

Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

Grundlagen des Kooperationsmodells und
Darstellung der Ergebnisse



Niedersachsen

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen

Zusammenfassung	1
1. Einleitung	2
2. Grundlagen des Kooperationsmodells	2
2.1 Rechtlicher Rahmen	2
2.2 Fachliche Anforderungen	4
2.2.1 Pflichtenheft für die Datenerfassung im sogenannten DIWA-Shuttle	4
2.2.2 Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz	4
2.3 Kenngrößen zum Niedersächsischen Kooperationsmodell	6
2.4 Nitratbelastung des Grund- und Rohwassers	8
2.5 Belastungen des Grund- und Rohwassers mit PSM-Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten	15
3. Bausteine des Kooperationsmodells	23
3.1 Gewässerschutzberatung	23
3.2 Freiwillige Vereinbarungen und weitere Agrarumweltmaßnahmen	23
3.3 Flächenerwerb	29
3.4 Modell- und Pilotprojekte	29
3.5 Landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	30
4. Erfolgskontrolle im Rahmen des Kooperationsmodells	32
4.1 N-Hoftorbilanzsalden	33
4.2 N-Schlagbilanzsalden	38
4.3 Erfolgskontrolle in der Wurzelzone	44
4.4 Erfolgskontrolle in der Sickerwasser-Dränzone	50
4.5 Erfolgskontrolle im Grundwasser	50
4.6 Erfolgskontrolle im Rohwasser	56
5. Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells	59
5.1 Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung	59
5.2 Weitere Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells	64
6. Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells	64
7. Fazit und Ausblick	72
8. Literaturverzeichnis	74

Abkürzungen

a	Jahr
Ar	Argon
BVL	Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit
Destatis	Statistisches Bundesamt Deutschland
DIWA	Digitales Informationssystem Wasserschutz
DüV	Düngeverordnung
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
FV	Freiwillige Vereinbarungen
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GOW	Gesundheitlicher Orientierungswert
GrwV	Grundwasserverordnung
GWRL	Grundwasserrichtlinie
GSB	Gewässerschutzberatung
GV	Großvieheinheit
GWOF	Grundwasseroberfläche
ha	Hektar
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
KoopNat	Kooperationsprogramm Naturschutz
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LBEG	Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LSN	Landesamt für Statistik Niedersachsen
LWK	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
ML	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie Bauen und Klimaschutz
MW _{el}	Megawatt elektrisch
n	Stichprobenumfang
N	Stickstoff
N ₂	Molekularer Stickstoff
Nds.	Niedersachsen
NLWK	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Nmin	Mineralischer Stickstoff
NO ₃	Nitrat
nrM	nicht relevante Metaboliten
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
ÖVF	Ökologische Vorrangflächen
PROLAND	Programm zur Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes
PSM	Pflanzenschutzmittel
RGV	Raufutterverzehrende Großvieheinheit
rM	relevante Metaboliten
SchuVO	Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten
SLA	Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung
t	Tonne
TGG	Trinkwassergewinnungsgebiet
TrinkwV	Trinkwasserverordnung
UBA	Umweltbundesamt
WAgrico	Water Resources Management in Cooperation with Agriculture
WEG	Wasserentnahmegebühr
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
ZF	Zwischenfrucht

Zusammenfassung

Grundlagen des Kooperationsmodells

Das Niedersächsische Kooperationsmodell zum Trinkwasserschutz wurde im Jahr 1992 mit der Einführung der Wasserentnahmegebühr aus der Taufe gehoben und seitdem stetig weiterentwickelt. Ziel des Kooperationsmodells ist insbesondere der vorsorgende Trinkwasserschutz, wobei der Schwerpunkt in der Verminderung der Nitratreinträge in das Grundwasser liegt.

Im Jahr 2020 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 373 Trinkwassergewinnungsgebiete, die sich in 71 Kooperationen zusammengeschlossen haben und in denen eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von rund 282.000 ha bewirtschaftet wurde. Das entspricht ca. 11 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens.

In der Grundwasserrichtlinie wurde eine Qualitätsnorm für die Nitratkonzentration im Grundwasser in Höhe von 50 mg/l festgelegt (GWRL 2006/118/EG). Diese Nitratkonzentration wurde im Jahr 2020 in 36 % aller Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten überschritten, woraus sich der besondere Handlungsbedarf für den vorsorgenden Trinkwasserschutz ergibt.

Die mittlere Nitratkonzentration im oberflächennahen Grundwasser lag im Jahr 2020 in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells bei 44,3 mg/l. Im Gegensatz dazu betrug der fördermengen-gewichtete Nitratgehalt im Rohwasser in 2020 landesweit nur rund 5 mg/l. Dieser Wert liegt weit unterhalb des Grenzwertes von 50 mg/l der Trinkwasserverordnung (2001).

Bausteine des Kooperationsmodells

Die wichtigsten Bausteine des Kooperationsmodells sind Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung. Daneben werden auch Modell- und Pilotvorhaben sowie „landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zum Trinkwasserschutz“ gefördert. Flächenerwerb wurde bis einschließlich 2014 finanziert.

Erfolgskontrolle im Rahmen des Kooperationsmodells

Der Schwerpunkt dieses Berichtes liegt in der Ergebnisdarstellung der Erfolgskontrolle der vergangenen Jahre. Die Ergebnisse werden anhand des so genannten Zonenmodells dargestellt, das den Weg des Wassers von der Bodenoberfläche über die Wurzelzone, die Sickerwasser-Dränzone und den Grundwasserleiter bis zum Förderbrunnen beschreibt:

- Zwischen 1998 und 2020 ging der N-Hoftorbilanzüberschuss in den Trinkwassergewinnungsgebieten des

Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 95 kg N/ha LF auf 39 kg N/ha LF zurück. Im gleichen Zeitraum verringerte sich der N-Mineraldüngerzukauf von 139 kg N/ha LF auf 87 kg N/ha LF, während die N-Wirtschaftsdüngerabfuhr von 91 kg N/ha LF auf 104 kg N/ha LF anstieg.

- Die Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen konnten durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2008 bis 2020 im Mittel um rund 3.100 t N*a bzw. rund 10 kg N/ha LF*a reduziert werden.
- Noch größer war die Wirkung von Freiwilligen Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen auf die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte, die im gleichen Zeitraum im Mittel rund 3.600 t N*a bzw. rund 12 kg N/ha LF*a betrug.
- Die mittleren Nitratgehalte der langjährigen Erfolgskontrollmessstellen mit einer Verfilterungstiefe kleiner 20 m unter der Grundwasseroberfläche gingen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 56 mg/l im Jahr 2000 auf 48 mg/l im Jahr 2020 zurück. Dieser Rückgang vollzog sich vor allem bis 2009, während sich die Nitratgehalte seitdem im Landesdurchschnitt kaum veränderten.
- Im Rohwasser gingen die mittleren Nitratgehalte der langjährigen Messstellen geringfügig von 12 mg/l im Jahr 2000 auf 11 mg/l in 2020 zurück.

Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

Die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung beliefen sich zwischen 2004 und 2020 landesweit im Mittel auf rund 17,9 Mio. €*a bzw. ca. 60 €/ha LF. Davon entfielen ca. 11,7 Mio. € bzw. 39 €/ha LF auf die Freiwilligen Vereinbarungen und ca. 6,2 Mio. € bzw. 21 €/ha LF auf die Gewässerschutzberatung.

Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells

In den Kooperationen wirken der hohe Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz, der Umbruch von Grünland- und Brauchflächen sowie der hohe Maisanteil und das hohe Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen der erzielten Stickstoffminderung des Kooperationsmodells entgegen. Hieraus resultiert ein weiterer bzw. neuerlicher Anstieg der Nitratkonzentration in diversen Grundwassermessstellen.

1. Einleitung

Das Niedersächsische Kooperationsmodell zum Trinkwasserschutz wurde im Jahr 1992 mit der 8. Novelle des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG) eingeführt. Ziel des Kooperationsmodells ist die Sicherung der Grundwasserqualität, damit die Versorgung der Bevölkerung mit qualitativ hochwertigem Trinkwasser dauerhaft erhalten bleibt. Dabei liegt der Schwerpunkt der Aktivitäten in der Verminderung der Nitratreinträge in das Grundwasser. Interessenkonflikte zwischen dem Schutz des Trinkwassers und der Landbewirtschaftung in den Trinkwassergewinnungsgebieten sollen durch eine vertrauensvolle Zusammenarbeit von Wasserversorgungsunternehmen und Landbewirtschaftern thematisiert und gelöst werden. Koordiniert werden die Aktivitäten des Kooperationsmodells vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN).

Die vorliegende 4. Auflage des Berichtes „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen“ versteht sich als Fortschreibung und Weiterentwicklung der 3. Auflage (NLWKN 2019a). So wird in diesem Bericht die zeitliche Entwicklung einzelner Parameter dargestellt, was nur durch die kontinuierliche Datenerhebung ermöglicht wird. Daneben werden aber auch neue Auswertungen dargestellt und die Ergebnisse des Kooperationsmodells aus einem anderen Blickwinkel betrachtet.

Ziel dieses Berichtes ist es, neben den Grundlagen und Bausteinen des Kooperationsmodells (Kap. 2 und 3), vor allem die Ergebnisse der Erfolgskontrolle sowie deren zeitliche Entwicklung darzustellen (Kap. 4). Darüber hinaus werden die Ausgaben des Kooperationsmodells (Kap. 5) sowie Entwicklungen, die den Erfolgen des Kooperationsmodells entgegenwirken, aufgezeigt (Kap. 6).



Bild 1: Hinweisschild Wasserschutzgebiet

2. Grundlagen des Kooperationsmodells

2.1 Rechtlicher Rahmen

Das Niedersächsische Kooperationsmodell zum Trinkwasserschutz wird durch die §§ 21 ff. des NWG geregelt. Hierin sind die Erhebung der Wasserentnahmegebühr (WEG) sowie deren Verwendung verankert. Während Grundwasserschutz vor der 8. Novelle zum NWG i.d.R. nur mit ordnungsrechtlichen Mitteln oder vereinzelt in Eigenregie der Wasserversorgungsunternehmen erfolgte, wurde mit der Einführung der Wasserentnahmegebühr im Jahr 1992 erstmals die Möglichkeit eines landesweit vorsorgenden und sanierenden Grundwasserschutzes in Trinkwassergewinnungsgebieten geschaffen. Nach der Erhöhung der Wasserentnahmegebühr im Januar 2021 werden im Haushaltsplan für das Jahr 2023 Einnahmen durch die Wasserentnahmegebühr in Höhe von 104 Mio. € erwartet. Hiervon stammen rund 83 % aus der öffentlichen Wasserversorgung und die übrigen 17 % aus Kühlung, Beregnung, Fischhaltung, Gewerbe und Industrie. Für welche Grundwasserschutzmaßnahmen die Wasserentnahmegebühr im Rahmen des Kooperationsmodells im Einzelnen verwendet wurde, ist in Kapitel 3 beschrieben, während in Kapitel 5 die Höhe der jeweiligen Ausgaben aufgeführt ist.

In § 28 NWG wurde im Dezember 2021 neu geregelt, dass das Land zukünftig einen Anteil der Ausgleichsleistungen erstattet, die die Wasserversorgungsunternehmen bisher nach § 52 Abs. 5 WHG in Wasserschutzgebieten an Landbewirtschaftern gezahlt haben. Eine entsprechende Verordnung, in der die Einzelheiten geregelt werden, soll am 01.01.2024 in Kraft treten.

Die fünfjährige Finanzhilfe, die zur Finanzierung von Freiwilligen Vereinbarungen und der Gewässerschutzberatung gewährt wird, wird bei den Wasserversorgungsunternehmen, die für den Zeitraum 2008 bis 2012 zum ersten Mal einen Finanzhilfevertrag abgeschlossen haben, für den Zeitraum 2023 bis 2027 bereits zum vierten Mal verlängert. Geregelt ist die Finanzhilfe in der Kooperationsverordnung (Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten) vom 03.09.2007, zuletzt geändert am 19.06.2017 (MU 2007, MU 2017a). Diese Verordnung wird zum 01.01.2024 aufgehoben und durch eine neue Verordnung und eine Förderrichtlinie ersetzt.

Die Gewährung der Finanzhilfe setzt voraus, dass Wasserversorgungsunternehmen und Landbewirtschaftern gleichberechtigt in einer Kooperation zusammenarbeiten, indem sie sich auf ein Schutzkonzept mit Zielen und Erfolgsparametern zur Überprüfung der Zielerreichung geeinigt haben. Auf der Grundlage dieses Schutzkonzeptes kann die Finanzhilfe beim NLWKN beantragt und ein so genannter Finanzhilfe-

vertrag zwischen dem NLWKN und dem jeweiligen Wasser-versorgungsunternehmen abgeschlossen werden. Da eine Finanzhilfe nur gewährt wird, wenn die Kosten für die Umsetzung des Schutzkonzeptes mindestens 50.000 € pro Jahr und die Beratungsleistungen mindestens 20.000 € pro Jahr betragen, haben sich in einigen Regionen kleinere Kooperationen zusammengeschlossen. Vielfach erfolgte ein Zusammenschluss jedoch auch unabhängig von dem Erreichen der Bagatellgrenzen (Abbildung 1).

Tabelle1: Anzahl an Finanzhilfverträgen, Kooperationen und Schutzkonzepten im Jahr 2020

Bezeichnung	Anzahl [n]
Finanzhilfverträge	65
Kooperationen	71 ¹⁾
Schutzkonzepte	72

¹⁾ darunter eine forstwirtschaftliche Kooperation

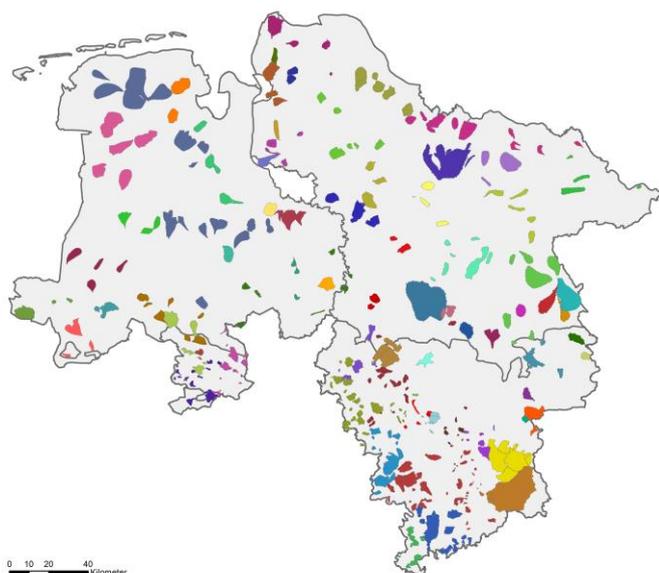


Abbildung 1: Trinkwasserschutzkooperationen Niedersachsens in 2020

Die Zusammenschlüsse der einzelnen Kooperationen erfolgten landesweit unterschiedlich. In der Regel wurde für eine Kooperation ein Schutzkonzept erarbeitet und ein Finanzhilfvertrag abgeschlossen. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen für eine Kooperation zwei oder mehrere Schutzkonzepte erarbeitet wurden und ein Finanzhilfvertrag abgeschlossen wurde. Und schließlich gibt es Fälle, in denen zwei oder mehrere Kooperationen mit je einem Schutzkonzept unter einem Finanzhilfvertrag zusammengeschlossen sind. Einen Einzelfall stellt der Finanzhilfvertrag der Westharzer Talsperren dar. Unter diesem Finanzhilfvertrag sind eine forstwirtschaftliche sowie eine landwirtschaftliche Kooperation mit jeweils einem Schutzkonzept vereint. Aufgrund der genannten Unterschiede bzgl. der Ausgestaltung der Zusammenschlüsse ist die Anzahl an Kooperationen, Schutzkonzepten und Finanzhilfverträgen unterschiedlich hoch. Im Jahr 2020 bestanden 71 Kooperationen, für die 72 Schutzkonzepte erarbeitet wurden und 65 Finanzhilfverträge abgeschlossen wurden (Tabelle 1).

2.2 Fachliche Anforderungen

2.2.1 Pflichtenheft für die Datenerfassung im sogenannten DIWA-Shuttle

Jährlich werden durch den NLWKN landesweite Daten zum Niedersächsischen Kooperationsmodell abgefragt. Als Erfassungsprogramm dient der DIWA-Shuttle (**D**igitales **I**nformationssystem **W**asserschutz). Welche Daten in den DIWA-Shuttle einzugeben sind und wie diese Daten ermittelt werden sollen, ist in einem gesonderten „Pflichtenheft für die Datenerfassung im DIWA-Shuttle“ (NLWKN 2021) beschrieben. Der DIWA-Shuttle wird kontinuierlich weiterentwickelt. So sind ab dem Jahr 2022 erstmals alle einzelbetrieblich beratenen Betriebe im DIWA-Shuttle enthalten. Für diese Betriebe werden Angaben zur landwirtschaftlich genutzten Fläche und zu den einzelnen Beratungsinstrumenten in den DIWA-Shuttle eingetragen. Darüber hinaus beinhaltet der DIWA-Shuttle ab 2022 Daten der gesamtbetrieblichen Düngungsobergrenze, der gesamtbetrieblichen Düngeplanung der Gewässerschutzberatung sowie der tatsächlichen gesamtbetrieblichen Düngung. Diese Daten werden für alle Betriebe mit gewässerschutzorientierter Düngeplanung eingegeben, wobei sich die gesamtbetriebliche Düngeobergrenze aus der ermittelten Düngungsobergrenze der Einzelflächen gemäß Düngeverordnung ergibt. Die Anonymität der landwirtschaftlichen Betriebe wird hierbei stets gewahrt.

Der DIWA-Shuttle ist in drei Themenblöcke unterteilt: Themenblock A umfasst die Eingabe von Grunddaten wie z.B. Flächenangaben zur Nutzung, Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe, sowie die Eingabe von Belastungs- und Erfolgsparametern. Hierzu zählen beispielsweise Daten zur N-Hof- und N-Schlagbilanz, zur Nitratkonzentration im Sicker- und Rohwasser oder Herbst-Nmin-Gehalte. Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen sowie deren Stammdaten, werden außerhalb des DIWA-Shuttles in „AqualInfo“ gepflegt. Themenblock B umfasst den Umfang sowie die Ausgaben von Freiwilligen Vereinbarungen und Themenblock C die Ausgaben für die Gewässerschutzberatung.

Die DIWA-Shuttle-Daten sind eine wichtige Grundlage für die Steuerung der Trinkwasserschutzkooperationen. Die Daten werden für landesweite Auswertungen zur Wirksamkeit und Effizienz der aus der Wasserentnahmegebühr finanzierten Gewässerschutzmaßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft genutzt. So stellen die DIWA-Shuttle-Daten auch die Basis dieses Berichtes dar.

2.2.2 Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz

Eine transparente Zuteilung der Fördermittel erfolgt für die einzelnen Trinkwassergewinnungsgebiete auf der Grundlage des Prioritätenprogramms Trinkwasserschutz (MU 2017b). Die Prioritätensetzung erfolgt in erster Linie in Abhängigkeit von der Nitratbelastung des Roh-, Sicker- und Grundwassers, daneben auch auf Grundlage der Pflanzenschutzmittel- und Sulfatbelastung. Dabei werden die Beratungsgebiete in drei Handlungsbereiche unterschiedlicher Priorität eingestuft: A-Gebiete weisen die geringste Priorität auf und sind so definiert, dass hier die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser unter 25 mg/l liegt. Gebiete deren fördermengengewichtete Nitratkonzentration im Rohwasser über 25 mg/l liegt, werden als C-Gebiete eingestuft. Daneben können Gebiete auch aufgrund ihrer Sulfat- und/oder Pflanzenschutzmittelbelastung als C-Gebiet eingestuft werden. Gebiete, die weder die Kriterien der A- noch die der C-Gebiete erfüllen, werden als B-Gebiete eingestuft, wobei hier zwischen B1- und B2-Gebieten differenziert wird. Eine B2-Einstufung kann aufgrund der Nitratbelastung im Grund- oder Rohwasser oder aufgrund sonstiger Belastungshinweise, z.B. mit Kalium, Pflanzenschutzmitteln oder Keimen erfolgen.

Der Fördersatz je Handlungsbereich bezieht sich auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche in den Beratungsgebieten und ist für das Jahr 2020 in Tabelle 2 dargestellt. Die räumliche Verteilung der Handlungsbereiche in Niedersachsen geht aus Abbildung 2 hervor.

Tabelle 2: Fördersatz je Handlungsbereich und Anteil der Handlungsbereiche bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) im Jahr 2020

Handlungsbereich (Priorität)	Fördersatz [€/ha LF]	Anteil an der LF [%]
A (gering)	27,38	5
B1 (mittel)	51,52	54
B2 (mittel)	64,26	27
C (hoch)	82,15	14

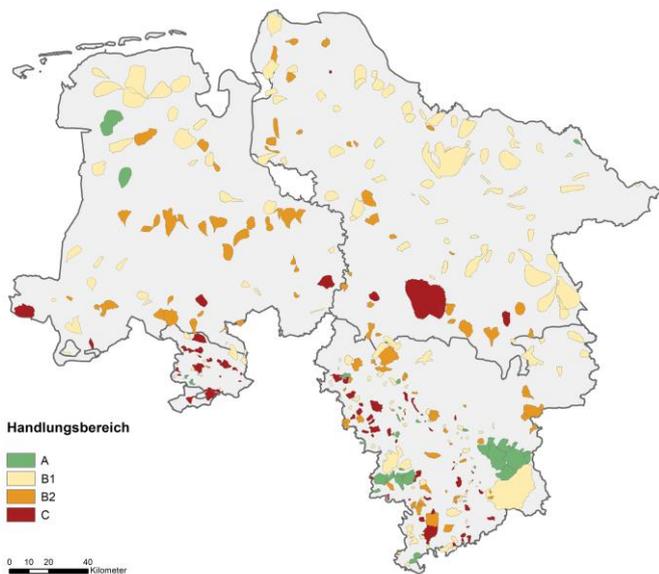


Abbildung 2: Handlungsbereiche der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

Im Jahr 2020 wurden 72 Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells als C-Gebiet eingestuft, davon 65 Gebiete aufgrund ihrer hohen Belastung mit Nitrat. Das entspricht einem Anteil von 58 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche aller C-Gebiete. Ein Gebiet wurde aufgrund der hohen Sulfat-Belastung als C-Gebiet eingestuft, vier Gebiete aufgrund der hohen Pflanzenschutzmittelbelastung und zwei Gebiete aufgrund der hohen Sulfat- und Pflanzenschutzmittelbelastung. Der vergleichsweise hohe Flächenanteil von 31 % der beiden C-Gebiete, die aufgrund der Parameter Sulfat und Pflanzenschutzmittel als C-Gebiet eingestuft wurden, hängt damit zusammen, dass das große Trinkwassergewinnungsgebiet „Fuhrberger Feld“ aufgrund dieser Parameter als C-Gebiet eingestuft wurde (Tabelle 3).

Im Jahr 2017 wurde das Prioritätenprogramm überarbeitet. Neben dem Budget nach Handlungsbereichen, erhielten Trinkwassergewinnungsgebiete mit dem Neuabschluss eines Finanzhilfvertrages ab den Jahren 2018 bis 2022 eine 10 % höhere Förderung, wenn je 100 ha landwirtschaftlich genutzter Fläche mehr als 5 landwirtschaftliche Betriebe wirtschaften und/oder eine 25 % höhere Förderung, wenn der Ackeranteil über 90 % der Acker- und Grünlandfläche lag. Diese zusätzlichen Mittel wurden damit begründet, dass in Trinkwassergewinnungsgebieten mit vielen Betrieben je Flächeneinheit ein höherer Beratungsaufwand besteht und dass bei einem hohen Ackeranteil sowohl die potenziellen Nitratreinträge in das Grundwasser als auch die Möglichkeiten, diese Nitratreinträge über Freiwillige Vereinbarungen zu minimieren, größer sind als in Trinkwassergewinnungsgebieten mit hohem Grünlandanteil. Wendete man diese Fördermodalitäten im Jahr 2017 auf alle Trinkwassergewinnungsgebiete an, die die o.g. Bedingungen erfüllten, ergab sich

eine Erhöhung des Budgets für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung um insgesamt rund 1,7 Mio. Euro, was ca. 10 % der gesamten Förderhöhe entsprach (MU 2017b). Tatsächlich hat sich die Förderhöhe von 2017 bis 2022 jedoch nur um 0,9 Mio. € erhöht. Das lag vor allem daran, dass die landwirtschaftlich genutzte Fläche der Trinkwassergewinnungsgebiete in diesem Zeitraum um rund 9.000 ha zurückgegangen ist. Darüber hinaus sind vier Trinkwassergewinnungsgebiete aus der Förderung herausgefallen, während nur zwei Trinkwassergewinnungsgebiete neu hinzugekommen sind. Hierdurch fielen weitere rund 1.000 ha landwirtschaftlich genutzte Fläche weg.

Da bis zum Jahr 2022 weniger Mittel verausgabt wurden, als ursprünglich eingeplant, wurde das Prioritätenprogramm im Jahr 2022 erneut überarbeitet. Hierbei wurden die Fördersätze aller Handlungsbereiche um rund 5 % erhöht. Diese höheren Fördersätze greifen mit dem Neuabschluss eines Finanzhilfvertrages, beginnend ab dem Finanzhilfezeitraum 2023 bis 2027 (MU 2022).

Das Prioritätenprogramm enthält als Anlage eine Liste, in der alle am Kooperationsmodell beteiligten Trinkwassergewinnungsgebiete enthalten sind, einschließlich der Angabe des Handlungsbereichs und der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Diese Liste wird jährlich aktualisiert und auf der Homepage des NLWKN veröffentlicht.

Tabelle 3: Begründung des C-Gebietsstatus der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

	Anzahl C-Gebiete [n]	LF C-Gebiete [ha]	LF C-Gebiete [%]
Nitrat	65	23.431	58
Sulfat	1	598	1
PSM	4	3.695	9
Sulfat/PSM	2	12.720	31
Summe	72	40.444	100

2.3 Kenngrößen zum Niedersächsischen Kooperationsmodell

Im Jahr 2020 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 373 Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen ca. 595 Mio. m³ Rohwasser gefördert und eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von rund 282.000 ha bewirtschaftet wurde (Tabelle 4). Damit betrug der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells rund 11 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens und rund 97 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete Niedersachsens.

Um regionale Unterschiede hervorzuheben, wird das Land Niedersachsen für die Auswertungen dieses Berichtes in drei Großräume gegliedert. Dabei wird zwischen dem Festgesteinsgebiet und dem Lockergesteinsgebiet unterschieden, wobei das Lockergesteinsgebiet in „östlich der Weser“ und „westlich der Weser“ getrennt wird (Abbildung 3).

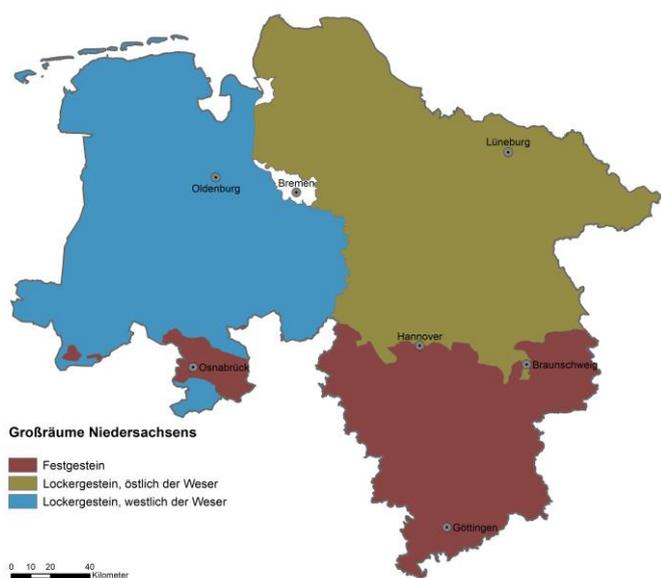


Abbildung 3: Großräume in Niedersachsen

Die Grenzen zwischen dem Lockergesteinsgebiet und dem Festgesteinsgebiet ergeben sich anhand der hydrogeologischen Großräume. So wird das Lockergesteinsgebiet überwiegend durch seine Lage im Großraum Nord- und mitteldeutsches Lockergesteinsgebiet bestimmt bzw. südlich von Osnabrück auch durch das Rheinisch-Westfälische Tiefland. Das Festgesteinsgebiet gehört überwiegend zum Großraum

Mitteldeutsches Bruchschollenland und damit zum Deckgebirge sowie zum Großraum West- und mitteldeutsches Grundgebirge (Harz) (LBEG 2016).

Bezüglich der Gesamtfläche sind die drei Großräume miteinander vergleichbar. Unterschiede bestehen jedoch hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen sowie der land- und forstwirtschaftlichen Struktur (Tabelle 4). So entfielen im Jahr 2020 über die Hälfte der Wasserversorgungsunternehmen und Trinkwassergewinnungsgebiete auf das Festgesteinsgebiet, obwohl der Anteil des geförderten Rohwassers im Festgesteinsgebiet nur rund 25 % der gesamten Rohwasserförderung in Niedersachsen umfasste. Von den 72 C-Gebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells lagen alleine 61 im Festgesteinsgebiet. Diese hohe Anzahl an C-Gebieten im Festgesteinsgebiet erklärt sich zum einen damit, dass die Nitratbelastung des Rohwassers im Festgesteinsgebiet höher ist als im Lockergesteinsgebiet (siehe Kap. 2.4) und zum anderen damit, dass es im Festgesteinsgebiet vergleichsweise viele aber deutlich kleinere Trinkwassergewinnungsgebiete gibt als im Lockergesteinsgebiet.

Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche war in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes aufgrund des hohen Waldanteils mit rund 31 % am geringsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit rund 57 % am höchsten. Im Festgesteinsgebiet ergab sich aus der hohen Anzahl an Trinkwassergewinnungsgebieten und der vergleichsweise geringen landwirtschaftlich genutzten Fläche eine mittlere landwirtschaftlich genutzte Fläche von 303 ha je Trinkwassergewinnungsgebiet, während diese im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 1.643 ha je Trinkwassergewinnungsgebiet mehr als fünfmal so hoch war. Rund 65 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells lag im Jahr 2020 in festgesetzten Wasserschutzgebieten (WSG). Dieser Anteil war mit rund 77 % im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser am höchsten und mit rund 52 % im Festgesteinsgebiet am geringsten. Der Grünlandanteil und die Viehbesatzdichte waren in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes aufgrund des vorherrschenden Marktfruchtanbaus mit durchschnittlich 18,4 % und 0,37 GV/ha am geringsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 36,2 % und 1,71 GV/ha am höchsten. Von den rund 11.500 landwirtschaftlichen Betrieben des Niedersächsischen Kooperationsmodells schlossen rund 4.500 Betriebe im Jahr 2020 mindestens eine Freiwillige Vereinbarung ab. Das entspricht einem Anteil von rund 39 %. Innerhalb der drei Großräume variierte dieser Anteil nur geringfügig (Tabelle 4).

Tabelle 4: Wasserwirtschaftliche, land- und forstwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

	Lockergestein westl. der Weser	Lockergestein östl. der Weser	Festgestein	Land
Wasserwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells				
Anzahl Trinkwassergewinnungsgebiete [n]	63	100	210	373
Anzahl C-Gebiete [n]	6	5	61	72
Anzahl Kooperationen [n]	18	30	23	71
Anzahl Wasserversorgungsunternehmen [n]	30	50	79	145 ¹⁾
Fördermenge [Mio. m ³]	216	230	150	595
Gesamtfläche der TGG [ha] ²⁾	183.370	258.132	206.431	647.933
Land- und forstwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells				
Landwirtschaftlich genutzte Fläche [ha]	103.530	114.757	63.531	281.818
Forstfläche [ha]	38.369	90.091	114.449	242.909
Landwirtschaftlich genutzte Fläche [%]	56,5	44,5	30,8	43,5
Forstfläche [%]	20,9	34,9	55,4	37,5
mittlere LF/TGG [ha]	1.643	1.148	303	756
C-Gebiete [ha LF]	7.707	14.943	17.794	40.444
C-Gebiete [% LF]	7,4	13,0	28,0	14,4
Festgesetzte WSG [ha LF]	54.073	87.908	42.635	184.616
Festgesetzte WSG [% LF]	52,2	76,6	67,1	65,5
Anzahl landwirtschaftliche Betriebe [n] ¹⁾	4.769	3.812	2.990	11.571
Anzahl lw. Betriebe mit mind. einer FV [n] ¹⁾	1.899	1.502	1.118	4.519
Anteil lw. Betriebe mit mind. einer FV [%] ¹⁾	39,8	39,4	37,4	39,1
Grünlandanteil [% LF]	36,2	23,0	18,4	26,8
Viehbesatzdichte [GV/ha] ³⁾	1,71	0,64	0,37	0,97

¹⁾ ohne Doppelnennungen; ²⁾ ohne Überlappungen; ³⁾ Daten für 2020 aus LSN 2021

2.4 Nitratbelastung des Grund- und Rohwassers

Nitratbelastung des Grundwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Zur Darstellung der aktuellen Belastungssituation des oberflächennahen Grundwassers mit Nitrat wurden für das Jahr 2020 1.439 Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells herangezogen.

Der mittlere Nitratgehalt dieser oberflächennah verfilterten Erfolgskontrollmessstellen lag im Jahr 2020 bei 44,3 mg/l.

Die Beobachtung der Nitratkonzentration im Grundwasser bis 5 m unter der Grundwasseroberfläche ermöglicht die Güteüberwachung des jungen, neu gebildeten Grundwassers, das durch die aktuelle Landbewirtschaftung und die

Witterung geprägt ist. Der mittlere Nitratgehalt dieses Tiefenbereiches war mit 49,8 mg/l am höchsten und nahm mit zunehmender Filtertiefe auf 40,0 mg/l (5 - 20 m unter GWOF) bzw. 30,9 mg/l (> 20 m unter GWOF) ab.

Von den drei Großräumen wurde der höchste mittlere Nitratgehalt mit 49,3 mg/l im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser und der niedrigste mittlere Nitratgehalt mit 30,7 mg/l im Festgesteinsgebiet ermittelt. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war der mittlere Nitratgehalt im Tiefenbereich < 5 m unter der Grundwasseroberfläche nahezu doppelt so hoch wie im Tiefenbereich > 20 m unter der Grundwasseroberfläche, während sich die Nitratgehalte im Festgesteinsgebiet kaum in Abhängigkeit der Verfilterungstiefe unterschieden. Dies hat zur Folge, dass die Unterschiede der Nitratgehalte im Bereich < 5 m zwischen den Großräumen sehr hoch waren, während die Nitratgehalte im Tiefenbereich > 20 m unter der Grundwasseroberfläche in den drei Großräumen auf etwa einem Niveau lagen (Tabelle 5).

Tabelle 5: Nitratkonzentrationen der Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

	Lockergestein westl. d. Weser	Lockergestein östl. d. Weser	Festgestein	Land
Alle Messstellen (s.u. + weitere, z.B. Quellen)				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	49,3 (653)	43,4 (582)	30,7 (204)	44,3 (1.439)
Messstellen < 5 m unter GWOF				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	59,0 (300)	48,6 (331)	29,8 (120)	49,8 (751)
Messstellen 5 - 20 m unter GWOF				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	44,9 (264)	36,7 (236)	30,6 (57)	40,0 (557)
Messstellen > 20 m unter GWOF				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	29,3 (89)	39,7 (12)	33,9 (11)	30,9 (112)

Die hohe Nitratbelastung des Grundwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zeigt sich vor allem daran, dass 36 % aller Erfolgskontrollmessstellen im Jahr 2020 Nitratgehalte von über 50 mg/l aufwiesen. Im Festgesteinsgebiet war dieser Anteil mit 16 % am geringsten und in den beiden Lockergesteinsgebieten mit 41 bzw. 39 % am höchsten (Abbildung 4).

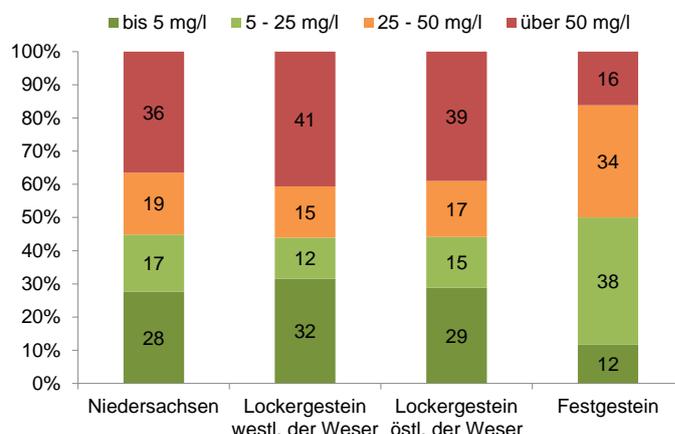


Abbildung 4: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte (n = 1.439)

In den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten fiel die Verteilung der Nitratgehalte im Grundwasser im Jahr 2020 häufig sehr unterschiedlich aus. So wiesen von den 170 Trinkwassergewinnungsgebieten mit Erfolgskontrollmessstellen, 67 Trinkwassergewinnungsgebiete eine Kombination von hohen (> 50 mg/l) und niedrigen Nitratgehalten (< 5 mg/l) auf. Aufgrund dieses Nebeneinanders von Erfolgskontrollmessstellen mit hohen und niedrigen Nitratgehalten in einem Trinkwassergewinnungsgebiet ist die Ausweisung von Regionen mit hohen bzw. niedrigen Nitratgehalten nicht eindeutig möglich. Jedoch können Regionen ausgewiesen

werden, in denen überwiegend hohe bzw. überwiegend niedrige Nitratgehalte im Grundwasser vorherrschen. Überwiegend hohe Nitratgehalte wiesen die Trinkwassergewinnungsgebiete südlich von Oldenburg und im Elbe-Weser-Dreieck auf. In diesen beiden Regionen lagen die Nitratgehalte im Jahr 2020 bei 77 bzw. 58 % der Erfolgskontrollmessstellen über 50 mg/l. Dagegen wiesen in der Region Leer, westlich von Oldenburg und in der Region Uelzen/Celle, südlich von Lüneburg 75 bzw. 57 % der Erfolgskontrollmessstellen Nitratgehalte von unter 5 mg/l auf (Abbildung 5).

