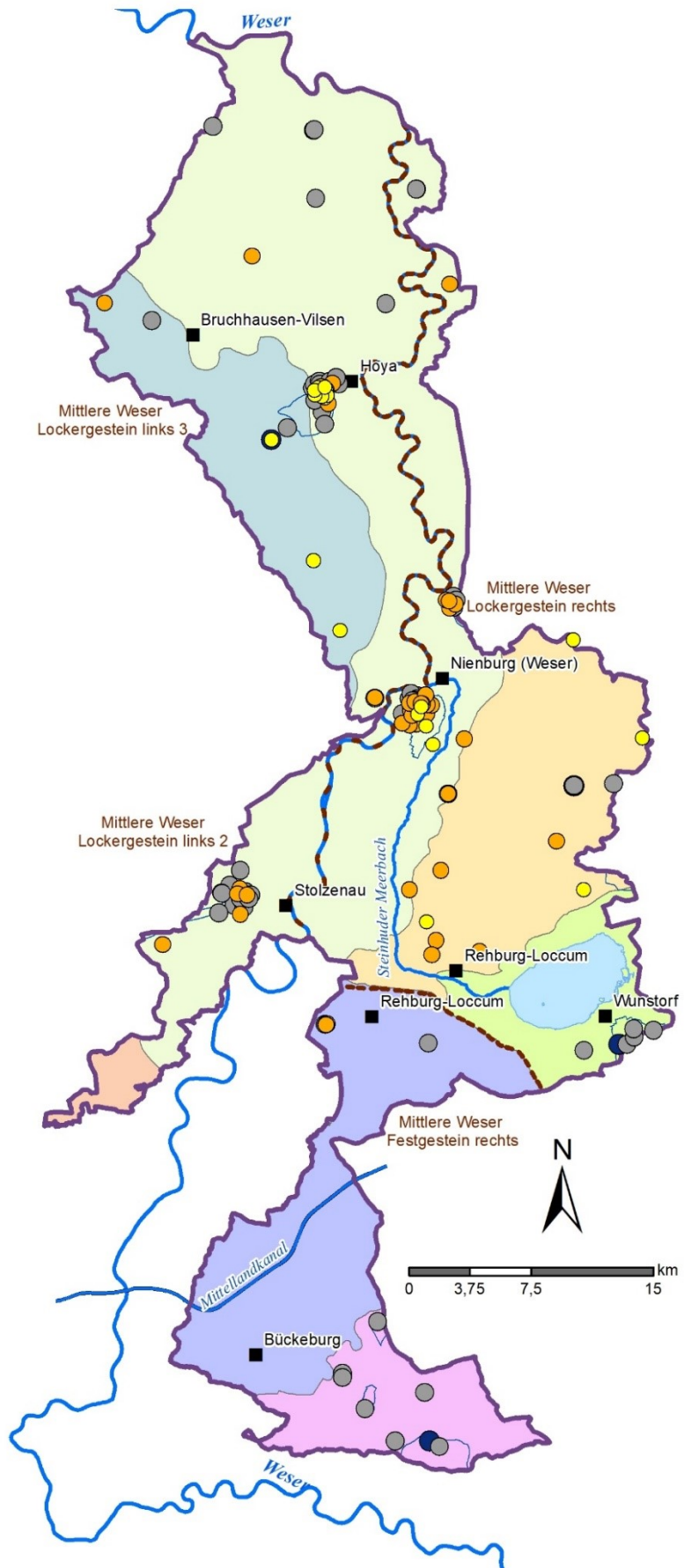


Abb. 58: Aktueller pH-Wert der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.2 Sauerstoff

Sauerstoff (O₂) ist an vielen chemischen und biochemischen Prozessen beteiligt. Der Sauerstoffgehalt kennzeichnet das chemische Milieu eines Grundwassers (oxidierend, reduzierend) und ist daher für die Beurteilung der chemischen Zusammensetzung und der im Grundwasser ablaufenden (bio-) chemischen Prozesse von Bedeutung. Sauerstoff wird bei der Grundwasserneubildung in gelöster Form mit dem Sickerwasser ins Grundwasser eingetragen. Im sauerstoffhaltigen Grundwasser kommt es aufgrund mikrobieller Stoffwechselprozesse zu einer Oxidation von organischen Substanzen und reduzierter Schwefelverbindungen (oxidierendes Milieu), wobei Sauerstoff gezehrt wird. Diese Prozesse können zu einem vollständigen Verbrauch des gelösten Sauerstoffs führen. Unter sauerstoffarmen Verhältnissen stellt sich ein reduzierendes chemisches Milieu ein. Typische Kennzeichen für reduzierte Grundwässer sind der Abbau von Nitrat (Denitrifikation), die

Erhöhung von Eisen- und Mangankonzentrationen sowie das Auftreten von Nitrit und Ammonium. Im Extremfall kommt es zur Reduktion von Sulfaten (Desulfurikation) und damit einhergehender Bildung von Schwefelwasserstoff. Reduzierte Verhältnisse sind vor allem in Lockergesteinsaquiferen anzutreffen, während Sauerstoffkonzentrationen, die auf oxidierende Bedingungen hindeuten, vor allem für Festgesteine typisch sind (Kunkel et al. 2004). Grenzwerte zur Regulierung des Sauerstoffgehaltes bestehen nicht. Vorgaben der TrinkwV 2023 für andere Parameter wie Eisen, Mangan und Ammonium können jedoch nur dann erfüllt werden, wenn das Wasser entsprechend Sauerstoff enthält (Kölle 2010). Sauerstoffgehalte > 2 mg/l deuten oxidierende Verhältnisse an (UFZ 1998). Bei Grundwässern mit Sauerstoffkonzentrationen < 2,0 mg/l kann beispielsweise ein Nitratabbau durch Denitrifikation auf der Fließstrecke zur Grundwassermessstelle nicht sicher ausgeschlossen werden (Rivett et al. 2008). Bei Sauerstoffgehalten über 4 mg/l kann von einem oxidierenden Milieu ausgegangen werden.

Tab. 26: Sauerstoff, gelöst, Min/Max- und Mittelwerte sowie aerobe Verhältnisse (Sauerstoffgehalt > 4 mg/l) in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Sauerstoff (mg/l)			> 4 mg/l Sauerstoff			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
			Gesamtzeitraum			Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	105	1.010	1,18	0,01	9,5	27	103	11	10,5
Syker Geest	7	96	2,40	0,05	6,1	4	11	3	42,9
Nienburg-Neustädter Geest	13	161	2,24	0,005	11,2	4	33	3	23,1
Hannoversche Moorgeest	7	80	1,65	0,03	10,9	1	20	1	14,3
Bückerbergvorland	2	12	4,87	0,2	9,4	1	2	1	50,0
Calenberger Bergland	8	98	5,17	0,1	12,7	7	60	5	62,5
Gesamt	142	1.457	2,92	0,005	12,7	44	229	24	16,9

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach weisen 24 Messstellen (17%) einen Sauerstoffgehalt über 4 mg/l auf. In der Mittelweser-Aller-Leine Niederung sind lediglich 11 von 105 Messstellen sauerstoffreich (Tab. 26, Abb. 60). Sehr hohe Sauerstoffgehalte über 7 mg/l treten vor allem im Calenberger Bergland auf. Am Standort Altenhagen in der Hannoverschen Moorgeest weist die Messstelle Altenhagen I (Filterlage von 13 – 15 m u. GOK) hohe Sauerstoffgehalte über 9 mg/l auf. Die deutlich tiefer verfilterte Messstelle Altenhagen II (Filterlage 32 – 36 m u. GOK) weist hingegen mit 0,03 mg/l kaum Sauerstoff auf. Der obere Grundwasserleiter ist hier durch Schluffschichten vom unteren Grundwasserleiter getrennt.

Der aktuelle Gebietsmittelwert für Weser-Meerbach beträgt 1,75 mg/l. Deutlich geringer fällt der Median mit 0,65 mg/l aus (Abb. 59).

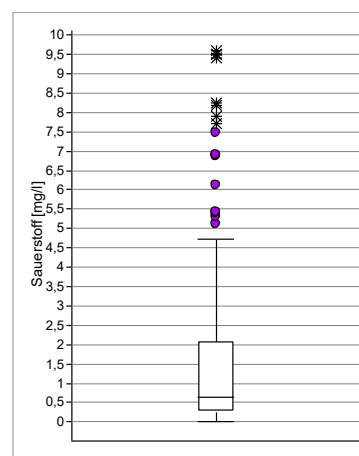


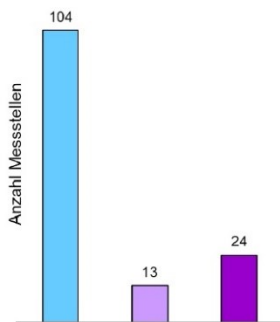
Abb. 59: Box-Plot für den Parameter Sauerstoff (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern extremer Ausreißer).

Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

**Sauerstoffgehalt (mg/l)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021**

- bis 2
 - 2 - 4
 - > 4
- Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

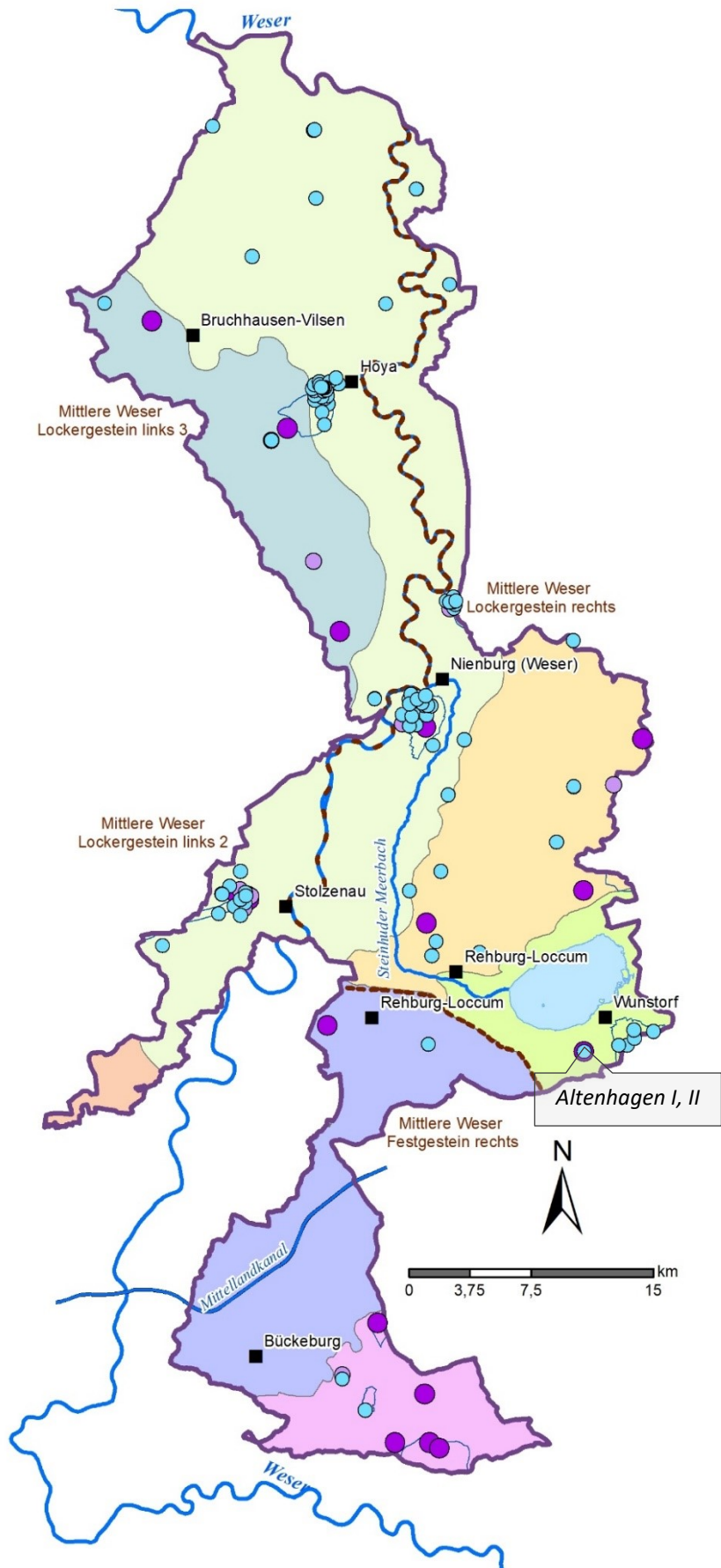


Abb. 60: Sauerstoffgehalt der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.3 Wasserhärte

Die Gesamthärte wird als Summe aller Erdalkalimetalle definiert. Calcium und Magnesium sind als die wichtigsten Vertreter dieser Gruppe zu nennen und liegen häufig in Verbindungen mit Karbonaten, Sulfaten und Phosphaten vor. Bei der Erfassung der Karbonathärte werden lediglich die als Karbonate vorliegenden Erdalkalimetalle berücksichtigt. Weiche Wässer wirken durch die vorhandene Kohlensäure korrosiv. Zu harte Wässer verursachen unerwünschte Kalkabscheidungen. Die TrinkwV (2023) sieht keine Grenzwerte für die Wasserhärte vor. Nach dem Wasch- und

Reinigungsmittelgesetz (WRMG 2013) sind die WVU verpflichtet, dem Verbraucher die Härtebereiche des Trinkwassers in drei Härtebereichen anzugeben. Die Angaben zu den Härtebereichen müssen nach europäischem Recht in mmol pro Liter Calciumcarbonat erfolgen. Neben den Vorgaben des WRMG (2013) muss auch die Gesamthärte als Summe der Erdalkalisalze (Calcium- und Magnesium-Salze) berücksichtigt werden (DVWK 2020), da sie für den Waschvorgang entscheidend ist (Tab. 27). Für die Beurteilung der Wasserhärte wird daher für die vorliegende Auswertung die Gesamthärte als Summe der Calcium- und Magnesiumkonzentration herangezogen.

Tab. 27: Einteilung der Härtebereiche für Trinkwasser.

Härtebereich	Calciumcarbonat (WRMG 2013) [mmol/l]	Gesamthärte [°dH]
Weich	< 1,5	< 8,4
Mittel	1,5 - 2,5	8,4 - 14
Hart	> 2,5	> 14

Tab. 28: Gesamthärte, Min/Max- und Mittelwerte in Grundwassermessstellen innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021, (Härtebereich weich = < 8,4°dH, mittel = 8,4 bis 14°dH, hart = > 14 °dH).

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Gesamthärte [° dH]			Anzahl GWM Härtebereich aktuell		
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	weich	mittel	hart
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	62	644	11,3	1,5	24,6	11	39	12
Syker Geest	7	89	8,7	2,0	13,1	2	5	0
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	5,2	1,5	10,4	12	1	0
Hannoversche Moorgeest	7	77	23,1	15,5	31,9	0	0	7
Bückebergvorland	7	71	10,7	3,4	44,0	6	0	1
Calenberger Bergland	8	98	17,2	8,0	20,3	0	1	7
Gesamt	104	1,135	12,7	1,5	44,0	31	46	27

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach tritt hartes Wasser hauptsächlich in der Hannoverschen Moorgeest, dem Bückebergvorland und vor allem im Calenberger Bergland auf. In der Nienburg-Neustädter Geest ist weitgehend weiches Wasser anzutreffen. Die Mittelweser-Aller-Leine Niederung ist durch Grundwasser mittleren Härtebereiches gekennzeichnet (Tab. 28, Abb. 62). Gebietsmittelwert und Median liegen mit 11,6 und 10,4 °dH im Bereich mittlerer Härte (Abb. 61).

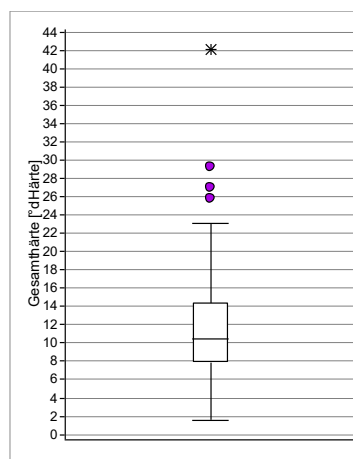


Abb. 61: Box-Plot für den Parameter Gesamthärte (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern extremer Ausreißer).

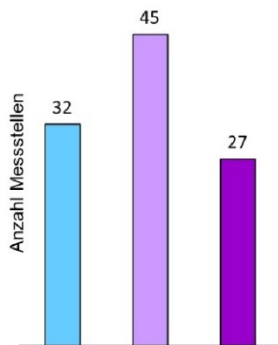
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Gesamthärte
Härtegrad (°dHärte)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2011 - 2020

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

Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 62: Gesamthärte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

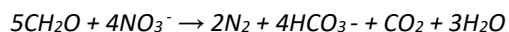
9.3.4 Stickstoffhaltige Parameter

Stickstoff ist wichtiger Bestandteil von Eiweißverbindungen. In der Biomasse liegt Stickstoff daher organisch gebunden vor. Unter Sauerstoffeinfluss wird der organisch gebundene Stickstoff über Ammonium zu Nitrit und letztlich zu Nitrat oxidiert. Nitrat und Ammonium stellen die wichtigsten Stickstoffverbindungen im Grundwasser dar. Nitrit tritt nur kurzfristig als Zwischenprodukt im Stickstoffkreislauf auf und ist daher in der Regel nur in geringer Konzentration im Grundwasser zu finden (Kölle 2010).

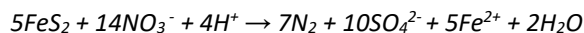
9.3.4.1 Stickstoffkreislauf

Nitrat ist das Anion der Salpetersäure. Es spielt eine bedeutende Rolle als Pflanzennährstoff und ist durch verschiedene Stoffumwandlungsprozesse in den Stickstoffkreislauf (Abb. 63) eingebunden. Bei der Zersetzung abgestorbener Pflanzenteile (Humifizierung) und dem Abbau von Humus (Mineralisation) wird zunächst Ammonium freigesetzt und anschließend zu Nitrat umgewandelt (Nitrifikation). Nitrat kann unter sauerstoffarmen Bedingungen im Boden und Grundwasser zu Lachgas oder atmosphärischem Stickstoff abgebaut werden (Denitrifikation). Pflanzen nehmen

Gleichung (2)
heterotropher Nitratabbau



Gleichung (3)
autolithotropher Nitratabbau



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

Die Belastung des Grundwassers mit Stickstoffverbindungen ist im Einzugsgebiet Weser-Meerbach von besonderer Bedeutung. Als Ursache für die zum Teil sehr hohen Stickstoffbelastungen kommen vielfältige menschliche Nutzungen in Betracht. Hier ist vorrangig die landwirtschaftliche Bodennutzung mit einhergehenden Stickstoff-Einträgen durch die Düngung zu nennen (Kapitel 4). Als luftbürtige Stickstoffquellen sind neben Industrieabgasen und Verkehr auch Stallabluft und gasförmige Ausbringverluste bei der organischen Düngung zu nennen. Daneben können Sickerwasserausträge aus Deponien, Abwasser aus Kanalisationen und Hauskläranlagen usw. zu Belastungen im Grundwasser führen.

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 Nitrat bei Anwesenheit von organischen Kohlenstoffverbindungen (Gleichung 2) und/oder reduzierten Schwefelverbindungen (Eisensulfid- und Disulfid-Phasen, u.a. Pyrit, Gleichung 3) zu Lachgas (N_2O) oder atmosphärischem Stickstoff (N_2) unter Beteiligung von Mikroorganismen abgebaut werden (Denitrifikation). Sauerstofffreie Grundwässer sind daher häufig nitratfrei.

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 dem 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 sowie über gasförmige Verluste bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. Nach der Umwandlung in Nitrat kann ebenfalls eine Verlagerung in das Grundwasser stattfinden (NLWKN 2012). Stickoxide und Ammoniak können neben anderen Schadstoffen an Blättern oder Nadeln von Bäumen angelagert werden (Auskämmung). Durch den Niederschlag werden die Schadstoffe in den Boden eingetragen. Durch erhöhte Stickstoffeinträge wird letztlich Nitrat mit dem Sickerwasser in das Grundwasser ausgewaschen. Daneben führt die Deposition über eine Anreicherung mit Sulfat, Nitrat und Ammonium zu einer Versauerung des Bodens.