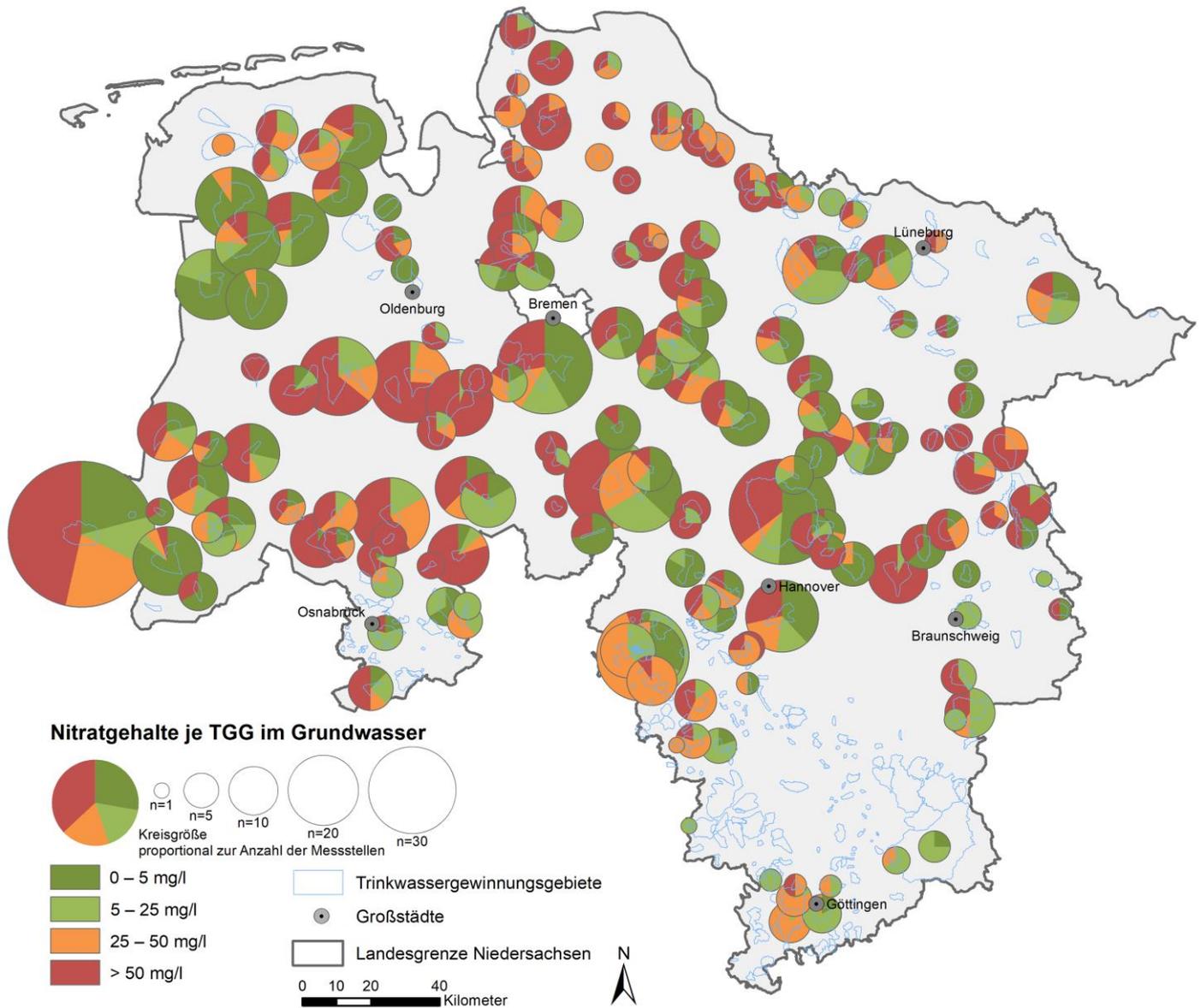


Abbildung 5: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 (n = 1.439)

Durch Denitrifikation abgebautes Nitrat (N₂-Exzess) im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Die in dem vorangegangenen Kapitel aufgezeigte Nitratkonzentration im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells wäre gebietsweise noch höher, wenn ein Teil des eingetragenen Nitrates nicht durch Denitrifikation abgebaut werden würde. Unter Denitrifikation versteht man die Reduktion des im Nitrat gebundenen Stickstoffs zu molekularem Stickstoff.

Das im Grundwasserleiter abgebaute Nitrat kann nicht direkt gemessen werden. Gemessen werden kann aber das Abbauprodukt der Denitrifikation, der molekulare Stickstoff. Das Problem hierbei ist, dass molekularer Stickstoff nicht nur als Endprodukt der Denitrifikation auftritt, sondern auch Hauptbestandteil der Atmosphäre ist und somit wird der im Grundwasser gelöste Stickstoff aus der Luft ebenfalls erfasst. Um zwischen diesen beiden Anteilen zu differenzieren, wird das Verhältnis von molekularem Stickstoff zu dem Edelgas Argon genutzt. Daher auch der Name „Stickstoff-Argon-Methode“ (z.B. WEYMANN et al. 2008). Den aus der Denitrifikation stammenden Stickstoff bezeichnet man als N₂-Exzess.

Mit Hilfe der Stickstoff-Argon-Methode kann nur das im Grundwasserleiter durch Denitrifikation abgebaute Nitrat ermittelt werden. Das im Boden durch Denitrifikation abgebaute Nitrat wird dagegen mit dieser Methode nicht erfasst, da die Abbauprodukte der Denitrifikation im Boden über die Bodenluft in die Atmosphäre entweichen und somit nicht im Grundwasser nachgewiesen werden können. Der gesamte Nitratabbau durch Denitrifikation kann demnach größer sein als der Nitratabbau, der durch die Stickstoff-Argon-Methode ermittelt werden kann.

Um den durch die Denitrifikation abgebauten Stickstoff zu quantifizieren und somit Aussagen zum gesamten Nitrat- eintrag treffen zu können, wurden zwischen 2016 und 2021 Stickstoff- und Argon-Untersuchungen an 783 Erfolgskontrollmessstellen des Niedersächsischen Kooperationsmodells durchgeführt. Darüber hinaus fanden mehrere laborübergreifende Vergleichsuntersuchungen statt, um die Ergebnisse der Stickstoff-Argon-Methode zu überprüfen. In diesem Zusammenhang hat das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) das MS Excel-basierte Tool „N₂ArCheck“ zur Auswertung und Qualitätssicherung von N₂-Exzess-Daten für Labore und Anwender/innen entwickelt (GRÖGER-TRAMPE & HEUMANN 2018).

Anhand der Vergleichsuntersuchungen der unterschiedlichen Labore konnte nachgewiesen werden, dass mit der Stickstoff-Argon-Methode reproduzierbare Ergebnisse des durch Denitrifikation abgebauten Nitrates generiert werden können, sofern die Analytik fehlerfrei funktioniert.

Von den Stickstoff-Argon-Untersuchungen der Erfolgskontrollmessstellen konnte nicht für jede Grundwassermessstelle eine belastbare N₂-Exzesskonzentration abgeleitet werden. So gab es z.B. Proben, bei denen durch Bildung anderer Gase wie z.B. Methan, Entgasungen von Stickstoff und/oder Argon stattfanden, so dass die Stickstoff-Argon-Methode für diese Proben nicht angewendet werden konnte. Diese entgasten Proben konnten mittels des oben genannten Tools „N₂ArCheck“ identifiziert werden, um sie von den weiteren Auswertungen auszuschließen. Neben den Prüfungen der Gaskonzentrationen führt das Tool noch weitere Plausibilitätsprüfungen durch, wie die korrekte Berechnung der N₂-Exzesskonzentration, den Abgleich zwischen der Sauerstoff- und der N₂-Exzesskonzentration sowie die Prüfung der Leitfähigkeit (GRÖGER-TRAMPE & HEUMANN 2018).

Von den 783 Stickstoff-Argon-Untersuchungen des Zeitraumes 2016 bis 2021 wurde der N₂-Exzess im Zuge der Qualitätssicherung von 739 Proben als belastbar (94 %) und von 44 Proben als nicht belastbar (6 %) eingestuft. Die als nicht belastbar ausgewiesenen Proben wurden aufgrund der natürlichen Bedingungen im Grundwasserleiter als nicht belastbar eingestuft. In den meisten Fällen hat hier eine Entgasung stattgefunden, vermutlich durch Methan. Das zeigt sich auch daran, dass die entgasten Proben oftmals in den Niederungen und Marschen vorkommen (Abbildung 6). Bei 56 % der Untersuchungen lag die N₂-Exzesskonzentration unterhalb und bei 39 % oberhalb der Bestimmungsgrenze. Hierbei sind hohe N₂-Exzesskonzentrationen vor allem in den Trinkwassergewinnungsgebieten der beiden Lockergesteinsgebiete zu finden, während im Festgesteinsgebiet geringe N₂-Exzesskonzentrationen dominieren (Abbildung 6).



Bild 2: Probenahme zur Messung von molekularem Stickstoff (N₂) und Argon (Ar)

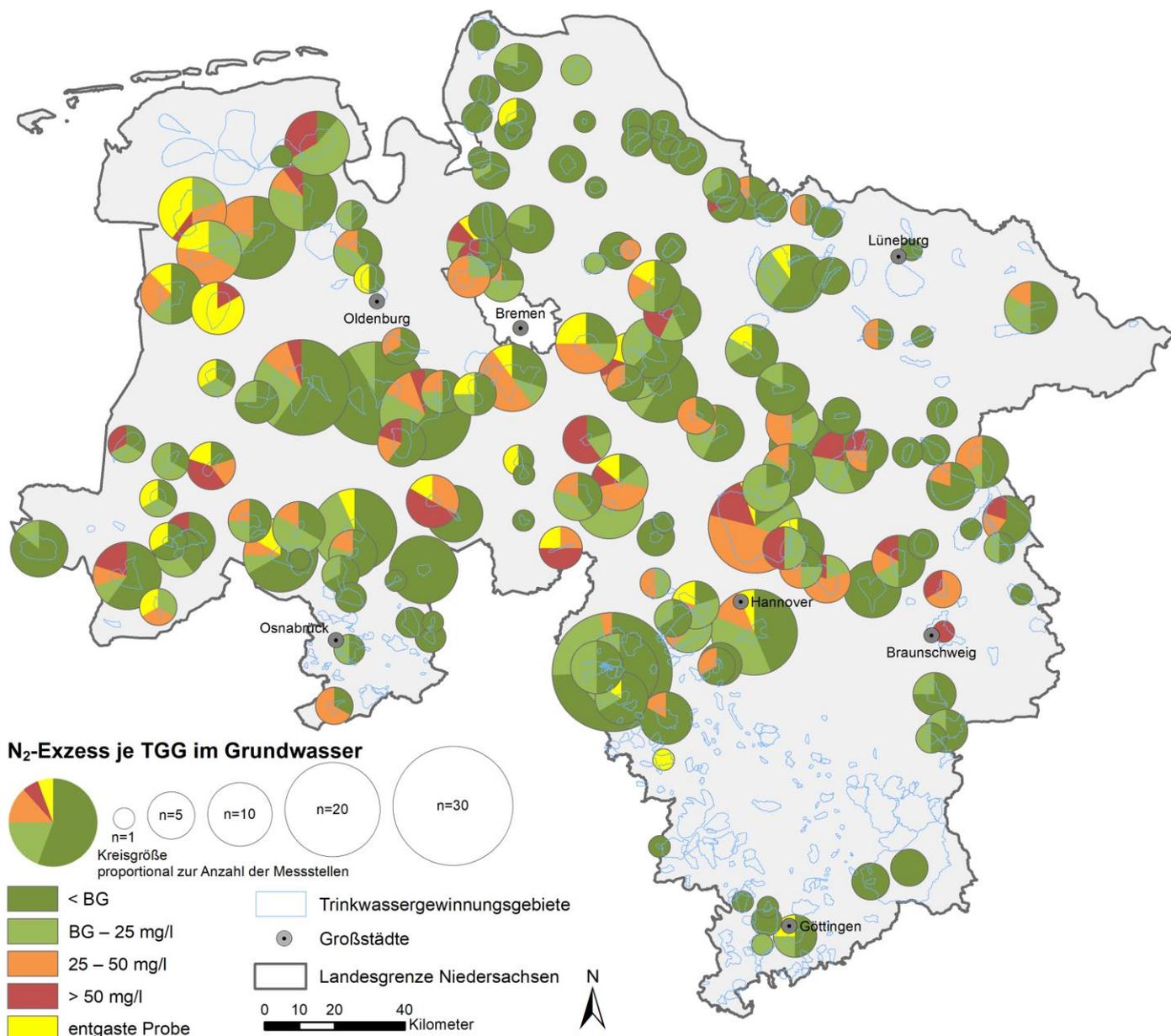


Abbildung 6: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen auf 4 Klassen unterschiedlicher N₂-Exzesskonzentrationen sowie Erfolgskontrollmessstellen mit entgasten Proben in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2016 und 2020 (n = 783)

Im Folgenden werden die Ergebnisse der Nitrat- und N₂-Exzesskonzentrationen der als belastbar eingestufteten Proben dargestellt.

Die mittlere N₂-Exzesskonzentration ist in den beiden Lockergesteinsgebieten mit jeweils 16 mg NO₃/l nahezu doppelt so hoch, wie im Festgesteinsgebiet, wo sie 9 mg NO₃/l betrug. Bei niedrigen Nitratkonzentrationen ist die N₂-Exzesskonzentration generell höher als bei hohen Nitratkonzentrationen. Demnach war die mittlere N₂-Exzesskonzentration im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser bei Nitratkonzentrationen < 5 mg/l mit 28 mg/l am größten und im Festgesteinsgebiet bei Nitratkonzentrationen > 5 mg/l, mit einem Mittelwert unterhalb der Bestimmungsgrenze, am niedrigsten (Tabelle 6).

Die mittlere Nitratkonzentration der 739 Erfolgskontrollmessstellen, an denen Stickstoff-Argon-Untersuchungen durchgeführt wurden, war im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 52 mg NO₃/l am höchsten und im Festgesteinsgebiet östlich der Weser nahm mit einer durchschnittlichen Nitratkonzentration in Höhe von 43 mg NO₃/l eine Mittelstellung ein (Tabelle 6).

Entsprechend war auch die mittlere Nitratreintragskonzentration (NO₃t0) im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 68 mg NO₃/l am höchsten und im Festgesteinsgebiet mit 37 mg NO₃/l am niedrigsten (Tabelle 6).

Der mittlere Anteil des N₂-Exzesses an der Nitrateintragskonzentration variierte in den einzelnen Großräumen zwischen 23 % (Festgestein) und 27 % (Lockergestein östlich der Weser) und somit nur unwesentlich. Erwartungsgemäß war der Anteil des N₂-Exzesses an der Nitrateintragskonzentration bei Nitratkonzentrationen < 5 mg NO₃/l mit über 90 % sehr hoch und bei Nitratkonzentrationen > 50 mg NO₃/l mit unter 10 % sehr gering. Bei mittleren Nitratkonzentrationen zwischen 5 und 50 mg NO₃/l lag der Anteil des N₂-Exzesses in den beiden Lockergesteinsgebieten bei rund 40 % und im Festgesteinsgebiet bei rund 20 % (Tabelle 6).

Der Anteil an Messstellen mit Nitratkonzentrationen von über 50 mg/l lag im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser bei 45 %, im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser bei 40 % und im Festgesteinsgebiet bei 18 %. Durch die Berücksichtigung des N₂-Exzesses erhöhte sich der Anteil an Messstellen mit Nitrateintragskonzentrationen (NO₃t0) von über 50 mg/l im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser um 12 % auf 57 %, im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser um 11 % auf 51 % und im Festgesteinsgebiet um 1 % auf 19 % (Tabelle 6). Gegenüber den WRRL-Messstellen des Landes Niedersachsen ist diese Erhöhung vergleichsweise gering, was darin begründet ist, dass die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen generell höher sind, als die der WRRL-Messstellen und dass wie bereits oben beschrieben, der N₂-Exzess bei hohen Nitratgehalten generell geringer ist als bei niedrigen Nitratgehalten. Die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen sind wiederum deshalb generell höher als die der WRRL-Messstellen, da Messstellen mit geringen Nitratgehalten generell nicht zur Erfolgskontrolle geeignet sind. Es sei denn, diese Messstellen werden hinsichtlich der Stickstoff-Argon-Methode untersucht.



Bild 3: Analytik zur Messung von molekularem Stickstoff (N₂) und Argon (Ar)

Tabelle 6: Mittlere N₂-Exzess-, Nitrat- und Nitrateintragskonzentrationen (NO₃t0) sowie N₂-Exzess, Nitrat > 50 mg/l und NO₃t0 > 50 mg/l in % von Erfolgskontrollmessstellen mit unterschiedlichen Nitratkonzentrationen in einzelnen Großräumen im Zeitraum 2016 bis 2021 (n = 739)

	Locker- gestein westl. d. Weser	Locker- gestein östl. d. Weser	Fest- gestein
N₂-Exzess [mg NO₃/l] ¹⁾	16	16	9
< 5 mg NO ₃ /l	28	23	17
5 - 50 mg NO ₃ /l	18	18	< BG
> 50 mg NO ₃ /l	< BG	9	< BG
Nitrat [mg NO₃/l] ¹⁾	52	43	29
< 5 mg NO ₃ /l	0	1	1
5 - 50 mg NO ₃ /l	26	26	25
> 50 mg NO ₃ /l	100	86	76
NO₃t0 [mg NO₃/l] ¹⁾	68	58	37
< 5 mg NO ₃ /l	28	24	18
5 - 50 mg NO ₃ /l	44	44	32
> 50 mg NO ₃ /l	108	95	81
N₂-Exzess [%] ¹⁾	24	27	23
< 5 mg NO ₃ /l	99	97	93
5 - 50 mg NO ₃ /l	41	41	21
> 50 mg NO ₃ /l	8	9	7
Nitrat > 50 mg/l [%]	45	40	18
NO₃t0 > 50 mg/l [%]	57	51	19

¹⁾ Werte < Bestimmungsgrenze (BG) gingen mit der halben Bestimmungsgrenze in die Mittelwertberechnung ein

Nitratbelastung des Rohwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Die Darstellung der aktuellen Nitratbelastung des Rohwassers erfolgt für das Jahr 2020 anhand von 1.628 Rohwassermessstellen mit einer gesamten Förderung in Höhe von rund 595 Mio. m³ (Tabelle 7).

Im vorangegangenen Kapitel zeigte sich bereits, dass die Nitratkonzentration im Grundwasser mit zunehmender Tiefe abnimmt. Die Abnahme der Nitratgehalte setzt sich bis zur Entnahmetiefe der Förderbrunnen fort, sodass die fördermengengewichtete Nitratkonzentration im Rohwasser in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 bei 5,0 mg/l lag. Diese geringe Nitratkonzentration im Rohwasser geht vor allem auf die Denitrifikation und/oder die großen Fördertiefen zurück. In den beiden Lockergesteinsgebieten war die fördermengengewichtete Nitratkonzentration im Rohwasser mit 1,5 mg/l (Lockergesteinsgebiet östlich der Weser) bzw. 4,4 mg/l (Lockergesteinsgebiet westlich der Weser) am geringsten und im Festgesteinsgebiet mit 11,3 mg/l am höchsten (Tabelle 7).

Tabelle 7: Fördermengengewichtete Nitratkonzentration im Rohwasser in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

	Fördermengengewichtete Nitratkonzentration [mg/l]	Fördermenge [Mio. m ³]	Anzahl der Brunnen [n]
Land	5,0	595	1.628
Lockergestein westl. der Weser	4,4	216	555
Lockergestein östl. der Weser	1,5	230	601
Festgestein	11,3	150	472

Im Jahr 2020 wurden ca. 65 % des Rohwassers im Rahmen des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit einem Nitratgehalt von unter 5 mg/l gefördert und lediglich 0,5 % des geförderten Rohwassers wies einen Nitratgehalt von über 50 mg/l auf. In diesen Fällen wurde der Grenzwert der Trinkwasserverordnung in Höhe von 50 mg/l (2001) in dem an die Bevölkerung abgegebenen Trinkwasser eingehalten, indem das mit Nitrat belastete Rohwasser mit unbelastetem Rohwasser gemischt wurde. Die Unterschiede zwischen den einzelnen Großräumen ergaben sich vor allem aufgrund der Denitrifikation, die vorwiegend in den Lockergesteinsgebieten stattfindet. So lag der Anteil an gefördertem Rohwasser mit Nitratgehalten kleiner 5 mg/l im Lockergesteinsgebiet

östlich der Weser bei über 90 % und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser bei 74 %, während dieser Anteil im Festgesteinsgebiet nur 7 % betrug. Entsprechend war der Anteil an gefördertem Rohwasser mit Nitratgehalten über 25 mg/l im Festgesteinsgebiet mit rund 14 % am größten, während dieser Anteil im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser nur rund 5 % und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sogar nur rund 2 % betrug (Abbildung 7).

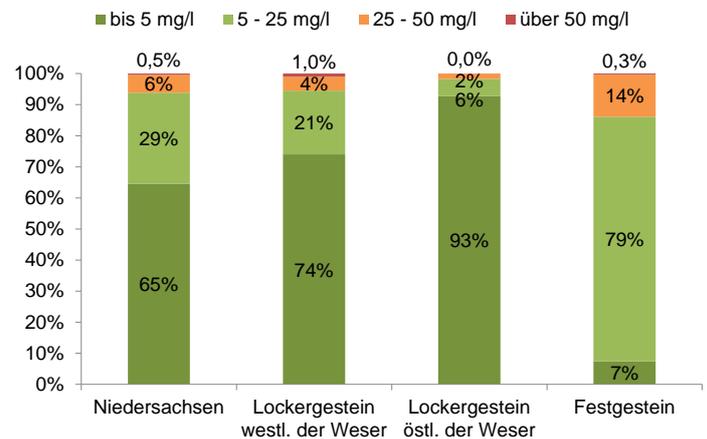


Abbildung 7: Prozentuale Verteilung der Rohwasserförderung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 in 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte (Gesamtfördermenge = 595 Mio. m³)



Bild 4: Förderbrunnen im Landkreis Northeim

Im Gegensatz zum Grundwasser, bei dem landesweit ein Nebeneinander von Erfolgskontrollmessstellen mit hohen und geringen Nitratgehalten vorkommt, ist dies bzgl. des Rohwassers anders. Von 364 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde im Jahr 2020 in 272 Trinkwassergewinnungsgebieten (75 %) ausschließlich Rohwasser mit Nitratgehalten kleiner 25 mg/l gefördert. Und das auch in Regionen, die überwiegend hohe Nitratgehalte im oberflächennahen Grundwasser aufwiesen, wie z.B. in den Trinkwassergewinnungsgebieten südlich von Oldenburg und im Elbe-Weser-

Dreieck (Abbildung 8). Der Hauptgrund für die geringe Nitratbelastung des Rohwassers bei gleichzeitig hoher Nitratbelastung des oberflächennahen Grundwassers ist der Nitratabbau durch Denitrifikation. In 92 Trinkwassergewinnungsgebieten (25 %) wies ein Teil des geförderten Rohwassers Nitratgehalte von über 25 mg/l auf. Der überwiegende

Teil dieser Trinkwassergewinnungsgebiete (82 %) befand sich im Festgesteinsgebiet. Also dort, wo vergleichsweise geringe Nitratgehalte im Grundwasser vorliegen. Die vergleichsweise hohe Nitratbelastung des Rohwassers im Festgesteinsgebiet resultierte aus dem geringeren Nitratabbau durch Denitrifikation.



Abbildung 8: Prozentuale Verteilung der Rohwasserförderung im Jahr 2020 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (Gesamtfördermenge = 595 Mio. m³)

2.5 Belastungen des Grund- und Rohwassers mit PSM-Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten

Belastungen des Grundwassers mit PSM-Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Für die Konzentration von PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten im Grundwasser ist der Schwellenwert der Grundwasserverordnung in Höhe von 0,1 µg/l einzuhalten.

Nicht relevante Metaboliten besitzen im Gegensatz zu PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten weder eine definierte pestizide (Rest-)Aktivität, noch ein pflanzenschutzrechtlich relevantes humantoxisches oder ökotoxisches Potenzial. Ihre Bewertung folgt deshalb dem Vorsorgekonzept der gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW). Hierbei handelt es sich um toxikologisch sehr konservative Schätzwerte, die gesundheitlich nicht eindeutig begründbar sind. Sie liegen je nach nicht relevantem Metaboliten bei 1 µg/l oder bei 3 µg/l. Ihre kurz- bis mittelfristige (≤ 10 Jahre) Überschreitung um Faktoren von 3 bis 10 bietet Anlass zu trinkwasserhygienischer, nicht zu gesundheitlicher Besorgnis (UBA 2021). Konzentrationen in Höhe von 10 µg/l sollten dagegen nach Auffassung der am deutschen Zulassungsverfahren beteiligten Behörden grundsätzlich nicht überschritten werden (MICHALSKI et al. 2004). Aus Gründen des vorsorgenden Trinkwasserschutzes untersagt das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit die Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel in Wasserschutzgebieten, wenn in diesen Gebieten nicht relevante Metaboliten oberhalb von 10 µg/l im Grundwasser bzw. oberhalb des gesundheitlichen Orientierungswertes im Rohwasser gefunden wurden. Für das Grundwasser betrifft das in Niedersachsen das Wasserschutzgebiet Thülsfelde, in dem Metazachlor-Carbonsäure und Metolachlorsäure in Konzentrationen von > 10 µg/l nachgewiesen wurden (BVL 2018).

Nachfolgend werden die Belastungen des Grundwassers mit PSM-Wirkstoffen und nicht relevanten Metaboliten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells anhand der 10 PSM-Wirkstoffe und 10 nicht relevanten Metaboliten dargestellt, die im Zeitraum 2015 - 2020 die meisten Befunde in den 1.439 Erfolgskontrollmessstellen aufwiesen (Tabelle 8 und Tabelle 9). Die Belastungen des Grundwassers mit relevanten Metaboliten werden aufgrund der geringen Nachweisdichte nicht dargestellt.

Nach der Auswahl der 10 PSM-Wirkstoffe und der 10 nicht relevanten Metaboliten erfolgte die Auswertung der betrachteten PSM-Wirkstoffe und nicht relevanten Metaboliten ebenfalls für den Zeitraum 2015 - 2020. Da in diesem Zeitraum durchaus mehrere Analysen für eine Erfolgskontrollmessstelle vorliegen können, wurde die Analyse mit der

höchsten Konzentration des jeweiligen PSM-Wirkstoffes bzw. nicht relevanten Metaboliten für diese Erfolgskontrollmessstelle herangezogen. Anschließend wurden alle Erfolgskontrollmessstellen eines Trinkwassergewinnungsgebietes betrachtet und wenn mindestens eine Erfolgskontrollmessstelle einen Befund eines PSM-Wirkstoffes bzw. nicht relevanten Metaboliten aufwies, dann galt dieser Befund als Befund des jeweiligen PSM-Wirkstoffes bzw. nicht relevanten Metaboliten für das jeweilige Trinkwassergewinnungsgebiet. Dies erfolgte unabhängig davon, dass andere Erfolgskontrollmessstellen in diesem Trinkwassergewinnungsgebiet ohne Befund des jeweiligen PSM-Wirkstoffes bzw. nicht relevanten Metaboliten waren. Nach dieser Vorgehensweise wurden die Befunde der 10 betrachteten PSM-Wirkstoffe und der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten für jedes Trinkwassergewinnungsgebiet ermittelt. Die Ergebnisse der 10 betrachteten PSM-Wirkstoffe und die der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser sind in den Abbildungen 9 und 10 dargestellt.



Bild 5: Grundwassermessstelle im Landkreis Uelzen



Bild 6: Förderbrunnen im Landkreis Göttingen

Tabelle 8: Übersicht über die 10 betrachteten PSM-Wirkstoffe (sortiert nach der Anzahl an Befunden in den Erfolgskontrollmessstellen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020)

PSM-Wirkstoff	Wirkbereich	(Haupt-) Kulturen	Zulassung in Deutschland
Metalaxyl und Metalaxyl-M	Fungizid, v.a. zur Behandlung von Saatgut	Kartoffeln, Mais, Rüben	Metalaxyl: Ja. Metalaxyl-M: Saatgut, das mit Metalaxyl-M behandelt wurde, darf seit dem 1. Juni 2021 nur noch in Gewächshäusern eingesetzt werden (BVL 2021).
Ethidimuron	Herbizid	Gleisanlagen	seit 1990 nicht mehr zugelassen (LAWA 2019)
Oxadixyl	Fungizid	Kartoffeln	seit 1996 nicht mehr zugelassen (BVL 2022)
Bentazon	Herbizid	Getreide, Mais, Kartoffeln	die Zulassung endete am 31.01.2018 mit einer Aufbrauchfrist bis zum 31.07.2019 (LAWA 2019)
Metribuzin	Herbizid	Getreide, Kartoffeln	Ja
Chlortoluron	Herbizid	Getreide	Ja
Mecoprop (MCP)	Herbizid	Getreide	Ja
Diuron	Herbizid	Getreide, Gleisanlagen, Wege u. Plätze	seit 1997 auf Gleisanlagen verboten, seit 2007 generell nicht mehr zugelassen (LAWA 2019)
Atrazin	Herbizid	Mais, Kartoffeln	seit 1990 nicht mehr zugelassen (LAWA 2019)
Terbuthylazin	Herbizid	Mais	Ja

Tabelle 9: Übersicht über die 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten (sortiert nach der Anzahl an Befunden in den Erfolgskontrollmessstellen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020)

Nicht relevante Metaboliten	GOW ¹⁾ [µg/l]	Wirkstoff	Wirkbereich	(Haupt-) Kultur	Zulassung in Deutschland
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743)	3	S-Metolachlor	Herbizid	Mais	Ja, Anwendungsverbote im WSG Thülsfelde (BVL 2018)
S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202 /CGA 351916)					
S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173)					
Chloridazon-desphenyl (Metabolit B)	3	Chloridazon	Herbizid	Rüben	Ja, Anwendungsverbote in einzelnen WSG, u.a. in Hoya, Stegemüle und Wehnsen (BVL 2018)
Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1)					
Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8)	3	Metazachlor	Herbizid	Raps	Ja, Anwendungsverbote in den WSG Hoya und Thülsfelde (BVL 2018)
Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4)					
Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873)	1	Dimethachlor	Herbizid	Raps	Ja
N,N-Dimethylsulfamid (DMS)	1	Tolyfluanid	Fungizid	Gemüse	Die Zulassung für alle Freilandanwendungen ruht seit Februar 2007 (LAWA 2019)
2,6-Dichlorbenzamid	3	Dichlobenil	Herbizid	Grünland	seit 2004 nicht mehr zugelassen (BVL 2022)
		Fluopicolide	Fungizid	Kartoffeln	Ja

¹⁾ Gesundheitlicher Orientierungswert des UBA (2021)

Von den 1.439 Erfolgskontrollmessstellen des Niedersächsischen Kooperationsmodells lagen zwischen 2015 und 2020 für 952 Erfolgskontrollmessstellen **Untersuchungen von PSM-Wirkstoffen** vor und in 147 von 170 Trinkwassergewinnungsgebieten mit Erfolgskontrollmessstellen, lagen in diesem Zeitraum Untersuchungen von PSM-Wirkstoffen im Grundwasser vor. Von diesen 147 Trinkwassergewinnungsgebieten waren 86 Trinkwassergewinnungsgebiete ohne Befund von PSM-Wirkstoffen und 61 Trinkwassergewinnungsgebiete mit mindestens einem Befund eines PSM-Wirkstoffes. Von den 10 betrachteten PSM-Wirkstoffen wurden maximal vier PSM-Wirkstoffe in einem Trinkwassergewinnungsgebiet nachgewiesen, in sechs Trinkwassergewinnungsgebieten wurden drei PSM-Wirkstoffe nachgewiesen, in 14 Trinkwassergewinnungsgebieten zwei PSM-Wirkstoffe und in 40 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde ein PSM-Wirkstoff nachgewiesen (Abbildung 9).

Am häufigsten waren Befunde von Metalaxyl und Metalaxyl-M. Dieser Wirkstoff wurde in 21 Trinkwassergewinnungsgebieten nachgewiesen und in acht Trinkwassergewinnungsgebieten lag die Konzentration über dem Schwellenwert der Grundwasserverordnung. Am zweithäufigsten waren Befunde von Ethidimuron und Bentazon. Diese Wirkstoffe wurde in jeweils 13 Trinkwassergewinnungsgebieten nachgewiesen und in 8 bzw. 3 Trinkwassergewinnungsgebieten lag die Konzentration über dem Schwellenwert der Grundwasserverordnung. Insgesamt wurden alle in Tabelle 8 aufgeführten PSM-Wirkstoffe im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells gefunden und auch der Schwellenwert der Grundwasserverordnung wurde von jedem PSM-Wirkstoff in mindestens einem Trinkwassergewinnungsgebiet überschritten.

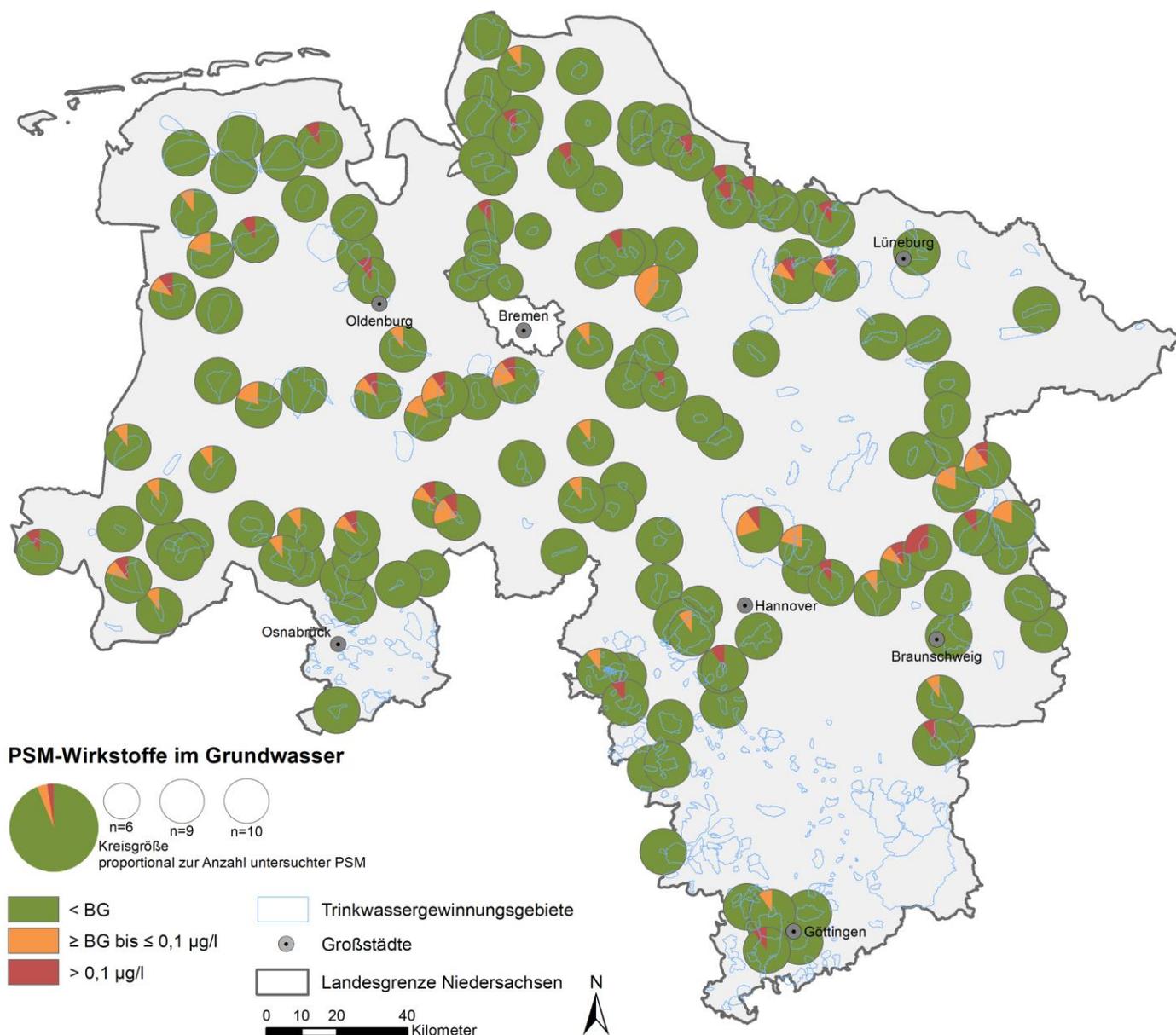


Abbildung 9: Befunde der 10 betrachteten PSM-Wirkstoffe im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020 (0,1 µg/l = Schwellenwert der GrwV)

Untersuchungen von nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser lagen zwischen 2015 und 2020 für 976 Erfolgskontrollmessstellen in 150 Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells vor. Davon wiesen 140 Trinkwassergewinnungsgebiete mindestens einen Befund eines nicht relevanten Metaboliten auf,

während 10 Trinkwassergewinnungsgebiete ohne Befund waren. In 14 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden alle 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser nachgewiesen und in 74 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden mindestens sieben der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten nachgewiesen (Abbildung 10).

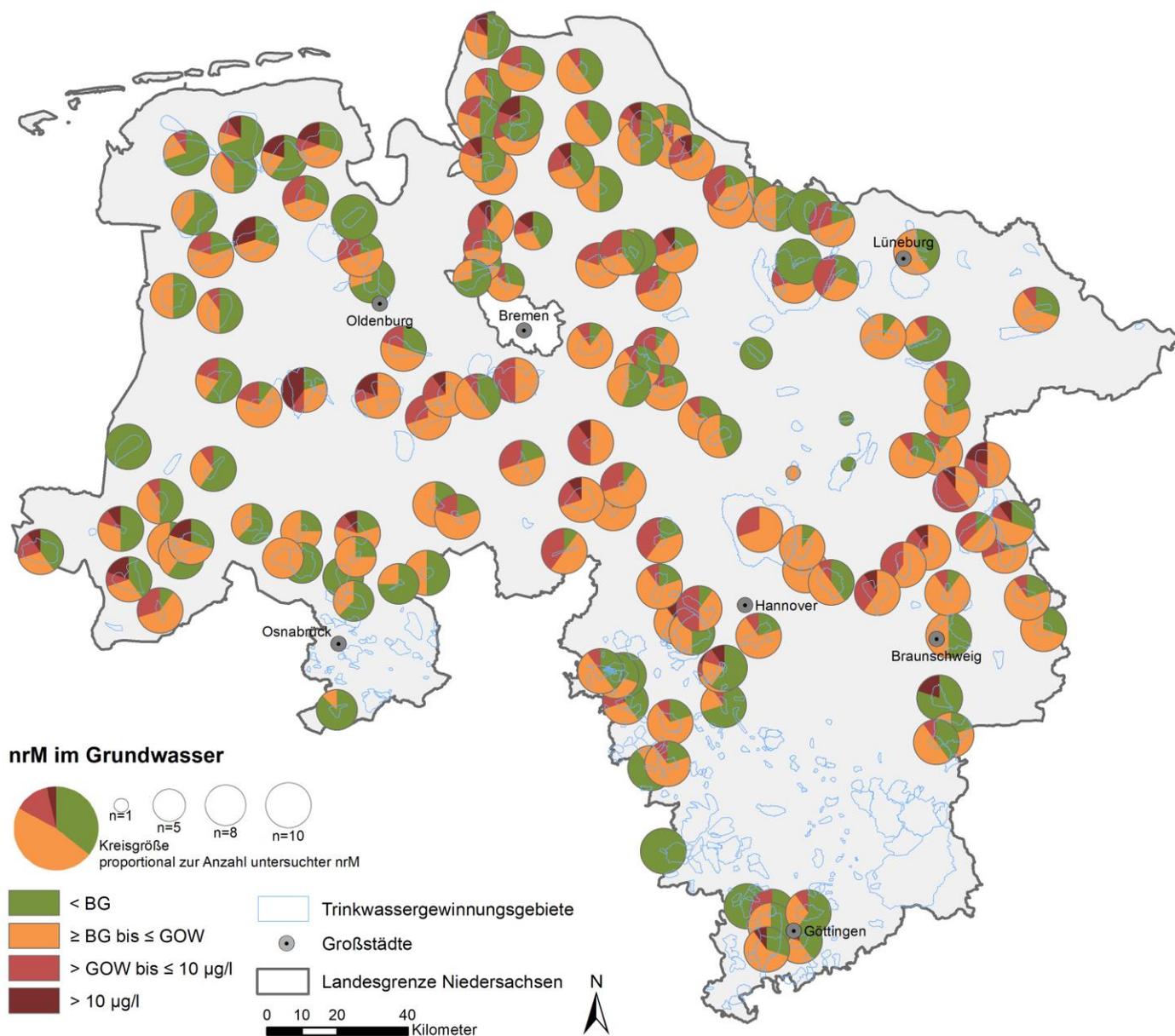


Abbildung 10: Befunde der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020 (10 µg/l = Konzentrationen, die grundsätzlich nicht überschritten werden sollte, MICHALSKI et al. 2004)

Am häufigsten waren Befunde von S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173). Dieser nicht relevante Metabolit wurde in 114 Trinkwassergewinnungsgebieten nachgewiesen. In 109 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden Befunde von S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) nachgewiesen und in jeweils 105

Trinkwassergewinnungsgebieten wurden Befunde von Chlordazon-desphenyl (Metabolit B) und Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) nachgewiesen.