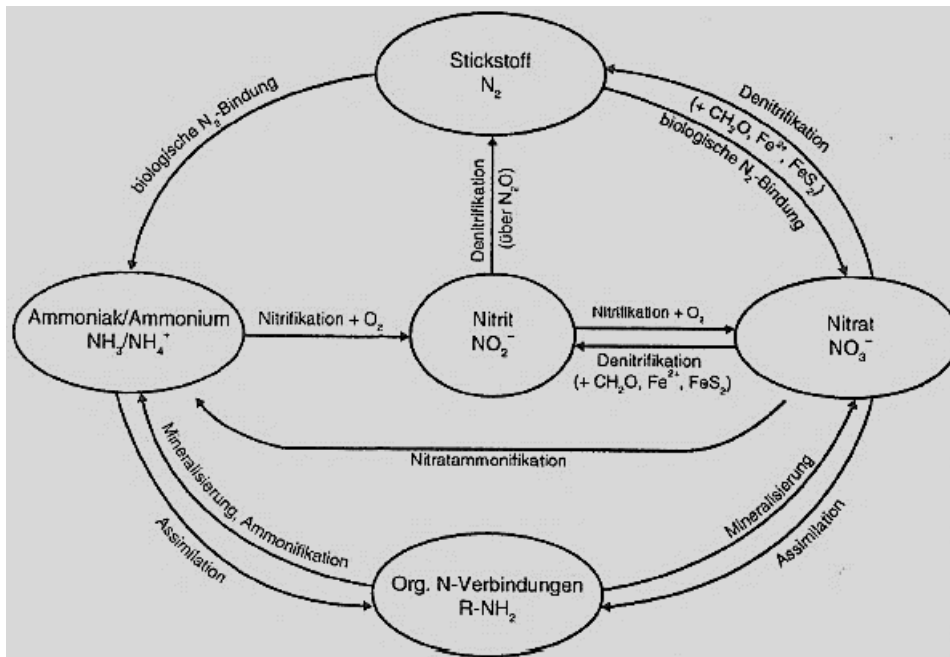


Abb. 63: Die im Stickstoffkreislauf beteiligten N-Spezies und deren Stoffübergänge (Wisotzky et. al. 2018).

9.3.4.2 Nitrat

Nitrat (NO₃⁻) 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. Nitrat ist seit Jahren ein Problemstoff im Grundwasser. Während in natürlichen Böden Stickstoff ein Mangel-element ist, tritt bei landwirtschaftlicher Bodennutzung infolge der langjährigen Düngung ein hoher Überschuss an Nitrat auf. Auswaschungen führen zu einem Anstieg des Nitratgehaltes im Grundwasser. Ein durch landwirtschaftliche Nutzung unbeeinflusstes Grundwasser weist in der Regel Nitratgehalte bis 10 mg/l auf. Nitratreinträge über das Sickerwasser führen z. T. zu Konzentrationen von mehreren 100 mg/l Nitrat im Grundwasser.

Nitrat hat toxikologisch selbst keine relevante Wirkung, kann jedoch im Verdauungstrakt zu Nitrit umgewandelt werden. Nitrite wirken in Organismen toxisch. Sie sind an der Bildung kanzerogener Nitrosamine beteiligt. Bei Säuglingen kann Nitrit zur Bildung von Methämoglobin (Blausucht) führen (Kap.9.3.4.4).

Über die Ernährung 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. Um die Qualität des Trinkwassers für den Verbraucher sicher zu stellen, gibt die TrinkwV (2023) Vorgaben für die Beschaffenheit des Wassers vor. Für Nitrat ist ein Grenzwert

von 50 mg/l festgelegt. Die WVU stellen die Einhaltung des Grenzwertes für das Trinkwasser sicher und geben das Wasser in guter Qualität an den Verbraucher ab (Kap. 5.2). Zum großflächigen Schutz des Grundwassers in Gebieten mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung hat die Europäische Union die Nitratrichtlinie erlassen, die ebenfalls 50 mg/l Nitrat als Grenzwert festlegt. Auf Grundlage der GrwV 2010, die ebenfalls einen Schwellenwert von 50 mg/l vorgibt, sind Gewässerschutzmaßnahmen und einschlägige Beratungen installiert (Kap.5.1).

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach beträgt der Gebietsmittelwert über den Gesamtzeitraum berechnet 19,7 mg/l Nitrat. Aktuell überschreiten 13 von 132 GWM den Grenzwert von 50 mg/l Nitrat, wobei prozentual mehr Messstellen in den Geestgebieten Belastungen aufweisen (Tab. 29, Abb. 65). Es sind vor allem Messstellen mit Verfilterungen in den sandigen und kiesigen Schmelzwasserablagerungen der Saale-Kaltzeit bzw. in weichselzeitlichen Flussablagerungen (siehe auch Kap. 3.1). 5 Messstellen weisen Nitratgehalte über 100 mg/l auf. Im Bückebergvorland und im Calenberger Bergland treten keine Grenzwertüberschreitungen an den zur Verfügung stehenden Messstellen auf. Messstellen mit hohen Nitratgehalten weisen ebenfalls hohe Sauerstoffgehalte auf (Kap. 9.3.2).

Im nördlichen Bereich der Mittelweser-Aller-Leine Niederung haben sich vorwiegend Gleyböden und Auenböden entwickelt. In den hier verorteten GWM sind sehr niedrige Nitratgehalte aber deutlich erhöhte Ammoniumgehalte zu beobachten (Kap.9.3.4.3). Grundwasserbeeinflusste Böden zeichnen sich durch ein hohes Denitrifikationspotenzial aus.

Tab. 29: Nitrat, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Mittel	Nitrat (mg/l)		>50 mg/l Nitrat			
	GWM	Analysen		Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
				Gesamtzeitraum				Aktueller Wert	
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	90	1.312	12,6	0,05	150	13	101	7	7,8
Syker Geest	7	96	42,0	0,10	126	4	37	2	28,6
Nienburg-Neustädter Geest	13	161	17,7	0,10	135	2	40	2	15,4
Hannoversche Moorgeest	7	79	18,5	0,10	110	2	26	2	28,6
Bückebergvorland	7	72	16,3	0,22	35	0	-	-	-
Calenberger Bergland	8	100	10,8	0,10	40	0	-	-	-
Gesamt	132	1.820	19,7	0,05	150	21	204	13	9,8

Bei Betrachtung der aktuellsten Nitratwerte ist der Mittelwert mit 15,8 mg/l deutlich niedriger als über den Gesamtzeitraum betrachtet. Der Median beträgt mit 1,8 mg/l Nitrat nur rund ein 10tel des Mittelwertes. Werte über 50 mg/l sind hier als Ausreißer gekennzeichnet (Abb. 64).

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach treten Nitratbelastungen vor allem in Messstellen mit Filteroberkanten bis 20 m auf. Vereinzelt weisen jedoch auch Messstellen mit deutlich tieferen Verfilterungen hohe Nitratgehalte auf (Abb. 66). Die GWM WW Liebenau II P 89 (Filterlage 32 -34 m u. GOK) weist z.B. einen Nitratwert von 100 mg/l auf. Hier sind keine schützenden Deckschichten vorhanden. In der GWM Steinhude-Hohenholz H 25 (Filterlage 24 – 25 m u. GOK) wurde ein Nitratwert von 64 mg/l ermittelt.

Von den 132 Messstellen mit Nitratgehalten weisen 57 nennenswerte Gehalte über 5 mg/l auf, die für eine Trendberechnung herangezogen werden können. Für 54 war eine Berechnung durchführbar, wobei für lediglich 24 GWM ein

signifikanter Trend feststellbar war (14 steigend, 10 fallend, Tab. 30).

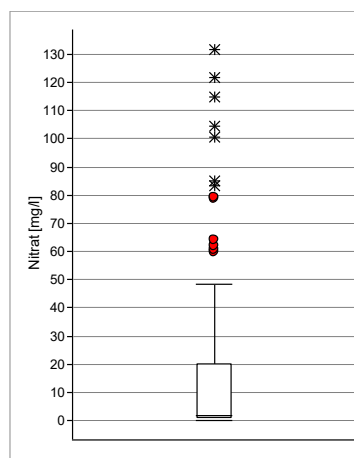


Abb. 64: Box-Plot für den Parameter Nitrat (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern extremer Ausreißer).

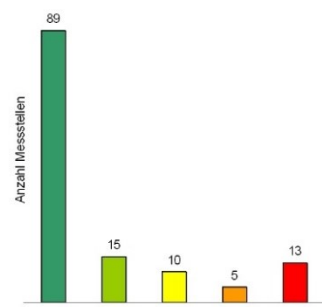
Hydrogeologische Teilräume (LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

**Nitratgehalt (mg/l)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021**

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

Mehrfachmessstellen weisen übereinanderliegende Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

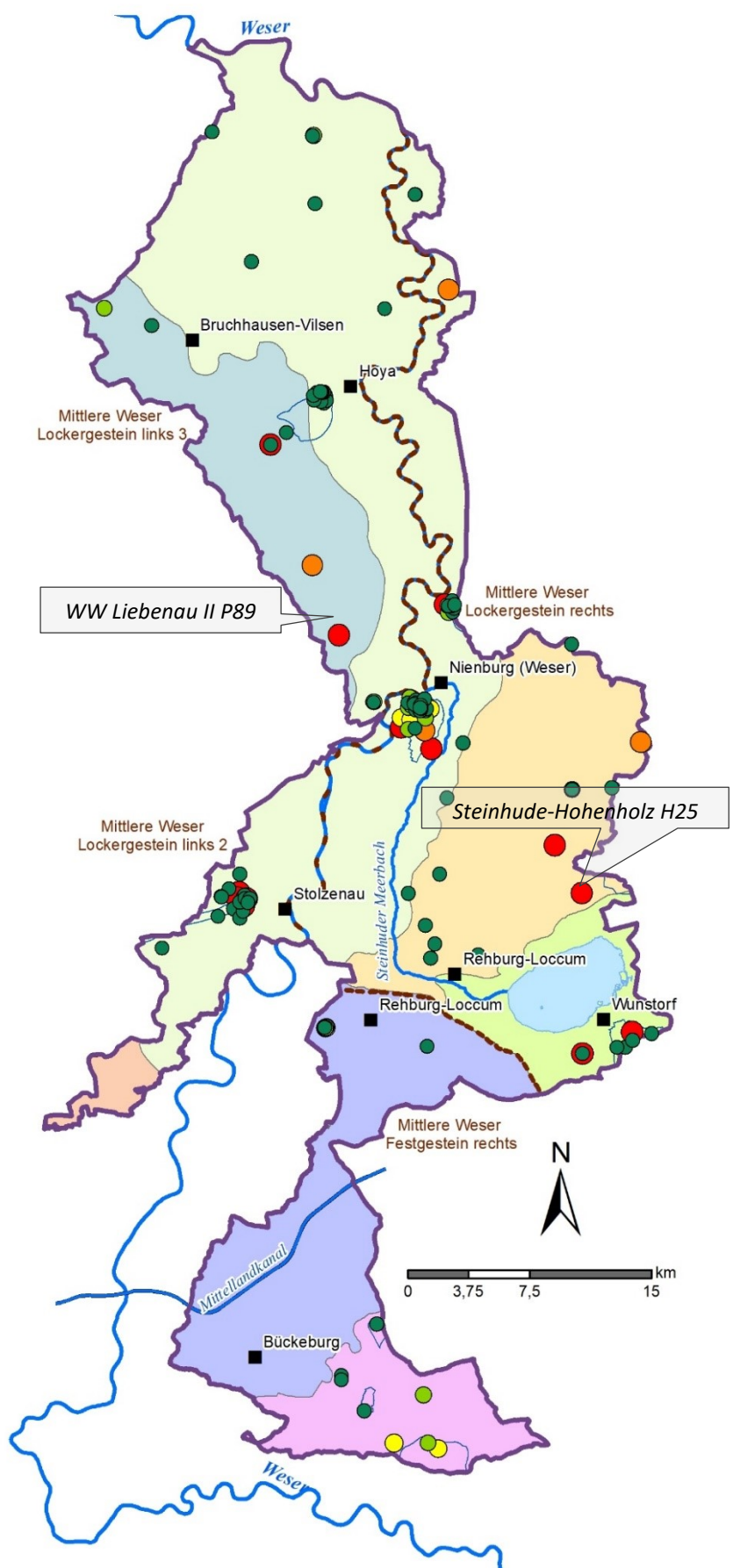


Abb. 65: Nitratgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

Tab. 30: Nitrattrend der GWM mit Nitratmittelwerten > 5 mg/l für den Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Gesamt	Trend beurteilbar	nein	Signifikant	
				ja davon Trend steigend	fallend
[Anzahl GWM]					
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	37	35	22	7	6
Syker Geest	4	3	2	0	1
Nienburg-Neustädter Geest	4	4	0	3	1
Hannoversche Moorgeest	2	2	1	0	1
Bückerbergvorland	6	6	4	1	1
Calenberger Bergland	4	4	1	3	0
Gesamt	57	54	30	14	10

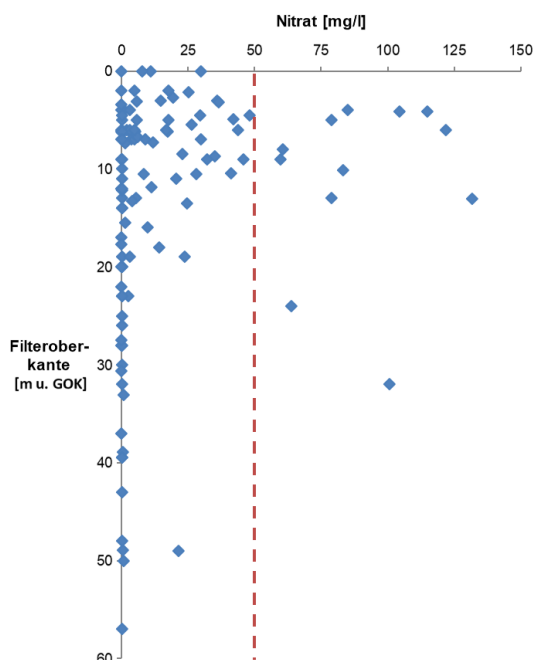


Abb. 66: Nitratgehalte (aktueller Jahresmittelwert im Zeitraum 2012 – 2021) und FOK der GWM im Einzugsgebiet Weser-Meerbach (Rote gestrichelte Linie = Grenzwert nach TrinkwV (2023) bzw. nach Schwellenwert GrwV).

9.3.4.3 Ammonium

Ammonium (NH_4^+) stellt eine für die Pflanzenernährung wesentliche Stickstoffverbindung dar, die bei der Mineralisation organischer Verbindungen auftritt. Im Zuge der Nitrifikation wird Ammonium über Nitrit zu Nitrat biologisch oxidiert. Da Ammonium im Boden relativ leicht an Kationenaustauscher (Tonminerale) gebunden wird, ist die Gefahr der Verlagerung mit dem Sickerwasser gering. Hohe Ammoniumgehalte deuten auf reduzierte Grundwässer (anoxische Bedingungen) hin und können in Niederungsgebieten ursächlich auch in Verbindung mit langsam ablaufender anaerober Mineralisation gebracht werden (organische Lagen, Torfe). In Einzelfällen können sie auf eine übermäßige Anwendung organischer Düngemittel hinweisen.

In der EG-Trinkwasserrichtlinie (98/83/EG) über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch ist Ammonium zu den unerwünschten aber nicht giftigen Stoffen gezählt worden.

Sowohl in der Trinkwasserverordnung als auch in der Grundwasserverordnung wurde der Grenzwert für Ammonium auf 0,5 mg/l festgesetzt (Tab. 23).

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach liegen für 132 Messstellen Ammoniumuntersuchungen vor. 17 Messstellen überschreiten aktuell den Grenzwert für Ammonium von 0,5 mg/l, wobei Sauerstoffgehalte unter 1 mg/l auf reduzierende Verhältnisse hinweisen. Insbesondere treten im nördlichen Bereich der Mittelweser-Aller-Leine Niederung, wo sich vorwiegend Gleyböden und Auenböden aus den tonigen und schluffigen Flussablagerungen entwickelt haben, erhöhte Ammoniumgehalte auf (Abb. 68). In den hier verorteten GWM sind daneben niedrige Nitratgehalte zu beobachten. Grundwasserbeeinflusste Böden und Aueböden zeichnen sich durch ein hohes Denitrifikationspotenzial aus.

Der aktuelle Ammonium-Mittelwert für das Einzugsgebiet Weser-Meerbach beträgt 0,2 mg/l. Für den Gesamtzeitraum berechnet ist der Mittelwert mit 0,14 mg/l Ammonium nur geringfügig niedriger (Tab. 31). Der Median ist mit 0,04 mg/l sehr niedrig (Abb. 67).

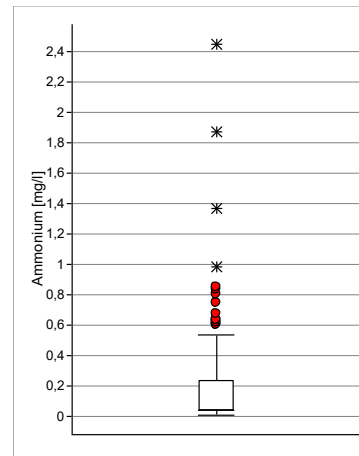


Abb. 67: Box-Plot für den Parameter Ammonium (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern extremer Ausreißer).

Tab. 31: Ammonium, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in den Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Ammonium (mg/l)			>0,5 mg/l Ammonium			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Anzahl	GWM	%
						Gesamtzeitraum			
						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	90	1.266	0,25	0,003	4,5	21	141	15	16,7
Syker Geest	7	91	0,07	0,02	0,27	0	-	0	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	0,12	0,01	0,63	1	3	1	7,7
Hannoversche Moorgeest	7	77	0,08	0,01	0,26	0	-	0	-
Bückebergvorland	7	72	0,07	0,03	0,35	0	-	0	-
Calenberger Bergland	8	97	0,24	0,01	2,4	2	10	1	12,5
Gesamt	132	1.759	0,14	0,003	4,5	24	154	17	12,9

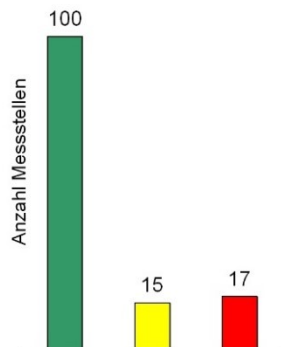
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorkeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Ammoniumgehalt (mg/l)
aktueller Jahresmittewert
im Zeitraum 2012 - 2021

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

Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 68: Ammoniumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.4.4 Nitrit

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

Nitrite wirken in Organismen toxisch. Sie sind an der Bildung kanzerogener Nitrosamine beteiligt. Nitrit beeinträchtigt die Sauerstoffversorgung im Blut von Kleinkindern, da das Nitrit-Ion mit dem im Hämoglobin enthaltenen Eisen reagiert und zu Methämoglobin oxidiert wird. Methämoglobin verliert die Fähigkeit zum Sauerstofftransport und führt zur inneren Erstickung, der sogenannten Blausucht. Bei Erwachsenen besteht die Gefahr einer Blausucht kaum, da das Hämoglobin eine andere Struktur aufweist und nur langsam mit Nitrit reagiert. Das Auftreten von Nitrit kann auf fäkale Verunreinigungen hinweisen.

Der Grenzwert nach TrinkwV und GrwV beträgt 0,5 mg/l Nitrit und wird aktuell (Daten 2021) nur von einer Messstelle (UWO

192 N20 Wulmstorf Filterlage (5 - 7 m u. GOK) im Teilraum Mittelweser-Aller-Leine-Niederung überschritten (Tab. 32, Abb. 70). Die Messstelle ist im Frühjahr 2021 neu errichtet worden, sodass die erhöhten Nitritgehalte im Zusammenhang mit dem Neubau zu sehen sind. Neuere Analysen weisen hier keine Grenzwertüberschreitungen mehr auf. Der aktuelle Mittelwert und Median sind vergleichbar und weisen einen Wert um 0,03 mg/l Nitrit auf (Abb. 69).

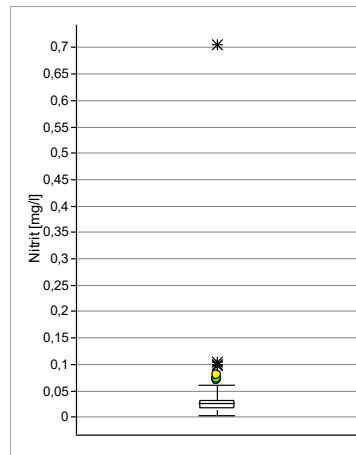


Abb. 69: Box-Plot für den Parameter Nitrit (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern extremer Ausreißer).

Tab. 32: Nitrit, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nitrit (mg/l)			>0,5 mg/l Nitrit			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
Gesamtzeitraum						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	67	802	0,03	0,005	0,82	1	2	1	1,5
Syker Geest	7	91	0,03	0,003	0,10	0	-	0	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	0,04	0,005	0,13	0	-	0	-
Hannoversche Moor-Geest	7	77	0,04	0,005	0,40	0	-	0	-
Bückebergvorland	7	72	0,03	0,03	0,03	0	-	0	-
Calenberger Bergland	8	98	0,01	0,003	0,08	0	-	0	-
Gesamt	109	1.296	0,03	0,003	0,82	1	2	1	0,92

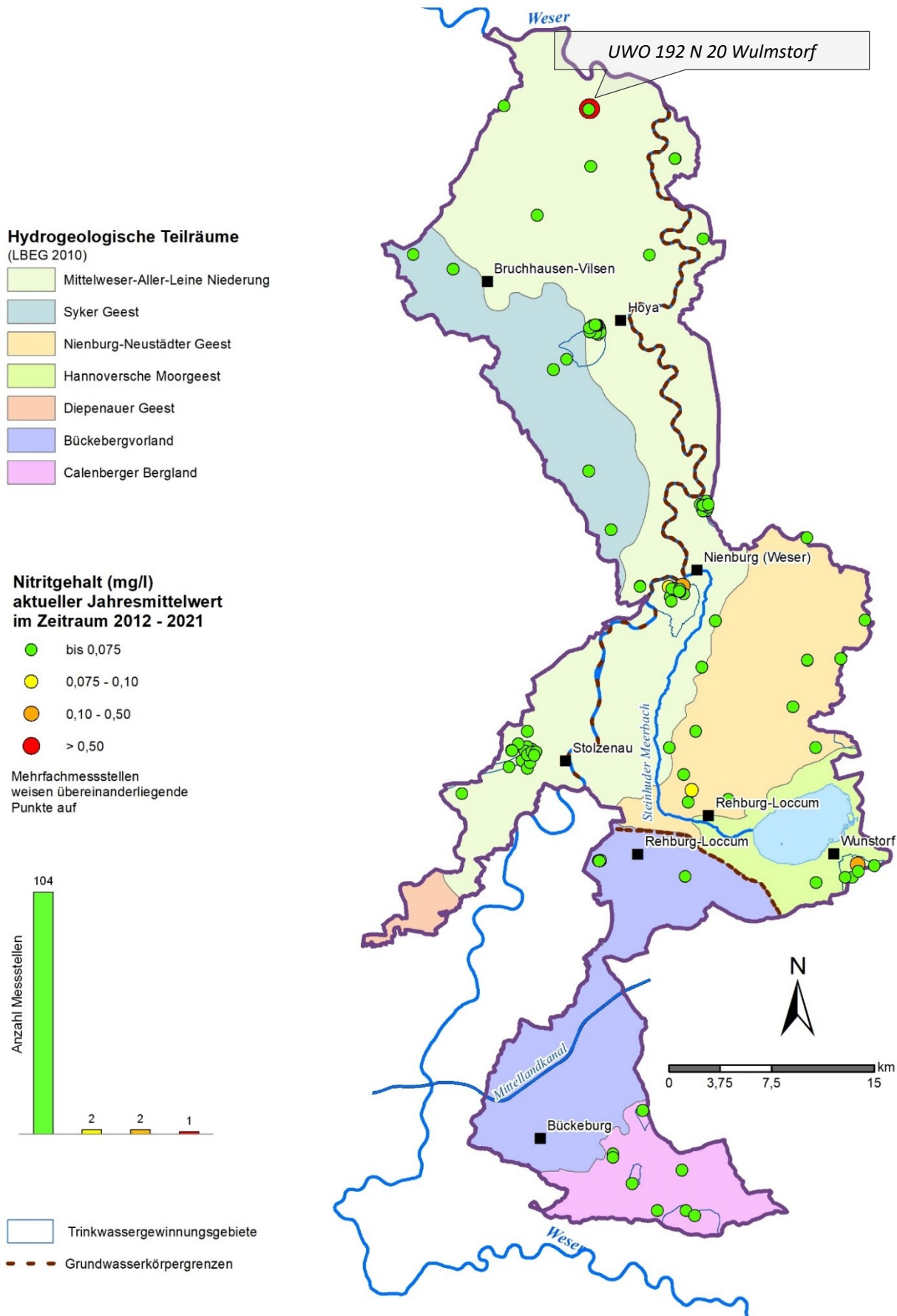


Abb. 70: Nitritgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.5 Sulfat

Sulfate (SO₄²⁻), die Salze der Schwefelsäure, sind wichtige Gesteinsbestandteile. Die häufigsten sulfathaltigen Minerale sind Calciumsulfat (Gips, Anhydrit), Magnesiumsulfat (Bittersalz), Bariumsulfat (Schwerspat) und Natriumsulfat (Glaubersalz). Sulfate sind in der Mehrzahl gut wasserlöslich und werden relativ schnell ausgewaschen. Geogene Sulfatgehalte liegen in Gesteinen ohne sulfathaltige Minerale üblicherweise unter 30 mg/l Sulfat. In Wässern aus sulfathaltigen Gesteinen können auch deutlich höhere Gehalte bis mehrere 100 mg/l Sulfat typisch sein (NLWKN 2012). Ablaugungsvorgänge aus Gipshut über Salzstöcken können Ursache geogen erhöhter Sulfatgehalte sein. Erhöhte Sulfatkonzentrationen finden sich im huminstoffhaltigen Grundwasser bei Kontakt mit Torfen und Mooren (NLWK 2001). Ein Anstieg der Sulfatgehalte kann auch durch die Oxidation von Pyrit durch Sauerstoff oder Nitrat (autotrophe Denitrifikation) hervorgerufen werden. Die landwirtschaftliche Düngung, insbesondere mit den Mineraldüngern Superphosphat, Ammoniumsulfat und Kaliumsulfat, kann insbesondere im oberen Grundwasserstockwerk zu erhöhten Sulfatkonzentrationen führen. Ein messbarer Sulfateintrag kann auch über den Niederschlag erfolgen. Der saure Regen als anthropogene Auswirkung der Verbrennung fossiler Brennstoffe ist hierfür ein bekanntes Beispiel. Höhere Gehalte von wenigen 100 mg/l Sulfat machen sich gemeinsam mit Natrium oder Magnesium im Trinkwasser geschmacklich nachteilig bemerkbar.

Sowohl in der TrinkwV und als auch in der GrwV ist für Sulfat ein Grenzwert von 250 mg/l festgelegt worden (Tab. 23). Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach treten Sulfatgehalte im Bereich zwischen 2,5 mg/l und 353 mg/l Sulfat auf (Tab. 33). Der

aktuelle Gebietsmittelwert beträgt 92 mg/l und ist etwas höher als der Mittelwert des Gesamtzeitraumes. Der Median bewegt sich mit 86 mg/l in einer vergleichbaren Größenordnung (Abb. 71).

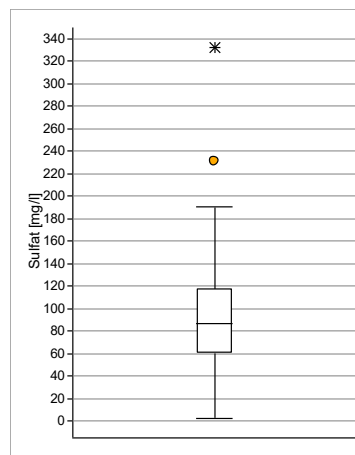


Abb. 71: Box-Plot für den Parameter Sulfat (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern extremer Ausreißer).

Lediglich eine Messstelle überschreitet aktuell den Grenzwert von 250 mg/l (Abb. 73). Die Messstelle Münchehagen I (Filterlage 13 – 26 m u. GOK) zeigt erhöhte Gehalte an Calciumsulfat an. Der Mittelwert des Gesamtzeitraumes beträgt 306 mg/l Sulfat, der Calcium-Mittelwert 263 mg/l (Abb. 72). Diese Gipsauslaugungen stammen vermutlich aus der Wealden-Fazies (Unterkreide), in deren Schichten die Messstelle verfiltert ist.

Insbesondere im Teilraum Mittelweser-Aller-Leine Niederung sind steigende Sulfatgehalte zu verzeichnen (Tab. 34).

Tab. 33: Sulfat, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in den Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Mittel	Sulfat (mg/l)		>250 mg/l Sulfat			
	GWM	Analysen		Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
						Gesamtzeitraum			
						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	90	1.264	97	2,5	353	1	1	0	1,1
Syker Geest	7	91	77	35	162	0	-	0	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	53	12	140	0	-	0	-
Hannoversche Moorgeest	7	77	132	62	210	0	-	0	-
Bückebergvorland	7	72	92	42	332	1	10	1	14,3
Calenberger Bergland	8	99	55	24	98	0	-	0	-
Gesamt	132	1.759	84	2,5	353	2	11	1	0,8

Tab. 34: Sulfattrend der GWM mit Sulfatgehalten > 5 mg/l für den Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Gesamt	Trend beurteilbar	nein	Signifikant	
				ja davon Trend steigend	fallend
[Anzahl GWM]					
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	89	85	49	22	14
Syker Geest	7	6	3	2	1
Nienburg-Neustädter Geest	13	10	4	4	2
Hannoversche Moorgeest	7	6	4	1	1
Bückebergvorland	7	7	5	0	2
Calenberger Bergland	8	8	4	1	3
Gesamt	131	122	69	30	23

Parametertrend für Messstelle: Münchh. I

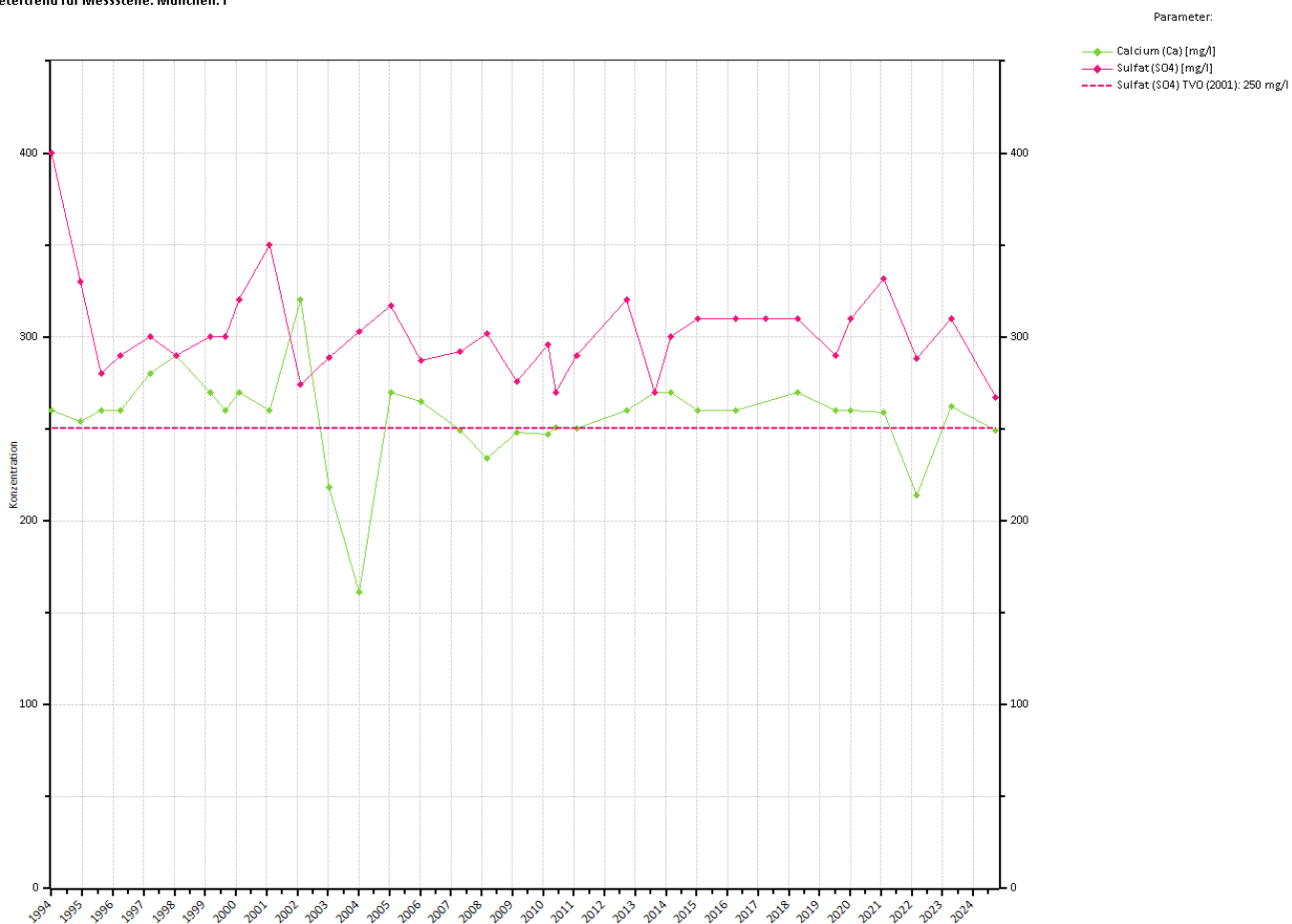


Abb. 72: Parametertrend (Calcium und Sulfat) für die Messstelle Münchhagen I.

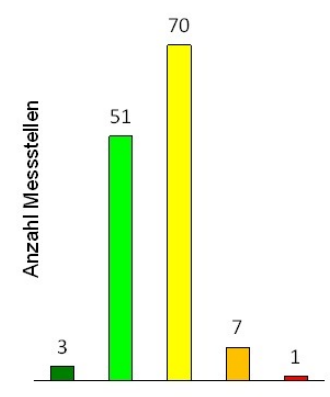
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Sulfatgehalt (mg/l)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021

- bis 20
- 20 - 80
- 80 - 160
- 160 - 250
- > 250

Mehrfachmessstellen weisen übereinanderliegende Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 73: Sulfatgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.6 Chlorid

Als Leitparameter für den Grad der Versalzung wird der Chloridgehalt des Grundwassers herangezogen. Chloride (Cl⁻) treten hauptsächlich als Natriumchlorid im Steinsalz, als Kaliumchlorid und als Magnesiumchlorid in den Abraumsalzen der Steinsalzlager auf. Die geogene Verbreitung ist sehr unterschiedlich und reicht von sehr geringen Konzentrationen in magmatischen Gesteinen bis hin zu Salzlagerstätten (aus NLWK 2001).

Die meisten Chloride sind gut wasserlöslich. Grundwasser weist natürlich bedingte Chloridgehalte bis etwa 20 mg/l auf. In der Nähe von Salzlagerstätten können die Chloridgehalte wesentlich höher sein. Chloride werden vom Boden nicht adsorbiert und somit leicht ausgewaschen. Sie gelangen mit dem Grundwasser über die Flüsse ins Meer und reichern sich dort an. Die Durchschnittskonzentration im Meerwasser beträgt 18 g/l Chlorid (NLWKN 2012).

In der TrinkwV (2023) und GrwV ist für Chlorid ein Grenzwert von 250 mg/l festgesetzt worden. Stark erhöhte Chloridgehalte im Grundwasser, die nicht geogen bedingt sind, können Indikatoren für punktuelle Eintragsquellen wie Abwassereinleitungen, Belastungen aus Deponien, Streusalzeinflüsse usw. sein. Auch der Einsatz von Düngemitteln, bei denen Chlorid oft ein unerwünschter Nebenbestandteil ist, kann eine Belastungsquelle darstellen (NLWKN 2012). Ab 200 mg/l Chlorid ist im Grundwasser bereits ein salziger Geschmack feststellbar (NLWK 2001).

Der aktuelle Gebietsmittelwert beträgt 54 mg/l Chlorid. Der Median liegt bei 37 mg/l. Hier stellen die Messstellen mit Versalzungstendenz (>100 mg/l) Ausreißer dar (Abb. 74).

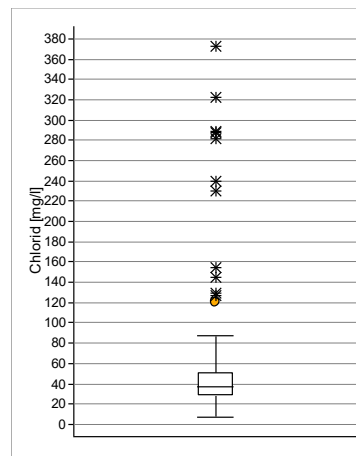


Abb. 74: Box-Plot für den Parameter Chlorid (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern = extremer Ausreißer).

Der Schwellenwert für Chlorid (250 mg/l) wird an fünf GWM überschritten (Tab. 35, Abb. 75). Bei dem Standort Altenhagen im Teilraum Hannoversche Moorgeest zeigt die tiefer verfilterte Messstelle Altenhagen II (Filterlage 32 – 36 m u. GOK) mit einem aktuellen Chloridwert von 373 mg/l eine Versalzung des unteren Grundwasserleiters an. Hier ist von einer Beeinflussung durch den Salzstock der Steinhuder-Meer-Linie auszugehen. Die mit einem Filter von 13 – 15 m u. GOK flach verfilterte Messstelle Altenhagen I weist hingegen lediglich 27 mg/l Chlorid auf. Im WSG Nienburg (Teilraum Mittelweser-Aller-Leine Niederung) weisen mehrere flach verfilterte Messstellen (Filteroberkanten bis 15,5 m u. GOK) erhöhte Chloridgehalte auf. Möglicherweise infiltriert hier salzhaltiges Wasser aus der Weser.

Tab. 35: Chlorid, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Chlorid (mg/l)			>250 mg/l Chlorid			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Anzahl	%	
								GWM	GWM
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	90	1.259	55	6,5	371	4	58	4	4,4
Syker Geest	7	91	45	20	92	0	-	-	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	27	11	69	0	-	-	-
Hannoversche Moorgeest	7	77	86	16	389	1	16	1	14,3
Bückebergvorland	7	72	22	11	43	0	-	-	-
Calenberger Bergland	8	99	31	10	178	0	-	-	-
Gesamt	132	1.754	44	6,5	389	5	74	5	3,8

Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Versalzungsstrukturen

- Salzintrusion
 - Salzkissen
 - Salzstock
- NIBIS-Kartenserver (2014), Salzstrukturen Norddeutschlands, BGR

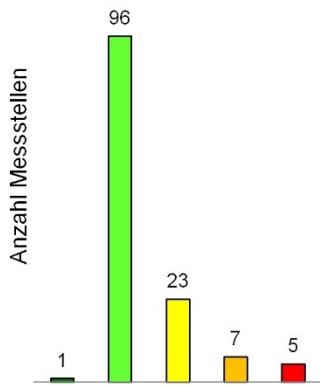
Versalzung

- Unterer Teil des Grundwasserleiters versalzt (>250 mg/l Chlorid).
- NIBIS-Kartenserver (2014), Versalzung des Grundwassers, LBEG

Chloridgehalt (mg/l)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021

- bis 10
- 10 - 50
- 50 - 100
- 100 - 250
- > 250

Mehrfachmessstellen weisen übereinanderliegende Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

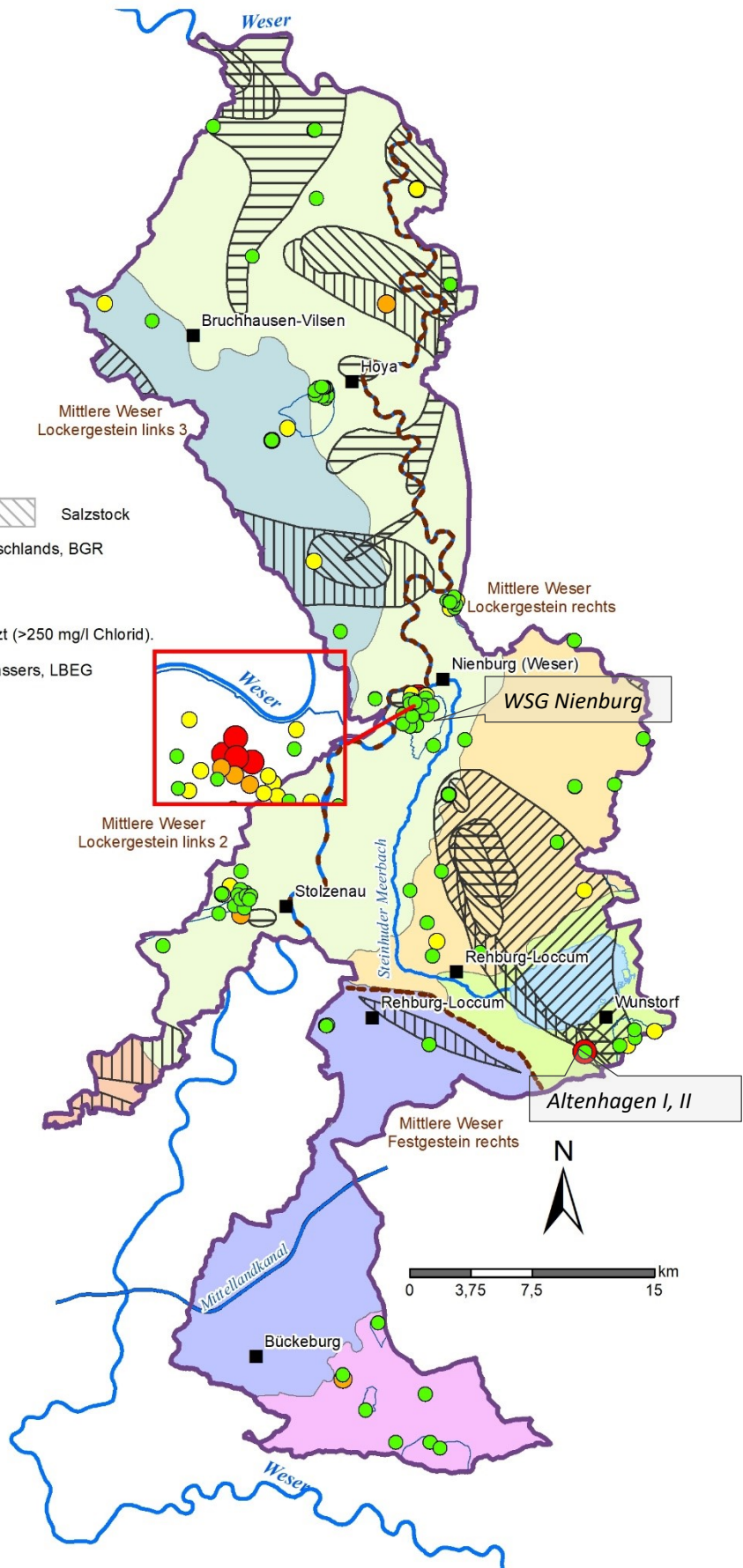


Abb. 75: Chloridgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.7 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 hin, da geogen nur selten höhere Konzentrationen auftreten. Im Gegensatz zu Natrium wird Kalium in Tonmineralen fixiert oder in Mineralneubildungen eingebaut und gilt daher aus geochemischer Sicht als nicht sehr mobil. In sandigen Sedimenten kann Kalium jedoch leicht ins Grundwasser gelangen. Von den Kaliumverbindungen sind besonders Kaliumchlorid und -sulfat als Düngemittel von großer Bedeutung und weit verbreitet (NLWK 2001).