In 107 Trinkwassergewinnungsgebieten fand eine Überschreitung des gesundheitlichen Orientierungswertes von

mindestens einem nicht relevanten Metaboliten statt. In 65 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde der gesundheitliche Orientierungswert von S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) überschritten, in 49 Trinkwassergewinnungsgebieten der von Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) und in 40 Trinkwassergewinnungsgebieten fand eine Überschreitung des gesundheitlichen Orientierungswertes von S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916) statt.

In 37 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde eine Konzentration von 10 µg/l von mindestens einem nicht relevanten Metaboliten überschritten. In jeweils 13 Trinkwassergewinnungsgebieten überschritten S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743) und Chloridazon-desphenyl (Metabolit B) eine Konzentration von 10 µg/l. In 11 bzw. 10 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde diese Konzentration von S-Metolachlor-Carbonsäure (Metabolit CGA 51202/CGA 351916) bzw. Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8) überschritten. In zwei Trinkwassergewinnungsgebieten überschritt S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit NOA 413173) die Konzentration von 10 µg/l und in jeweils einem Trinkwassergewinnungsgebiet wurde diese Konzentration von Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1) und Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4) überschritten. Bei den nicht relevanten Metaboliten N,N-Dimethylsulfamid (DMS), Dimethachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 369873) sowie 2,6-Dichlorbenzamid kam es in keinem Trinkwassergewinnungsgebiet zu einer Überschreitung der Konzentration von 10 µg/l.

Insgesamt wurden alle in Tabelle 9 aufgeführten nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells gefunden und von all diesen nicht relevanten Metaboliten gab es Überschreitungen des gesundheitlichen Orientierungswertes.

Belastungen des Rohwassers mit PSM-Wirkstoffen, relevanten und nicht relevanten Metaboliten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Für die Konzentration von PSM-Wirkstoffen und relevanten Metaboliten im Trinkwasser ist der Grenzwert der Trinkwasserverordnung einzuhalten. Er beträgt 0,1 µg/l und ist somit genauso hoch wie der Schwellenwert für PSM-Wirkstoffe und relevante Metaboliten der Grundwasserverordnung.

Die Bewertung der nicht relevanten Metaboliten im Rohwasser erfolgt analog zu der des Grundwassers anhand der gesundheitlichen Orientierungswerte, die je nach nicht relevantem Metabolit bei 1 µg/l oder bei 3 µg/l liegen (UBA 2021). Ebenso wie das Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) die Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel in Wasserschutzgebieten untersagt, wenn in diesen Gebieten nicht relevante Metaboliten im Grundwasser oberhalb von 10 µg/l gefunden wurden, wird auch die Anwendung bestimmter Pflanzenschutzmittel untersagt, wenn im Rohwasser nicht relevante Metaboliten oberhalb des gesundheitlichen Orientierungswertes gefunden werden. Für das Rohwasser betrifft das in Niedersachsen die Wasserschutzgebiete Stegemühle und Wehnsen, in denen Desphenyl-Chloridazon in einer Konzentration von > 3 µg/l nachgewiesen wurde sowie das Wasserschutzgebiet Hoya, in dem Metazachlor-Carbonsäure und Desphenyl-Chloridazon in Konzentrationen von > 3 µg/l nachgewiesen wurden (BVL 2018).

Zur Darstellung der Belastungen des Rohwassers mit PSM-Wirkstoffen und nicht relevanten Metaboliten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells wurden die gleichen 10 PSM-Wirkstoffe und 10 nicht relevanten Metaboliten betrachtet, die auch im Grundwasser betrachtet wurden (Tabelle 8 und Tabelle 9). Die Auswertung der betrachteten PSM-Wirkstoffe und nicht relevanten Metaboliten erfolgte für das Rohwasser analog zu der des Grundwassers und die Belastungen des Rohwassers mit relevanten Metaboliten wurden ebenfalls in Analogie zum Grundwasser, aufgrund der geringen Nachweis-dichte, nicht dargestellt.

Die Ergebnisse der 10 betrachteten PSM-Wirkstoffe im Rohwasser sind in Abbildung 11 und die der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten in Abbildung 12 dargestellt.

Von 1.329 Rohwassermessstellen des Niedersächsischen Kooperationsmodells lagen zwischen 2015 und 2020 für 1.135 Messstellen **Untersuchungen von PSM-Wirkstoffen** vor und von den 373 Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells lagen für 327 Trinkwassergewinnungsgebiete Untersuchungen von PSM-Wirkstoffen im Rohwasser vor. Davon waren 296 Trinkwassergewinnungsgebiete ohne Befunde von PSM-Wirkstoffen und 31 Trinkwassergewinnungsgebiete mit mindestens einem Befund. Von den 10 betrachteten PSM-Wirkstoffen

wurden maximal zwei PSM-Wirkstoffe in fünf Trinkwassergewinnungsgebieten nachgewiesen und in 26 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde ein PSM-Wirkstoff nachgewiesen (Abbildung 11).

Am häufigsten waren Befunde von Bentazon. Dieser PSM-Wirkstoff wurde in 18 Trinkwassergewinnungsgebieten nachgewiesen. Die PSM-Wirkstoffe Ethidimuron, Mecoprop und Oxadixyl wurden in 13, vier und einem Trinkwassergewinnungsgebiet nachgewiesen. Die übrigen sechs der 10

betrachteten PSM-Wirkstoffe wurden nicht im Rohwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells gefunden.

Der Grenzwert der Trinkwasserverordnung wurde zwischen 2015 und 2020 im Rohwasser von den PSM-Wirkstoffen Ethidimuron und Bentazon in sechs bzw. vier Trinkwassergewinnungsgebieten überschritten und der von Mecoprop (MCP) in einem Trinkwassergewinnungsgebiet.

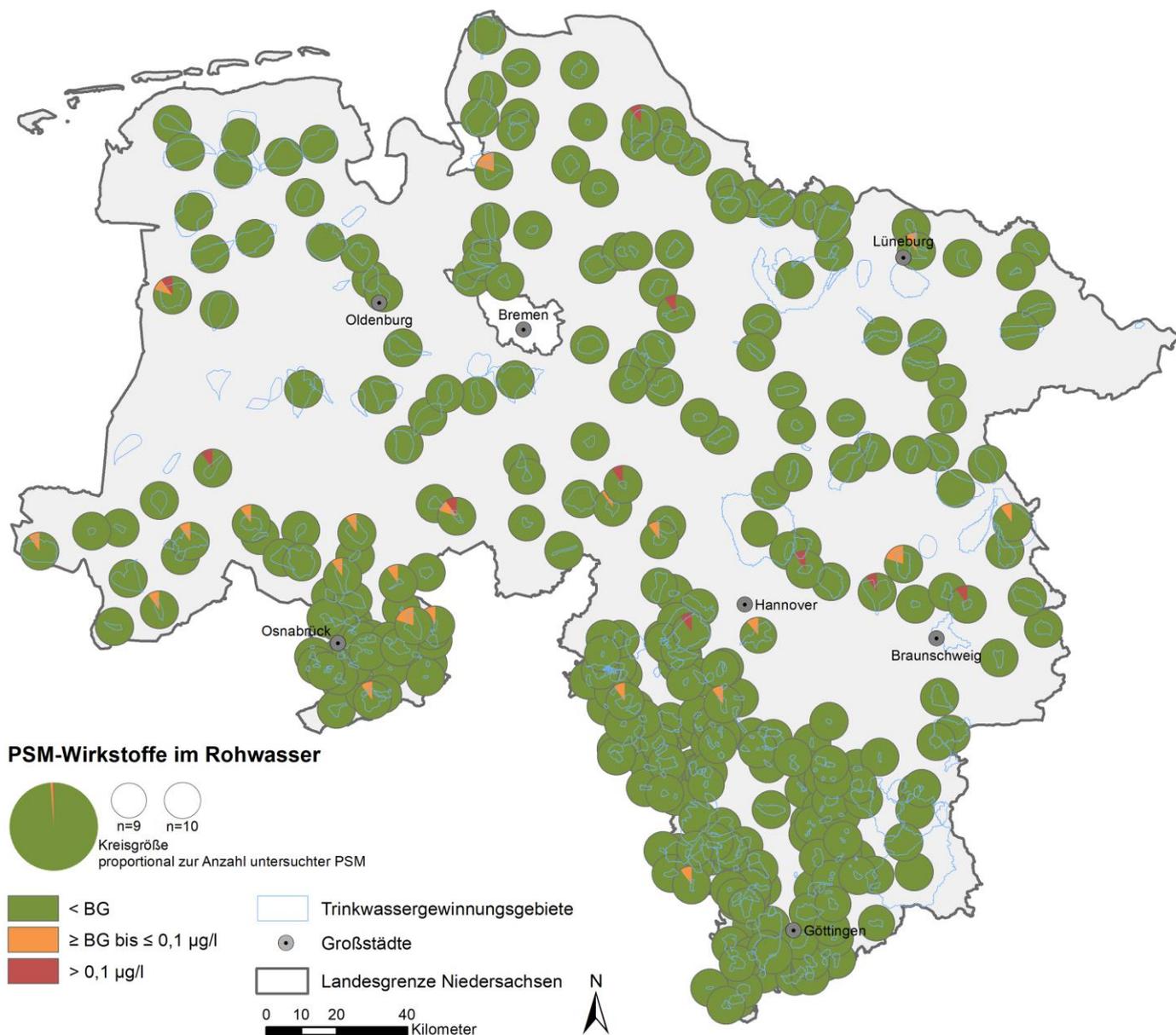


Abbildung 11: Befunde der 10 betrachteten PSM-Wirkstoffe im Rohwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020 ($0,1 \mu\text{g/l}$ = Grenzwert der Trinkwasserverordnung)

Zwischen 2015 und 2020 lagen von 1.146 Rohwassermessstellen, die sich in 327 Trinkwassergewinnungsgebieten befanden, **Untersuchungen von nicht relevanten Metaboliten** im Rohwasser vor. Davon wiesen 253 Trinkwassergewinnungsgebiete mindestens einen Befund eines nicht relevanten Metaboliten auf, während 74 Trinkwassergewinnungsgebiete ohne Befund waren. Von den 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten wurden in zwei Trinkwassergewinnungsgebieten alle 10 nicht relevanten Metaboliten im Rohwasser nachgewiesen und in 96 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden fünf bis neun nicht relevante Metaboliten im Rohwasser nachgewiesen (Abbildung 12).

Abbildung 12 zeigt die geografische Verteilung dieser Befunde in Niedersachsen. Die Karte ist mit 327 Messstellen besetzt, die durch farbige Kreise dargestellt sind. Die Größe des Kreises zeigt die Anzahl der untersuchten Metaboliten (nrM) an, und die Farbe zeigt den Konzentrationsbereich an. Die Karte ist mit den Namen der Städte Oldenburg, Bremen, Lüneburg, Hannover, Braunschweig, Osnabrück und Göttingen beschriftet. Ein Maßstab von 0 bis 40 Kilometern und ein Nordpfeil sind ebenfalls vorhanden.

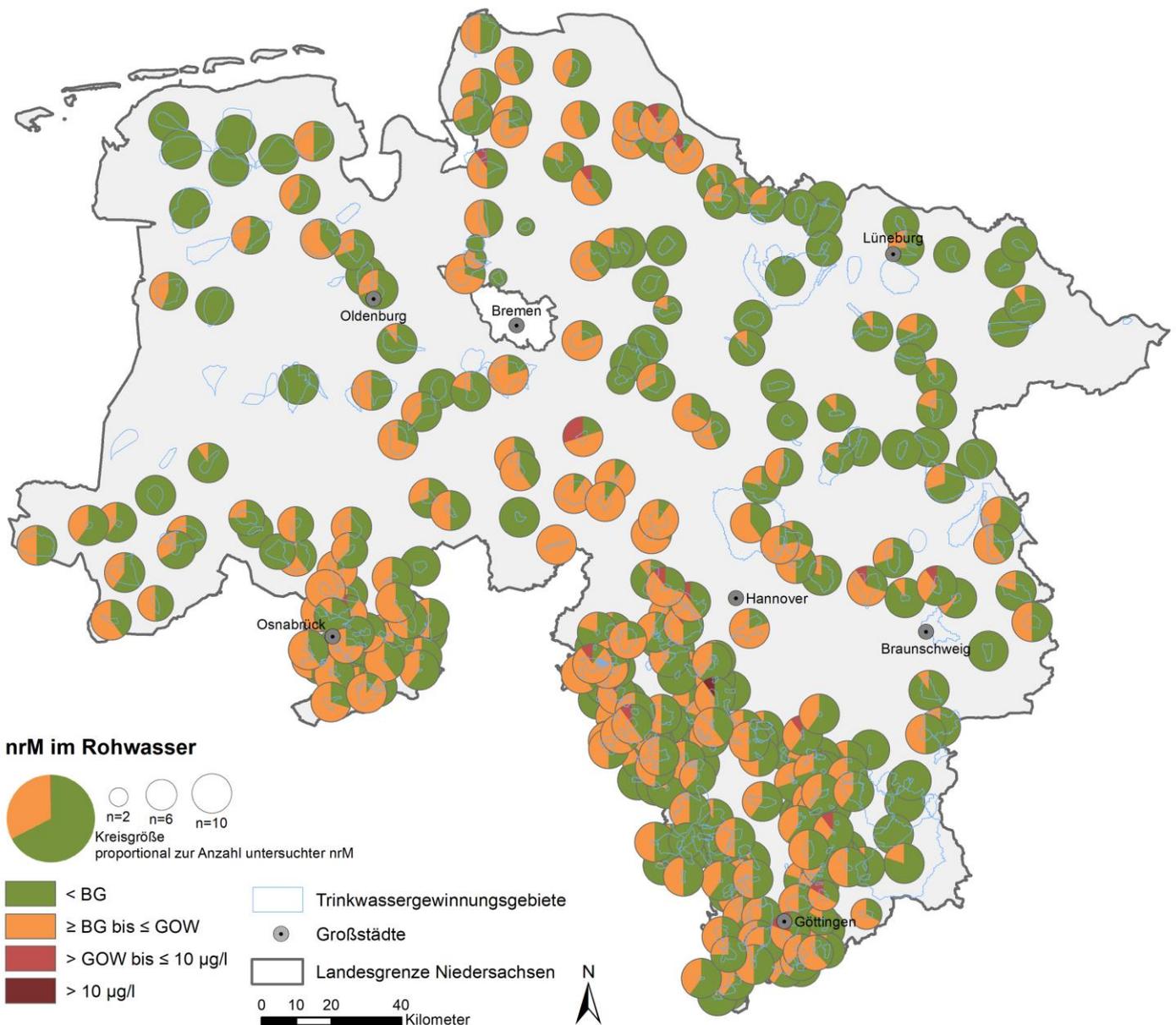


Abbildung 12: Befunde der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten im Rohwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020 (10 µg/l = Konzentrationen, die grundsätzlich nicht überschritten werden sollte, MICHALSKI et al. 2004)

Am häufigsten waren im Rohwasser Befunde von Chloridazon-desphenyl (Metabolit B). Dieser nicht relevante Metabolit wurde in 193 Trinkwassergewinnungsgebieten nachgewiesen. Die nicht relevanten Metaboliten Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8), Dimethachlor-Sulfonsäure

(Metabolit CGA 369873) und Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1) wurden in 178, 125 bzw. 112 Trinkwassergewinnungsgebieten gefunden. Auch alle übrigen der 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten wurden im Rohwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete gefunden.

Von den 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten kam es bei den folgenden sechs nicht relevanten Metaboliten zu einer Überschreitung des gesundheitlichen Orientierungswertes im Rohwasser: S-Metolachlor-Sulfonsäure (Metabolit CGA 380168/CGA 354743), Chloridazon-desphenyl (Metabolit B), Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1), Metazachlor-Sulfonsäure (Metabolit BH 479-8), Metazachlor-Säure (Metabolit BH 479-4) und N,N-Dimethylsulfamid (DMS). Überschreitungen des gesundheitlichen Orientierungswertes von einem bis drei nicht relevanten Metaboliten fanden sich in 21 Trinkwassergewinnungsgebieten.

Die Konzentration von 10 µg/l wurde im Rohwasser von dem nicht relevanten Metaboliten Chloridazon-methyl-desphenyl (Metabolit B1) in einem Trinkwassergewinnungsgebiet überschritten.

In der Tabelle 10 sind die Befunde der jeweils 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten und PSM-Wirkstoffe im Grund- und Rohwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete

des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020 zusammenfassend dargestellt. Nicht relevante Metaboliten findet man im Grundwasser in nahezu jedem Trinkwassergewinnungsgebiet des Niedersächsischen Kooperationsmodells (93 %) und in den meisten Trinkwassergewinnungsgebieten wird auch der gesundheitliche Orientierungswert von mindestens einem der hier betrachteten 10 nicht relevanten Metaboliten im Grundwasser überschritten (71 %). Auf der anderen Seite sind Befunde von PSM-Wirkstoffen im Rohwasser selten (9,5 % der Trinkwassergewinnungsgebiete) und auch der Grenzwert der Trinkwasserverordnung wird nur vereinzelt überschritten (3,4 % der Trinkwassergewinnungsgebiete). Befunde von PSM-Wirkstoffen im Grundwasser sowie von nicht relevanten Metaboliten im Rohwasser nehmen mit 41 % bzw. 77 % der Trinkwassergewinnungsgebiete eine Mittelstellung ein (Tabelle 10).

Weitere Informationen zu PSM-Wirkstoffen und Metaboliten im Grundwasser sind in dem „Themenbericht Pflanzenschutzmittel II“ des NLWKN enthalten (NLWKN 2020a).

Tabelle 10: Befunde der jeweils 10 betrachteten nicht relevanten Metaboliten und PSM-Wirkstoffe im Grund- und Rohwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2015 und 2020

	TGG mit Befunden von nrM		TGG mit Befunden von nrM über dem GOW ¹⁾		TGG mit Befunden von PSM-Wirkstoffen		TGG mit Befunden von PSM-Wirkstoffen über dem Schwellen- bzw. Grenzwert der GrwV ²⁾ bzw. TrinkwV ³⁾	
	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]	[n]	[%]
Grundwasser	141 von 151	93	107 von 151	71	61 von 147	41	36 von 147	24
Rohwasser	253 von 327	77	21 von 327	6,4	31 von 327	9,5	11 von 327	3,4

¹⁾ Gesundheitlicher Orientierungswert des UBA (2021) = 1 oder 3 µg/l (vgl. Tabelle 8); ²⁾ Schwellenwert nach GrwV = 0,1 µg/l; ³⁾ Grenzwert nach TrinkwV = 0,1 µg/l

3. Bausteine des Kooperationsmodells

3.1 Gewässerschutzberatung

Die Gewässerschutzberatung wird beim NLWKN gemäß der „Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung von Vorhaben zur Gewässerschutzberatung in Trinkwassergewinnungsgebieten“ beantragt (zuletzt geändert: MU 2021) und mit Mitteln des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) kofinanziert.

Die von der Gewässerschutzberatung durchführbaren Leistungen sind durch das Leistungsverzeichnis zur Gewässerschutzberatung vorgegeben. Dieses Leistungsverzeichnis ist Bestandteil der o.g. Förderrichtlinie. Inhaltlich orientiert sich die Gewässerschutzberatung an dem sogenannten „Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz“ (NLWKN 2015a). Zu Beginn der Arbeiten erfolgt in den Trinkwassergewinnungsgebieten in der Regel die Erfassung von Grundlagendaten, wie die Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe und die Flächennutzung. Die Beratung der Betriebe erfolgt vor allem als einzelbetriebliche Beratung, die für die Landwirte kostenlos ist und inhaltlich alle Themen behandelt, die mit dem Grundwasserschutz in Verbindung stehen, wie beispielsweise die grundwasserschutzorientierte Düngelplanung oder der Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen. Weitere Beratungsformen sind Gruppenberatungen und Rundschreiben. Neben der Beratung führt der Beratungsträger in den Trinkwassergewinnungsgebieten begleitende Untersuchungen und Versuche durch, wie z.B. Frühjahrs-Nmin und Wirtschaftsdüngeruntersuchungen sowie Demonstrations- und Exaktversuche. Schließlich werden im Rahmen der Gewässerschutzberatung unterschiedliche Parameter der Erfolgskontrolle erhoben. Hierbei werden z.B. N-Hoftorbilanzsalden ermittelt, Herbst-Nmin-Gehalte gemessen, Nitrattiefenprofile gebohrt oder oberflächennahes Grundwasser untersucht. Durchgeführt wird die Gewässerschutzberatung von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, von Ingenieurbüros und von Beratungsringen (Tabelle 11).

Tabelle 11: Pluralität der Beratungsträger in 2020

Beratungsträger	TGG [n]	LF [ha]
LWK Niedersachsen	176	121.608
Ingenieurbüros	163	130.268
Beratungsringe	34	29.942
Summe	373	281.818

3.2 Freiwillige Vereinbarungen und weitere Agrarumweltmaßnahmen

Freiwillige Vereinbarungen enthalten auf den Grundwasserschutz ausgerichtete Bewirtschaftungsauflagen, die über die ordnungsgemäße Land- und Forstbewirtschaftung hinausgehen. Um eine hohe Akzeptanz derartiger Bewirtschaftungsbedingungen zu erzielen, erfolgt der Abschluss der Vereinbarungen auf freiwilliger Basis, und die wirtschaftlichen Nachteile bzw. Mehraufwendungen werden finanziell ausgeglichen. Für die Gestaltung der Freiwilligen Vereinbarungen sind die Vorgaben und Berechnungsgrundlagen des Maßnahmenkataloges des Niedersächsischen Umweltministeriums zu beachten (MU 2015, Tabelle 12). Diese landesweiten Vorgaben geben den Rahmen vor, innerhalb dessen die Kooperationen die Vereinbarungen regional ausgestalten können, um den örtlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen.

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen werden in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch Agrarumweltmaßnahmen abgeschlossen. Hierbei gewährt das Land Niedersachsen unter finanzieller Beteiligung der EU und des Bundes Zuwendungen an Landbewirtschaftler für besonders umweltverträgliche Produktionsverfahren im Ackerbau und in der Grünlandnutzung. Ähnlich wie die Freiwilligen Vereinbarungen wirken sich diese Maßnahmen ebenfalls positiv auf den Grundwasserschutz aus.



Bild 7: Zwischenfrucht mit Phacelia

Tabelle 12: Übersicht über die Freiwilligen Vereinbarungen gemäß dem Maßnahmenkatalog des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz (MU 2015)

FV Code	Bezeichnung	Haupt- bzw. Mindestanforderung	Max. Förderbetrag
I.A	Zeitliche Beschränkung der Ausbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern	- Verzicht auf die Ausbringung zu definierender tierischer Wirtschaftsdünger sowie Silosickersaft in zu definierenden Zeiträumen.	13 €/ha
I.B	Verzicht auf die Ausbringung von tier. Wirtschaftsdüngern	- Ganzjähriger Verzicht auf die Ausbringung zu definierender tierischer Wirtschaftsdünger.	584 €/ha
I.C	Gewässerschonende Gülleausbringung	- Ausbringung von Gülle auf Ackerland in der Zeit v. 01.02. bis 15.07. - Aufbringung mit Schleppschuhverteiltern bzw. Injektoren bis maximal 30 m ³ /ha.	66 €/ha
I.D	Wirtschaftsdünger- und Bodenuntersuchungen	- Untersuchung von Wirtschaftsdüngern auf die Nährstoffe N, P und K. - Untersuchung von Böden auf deren Gehalt an mineralischem Stickstoff.	87 € je Analyse
I.E	Aktive Begrünung	- Gezielte Aussaat einer leguminosenfreien Begrünung oder die gezielte Förderung einer Selbstbegrünung o. Pflege vorhandener Begrünungen. - Kein Düngemittel- und kein PSM-Einsatz, Startdüngung bleibt zulässig. - Umbruch von Zwischenfrüchten oder Untersaaten vor Sommerungen frühestens ab dem 15.02.	249 €/ha
I.F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung	F1: Verzicht auf den Anbau festzulegender Kulturen bzw. Produktionsverfahren. F2: Fläche wird aus der Erzeugung genommen (Brache)	588 €/ha 1.185 €/ha
I.G	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	- N-Düngung vom 01.10. - 31.01. des Folgejahres ist unzulässig. - Mindestens eine Schnittnutzung mit Abfuhr des Erntegutes/Jahr. - Verzicht auf wendende oder lockernde Bodenbearbeitung. - Erforderliche Neuansaat im Schlitz-, Übersaat- oder Drillsaatverfahren. - Maximaler Viehbesatz 1,8 RGV/ha. - Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist unzulässig.	377 €/ha
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	- Verzicht auf eine der Grasaussaat vorausgehende wendende oder mehr als 5 cm tief lockernde Bodenbearbeitung. - Neuansaat im Schlitz-, Übersaat oder Drillsaatverfahren.	97 €/ha
I.I	Reduzierte N-Düngung	- Maximal zulässige N-Düngung ist zu definieren.	280 €/ha
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	- Verzicht auf Bodenbearbeitung oder reduzierte Bodenbearbeitung entsprechend zu definierender Vorgaben.	104 €/ha
I.K	Einsatz stabilisierter N-Dünger/ Cultan-Verfahren	- Die N-Startdüngung erfolgt mit stabilisierten mineralischen N-Düngern oder mit dem Cultan-Verfahren.	92 €/ha
I.L	Grundwasserschonender Pflanzenschutz	- Verzicht auf die Anwendung zu definierender Wirkstoffe.	64 €/ha
II	Umwandlung von Acker in extensives Grünland/ extensives Feldgras	- Aussaat einer ausdauernden Gräsermischung. - Verzicht auf wendende oder lockernde Bodenbearbeitung. - Neuansaat nur im Schlitz-, Übersaat- oder Drillsaatverfahren. - Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist unzulässig.	773 €/ha
III	Grundwasserschonende Bewirtschaftung von Ackerflächen mit erfolgsorientierter Ausgleichszahlung	- Gewässerschonende Bewirtschaftung aller oder einem definierten Teil der Ackerflächen. Dabei ist ein definierter, messbarer Zielwert anzustreben.	589 €/ha
IV	Erosionsschutz Forst	- Maßnahmen, die Erosionsprozesse gezielt verhindern oder verzögern bzw. Absetzprozesse vor dem Eintrag in Oberflächengewässer fördern (z.B. durch Bepflanzung, Verbau). - Durchführung besonders schonender, nicht produktiver, investiver Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. Veränderung von Rückewegen).	bis zu 100 %
V	Erstaufforstung	- Erstaufforstung einer Ackerfläche mit standörtlich höchstmöglichem Laubholzanteil (mindestens 70 %).	1)
VI	Verbesserung der Grundwasserneubildung	a) Waldumbau: Der Nadelbaumanteil ist mit dem Ziel der Erhöhung der Laubwaldanteile (mindestens 60 %) zu verringern. b) Erhalt extensiv genutzter Sandheiden: Mechanischer Abtrag und Abfuhr von org. Material. Keine Düngung, Bodenbearb. u. PSM-Einsatz.	bis zu 100 %

¹⁾ Deckungsbeitragsdifferenz zwischen der üblichen ackerbaulichen Fruchtfolge und der forstlichen Nutzung in den ersten 12 Jahren

Im Jahr 2020 wurden in Niedersachsen rund 10.000 Freiwillige Vereinbarungen auf einer Fläche von rund 136.000 ha abgeschlossen. Die Flächenangaben der Freiwilligen Vereinbarungen beinhalten auch Doppelbelegungen, da bestimmte Maßnahmen auf einer Fläche kombiniert werden können.

Bezüglich der Vertragsfläche war die Freiwillige Vereinbarung zur aktiven Begrünung, meist in Form von Zwischenfrüchten, landesweit sowie in den beiden Lockergesteinsgebieten am bedeutendsten. Im Festgesteinsgebiet wies lediglich die Freiwillige Vereinbarung zur reduzierten N-Düngung einen noch höheren Flächenumfang auf (Tabelle 13).



Bild 8: Düngerstreuer-Check

Tabelle 13: Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

FV-Code	Bezeichnung	Fläche Freiwilliger Vereinbarungen [ha] ¹⁾			
		Lockergestein westl. d. Weser	Lockergestein östl. d. Weser	Festgestein	Land
I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	4.130	3.366	692	8.188
I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	602	502	852	1.956
I.C	Gewässerschon. Gülleausbringung	7.508	3.455	1.933	12.896
I.E	Begrünung m. Zwischenfrüchten u.ä.	11.904	18.274	4.128	34.306
I.F1	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	4.554	1.499	1.353	7.406
I.F2	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	46	1.607	1.563	3.216
I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	3.971	360	1.417	5.748
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	10.833	3.200	916	14.949
I.I	Reduzierte N-Düngung	6.861	7.230	4.740	18.831
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	1.083	4.311	1.326	6.720
I.K	Einsatz stabilisierter N-Dünger	0	1.243	0	1.243
I.L	Gewässerschonen. Pflanzenschutz	6.352	8.628	922	15.902
II	Umwandlung von Acker in Grünland	33	29	69	131
III	Ackerflächen mit Zielvorgaben	61	2.274	2.465	4.800
IV	Erosionsschutz Forst	0	0	k.A. ²⁾	k.A. ²⁾
V	Erstaufforstung	0	0	0	0
VI	a) Waldumbau	0	78	0	78
VI	b) Sandheiden	0	5	0	5
Summe [ha]		57.938	56.061	22.376	136.374

¹⁾ einschl. Doppelbelegung, d.h. mehrere Vereinbarungen auf einer Fläche sind möglich; ²⁾ die Förderung von Erosionsschutzmaßnahmen im Forst erfolgt im Regelfall ohne einen Bezug zur Flächengröße

Zwischen 2011 und 2020 ging die Fläche der Freiwilligen Vereinbarung in den Trinkwassergewinnungsgebieten insgesamt von rund 173.000 ha auf rund 136.000 ha zurück (Tabelle 14). Dabei wies die Freiwillige Vereinbarung zur zeitlichen Beschränkung der Ausbringung tierischer Wirtschaftsdünger den größten Rückgang auf. Der Rückgang allein dieser Freiwilligen Vereinbarung um rund 37.000 ha entspricht ziemlich genau der Summe des gesamten Rückganges aller Freiwilligen Vereinbarungen. Diese Maßnahme hat durch den Erlass des Niedersächsischen Landwirtschaftsministeriums zur Herbstdüngung aus dem Jahr 2014 an Bedeutung verloren, da die generellen Sperrfristen für die Gülleausbringung durch diesen Erlass an die Sperrfristen in Wasserschutz-

gebieten angepasst wurden. Ebenfalls deutlich rückläufig waren die Freiwilligen Vereinbarungen zur Maisengsaat und zur Erstellung von Schlagbilanzen. Im Maßnahmenkatalog 2015 waren diese beiden Maßnahmen nicht mehr enthalten, so dass es sich bei den Maßnahmenabschlüssen der Jahre 2016 bis 2018 nur noch um Altverträge handelte und diese Maßnahmen in den Jahren 2019 und 2020 nicht mehr abgeschlossen wurden. Den größten Anstieg verzeichneten die Freiwilligen Vereinbarungen zur reduzierten N-Düngung sowie zum gewässerschonenden Pflanzenschutz. Beide Vereinbarungen gehören derzeit hinsichtlich ihres Flächenumfanges mit zu den bedeutendsten Maßnahmen des Kooperationsmodells (Tabelle 14).

Tabelle 14: Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2011 bis 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	Fläche der Freiwilligen Vereinbarungen [ha] ¹⁾									
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I.A	I.A	Wirtschaftsd.-Ausbringzeiten	45.452	42.442	48.583	27.785	26.208	25.164	25.179	12.491	8.616	8.188
I.B	I.B	Wirtschaftsd.-Ausbringverzicht	1.661	1.875	1.977	2.052	7.831	2.631	1.872	1.963	1.857	1.956
I.C	I.C1	Gewässersch. Gülleausbringung	20.373	19.955	18.720	16.136	15.965	12.955	14.572	12.096	10.900	12.896
I.E	I.E ²⁾	Begrünung mit Zwischenfr. u.ä.	40.218	40.224	42.473	43.121	39.063	40.634	37.740	41.979	39.306	34.306
I.F1	I.F	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	9.960	9.019	11.194	10.861	10.302	8.421	8.391	7.120	7.373	7.406
I.F2	I.E ³⁾	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	1.202	259	1.105	3.480	1.538	2.524	2.690	2.980	3.049	3.216
I.G	I.G	Extensive GL-Bewirtschaftung	7.242	5.912	5.904	5.461	5.809	5.775	6.243	5.892	5.777	5.748
I.H	I.H	Umbruchlose GL-Erneuerung	7.319	8.955	9.288	10.293	9.706	10.301	12.303	12.413	12.704	14.949
I.I	I.I	Reduzierte N-Düngung	10.554	10.670	11.687	14.648	14.295	17.726	17.324	14.668	18.155	18.831
I.J	I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	7.427	8.340	9.322	10.265	13.150	10.141	10.274	7.724	7.150	6.720
I.K	I.M	Einsatz Stabilisierter N-Dünger	931	1.183	1.237	3.019	2.898	5.211	2.583	1.395	1.567	1.243
I.L	I.N	Gewässerschon. Pflanzenschutz	2.586	2.232	2.571	4.476	7.122	12.276	12.330	12.456	13.996	15.902
II	II	Umwandlung Acker in Grünland	758	687	295	386	186	202	204	219	131	131
III		Ackerflächen mit Zielvorgaben	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	348	715	1.087	2.695	4.800
IV	III	Erosionsschutz Forst	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾	k.A. ⁵⁾
V		Erstaufforstung	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	0	0	0	0	0
VI	IV	a) Waldumbau	230	204	191	233	130	108	102	83	30	78
VI		b) Sandheiden	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	0	0	0	0	5
	I	Schlagbilanzen	6.479	3.914	3.809	3.794	4.131	2.877	2.028	756	⁴⁾	⁴⁾
	I.K	Maisengsaat	9.819	8.469	7.053	2.894	2.490	1.019	624	194	⁴⁾	⁴⁾
	I.L	Unterfußdüngung	405	604	513	823	1.002	911	120	84	⁴⁾	⁴⁾
	I.O	Ökolandbau+ (Gewässersch.)	214	271	404	423	229	25	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾
Summe [ha]			172.830	165.215	176.326	160.150	162.055	159.248	155.294	135.601	133.306	136.374

¹⁾ einschl. Doppelbelegung, d.h. mehrere Vereinbarungen auf einer Fläche sind möglich; ²⁾ I.E Sonstiges; ³⁾ I.E Brache; ⁴⁾ Der Abschluss der FV war in dem Jahr nicht möglich; ⁵⁾ die Förderung von Erosionsschutzmaßnahmen im Forst erfolgt im Regelfall ohne einen Bezug zur Flächengröße

Im Jahr 2020 wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells auf einer Fläche von insgesamt rund 70.000 ha Agrarumweltmaßnahmen sowie Ökologische Vorrangflächen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz abgeschlossen. Damit lag die Vereinbarungsfläche der Agrarumweltmaßnahmen und der Ökologischen Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten bei rund der Hälfte der Vereinbarungsfläche der Freiwilligen Vereinbarungen.

Von den Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen nahmen die beiden Maßnahmen „Zwischenfrüchte und Untersaaten“ sowie „Ökologische Anbauverfahren“ im Jahr 2020 über die Hälfte der landesweiten Maßnahmenfläche ein. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lag der Anteil dieser beiden Maßnahmen bei rund 70 %, während er im Festgesteinsgebiet und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser rund 45 % betrug (Tabelle 15).

Tabelle 15: Abschluss von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz (N-Saldo und/oder Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen) in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	Fläche der AUM und ÖVF [ha]			
			Lockergestein westl. d. Weser	Lockergestein östl. d. Weser	Festgestein	Land
AL22	752 (W2)	Winterharte Zwischenfr. und Untersaaten	586	2.267	105	2.959
AL3		Cultantverfahren	292	25	41	358
AL5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	505	410	59	974
BB1	441	Besondere Biotoptypen, Beweidung	102	3.411	194	3.704
BB2	442	Besondere Biotoptypen, Mahd	0	0	484	184
BS1 ¹⁾	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	141	1.491	517	2.149
BS2	240 (A6)	Mehrjährige Blühstreifen	29	130	99	257
BS3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	0	31	226	258
BS4-6	432	Schonstreifen für Vögel und Hamster	0	44	568	612
BS7 ²⁾		Erosions- und Gewässerschutzstreifen	1	24	7	32
BV1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	3.969	5.652	4.979	14.601
BV3	761	Ökologischer Landbau (Wasserschutz)	2.055	4.232	3.680	9.967
GL1 ³⁾	121 (B1) ⁸⁾	Extensive Grünlandbewirtschaftung	1.158	2.343	1.266	4.767
GL2 ⁴⁾	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	672	884	157	1.713
GL3 ⁵⁾		Weidenutzung in Hanglagen	0	0	139	139
GL5 ⁶⁾	122, 411	Artenreiches Grünland, ergebnisorientiert	60	60	904	1.023
ÖVF52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten	9.533	8.149	3.348	21.030
ÖVF62 ⁷⁾		Brachen ohne Erzeugung	249	1.844	1.701	3.795
Summe [ha]			19.353	30.997	18.474	68.824

¹⁾ BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen); ²⁾ BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); ³⁾ GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); ⁴⁾ GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); ⁵⁾ GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); ⁶⁾ GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); ⁷⁾ einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); ⁸⁾ 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert)

Zwischen 2011 und 2020 variierte die Vertragsfläche der Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz in den Trinkwassergewinnungsgebieten erheblich. Am geringsten war diese Fläche mit rund 30.000 ha im Jahr 2014. Das lag vor allem daran, dass die „Emissionsarme Gülleausbringung“ nicht mehr wie in den Jahren zuvor gefördert

wurde und dass die Förderung der „Mulch- bzw. der Direktsaat“ eingestellt wurde. In den darauffolgenden Jahren stieg der Abschlussgrad an Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen auf durchschnittlich rund 70.000 ha pro Jahr an. Dieser Anstieg war vor allem in der Anlage von Ökologischen Vorrangflächen begründet, die einen Umfang von rund 25.000 ha aufwiesen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Abschluss von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz (N-Saldo und/oder Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen) in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2011 bis 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	Fläche der AUM und ÖVF [ha]									
			2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
AL21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	4.456	5.069	5.096	4.144	4.813	1.740	1.711	1.247	¹⁾	¹⁾
AL22	752 (W2)	Winterharte ZF und Untersaaten	792	711	872	1.223	1.256	840	1.487	1.322	563	2.959
AL3		Cultantverfahren	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	392	335	420	433	353	358
AL5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearb. n. Mais	206	165	178	177	1.044	960	1.101	996	1.004	974
BB1	441	Besond. Biotoptypen, Beweidung	3.590	3.564	3.572	3.471	3.539	3.550	3.585	3.599	3.763	3.707
BB2	442	Besond. Biotoptypen, Mahd	268	256	259	315	272	268	269	278	504	484
BS1 ²⁾	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	1.207	1.144	1.251	1.247	1.729	1.738	1.784	1.894	1.980	2.149
BS2	240 (A6)	Mehrfährige Blühstreifen	29	27	27	25	129	150	161	185	228	257
BS3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	34	29	26	26	100	110	133	187	281	258
BS4-6	432	Schonstreifen für Vögel u. Hamster	148	188	193	188	172	165	213	373	689	612
BS7 ³⁾		Erosions-, Gewässerschutzstreifen	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	4	4	4	38	20	32
BV1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	7.811	7.875	7.634	7.232	7.543	7.944	9.503	12.117	14.312	14.601
BV2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	17.174	16.500	15.893	3.857	5.485	477	12.328	12.243	11.944	¹⁾
BV3	761	Ökolog. Landbau (Wasserschutz)	4.220	4.022	3.373	3.122	6.036	6.704	7.450	8.240	11.099	9.967
GL1 ⁴⁾	121 (B1) ⁹⁾	Extens. Grünlandbewirtschaftung	3.378	3.426	3.390	2.901	2.752	3.055	3.431	4.240	4.640	4.767
GL2 ⁵⁾	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	130	197	261	220	575	707	827	1.239	1.490	1.713
GL3 ⁶⁾		Weidenutzung in Hanglagen	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	46	67	77	109	152	139
GL5 ⁷⁾	122, 411	Artenreiches GL, ergebnisorientiert	757	903	959	836	759	919	912	978	1.042	1.023
ÖVF52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	22.095	22.859	21.248	21.234	21.167	21.030
ÖVF62 ⁸⁾		Brachen ohne Erzeugung	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	4.214	4.309	4.163	4.464	4.006	3.795
	140 (D) ¹⁰⁾	Stilllegung	7	4	3	3	1	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾
	200 (A2)	Mulch-/Direktsaat	13.457	14.338	12.844	1.988	1.489	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾
	754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearb. n. Raps	0	0	13	0	0	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾
	755 (W5)	Winterrübsen vor Wintergetreide	5	0	5	0	14	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾	¹⁾
Summe [ha]			57.668	58.419	55.848	30.975	64.458	56.900	70.806	75.417	79.237	68.824

¹⁾ Der Abschluss der AUM/ÖVF war in dem Jahr nicht möglich; ²⁾ BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierte Blühstreifen); ³⁾ BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); ⁴⁾ GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); ⁵⁾ GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); ⁶⁾ GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); ⁷⁾ GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); ⁸⁾ einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); ⁹⁾ 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert); ¹⁰⁾ 140 (10-jährige Stilllegung) + 150 (10-jährige Stilllegung + Hecken) + 170 (20-jährige Stilllegung)

3.3 Flächenerwerb

Zwischen 1994 und 2012 wurde der Flächenerwerb im Rahmen des Niedersächsischen Kooperationsmodells auf einer Fläche von rund 1.700 ha gefördert, davon wurden allein in den Jahren 1995/96 ca. 500 ha gefördert. Seit 1995 nahm die Förderung des Flächenerwerbs stetig ab, sodass zwischen 2009 und 2013 nur noch durchschnittlich rund 5 ha pro Jahr gefördert wurden. Nach der Förderrichtlinie, die 2016 in Kraft getreten ist, ist die Förderung des Flächenerwerbs nicht mehr vorgesehen (MU 2016).

Mit der Förderung des Flächenerwerbs wurden auf besonders sensiblen Standorten Nutzungskonflikte entschärft, denen mit Freiwilligen Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung nicht in ausreichendem Maße begegnet werden konnte. Die Flächen werden nach Erwerb für mindestens 25 Jahre als extensives Grünland, als Wald oder nach den Grundsätzen des ökologischen Landbaus bewirtschaftet. Dabei richtete sich die Höhe der Förderung nach der Nähe zum Brunnen und der Nitrataustragsgefährdung.



Bild 9: Extensives Grünland nach Flächenerwerb in Brunnennähe im Wasserschutzgebiet Northeim

3.4 Modell- und Pilotprojekte

Mit der Novellierung des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG) im Jahr 1992 hat der Niedersächsische Gesetzgeber auch eine Rechtsgrundlage für die Durchführung von Modell- und Pilotprojekten geschaffen, die ebenfalls aus der Wasserentnahmegebühr des Landes finanziert werden. Ziel dieser Vorhaben, die seit 1993 durchgeführt werden, ist die Erforschung einer auf den Grundwasserschutz ausgerichteten Land- und Forstwirtschaft, um so zu verlässlichen Standards bei der Durchführung und Gestaltung der Maßnahmen, der Prioritätensetzung und der Erfolgskontrolle zu gelangen. Modell- und Pilotprojekte dienen als Unterstützung bei der Ausrichtung der Gewässerschutzberatung sowie der Gestaltung der Freiwilligen Vereinbarungen. In den vergangenen Jahren wurde schwerpunktmäßig in folgenden Themenbereichen gearbeitet:

1. Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft.
2. Spezielle Untersuchungen des Bodens und des Grundwassers.
3. Methoden und Optimierung der Effizienz- und Erfolgskontrolle.

In den jüngsten Projekten wurden folgende Aspekte näher untersucht:

1. Ermittlung von Hoftorbilanz-Referenzwerten außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete und außerhalb der WRRL-Zielkulisse. Hoftorbilanzen werden als Erfolgsindikator für die Wirksamkeit der Gewässerschutzberatung sowie der flächenbezogenen Maßnahmen in Trinkwassergewinnungsgebieten eingesetzt. Die Ermittlung von Hoftorbilanz-Vergleichswerten außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete bzw. WRRL-Zielkulisse begann im Jahr 2012 und wurde bis 2019 weitergeführt (NLWKN 2015b, NLWKN 2019b).

2. Entwicklung einer Maßnahme zur nährstoffbilanzbasierten Erfolgshonorierung von Gewässerschutzleistungen auf der Ebene eines landwirtschaftlichen Betriebes (2013-2018). Der E-Saldo (E = Ergebnisorientiert) wird auf der Grundlage einer modifizierten Stickstoff-Hoftorbilanz ermittelt. Die Maßnahme fördert betriebseigene Lösungsstrategien zur Minderung von Stickstoffüberschüssen. Dabei besteht Chancengleichheit für Betriebe mit und ohne Wirtschaftsdüngereinsatz (NLWKN 2022).

3. Ermittlung von Grundlagen für die Umsetzung ordnungsrechtlicher Stickstoffdüngebeschränkungen am Beispiel des Wasserschutzgebietes Belm-Nettetal im Landkreis Osnabrück (2016-2020). In dem Projekt wurden die Auswirkungen der mengenmäßigen Beschränkung der Stickstoffdüngung in dem Festgesteinsgebiet in einem Exaktversuch mit Saugkerzenanlage und von Modellbetrieben untersucht. Zu diesem Zweck wurden mehrjährige Untersuchungen wasserwirtschaftlicher, bodenkundlicher und landwirtschaftlicher Kenndaten vorgenommen (NLWKN 2020b).

4. Aufbauend auf den Erkenntnissen des Modell- und Pilotprojektes zur Bestimmung des durch Denitrifikation abgebauten Nitrats (N_2 -Exzess) mit Hilfe der N_2/Ar -Methode (NLWKN 2012b) wurden zwischen 2016 und 2021 Stickstoff- und Argon-Untersuchungen an 783 Erfolgskontrollmessstellen innerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells durchgeführt und ausgewertet (NLWKN 2020c). Darüber hinaus fanden mehrere laborübergreifende Vergleichsuntersuchungen statt, um die Ergebnisse der N_2/Ar -Methode zu überprüfen. In diesem Zusammenhang hat das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) das MS Excel-basierte Tool „ N_2/Ar Check“ zur Auswertung und Qualitätssicherung von N_2 -Exzess-Daten für Labore und Anwender/innen entwickelt (GRÖGER-TRAMPE & HEUMANN 2018).

5. Ausgelöst durch die Monitoringberichte des NLWKN aus 2014 und 2016 zu Belastungen des Grundwassers mit Arznei- und Röntgenkontrastmittelrückständen unter den Abwassererregungs- und -versickerungsflächen des Abwasserverbandes Wolfsburg wurde der Abwasserverband aufgefordert, die Unbedenklichkeit der Verwendung von gereinigtem Abwasser zur Feldberegnung nachzuweisen. Die beaufschlagten Flächen liegen überwiegend in Trinkwassergewinnungsgebieten. Im Rahmen des Projektes wurden folgende Untersuchungen zwischen 2020 und 2022 durchgeführt: Das gereinigte Abwasser im Ablauf der Kläranlage Wolfsburg, das Sickerwasser innerhalb der Verregnungsgebiete Jembke und Brackstedt, das an der Grundwasseroberfläche anstehende Wasser, das Dränwasser an einem Dränauslauf, das Grundwasser von zwei Grundwassermessstellen sowie das Erntegut bzw. Ganzpflanzen. Anhand dieser mehrjährigen Untersuchungsergebnisse wird die Art und der Umfang der künftigen Abwassererregung festzulegen sein.

Mit den Modell- und Pilotprojekten konnten bisher zahlreiche Grundlagen für die Gestaltung und Bewertung von Grundwasserschutzmaßnahmen und die Erfolgskontrolle geschaffen sowie die bestehenden Gefährdungen näher definiert werden. Die Ergebnisse der Vorhaben sind auch in die Schutzkonzepte eingeflossen, die für die Durchführung der Grundwasserschutzmaßnahmen in der Land- und Forstwirtschaft zu erstellen sind. Für die Zukunft gilt es, die bisher und zukünftig in den Vorhaben gewonnenen Erkenntnisse in die weitere Gestaltung der Grundwasserschutzmaßnahmen einzubinden. Die jüngsten Projekte orientieren sich thematisch an den aktuellen Veränderungen in der Landwirtschaft und arbeiten an einer weiteren Verfeinerung der gewonnenen Erkenntnisse. Darüber hinaus wird es auch zukünftig erforderlich sein, Modell- und Pilotprojekte durchzuführen, um den aktuellen Gegebenheiten in der Land- und Forstwirtschaft sowie neuen Erkenntnissen und zukünftigen rechtlichen Anforderungen Rechnung tragen zu können.

Weitere Informationen unter:

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/grundwasser/niedersaechsisches_kooperationsmodell_trinkwasserschutz/modell_und_pilotprojekte/modell-und-pilotprojekte-152205.html

3.5 Landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK) im kooperativen Trinkwasserschutz haben zum Ziel, die Arbeit der niedersächsischen Kooperationen in den Trinkwassergewinnungsgebieten zu unterstützen und den Grundwasserschutz im Einvernehmen mit der Landwirtschaft in Niedersachsen weiterzuentwickeln. Dabei können drei wesentliche Aufgabenschwerpunkte herausgestellt werden:

1. Jährliche Aktualisierung und Veröffentlichung des sogenannten Blaubuchs mit Berechnungsgrundlagen zu Ausgleichszahlungen für erhöhte Anforderungen an die grundwasserschutzorientierte Landbewirtschaftung nach § 93 NWG und ökonomischen Bewertungen von Freiwilligen Vereinbarungen nach § 28 NWG sowie Vorbereitung der Antragsstellung der sogenannten Notifizierung der neuen Freiwilligen Vereinbarungen bei der EU.

2. Durchführung von Exaktversuchen zum Grundwasserschutz im Bereich Landwirtschaft und weitergehende Untersuchungen im Bereich Forsten. Die Ergebnisse der Versuche dienen u.a. der Bewertung von Grundwasserschutzmaßnahmen und der Bereitstellung von belastbaren Daten für die Neuentwicklung von Freiwilligen Vereinbarungen.

Inhaltliche Schwerpunkte der Exaktversuche:

a) Auf den Standorten Thülsfelde (LK Cloppenburg), Wehnen (LK Ammerland), Hamersdorf (LK Uelzen) und Schickelsheim (LK Helmstedt) werden in Langzeitversuchen der Landwirtschaftskammer regionale Fruchtfolgen und unterschiedliche Stickstoffdüngungsmengen hinsichtlich Nitrataustrag und Grundwasserqualität untersucht. Hierzu wird (z.T. seit 1995) in Kooperation mit dem LBEG das Sickerwasser mittels Saugkerzenanlagen in 0,8 m Tiefe gesammelt und auf Nitrat untersucht. Am Standort Markhausen (LK Cloppenburg) wird seit 2019 von der Hochschule Göttingen ein Grünlandversuch mit verschiedenen Wirtschaftsdüngern und am Standort Belm (LK Osnabrück) von der Hochschule Osnabrück ein Versuch im Ökolandbau mit begleitenden Sickerwasseruntersuchungen durchgeführt. Alle Vorhaben ermöglichen es, belastbare Aussagen über die Beziehungen zwischen der Höhe und Art der Stickstoffzufuhr, den N-Bilanzen, den Rest-Nmin-Gehalten im Boden und der tatsächlichen Nitratfracht im Sickerwasser sowohl jährlich als auch langfristig zu gewinnen. Die Daten ermöglichen zudem weitergehende Aussagen über die langjährige Wirkung der durchgeführten Fruchtfolgen und der gedüngten Stickstoffmengen.

Die Versuche werden ständig um aktuelle Fragestellungen aus Sicht des Trinkwasserschutzes, wie z.B. die Auswirkungen des Zwischenfruchtanbaus mit und ohne Leguminosen und der reduzierten N-Düngung erweitert. So wird ab 2022 am Standort Schwüblingsen (Landkreis Region Hannover)

ein Versuch zu den Auswirkungen des Zwischenfruchtanbaus und der reduzierten N-Düngung in Kartoffeln und Mais durchgeführt.



Bild 10: Anlage des Zwischenfruchtversuches in Schwüblingsen

b) Bestehende Pflanzenbauversuche der LWK, z.B. im Bereich des Zwischenfruchtanbaus, werden mit ergänzenden Nmin-Untersuchungen zur Ernte und zu Beginn der Sickerwasserperiode im Rahmen des Trinkwasserschutzes begleitet, um Aussagen zu den Auswirkungen auf die Stickstoffkonservierung und -nachlieferung an verschiedenen Standorten zu erhalten.

c) Weiterhin werden an den Standorten Sandkrug (LK Oldenburg), Holdorf (LK Vechta) und Wibbese (LK Lüchow-Dannenberg) Untersuchungen zu den Auswirkungen von N-Einträgen des grundwasserschutzorientierten Waldumbaus (Buchenunterbau im Nadelwald und Kalkung) mit Sickerwasseruntersuchungen begleitet.

3. Öffentlichkeitsarbeit und Erstellung von Beratungshilfen: Durchführung von Veranstaltungen für die Teilnehmer der Kooperationen und Fachschulklassen Landwirtschaft, insbesondere als Angebot für die Gewässerschutzberatung, um aktuelle Ergebnisse zum Trinkwasserschutz zu diskutieren und in die Praxis umzusetzen. Ergänzt werden die Veranstaltungen um weitere aktuelle Themen mit Bezug zum Trinkwasserschutz z.B. Pflanzenschutzmittelfunde, Greening und Agrarpolitik wie z.B. Düngerecht.

a) Veröffentlichung von in der Regel mehrjährigen Versuchsberichten und Weitergabe von Monitoringdaten an die Landesbehörden, aktuell z.B. Auswertungen zum Langzeitversuch Thülsfelde (Webcode: 01040825)

b) Zusammenstellung und Online-Veröffentlichung aller Ernte- und Herbst-Nmin-Werte im jährlichen Nmin-Bericht.

c) Fortbildungsangebote für Multiplikatoren (z.B. Berufsschullehrer, Agrarservicekräfte, Wasserversorger etc.).

d) Erstellung von Beratungshilfen (z.B. Beratung zur Verbesserung der Stickstoffeffizienz).

e) Informationsveranstaltungen in den Bereichen Gewässerschutz und Landwirtschaft u.a. für die Wasserwirtschaftsverwaltung.

Die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer werden durch einen eingerichteten Arbeitskreis begleitet. Hierin sind neben der LWK, dem LBEG und dem NLWKN ausgewählte Wasserversorger, die vom Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft, vom niedersächsischen Wasserverbandstag und vom Verband kommunaler Unternehmen vorgeschlagen wurden, sowie Gewässerschutzberater, Landvolk, Kooperationslandwirte, Düngbehörde und die Fachministerien Umwelt und Landwirtschaft sowie anlassbezogen weitere Fachinstitute wie das Thünen-Institut, die Hochschule Osnabrück oder die Universität Göttingen vertreten. Im Arbeitskreis werden Ergebnisse der Arbeiten vorgestellt und diskutiert und Vorschläge für die weiteren Tätigkeiten und Versuchsvorhaben entwickelt.

Über diese Aufgaben und Ergebnisse berichtet die Landwirtschaftskammer aktuell auf der Homepage (Webcode: 01040762).

4. Erfolgskontrolle im Rahmen des Kooperationsmodells

Das Kooperationsmodell zum Trinkwasserschutz mit seinen in Kapitel 3 beschriebenen Maßnahmen zielt vor allem auf eine Verringerung der Nitratbelastung im Grundwasser ab. Aufgrund langer Fließzeiten ist der Rückgang der Nitratgehalte im Grundwasser jedoch erst mit entsprechender Zeitverzögerung zu erwarten. Damit die Wirksamkeit der Gewässerschutzberatung und der flächenbezogenen Maßnahmen dennoch frühzeitig erkannt und bewertet werden können, werden unterschiedliche Methoden der Erfolgskontrolle eingesetzt. Diese sind an das Zonenmodell angelehnt, das den Weg des Wassers von der Bodenoberfläche bis zum Grundwassermessstelle beschreibt (Abbildung 13). Dabei sind die einzelnen Erfolgsindikatoren unterschiedlich gut geeignet, um die jeweiligen Erfolge nachzuweisen. So sind die Ergebnisse von Nitrattiefenprofilen sehr gut geeignet, um die Erfolge der flächenbezogenen Maßnahmen nachzuweisen, während der N-Mineraldüngerzukauf und der N-Hoftorbilanzsaldo sehr gut geeignet sind, um die Erfolge der flächenbezogenen Maßnahmen und der Gewässerschutzberatung auf Betriebsebene nachzuweisen. Von den genannten Erfolgsindikatoren sind Nitrattiefenprofile sehr aufwändig und können demnach nur auf einzelnen Flächen durchgeführt werden. Somit können anhand der unterschiedlichen Ergebnisse keine landesweit repräsentativen Aussagen getroffen werden. Erfolgsindikatoren die Veränderungen auf Betriebsebene aufzeigen, wirken sich erst später auf das Grundwasser aus. Insgesamt zeigt sich, dass es keinen universellen Erfolgsindikator gibt, der allen Anforderungen in Bezug auf den Zeitablauf zwischen Maßnahmedurchführung und Erfolgsnachweis, den Erfolgsnachweis aller Maßnahmen (Gewässerschutzberatung und Freiwillige Vereinbarungen) und den Untersuchungsaufwand gerecht wird. Vielmehr sollte für die jeweilige Fragestellung der Erfolgsindikator mit der besten Eignung ausgewählt und zur Beantwortung der Frage herangezogen werden.

Die landesweiten Daten zur Erfolgskontrolle, die in diesem Bericht ausgewertet wurden, stammen überwiegend aus dem im Kapitel 2.2.1 beschriebenen DIWA-Shuttle.

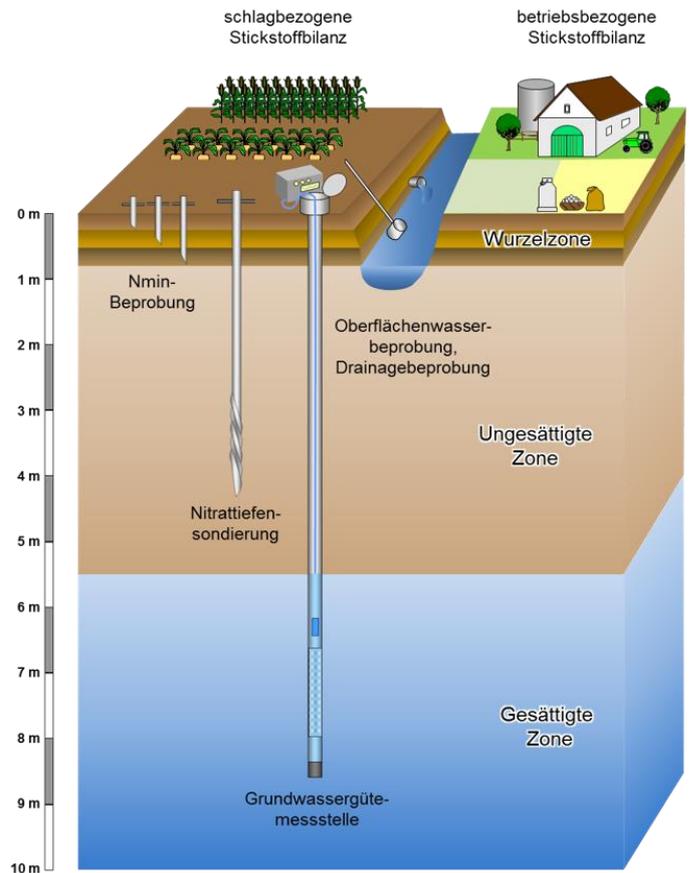


Abbildung 13: Erfolgskontrolle nach dem Zonenmodell (Quelle: Geries Ingenieure GmbH)

4.1 N-Hoftorbilanzsalden

Bei N-Hoftorbilanzen wird der Stickstoff, der den landwirtschaftlichen Betrieb in Form von pflanzlichen und tierischen Produkten verlässt, von der Stickstoffmenge subtrahiert, die dem Betrieb z.B. in Form von Handelsdüngern, Futtermitteln oder dem Import organischer Düngemittel zugeführt wurde. In der sog. Netto-N-Hoftorbilanz werden zusätzlich gasförmige Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste von Wirtschaftsdüngern in Abzug gebracht.

N-Hoftorbilanzsalden stellen ein Maß für die potenziellen Stickstoffeinträge in die Umwelt dar und werden deshalb häufig als Umweltindikator eingesetzt. Im Rahmen des Kooperationsmodells eignen sich die N-Hoftorbilanzsalden sehr gut als Erfolgsindikator um die Wirksamkeit der flächenbezogenen Maßnahmen und der Düngeberatung darzustellen. Die Düngeberatung hat das Ziel, die Düngermenge und den Zeitpunkt der Düngung so festzulegen, dass der eingesetzte Dünger möglichst vollständig von den Pflanzen aufgenommen wird. Somit gelangt wenig Stickstoff in die Umwelt, was in der N-Hoftorbilanz durch geringe Stickstoffüberschüsse belegt werden kann.

Da der N-Hoftorbilanzsaldo generell von der ausgebrachten Wirtschaftsdüngermenge beeinflusst wird, erfolgte die Auswertung dieses Erfolgsindikators getrennt nach Klassen der Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste (Abbildung 14).

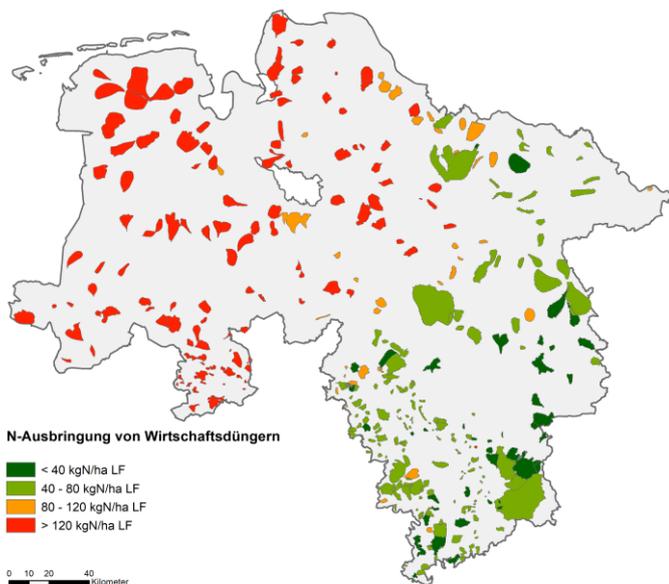


Abbildung 14: N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 (Daten aus DIWA und LWK 2021)

Im Jahr 2020 wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells über 1.200 Hoftorbilanzen erhoben und somit 27 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche der Trinkwassergewinnungsgebiete mit Hoftorbilanzdaten abgedeckt. In den einzelnen Klassen mit unterschiedlicher N-Wirtschaftsdüngerausbringung variierte die Abdeckung mit Hoftorbilanzdaten erheblich. Die beste Abdeckung ergab sich mit 77 % in der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha und die schlechteste mit 17 % in der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha. Von der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells, befand sich die Hälfte in der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha. Zwar wurden in dieser Wirtschaftsdüngerklasse auch die meisten Hoftorbilanzen erhoben, gemessen an der landwirtschaftlich genutzten Fläche, war die Abdeckung mit Hoftorbilanzdaten in dieser Klasse jedoch vergleichsweise gering (Tabelle 17).

Tabelle 17: Betriebe mit Hoftorbilanz-Daten der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020

Norg ¹⁾	LF der TGG		Betriebe mit HTB-Daten			
	[kg N/ha]	[ha LF]	[% LF]	[ha LF]	[% LF]	[n]
< 40		31.942	11	24.508	77	325
40 - 80		84.876	30	15.351	18	227
80 - 120		23.282	8	12.744	55	241
> 120		141.718	50	23.507	17	465
Gesamt		281.818	100	76.110	27	1.258

¹⁾ Wirtschaftsdüngerklassen: N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft in kg N/ha nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste bereinigt um Im- und Exporte

Die geringe Abdeckung mit Hoftorbilanzdaten in der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha sowie die ungleichmäßige Verteilung der Hoftorbilanzen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zeigt sich in Abbildung 15. Während die Abdeckung mit Hoftorbilanzen in Südniedersachsen sowie östlich der Weser im Jahr 2020 sehr hoch war, war sie westlich der Weser, dort wo die meisten Trinkwassergewinnungsgebiete eine N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern > 120 kg N/ha aufweisen (Abbildung 14), deutlich geringer (Abbildung 15).

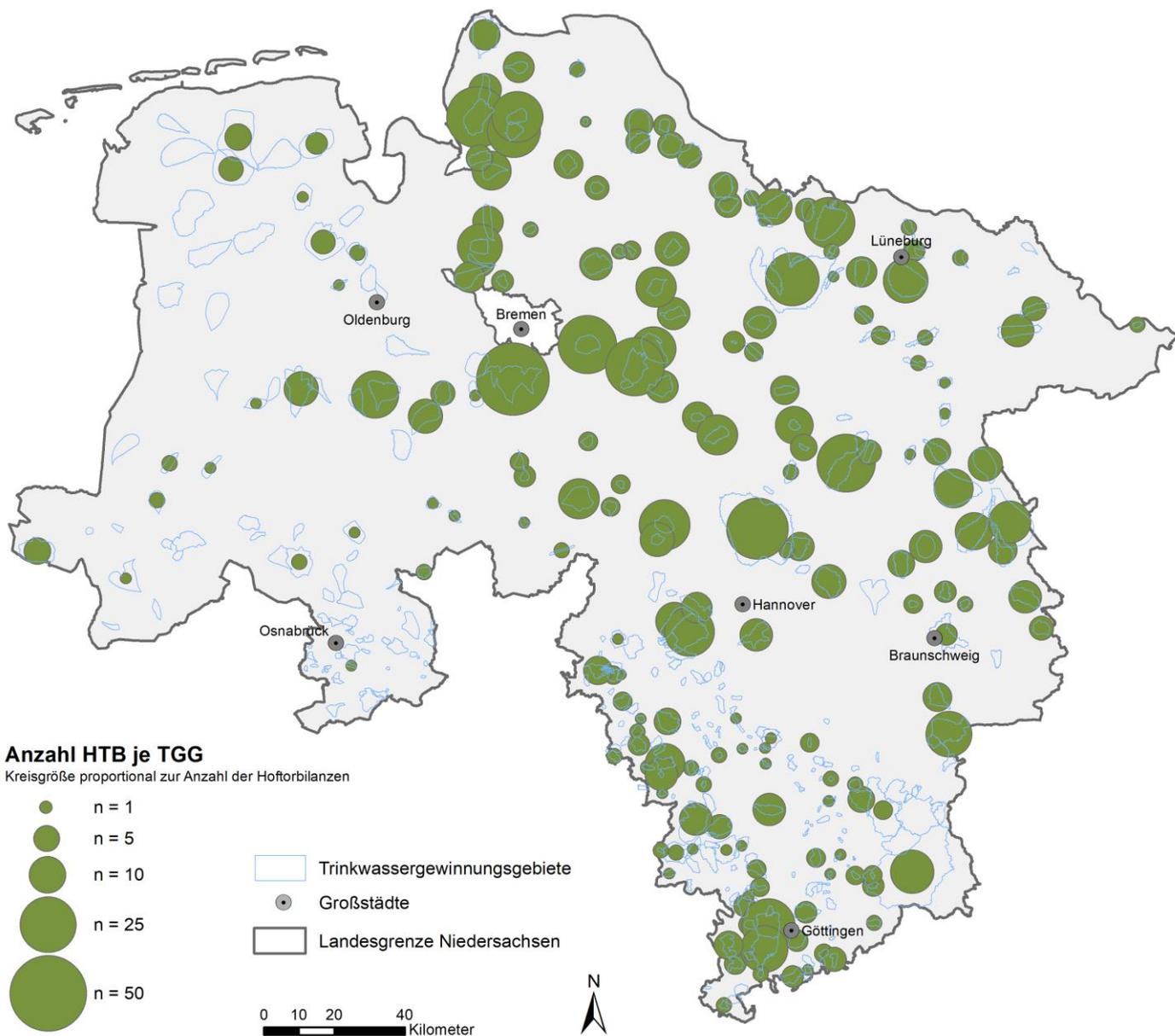


Abbildung 15: Anzahl N-Hoftorbilanzen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 (n = 1.258)

Die **Netto-N-Hoftorbilanzsalden** gingen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 1998 und 2020 in allen Wirtschaftsdüngerklassen deutlich zurück (Abbildung 16). Am größten war dieser Rückgang mit 68 kg N/ha in der Wirtschaftsdüngerklasse 80 - 120 kg N/ha und am geringsten mit 51 kg N/ha in der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha. Generell waren die Netto-N-Hoftorbilanzsalden bei höherer Wirtschaftsdüngererausbringung höher als bei geringerer Wirtschaftsdüngererausbringung. So waren die Netto-Hoftorbilanzsalden im Jahr 2020 in der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha mit 12 kg N/ha am geringsten und in der Klasse > 120 kg N/ha mit 53 kg N/ha am höchsten (Abbildung 16).

Im Mittel gingen die Netto-N-Hoftorbilanzsalden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 1998 und 2020 von 95 kg N/ha auf 39 kg N/ha zurück. Die Berechnung der mittleren Netto-N-Hoftorbilanzsalden erfolgte für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells flächengewichtet anhand der Netto-N-Hoftorbilanzsalden der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen (Abbildung 16) und der landwirtschaftlich genutzten Fläche der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen (Tabelle 17).

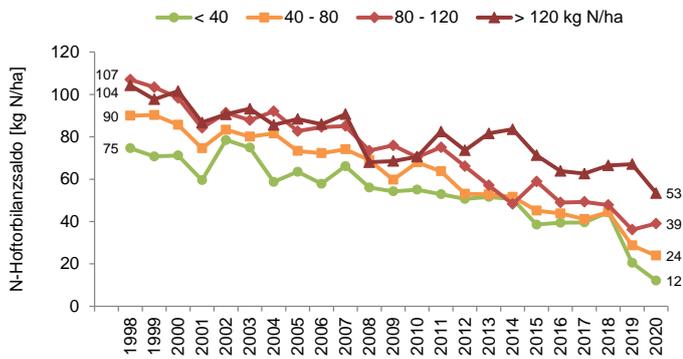


Abbildung 16: Flächengewichtete Mittelwerte der Netto-N-Hofterbilanzsalde der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 1998 bis 2020 (Wirtschaftsdüngerklassen: N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft in kg N/ha nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste bereinigt um Im- und Exporte)

Eine wesentliche Bilanzgröße der N-Hofterbilanz stellt der **N-Mineraldüngerzukauf** dar. Diesen zu reduzieren und damit den eingesetzten Wirtschaftsdünger höher anzurechnen, ist bei gleichbleibendem Wirtschaftsdüngeranfall und gleichbleibendem Anbauumfang von Kulturen mit hohem bzw. geringem Stickstoffbedarf eines der Hauptziele der Gewässerschutzberatung.

Zwischen 1998 und 2020 ging der N-Mineraldüngerzukauf in allen Wirtschaftsdüngerklassen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells zurück. Am größten war dieser Rückgang mit 59 kg N/ha in der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha und am geringsten mit 40 kg N/ha in der Wirtschaftsdüngerklasse 80 - 120 kg N/ha. In der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha war der N-Mineraldüngerzukauf in allen hier betrachteten Jahren am höchsten, da die Stickstoffdüngung hier vor allem über Mineraldünger erfolgte. Dagegen war der N-Mineraldüngerzukauf in der Klasse > 120 kg N/ha generell am geringsten, da der Stickstoffbedarf hier zu einem großen Teil durch Wirtschaftsdünger abgedeckt wurde (Abbildung 17).

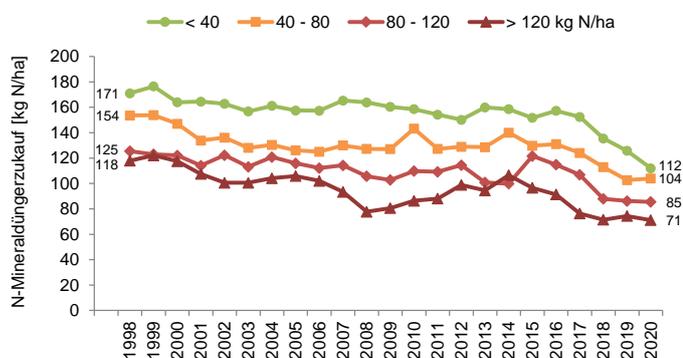


Abbildung 17: Flächengewichtete Mittelwerte des N-Mineraldüngerzukaufs der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 1998 bis 2020 (Wirtschaftsdüngerklassen: N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft in kg N/ha nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste bereinigt um Im- und Exporte)

Der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (Abbildung 17) ist in jedem Fall positiv zu bewerten. Der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs beschränkte sich in Niedersachsen allerdings nicht allein auf die Trinkwassergewinnungsgebiete. Diese Entwicklung war im gesamten Land Niedersachsen zu beobachten (Abbildung 18). Da das Ausgangsniveau des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Jahr 1998 höher war als im gesamten Land Niedersachsen, war der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten größer als im gesamten Bundesland. So ging der N-Mineraldüngerzukauf in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020 auf 62 % des Ausgangswertes aus dem Jahr 1998 zurück, während der Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen in diesem Zeitraum auf 66 % des Ausgangswertes zurückging (Abbildung 18).

Die größeren jährlichen Schwankungen in Niedersachsen erklären sich dadurch, dass es sich hierbei um Absatzzahlen handelt, während die Daten in den Trinkwassergewinnungsgebieten auf jahresechten Erfassungen basieren, bei denen der Mineraldüngerzukauf für die nachfolgende Ernte erfasst wird.

Der mittlere N-Mineraldüngerzukauf in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells wurde analog zu den mittleren N-Hofterbilanzsalde flächengewichtet, anhand des N-Mineraldüngerzukaufs der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen (Abbildung 17) und der landwirtschaftlich genutzten Fläche der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen (Tabelle 17), berechnet.

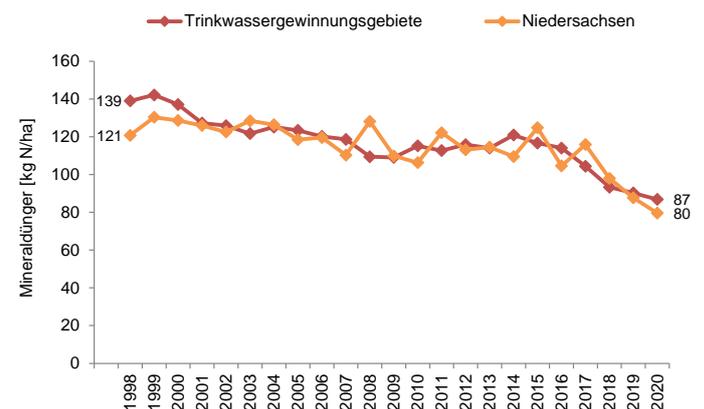


Abbildung 18: Flächengewichtete Mittelwerte des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells und des Inlandsabsatzes stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen im Zeitraum 1998 bis 2020 (Quelle Niedersachsen: eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und DESTATIS mehrere Jahrgänge b)

Die **N-Wirtschaftsdüngerausbringung** ist zwar keine Bilanzgröße der N-Hoftorbilanz, da die N-Hoftorbilanzsalden jedoch generell von der N-Wirtschaftsdüngerausbringung beeinflusst werden, und die N-Wirtschaftsdüngerausbringung somit eine Belastungsgröße für die Trinkwassergewinnungsgebiete darstellt, wird die Entwicklung der N-Wirtschaftsdüngerausbringung hier zusammen mit dem N-Mineraldüngerzukauf betrachtet (Abbildung 19).

Dabei wurde die mittlere N-Wirtschaftsdüngerausbringung für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells analog zu den mittleren N-Hoftorbilanzsalden und der mittleren N-Mineraldüngerzukauf flächengewichtet, anhand der N-Wirtschaftsdüngerausbringung der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen und der landwirtschaftlich genutzten Fläche der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen (Tabelle 17), berechnet.

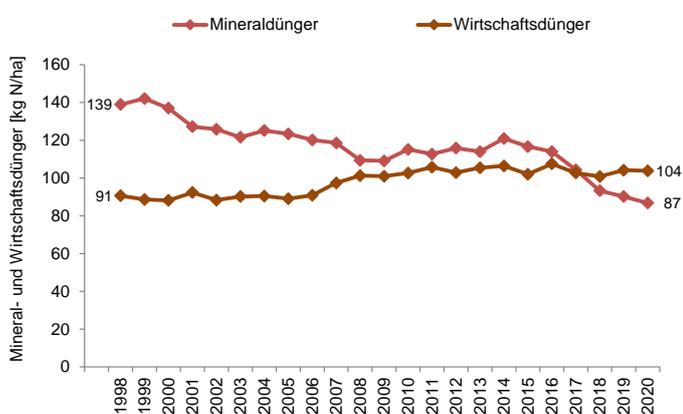


Abbildung 19: Flächengewichtete Mittelwerte des N-Mineraldüngerzukaufs und der N-Wirtschaftsdüngerausbringung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 1998 bis 2020

Die N-Wirtschaftsdüngerausbringung stieg in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit zwischen 1998 und 2020 um 13 kg N/ha von 91 auf 104 kg N/ha an (Abbildung 19). Bei gleichzeitig abnehmendem N-Mineraldüngerzukauf wurde in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Jahr 2018 erstmals mehr Stickstoff durch Wirtschaftsdünger als durch Mineraldünger ausgebracht. Der Anstieg der N-Wirtschaftsdüngerausbringung sowie der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs führten zwischen 1998 und 2020 landesweit in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells in der Summe zu einem Rückgang von 230 auf 191 kg N/ha.

Um der Frage nachzugehen, ob der N-Hoftorbilanzsaldo in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells aufgrund des zurückgegangenen N-Inputs oder aufgrund des gestiegenen Outputs zurückgegangen ist, wird nachfolgend die Entwicklung des N-Inputs sowie des N-Outputs betrachtet. Die In- und Outputdaten

liegen ab 2015 vor. Von 1998 bis 2015 ging der N-Hoftorbilanzsaldo bereits um 37 kg N/ha zurück. Worauf dieser Rückgang zurückzuführen war, kann somit nicht mehr beantwortet werden. Von 2015 bis 2019 ging der N-Hoftorbilanzsaldo um 19 kg N/ha zurück. Dieser Rückgang ergab sich vor allem aufgrund eines verminderten N-Inputs, während sich der N-Output in diesem Zeitraum kaum veränderte. Dargestellt sind hier die Netto-N-Hoftorbilanzsalden, bei denen die gasförmigen Verluste subtrahiert wurden (Abbildung 20).

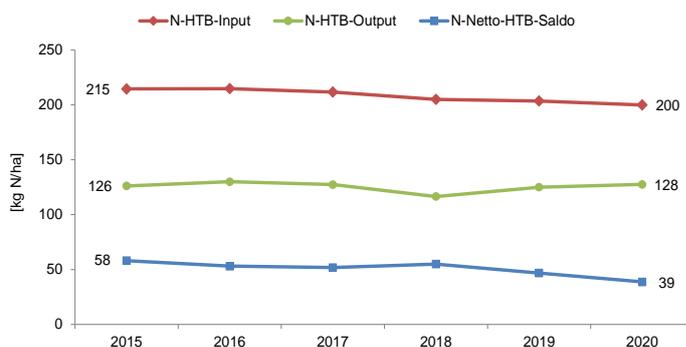


Abbildung 20: Flächengewichtete Mittelwerte des N-Hoftorbilanz-Inputs, des N-Hoftorbilanz-Outputs sowie der Netto-N-Hoftorbilanzsalden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2015 bis 2020

Für die Netto-N-Hoftorbilanzsalden der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells wurden die Mediane sowie die 25%- und 75%-Perzentile für jede Wirtschaftsdüngerklasse ermittelt. Damit die 25%- und 75%-Perzentile der N-Hoftorbilanzsalden, den 25%- und 75%-Perzentilen des N-Inputs und N-Outputs gegenübergestellt werden können, wurden die Daten jeder Wirtschaftsdüngerklasse in eine Hälfte mit den geringsten und eine Hälfte mit den höchsten Hoftorbilanzsalden aufgeteilt. Anschließend wurden die Mediane des N-Inputs und -Outputs der ersten bzw. zweiten Hälfte ermittelt. Die Mediane der N-Hoftorbilanzsalden der ersten bzw. zweiten Hälfte entsprechen den 25%- bzw. 75%-Perzentilen des gesamten Stichprobenumfangs und somit sind die Mediane des N-Inputs und N-Outputs der ersten bzw. zweiten Hälfte mit den 25%- bzw. 75%-Perzentilen der N-Hoftorbilanzsalden vergleichbar.