Natürliche Konzentrationen erreichen nach Schleyer & Kerndorff (1992) i. d. R. nur wenige mg/l, die natürlichen Hintergrundwerte liegen bei etwa 3 bis 4 mg/l (LUA 1996). In der Fassung der Trinkwasserverordnung von 1990 (TrinkwV 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 (2023) 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. Der aktuelle Gebietsmittelwert im Einzugsgebiet Weser-Meerbach für Kalium beträgt 5,4 mg/l. Der Median ist mit 3,4 mg/l etwas niedriger (Abb. 76).

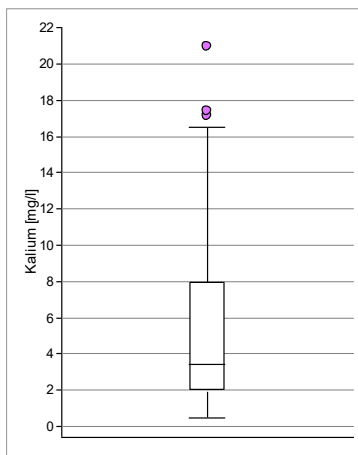


Abb. 76: Box-Plot für den Parameter Kalium (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer).

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach weisen aktuell 12 Messstellen Kaliumgehalte über 12 mg/l auf, wobei 10 Messstellen im Teilraum Mittelweser-Aller-Leine Niederung verortet sind (Tab. 36, Abb. 77). Zumeist sind diese Messstellen flach verfiltert (Filteroberkanten oberhalb von 15 m unter GOK). Drei Messstellen sind mit FOK ab 19 m u. GOK deutlich tiefer verfiltert, die Messstelle WW Calle1 weist dabei eine Filterlage von 43 – 53 m u. GOK auf. Fünf der 12 Messstellen mit höheren Kaliumgehalten zeigen auch nennenswerte Nitratgehalte von 17 – 83 mg/l Nitrat auf, sodass hier ein Einfluss der landwirtschaftlichen Düngepraxis nicht ausgeschlossen werden kann. Bei den übrigen sieben Messstellen weisen geringe Sauerstoffgehalte und ein fauliger Geruch der Wasserprobe auf denitrifizierende Bedingungen hin.

Für 67 Messstellen mit nennenswerten Kaliumgehalten (>2,5 mg/l) konnten Trendberechnungen durchgeführt werden, wobei für 56 Messstellen auch eine abschließende Beurteilung möglich war. Bei lediglich 29 GWM war eine Ermittlung signifikant steigender oder fallender Trends möglich (Tab. 37). Eine weitergehende Beurteilung der Teilräume ist aufgrund der geringen Messstellenzahl jedoch nicht möglich. Auffällig ist die Messstelle UWO 202 Alt Holtum, die einen deutlichen Anstieg der Kaliumgehalte aufweist (von 4,9 mg/l 2012 auf 12,1 mg/l in 2021). Die Sulfatgehalte weisen ebenfalls einen steigenden Trend auf, wobei die Chlorid- und Natriumgehalte fallen. Die Nitratgehalte sind < BG, aber über die N₂Ar-Methode konnte eine Nitratreintragskonzentration von 97 mg/l Nitrat ermittelt werden. Möglicherweise besteht hier ein Zusammenhang mit der landwirtschaftlichen Düngepraxis.

Tab. 36: Kalium, Min/Max- und Mittelwerte sowie erhöhte Gehalte in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 – 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Kalium (mg/l)			>12 mg/l Kalium			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	62	644	6,6	0,5	24	15	97	10	16,1
Syker Geest	7	19	6,0	1,1	19	1	8	1	14,3
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	3,3	0,6	18	1	19	1	7,7
Hannoversche Moorgeest	7	77	2,2	1,0	4,1	0	-	0	-
Bückerbergvorland	7	72	5,4	2,6	11	0	-	0	-
Calenberger Bergland	8	98	1,2	0,25	3,4	0	-	0	-
Gesamt	104	1.138	4,1	0,25	24	17	124	12	11,5

Tab. 37: Kaliumtrend der GWM mit Kaliumgehalten > 2,5 mg/l für den Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Gesamt	Trend beurteilbar	Signifikant		
			nein	ja	
			[Anzahl GWM]		
			davon Trend		
			steigend	fallend	
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	46	38	20	7	11
Syker Geest	5	4	2	2	0
Nienburg-Neustädter Geest	7	5	0	3	2
Hannoversche Moorgeest	2	2	1	0	1
Bückerbergvorland	7	7	4	3	0
Calenberger Bergland	0	0	0	0	0
Gesamt	67	56	27	15	14

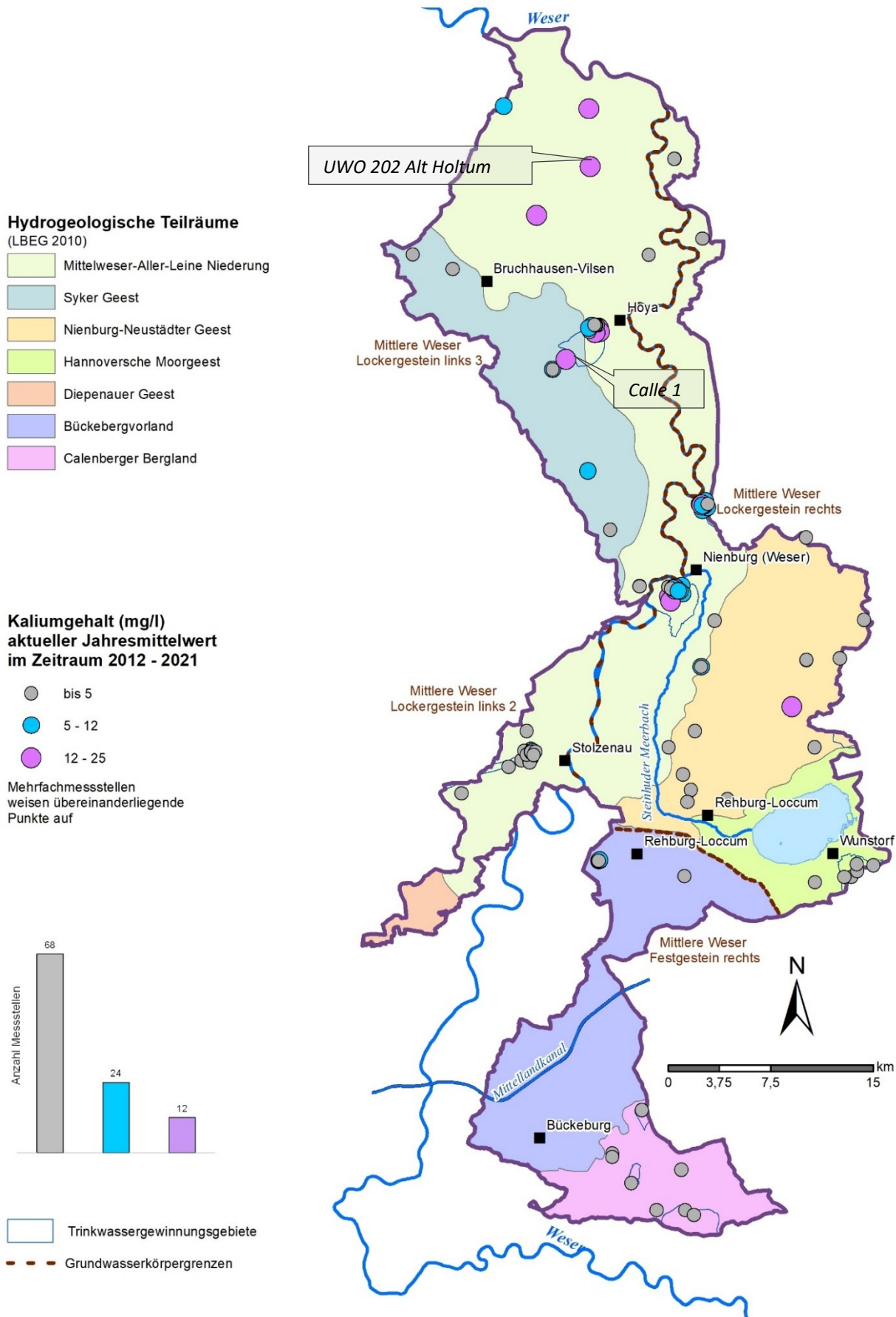


Abb. 77: Kaliumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.8 Ortho-Phosphat

Ortho-Phosphat ist das Anion der Phosphorsäure (PO_4^{3-}). Es spielt als Bestandteil von Aminosäuren eine zentrale Rolle im Stoffwechsel von Organismen und ist ein wichtiger Pflanzennährstoff. Phosphor tritt in der Umwelt überwiegend als ortho-Phosphat (PO_4^{3-}) unter Bildung entsprechender Salze (Phosphate wie Alkaliphosphate, Eisen (II)-Phosphat, Apatite) mit unterschiedlichen Löslichkeiten sowie unter Wasserabspaltung als poly-Phosphate (HPO_3)_x auf.

Sauerstoffhaltiges Grundwasser enthält im neutralen pH-Bereich in der Regel Phosphat-Konzentrationen um 0,030 mg/l (Kölle 2010), da schlecht lösliche Komplexe gebildet werden. In reduziertem Grundwasser können deutlich höhere Phosphatkonzentrationen von mehreren mg/l auftreten (Kölle 2010). Erhöhte Phosphatkonzentrationen im Grundwasser resultieren aus der Zersetzung natürlich im Gestein enthaltener organischer Materialien (Kohle, Torf), dem Eintrag von Abwässern und der landwirtschaftlichen Düngung. Weitere Einträge resultieren aus der Verwendung als Zusatzstoff in Wasch- und Reinigungsmitteln.

Phosphat im Grundwasser stellt ein Eutrophierungsrisiko für in Verbindung stehende Oberflächengewässer und grundwasserabhängige terrestrische Ökosysteme da, daher wurde in der Grundwasserverordnung ein Grenzwert für ortho-Phosphat von 0,5 mg/l festgesetzt. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach zeigen sowohl der aktuelle Gebietsmittelwert für Phosphat (0,14 mg/l Phosphat) als auch der Median (0,08 mg/l Phosphat) nur geringe Werte an (Abb. 78). Tendenziell treten höhere Phosphatgehalte verstärkt in den Niederungsgebieten auf, da hier von einem verstärkten Abbau organischer Substanz infolge von Meliorationsmaßnahmen, Grünlandumbruch und Entwässerungsmaßnahmen ausgegangen werden kann (NLWKN 2019b). In den Niederungsgebieten steigen die

Phosphatgehalte mit zunehmender Tiefe an. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass die Phosphatgehalte mit zunehmender Grundwasserüberdeckung des Filters und höherem Grundwasseralter zunehmen (NLWKN 2019b).

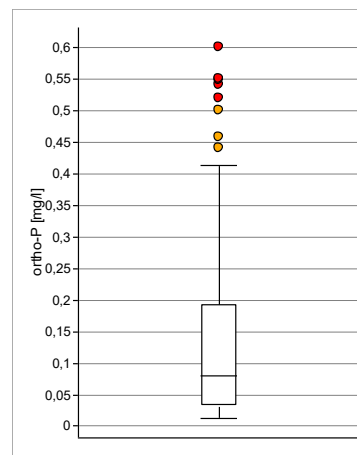


Abb. 78: Box-Plot für den Parameter ortho-Phosphat (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer).

Auch im Einzugsgebiet Weser-Meerbach treten die fünf Überschreitungen des Schwellenwertes von 0,5 mg/l Phosphat in der Niederung auf (Tab. 38, Abb. 79). Bei eng beieinanderliegenden Peilbrunnen des TWGG Stolzenau weisen die tiefer verfilterten Messstellen höhere Werte auf als flach verfilterte (z.B. Stolzenau PB 38, Filterlage 4,16 -5,16, Phosphat 0,15 mg/l und Stolzenau PB 98, Filterlage 17 – 19 m u. GOK, 0,55 mg/l Phosphat). Auch bei der Mehrfachmessstelle Helzendorf weist die flach verfilterte GWM Helzendorf I (Filterlage 6 – 9 m u. GOK) einen sehr geringen Phosphatwert auf (0,06 mg/l Phosphat), die GWM Helzendorf II (Filterlage 26 – 28 m u. GOK) mit 0,39 mg/l jedoch einen deutlich höheren Gehalt.

Tab. 38: ortho-Phosphat, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		o-Phosphat (mg/l)			>0,5 mg/l o-Phosphat			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	%
						Gesamtzeitraum			
						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	67	550	0,20	0,003	1,01	20	44	5	7,5
Syker Geest	7	91	0,09	0,02	0,41	0	-	0	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	0,08	0,02	0,28	0	-	0	-
Hannoversche Moorgeest	5	53	1,00	0,02	0,29	0	-	0	-
Bückebergvorland	7	48	0,07	0,01	0,32	0	-	0	-
Calenberger Bergland	5	63	0,03	0,03	0,07	0	-	0	-
Gesamt	104	961	0,09	0,003	1,01	20	44	5	4,8

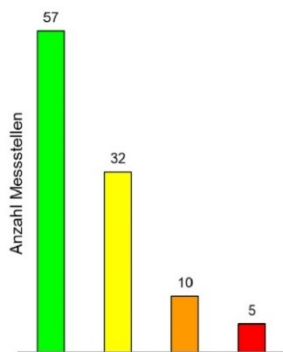
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

o-Phosphat (mg/l)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021

- bis 0,10
- 0,10 - 0,30
- 0,30 - 0,50
- > 0,50

Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

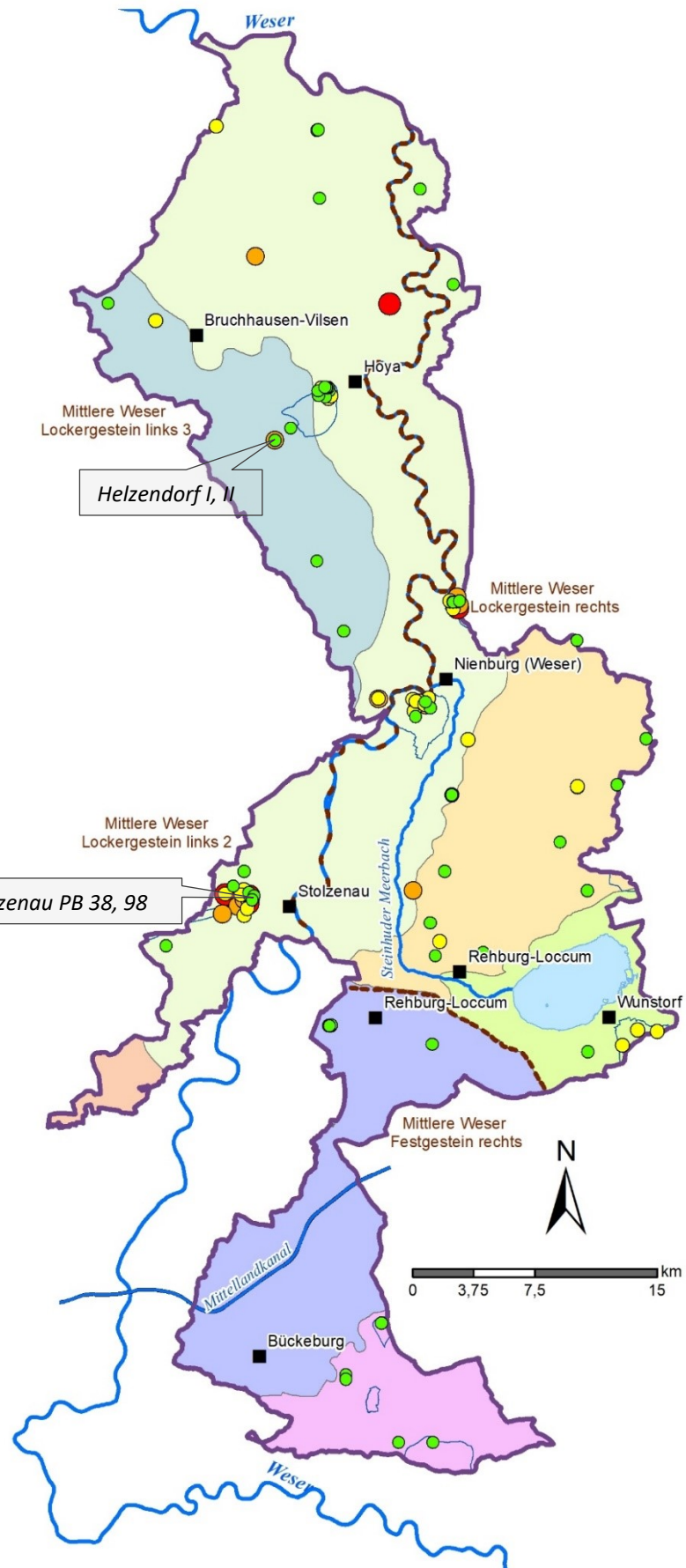


Abb. 79: Ortho-Phosphatgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.9 Eisen

Eisen (Fe) kommt in fast allen Böden und Gesteinen vor, da Eisen Bestandteil vieler silikatischer Minerale und Erzminerale ist. Oberflächennahe Gesteine enthalten im Mittel 4 Massenprozent Eisenoxid (Blume et al. 2010). Die Eisengehalte im Grundwasser sind abhängig von der Höhe des pH-Wertes, dem Redoxpotential und dem Gehalt an organischen Verbindungen. In sauerstoffhaltigem Milieu liegt Eisen in weitgehend unlöslichen dreiwertigen Verbindungen vor, so dass Grundwasser mit hohem Sauerstoffgehalt i. d. R. nur geringe Eisengehalte aufweist. Unter reduzierenden Bedingungen (Sauerstoffmangel) und durch biologische Vorgänge entstehen zweiwertige Eisenverbindungen von wesentlich höherer Löslichkeit und Mobilität. Erhöhte Eisenwerte sind daher regelmäßig in reduziertem Grundwasser, meist Tiefenwasser, zu beobachten. Auch in organisch belasteten oberflächennahen Grundwässern (Huminsäuren), in denen Eisen komplexgebunden vorkommt, sind erhöhte Eisengehalte nicht selten. Bei pH-Werten unter 5 ist auch die Löslichkeit dreiwertiger Eisenverbindungen erhöht (NLWK 2001). Ein Anstieg der Eisengehalte kann durch Denitrifikationsvorgänge bei der Oxidation von Eisensulfiden durch Nitrat im anaeroben Grundwasser hervorgerufen werden (NLWK 2012). In sauerstoffarmem Wasser gelöste farblose Eisenverbindungen werden durch Luftsauerstoff leicht wieder zum schwer löslichen Eisen-III-Hydroxid oxidiert, was zu einer rötlich braunen Färbung des Wassers führen kann. Eisengehalte ab ca. 0,1 mg/l machen sich durch einen charakteristischen metallischen Geschmack bemerkbar (NLWK 2001). Eisen muss fast immer aus dem Grundwasser gefiltert werden. Durch Oxidation ist dies technisch relativ einfach möglich und eine gängige Art der Wasseraufbereitung. Eisen kommt häufig gemeinsam mit Mangan im Wasser vor.

Die TrinkwV (2023) nennt für Eisen einen Grenzwert von 0,20 mg/l (Tab. 23). 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 Einzugsgebiet Weser-Meerbach beträgt der aktuelle Gebietsmittelwert für Eisen 4,7 mg/l, da in einigen Messstellen stark erhöhte Eisenwerte auftreten wie in der Mittelweser-Aller-Leine Niederung oder der Nienburg-Neustädter Geest. Der Mittelwert über den Gesamtzeitraum berechnet ist mit 2,9 mg/l etwas geringer. Der Median für die aktuellen Analyseergebnisse ist mit 0,81 mg/l gering (Abb. 80).

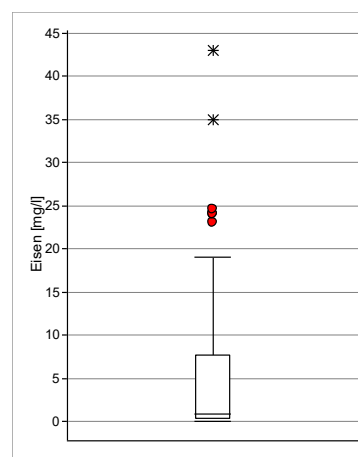


Abb. 80: Box-Plot für den Parameter Eisen (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern = extremer Ausreißer).