Bei den 75%-Perzentilen der **Netto-N-Hoftorbilanzsalden** ist der Anstieg mit zunehmender Wirtschaftsdüngerausbringung am größten. Die Mediane der Netto-Hoftorbilanzsalden steigen zwar ebenfalls mit zunehmender Wirtschaftsdüngerausbringung an, allerdings nicht so stark, wie die 75%-Perzentile. Die 25%-Perzentile der Netto-Hoftorbilanzsalden steigen dagegen nicht kontinuierlich mit zunehmender Wirtschaftsdüngerausbringung an. D.h., die besten Betriebe (25%-Perzentile) erreichen auch bei hoher Wirtschaftsdüngerausbringung geringe Netto-Hoftorbilanzsalden, während die Überschüsse der schlechtesten Betriebe

(75%-Perzentile) mit zunehmender Wirtschaftsdünger- ausbringung immer größer werden (Tabelle 18).

Tabelle 18: Netto-N-Hoftorbilanzsalden, N-Hoftorbilanz-Input, N-Mineral- dünger-Input sowie N-Hoftorbilanz-Output in den Trinkwassergewinnungs- gebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2015 bis 2020 in Abhängigkeit der N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft in kg N/ha nach Abzug der Stall- und Lagerungs- verluste (n = 8.167)

1)	< 40	40-80	80-120	> 120
Netto-N-HTB-Saldo [kg N/ha]				
P25	15	13	18	30
P50	35	39	47	61
P75	54	61	76	91
N-HTB-Input (N-MD-Input) [kg N/ha]				
P25	144 (128)	161 (102)	176 (80)	199 (66)
P50	166 (145)	176 (120)	194 (96)	222 (77)
P75	180 (161)	193 (133)	214 (112)	244 (88)
N-HTB-Output ²⁾ [kg N/ha]				
P25	129	135	136	136
P50	123	121	119	111
P75	119	111	102	95

¹⁾ P25 = 25%-Perzentil, P50 = Median, P75 = 75%-Perzentil; ²⁾ auf der Outputseite wurden nur pflanzliche und tierische Marktprodukte erfasst. Der exportierte Wirtschaftsdünger wurde auf der Inputseite subtrahiert.

Beim **N-Input** steigen sowohl die Mediane als auch die 25%- und die 75%-Perzentile aufgrund des zunehmenden Futtermittel- und Wirtschaftsdüngerimportes erwartungs- gemäß mit zunehmender Wirtschaftsdünger- ausbringung an. In Tabelle 18 ist der N-Input durch Mineraldünger in Klammern dargestellt. Dieser geht generell mit zunehmender Wirt- schaftsdünger- ausbringung zurück. Die N-Mineraldüngung ist in den schlechtesten Betrieben (75%-Perzentile) in den Wirtschaftsdünger- klassen < 120 kg N/ha rund 30 kg N/ha und in der Wirtschaftsdünger- klasse >120 kg N/ha rund 20 kg N/ha höher als in den besten Betrieben (25%- Perzentile) (Tabelle 18).

Der **N-Output** geht in den schlechtesten Betrieben (75%- Perzentile) mit zunehmender Wirtschaftsdünger- ausbringung deutlich zurück (Tabelle 18). Das liegt daran, dass der Output an pflanzlichen Marktprodukten in diesen Betrieben mit zu- nehmender Wirtschaftsdünger- ausbringung deutlich ab- nimmt und aufgrund der Veredlungsverluste nicht durch den höheren Output an tierischen Marktprodukten kompensiert

werden kann. In den besten Betrieben (25%-Perzentile) ist der N-Output auch bei hoher Wirtschaftsdünger- ausbringung hoch, was mit einem vergleichsweise hohen N-Output an pflanzlichen Marktprodukten zusammenhängt, während der Output an tierischen Marktprodukten in diesen Betrieben geringer ist als in den schlechtesten Betrieben (75%- Perzentile).

Damit die schlechtesten Betriebe (75%-Perzentile) hinsicht- lich des N-Hoftorbilanzsaldos auf das Niveau der besten Betriebe kommen (25%-Perzentile), müssten die schlechtes- ten Betriebe sowohl den N-Input reduzieren als auch den N-Output erhöhen. Den N-Input müssten die schlechtesten Betriebe unabhängig von der Wirtschaftsdünger- klasse um rund 40 kg N/ha reduzieren und den N-Output müssten die schlechtesten Betriebe mit ansteigender Wirtschaftsdünger- klasse um rund 10, 20, 30 und 40 kg N/ha erhöhen. Dass der Unterschied zwischen den besten (25 % Perzentile) und den schlechtesten Betrieben (75 %-Perzentile) nicht nur mit den Veredlungsverlusten zusammenhängt, zeigt sich beim Blick auf die Betriebe ohne nennenswerte Tierhaltung in der Wirtschaftsdünger- klasse < 40 kg N/ha. Hier weisen die bes- ten Betriebe (25%-Perzentile) im Vergleich zu den schlech- testen Betrieben (75%-Perzentile) einen um 39 kg N/ha geringeren N-Hoftorbilanzsaldo, einen um 36 kg N/ha gerin- geren N-Input sowie einen um 10 kg N/ha höheren N-Output auf (Tabelle 18).

Obwohl die 75%-Perzentile der N-Hoftorbilanzsalden mit zunehmender Wirtschaftsdünger- ausbringung deutlich an- steigen und auch die Mediane der N-Hoftorbilanzsalden mit zunehmender Wirtschaftsdünger- ausbringung ansteigen (Tabelle 18), besteht bei Betrachtung der Einzelwerte auf- grund der hohen Streuung der N-Hoftorbilanzsalden bei gleicher Wirtschaftsdünger- ausbringung kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Wirtschaftsdünger- ausbringung und den N-Hoftorbilanzsalden (Abbildung 21).

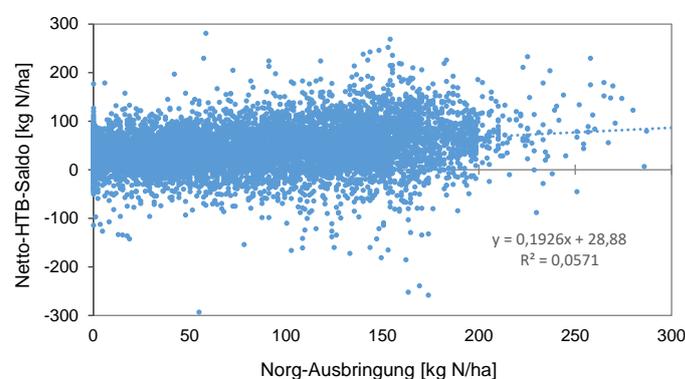


Abbildung 21: N-Ausbringung mit Wirtschaftsdüngern und Netto-N-Hoftor- bilanzsalden der Jahre 2015 bis 2020 (n = 8.167)

4.2 N-Schlagbilanzsalden

Bei N-Schlagbilanzen wird der Stickstoff, der von einem landwirtschaftlich bewirtschafteten Schlag in Form von Ernteprodukten abgefahren wird, von der Stickstoffmenge subtrahiert, die dem Schlag in Form von mineralischen und organischen Düngemitteln zugeführt wurde. Analog zu den N-Hofbilanzsalden stellen auch die N-Schlagbilanzsalden ein Maß für die potenziellen Stickstoffeinträge in die Umwelt dar.



Bild 11: Gülleausbringung mit Schleppschläuchen

Im Rahmen der Erfolgskontrolle werden N-Schlagbilanzsalden vor allem herangezogen, um den Erfolg von flächenbezogenen Maßnahmen darzustellen.

In den DIWA-Shuttle wurden für die Jahre 2008 bis 2015 Mittelwerte und für die Jahre 2016 bis 2020 Einzelwerte von insgesamt rund 60.000 N-Schlagbilanzsalden für Getreide, Mais, Raps, Zuckerrüben und Kartoffeln mit und ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen eingegeben.

Der Mittelwert der flächengewichteten N-Schlagbilanzsalden ohne N-Überschuss reduzierende Maßnahmen lag zwischen 2008 und 2020 für die oben genannten Ackerkulturen bei 15 kg N/ha. Mit Maßnahmen lag der Mittelwert bei -1 kg N/ha, woraus ein mittlerer Maßnahmeneffekt von 16 kg N/ha resultierte. Ein Trend der N-Schlagbilanzsalden ist zwischen 2008 und 2020 nicht zu erkennen. Die N-Schlagbilanzsalden ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen gingen zwar zwischen 2008 und 2015 generell zurück aber in den Jahren 2016 bis 2018 wurden wieder vergleichsweise hohe N-Salden erreicht. Die vergleichsweise hohen N-Salden sowohl mit als auch ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen des Jahres 2018 lassen sich durch die schlechten Erträge aufgrund der Trockenheit erklären. In den übrigen Jahren lagen die N-Salden mit N-Saldo reduzierenden Maßnahmen auf einem sehr niedrigen Niveau, oftmals sogar im negativen Bereich (Abbildung 22).

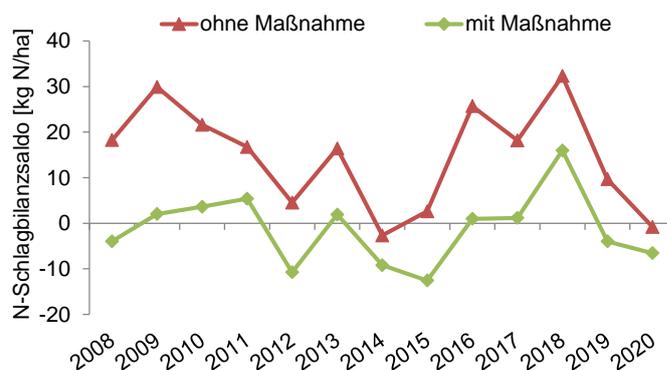


Abbildung 22: Flächengewichtete N-Schlagbilanzsalden von Ackerkulturen mit (n = 16.580) und ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen (n = 42.893) der Jahre 2008 bis 2020

Auf Flächen ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen ergaben sich die höchsten Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen zwischen 2016 und 2020 im Median mit 68 kg N/ha beim Raps und die geringsten mit -22 kg N/ha beim Mais. Durch den Abschluss von N-Saldo reduzierenden Maßnahmen konnten die Stickstoffüberschüsse beim Raps um 24 kg N/ha auf 44 kg N/ha und beim Mais um 25 kg N/ha auf -47 kg N/ha reduziert werden (Tabelle 19). Auch bei allen anderen hier dargestellten Kulturen waren die Mediane der N-Schlagbilanzsalden mit N-Saldo reduzierenden Maßnahmen geringer als die Mediane ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen. Die 25%-Perzentile ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen waren mit Ausnahme des Rapses bei allen hier dargestellten Kulturen geringer als die Mediane mit N-Saldo reduzierenden Maßnahmen. D.h., geringe N-Schlagbilanzsalden sind auch ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen möglich.

Tabelle 19: Mediane, 25%- und 75%-Perzentile der N-Schlagbilanzsalden für unterschiedliche Ackerkulturen ohne (n = 18.656) und mit N-Saldo reduzierenden Maßnahmen (n = 7.857) der Jahre 2016 bis 2020

	Mais	Kartoffeln	Zuckerrüben	So-Getreide	Wi-Getreide	Raps
N-Schlagbilanzsalden ohne Maßnahmen [kg N/ha]						
	(n = 3.900)	(n = 971)	(n = 1.571)	(n = 1.012)	(n = 9.492)	(n = 1.710)
25%-Perzentile	-54	-38	-24	6	10	45
Mediane	-22	-7	9	24	30	68
75%-Perzentile	10	24	43	48	52	95
N-Schlagbilanzsalden mit Maßnahmen [kg N/ha]						
	(n = 3.177)	(n = 207)	(n = 187)	(n = 425)	(n = 3.255)	(n = 606)
25%-Perzentile	-72	-50	-39	-9	-7	18
Mediane	-47	-22	-4	17	16	44
75%-Perzentile	-12	13	21	44	40	66
Maßnahmeneffekt [kg N/ha]						
Mediane ¹⁾	25	15	13	7	14	24

¹⁾ Mediane N-Schlagbilanzsalden ohne Maßnahmen minus Mediane N-Schlagbilanzsalden mit Maßnahmen

Anhand der Abbildung 22 und der Tabelle 19 wurden die Minderungen des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch N-Saldo reduzierende Maßnahmen anhand von Schlagbilanzen mit und ohne Maßnahmen beschrieben. Im Folgenden wird die berechnete Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen dargestellt. Hierbei wurde die Fläche der einzelnen Freiwilligen Vereinbarungen [ha] mit der spezifischen Minderung des Stickstoffüberschusses [kg N/ha] multipliziert, sodass sich die Minderung des Stickstoffüberschusses für die jeweiligen Vereinbarungen ergab [kg N]. Anhand dieser Berechnung wird die gesamte Minderung des Stickstoffüberschusses, zum einen für die Vereinbarungsfläche von allen Freiwilligen Vereinbarungen, einschließlich der Vereinbarungen ohne N-Saldo reduzierende Wirkung, wie z.B. dem Zwischenfruchtanbau und zum anderen für die landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete dargestellt. Die in der Abbildung 22 und Tabelle 19 dargestellten Maßnahmeneffekte beziehen sich dagegen explizit auf N-Saldo reduzierende Vereinbarungen. Daher sind die in Tabelle 20 ermittelten Werte der N-Minderung bezogen auf die Vereinbarungsfläche generell niedriger als

die zuvor dargestellten Werte. Die in Tabelle 20 angegebenen spezifischen Minderungen stellen jeweils Mittelwerte dar, die auf den einzelnen Vereinbarungsflächen in Abhängigkeit von der Maßnahmengestaltung, den Standortfaktoren oder der Witterung erheblich variieren können.

Die spezifische Minderung des Stickstoffüberschusses ist bei den Freiwilligen Vereinbarungen „Ökolandbau+“, „Brachebegrünung“ sowie „Umwandlung von Acker in Grünland“ am größten. Dagegen bewirken die Maßnahmen „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ sowie „Gewässerschonender Pflanzenschutz“ keine Minderung des N-Überschusses. Aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen ergab sich im Zeitraum 2011 bis 2020 eine jährliche Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen in Höhe von rund 1.800 t N, was bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells 6,2 kg N/ha entspricht. Die Vereinbarung zur reduzierten N-Düngung wies zuletzt rund ein Drittel der gesamten Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen auf (Tabelle 20).

Tabelle 20: Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen auf Acker- und Grünlandstandorten der Jahre 2011 bis 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	1)	Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses									
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
			[kg N/ha]	[t N]									
I.A	I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	10	455	424	486	278	262	252	252	125	86	82
I.B	I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	25	42	47	49	51	196	66	47	49	46	49
I.C	I.C1	Gewässersch. Gülleausbringung	15	306	299	281	242	239	194	219	181	164	193
I.E	I.E ²⁾	Begrünung mit Zwischenfr. u.ä.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.F1	I.F	Gewässersch. Fruchtfol. (Kulturen)	30	299	271	336	326	309	253	252	214	221	222
I.F2	I.E ³⁾	Gewässersch. Fruchtfol. (Brachen)	50	60	13	55	174	77	126	135	149	152	161
I.G	I.G	Grünlandextensivierung	30	217	177	177	164	174	173	187	177	173	172
I.H	I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	10	73	90	93	103	97	103	123	124	127	149
I.I	I.I	Reduzierte N-Düngung	30	317	320	351	439	429	532	520	440	545	565
I.J	I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	10	74	83	93	103	132	101	103	77	72	67
I.K	I.M	Einsatz Stabilisierter N-Dünger	10	9	12	12	30	29	52	26	14	16	12
I.L	I.N	Gewässerschon. Pflanzenschutz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	II	Umwandlung Acker in Grünland	50	38	34	15	19	9	10	10	11	7	7
III		Maßnahmen mit Zielvorgabe	25	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	9	18	27	67	120
	I.L	Unterfußdüngung	10	4	6	5	8	10	9	1	1	⁴⁾	⁴⁾
	I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	60	13	16	24	25	14	2	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾	⁴⁾
Summe [t N]				1.906	1.793	1.977	1.963	1.977	1.882	1.891	1.589	1.676	1.800
N-Minderung / Vereinbarungsfläche [kg N/ha]				11,0	10,9	11,2	12,3	12,2	11,8	12,2	11,7	12,6	13,2
N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]				6,2	5,8	6,5	6,6	6,6	6,4	6,5	5,5	5,8	6,4

¹⁾ Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007; ²⁾ I.E Sonstiges; ³⁾ I.E Brache; ⁴⁾ Der Abschluss der FV war in dem Jahr nicht möglich

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen werden in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch Agrarumweltmaßnahmen abgeschlossen sowie Maßnahmen auf Ökologischen Vorrangflächen durchgeführt. Diese Maßnahmen weisen ebenfalls einen Maßnahmeneffekt auf (Tabelle 21). Aufgrund des Abschlusses von Agrarumweltmaßnahmen sowie aufgrund von Ökologischen Vorrangflächen ergab sich im Zeitraum 2011 bis 2020 in den Trinkwassergewinnungsgebieten eine Minderung des Stickstoffüberschusses der Schlagbilanzen von rund 1.200 t Stickstoff, was bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells rund 4,1 kg N/ha entspricht. Innerhalb der Agrarumweltmaßnahmen wies die Maßnahme „Ökologische Anbauverfahren“ die größte Minderung des Stickstoffüberschusses auf. Im Mittel der Jahre 2011 bis 2020 betrug der Anteil dieser Maßnahme an der Minderung des Stickstoffüberschusses rund 50 % und im Jahr 2020 lag dieser

Anteil sogar bei rund 60 %. Die Steigerung der Maßnahme „Ökologische Anbauverfahren“ trug maßgeblich dazu bei, dass sich die Minderung der Stickstoffüberschüsse aufgrund von Agrarumweltmaßnahmen derzeit auf einem höheren Niveau befindet als noch vor ein paar Jahren (Tabelle 21).



Bild 12: Randstreifen

Tabelle 21: Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Ökologischen Vorrangflächen (ÖVF) auf Acker- und Grünlandstandorten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2011 bis 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	1)	Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses										
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
			[kg N/ha]	[t N]										
AL21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2)	2)
AL22	752 (W2)	Winterharte ZF und Untersaaten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL3		Cultanverfahren	10	2)	2)	2)	2)	4	3	4	4	4	4	4
AL5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Mais	10	2	2	2	2	10	10	11	10	10	10	10
BB1	441	Besondere Biotoptypen, Beweidung	30	108	107	107	104	106	107	108	108	113	111	111
BB2	442	Besondere Biotoptypen, Mahd	30	8	8	8	9	8	8	8	8	15	15	15
BS1 3)	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	50	60	57	63	62	86	87	89	95	99	107	107
BS2	240 (A6)	Mehrfährige Blühstreifen	50	1	1	1	1	6	8	8	9	11	13	13
BS3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	50	2	1	1	1	5	6	7	9	14	13	13
BS4-6	432	Schonstreifen für Vögel u. Hamster	50	7	9	10	9	9	8	11	19	34	31	31
BS7 4)		Erosions- u. Gewässerschutzstreifen	50	2)	2)	2)	2)	0	0	0	2	1	2	2
BV1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	60	469	473	458	434	453	477	570	727	859	876	876
BV2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	15	258	248	238	58	82	7	185	184	179	2)	2)
BV3	761	Ökolog. Landbau (Wasserschutz)	60	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)
GL1 5)	121 (B1) 10)	Extensive Grünlandbewirtschaftung	30	101	103	102	87	83	92	103	127	139	143	143
GL2 6)	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	20	3	4	5	4	12	14	17	25	30	34	34
GL3 7)		Weidenutzung in Hanglagen	30	2)	2)	2)	2)	1	2	2	3	5	4	4
GL5 8)	122, 411	Artenreiches GL, ergebnisorientiert	30	23	27	29	25	23	28	27	29	31	31	31
ÖVF52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten 13)	0	2)	2)	2)	2)	0	0	0	0	0	0	0
ÖVF62 9)		Brachen ohne Erzeugung 13)	50	2)	2)	2)	2)	122	120	112	115	94	89	89
	140 (D) 11)	Stilllegung	50	0	0	0	0	0	2)	2)	2)	2)	2)	2)
	200 (A2)	Mulch-/Direktsaat, Mulchpflanzverf.	10	135	143	128	20	15	2)	2)	2)	2)	2)	2)
	754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Raps	10	0	0	0	0	0	2)	2)	2)	2)	2)	2)
	755 (W5)	Winterrüben vor Wintergetreide	0	0	0	0	0	0	2)	2)	2)	2)	2)	2)
Summe [t N]				1.177	1.183	1.152	818	1.026	975	1.262	1.475	1.638	1.481	1.481
N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]				3,8	3,8	3,8	2,7	3,4	3,3	4,3	5,1	5,7	5,3	5,3

1) Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007 und ROGGENDORF 2010; 2) Der Abschluss der AUM/ÖVF war in dem Jahr nicht möglich; 3) BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen); 4) BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); 5) GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); 6) GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); 7) GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); 8) GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); 9) einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); 10) 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert); 11) 140 (10-jährige Stilllegung) + 150 (10-jährige Stilllegung + Hecken) + 170 (20-jährige Stilllegung); 12) für Flächen auf denen BV3 (ökologischer Landbau, Wasserschutz) abgeschlossen wurde, wurde keine N-Minderung ermittelt, da auf diesen Flächen gleichzeitig BV1 abgeschlossen wurde; 13) abzüglich der Flächen mit einer entsprechenden Freiwilligen Vereinbarung, damit die N-Minderung für diese Flächen nicht doppelt ermittelt wird.

Die Minderung des Stickstoffüberschusses aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen sowie der Maßnahmenumsetzung auf Ökologischen Vorrangflächen ist in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2008 und 2020 von 10,3 auf 11,6 kg N/ha angestiegen. Dieser Anstieg ergab sich aufgrund der gestiegenen Minderung des Stickstoffüberschusses durch Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen, während die Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen in diesem Zeitraum leicht rückläufig war. 2008 war die Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen nahezu doppelt so hoch, wie die durch Agrarumweltmaßnahmen. Bis zum Jahr 2019 ist die Minderung des Stickstoffüberschusses durch Agrarumweltmaßnahmen so weit angestiegen, dass sie das Niveau der Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen nahezu erreichte (Abbildung 23).

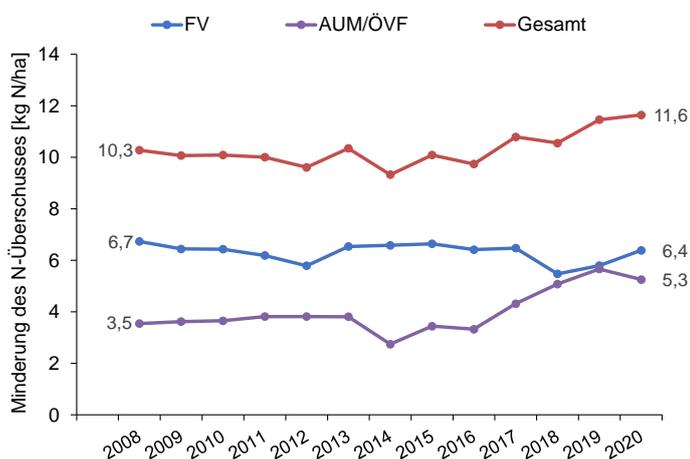


Abbildung 23: Entwicklung der mittleren Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2008 und 2020

Von den 373 Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells fand im Jahr 2020 in 293 Trinkwassergewinnungsgebieten eine Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen sowie durch die Maßnahmen auf Ökologischen Vorrangflächen statt (79 %). In 55 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden die Stickstoffüberschüsse nur durch Agrarumweltmaßnahmen und durch Maßnahmen auf Ökologischen Vorrangflächen reduziert (15 %), in 10 Trinkwassergewinnungsgebieten nur durch Freiwillige Vereinbarungen (3 %) und in 15 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden keine Maßnahmen zur Minderung der Stick-

stoffüberschüsse durchgeführt (4 %, Abbildung 24). Entsprechend der größeren Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen im Vergleich zu Agrarumweltmaßnahmen im Jahr 2020 (Abbildung 23), gab es im Jahr 2020 auch mehr Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen die Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen größer war ($n = 193$), als die durch Agrarumweltmaßnahmen ($n = 165$). Die Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen überwiegt vor allem in den Trinkwassergewinnungsgebieten westlich der Weser ($n = 53$ von 63). In dem Großraum östlich der Weser sowie im Festgesteinsgebiet überwiegen Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen die Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Agrarumweltmaßnahmen höher war ($n = 155$) als die durch Freiwillige Vereinbarungen ($n = 140$). Mit jeweils rund 160 t N fand die größte Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen im Fuhrberger Feld, nördlich von Hannover und in der Nordheide, westlich von Lüneburg statt. Im Fuhrberger Feld wurde diese Minderung zu 50 % durch Freiwillige Vereinbarungen und zu 50 % durch Agrarumweltmaßnahmen erreicht, während die Minderung der Stickstoffüberschüsse in der Nordheide zu 15 % durch Freiwillige Vereinbarungen und zu 85 % durch Agrarumweltmaßnahmen erfolgte (Abbildung 24). Die Differenzierung der Freiwilligen Vereinbarungen auf die Bereiche Aufwuchs, Mineraldünger und Wirtschaftsdünger zeigt, dass die größte Minderung der Stickstoffüberschüsse im Jahr 2020 auf Maßnahmen im Bereich Mineraldünger (48 %) zurückzuführen war, gefolgt von Maßnahmen der Bereiche Aufwuchs (34 %) und Wirtschaftsdünger (18 %). Während die Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen der Bereiche Mineraldünger und Aufwuchs recht gleichmäßig über die Trinkwassergewinnungsgebiete des Landes Niedersachsen verteilt sind, stellt man eine Konzentration der Minderung der Stickstoffüberschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen des Bereiches Wirtschaftsdünger in Ostfriesland fest (Abbildung 24).



Bild 13: Gülleausbringung und -einbearbeitung mit Güllegrubber

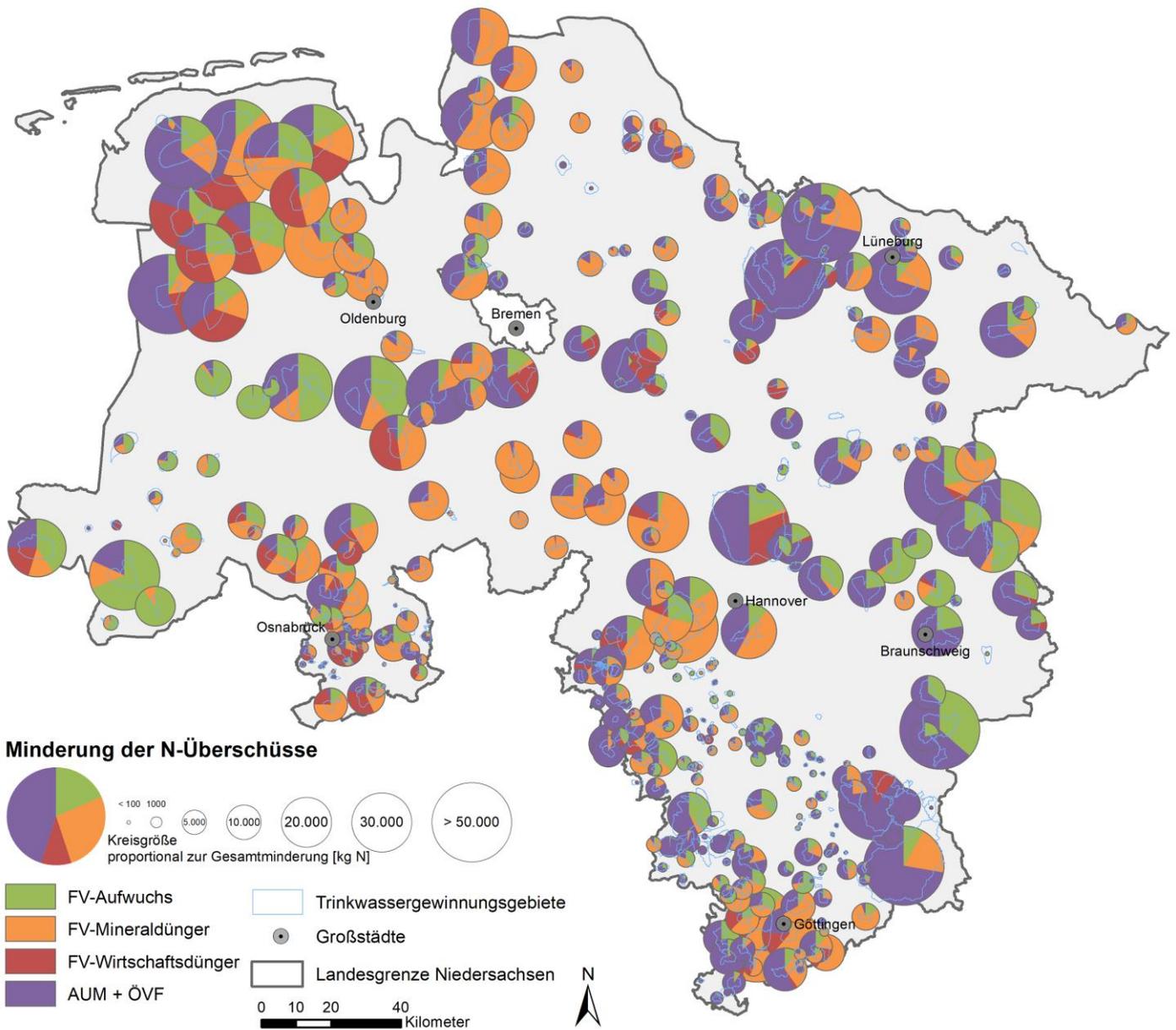


Abbildung 24: Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten im Jahr 2020; Aufteilung der FV auf die Bereiche Aufwuchs (I.F1, I.F2, I.H, I.J, II), Mineraldünger (I.G, I.I, I.K, III) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C)

4.3 Erfolgskontrolle in der Wurzelzone

Der Herbst-Nmin-Wert gibt die Menge an mineralischem Stickstoff (Ammonium und Nitrat) im durchwurzelbaren Boden (bis 90 cm Tiefe) vor Beginn der winterlichen Sickerwasserbildung an. Sofern die winterliche Sickerwasserrate zum vollständigen Austausch des Bodenwassers bis 90 cm Tiefe führt, wird der mineralische Stickstoff über Winter in Form von Nitrat vollständig mit dem Sickerwasser ausgewaschen. Um die Auswaschung zu minimieren, können Freiwillige Vereinbarungen beispielsweise zum Zwischenfruchtanbau abgeschlossen werden. Ziel des Anbaus von Zwischenfrüchten ist es, den mineralischen Stickstoff, der sich vor dem Einsetzen der Sickerwasserperiode im Boden befindet, im Aufwuchs der Zwischenfrüchte zu binden und somit vor der Verlagerung mit dem Sickerwasser zu bewahren.

In den DIWA-Shuttle wurden für die Jahre 2008 bis 2015 Mittelwerte und für die Jahre 2016 bis 2020 Einzelwerte von insgesamt rund 70.000 Herbst-Nmin-Gehalten für unterschiedliche Ackerkulturen mit und ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen eingegeben. Der mittlere Herbst-Nmin-Gehalt ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen lag zwischen 2008 und 2020 bei 72 kg N/ha und der mittlere Herbst-Nmin-Gehalt mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen bei 53 kg N/ha. Daraus ergibt sich ein mittlerer Maßnahmeneffekt in Höhe von 19 kg N/ha. Eine Zu- oder Abnahme der Herbst-Nmin-Gehalte mit bzw. ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen war zwischen 2008 und 2020 nicht erkennbar. Auffallend sind die hohen Herbst-Nmin-Gehalte des Jahres 2018, vor allem auf Flächen ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen. Mit 106 kg N/ha lag der Wert auf diesen Flächen 34 kg N/ha über dem Mittelwert der Jahre 2008 bis 2020. Ursache für die hohen Herbst-Nmin-Gehalte des Jahres 2018 war die Trockenheit und die damit einhergehenden geringen Erträge, so dass ein Teil des gedüngten Stickstoffs nicht aufgenommen werden konnte. Durch den Anbau von Zwischenfrüchten konnten die Herbst-Nmin-Gehalte des Jahres 2018 deutlich gesenkt werden. So war der Herbst-Nmin-Gehalt auf Flächen mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen des Jahres 2018 zwar ebenfalls höher als in den anderen Jahren. Mit 65 kg N/ha lag dieser Wert jedoch nur 12 kg N/ha über dem Mittelwert der Jahre 2008 bis 2020, so dass im Jahr 2018 mit 42 kg N/ha der höchste Maßnahmeneffekt erreicht wurde (Abbildung 25).

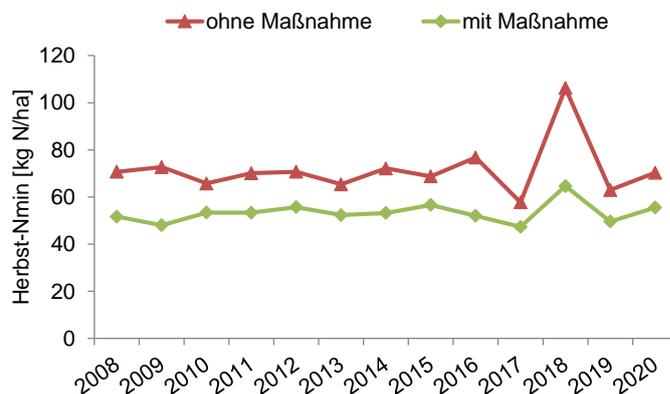


Abbildung 25: Flächengewichtete Herbst-Nmin-Gehalte für Ackerkulturen mit (n = 34.238) und ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen (n = 34.485) der Jahre 2008 bis 2020



Bild 14: Nmin-Probenahme

Bei Betrachtung der einzelnen Kulturen waren die Mediane der Herbst-Nmin-Gehalte ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen der Jahre 2016 bis 2020 bei Kartoffeln mit 90 kg N/ha und bei Raps mit 82 kg N/ha am höchsten (Tabelle 22). Durch den Abschluss von Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen konnten die Mediane der Herbst-Nmin-Gehalte bei Kartoffeln um 17 kg N/ha auf 73 kg N/ha und bei Raps um 39 kg N/ha auf 43 kg N/ha reduziert werden. Bei allen hier dargestellten Ackerkulturen waren die Mediane der Herbst-Nmin-Gehalte mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen geringer als die Mediane ohne Maßnahmen. Bei Zuckerrüben, Mais und Kartoffeln waren die 25%-Perzentile ohne Maßnahmen geringer als die Mediane mit Maßnahmen. Bei diesen Kulturen sind geringe Herbst-Nmin-Gehalte demnach auch ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen möglich. Dagegen waren die Mediane der Herbst-Nmin-Gehalte mit Maßnahmen bei Wintergetreide und Raps geringer, als die 25%-Perzentile ohne Maßnahmen. Bei diesen Kulturen führen vor allem die Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen zu geringen Herbst-Nmin-Gehalten (Tabelle 22).

Tabelle 22: Mediane, 25%- und 75%-Perzentile der Herbst-Nmin-Gehalte für unterschiedliche Ackerkulturen ohne (n = 19.542) und mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen (n = 16.921) der Jahre 2016 bis 2020

	Zuckerrüben	Wi-Getreide	So-Getreide	Mais	Raps	Kartoffeln
Herbst-Nmin-Gehalte ohne Maßnahmen [kg N/ha]						
	(n = 1.124)	(n = 5.791)	(n = 544)	(n = 9.476)	(n = 1.501)	(n = 1.106)
25%-Perzentile	26	31	31	47	61	67
Mediane	37	48	61	64	82	90
75%-Perzentile	51	73	88	89	107	117
Herbst-Nmin-Gehalte mit Maßnahmen [kg N/ha]						
	(n = 175)	(n = 8.089)	(n = 1.287)	(n = 6.393)	(n = 369)	(n = 608)
25%-Perzentile	22	18	20	42	23	39
Mediane	35	25	31	59	43	73
75%-Perzentile	53	41	58	82	70	98
Maßnahmeneffekt [kg N/ha]						
Mediane ¹⁾	2	23	30	5	39	17

¹⁾ Mediane Herbst-Nmin-Gehalte ohne Maßnahmen minus Mediane Herbst-Nmin-Gehalte mit Maßnahmen

Analog zur Berechnung der Minderung der Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen (Tabelle 20) wurde auch die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen ermittelt (Tabelle 23).

Die spezifische Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte war bei den Freiwilligen Vereinbarungen „Brachebegrünung“ sowie „Umwandlung von Acker in Grünland“ mit 50 kg N/ha am größten. Dagegen bewirkten die Maßnahmen „Gewässer-schonende Gülleausbringung“ sowie „Reduzierter Herbizid-einsatz“ keine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte.

Aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen ergab sich im Zeitraum 2011 bis 2020 eine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte von rund 2.600 t N, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwasserge-winnungsgebiete 8,9 kg N/ha entspricht. Miteinem Anteil von 45 % ging die größte Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte im Mittel der Jahre 2011 bis 2020 von der Freiwilligen Vereinbarung „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ aus, was durch die große Flächenausdehnung sowie die ver-gleichsweise hohe spezifische Minderung zu erklären ist (Tabelle 23).

Zwischen 2011 und 2020 war die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte vor allem bei den Freiwilligen Vereinbarungen „Zeitliche Beschränkung der Ausbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern“ sowie „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ rückläufig. Dieser Rückgang konnte überwiegend durch die positiven Entwicklungen der Vereinbarungen „Umbruchlose Grünlanderneuerung“ und „Brachebe-grünung“ kompensiert werden (Tabelle 23).



Bild 15: Freiwillige Vereinbarung zur Winterbegrünung

Tabelle 23: Mittlere Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen auf Acker- und Grünlandstandorten der Jahre 2011 bis 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	1)	Mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte									
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
			[kg N/ha]	[t N]									
I.A	I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	10	455	424	486	278	262	252	252	125	86	82
I.B	I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	15	25	28	30	31	117	39	28	29	28	29
I.C	I.C1	Gewässersch. Gülleausbringung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.E	I.E 2)	Begrünung mit Zwischenfrucht u.ä.	30	1.207	1.207	1.274	1.294	1.172	1.219	1.132	1.259	1.179	1.029
I.F1	I.F	Gewässersch. Fruchtfolge (Kulturen)	30	299	271	336	326	309	253	252	214	221	222
I.F2	I.E 3)	Gewässersch. Fruchtfolge (Brachen)	50	60	13	55	174	77	126	135	149	152	161
I.G	I.G	Grünlandextensivierung	25	181	148	148	137	145	144	156	147	144	144
I.H	I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	30	220	269	279	309	291	309	369	372	381	448
I.I	I.I	Reduzierte N-Düngung	5	53	53	58	73	71	89	87	73	91	94
I.J	I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	15	111	125	140	154	197	152	154	116	107	101
I.K	I.M	Einsatz Stabilisierter N-Dünger	10	9	12	12	30	29	52	26	14	16	12
I.L	I.N	Gewässerschon. Pflanzenschutz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
II	II	Umwandlung Acker in Grünland	50	38	34	15	19	9	10	10	11	7	7
III		Maßnahmen mit Zielvorgabe	25	4)	4)	4)	4)	4)	9	18	27	67	120
	I.L	Unterfußdüngung	10	4	6	5	8	10	9	1	0	4)	4)
	I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	30	6	8	12	13	7	1	4)	4)	4)	4)
Summe [t N]				2.667	2.598	2.850	2.845	2.698	2.664	2.619	2.538	2.480	2.449
N-Minderung / Vereinbarungsfläche [kg N/ha]				15,5	15,7	16,2	17,8	16,7	16,7	16,9	18,7	18,6	18,0
N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]				8,7	8,4	9,4	9,5	9,1	9,1	9,0	8,7	8,6	8,7

1) Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007 und SCHMIDT & OSTERBURG 2010; 2) I.E Sonstiges; 3) I.E Brache; 4) Der Abschluss der FV war in dem Jahr nicht möglich



Bild 16: Cultan-Injektionsdüngung

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen bewirkten auch die in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells abgeschlossenen Agrarumweltmaßnahmen sowie die Ökologischen Vorrangflächen eine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte. So lag die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch die in den Trinkwassergewinnungsgebieten abgeschlossenen Agrarumweltmaßnahmen zwischen 2011 und 2014 bei rund 800 t Stickstoff, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten rund 2,7 kg N/ha pro Jahr entspricht. In den Jahren 2015 bis 2020 kam noch die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Ökologische Vorrangflächen in Höhe von rund 440 t Stickstoff bzw. rund 1,5 kg N/ha hinzu (Tabelle 24).

Tabelle 24: Mittlere Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Agrarumweltmaßnahmen (AUM) und Ökologische Vorrangflächen (ÖVF) auf Acker- und Grünlandstandorten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2011 bis 2020

Code	Code alt	Bezeichnung	1)	Mittlere Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte									
				2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
			[kg N/ha]	[t N]									
AL21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	30	134	152	153	124	144	52	51	37	2)	2)
AL22	752 (W2)	Winterharte ZF und Untersaaten	30	24	21	26	37	38	25	45	40	17	89
AL3		Cultanverfahren	10	2)	2)	2)	2)	4	3	4	4	4	4
AL5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Mais	15	3	2	3	3	16	14	17	15	15	15
BB1	441	Besondere Biotoptypen, Beweidung	25	90	89	89	87	88	89	90	90	94	93
BB2	442	Besondere Biotoptypen, Mahd	25	7	6	6	8	7	7	7	7	13	12
BS1 3)	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	50	60	57	63	62	86	87	89	95	99	107
BS2	240 (A6)	Mehnjährige Blühstreifen	50	1	1	1	1	6	8	8	9	11	13
BS3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	50	2	1	1	1	5	6	7	9	14	13
BS4-6	432	Schonstreifen für Vögel u. Hamster	50	7	9	10	9	9	8	11	19	34	31
BS7 4)		Erosions- u. Gewässerschutzstreifen	50	2)	2)	2)	2)	0	0	0	2	1	2
BV1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	30	234	236	229	217	226	238	285	364	429	438
BV2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2)
BV3	761	Ökolog. Landbau (Wasserschutz)	30	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)	12)
GL1 5)	121 (B1) 10)	Extensive Grünlandbewirtschaftung	25	84	86	85	73	69	76	86	106	116	119
GL2 6)	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	15	2	3	4	3	9	11	12	19	22	26
GL3 7)		Weidenutzung in Hanglagen	25	2)	2)	2)	2)	1	2	2	3	4	3
GL5 8)	122, 411	Artenreiches GL, ergebnisorientiert	25	19	23	24	21	19	23	23	24	26	26
ÖVF52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten 13)	30	2)	2)	2)	2)	323	328	310	328	330	359
ÖVF62 9)		Brachen ohne Erzeugung 13)	50	2)	2)	2)	2)	122	120	112	115	94	89
	140 (D) 11)	Stilllegung	50	0	0	0	0	0	2)	2)	2)	2)	2)
	200 (A2)	Mulch-/Direktsaat, Mulchpflanzverf.	15	202	215	193	30	22	2)	2)	2)	2)	2)
	754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Raps	15	0	0	0	0	0	2)	2)	2)	2)	2)
	755 (W5)	Winterrübsen vor Wintergetreide	30	0	0	0	0	0	2)	2)	2)	2)	2)
Summe [t N]				870	903	887	676	1.195	1.096	1.157	1.286	1.323	1.437
N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]				2,8	2,9	2,9	2,3	4,0	3,7	4,0	4,4	4,6	5,1

1) Quelle: Schmidt & Osterburg 2010 sowie abgeleitet aus Osterburg et al. 2007 und Roggendorf 2010; 2) Der Abschluss der AUM/ÖVF war in dem Jahr nicht möglich; 3) BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen); 4) BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); 5) GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); 6) GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); 7) GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); 8) GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); 9) einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); 10) 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert); 11) 140 (10-jährige Stilllegung) + 150 (10-jährige Stilllegung + Hecken) + 170 (20-jährige Stilllegung); 12) für Flächen auf denen BV3 (ökologischer Landbau, Wasserschutz) abgeschlossen wurde, wurde keine N-Minderung ermittelt, da auf diesen Flächen gleichzeitig BV1 abgeschlossen wurde; 13) abzüglich der Flächen mit einer entsprechenden Freiwilligen Vereinbarung, damit die N-Minderung für diese Flächen nicht doppelt ermittelt wird.

Die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen sowie der Maßnahmenumsetzung auf Ökologischen Vorrangflächen ist in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2008 und 2020 von 10,4 auf 13,8 kg N/ha angestiegen. Dieser Anstieg ergab sich vor allem aufgrund der gestiegenen Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen, während die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen in diesem Zeitraum nur geringfügig anstieg (Abbildung 26). An der gestiegenen Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen sind die Folgen der GAP-Reformen und der damit verbundenen zunehmenden Ökologisierung der Landwirtschaft zu erkennen.

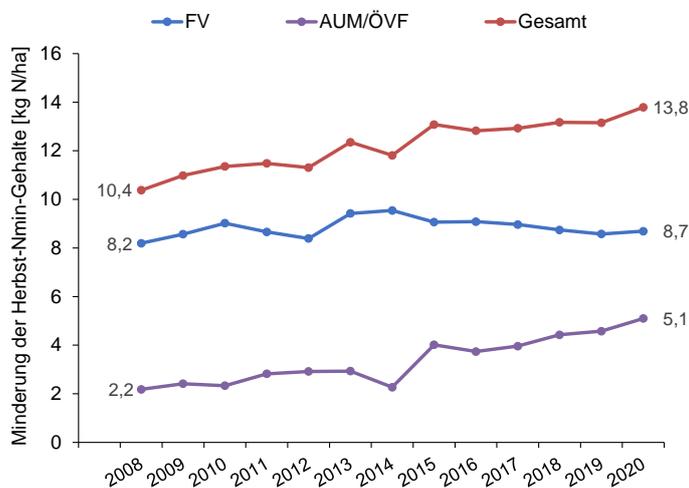


Abbildung 26: Entwicklung der mittleren Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2008 und 2020

Von den 373 Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells fand im Jahr 2020 in 313 Trinkwassergewinnungsgebieten eine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen sowie durch die Maßnahmen auf Ökologischen Vorrangflächen statt (84 %). In 46 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden die Herbst-Nmin-Gehalte nur durch Agrarumweltmaßnahmen und durch Maßnahmen auf Ökologischen Vorrangflächen reduziert (12 %), in 4 Trinkwassergewinnungsgebieten nur durch Freiwillige Vereinbarungen (1 %) und in 10 Trinkwassergewinnungsgebieten wurden keine Maßnahmen zur Minderung der Herbst-

Nmin-Gehalte durchgeführt (3 %, Abbildung 27). Entsprechend der größeren Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen im Vergleich zu Agrarumweltmaßnahmen im Jahr 2020 (Abbildung 26), gab es im Jahr 2020 auch mehr Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen größer war ($n = 211$), als die durch Agrarumweltmaßnahmen ($n = 152$). In den beiden Lockergesteinsgebieten überwiegen Trinkwassergewinnungsgebiete in denen die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen höher war ($n = 114$) als durch Agrarumweltmaßnahmen ($n = 49$). Dagegen überwiegen im Festgesteinsgebiet die Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Agrarumweltmaßnahmen höher war ($n = 103$) als durch Freiwillige Vereinbarungen ($n = 97$). Wie bereits bei der Minderung der Stickstoffüberschüsse, fand auch die größte Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen im Fuhrberger Feld (rund 220 t N) und in der Nordheide (rund 160 t N) statt. Im Fuhrberger Feld wurde diese Minderung zu 70 % durch Freiwillige Vereinbarungen und zu 30 % durch Agrarumweltmaßnahmen erreicht, während die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte in der Nordheide zu 30 % durch Freiwillige Vereinbarungen und zu 70 % durch Agrarumweltmaßnahmen erfolgte (Abbildung 27). Unterteilt man die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen auf die Bereiche Aufwuchs, Mineraldünger und Wirtschaftsdünger, dann zeigt sich, dass die mit Abstand größte Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte im Jahr 2020 auf Maßnahmen im Bereich Aufwuchs (80 %) zurückzuführen war. Die Freiwilligen Vereinbarungen der Bereiche Mineraldünger (15 %) und Wirtschaftsdünger (5 %) spielten dagegen nur eine untergeordnete Rolle in Bezug auf die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte (Abbildung 27).



Bild 17: Zwischenfruchtanbau mit Gelbsenf

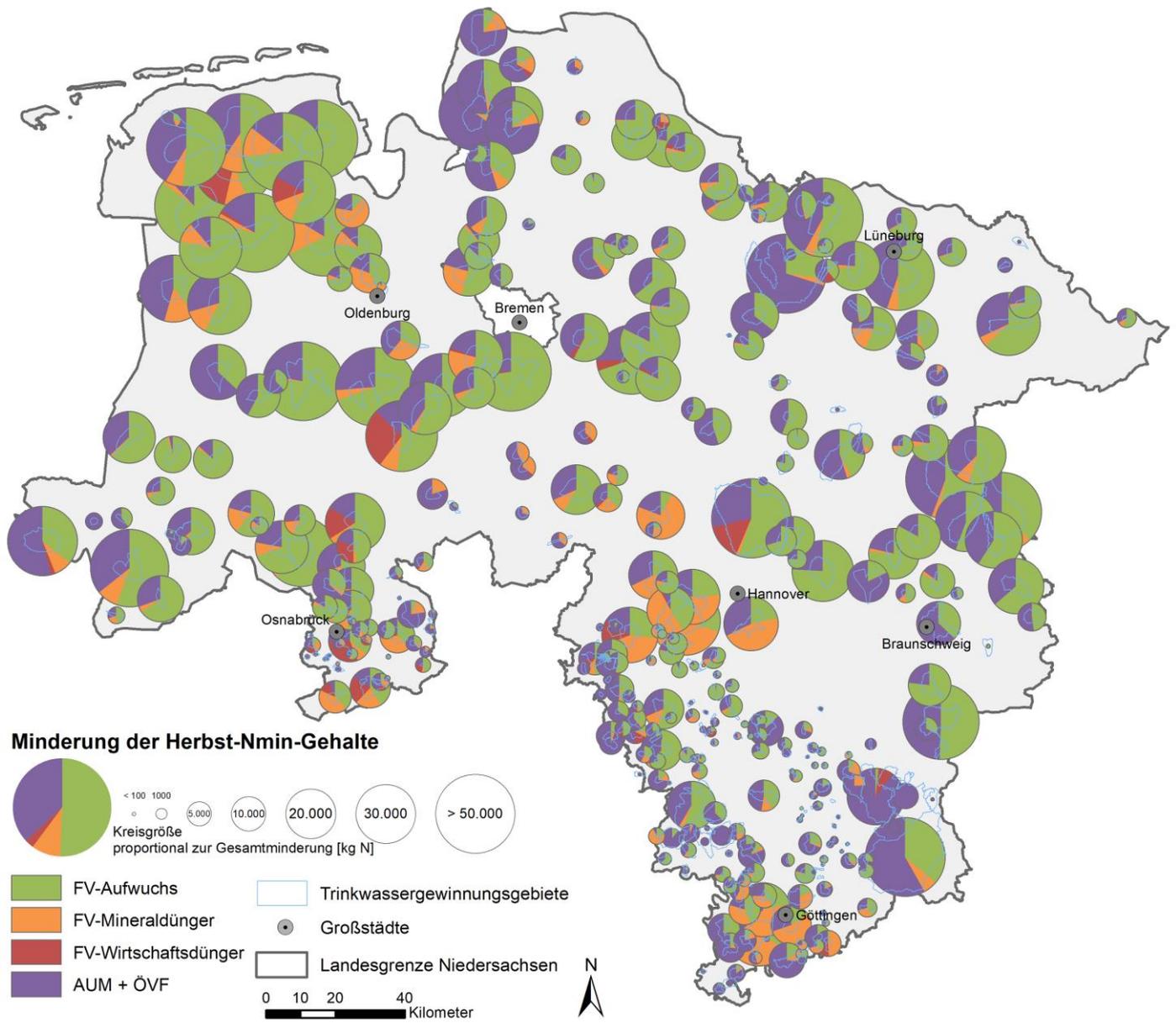


Abbildung 27: Mittlere Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2020; Aufteilung der FV auf die Bereiche Aufwuchs (I.E, I.F1, I.F2, I.H, I.J, II), Mineraldünger (I.G, I.I, I.K, III) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C)

4.4 Erfolgskontrolle in der Sickerwasser-Dränzone

Die Nitratkonzentration im Sickerwasser ergibt sich aus der Nitrat-Menge, die mit dem Sickerwasser aus der Wurzelzone ausgewaschen wird, und der Sickerwasserrate. Im Gegensatz zur Wurzelzone ist die Wasserbewegung in der Sickerwasser-Dränzone ausschließlich nach unten gerichtet, d.h., das Nitrat in der Sickerwasser-Dränzone fließt dem Grundwasser zu. Sofern in der Sickerwasser-Dränzone kein Nitratabbau, z.B. durch Denitrifikation, stattfindet, entspricht die Konzentration in der Sickerwasser-Dränzone der Konzentration des zukünftig neu gebildeten Grundwassers (Abbildung 28).

Neben anderen Möglichkeiten der Ermittlung der Nitratkonzentration im Sickerwasser haben sich bodenkundliche Tiefbohrungen in der Gewässerschutzberatung als geeignete Methode bewährt. Diese Tiefbohrungen werden bis in eine Tiefe von 2 bis 5 m abgeteuft.

Vorteile gegenüber den Sickerwassergüterechnungen auf der Basis von Herbst-Nmin-Werten ergeben sich bei den bodenkundlichen Tiefbohrungen dadurch, dass die Höhe der Sickerwasserbildung, Nitratausträge in der Vegetationsperiode, Nitrat-Abbau durch Denitrifikation in der Wurzelzone und die Stickstoff-Mineralisation im Winter bereits durch die Untersuchungsmethode berücksichtigt werden (NLWKN 2012a). Da bodenkundliche Tiefbohrungen jedoch sehr aufwändig sind und z.B. im Jahr 2020 nur in 67 der 373 Trinkwassergewinnungsgebiete durchgeführt wurden, liegen keine repräsentativen Mittelwerte für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells vor.

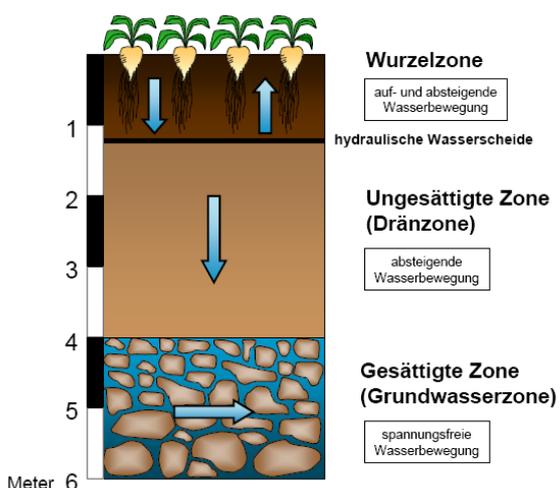


Abbildung 28: Fließrichtung des Wassers in der Wurzelzone, der Sickerwasser-Dränzone und der Grundwasserzone (GERIES INGENIEURE 2008)

4.5 Erfolgskontrolle im Grundwasser

Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten dienen der Beobachtung des neu gebildeten Grundwassers, wodurch die Maßnahmenwirkung früher erkannt werden kann als in den Förderbrunnen.

Die Erfolgskontrolle im Grundwasser erfolgte in den Trinkwassergewinnungsgebieten anhand der Entwicklung der Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen, differenziert nach unterschiedlichen Regionen und Verfilterungstiefen, anhand einer Trendbetrachtung der Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen sowie anhand eines Vergleichs der Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit den Nitratgehalten von sogenannten Referenzmessstellen, die sich außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete befinden.

Zur langjährigen Erfolgskontrolle im Grundwasser wurden 604 Erfolgskontrollmessstellen von insgesamt 1.439 Erfolgskontrollmessstellen herangezogen. Für diese 604 Messstellen liegen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2020 vor und diese Messstellen sind kleiner 20 m unter der Grundwasseroberfläche verfiltert.

Die Nitratgehalte der langjährigen Erfolgskontrollmessstellen mit einer Verfilterungstiefe kleiner 20 m unter der Grundwasseroberfläche gingen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 56 mg/l im Jahr 2000 auf 48 mg/l im Jahr 2020 zurück. Dieser Rückgang vollzog sich bis 2009, während sich die Nitratgehalte seitdem kaum veränderten. Auch in allen drei Großräumen Niedersachsens war die Nitratkonzentration zwischen 2000 und 2020 rückläufig, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. So gingen die Nitratgehalte im Festgesteinsgebiet zwischen 2000 und 2020 um 30 % (von 44 mg/l auf 31 mg/l) zurück, während sie im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lediglich um 11 % (von 64 mg/l auf 57 mg/l) zurückgingen (Abbildung 29).

Die Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen mit einer Verfilterungstiefe von 5 - 20 m unter der Grundwasseroberfläche sind zwischen 2000 und 2020 in allen drei Großräumen kontinuierlich zurückgegangen. Im Bereich kleiner 5 m unter der Grundwasseroberfläche gingen die Nitratgehalte zwischen 2000 und 2020 dagegen nur im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sowie im Festgesteinsgebiet zurück. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser sind die Nitratgehalte im Bereich kleiner 5 m unter der Grundwasseroberfläche bis 2009 zurückgegangen und seitdem wieder angestiegen, so dass der mittlere Nitratgehalt im Jahr 2020 wieder auf der Höhe des Ausgangswertes des Jahres 2000 lag (Abbildung 29).

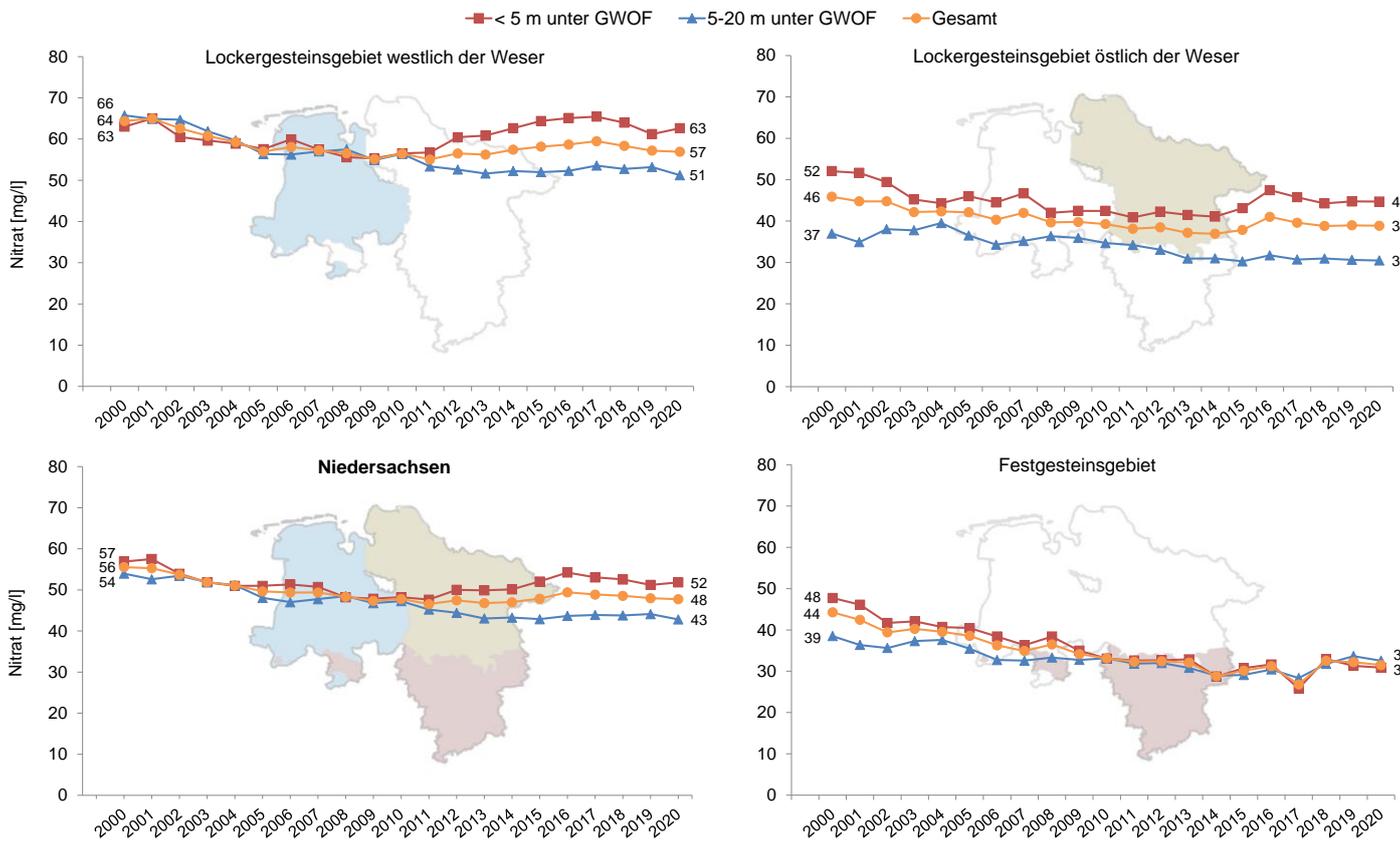


Abbildung 29: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2020, differenziert nach unterschiedlichen Verfilterungstiefen und Regionen (Messstellen < 5 m unter GWOF, n = 329 und Messstellen 5 - 20 m unter GWOF, n = 275)

Auch innerhalb der einzelnen Nitratklassen waren die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen zwischen 2000 und 2020 rückläufig (Abbildung 30). So war der Rückgang der Nitratgehalte mit 21 mg/l in der der Nitratklasse über 100 mg/l absolut gesehen am größten. In der Nitratklasse 50 bis 100 mg/l lag der Rückgang bei 10 mg/l und in den Nitratklassen 25 bis 50 und 5 bis 25 bei jeweils 5 mg/l. Prozentual gesehen, war der Rückgang in der Nitratklasse 5 bis 25 mg/l mit 25 % am größten, während sich der Rückgang in den Nitratklassen mit höheren Nitratgehalten kaum unterschied und jeweils bei rund 13 % lag (Abbildung 30).

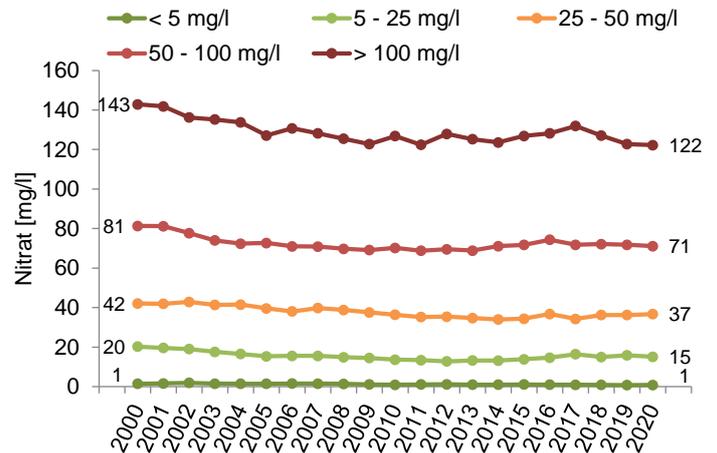


Abbildung 30: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen in Abhängigkeit der Nitratklasse zwischen 2000 und 2020 (Messstellen < 20 m unter GWOF, n = 604)

In Abhängigkeit der Wirtschaftsdüngerausbringung wiesen Erfolgskontrollmessstellen in Trinkwassergewinnungsgebieten mit hoher Wirtschaftsdüngerausbringung ($> 120 \text{ kg N/ha}$) deutlich höhere Nitratgehalte auf, als Erfolgskontrollmessstellen mit geringer Wirtschaftsdüngerausbringung ($< 120 \text{ kg N/ha}$, Abbildung 31).

Da der Rückgang der Nitratgehalte in den beiden Wirtschaftsdüngerklassen absolut gesehen mit 7 mg/l ($< 120 \text{ kg N/ha}$) bzw. 8 mg/l ($> 120 \text{ kg N/ha}$) in etwa gleich groß war, war der prozentuale Rückgang in der Wirtschaftsdüngerklasse $< 120 \text{ kg N/ha}$ mit 17% etwas höher als in der Wirtschaftsdüngerklasse $> 120 \text{ kg N/ha}$, in der der Rückgang 13% betrug (Abbildung 31).

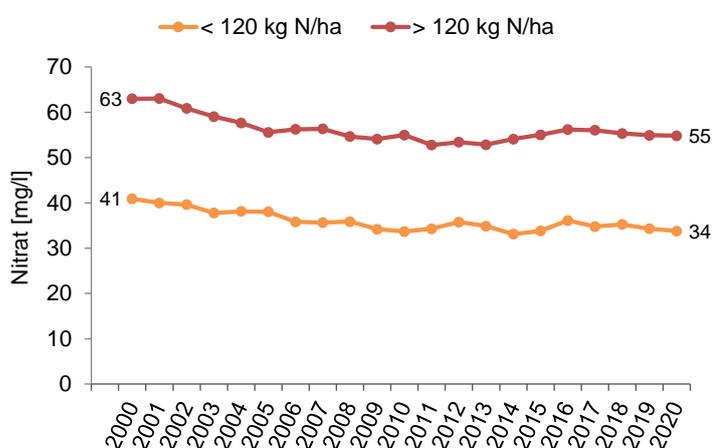


Abbildung 31: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen in Abhängigkeit der Wirtschaftsdüngerausbringung zwischen 2000 und 2020 (Messstellen $< 20 \text{ m}$ unter GWOF, $n = 604$)

Nachfolgend wird das Trendverhalten der Nitratkonzentration von 520 Erfolgskontrollmessstellen mit langjährigen Zeitreihen und Nitratkonzentrationen größer 5 mg/l betrachtet (Abbildung 32). Trends von Erfolgskontrollmessstellen mit Nitratkonzentrationen unter 5 mg/l bleiben unberücksichtigt, da ein fallender bzw. steigender Trend von Messstellen mit sehr geringen Nitratkonzentrationen keine Aussagekraft hinsichtlich einer Verbesserung bzw. Verschlechterung der Nitratkonzentration hat. Die hier vorgenommenen Trendanalysen erfolgten für 6-Jahres-Zeiträume nach Artikel 5 und Anhang IV der Grundwasser-Tochtrichtlinie, die in einem NLWKN-Leitfaden umgesetzt wurde (NLWKN 2009).

Die Betrachtung des Trendverhaltens der 520 Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit mittleren Nitratgehalten über 5 mg/l ergab für den aktuellsten 6-Jahres-Zeitraum 2015 bis 2020, dass der größte Anteil der Messstellen landesweit keinen signifikanten Trend der Nitratkonzentration aufwies (56%). Landesweit ist der Anteil an Messstellen mit signifikant steigendem Trend von 16% im Zeitraum 2000 bis 2005 auf 20% im Zeitraum 2015 bis 2020 angestiegen, während sich der Anteil an Messstellen mit signifikant fallendem Trend zwischen diesen Zeiträumen kaum verändert hat. Aufgrund dieser Entwicklung unterschied sich der Anteil an Messstellen mit signifikant fallendem und signifikant steigendem Trend in den letzten Untersuchungszeiträumen kaum voneinander (Abbildung 32).

Auch im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser unterschied sich der Anteil an Messstellen mit signifikant fallendem und signifikant steigendem Trend im gesamten Untersuchungszeitraum kaum voneinander. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser und im Festgesteinsgebiet war der Anteil an Messstellen mit signifikant fallendem Trend in den ersten Untersuchungszeiträumen stets höher als der Anteil an Messstellen mit signifikant steigendem Trend. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser ist dieser Unterschied seit dem Zeitraum 2011-2016 gering und im Festgesteinsgebiet überwiegen seit dem Zeitraum 2014-2019 Messstellen mit signifikant steigendem Trend (Abbildung 32).



Bild 18: Grundwassermessstelle im Landkreis Stade

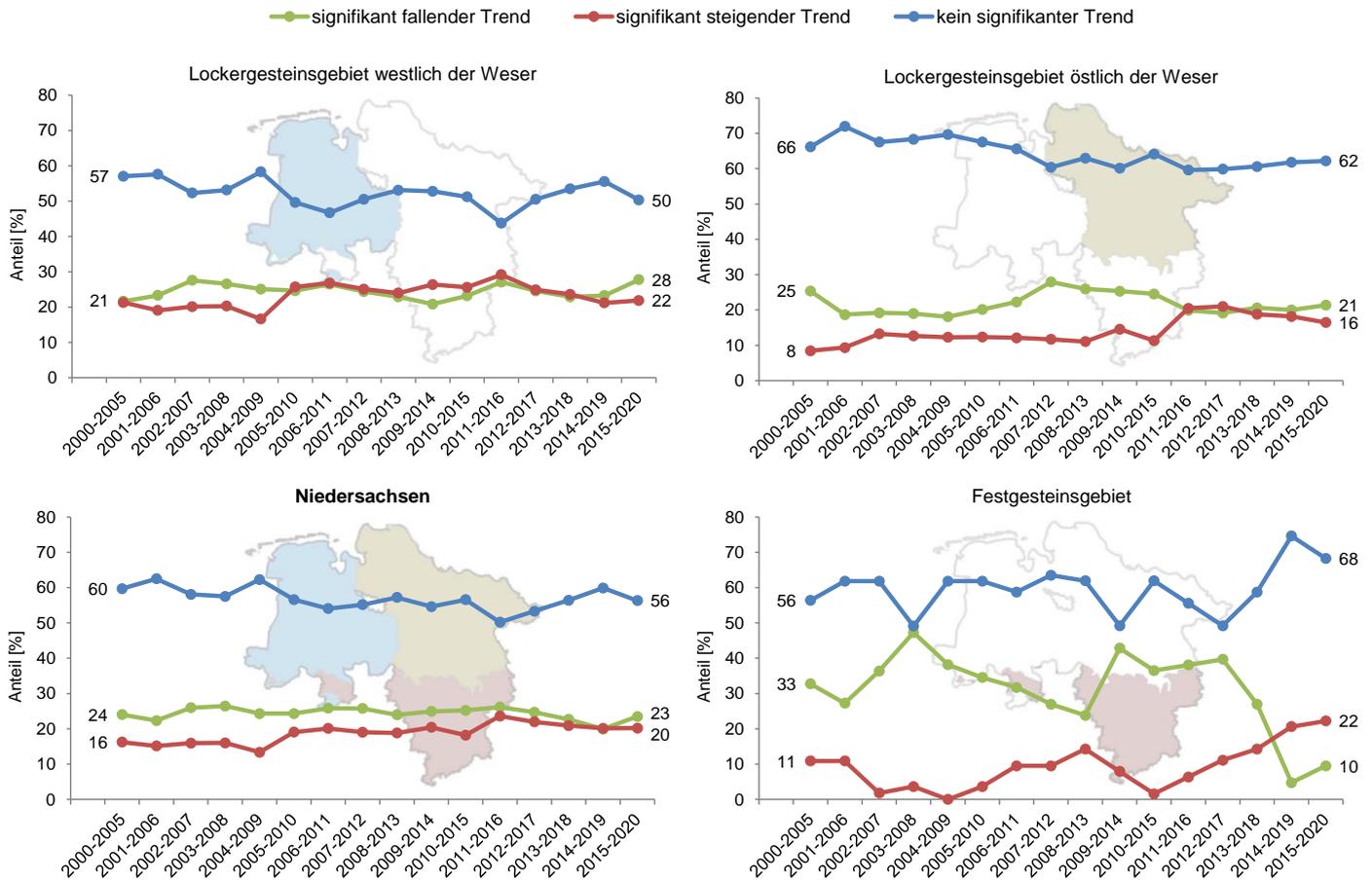


Abbildung 32: Anteil an Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit signifikant fallendem und signifikant steigendem Trend der Nitratkonzentration sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratkonzentration der Zeiträume 2000-2005 bis 2015-2020 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 520)

In Abbildung 33 ist das Trendverhalten der Nitratkonzentration von 936 Erfolgskontrollmessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l, für die einzelnen Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2015 bis 2020 dargestellt. Da der Betrachtungszeitraum bei dieser Darstellung kürzer ist als in der vorangegangenen Darstellung, erfüllen mehr Messstellen die Kriterien für die Trendermittlung, so dass die Anzahl an Messstellen bei dieser Auswertung höher ist als bei der vorangegangenen Auswertung.

Ähnlich wie bei den Nitratgehalten der Trinkwassergewinnungsgebiete, wo in vielen Trinkwassergewinnungsgebieten gleichzeitig Messstellen mit hohen und niedrigen Nitratgehalten vorkommen (Abbildung 5), gibt es auch bzgl. des Trendverhaltens viele Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant steigendem und signifikant fallendem Trend sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratkonzentration in einem Trinkwassergewinnungsgebiet zu finden sind. Aufgrund dieses Nebeneinanders ist eine Differenzierung von Regionen mit einem

hohen Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant steigendem bzw. signifikant fallendem Trend der Nitratkonzentration nicht möglich. Vielmehr ist jedes Trinkwassergewinnungsgebiet für sich zu betrachten, wobei einzelne Trinkwassergewinnungsgebiete mit einem überdurchschnittlich hohen Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant steigendem bzw. signifikant fallendem Trend auffallen: Insgesamt konnten für 159 Trinkwassergewinnungsgebiete Trends der Nitratkonzentrationen von Erfolgskontrollmessstellen ermittelt werden. In 76 Trinkwassergewinnungsgebieten sind mindestens 5 Trendmessstellen enthalten. In 51 dieser 76 Trinkwassergewinnungsgebiete (67 %), wiesen über die Hälfte der Trendmessstellen keinen signifikanten Trend auf. In 4 Trinkwassergewinnungsgebieten (5 %) war der Trend bei über der Hälfte der Messstellen signifikant fallend, während er in 3 Trinkwassergewinnungsgebieten (4 %) bei mehr als der Hälfte der Trendmessstellen signifikant anstieg. In 18 Trinkwassergewinnungsgebieten (24 %) wiesen weniger als die Hälfte der Trendmessstellen einen signifikant fallenden, signifikant steigenden bzw. keinen signifikanten Trend auf (Abbildung 33).

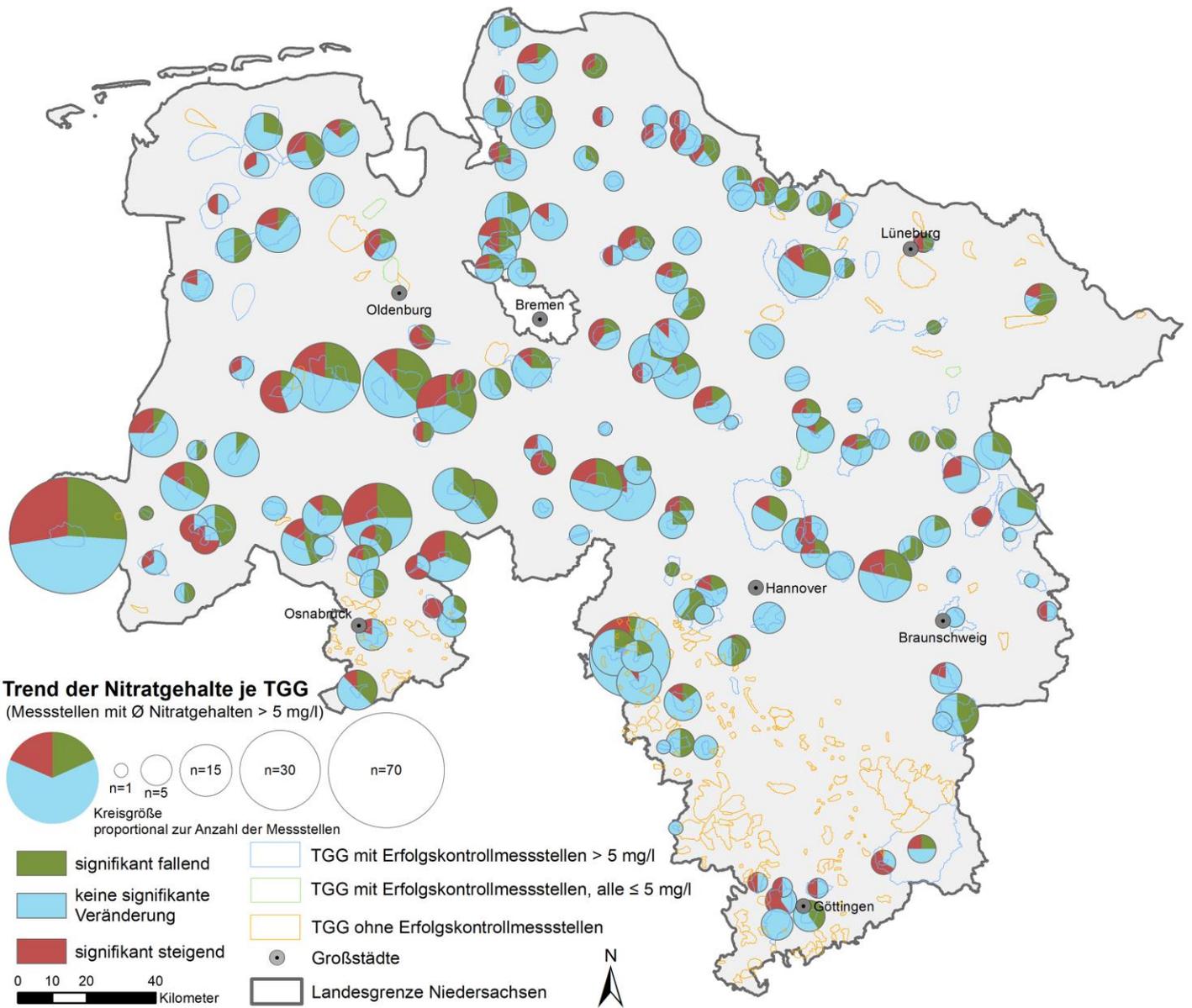


Abbildung 33: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant fallenden und signifikant steigenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2015 bis 2020 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 936)

In Abbildung 29 wurde aufgezeigt, dass die Nitratgehalte in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2000 bis 2020 sowohl landesweit als auch in den einzelnen Großräumen generell zurückgegangen sind. Um Aussagen darüber treffen zu können, ob die rückläufigen Nitratgehalte in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch als Erfolg des Kooperationsmodells zu werten sind, wurden den Erfolgskontrollmessstellen sogenannte Referenzmessstellen gegenübergestellt. Als Referenzmessstellen wurden Messstellen ausgewählt, für die überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2020 vorliegen und die mindestens 100 m von der Außengrenze der Trinkwassergewinnungsgebiete sowie maximal 30 km von der nächsten Erfolgskontrollmessstelle entfernt sind. Die Entfernung zu den Trinkwassergewinnungsgebieten soll sicherstellen, dass

die Referenzmessstellen nicht durch die Einflüsse der Trinkwassergewinnungsgebiete beeinträchtigt werden, und durch die Nähe zur nächsten Erfolgskontrollmessstelle soll verhindert werden, dass sich Referenzmessstellen in Regionen befinden, in denen keine Erfolgskontrollmessstellen vorkommen. Aufgrund unterschiedlicher Faktoren, die die Nitratkonzentrationen der Erfolgskontroll- bzw. Referenzmessstellen beeinflussen, wie z.B. die Verfilterungstiefe oder die Denitrifikation, ist es möglich, dass die Nitratgehalte der ausgewählten Referenzmessstellen nicht direkt mit den Nitratgehalten der Erfolgskontrollmessstellen vergleichbar sind. Aus diesem Grund wurden die Nitratkonzentrationen zu Beginn der Zeitreihe auf 100 % gesetzt, um die Entwicklung der Nitratkonzentrationen relativ gesehen miteinander zu vergleichen.