Aktuell überschreiten ca. 67% der GWM den TrinkwV Grenzwert von 0,2 mg/l. 25 Messstellen zeigen erhöhte Eisengehalte über 10 mg/l (Tab. 39, Abb. 81). Die Sauerstoffgehalte weisen auf reduziertes Grundwasser hin. Bei 21 Messstellen ist der Sauerstoffgehalt unter 1 mg/l, bei 3 Messstellen unter 2 mg/l. Lediglich eine Messstelle weist einen Sauerstoffgehalt von 5,4 mg/l auf (siehe auch Kap. 9.3.2).

Tab. 39: Eisen, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

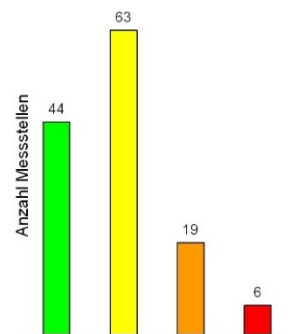
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Eisen (mg/l) Mittel	Eisen (mg/l) Min. Max.		>0,2 mg/l Eisen			
	GWM	Analysen		Gesamtzeitraum		GWM	Anzahl Analysen	GWM	% GWM Aktueller Wert
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	90	1.251	5,9	0,005	60	76	787	64	71,1
Syker Geest	7	91	2,0	0,005	13	5	34	3	42,9
Nienburg-Neustädter Geest	13	156	6,4	0,005	43	8	71	7	53,8
Hannoversche Moorsee	7	76	1,9	0,005	13	6	53	6	85,7
Bückebergvorland	7	72	1,0	0,07	3,9	7	67	6	85,7
Calenberger Bergland	8	98	0,10	0,005	0,6	4	23	2	25
Gesamt	132	1.744	2,9	0,005	60	106	1.035	88	66,7

Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Eisengehalt (mg/l)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021

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



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

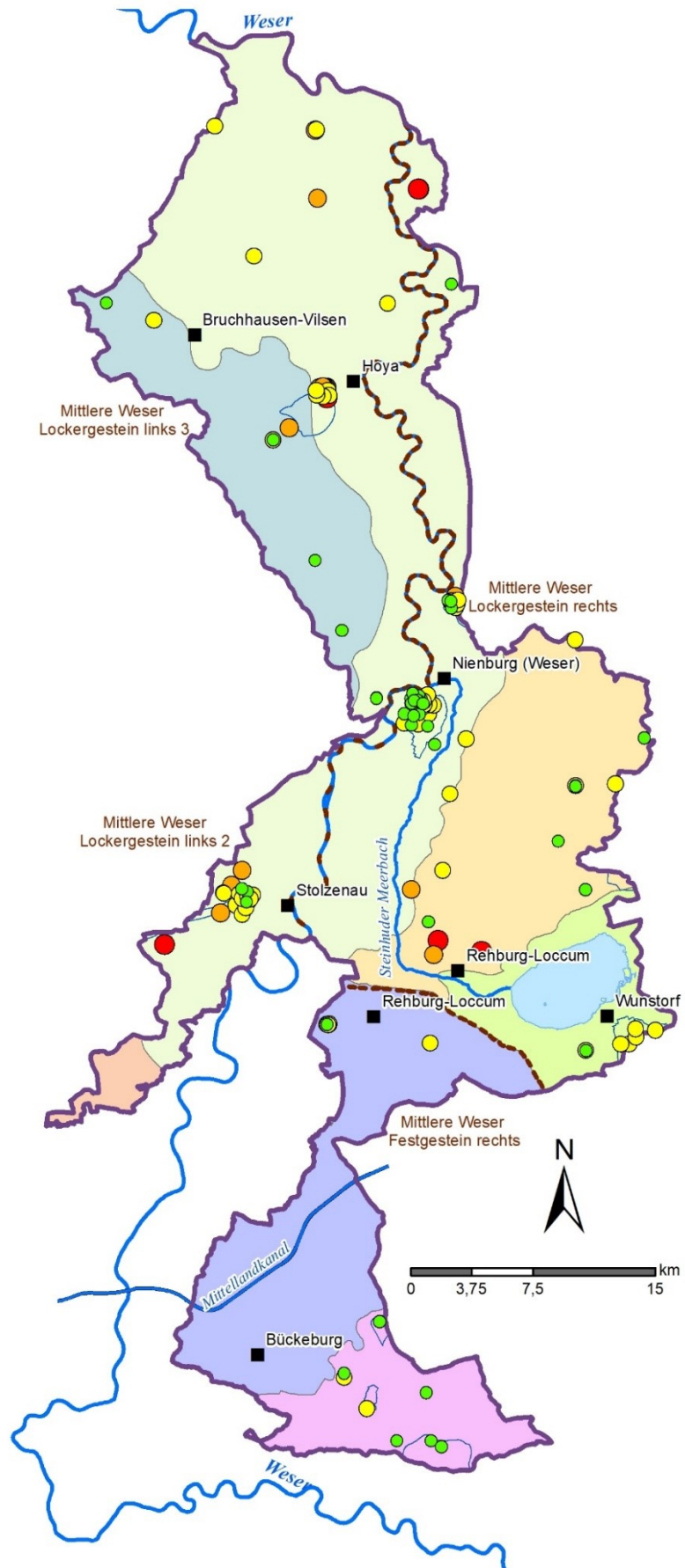


Abb. 81: Eisengehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.10 Aluminium

Aluminium (Al) ist in Form seiner Verbindungen eines der am häufigsten in der Erdkruste vorkommenden Elemente. Als Begleiter und Stellvertreter des Siliziums in Silikatmineralen (Feldspat, Glimmer als Schichtsilikat, Hornblende) und deren Verwitterungsprodukten (Tonminerale) ist es praktisch allgegenwärtig anzutreffen. Aluminosilikate sind Bestandteil von Gesteinen wie Gneis und Granit. Anthropogene Quellen spielen trotz der umfangreichen technischen Nutzung des Aluminiums kaum eine Rolle (NLWKN 2012). Aus diesem Grund ist bei dem in Boden und Grundwasser vorgefundenen Aluminium in der Regel von geogener Herkunft auszugehen (NLÖ 1999). Die meisten Aluminiumverbindungen sind in Wasser schwer löslich. Aus diesem Grund gilt Aluminium aus geochemischer Sicht als wenig mobil. Die Löslichkeit von Aluminiumhydroxid ist stark pH-Wert abhängig, wobei sowohl in stark saurem wie auch in stark alkalischen Milieu hohe Konzentrationen (amphoter Verhalten) auftreten können (Kölle 2010). Im sauren Milieu wird Aluminium zunehmend gelöst und wirkt auf viele Lebewesen toxisch (MU 2006). Durch hohe luftbürtige Schwefel- und Stickstoffdepositionen kommt es zu erhöhten Konzentrationen der Anionen Sulfat und Nitrat in der Lösungsphase (Versauerung), was zu einem vermehrten Austrag von Kationen beispielweise über Aluminiumverbindungen führt (NLWKN 2007).

Kritisch ist ein pH-Wert-Bereich unter pH 4,2 anzusehen, da hier durch den Zerfall der Tonminerale verstärkt Aluminiumionen freigesetzt werden. Unter diesen Bedingungen erfolgt durch den Zerfall der Tonminerale eine massive Aluminiumfreisetzung. Aluminium nimmt chemisch bei der Regulierung des Säuregehaltes im Boden eine wichtige Rolle ein (Aluminium-Pufferbereich). Puffer im Boden sind organische und anorganische Verbindungen, die H⁺-Ionen

aufnehmen können und damit eine saure Reaktion oder einen sauren Eintrag abschwächen (NLWKN 2012). Anthropogen unbeeinflusstes Grundwasser enthält weniger als 0,05 mg/l Aluminium (NLÖ 1999).

Die TrinkwV (2023) setzt für Aluminium einen Grenzwert von 0,2 mg/l fest. Bereits Konzentrationen ab 0,1 mg/l Aluminium führen zu Trübungen im Trinkwasser. Im Zuge der Wasseraufbereitung kann Aluminium durch einfache chemische Prozesse problemlos aus dem Grundwasser herausgefiltert werden.

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach beträgt der Gebietsmittelwert lediglich 0,04 mg/l Aluminium. Der Median ist mit 0,01 mg/l sehr gering (Abb. 82). Insgesamt zeigen sich die Aluminiumgehalte unauffällig (Tab. 40, Abb. 83).

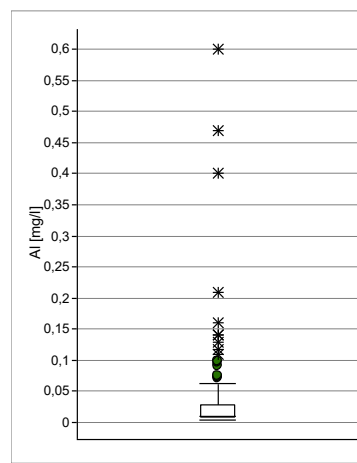


Abb. 82: Box-Plot für den Parameter Aluminium (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern = extremer Ausreißer).

Tab. 40: Aluminium, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Aluminium (mg/l)			>0,2 mg/l Aluminium			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Anzahl	GWM	%
Gesamtzeitraum						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	62	493	0,04	0,005	1,5	5	14	0	-
Syker Geest	7	91	0,03	0,004	0,14	0	-	0	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	153	0,02	0,005	0,15	0	-	0	-
Hannoversche Moor-Geest	7	77	0,01	0,005	0,05	0	-	0	-
Bückebergvorland	7	72	0,62	0,005	3,2	6	49	4	57,1
Calenberger Bergland	8	97	0,02	0,005	0,40	3	3	0	-
Gesamt	104	983	0,12	0,004	3,2	14	66	4	3,8

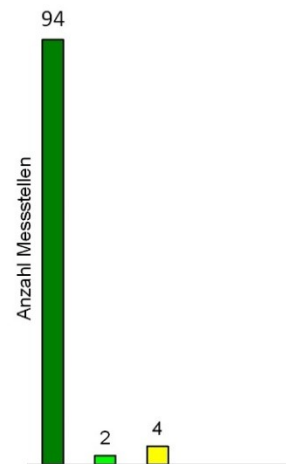
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

Aluminiumgehalt (mg/l)
aktueller Jahreswert
im Zeitraum 2012 - 2021

- bis 0,1
- 0,1 - 0,2
- 0,2 - 0,5

Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 83: Aluminiumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.11 Schwermetalle

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

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

Durch natürliche Verwitterungsprozesse können Schwermetalle freigesetzt und in bodentypische Bindungsformen überführt werden. Natürliche (geogene) Schwermetallkonzentrationen im Grundwasser variieren in Abhängigkeit zum jeweiligen Boden bzw. Ausgangsgestein der Umgebung (NLWKN 2012). Schwermetalle können im Zuge der Rohstoffgewinnung oder auch als Abfall (Altlagerungen, Altlasten) in die Umwelt gelangen und unterliegen dann ebenfalls den oben genannten chemischen Prozessen (NLÖ 1999). Ein weiterer Eintragspfad für Schwermetalle ist die atmosphärische Deposition (Luftpfad). In Industrie- und Siedlungsgebieten reichert sich die Atmosphäre mit Schwermetallen wie z.B. Cadmium an und gelangt mit dem Niederschlag in Boden und Gewässer.

9.3.11.1 Arsen

Aufgrund der hohen Dichte ($5,72 \text{ g/cm}^3$) wird Arsen (As) häufig zu den Schwermetallen gezählt; es ist jedoch aufgrund seiner sowohl metallischen als auch nichtmetallischen Eigenschaften ein Halbmetall. Im Periodensystem steht Arsen zwischen den Metallen und den Nichtmetallen. Arsen gelangt vor allem bei der Metallverhüttung und Kohleverbrennung in die Atmosphäre. Über die Deposition, aber auch über Haldensickerwässer aus Bergbau und Deponien, gelangt Arsen in Boden und Grundwasser. Arsen fällt bei der Gewinnung von Schwermetallen wie Kupfer und Blei als Nebenprodukt an. Bis in die 1980er Jahre fanden Arsenverbindungen in Pflanzen- und Holzschutzmitteln Verwendung. In bestimmten geologischen Formationen kann Grundwasser auch natürlicherweise mit Arsen belastet sein. Arsen kann durch Verwitterungsprozesse von Buntsandstein und anderen geologischen Formationen oder durch

Schwermetalle können jedoch auch infolge technischer Nutzung freigesetzt werden. Bei der Verteilung von Trinkwasser kann eine korrosionschemische Mobilisierung von Schwermetallen aus den verwendeten Metalllegierungen im Rohrnetz erfolgen. Arsen, Blei, Cadmium, Kupfer und Nickel werden daher in der TrinkwV (2023) unter „chemische Parameter, deren Konzentration im Verteilungsnetz einschließlich der Trinkwasser-Installation ansteigen kann“, geführt. Durch Anreicherungen bzw. Lösungsvorgänge in verschiedenen Wasseraufbereitungsstadien wie z. B. in Förderbrunnen, Filterstufen, Zwischenspeicher, Pumpen kann es zu einer Zunahme von Schwermetallgehalten kommen (NLWKN 2012).

Schwermetalle können sich über die landwirtschaftliche und gartenbauliche Flächennutzung im Boden anreichern und in das Grundwasser verlagert werden (Kapitel 4). Viele Mineräldünger enthalten Schwermetalle als Begleitstoffe. Auch Klärschlamm- und Wirtschaftsdünger können Schwermetalle enthalten, die nach der Aufbringung auf den Boden in das Grundwasser gelangen können. Die für die Tierernährung essentiellen Spurenelemente Zink und Kupfer werden den Futtermitteln als mineralische Zuschlagstoffe beigemischt, wobei ein Großteil von den Tieren wieder ausgeschieden und mit dem Wirtschaftsdünger auf die landwirtschaftlichen Flächen aufgebracht wird.

Im Fluss-Einzugsgebiet Weser-Meerbach sind die Schwermetallgehalte in den GWM überwiegend (Blei, Quecksilber) auf einem sehr niedrigen Niveau. Lediglich einzelne Analysewerte der Parameter Arsen, Cadmium und Nickel weisen innerhalb des Betrachtungszeitraumes 2012 bis 2021 Belastungen auf. Daher erfolgt im vorliegenden Bericht nur eine weitergehende Auswertung dieser Parameter.

Oxidation arsenhaltiger Eisensulfide freigesetzt werden (Kölle 2010). Arsen ist toxisch. Die Giftwirkung von Arsen ist abhängig von der Verbindung. Während metallisches Arsen und Arsensulfide nahezu ungiftig sind, sind die Verbindungen mit dreiwertigem Arsen stark giftig. Darüber hinaus hat Arsen auch chronische Giftwirkungen und ist karzinogen (Kölle 2010).

Der aktuelle Gebietsmittelwert für Weser-Meerbach beträgt $1,25 \mu\text{g/l}$. Der Mittelwert innerhalb des Gesamtzeitraumes ist mit $1,08 \mu\text{g/l}$ geringfügig niedriger (Tab. 41). Der Median der aktuellen Analysewerte liegt mit $0,67 \mu\text{g/l}$ noch niedriger (Abb. 84). Der Grenzwert nach TrinkwV (2023) und der Schwellenwert nach GrwV (2010) liegt bei $10 \mu\text{g/l}$. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach wird dieser Wert nur von der Messstelle Vehrenheide (Filterlage 20 – 22 m u. GOK) geringfügig überschritten (Tab. 41, Abb. 85). Geringe Sauerstoffgehalte und hohe Eisengehalte weisen dabei auf reduzierende Verhältnisse im Grundwasser hin.

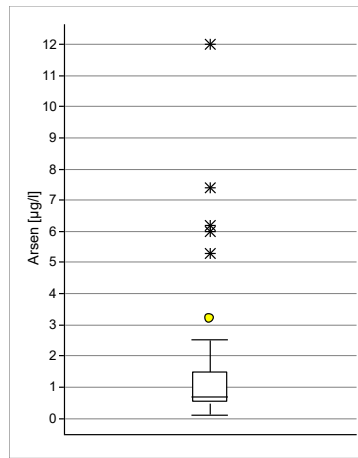


Abb. 84: Box-Plot für den Parameter Arsen (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern = extremer Ausreißer).

Tab. 41: Arsen, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Arsen (µg/l)			>10 µg/l Arsen			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	% GWM
						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	51	140	1,80	0,15	34	1	5	1	2,0
Syker Geest	7	34	0,58	0,10	1,70	0	-	0	-
Nienburg-Neustädter Geest	13	54	1,40	0,10	13	1	2	0	-
Hannoversche Moorgeest	7	21	1,15	0,15	1,50	0	-	0	-
Bückerbergvorland	7	28	0,50	0,15	1,0	0	-	0	-
Calenberger Bergland	7	35	1,05	0,10	1,50	0	-	0	-
Gesamt	92	312	1,08	0,10	34	2	7	1	1,1

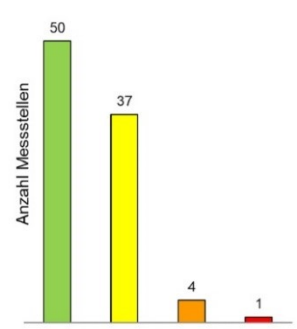
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

**Arsen ($\mu\text{g/l}$)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021**

- bis 1
- 1 - 5
- 5 - 10
- > 10

Mehrfachmessstellen weisen übereinanderliegende Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 85: Arsengehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.11.2 Cadmium

Cadmium (Cd) ist ein äußerst seltenes Element, jedoch für Organismen toxisch. Der Anteil an der Erdkruste beträgt nur ca. 0,000003 %. Natürliche Cadmiumvorkommen in der Natur sind sehr selten, so dass keine abbauwürdigen Lagerstätten bestehen. Cadmium wird ausschließlich als Nebenprodukt bei der Zinkverhüttung, in kleinem Umfang auch bei der Blei- und Kupferverhüttung gewonnen. Cadmium ist immer mit Zinksulfid vergesellschaftet (Kölle 2010). In kleineren Mengen kann Cadmium beim Recycling von Eisen und Stahl anfallen. Da Cadmium in fossilen Brennstoffen enthalten ist, kommt es zu hohen Cadmiumemissionen in der Atmosphäre. Über die Deposition gelangt Cadmium in den Boden und über das Sickerwasser in das Grundwasser. Cadmium kann über cadmiumhaltige Phosphatdünger, die im Bergbau gewonnen werden und je Herkunft unterschiedliche Cd-Gehalte aufweisen, in den Boden und mit dem Sickerwasser in das Grundwasser eingetragen werden. Daher ist über die Düngemittelverordnung das Inverkehrbringen von Phosphatdüngern mit Cadmiumgehalten über 50 mg/kg P₂O₅ nicht zulässig. Importierte Dünger unterliegen diesem Grenzwert allerdings nicht. Daneben kann eine Freisetzung aus Karbonatmineralen möglich sein. Bei der Pyritoxidation kann adsorbiertes Cadmium freigesetzt werden, sodass Cadmiumbelastungen des Grundwassers auch an Nitrateinträgen geknüpft sein können. Messstellen unter landwirtschaftlicher Beeinflussung und tendenzieller Versauerung zeigen häufig höhere Cadmiumgehalte (Kubier 2019).

Die TrinkwV (2023) setzt für Cadmium einen Grenzwert von 3 µg/l fest. Der ökotoxikologisch abgeleitete Schwellenwert der GrwV ist mit 0,5 µg/l deutlich geringer.

Der aktuelle Gebietsmittelwert der Cadmiumgehalte im Einzugsgebiet Weser-Meerbach beträgt 0,29 µg/l. Der Median liegt bei 0,19 µg/l (Abb. 86).

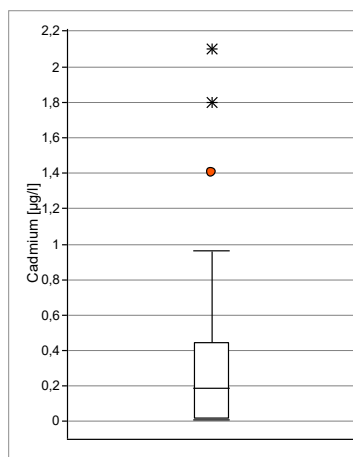


Abb. 86: Box-Plot für den Parameter Cadmium (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern = extremer Ausreißer).

8 Messstellen überschreiten den Schwellenwert der GrwV von 0,5 µg/l (Tab. 42, Abb. 87). Der Grenzwert von 3 µg/l wird von keiner Messstelle erreicht. Bei der Mehrfachmessstelle Helzendorf weist die flach verfilterte Messstelle Helzendorf I (Filterlage 6 – 9 m u. GOK) mit 1,4 µg/l erhöhte Cadmiumgehalte auf. Die im Feinsand verfilterte Messstelle zeigt ebenfalls sehr hohe Nitratgehalte auf (126 mg/l Nitrat in 2021) und der pH-Wert weist mit einem Wert von 5,05 auf eine Versauerung hin. Die tiefer verfilterte GWM Helzendorf II (Filterlage 26 – 28 m u. GOK) zeigt keine Cadmiumauffälligkeit an. Die Filterlage dieser Messstelle ist von 17 m Schluff überlagert. Hier ist kein Nitrat zu finden und der pH-Wert befindet sich mit pH 7,6 im basischen Milieu.

Tab. 42: Cadmium, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012- 2021.