Der Vergleich der Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit denen der Referenzmessstellen zeigt landesweit wie auch in allen Großräumen, dass sich die Nitratgehalte außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete zwischen 2000 und 2020 kaum veränderten, während die Nitratgehalte in den Trinkwassergewinnungsgebieten in diesem Zeitraum zurückgingen. Am deutlichsten war dieser Rückgang in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes. Hier sanken die Nitratgehalte auf 74 % des Ausgangswertes aus dem Jahr 2000. Mit 91 % des Ausgangswertes war der Rückgang der Nitratgehalte im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser am geringsten. Landesweit gingen die Nitratgehalte innerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete auf 88 % des Ausgangswertes zurück (Abbildung 34).

Der Rückgang der Nitratgehalte innerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete bei gleichbleibenden Nitratgehalten außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete ist ein Zeichen für die erfolgreiche Arbeit im Rahmen des Kooperationsmodells.



Bild 19: Grundwassermessstelle im Landkreis Diepholz

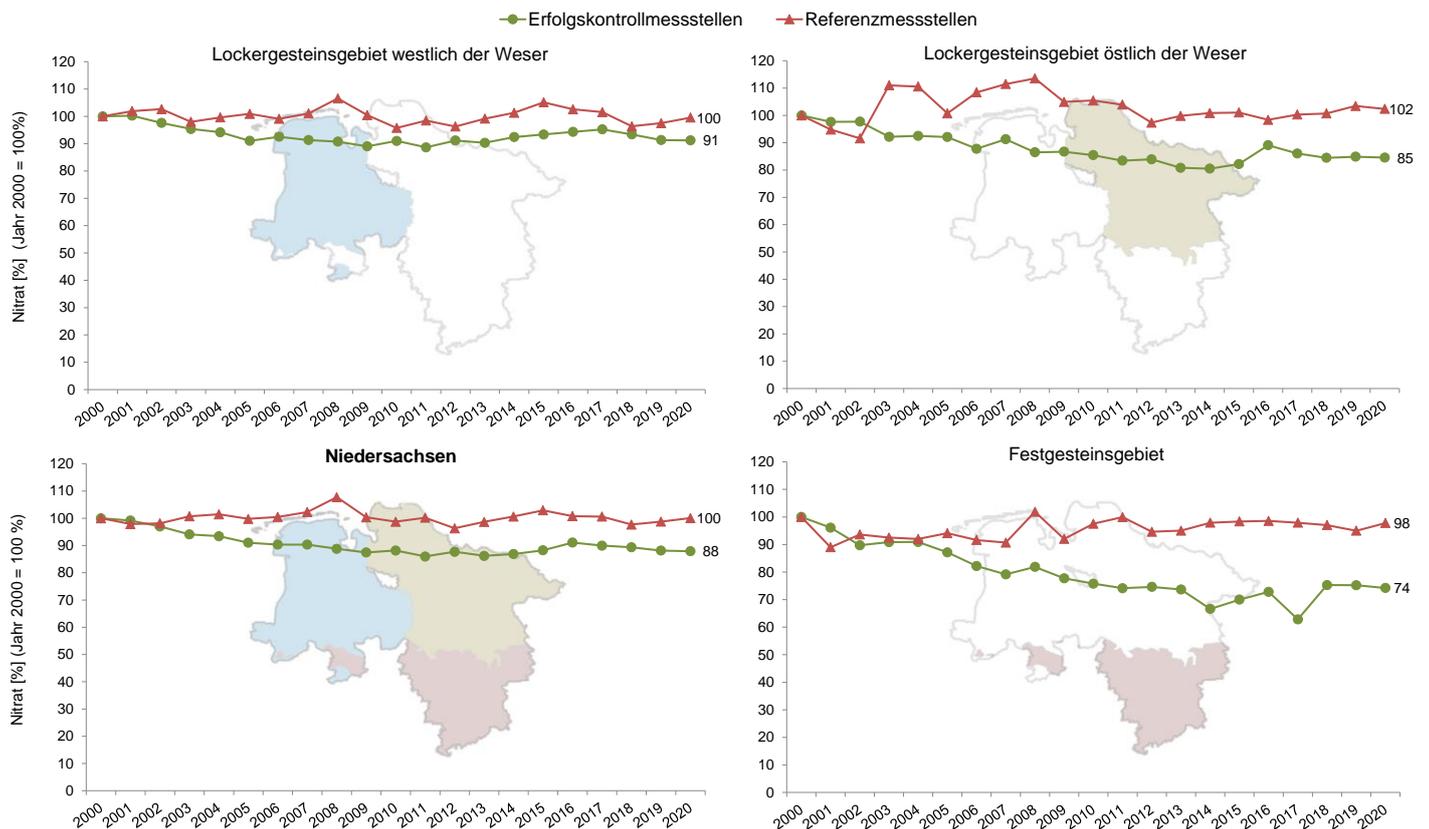


Abbildung 34: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontroll- und Referenzmessstellen innerhalb bzw. außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells in % (Nitratgehalt im Jahr 2000 = 100 %) zwischen 2000 und 2020 (n = 663 Erfolgskontroll- und 539 Referenzmessstellen)

4.6 Erfolgskontrolle im Rohwasser

Der Erhalt bzw. die Verbesserung der Rohwasserqualität ist eines der Ziele der Trinkwasserschutzmaßnahmen im Rahmen des Kooperationsmodells. Von den Methoden der Erfolgskontrolle weist die Nitratkonzentration im Rohwasser jedoch die längste zeitliche Verzögerung von der Maßnahmendurchführung bis zum Nachweis des Maßnahmenerfolges auf.

Die Erfolgskontrolle im Rohwasser wird anhand der Entwicklung der Nitratgehalte der Rohwassermessstellen aufgezeigt. Hierzu wurden 893 der insgesamt 1.332 Rohwassermessstellen herangezogen. Für diese 893 Rohwassermessstellen liegen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2020 vor.

Von den drei Großräumen Niedersachsens war das Niveau der Nitratkonzentrationen im Rohwasser im Festgesteinsgebiet

biet im Jahr 2020 mit 20 mg/l am höchsten und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser mit 1 mg/l am niedrigsten. Das Lockergesteinsgebiet westlich der Weser nahm mit 11 mg/l eine Mittelstellung ein. Zwischen 2000 und 2020 sind die Nitratkonzentrationen im Festgesteinsgebiet, im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sowie landesweit leicht zurückgegangen. Dagegen veränderten sich die Nitratkonzentrationen im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser in diesem Zeitraum kaum (Abbildung 35). Ein zeitnaher Rückgang der Nitratkonzentrationen im Rohwasser aufgrund von Grundwasserschutzmaßnahmen ist i.d.R. lediglich bei Brunnen mit geringer Fördertiefe und/oder in Gebieten mit hohen Fließgeschwindigkeiten festzustellen. Bei tiefen Grundwasserentnahmen, geringdurchlässigen Bodenschichten oder langen Fließzeiten ist der Rückgang der Nitratgehalte dagegen erst mit entsprechender Zeitverzögerung zu erwarten. Anhand des zeitverzögerten Rückgangs der Nitratgehalte im Rohwasser benötigt Grundwasserschutz einen langen Atem.

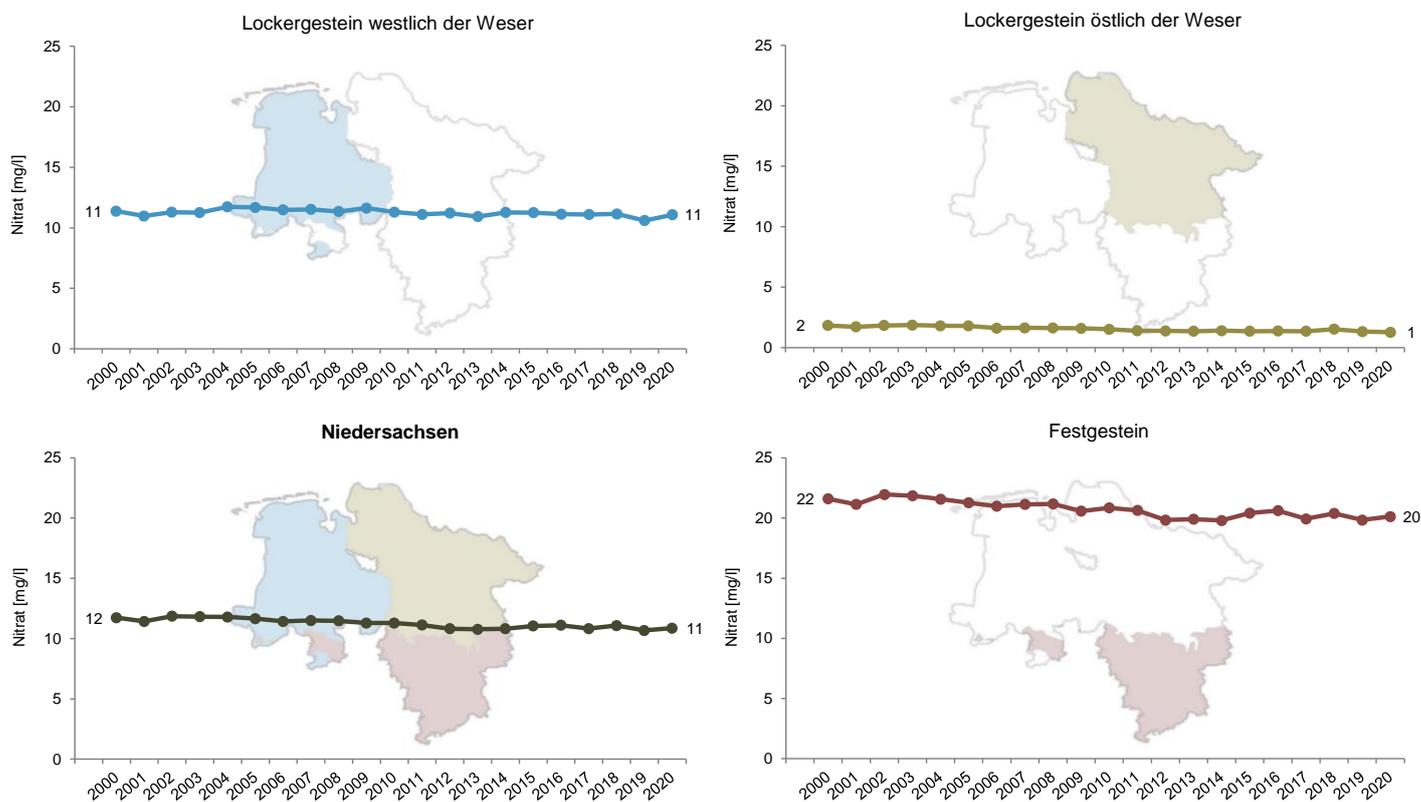


Abbildung 35: Entwicklung der Nitratgehalte von Rohwassermessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2020 (n = 893)

Nachfolgend wird das Trendverhalten der Nitratkonzentration von 415 Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l betrachtet. Analog zu den Erfolgskontrollmessstellen erfolgten die hier vorgenommenen Trendanalysen für 6-Jahres-Zeiträume nach Artikel 5 und Anhang IV der Grundwasser-Tochterrichtlinie, die in einem NLWKN-Leitfaden umgesetzt wurde (NLWKN 2009).

Entsprechend der geringen Veränderungen der Nitratgehalte im Rohwasser (Abbildung 35), war der Anteil an Rohwassermessstellen ohne signifikante Veränderung in allen Großräumen sehr hoch und die Anteile von Rohwassermessstellen mit signifikant fallendem bzw. signifikant steigendem Trend vergleichsweise gering. Da die meisten Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l im Festgesteinsgebiet liegen, spiegeln die landesweiten Werte weitgehend die Situation im Festgesteinsgebiet wider. Dagegen schwankt das Trendverhalten der Nitratkonzentration in den Rohwassermessstellen im Lockergesteinsgebiet östlich der

Weser aufgrund der geringen Anzahl an Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l sehr stark (Abbildung 36).



Bild 20: Förderbrunnen im Landkreis Göttingen

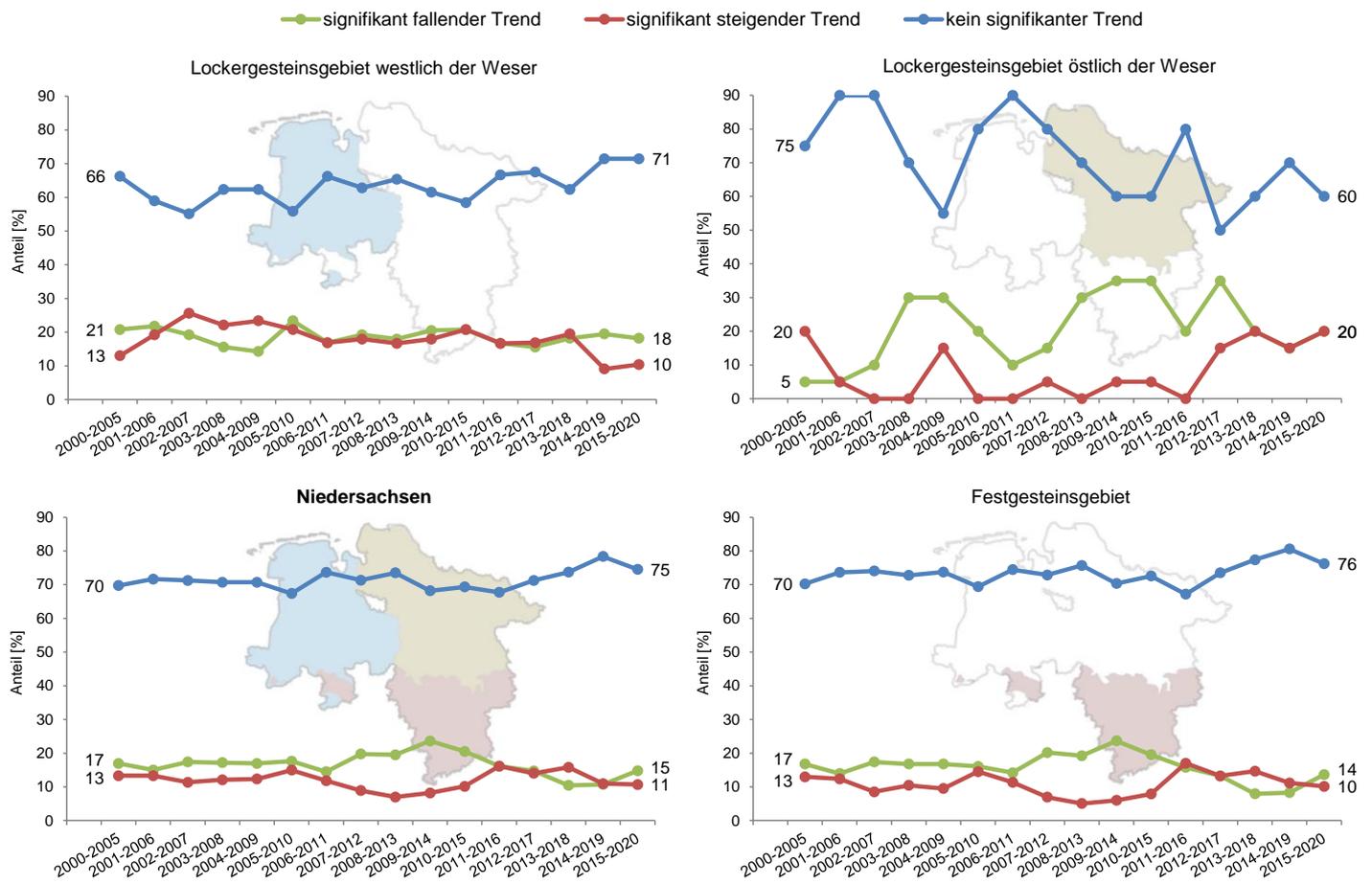


Abbildung 36: Anteil an Rohwassermessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit signifikant fallenden und signifikant steigenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte der Zeiträume 2000-2005 bis 2015-2020 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 415)

In Abbildung 37 ist das Trendverhalten der Nitratkonzentrationen von 508 Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l für den Zeitraum 2015 bis 2020 dargestellt. Diese 508 Rohwassermessstellen verteilen sich auf 225 Trinkwassergewinnungsgebiete, von denen sich 175 im Festgesteinsgebiet befinden. In 147 Trinkwassergewinnungsgebieten lagen die Nitratgehalte aller Rohwassermessstellen unter 5 mg/l, so dass für diese Trinkwassergewinnungsgebiete kein Trend ermittelt wurde. Viele dieser Trinkwasser-

gewinnungsgebiete liegen in der Lüneburger Heide sowie in Ostfriesland.

78 % des geförderten Rohwassers mit Nitratgehalten über 5 mg/l wies in Niedersachsen im Zeitraum 2015 bis 2020 keine signifikante Veränderung der Nitratkonzentrationen auf. Bei 16 % des geförderten Rohwassers mit Nitratgehalten über 5 mg/l waren die Nitratkonzentrationen signifikant fallend und bei 6 % signifikant steigend (Abbildung 37).

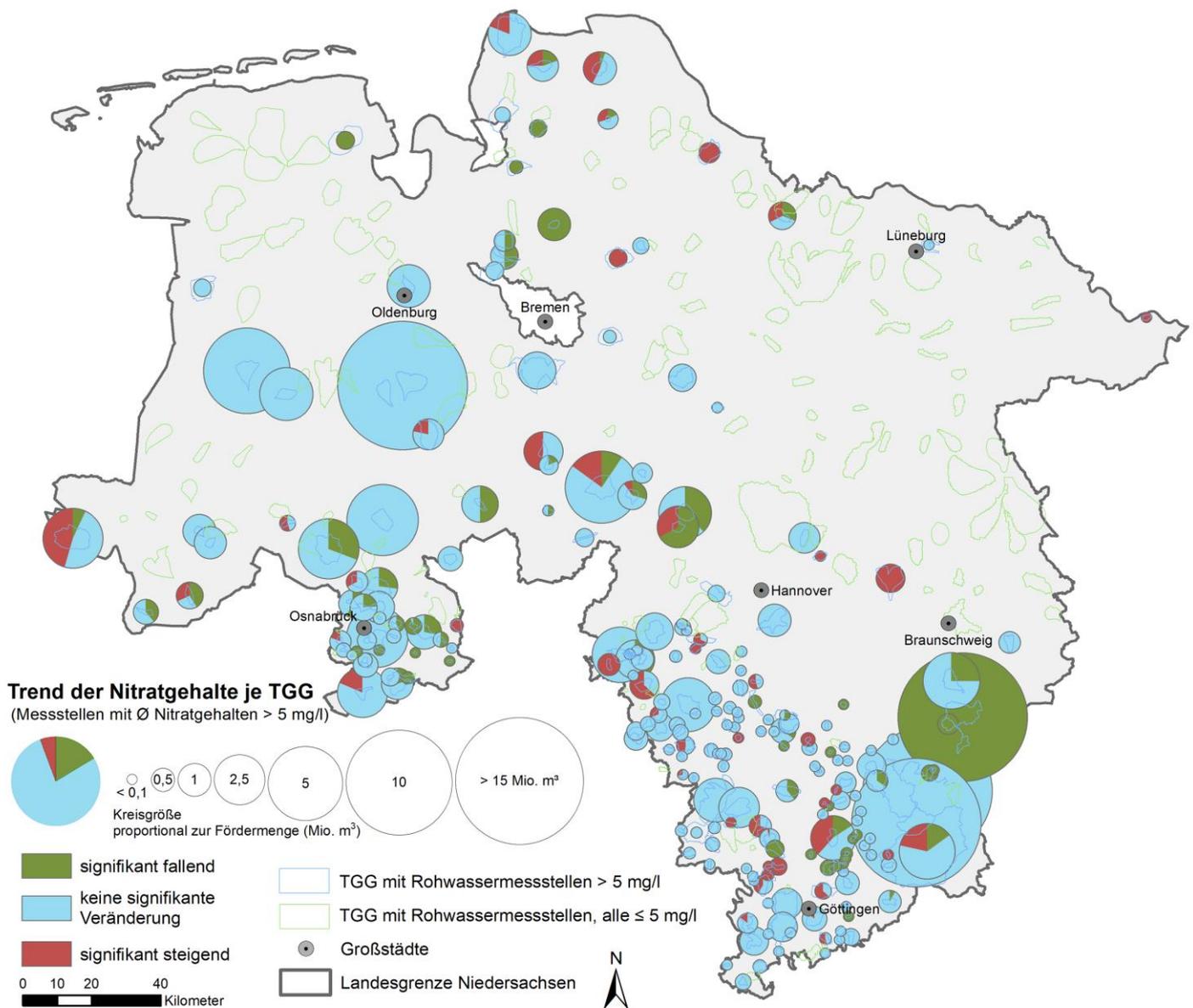


Abbildung 37: Prozentuale Verteilung der Rohwasserförderung mit signifikant fallenden und signifikant steigenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalten in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2015 bis 2020 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 508)

5. Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

5.1 Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung

Landesweit betragen die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen im Rahmen des Kooperationsmodells im Jahr 2020 rund 12,2 Mio. €, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche, ohne Forstmaßnahmen, rund 43 €/ha entspricht. Die Ausgaben pro Hektar waren im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 48 €/ha LF am höchsten und

im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser mit 38 €/ha LF am geringsten. Mit rund 29 % hatte die Freiwillige Vereinbarung „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ landesweit den höchsten Anteil an den Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen, gefolgt von der Freiwilligen Vereinbarung „reduzierte N-Düngung“ (17 %) und „gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung“ (13 %).

In den beiden Lockergesteinsgebieten östlich und westlich der Weser hatte die Freiwillige Vereinbarung „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ mit 40 % bzw. 28 % den höchsten Anteil an den Gesamtausgaben. Im Festgesteinsgebiet wurde für die Vereinbarung „Reduzierte N-Düngung“ am meisten ausgegeben (Tabelle 25).

Tabelle 25: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen im Jahr 2020 differenziert nach den Kategorien des MU-Maßnahmenkataloges (MU 2015)

FV-Code	Bezeichnung	Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen [€]			
		Lockergestein westl. d. Weser	Lockergestein östl. d. Weser	Festgestein	Land
I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	30.116	3.262	5.933	39.312
I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	130.182	67.826	143.785	341.793
I.C	Gewässerschon. Gülleausbringung	145.055	103.584	77.121	325.760
I.D	Wirtschaftsdünger- u. Bodenanalysen	7.640	60.765	28.052	96.457
I.E	Begrünung mit Zwischenfrüchten u.ä.	1.379.924	1.765.348	451.564	3.596.836
I.F1	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	1.061.039	331.939	222.437	1.615.415
I.F2	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	12.937	526.389	604.044	1.143.370
I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	548.837	39.612	151.944	740.393
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	525.019	86.798	26.419	638.236
I.I	Reduzierte N-Düngung	847.013	596.746	647.421	2.091.180
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	49.573	186.371	73.430	309.374
I.K	Einsatz stabilisierter N-Dünger		48.951	0	48.951
I.L	Gewässerschonen. Pflanzenschutz	187.200	275.966	30.470	493.636
II	Umwandlung von Acker in Grünland	11.851	11.346	18.216	41.413
III	Ackerflächen mit Zielvorgaben	7.303	249.497	264.673	521.473
IV	Erosionsschutz Forst	0	0	41.176	41.176
V	Erstaufforstung	0	0	0	0
VI	a) Waldumbau	0	76.637	0	76.637
VI	b) Sandheiden	0	32.323	0	32.323
Summe [€]		4.943.688	4.463.360	2.786.686	12.193.734
Summe [€/ha LF]		48	38	43	43

Für die Gewässerschutzberatung betragen die Ausgaben im Rahmen des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit im Jahr 2020 rund 6,6 Mio. €, was rund 23 €/ha LF entspricht. Im Festgesteinsgebiet waren die Ausgaben pro Hektar mit 26 €/ha LF am höchsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 20 €/ha LF am geringsten. Über die Hälfte der Ausgaben wurde in allen drei Großräumen für die Umsetzung der betrieblichen Beratung verwendet, während der übrige Teil für die Erhebung, Aktualisierung und Auswertung von Grundlagendaten, für begleitende Untersuchungen und Versuche sowie für die Erfolgskontrolle verwendet wurde (Tabelle 26). Die Gesamtausgaben für die Gewässerschutzberatung variierten in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2020 zwischen 13 €/ha LF und 52 €/ha LF. Die Ausgaben für die betriebliche Beratung variierten zwischen 6 €/ha LF und 34 €/ha LF und unterschieden sich damit um über das 5-fache. Auf die Erhebung von Grundlagendaten sowie auf Untersuchungen und Versuche wurde in einigen Kooperationen komplett verzichtet (Tabelle 26).

tende Untersuchungen und Versuche sowie für die Erfolgskontrolle verwendet wurde (Tabelle 26). Die Gesamtausgaben für die Gewässerschutzberatung variierten in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2020 zwischen 13 €/ha LF und 52 €/ha LF. Die Ausgaben für die betriebliche Beratung variierten zwischen 6 €/ha LF und 34 €/ha LF und unterschieden sich damit um über das 5-fache. Auf die Erhebung von Grundlagendaten sowie auf Untersuchungen und Versuche wurde in einigen Kooperationen komplett verzichtet (Tabelle 26).

Tabelle 26: Ausgaben für die Gewässerschutzberatung im Jahr 2020 differenziert nach einzelnen Arbeitsbereichen

	Gesamtausgaben		Aufteilung der GSB-Ausgaben			
	Gewässerschutzberatung		Grundlagendaten	Betriebliche Beratung	Untersuchungen/Versuche	Erfolgskontrolle
	[€]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]
Land	6.554.912	23	1	14	2	6
Lockergestein westl. der Weser	2.109.286	20 (13-35) ¹⁾	1 (0-3)	14 (8-25)	1 (0-4)	4 (2-12)
Lockergestein östl. der Weser	2.734.506	24 (16-52)	1 (0-8)	13 (6-30)	3 (0-5)	7 (2-12)
Festgestein	1.711.121	26 (15-46)	1 (0-4)	14 (8-34)	4 (2-7)	7 (4-14)

¹⁾ Zahlen in Klammern geben den Schwankungsbereich (Min-Max) der einzelnen Kooperationen an

Insgesamt beliefen sich die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung im Jahr 2020 landesweit auf ca. 18,7 Mio. €, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche, ohne Forstmaßnahmen, 66 €/ha entspricht (Tabelle 25 und Tabelle 26).

Im Zeitraum 2004 bis 2020 sind die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung landesweit um ca. 2,2 Mio. € angestiegen. Dabei sind die Ausgaben für die Gewässerschutzberatung in diesem Zeitraum stetig um insgesamt ca. 0,8 Mio. € angestiegen, während die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen in diesem Zeitraum um ca. 1,4 Mio. € angestiegen sind, dabei aber größeren Schwankungen unterlegen waren (Abbildung 38). Die Entwicklung der Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen sowie die Gewässerschutzberatung verlief in den

drei Großräumen unterschiedlich. So sind die Ausgaben für die Gewässerschutzberatung in dem Lockergesteinsgebiet westlich der Weser zwischen 2004 und 2020 angestiegen, während sie im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sowie Festgesteinsgebiet in diesem Zeitraum etwas zurückgegangen sind. Die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen sind im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser ebenfalls zwischen 2004 und 2020 angestiegen, im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser gleichgeblieben und im Festgesteinsgebiet zurückgegangen. Dementsprechend sind die Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung zwischen 2004 und 2020 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser um ca. 2,8 Mio. € angestiegen, während sie im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser um ca. 0,3 Mio. € und im Festgesteinsgebiet um ca. 0,4 Mio. € zurückgegangen sind (Abbildung 38).

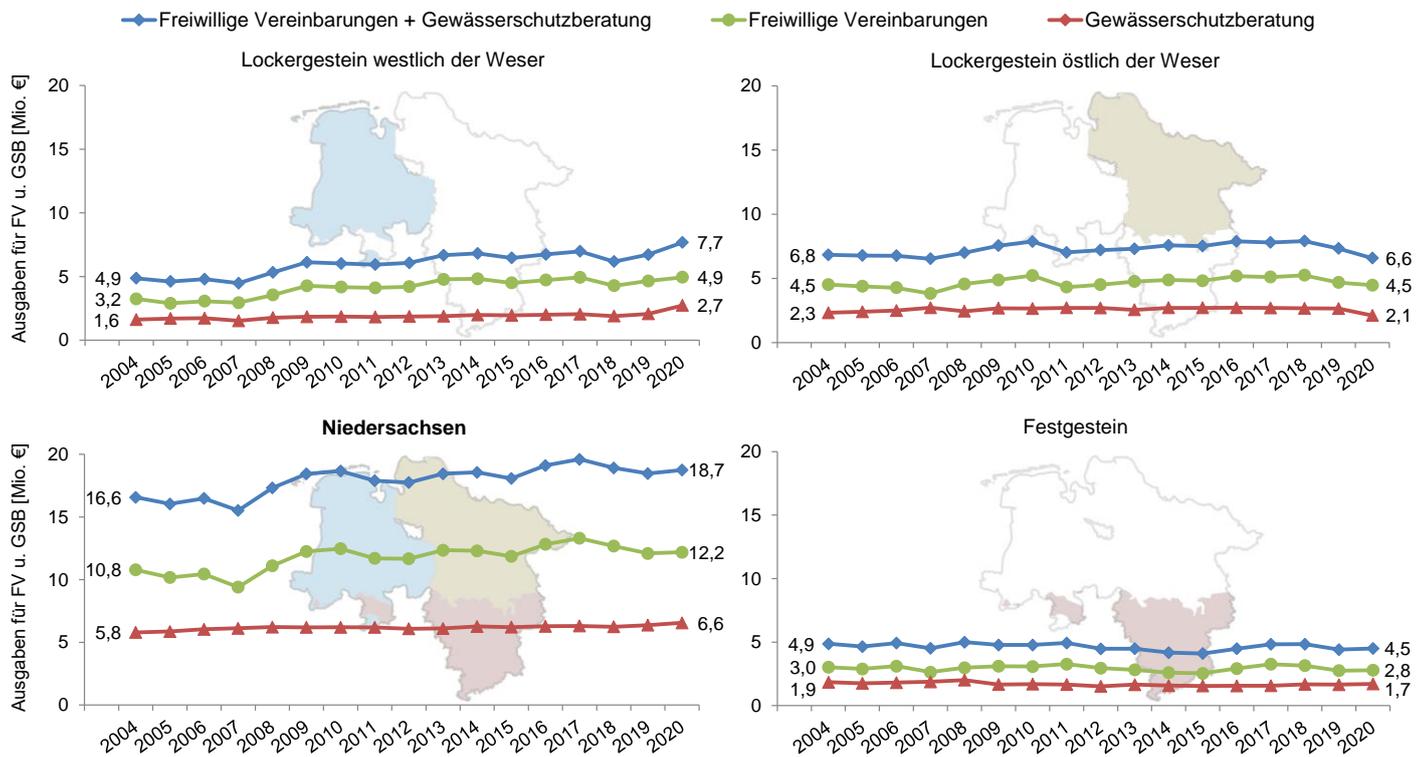


Abbildung 38: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung im Zeitraum 2004 bis 2020 (In den Jahren 2004 - 2007 sind bei den FV auch die Ausgaben für die sog. PROLAND-Maßnahmen zum Trinkwasserschutz enthalten.)



Bild 21: Gruppenberatung

In der Abbildung 39 sind die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung der einzelnen Kooperationen für das Jahr 2020 dargestellt. Im Mittel aller Kooperationen wurden 65 % der Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und 35 % für die Gewässerschutzberatung getätigt (Abbildung 39).

Auf die 5 größten Kooperationen (OOWV, Leer, Obere Leine, Fuhrberger Feld und WV Gifhorn) entfielen 32 % der Gesamtausgaben. In diesen Kooperationen war der Anteil der Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen höher (72 %) und der für die Gewässerschutzberatung geringer (28 %) als im Mittel aller Kooperationen. Demnach war der Anteil der Ausgaben in den übrigen Kooperationen für die Freiwilligen Vereinbarungen geringer (62 %) und der für die Gewässerschutzberatung höher (38 %) als im Landesmittel (Abbildung 39).

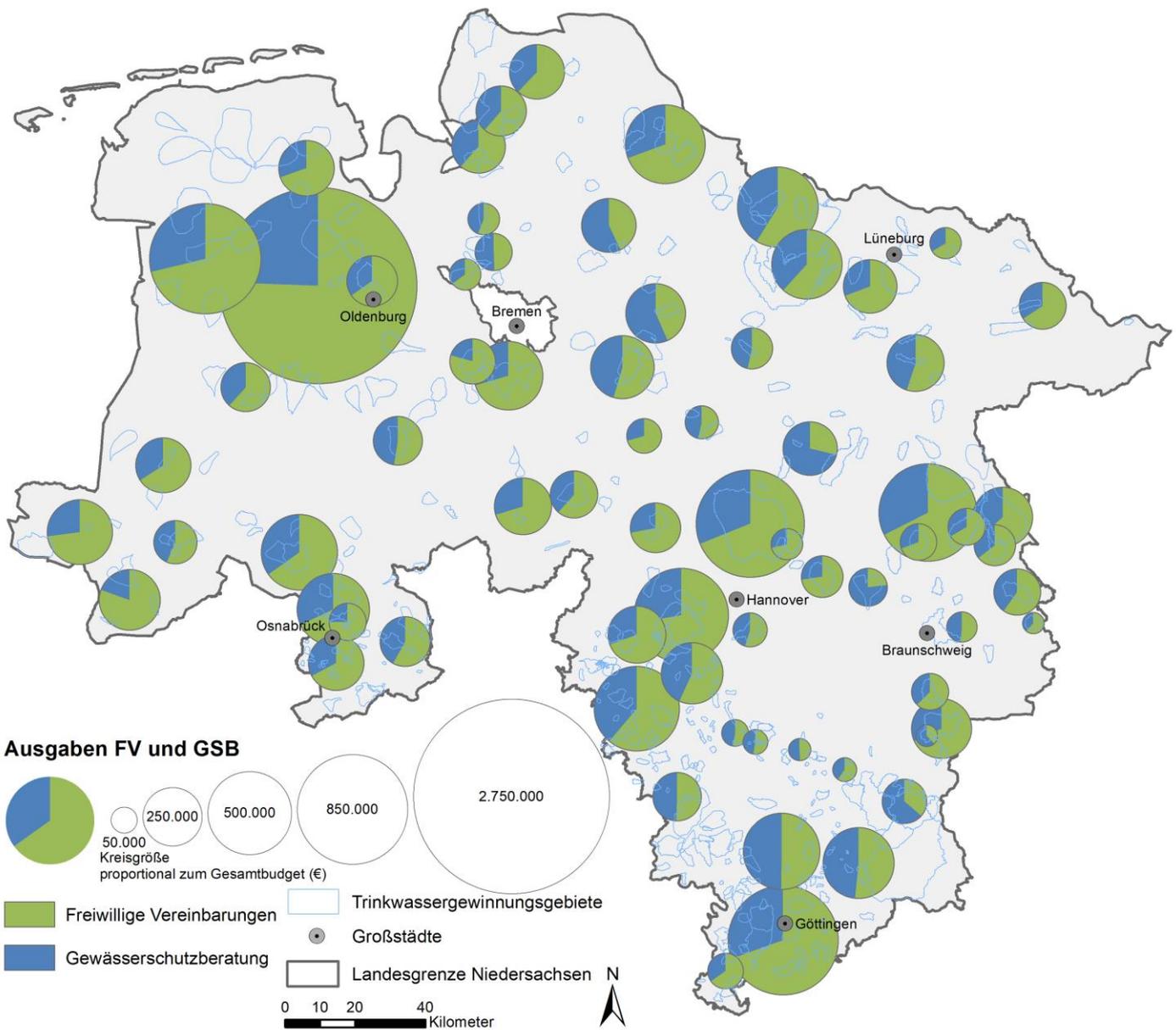


Abbildung 39: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2020

Aus den Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen lassen sich die Kosten für die Minderung der Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen und für die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte um jeweils ein kg Stickstoff berechnen. Hierzu wurden die Ausgaben für die einzelnen Freiwilligen Vereinbarungen, ohne Forstmaßnahmen, (Tabelle 25) durch die Minderung der Stickstoffüberschüsse (Tabelle 20) bzw. durch die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte (Tabelle 23) dividiert. Danach ergab sich durch den Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen im Jahr 2020 eine mittlere

Kosten-Nutzen-Effizienz in Höhe von 6,69 € pro kg Stickstoffüberschussminderung bzw. von 4,92 € pro kg Herbst-Nmin-Minderung (Tabelle 27).

Für die einzelnen Kooperationen besteht die Herausforderung darin, aus den vorhandenen Mitteln für Freiwillige Vereinbarungen, die größtmögliche Stickstoff-Minderung zu erzielen. Hierbei sind Freiwillige Vereinbarungen mit vergleichsweise geringen Ausgleichsbeträgen häufig effizienter als Maßnahmen mit hohen Ausgleichsbeträgen (Tabelle 27).

Tabelle 27: Mittlere Ausgleichsbeträge der Freiwilligen Vereinbarungen in €/ha und mittlere Kosten für die Minderung um ein kg Stickstoff bezogen auf den Stickstoffüberschuss von Schlagbilanzen und den Herbst-Nmin-Gehalt im Jahr 2020

FV Code	Bezeichnung	Ausgleichsbetrag	N-Minderung [€/kg N]	
		[€/ha]	N-Überschuss	Herbst-Nmin
I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	5	0,48	0,48
I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	175	6,99	11,65
I.C	Gewässerschonende Gülleausbringung	25	1,68	∞
I.E	Begrünung mit Zwischenfrüchten u.ä.	105	∞	3,49
I.F1	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	218	7,27	7,27
I.F2	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	356	7,11	7,11
I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	129	4,29	5,15
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	43	4,27	1,42
I.I	Reduzierte N-Düngung	111	3,70	22,21
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	46	4,60	3,07
I.K	Einsatz stabilerer N-Dünger	39	3,94	3,94
I.L	Gewässerschonender Pflanzenschutz	31	∞	∞
II	Umwandlung von Acker in Grünland	316	6,32	6,32
III	Ackerflächen mit Zielvorgaben	109	4,35	4,35
Flächengewichtete Mittelwerte		88	6,69	4,92

Die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung pro Kubikmeter gefördertem Rohwasser beliefen sich im Jahr 2020 landesweit auf 3,15 Cent. Hiervon entfielen 2,05 Cent/m³ auf die Freiwilligen Vereinbarungen und 1,10 Cent/m³ auf die Gewässerschutzberatung. Innerhalb der drei Großräume variierten die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung pro Kubikmeter gefördertem Rohwasser nur geringfügig. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser waren die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung mit 3,27 Cent/m³ am höchsten und im Festgesteinsgebiet mit 3,00 Cent/m³ am niedrigsten (Tabelle 28).

Tabelle 28: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen (FV) und Gewässerschutzberatung (GSB) in ct/m³ gefördertem Rohwasser im Jahr 2020

Land	Ausgaben für FV und GSB in ct/m ³ gefördertem Rohwasser		
	FV	GSB	Gesamt
Land	2,05	1,10	3,15
Lockergestein westl. der Weser	2,29	0,98	3,27
Lockergestein östl. der Weser	1,94	1,19	3,13
Festgestein	1,86	1,14	3,00

5.2 Weitere Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

Neben den Ausgaben für die Gewässerschutzberatung und die Freiwilligen Vereinbarungen wurden im Rahmen des Kooperationsmodells auch Ausgaben zur Förderung des Flächenerwerbs, für Modell- und Pilotvorhaben sowie für die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen getätigt.