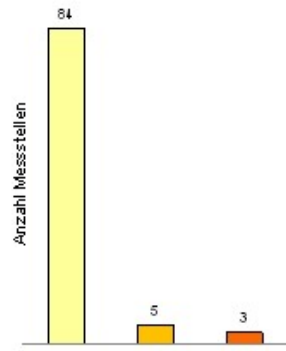
Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Cadmium [µg/l]			>0,5 µg/l Cadmium			
	GWM	Analysen	Mittel	Min.	Max.	GWM	Analysen	GWM	%
						Gesamtzeitraum			
						Aktueller Wert			
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	51	135	0,26	0,01	2,10	4	9	2	3,9
Syker Geest	7	34	0,53	0,01	1,80	2	16	2	28,6
Nienburg-Neustädter Geest	13	54	0,14	0,01	1,10	2	7	1	7,7
Hannoversche Moorgeest	7	18	0,32	0,01	0,45	0	-	0	-
Bückerbergvorland	7	28	0,49	0,01	1,0	4	10	3	42,9
Calenberger Bergland	7	34	0,29	0,01	0,50	0	0	0	-
Gesamt	92	303	0,33	0,01	2,10	12	27	8	8,7

Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

**Cadmium ($\mu\text{g/l}$)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021**

- bis 0,5
 - 0,5 - 1,0
 - 1,0 - 2,1
- Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen

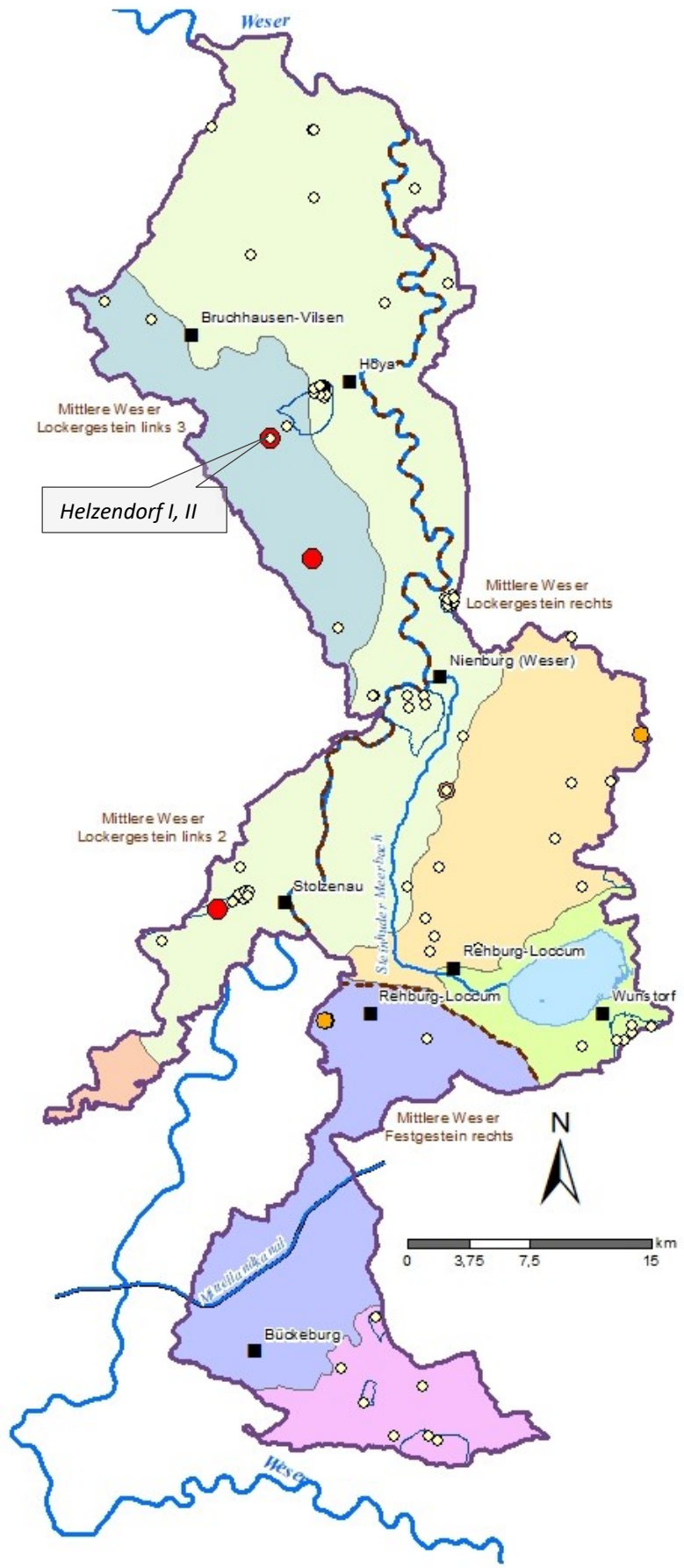


Abb. 87: Cadmiumgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.11.3 Nickel

Nickel (Ni) zählt wie Cadmium 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 Minerale und ihre Auflösung in saurem Milieu zurückzuführen (Wisotzky et al. 2012). Als Nebenbestandteil kann Nickel auch in Düngemitteln enthalten sein (NLWKN 2012). Durch Denitrifikationsreaktionen nickelhaltiger Eisensulfide können die Nickelgehalte im Grundwasser erhöht sein (Kölle 2010). Für Trinkwasser stellen die Vernickelung von Bauteilen der Hausinstallation sowie verchromte Armaturen, die Nickel als Legierungsbestandteil enthalten, eine Belastungsquelle dar (Kölle 2010). Die TrinkwV (2023) sieht vor diesem Hintergrund für Nickel einen Grenzwert von 20 µg/l vor. Durch die Festlegung eines Nickelgrenzwertes für Trinkwasser soll eine weitere Zunahme der verbreiteten Nickelallergien vermieden werden (Kölle 2010). In der GrwV ist kein Schwellenwert vorgegeben.

Der Median der aktuellen Nickelkonzentrationen innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach beträgt 3 µg/l (Abb. 88). Nickelgehalte über 15 µg/l sind als Ausreißer gekennzeichnet. Der aktuelle Mittelwert liegt bei 5,8 µg/l. Für den Gesamtzeitraum konnte ein ebenfalls geringer Mittelwert von 8,1 µg/l berechnet werden (Tab. 43).

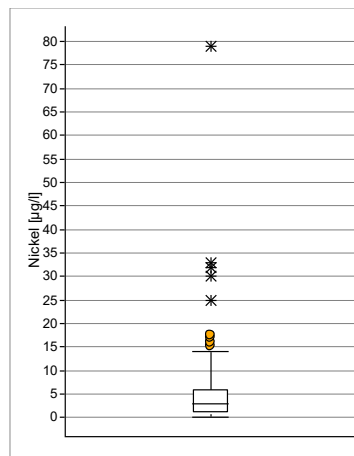


Abb. 88: Box-Plot für den Parameter Nickel (aktuellster Wert im Zeitraum 2012 – 2021, Kreis = einfacher Ausreißer, Stern = extremer Ausreißer).

Nach Kölle (2010) lag die höchste in Deutschland beobachtete Nickelkonzentration bei 960 µg/l, wobei hier als Ursache die Mobilisierung durch Oxidation von Sulfiden angenommen wird. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach werden maximal Werte von 79 µg/l gemessen. Fünf Messstellen überschreiten den Grenzwert der TrinkwV von 20 µg/l (Tab. 43, Abb. 89). Vier der fünf GWM weisen ebenfalls erhöhte Cadmium-Gehalte über 0,5 µg/l auf. Alle fünf Messstellen zeigen ebenfalls nennenswerte Nitratgehalte (24,7 – 121,8 mg/l Nitrat), sodass hier von einer landwirtschaftlichen Beeinflussung ausgegangen werden kann.

Tab. 43: Nickel, Min/Max- und Mittelwerte sowie Grenzwertüberschreitungen in Grundwassermessstellen (GWM) innerhalb der hydrogeologischen Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Anzahl		Nickel (µg/l) Mittel	Nickel (µg/l) Min. Max.		>20 µg/l Nickel			
	GWM	Analysen		Gesamtzeitraum		GWM	Analysen	GWM	% GWM Aktueller Wert
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	51	141	4,2	0,1	54	2	5	0	-
Syker Geest	7	35	18,0	0,1	79	2	16	2	28,6
Nienburg-Neustädter Geest	13	54	5,8	0,1	37	2	7	1	14,3
Hannoversche Moorgeest	7	21	2,4	0,1	3	0	-	0	-
Bückebergvorland	7	30	15,7	0,38	35	3	11	2	28,6
Calenberger Bergland	7	35	2,9	0,1	9	0	-	0	-
Gesamt	92	316	8,1	0,1	79	9	39	5	5,4

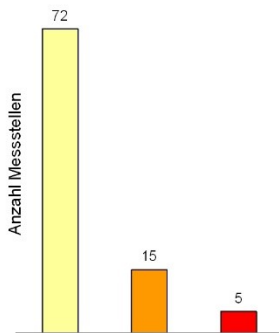
Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

**Nickel ($\mu\text{g/l}$)
aktueller Jahresmittelwert
im Zeitraum 2012 - 2021**

- bis 7
- 7 - 20
- > 20

Mehrfachmessstellen
weisen übereinanderliegende
Punkte auf



- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 89: Nickelgehalte der Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.12 Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten

Unter PSM werden chemische oder biologische Wirkstoffe und Zubereitungen verstanden, die Pflanzen und Pflanzenerzeugnisse vor Schadorganismen (z.B. Fungizide und Insektizide) und unerwünschten Konkurrenzpflanzen (Herbizide) schützen oder in einer anderen Weise auf Pflanzen einwirken (z. B. Wachstumsregulatoren) (NLWKN 2012). Biozide sind in der Schädlingsbekämpfung eingesetzte Wirkstoffe, Chemikalien und Mikroorganismen gegen Schadorganismen wie z.B. Ratten, Insekten, Pilze oder Mikroben (z.B. Desinfektionsmittel, Rattengifte oder Holzschutzmittel).

Relevante Metaboliten sind Abbauprodukte von PSM, die rechtlich wie Wirkstoffe zu bewerten sind. Sie besitzen dieselbe pestizide biologische Aktivität wie die Muttersubstanz. Von ihnen geht eine Gefährdung für das Grundwasserökosystem aus oder sie weisen toxische, kanzerogene oder mutagene Eigenschaften auf (NLWKN 2015b, Banning et al. 2019). Für die PSM-Wirkstoffe und ihre relevanten Metaboliten setzt die TrinkwV (2023) den Grenzwert in Höhe von 0,1 µg/l (Tab. 23) fest. Für den Summenparameter (alle gefundenen Pflanzenschutzmittel) beträgt der Grenzwert 0,5 µg/l. In der GrwV sind die Grenzwerte entsprechend übernommen worden. Abbauprodukte von PSM, die kein pestizides, ökotoxisches oder humantoxisches Wirkungspotential mehr besitzen, werden als „nicht relevante Metaboliten“ (nrM) bezeichnet (Banning et al. 2019). 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 (2023) enthält keine Grenzwerte für nrM. 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).

Für nrM gilt für dauerhafte Belastungen ein gesundheitlicher Orientierungswert (GOW) von 1 µg/l bzw. 3 µg/l in Abhängigkeit von der vorhandenen Datenbasis. Der GOW ist umso höher, je aussagekräftiger und vollständiger die toxikologische Datenbasis für den zu bewertenden Stoff ist. Bei unvollständiger Datenbasis wird der sensiblere GOW von 1 µg/l angesetzt. Neben den GOW empfiehlt das Umweltbundesamt einen Vorsorge-Maßnahmenwert (VMW) von 10 µg/l für nrM, der im Trinkwasser nicht dauerhaft zu tolerieren ist und damit quasi eine Grenzwertfunktion einnimmt (NLWKN 2015b).

Das Umweltbundesamt empfiehlt eine Untersuchungsliste mit 52 Metaboliten für das PSM-Monitoring (Banning et al. 2019). Neben rM und nrM enthält die Liste auch Metaboliten, für die

noch keine geeigneten entlastenden Daten vorliegen. Diese als xM bezeichneten Metaboliten werden im Rahmen der EU-Wirkstoff-Genehmigungsverfahren von der europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA), anhand des Wirkstoffs als toxikologisch relevant bewertet. Dadurch resultiert jedoch keine regulatorische Konsequenz in der Pflanzenschutzmittelzulassung und bedingt auch keine entsprechenden Handlungsempfehlungen (Banning et al. 2019). Informationen über zugelassene PSM können in der Onlinedatenbank des Bundesamtes für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit unter <https://portal.bvl.bund.de/psm/jsp/> abgerufen werden. Zurzeit sind 1.957 PSM-Handelsprodukte (BVL 2024a) als zugelassen vermerkt, wobei 286 Wirkstoffe in Verwendung sind (BVL 2024b). Untersuchungen auf Pflanzenschutzmittel werden in den Förderbrunnen der Wasserversorger im Abstand von drei Jahren gemäß dem Erlass zu Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen (MU 2019) durchgeführt.

Im Rahmen des GÜN wurde bis 2008 eine Auswahl von Messstellen auf PSM untersucht. Im Rahmen des PSM-Monitorings für die Zustandsbeurteilung nach EG-WRRRL wurden in den Jahren 2008 und 2009 alle Messstellen des Überblicksmessnetzes WRRRL Güte auf PSM Befunde geprüft. Aktuell werden ausgewählte Messstellen in einem speziellen PSM-Messnetz alle 6 Jahre untersucht. Landesweite Auswertungen zur Pflanzenschutzmittelproblematik im Grundwasser sind dem Themenbericht Pflanzenschutzmittel aus der NLWKN Schriftenreihe Grundwasser Band 23 (NLWKN 2015b) und dem Themenbericht Pflanzenschutzmittel II, NLWKN Schriftenreihe Grundwasser, Band 39 (NLWKN 2020a) zu entnehmen.

Die Auswertung der PSM-Belastungen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach erfolgt anhand einer Prüfliste mit 131 Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten, die auch für die Bewertung des chemischen Zustandes der Grundwasserkörper gemäß EG-WRRRL herangezogen wird. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach liegen für 115 Messstellen (81 GWM, 33 FBR und 1 Quelle) PSM-Untersuchungen mit mindestens einem Parameter aus der genannten Prüfliste vor, wobei der Untersuchungsumfang variiert. Die meisten GWM wurden im Betrachtungszeitraum 2012 bis 2021 im Jahr 2020 untersucht (Abb. 90). 32 GWM sind nicht auf PSM untersucht worden.

Bei 23 der 131 Parameter (Wirkstoffe und nrM, xM) konnten im Zeitraum 2012 bis 2021 Konzentrationen über 0,1 µg/l festgestellt werden. In sieben GWM überschritten PSM-Wirkstoffe 0,1 µg/l. Bei 97 GWM wird der Prüfwert von 0,1 µg/l durch nrM überschritten (Abb. 91).

In den nachfolgenden Kapiteln werden Funde von PSM-Wirkstoffen und nrM detailliert auf Ebene der Teilräume ausgewertet.

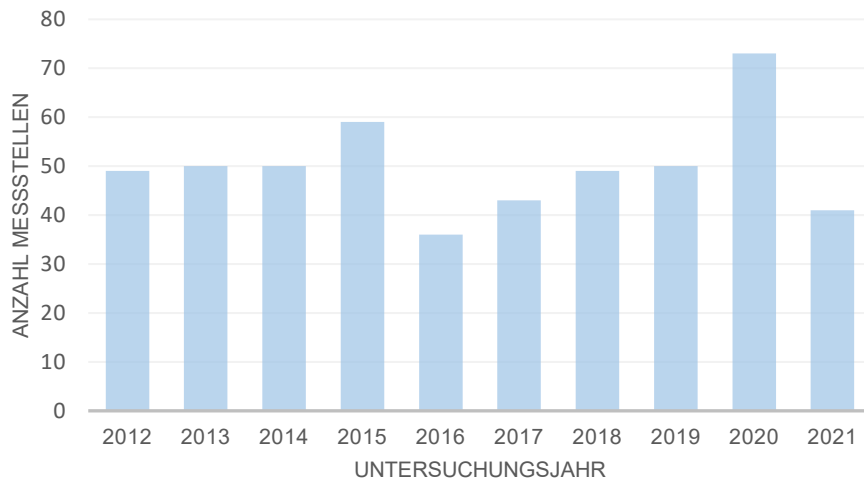


Abb. 90: Anzahl der auf PSM-Parameter untersuchten Messstellen im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologische Teilräume
(LBEG 2010)

- Mittelweser-Aller-Leine Niederung
- Syker Geest
- Nienburg-Neustädter Geest
- Hannoversche Moorgeest
- Diepenauer Geest
- Bückebergvorland
- Calenberger Bergland

PSM-Wirkstoffe und nicht relevante Metaboliten (nrM) im Zeitraum 2012 - 2021 maximale Überschreitung

- PSM < 0,1 µg/l
- nrM > 0,1 µg/l
- nrM > 1 µg/l
- nrM > 10 µg/l
- PSM-Wirkstoff > 0,1 µg/l
- keine PSM Untersuchungen

Mehrfachmessstellen weisen übereinanderliegende Punkte auf

- Trinkwassergewinnungsgebiete
- Grundwasserkörpergrenzen



Abb. 91: Funde von PSM-Wirkstoffen und Metaboliten in Grundwassermessstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach.

9.3.12.1 Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und relevante Metaboliten

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach wird der Schwellenwert von 0,1 µg/l für Pflanzenschutzmittelwirkstoffe und rM bei sieben Messstellen überschritten (Tab. 44). Bei den Wirkstoffen handelt es sich um die Herbizide Bentazon und Ethidimuron,

die keine Zulassung in Deutschland mehr besitzen und um das Fungizid Oxadixyl, ebenfalls ohne Zulassung (Tab. 45). Die Funde von Bentazon und Ethidimuron konnten durch Folgeuntersuchungen bestätigt werden. Weitere Analyseergebnisse für die betroffene Messstelle zeigen keine Belastungen mit Oxadixyl auf. 1,2,4-Triazol (rM, Fungizid, N-Hemmer) konnte zweimal in einer Messstelle detektiert werden.

Tab. 44: Funde von PSM-Wirkstoffen/rM (> 0,1 µg/l) in Messstellen innerhalb des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 - 2021.

Hydrogeologischer Teilraum	Wirkstoff/Metabolit	Anwendung	Untersuchungen		Funde > 0,1 µg/l PSM	
			Analysen	GWM	Analysen	GWM
			Anzahl		Anzahl	
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	Bentazon	Herbizid	258	55	1	1
	Ethidimuron	Herbizid	260	55	6	1
	Oxadixyl	Fungizid	196	55	1	1
Syker Geest	Bentazon	Herbizid	17	4	7	1
Nienburg-Neustädter Geest	Triazole u.a.	(Fungizid), N-Hemmer	3	1	2	1
Bückerbergvorland	Ethidimuron	Herbizid	56	6	5	2

Tab. 45: Zulassungsstatus der PSM-Wirkstoffe/rM mit Fund > 0,1 µg/l im Einzugsgebiet Weser-Meerbach (BVL 2024, BVL 2016, BVL 2010).

Wirkstoff	Bemerkung	EU Gen*	Zulassung BRD	
		Status	Zeitraum	Status
Bentazon		01.06.2018 – 31.05.2025	bis Januar 2018	nein
Ethidimuron		nein	1975 - 1990	nein
Oxadixyl		nein	1986 - 1996	nein
1,2,4-Triazol	PSM, Nitrifikationshemmer	ja		ja

*EU Gen: Status EU, gibt an, ob der Wirkstoff gemäß Verordnung (EG) Nr. 1107/2009 in der EU genehmigt ist

9.3.12.2 Nicht relevante Metaboliten

Abbauprodukte von PSM, die kein pestizides, ökotoxisches oder humantoxisches Wirkungspotential besitzen, werden als nicht relevante Metaboliten bezeichnet. Sie stellen dennoch eine Fremdbelastung des Grundwassers dar, die zu vermeiden ist.

Im Rahmen des vorliegenden Berichtes sind sowohl Untersuchungen des Landes als auch der WVU auf nicht relevante Metaboliten im Grundwasser ausgewertet worden. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach konnten nrM von zehn Ausgangswirkstoffen mit Befunden oberhalb von 0,1 µg/l nachgewiesen werden (Tab. 46). Auffällig sind die hohen Fundanteile von nrM der Wirkstoffe Metazachlor, Chloridazon, Metolachlor und Trifluoracetat. Viele GWM weisen hohe Gehalte über 1 µg/l auf. In einigen GWM wird auch der VMW von 10 µg/l durch nrM von Metazachlor und Chloridazon überschritten. Die häufigen Nachweise von nrM des

Maisherbizids Metolachlor lassen sich durch den hohen Anteil von Mais im Gebiet erklären (20% Silomais bzw. Körnermais der LF). Raps wird auf 6% der Fläche angebaut und Zuckerrüben auf 3%. In den landesweiten Untersuchungen des NLWKN wurden Nachweisschwerpunkte für die nrM der Wirkstoffe Metazachlor, Chloridazon und Metolachlor in den entsprechenden Anbauregionen für Raps, Rüben und Mais erkennbar (NLWKN 2015b) ermittelt. In der niedersachsenweiten Auswertung konnte der nrM Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) am auffälligsten im Grundwasser nachgewiesen werden. TFA tritt häufig in hohen Konzentrationen über 1 µg/l auf.

Auffällig ist, dass nrM sowohl in flach als auch in tief verfilterten Messstellen detektiert werden (Abb. 92). Funde bis 10 µg/l treten in Messstellen mit FOK bis 40 m u. GOK auf. Der VMW wird hingegen hauptsächlich in Messstellen mit FOK u. GOK von 5 bis 15 m überschritten.

Tab. 46: Funde nrM im Einzugsgebiet Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 – 2021 differenziert nach den Ausgangswirkstoffen.

Ausgangswirkstoff nrM	Wirkungsbereich	Zulassung (BVL 2024) Stand Jan. 2024	Funde [Anzahl GWM]		
			> 0,1 µg/l	> 1 µg/l	> 10 µg/l
Metazachlor	Herbizid	ja	77	42	3
Chloridazon	Herbizid	nein	73	44	1
Metolachlor	Herbizid	ja	60	11	0
Trifluormethyl-Gruppe, u.a. Flurtamone	Herbizid u.a.	nein	49	40	0
Dimethachlor	Herbizid	ja	31	6	0
Tolyfluanid	Fungizid	nein	16	3	0
Chlorthalonil	Fungizid	nein	10	5	0
Dimethenamid	Herbizid	nein	6	0	0
Dichlobenil	Herbizid	nein	4	1	0
Flufenacet	Herbizid	ja	2	0	0

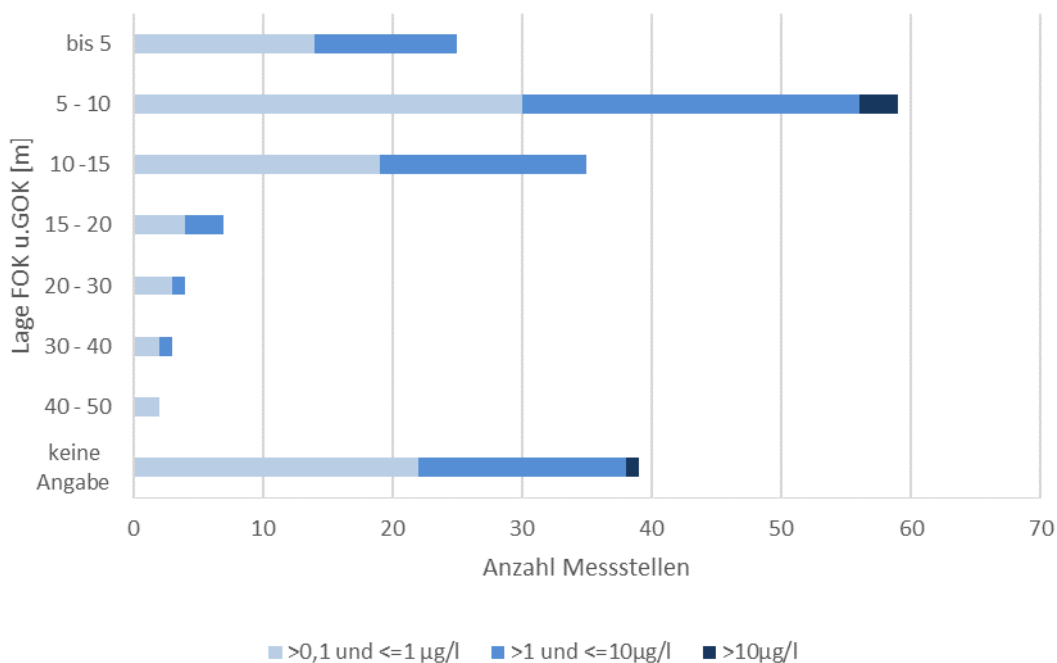


Abb. 92: Funde von nrM differenziert nach Filterlage der Grundwassermessstellen (Mehrfachnennungen möglich).

In der Tab. 47 sind die einzelnen nrM-Funde für die Teilräume des Einzugsgebietes Weser-Meerbach differenziert aufgeführt. Sehr häufig tritt Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) auf, ebenso wie Chloridazon-desphenyl (Metabolit B1). Sehr häufig wird auch S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGQ

380168/CGA354743) nachgewiesen. In der 2020 veröffentlichten landesweiten PSM-Auswertung des NLWKN, die auch Messstellen der WVU einbezieht, ist dies der am häufigsten im Grundwasser nachgewiesene nrM (NLWKN 2020a).

Tab. 47: Funde nicht relevanter Metaboliten in den Teilräumen des Einzugsgebietes Weser-Meerbach im Zeitraum 2012 bis Jahr 2021 differenziert nach Höhe der Gehalte.

Hydrogeologischer Teilraum	Nicht relevante Metaboliten (nrM)	Ausgangswirkstoff	untersuchte GWM Anzahl	Funde größer [µg/l]		
				0,1	1	10
				Anzahl GWM		
Mittelweser-Aller-Leine Niederung	2,6-Dichlorbenzamid	Dichlobenil	55	4	1	0
	Chloridazon-desphenyl (Metabolit)	Chloridazon	81	63	37	0
	Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	Chloridazon	61	33	5	0
	Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 4117888/M12) *	Chlorthalonil	42	7	3	0
	Dimethachlor-Säure (Metabolit CGA 50266)	Dimethachlor	61	4	0	0
	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)	Dimethachlor	61	13	3	0
	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	Dimethachlor	55	22	4	0
	Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	Dimethenamid	34	5	0	0
	Flufenacet-Sulfonsäure (Metabolit M2)	Flufenacet	34	2	0	0
	Metazachlor-Dicarbonsäure (Metabolit BH 479-12)	Metazachlor	34	6	1	0
	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	Metazachlor	81	48	21	1
	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	Metazachlor	81	64	37	3
	N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	Tolylfluamid	66	15	3	0
	S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202 /CGA 351916)	Metolachlor	66	23	1	0
	S-Metolachlor-Dicarbonsäure (Metabolit CGA 357704)	Metolachlor	34	3	0	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 368208)	Metolachlor	34	2	0	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	Metolachlor	66	49	10	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	Metolachlor	55	37	3	0
	Trifluoracetat (TFA)	Diverse, Trifluormethyl-Gruppe, u.a. Flurtamone	44	40	34	0
	Syker Geest	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	Chloridazon	4	4	3
Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)		Chloridazon	4	3	2	0
Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) *		Chlorthalonil	4	2	2	0
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 354742)		Dimethachlor	4	1	0	0
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)		Dimethachlor	4	1	0	0
Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)		Metazachlor	4	1	0	0
Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)		Metazachlor	4	2	2	0
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)		Metolachlor	4	1	1	0
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)		Metolachlor	4	1	0	0
Nienburg-Neustädter Geest	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	Chloridazon	7	2	2	0
	Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	Chloridazon	7	2	0	0
	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	Metazachlor	7	1	0	0
	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	Metazachlor	7	1	1	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	Metolachlor	7	1	0	0
Hannoversche Moorgeest	Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	Chloridazon	6	2	1	0
	Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)	Chloridazon	6	1	0	0
	Chlorthalonil-Sulfonsäure (Metabolit R 417888/M12) *	Chlorthalonil	6	1	1	0

	Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	Dimethachlor	6	1	0	0
	Dimethenamid-Sulfonsäure (Metabolit M27)	Dimethachlor	6	1	0	0
	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	Metazachlor	6	1	0	0
	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-8)	Metazachlor	6	1	1	0
	S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202 /CGA 351916)	Metolachlor	6	1	0	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	Metolachlor	6	2	0	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	Metolachlor	6	2	0	0
Bückerbergvorland	Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)	Metazachlor	6	4	0	0
	Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	Metazachlor	6	6	1	0
	N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	Tolyfluanid	6	1	0	0
	S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202 /CGA 351916)	Metolachlor	6	2	0	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	Metolachlor	6	6	0	0
	S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)	Metolachlor	6	1	0	0
	Trifluoracetat (TFA)	Diverse, Trifluormethyl-Gruppe, u.a. Flurtamone	6	6	5	0

*nach EFSA als relevant zwischenbewertet, xM

Kurzinformation: Kap. 9 Auswertung Grundwasserbeschaffenheit:

- **Hauptinhaltsstoffe**
 - Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach herrscht erdalkalisches Wasser bzw. erdalkalisches Wasser mit höherem Alkaligehalt vor, das überwiegend hydrogencarbonatisch-sulfatisch geprägt ist. Da die meisten Messstellen des Einzugsgebietes im Teilraum Mittelweser-Aller-Leine Niederung verortet sind, ist dieser Teilraum für die hydrochemische Ausprägung entscheidend.
- **pH**
 - Der untere Grenzwert der TrinkwV (pH 6,5) wird von 49% der untersuchten Messstellen unterschritten. 20 der 147 Messstellen weisen dabei Werte bis pH 5,5 auf.
 - Insbesondere im Festgestein treten Werte über pH 7,5 auf.
- **Sauerstoff**
 - 17% der GWM im Einzugsgebiet weisen sauerstoffreiches Wasser auf.
 - Im Festgestein sind tendenziell höhere Sauerstoffgehalte als im Lockergestein nachweisbar.
- **Wasserhärte**
 - Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach herrscht mittelhartes Wasser vor. Durch Festgestein geprägte GWM weisen hartes Wasser auf.
- **Stickstoffparameter (Nitrat, Ammonium, Nitrit)**
 - Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach überschreiten rund 10 % der Messstellen den Grenzwert von 50 mg/l Nitrat, wobei der Belastungsschwerpunkt im mittleren Teil des Einzugsgebietes in den Geestgebieten liegt.
 - Fünf Messstellen überschreiten 100 mg/l Nitrat.
 - Auch tiefer verfilterte Messstellen (FOK unterhalb 20 m u. GOK) sind nicht nitratfrei.
 - In der Niederung treten verstärkt höhere Ammoniumgehalte auf.
 - Nitritbelastungen kommen aktuell im Einzugsgebiet nicht vor. Ein erhöhter Wert steht im Zusammenhang mit dem Neubau der GWM.
- **Sulfat**
 - Lediglich eine Messstelle weist geogen bedingt eine Sulfatkonzentration über dem Grenzwert von 250 mg/l auf.
- **Chlorid**
 - Belastungen mit Chlorid treten im Einzugsgebiet im WSG Nienburg in flach verfilterten Peilbrunnen in der Nähe der Weser auf. Den höchsten Chloridgehalt (373 mg/l Chlorid) zeigt die GWM Altenhagen II (Filterlage 32 – 36 m u. GOK). Der Median für das Einzugsgebiet beträgt 33 mg/l Chlorid.
- **Kalium**
 - Zwölf GWM weisen erhöhte Kaliumgehalte über 12 mg/l auf. Die erhöhten Kaliumgehalte sind häufig mit hohen Nitratgehalten verbunden.
- **Ortho-Phosphat**
 - Vor allem die tiefer verfilterten GWM (FOK unterhalb 12 m u. GOK) in der Mittelweser-Aller-Leine Niederung weisen höhere ortho-Phosphat-Gehalte auf.
- **Eisen**
 - 67 % der Messstellen im Einzugsgebiet Weser-Meerbach weisen Eisengehalte über 0,2 mg/l auf. 25 Messstellen zeigen Eisengehalte über 10 mg/l.
- **Aluminium**
 - Die Aluminiumgehalte im Gebiet sind unauffällig. Lediglich vier GWM überschreiten 0,2 mg/l geringfügig.
- **Schwermetalle (Arsen, Cadmium, Nickel)**
 - In der GWM Vehrenheide wird der Arsen-Grenzwert von 10 µg/l überschritten. Erhöhte Eisengehalte und niedrige Sauerstoffwerte weisen auf reduzierende Verhältnisse hin.
 - Der Schwellenwert für Cadmium von 0,5 µg/l wird bei 8 GWM überschritten. Keine überschreitet den Grenzwert nach TrinkwV (3 µg/l).
 - Messstellen mit hohen Nickelgehalten über 20 µg/l weisen ebenfalls häufig hohe Nitrat- und Cadmiumgehalte auf.

- Pflanzenschutzmittel und ihre Metaboliten (Wirkstoffe, rM, nrM)
 - Für 115 Messstellen (GWM, VFM, FBR) liegen PSM-Untersuchungen vor.
 - Bei 23 Parametern (Wirkstoffe, nrM, xM) der Prüfliste mit 131 Parametern werden Überschreitungen des Prüfwertes von 0,1 µg/l nachgewiesen.
 - An sieben GWM treten Überschreitungen des Prüfwertes (0,1µg/l) durch Wirkstoffe auf (Bentazon, Ethidimuron, Oxadixyl, 1,2,4-Triazol).
 - 97 Messstellen überschreiten den Prüfwert von 0,1 µg/l durch nrM.
 - Funde von nrM der Wirkstoffe Metazachlor, Chloridazon, Metolachlor, Trifluoracetat, Dimethachlor, Tolyfluanid, Dimethenamid, Dichlorbenil treten im Grundwasser des Einzugsgebietes auf.
 - nrM von Metazachlor, Chloridazon und Flufenacet treten z.T. in Konzentrationen über VMW von 10 µg/l auf.
 - Funde von nrM werden auch in tiefer verfilterten Messstellen mit Filterlagen unter 30 m u. GOK detektiert.

10 Zusammenfassung

Kenntnisse über die Grundwassersituation bilden eine wichtige Voraussetzung für ein zielgerichtetes wasserwirtschaftliches Handeln und Planen. Wichtig ist zum einen die Beobachtung der Grundwasserstände zur Erfassung der Wasservorräte. Zum anderen lassen Auswertungen zur Grundwasserbeschaffenheit Aussagen über die Qualität der Grundwassergüte zu und geben Auskunft über Belastungsparameter und Belastungsschwerpunkte. Um eine möglichst repräsentative Aussage zur Grundwasserbeschaffenheit im Einzugsgebiet Weser-Meerbach tätigen zu können, sind die vom NLWKN als Gewässerkundlicher Landesdienst erhobenen Daten landeseigener Messstellen durch Untersuchungsergebnisse von Rohwasser- und Vorfeldmessstellen der Wasserversorgungsunternehmen ergänzt worden.

Das Einzugsgebiet Weser-Meerbach ist mit einem Flächenanteil von 59% landwirtschaftlich geprägt. Die Flächenbewirtschaftung selbst und die damit verbundenen Düngungs- und Pflanzenschutzmaßnahmen beeinflussen das Grundwasser in qualitativer Hinsicht stark. Beregnungstätigkeiten und Meliorationsmaßnahmen haben Einfluss auf die Grundwasserquantität. Daher erfolgt im vorliegenden Regionalbericht neben der Beschreibung wasserwirtschaftlicher Rahmenbedingungen auch eine detaillierte Darstellung der landwirtschaftlichen Ausrichtung.

Langjährige Trendauswertungen nach Grimm-Strele liegen nur für Messstellen im Lockergestein vor. Es überwiegen Messstellen mit fallenden oder stark fallenden Entwicklungen der Grundwasserstände, wobei stark fallende Trends auf die Geest beschränkt sind. Zunehmend werden die Trockenjahre ab 2018 in den langjährigen Standsentwicklungen sichtbar. Nach den extremen Trockenwetterjahren 2018/2019 haben sich die Grundwasserhochstände vor allem in den Niederungsgebieten erholt. Die Grundwassertiefstände verharren dagegen auf niedrigem bis extrem niedrigem Niveau.

Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach herrscht erdalkalisches Wasser bzw. erdalkalisches Wasser mit höherem Alkaligehalt vor, das überwiegend hydrogencarbonatisch-sulfatisch geprägt ist. Das Lockergesteinsgebiet weist mittelhartes Wasser auf, der Festgesteinsbereich hartes Wasser. Da das Gebiet hauptsächlich durch Niederungen und Moore geprägt ist, sind lediglich 17 % der Messstellen sauerstoffreich (> 4 mg/l). Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach können bei 111 der 147 auf Güteparameter untersuchten Messstellen Belastungen verschiedener Parameter festgestellt werden (Abb. 93). Ein Hauptaugenmerk liegt dabei auf Nachweisen von Pflanzenschutzmitteln und Belastungen durch

Stickstoffparameter. Aktuell weisen 13 der 132 auf Nitrat untersuchten Messstellen Überschreitungen des Grenzwertes von 50 mg/l auf. Auch in Messstellen mit Filterlagen unterhalb von 20 m u. GOK kann noch Nitrat detektiert werden. Teilweise sind mit den hohen Nitratgehalten auch hohe Kaliumgehalte verbunden. Sie können als ein Indiz für einen verstärkten Düngemittelaustrag aus sorptionsschwachen sandigen Böden angesehen werden. In den Niederungen treten vor allem erhöhte Ammoniumgehalte auf. Aufgrund der Nährstoffbelastungen ist der Lockergesteinsbereich des Weser-Meerbach-Gebietes Teil der WRRL-Gewässerschutzkulisse zur Reduzierung der N- und P-Belastungen in Grund- und Oberflächengewässer. Vor allem durch eine zielgerichtete Beratung für landwirtschaftliche Betriebe soll dabei die Gewässerbelastung reduziert werden. Auch die Trinkwassergewinnungsgebiete im Einzugsgebiet Weser-Meerbach weisen Belastungen auf. Alle am Prioritätenprogramm beteiligten Gebiete zeigen Verbesserungsbedarf an und sind in Kategorie B eingestuft worden. Neben ordnungsrechtlichen Maßnahmen sind eine Gewässerschutzberatung und auf die Gebiete zugeschnittene „Freiwillige Vereinbarungen“ insbesondere zu Düngebeschränkungen wichtige Instrumente, um Belastungen zu reduzieren. Die Beratung zu einem gewässerschonenden Einsatz von PSM rückt zunehmend in den Fokus, da verstärkt PSM-Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser nachgewiesen werden können. Im Einzugsgebiet Weser-Meerbach weisen 65 Messstellen ausschließlich PSM-Funde über 0,1 µg/l auf (PSM-Wirkstoffe, rM oder nrM). 32 weitere Messstellen zeigen PSM-Nachweise über Prüfwert (0,1 µg/l) auf und zusätzliche Belastungen z.B. durch Nitrat, Ammonium oder Schwermetalle (Arsen, Nickel, Cadmium (Abb. 93). Auffällig sind die hohen Fundanteile von nrM der Wirkstoffe Metazachlor, Chloridazon und Metolachlor und Trifluoracetat. In vielen GWM können Gehalte über 1 µg/l dieser Metaboliten nachgewiesen werden. In einigen GWM wird auch der VMW von 10 µg/l durch nrM von Metazachlor und Chloridazon überschritten. Funde von PSM-Wirkstoffen oder rM (Bentazon, Ethidimuron, Oxadixyl, 1,2,4-Triazol) treten nur vereinzelt in einigen wenigen Messstellen auf, wobei lediglich 1,2,4-Triazol zugelassen ist (Stand Dezember 2023).

Versalzungen treten lediglich in Wesernähe in flach verfilterten Peilbrunnen (FOK bis 15 m u. GOK) innerhalb des WSG Nienburg auf. Belastungen mit Schwermetallen beruhen im Gebiet hauptsächlich auf Cadmium und Nickel, die häufig mit hohen Nitratgehalten verbunden sind.

Handlungsbedarf ist hinsichtlich der Entwicklung der Grundwasservorräte und insbesondere aufgrund der Belastungssituation des Grundwassers mit Nitrat und PSM aus dem vorliegenden Regionalbericht ersichtlich. Auffällig sind die teilweise hohen Gehalte der PSM-Metaboliten.

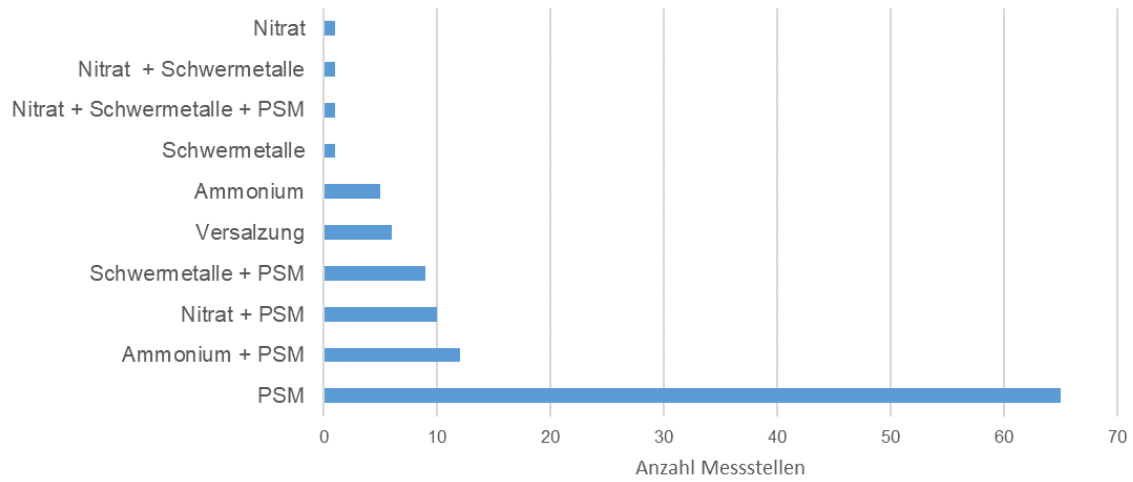


Abb. 93: Belastungsgruppen gestaffelt nach Anzahl belasteter Messstellen (n=101). Relevant sind die Überschreitungen der Grenz-/Schwellenwerte Nitrat > 50 mg/l, Ammonium > 0,5 mg/l, Versalzung (Chlorid > 250 mg/l bzw. Sulfat > 250 mg/l), PSM (Wirkstoffe bzw. nrM > 0,1 µg/l), Schwermetalle (Cd > 0,5 µg/l bzw. Ni > 20 µg/l, Arsen > 10 µg/l).

Literatur und Rechtsquellen

3N Kompetenzzentrum (2014), 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V., Biogas in Niedersachsen. Inventur 2014, 28 S., Werlde.

3N Kompetenzzentrum (2017), 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V., Biogas in Niedersachsen. Inventur 2016, 31 S., Werlde.

3N Kompetenzzentrum (2019), 3N Kompetenzzentrum Niedersachsen Netzwerk Nachwachsende Rohstoffe e.V., Biogas in Niedersachsen, Inventur 2018, 33 S., Werlde.

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

AVV GeA (2020), Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Ausweisung von mit Nitrat belasteten und eutrophierten Gebieten (AVV Gebietsausweisung – AVV GeA) vom 3. November 2020.

Banning, H., Bialek, K., Czub, G., Müller, A., Pickl, C., Scheithauer, M., Straus, G., Tüting, W. (2019), Empfehlungsliste für das Monitoring von Pflanzenschutzmittel-Metaboliten in deutschen Grundwässern, Umweltbundesamt, Stand 25.04.2019.

BfN (2022), Bundesamt für Naturschutz, Landschaftssteckbriefe, <https://www.bfn.de/landschaftssteckbriefe?page4>, aufgerufen 24.03.2022.

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

BMEL (2014), Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Link: https://www.bmel.de/DE/Landwirtschaft/Nachwachsende-Rohstoffe/Bioenergie/_texte/EEG2014.html, Stand 1.08.2014.

BMELV (2012), Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Das Erneuerbare-Energien-Gesetz, Daten und Fakten zur Biomasse – Die Novelle 2012, Stand Juni 2012, Berlin.

BMWi (2020), Bundesministerium für Wirtschaft und Energie, Das Erneuerbare-Energien-Gesetz, Link: <https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/EEG.html>. (Zugriff 25.05.2020).

BVL (2010), Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Berichte zu Pflanzenschutzmitteln 2009 - Wirkstoffe in Pflanzenschutzmitteln, Zulassungshistorie

und Regelungen der Pflanzenschutz-Anwendungsverordnung, 49 S., Braunschweig.

BVL (2024a), Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Link: http://www.bvl.bund.de/DE/04_Pflanzenschutzmittel/01_Aufgaben/02_ZulassungPSM/01_ZugelPSM/01_OnlineDatenbank/p_sm_onlineDB_node.html (Zugriff Februar 2024).

BVL (2024b), Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit, Liste der zugelassenen Pflanzenschutzmittel in Deutschland mit Informationen über beendete Zulassungen (Stand: Februar 2024), Braunschweig

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

DIN 4049 (1994), Deutsches Institut für Normung, Hydrogeologie, Teil 3, Begriffe zur quantitativen Hydrologie.

DüV (2017), Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsstoffen nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen, Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

DVGW (2006), Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches, Technische Regel, Richtlinien für Trinkwasserschutzgebiete; Teil 1: Schutzgebiete für Grundwasser, Arbeitsblatt W101, 19 S., Bonn.

DWD (2022), Deutscher Wetterdienst, Nationales Klimadatenzentrum, www.dwd.de.

EEG (2004), Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich vom 21.07.2004 (BGBl. I 2004, S. 1918).

EEG (2009), Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 28. Juli 2011 (BGBl. I S. 1634) geändert worden ist.

EEG (2012), Gesetz für den Vorrang Erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 25. Oktober 2008 (BGBl. I S. 2074), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom August 2012 (BGBl. I S. 1754) geändert worden ist.

EEG (2014), Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien, Erneuerbarer-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das durch Artikel 15 des Gesetzes vom 29. August 2016 (BGBl. I S. 2034) geändert worden ist.

EEG (2017), Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 20. November 2019 (BGBl. I S. 1719) geändert worden ist.

EEG (2021), Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien, Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 11 des Gesetzes vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 3026) geändert worden ist.

ELER-RL (2021), ELER-Richtlinie, Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Vorhaben zur Gewässerschutzberatung in Trinkwassergewinnungsgebieten und in Zielgebieten der EG-Wasserrahmenrichtlinie im Rahmen des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) – Gewässerschutzberatung (Landbewirtschaftung), Erl. D. MU v. 14.04.2021 – 23 - 62626/040- VORIS 28200 (Nds. MBl. Nr. 13/2021).

EG-GWRL (2006), Grundwasserrichtlinie, Richtlinie 2006/118/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 12. Dezember 2006 zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung (ABl. L 372/19).

EG-NitratRL (1991), Nitratrichtlinie, Richtlinie 91/676/EWG zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigungen durch Nitrat aus landwirtschaftlichen Quellen (ABl. EG L 375/1, zuletzt geändert durch VO (EG) 1137/2008 des Europ. Parlaments und des Rates vom 22.10. 2008 (ABl. 311/1-15).

EG-TWRL (1998), Trinkwasserrichtlinie, 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, S. 32, zuletzt geändert 18.07.2009 ABl. L188/14).

EG-UQNRL (2008), Richtlinie 2008/105/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Umweltqualitätsnormen im Bereich der Wasserpolitik und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien des Rates 82/176/EWG, 83/513/EWG, 84/156/EWG, 84/491/EWG und 86/280/EWG sowie zur Änderung der Richtlinie 2000/60/EG. (ABl. L 348/84).

EG-WRRL (2000), Wasserrahmenrichtlinie, 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, (ABl. L 327 vom 22.12.2000, S 1-73).

Elbracht, J., Meyer, R. und Reutter, E. (2010), Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. Geoberichte 3, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (Hrsg.), 117 S., Hannover.

Energieatlas Niedersachsen (2017), WMS-Dienst, Link: <http://ndsmleportal.lat-lon.de/energieatlas-webservices/services/wms>, Datenstand Mai 2017.

FHkoopSchTrinkWGebV ND (2007), Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten, Kooperationsverordnung vom 3. September 2007 (Nds. GVBl. 2007, S. 436), geändert durch Verordnung vom 19. Juni 2017 (Nds. GVBl. S. 228), außer Kraft am 1. Januar 2024 durch Artikel 6 Nummer 2 des Gesetzes vom 16. Dezember 2021 (Nds. GVBl. S. 911).

Furtak, H., Langguth, H.-R. (1967), Zur hydrochemischen Kennzeichnung von Grundwässern und Grundwassertypen mittels Kennzahlen. – Mem. IAH-Congress 1965, S. 86-96, Hannover.

Geodaten, NLWKN, Geodaten@nlwkn-dir.niedersachsen.de.

GrwV (2010), Verordnung zum Schutz des Grundwassers, Grundwasserverordnung vom 9. November 2010 (BGBl. I S. 1513), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Oktober 2022 (BGBl. I S. 1802) geändert worden ist.

Jordan (1979), in Tiedemann, O. und Hofmeister, E., Bad Rehburg im Landkreis Nienburg, Exkursionsführer und Veröffentlichungen Schaumburger Bergbau, Heft Nr. 27, Hagenburg im Dezember 2013.

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

Krassmann, Th. (2022), Krassmann, Dr. Thomas, <https://www.undertage.com/publikationen/13-niedersachsen/34-materialien-zur-geologie-und-zum-bergbau-des-schaumburger-landes.html>, Materialien zur Geologie und zum Bergbau des Schaumburger Landes, aufgerufen 29.03.2022.

Kubier (2019), Kubier, A., Universität Bremen, Cadmium im Grundwasser Niedersachsens, Abschlussbericht, Projektlaufzeit 2015 - 2018, S. 97, Bremen.

Kunkel, R., Voigt, H.-J., Wendland, F., Hannappel, S. (2004), Die natürliche, ubiquitär überprägte Grundwasserbeschaffenheit in Deutschland, Schriften des Forschungszentrums Jülich, Reihe Umwelt/Environment, Band/Volume 47.

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

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

LBEG (2017), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: Grundwasserkörper und Nutzbares Dargebot im Landkreis Peine, Vortrag Axel Lietzow 26.04.2017, Beregnungstag der LWK in Edemissen-Wehnsen.

LBEG (2019), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: Grundwasserneubildung von Niedersachsen und Bremen, Berechnungen mit dem Wasserhaushaltsmodell mGROWA18, GeoBerichte 36, 57 S., Hannover.

LBEG (2021), Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie: <https://www.lbeg.niedersachsen.de/HUEK200Versalzung/versalzung-des-grundwassers-1200-000-641.html>, Zugriff 13.04.2021.

LSN (2022a), Landesamt für Statistik Niedersachsen, Landwirtschaftszählung 2020, Heft 1 A + B, Gemeindeergebnisse: Betriebsstruktur, Bodennutzung, Viehhaltung, Betriebswirtschaftliche Ausrichtung, Statistische Berichte Niedersachsen C IV 9.1 -10j/20, Hannover.

LSN (2022b), Landesamt für Statistik Niedersachsen, Öffentliche Wasserversorgung und Abwasserentsorgung 2019, Statistische Berichte Niedersachsen, Q1 1 – 3j/2019, Hannover, Zugriff am 08.04.2022, https://www.statistik.niedersachsen.de/startseite/Themen/umwelt_und_energie/umwelt-und-energie-in-niedersachsen-statistische-berichte-q-i-1-178916.html

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

LWK (2011), Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Potentialstudie für Biomasse in der BioenergieRegion Weserbergland plus, Hannover.

LWK (2023), Landwirtschaftskammer Niedersachsen, Rote Gebiete – welche Vorgaben gelten in nitratbelasteten Gebieten? Webcode 01039516, Stand 15.02.2023, aufgerufen 10.05.2023.

ML (2021), Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, Die niedersächsische Landwirtschaft in Zahlen 2021, Dezember 2021.

ML und MU (2023), Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz und Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz., Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung einer nachhaltigen und umwelt-, klima- sowie naturschutzgerechten Bewirtschaftung von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Bremen, Hamburg und Niedersachsen (Richtlinie AUKM), Gem. Rd.Erl. d. ML u. d. MU v. 28.08.2023 (Nds. MBl. S.806).

MU (1990), Niedersächsisches Umweltministerium, Wasserwirtschaftlicher Rahmenplan Mittelweser (Entwurf), 146 S., Hannover.

MU (2015), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers, RdErl. d. MU, 29.05.2015, Nds. MBl. Nr. 25/2015, S. 790), zuletzt geändert durch RdErl. Vom 13.11.2018 (Nds. MBl. 2018 Nr. 43, S. 1502).

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

MU (2019), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Öffentliche

Wasserversorgung; Rohwasseruntersuchungen und Untersuchungen an Vorfeldmessstellen; veröffentlicht mit Runderlass des MU vom 20.03.2019 (Nds. MBl. Nr. 13/2019, S. 599).

MU (2021a), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Niedersächsischer Beitrag zu den Bewirtschaftungsplänen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein, S. 328, Hannover.

MU (2021b), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Niedersächsischer Beitrag zu den Maßnahmenprogrammen 2021 bis 2027 der Flussgebiete Elbe, Weser, Ems und Rhein, S. 374, Hannover.

MU (2022), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz (Entwurf), Stand Oktober 2022, Hannover.

MU (2024a), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Maßnahmenkatalog für Freiwillige Vereinbarungen in für den Gewässerschutz sensiblen Bereichen, insbesondere in Trinkwassergewinnungsgebieten für den Zeitraum vom 01.07.2024 bis zum 31.12.2029.

MU (2024b), Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz, Mengenmäßige Bewirtschaftung des Grundwassers, RdErl. d. MU v. 23.04.2024, Nds. MBl. Nr. 223/2024.

NDüngGewNPVO (2023), Niedersächsische Verordnung über düngerechtliche Anforderungen zum Schutz der Gewässer vor Verunreinigung durch Nitrat oder Phosphat vom 03.05.2021 (Nds. GVBl. S. 246, 378), zuletzt geändert durch Verordnung vom 27. Oktober 2023 (Nds. GVBl. 2023, S. 261).

NIBIS-Kartenserver (2021), Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), <https://nibis.lbeg.de/cardomap3>

NIBIS-Kartenserver, Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), WMS Adresse des Themas Bodenkarte (BK50), 2017: <http://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=989&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>, 2017.

NIBIS-Kartenserver, Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), WMS Adresse des Themas Geologische Übersichtskarte 1.500.000 (GÜK500), 2000: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=64&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.

NIBIS-Kartenserver, Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), WMS Adresse des Themas Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:200 000 - Lage der Grundwasseroberfläche (HÜK200), 1982: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodeId=55&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.

NIBIS-Kartenserver, Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), WMS Adresse des Themas Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:200 000 - Lage der Grundwasseroberfläche (HÜK200), 1987: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodelId=61&Service=WMS&Request=GetCapabilities&>.

NIBIS-Kartenserver, Niedersächsisches Bodeninformationssystem, Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), WMS Adresse des Themas Hydrogeologische Übersichtskarte von Niedersachsen 1:500 000 - Hydrogeologische Räume und Teilräume (HÜK500), 2004: <https://nibis.lbeg.de/cardomap3/public/ogc.ashx?NodelId=194&>.

NLFB et al. (2004), Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Niedersächsisches Landesamt für Ökologie und Bezirksregierung Hannover, EG-WRRL Bericht 2005, Grundwasser, Stand 15.07.2004, Methodenbeschreibung.

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

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

NLWKN (2007), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Grundwasserversauerung, Methoden zur Gefährdungsabschätzung und Möglichkeiten zu Gegenmaßnahmen, Schriftenreihe Grundwasser, Band 7, 40 S., Norden

NLWKN (2010), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Der Zukunft das Wasser reichen – Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie in Niedersachsen, Wasserrahmenrichtlinie Band 5, Norden, Hannover.

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

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

NLWKN (2013b), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Praxisleitfaden für niedersächsische Wasserversorgungsunternehmen und Wasserbehörden, Handlungshilfe (Teil II), Erstellung und Vollzug von Wasserschutzgebietsverordnungen für

Grundwasserentnahmen, Grundwasser Band 17, 146 S., Norden.

NLWKN (2014), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN). Güte- und Standsmessnetz Grundwasser, Grundwasser, Band 18, 46 S., Norden.

NLWKN (2015a), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz. Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und Methoden zu ihrer Erfolgskontrolle, Grundwasser Band 21, 338 S., Norden.

NLWKN (2015b), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Themenbericht Pflanzenschutzmittel – Wirkstoffe und Metaboliten, Datenauswertung 1989 bis 2013, Grundwasser Band 23, 64 S., Norden.

NLWKN (2019a), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Grundwasserbericht Niedersachsen, Sonderausgabe zur Standssituation im Trockenjahr 2018, Grundwasser Band 36, 13 S., Norden.

NLWKN (2019b), Niedersächsischer Landesbetriebe für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Phosphat im Grundwasser Niedersachsens, Wasserrahmenrichtlinie Band 12, 53 S., Norden.

NLWKN (2020a), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Themenbericht Pflanzenschutzmittel II, Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser, Datenauswertung 2000 – 2016, Grundwasser Band 39, 146 S., Norden.

NLWKN (2020b), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Grundwasserbericht Niedersachsen, Sonderausgabe zur Grundwasserstandssituation in den Trockenjahren 2018 und 2019, Grundwasser Band 41.

NLWKN (2021), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Grundwasserbericht Niedersachsen, Sonderausgabe zur Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2020, Grundwasser Band 48.

NLWKN (2022a), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Niedersächsisches Messprogramm Klima-Grundwasserstand, Entwicklung eines landesweiten Messprogramms zur Ermittlung klimawandelbedingter Veränderungen der niedersächsischen Grundwassersituation, Grundwasser Band 53, 27 S., Norden.

NLWKN (2022b), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Grundwasserbericht Niedersachsen – Sonderausgabe zur

- Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2021, Grundwasser Band 54.
- NLWKN (2023a), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse, Grundwasser Band 57, Stand März 2023, 29 S., Norden, Hannover.
- NLWKN (2023b), Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz, Grundwasserbericht Niedersachsen – Sonderausgabe zur Grundwasserstandsentwicklung im Jahr 2022, Grundwasser Band 58.
- NUMIS, Das niedersächsische Umweltportal, https://numis.niedersachsen.de/kartendienste?lang=de&topic=themen&X=6909455.49&Y=1017965.68&zoom=7&bgLayer=0smLayer&catalogNodes=372,373&layers=430653032_L476,430653032_L477&layers_visibility=true,false.
- NWG (2010), Niedersächsisches Wassergesetz vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl. S 64), zuletzt geändert durch Artikel 7 des Gesetzes vom 12. Dezember 2023 (Nds. GVBl. S.289) und Verordnung vom 6. Dezember 2023 (Nds. GVBl. S. 339).
- OGewV (2016), Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer, Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.
- Polaschegg (2018), Landwirtschaftlicher Fachbeitrag zum Regionalen Raumordnungsprogramm des Landkreises Nienburg / Weser 2019, LWK, Nienburg.
- Reinhold, K. et al. (2014), Verbreitung, Zusammensetzung und geologische Lagerungsverhältnisse flach lagernder Steinsalzfolgen in Deutschland – Zwischenbericht, Berlin, Hannover (BGR).
- Rivett, M.O., Buss, S.R., Morgan, P., Smith, J.W.N., Bemment, C.D. (2008), Nitrate attenuation in groundwater- a review of biogeochemical controlling processes. *Water Research*. 42, S. 15-32.
- SchuVO (2009), Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten, Schutzgebietsverordnung vom 9. November 2009 (Nds. GVBl. 2009, S. 431, letzte berücksichtigte Änderung vom 29.05.2013 (Nds. GVBl. S. 132).
- Schleyer, R. & Kerndorf, H. (1992), Die Grundwasserqualität westdeutscher Trinkwasserressourcen. VCH-Verlagsgesellschaft, Weinheim.
- SLA, Servicezentrum für Landentwicklung und Agrarförderung, <https://sla.niedersachsen.de/landentwicklung/LEA>
- Staesche, U. (2002), Das Steinhuder Meer, Akad. Geowiss. Hannover, Veröffentl., 20 (2002): 46 - 53.
- Statistische Ämter des Bundes und der Länder (2018), Online-Atlas Agrarstatistik, <https://atlas-agrarstatistik.nrw.de>, Zugriff 02.03.2020.
- Streif (2001), Streif, H., Die geologische Entwicklung des Wesertals und der Weser, in Die Unterweser 1999, Senatorin für Klimaschutz, Umwelt, Mobilität, Stadtentwicklung und Wohnungsbau, <https://www.bauumwelt.bremen.de>, Zugriff 06.10.2021.
- TrinkwV (1990), Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung und der Mineral- und Tafelwasser-Verordnung vom 5. Dezember 1990 (BGBl. I S2600).
- TrinkwV (2023), Verordnung über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch, Trinkwasserverordnung vom 20. Juni 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 159, 2), ersetzt V 2126-13-1 v. 21.05.2001 I 959 (TrinkwV 2001).
- UFZ (1998), Gewässerschutz im Einzugsgebiet der Elbe, 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar, Leipzig.
- WHG (2009), Gesetz zur Ordnung des Wasserhaushalts, Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I. S. 2585), das zuletzt durch Artikel 7 des Gesetzes vom 22. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 409) geändert worden ist.
- Wisotzky, F., Kandemiroglu, O. C., Plassmann, C. (2012), Nickelfreisetzung in das Grundwasser und dessen Bindung bei der Wasseraufbereitung zu Trinkwasser (Nettetal/Niederrhein), *GwF – Wasser – Abwasser*, Ausgabe Juli/August, S. 828 – 832.
- Wisotzky, F. Cremer, N., Lenk, S. (2018), Angewandte Grundwasserchemie, Hydrogeologie und hydrochemische Modellierung, Berlin.
- WRMG (2013), Gesetz über die Umweltverträglichkeit von Wasch- und Reinigungsmitteln, Wasch- und Reinigungsmittelgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Juli 2013 (BGBl. I S. 2538), das zuletzt durch Artikel 10 Abs. 3 des Gesetzes vom 27. Juli 2021 (BGBl. I S. 3274) geändert worden ist.

Impressum



Herausgeber

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
NLWKN Direktion
Am Sportplatz 23
26506 Norden
Telefon: (04931) 947 – 24
E-Mail: pressestelle@nlwkn.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de

Koordination Grundwasserbericht Niedersachsen
Christel Karfusehr, NLWKN Cloppenburg

Autor

Annette Kayser, NLWKN Cloppenburg

Unter Mitwirkung von

Marlis Tenschert, NLWKN Sulingen
Anne Kremer, NLWKN Direktion (ehemals NLWKN Sulingen)
Johanna Luka, NLWKN Sulingen
Dr. Gunter Wriedt, NLWKN Cloppenburg
Ralf te Gempt, NLWKN Meppen

Fotos

Frank Scholz (alle Fotos bis auf Abb. 42, Abb. 43)
Peter Fulle, NLWKN Sulingen (Abb. 42, Abb. 43)

Gestaltung

Annette Kayser, NLWKN Cloppenburg

Stand

August 2025