Die Ausgaben für die Förderung des Flächenerwerbs betragen zwischen 1994 und 2013 insgesamt ca. 15 Mio. €. Ausgehend von einer Fördersumme von nahezu 3 Mio. € im Jahr 1995 nahm die Fördersumme seitdem kontinuierlich ab. Diese Abnahme ging so weit, dass im Jahr 2010 kein einziger Flächenerwerb gefördert wurde. Im Zeitraum 2011 bis 2013 lagen die durchschnittlichen Ausgaben für die Förderung des Flächenerwerbs bei rund 120.000 € pro Jahr. In den Jahren 2014 und 2015 wurde der Flächenerwerb nicht gefördert und ab 2016 lässt die Förderrichtlinie (MU 2016) die Förderung des Flächenerwerbs nicht mehr zu.

Für Modell- und Pilotvorhaben betragen die Ausgaben zwischen 1994 und 1997 im Mittel rund 900.000 € pro Jahr, während sie sich zwischen 2000 und 2022 auf durchschnittlich rund 200.000 € pro Jahr beliefen.

Die Ausgaben für die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen im kooperativen Trinkwasserschutz betragen zwischen 1993 und 2005 rund 500.000 € pro Jahr, zwischen 2006 und 2017 rund 250.000 € pro Jahr und für den Zeitraum 2018 bis 2022 rund 400.000 € pro Jahr.

6. Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells

Während das Kooperationsmodell die Verminderung der Nitrateinträge in das Grundwasser zum Ziel hat, stehen diesen Zielen allgemeine Entwicklungen gegenüber, die eine Zunahme der Nitrateinträge nach sich ziehen und somit den Erfolgen des Kooperationsmodells entgegenwirken.

Im Einzelnen sind hier vor allem die folgenden Entwicklungen zu nennen, auf die in diesem Kapitel näher eingegangen wird:

- Hoher Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz
- Hoher Maisanteil und hohes Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen
- Abnahme des Grünland- und Bracheanteils
- Steigende Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund veränderter Anbauverhältnisse
- Nitratdurchbruch aufgrund der Endlichkeit von reduzierenden Stoffen im Untergrund

Belastungen, die eine Zunahme der Nitrateinträge in das Grundwasser nach sich ziehen, finden sich auch in den rund 80 Schutzkonzepten des Niedersächsischen Kooperationsmodells. In den Schutzkonzepten wird zwischen standörtlichen und nutzungsbedingten Belastungen unterschieden. Dabei sind die standörtlichen Belastungen naturgegeben und durch die Gewässerschutzberatung wenig bis gar nicht beeinflussbar. Die nutzungsbedingten Belastungen ergeben sich dagegen zum einen aus der landwirtschaftlichen Struktur des jeweiligen Betriebes und zum anderen daraus, dass Empfehlungen der Gewässerschutzberatung, selbst nach langjähriger Beratung, nicht befolgt bzw. das landwirtschaftliche Fachrecht nicht eingehalten wird. In der nachfolgenden Tabelle ist eine Auswahl an nutzungsbedingten Belastungen aufgeführt, die aus den aktuell gültigen Schutzkonzepten (2018-2022 bis 2022-2026) des Niedersächsischen Kooperationsmodells stammen. Die Beseitigung dieser nutzungsbedingten Belastungen ist Gegenstand der Schutzkonzepte und somit Inhalt der Gewässerschutzberatung und der Freiwilligen Vereinbarungen.

Tabelle 29: Nutzungsbedingte Belastungen aus den aktuellen Schutzkonzepten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

<p>Hohe Stickstoffdüngung im Allgemeinen</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Zu hohe Stickstoffdüngung ➤ Zu hoher Mineraldüngereinsatz ➤ Tatsächlich ausgebrachte N-Menge ist oftmals höher als die empfohlene N-Menge ➤ Zu hohe Stickstoffdüngung auf flachgründigen bzw. austragsgefährdeten, ertragsunsicheren Standorten ➤ Ungenaue Kalkulation des erforderlichen N-Einsatzes aufgrund ungenauer Ertragsabschätzung im Futterbau ➤ N-Düngung wird oft nicht an schwankende Erträge durch Vorsommertrockenheit bzw. die Heterogenität d. Flächen angepasst ➤ Die N-Düngung zum Mais liegt in vielen Fällen auf einem zu hohen Niveau, vor allem werden N-Nachlieferungen aus dem Bodenvorrat auf humosen Standorten oder langjährig organisch gedüngten Standorten zu wenig berücksichtigt ➤ Erschwerte Kalkulation der N-Mengen aus der Abwassererregung für die Düngeplanung, da Zeitpunkt und Mengen der Abwassererregung durch die Entwässerungsbetriebe geregelt werden ➤ Hohe N-Bilanzüberschüsse aus dem Nährstoffeinkauf über Futtermittel und Mineraldünger ➤ Hohe N-Überschüsse aufgrund des Missverhältnisses zwischen N-Düngung und den erzielten Erträgen
<p>Hoher Wirtschaftsdüngereinsatz</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Höherer Nährstoffanfall aus Tierhaltung und Biogasanlagen, als auf der eigenen Fläche verwertet werden kann ➤ Die mit Wirtschaftsdüngern nach der Hauptfrucht gedüngten Nährstoffe sind oft zu hoch ➤ Zunehmende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern im Herbst zu Zwischenfrüchten, dadurch erhöhte N-Austragsgefahr ➤ Ausbringung von Wirtschaftsdüngern in Zeiten geringen Nährstoffbedarfs ➤ Hofnahe Flächen werden durch Beweidung und Düngung z.T. intensiv mit organischen Düngern versorgt ➤ Die inner- und überbetriebliche Verteilung der Wirtschaftsdünger ist z.T. nicht optimal ➤ Ungenaue Applikationstechnik für Wirtschaftsdünger ➤ Durch den direkten Zugang von Weidetieren zu Oberflächengewässern kann Kot und Harn in das Wasser gelangen und es kann zur Verkeimung kommen ➤ Viele Betriebe besitzen zu geringe Lagerkapazitäten für Wirtschaftsdünger ➤ Fehlende Lagerkapazitäten führen oftmals zu suboptimalen Ausbringungsterminen ➤ Bei ungenügendem Lagerraum wird die org. Düngung im Herbst z.T. überzogen, v. a. außerhalb von festgesetzten WSG ➤ Steigender Import von Wirtschaftsdüngern aus anderen Landkreisen, Nordrhein-Westfalen und den Niederlanden ➤ Aufnahme von Wirtschaftsdüngern aufgrund des Nährstoffdrucks der umliegenden Landkreise
<p>Geringe Anrechnung des bereits vorhandenen Stickstoffs bei der Düngung</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Zu geringe Anrechnung des Stickstoffs aus organischen Düngern, insbesondere zu Silomais und Zuckerrüben ➤ Zu geringe Berücksichtigung der N-Nachlieferung von langjährig organisch gedüngten Standorten ➤ Zu geringe Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus gedüngten Zwischenfrüchten ➤ Zu geringe Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat (Frühjahrs-Nmin wird nur teilweise angerechnet)
<p>Hoher Maisanteil und hohes Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Zunahme des Maisanbaus durch den Vertragsanbau für Biogasanlagen ➤ Fehlende Begrünung nach der Maisernte, vor allem beim reinen Maisanbau (Mais nach Mais) ➤ Zunehmender Anfall von Gärresten aus Biogasanlagen ➤ Konzentrierungseffekte der Gärrestverbringung im Bereich von Biogasanlagen
<p>Abnahme des Grünland- und Bracheanteils</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Genehmigte und nicht genehmigte Umbrüche von Dauergrünland zu Ackerland ➤ Grünlandumbrüche wurden durch Grundwasserentnahme und durch Entwässerung möglich ➤ Der Rückgang der Rinderhaltung hat den Umbruch von Grünland beschleunigt ➤ Umbruch von Bracheflächen aufgrund der Befürchtung eines möglichen Verlustes des Ackerstatus ab 2015 ➤ Rückgang des Grasanteils und der Weidehaltung zugunsten einer intensiven Futtererzeugung ➤ Teilweise Nachwirkungen der Umwandlung von Grünland in Acker
<p>Steigende Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund veränderter Anbauverhältnisse</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Hoher Anteil an Wintergetreide mit geringer N-Aufnahme vor dem Winter, im Vgl. zu Sommerungen inkl. vorangestellter ZF ➤ Qualitätsweizenanbau mit hohen Ährendüngergaben, die nicht mehr vollständig aufgenommen werden, und hohen N-Salden ➤ Zunahme des Rapsanbaus mit höheren N-Salden und höheren Herbst-Nmin-Gehalten ➤ Hoher Anteil an Kartoffelanbau unter Beregnung mit erhöhter Nitratauswaschungsgefahr bei Frostberegnung ➤ Intensive Bodenbewegung bei der Kartoffelernte begünstigt die Mineralisation und führt oft zu hohen Herbst-Nmin-Werten ➤ Kartoffelanbau mit später Ernte, so dass ein Zwischenfruchtanbau nicht mehr möglich ist ➤ Geringer Flächenanteil von Feldgras, Grünland, Brachen und Blühstreifen ➤ Erhöhte und schwer zu kontrollierende N-Nachlieferung durch die Zunahme des Leguminosenanbaus (Greening)
<p>Belastungen durch PSM-Wirkstoffe und ihre Metaboliten</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Befunde von PSM-Wirkstoffen im Grundwasser: Atrazin, Bentazon, Dimethenamid, Ethidimuron, Ethofumesat, Metalaxyl, Metolachlor, Metribuzin, Oxadixyl, Prothioconazol, Trifluralin ➤ PSM-Wirkstoffe im Grundwasser zum Teil oberhalb des Schwellenwertes der Grundwasserverordnung ➤ Befunde von nicht relevanten Metaboliten folgender PSM-Wirkstoffe: Chloridazon, Chlorthalonil, Dichlofluanid, Dimethachlor, Dimethenamid, Metalaxyl, Metazachlor, Metolachlor, Terbuthylazin, Tolyfluanid ➤ Nicht relevante Metaboliten zum Teil oberhalb der gesundheitlichen Orientierungswerte (GOW) des UBA (2021)

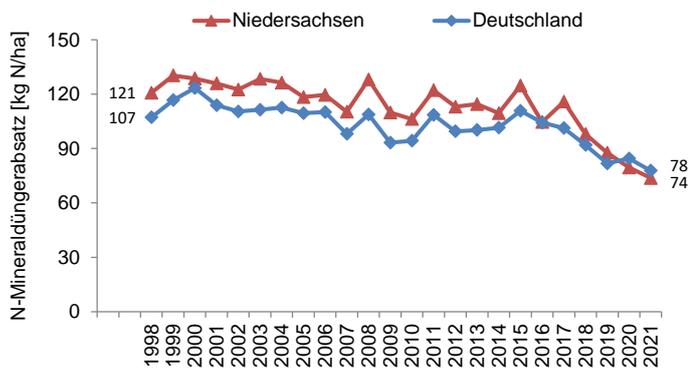


Abbildung 42: Absatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1998 und 2021 (Bezug: LF ohne Brache; eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und b)

Hoher Maisanteil und hohes Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen

Im Jahr 2020 wurden in Niedersachsen 1.709 überwiegend landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von 1.426 MW_{el} betrieben. Damit nimmt Niedersachsen mit Bayern eine Spitzenposition in der Biogasproduktion ein (FACHVERBAND BIOGAS 2021). Nach der Phase des starken Anlagenzubaus in den Jahren 2009 bis 2011 ging der Anlagenneubau seit 2012 deutlich zurück (3 N KOMPETENZZENTRUM 2019). In den Wasserschutzgebieten Niedersachsens ist das Errichten und Erweitern von Anlagen zur Erzeugung von Biogas seit dem 12. Juni 2013 über die landesweite Wasserschutzgebietsverordnung (SchuVO; MU 2013) verboten.

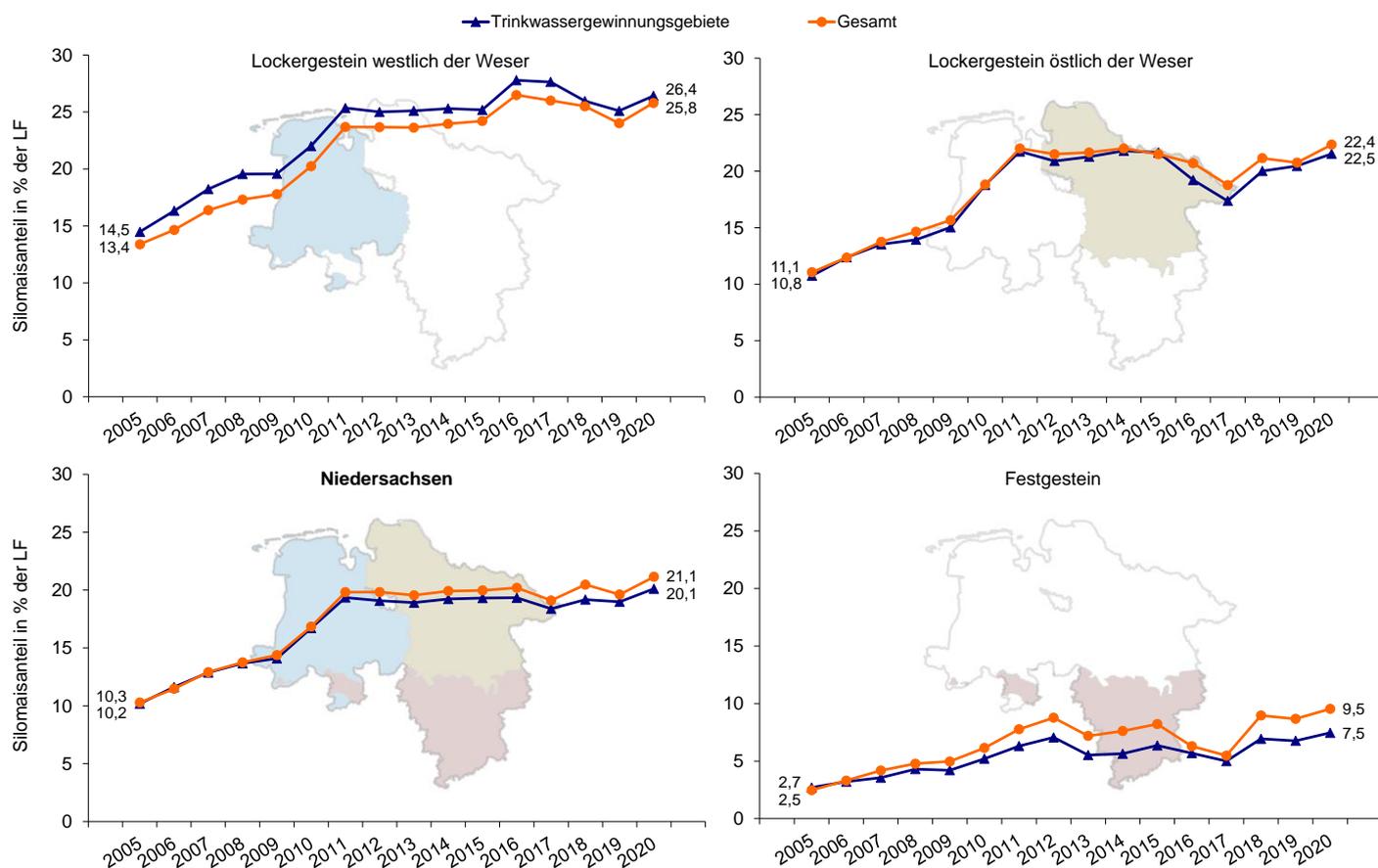


Abbildung 43: Entwicklung des Silomaisanteils in Niedersachsen sowie in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (differenziert nach den drei Großräumen sowie landesweit) in den Jahren 2005 bis 2020 (Darstellung mit InVeKoS-Daten des SLA mehrere Jahrgänge und mit Daten des LSN mehrere Jahrgänge)

Mit dem Anstieg der Biogasanlagen war auch eine Zunahme des Silomaisbaus verbunden. Für das Grundwasser ist der Anstieg des Silomaisbaus von Bedeutung, da Silomais in der Regel höhere Herbst-Nmin-Gehalte aufweist als das beispielsweise bei Getreide der Fall ist (Tabelle 22) und Silomais

somit höhere Nitratreinträge in das Grundwasser verursacht. Im Zeitraum 2005 bis 2011 stieg der Silomaisanteil in allen drei Großräumen Niedersachsens deutlich an (Abbildung 43). Diese Entwicklung vollzog sich sowohl in den Trinkwassergewinnungsgebieten als auch auf der gesamten landwirt-

schaftlich genutzten Fläche Niedersachsens. Ab 2011 veränderte sich der Silomaisanteil in Niedersachsen kaum. Diese Entwicklung deckt sich mit dem oben beschriebenen Biogasanlagenneubau, der ebenfalls ab 2012 kaum Zuwächse zu verzeichnen hatte.

Die drei Großräume unterscheiden sich deutlich hinsichtlich des Silomaisanteils. Mit ca. 26 % war der Silomaisanteil im Jahr 2020 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser am höchsten und mit ca. 10 % im Festgesteinsgebiet am geringsten. Das Lockergesteinsgebiet östlich der Weser nahm mit einem Anteil von rund 22 % eine Mittelstellung ein (Abbildung 43). Somit verstärkt der Biogasmais die ohnehin schon hohen Maisanteile in den Tierhaltungsregionen, während er die Fruchtfolgen in den Ackerbauregionen erweitert (ML 2012).

In Niedersachsen führen die Gärreste aus den Biogasanlagen, neben dem ohnehin schon hohen Wirtschaftsdüngeranfall aus der Tierhaltung, zu einem weiteren Stickstoffanfall, wodurch zusätzliche Nitratreinträge in das Grundwasser gelangen können.



Bild 22: Biogasanlage im Landkreis Region Hannover

Die Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft lag in Niedersachsen im Jahr 2021 bei 96 kg N/ha. Hinzu kamen noch 18 kg N/ha aus Gärresten pflanzlicher Herkunft, was 16 % der gesamten Stickstoffausbringung aus Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft entspricht. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lag die zusätzliche Stickstoffausbringung aus Gärresten pflanzlicher Herkunft bei 19 kg N/ha. Aufgrund der hohen Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Höhe von 132 kg N/ha entsprechen diese 19 kg N/ha nur 13 % der gesamten organischen Stickstoffausbringung, während der weitaus größere Anteil in Höhe von 87 % aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft stammt. Die Gärreste pflanzlicher Herkunft tragen somit im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser nur zu einem vergleichsweise

geringen Anteil an der gesamten organischen Stickstoffausbringung bei. Im Festgesteinsgebiet lag die Stickstoffausbringung aus Gärresten pflanzlicher Herkunft dagegen nur bei 14 kg N/ha, was aber einem Anteil von 24 % entspricht. Im Festgesteinsgebiet ist die gesamte organische Stickstoffausbringung vergleichsweise gering, so dass weder die Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft noch die zusätzlichen Gärreste pflanzlicher Herkunft bei entsprechender Anrechnung des darin enthaltenen Stickstoffs zu Problemen im Grundwasser führen sollten (Abbildung 44).

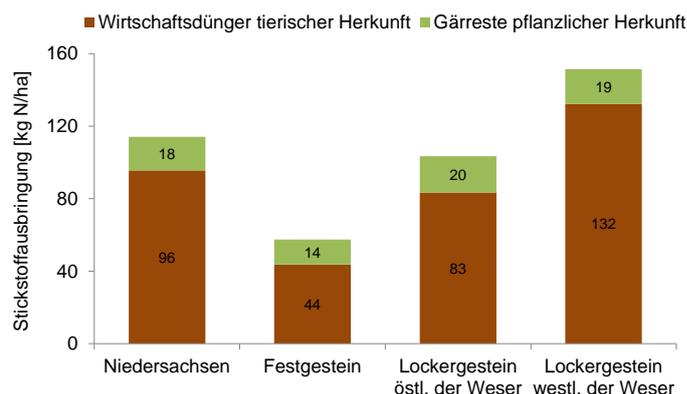


Abbildung 44: N-Ausbringung von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte sowie von Gärresten pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Lagerungsverluste in den drei Großräumen Niedersachsens im Jahr 2021 (Darstellung mit Daten aus LWK 2022)

Abnahme des Grünlandanteils

Die Entwicklung des Grünlandanteils hat für den Grundwasserschutz eine besondere Bedeutung. Einerseits geht von Grünlandflächen eine geringere Nitratbelastung für das Grundwasser aus als von Ackerflächen und andererseits bedingen Grünlandumbrüche erhebliche Stickstofffreisetzungen, die noch Jahre nach dem Umbruch gemessen werden können.

Im Zeitraum 2005 bis 2009 hat der Grünlandanteil in allen Großräumen Niedersachsens abgenommen und das sowohl in den Trinkwassergewinnungsgebieten als auch auf der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens. Am größten war die Abnahme des Grünlandanteils in diesem Zeitraum im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser und am geringsten im Festgesteinsgebiet (Abbildung 45). Hauptursache für diese Entwicklung war der Rückgang der Rinderhaltung (insbesondere der Milchviehhaltung), aber auch der gestiegene Flächenbedarf für den Energiepflanzenanbau (vorwiegend Mais). Am 22.10.2009 wurde in Niedersachsen die Dauergrünlanderhaltungsverordnung erlassen (ML 2009). Diese sah grundsätzlich vor, dass bei einem

Grünlandumbruch eine gleichgroße Ackerfläche neu als Dauergrünland anzusäen ist. Durch diese Verordnung konnte der Rückgang des Grünlandanteils gestoppt oder sogar leicht erhöht werden. Im Dezember 2014 hatte das Niedersächsische Landwirtschaftsministerium festgestellt, dass sich der Anteil des Dauergrünlandes im Verhältnis zur gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche im Jahr 2014 um weniger als 5 % verringert hat. Damit wurde der Genehmigungsvorbehalt beim Grünlandumbruch, der 2009 eingeführt wurde, vom 19.12.2014 bis zum 31.12.2014 aufgehoben. In diesen 13 Tagen bestand also in Niedersachsen die Möglichkeit, Dauergrünland ohne Genehmigung umzubrechen. Dass von dieser Möglichkeit Gebrauch gemacht wurde, erkennt man daran, dass der Grünlandanteil im Jahr 2015 in allen drei Großräumen geringer war als im Jahr 2014. Ab dem 01.01.2015 trat dann im Rahmen des Greenings wieder eine neue bundesweite Genehmigungs- und Ausgleichspflicht in Kraft, wonach Ersatzdauergrünland mindestens im Verhältnis 1:1 nach einem Grünlandumbruch anzulegen ist, und das unabhängig von der Höhe des Dauergrünlandanteils. Diese Auflage führte dazu, dass der Dauergrünlandanteil ab diesem Zeitpunkt wieder leicht angestiegen ist (Abbildung 45).

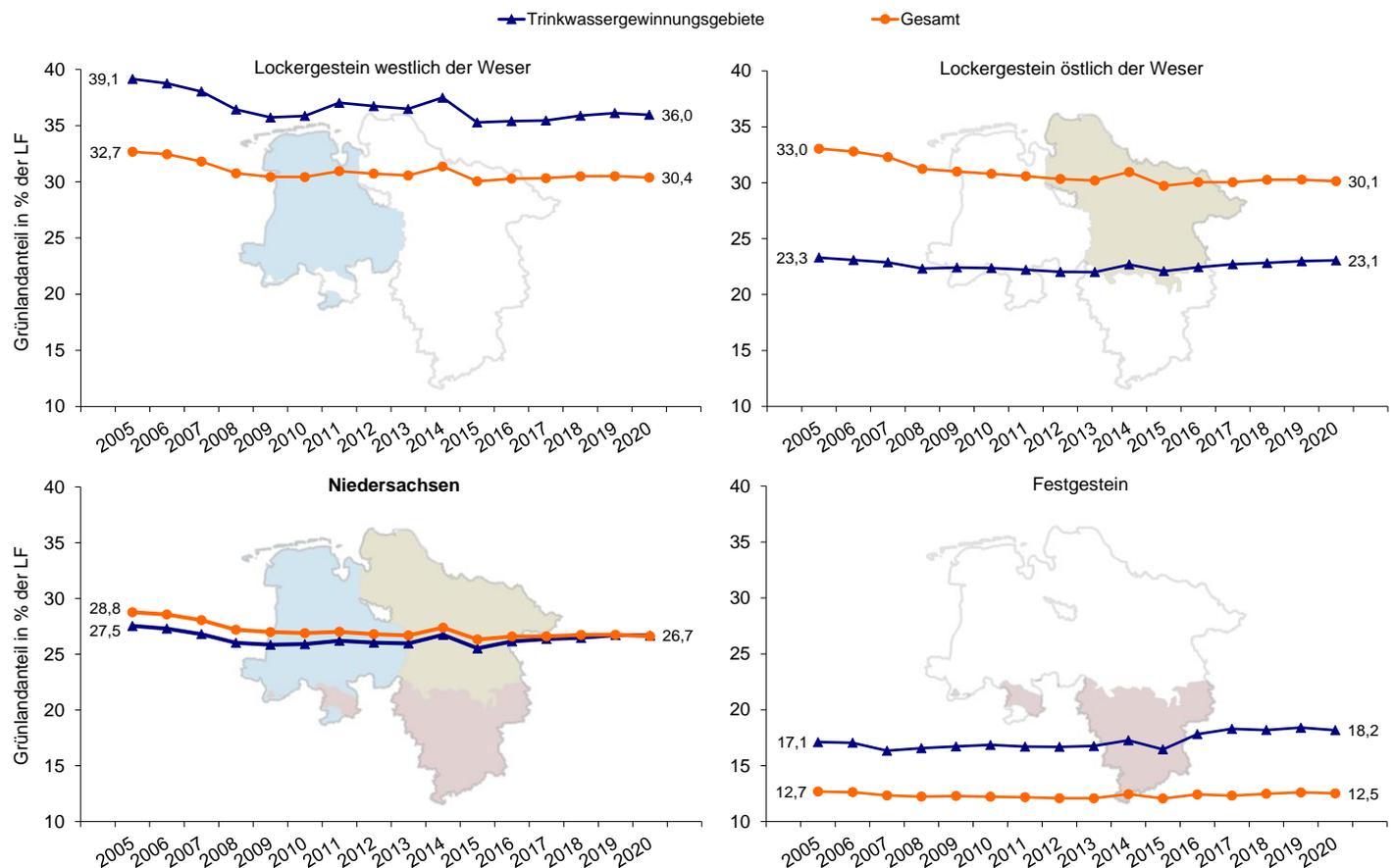


Abbildung 45: Entwicklung des Grünlandanteils in Niedersachsen sowie in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (differenziert nach den drei Großräumen sowie landesweit) in den Jahren 2005 bis 2020 (Darstellung mit InVeKoS-Daten des SLA mehrere Jahrgänge und mit Daten des LSN mehrere Jahrgänge)

Der Umbruch von Grünland geht mit starken N-Mineralisationschüben einher, die von den Folgekulturen nicht vollständig aufgenommen werden können und dann zu einer erhöhten Nitratauswaschung in das Grundwasser führen.

Die N-Mineralisation aufgrund von Grünlandumbrüchen ist von vielen Faktoren abhängig, vor allem von dem N-Vorrat im Boden vor dem Umbruch. Abgeleitet aus mehreren Literaturquellen (GÄTH et al. 1999, FREDE & DABBERT 1998, HÖPER 2009 in VON BUTTLAR 2009) werden in den ersten fünf Jahren nach einem Grünlandumbruch ca. 500 kg N/ha und Jahr mineralisiert. Die Hauptmineralisation setzt gegen Ende des Frühjahrs ein, wenn Wintergetreide und Raps den meisten Stickstoff bereits aufgenommen haben. Daher erfolgt nach einem Grünlandumbruch, trotz erheblicher Mineralisationsraten bei diesen Kulturen, in der Regel noch eine mineralische Stickstoffdüngung. Diese ist vor allem von den angebauten Kulturen und der Bewirtschaftungsintensität abhängig. Von dem gesamten Angebot an mineralischem Stickstoff aus der N-Mineralisation und der N-Düngung wird in Abhängigkeit von der Kultur nur ein Teil von der Pflanze aufgenommen. Der restliche Teil wird entweder in das Grundwasser ausgewaschen oder denitrifiziert. Bei gut durchlüfteten Sandstandorten, wie sie vor allem in der Geest weit verbreitet sind, ist die Denitrifikation gering, während sie bei sehr schlecht durchlüfteten Böden mit Staunäseeinfluss bis zu 90 % des mineralisierten Stickstoffs betragen kann (RENGER 2002). Aufgrund der Annahme, dass in den ersten fünf Jahren nach einem Grünlandumbruch ca. 500 kg N/ha und Jahr mineralisiert werden, wird von einer tatsächlich ausgewaschenen Stickstoffmenge in den ersten fünf Jahren nach einem Grünlandumbruch infolge der Summe aus N-Düngung, N-Entzug und Denitrifikation in Höhe von ca. 400 kg N/ha und Jahr ausgegangen. Aus dieser Annahme und der Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland lässt sich die Stickstoffauswaschung in das Grundwasser aufgrund von Grünlandumwandlungen für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells berechnen.

Die Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland wurde in den Trinkwassergewinnungsgebieten für jeden Schlag aus der Differenz der Grünlandfläche im Bezugsjahr und der des Vorjahres ermittelt. Diese Vorgehensweise ist aufgrund der Verfügbarkeit der entsprechenden Daten (Schlagskizzen) ab dem Jahr 2011 möglich.

Die Grünlandumwandlungen in Ackerland lagen zwischen 2011 und 2014 in den Trinkwassergewinnungsgebieten bei rund 900 ha/Jahr. Zu dieser Zeit bestand die Dauergrünlanderhaltungsverordnung, die 2009 in Kraft trat. Durch die Aufhebung des Genehmigungsverhaltes beim Grünlandumbruch erfolgten Ende 2014 zahlreiche Grünlandumbrüche, die jedoch erst im Jahr 2015 abgebildet werden. Im Jahr 2015 war die Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland in dem hier betrachteten Zeitraum mit rund 2.000 ha am größten. Die Genehmigungs- und Ausgleichspflicht im Rahmen des Greenings führten ab 2016 wieder zu geringeren Grünlandumwandlungen in Ackerland (Abbildung 46).

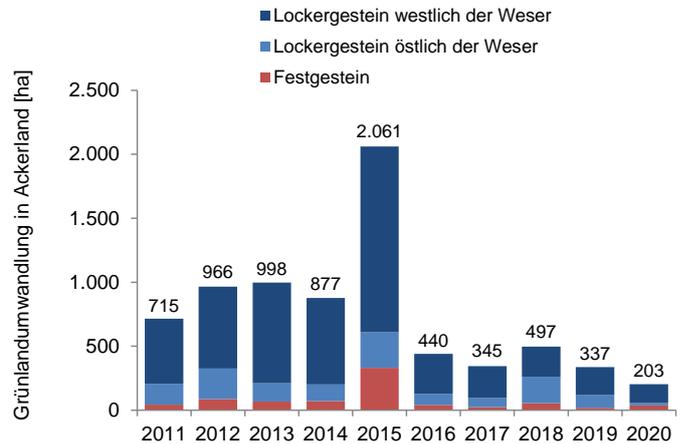


Abbildung 46: Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells in den Jahren 2011 bis 2020

Wie bereits beschrieben, wird die jährliche Stickstoffauswaschung in das Grundwasser auf Grundlage der Gesamtfläche von Grünlandumwandlungen innerhalb der letzten 5 Jahre kalkuliert. Somit ergibt sich die Stickstoffauswaschung im Jahr 2015 aus den Grünlandumwandlungen der Jahre 2011 bis 2015. Zwischen 2011 und 2015 wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten rund 5.600 ha Grünland in Ackerland umgewandelt (Abbildung 46), woraus sich eine Stickstoffauswaschung in Höhe von rund 7 kg N/ha ergab (Abbildung 47). Aufgrund der Abnahme der Grünlandumwandlungen nach 2015 nahm auch die Stickstoffauswaschung ab dem Jahr 2015 ab. Im Jahr 2020 wirkte sich die große Fläche an Grünlandumwandlungen des Jahres 2015, gemäß der getroffenen Annahmen, erstmals nicht mehr aus, so dass im Jahr 2020 mit rund 3 kg N/ha der bisher niedrigste Wert der Stickstoffauswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland erreicht wurde. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war die Stickstoffauswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland zwischen 2015 und 2020 deutlich höher als im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser und im Festgesteinsgebiet (Abbildung 47).

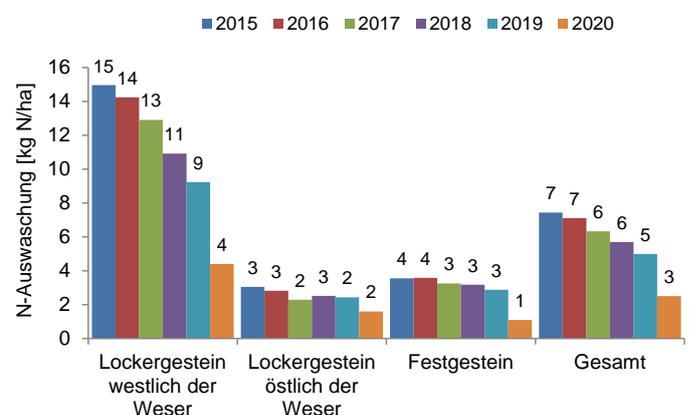


Abbildung 47: Stickstoffauswaschung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Nds. Kooperationsmodells in den Jahren 2015 bis 2020 aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland der Jahre 2011 bis 2020

Steigende Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund veränderter Anbauverhältnisse

Die Herbst-Nmin-Gehalte sind neben Standortfaktoren, Bewirtschaftungseffekten und dem Witterungsverlauf vor allem von den angebauten Kulturen abhängig. So fallen die Herbst-Nmin-Gehalte z.B. unter Grünland und Zuckerrüben deutlich geringer aus als unter Mais, Raps und Kartoffeln (Tabelle 30). Somit lassen sich anhand der mittleren Herbst-Nmin-Gehalte (Tabelle 30) und der Entwicklung der Anbauflächen (Abbildung 48) die theoretischen mittleren Herbst-Nmin-Gehalte für die einzelnen Jahre berechnen, die allein aufgrund der veränderten Anbaustruktur in Niedersachsen resultieren (Abbildung 49).

Tabelle 30: Mittlere Herbst-Nmin-Gehalte unterschiedlicher Kulturen ohne Maßnahmen in Niedersachsen der Jahre 2008 bis 2020 (n = 37.614)

Kulturen	Herbst-Nmin-Gehalte [kg N/ha]
Grünland	34
Zuckerrüben	39
Sommergetreide	61
Wintergetreide	65
Mais	79
Raps	81
Kartoffeln	85

Die Entwicklung der Anbauflächen in Niedersachsen zwischen 1990 und 2020 zeigt vor allem die Abnahme des Grünlandanteils sowie den Anstieg des Maisanteils, jeweils bis zum Jahr 2011. Mit Ausnahme des hohen Sommergetreideanteils und des geringen Wintergetreideanteils in den Jahren 2012 und 2018, veränderten sich die Flächenanteile dieser vier Hauptkulturen ab 2011 nur noch geringfügig. Der hohe Anteil an Sommergetreide im Jahr 2012 resultierte aus den hohen Auswinterungen bei Winterweizen und Wintergerste und der des Jahres 2018 aus den ungünstigen Aussaatbedingungen für Winterungen im Herbst 2017. Bei Zuckerrüben und Raps war zunächst eine Abnahme des Zuckerrübenanteils bei gleichzeitiger Zunahme des Rapsanteils zu verzeichnen. Im Jahr 2005 war der Rapsanteil dann erstmals höher als der Zuckerrübenanteil, während er in den Jahren 2019 und 2020 wieder hinter den Zuckerrübenanteil zurückfiel. Der Anteil der Kartoffelfläche an der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche variierte zwischen 1990 und 2020 nur geringfügig. Er war im Jahr 1996 mit 5,0 % am höchsten und im Jahr 2013 mit 4,0 % am geringsten (Abbildung 48).

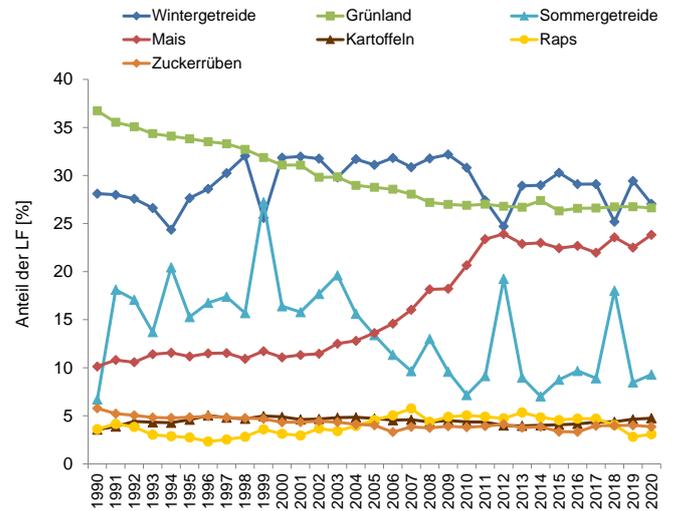


Abbildung 48: Anteil von Wintergetreide, Grünland, Sommergetreide, Mais, Kartoffeln, Raps und Zuckerrüben an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) Niedersachsens von 1990 bis 2020 (eigene Darstellung nach LSN, mehrere Jahrgänge)

Die Veränderung der Anbaustruktur hatte zwischen 1990 und 2020 in Niedersachsen einen theoretischen Anstieg der Herbst-Nmin-Gehalte um ca. 6 kg N/ha zur Folge (Abbildung 49). Bei der derzeit in Niedersachsen genutzten landwirtschaftlichen Fläche in Höhe von ca. 2,6 Mio. ha entsprechen 6 kg N/ha 15.600 t Stickstoff. D.h., aufgrund der veränderten Anbaustruktur befanden sich im Herbst 2020 über 15.000 t mineralischer Stickstoff mehr im Boden als im Herbst 1990. Hieraus wird deutlich, in welcher Größenordnung sich die Veränderung der Anbaustruktur in Niedersachsen nachteilig auf die Nitratauswaschung in das Grundwasser auswirkte.

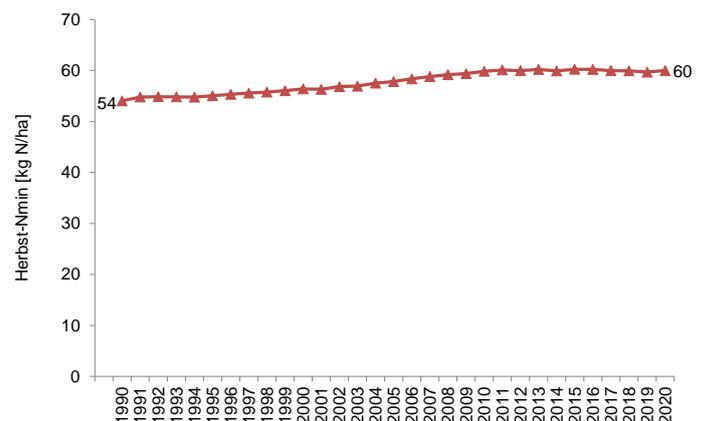


Abbildung 49: Entwicklung der theoretischen Herbst-Nmin-Gehalte in Niedersachsen für die Jahre 1990 bis 2020 aufgrund der veränderten Anbaustruktur (Abbildung 48) und der mittleren Herbst-Nmin-Gehalte der einzelnen Kulturen (Tabelle 30)

Nitratdurchbruch aufgrund der Endlichkeit von reduzierenden Stoffen im Untergrund

Über den Boden in das Grundwasser eingetragenes Nitrat wird derzeit noch zu einem beträchtlichen Teil durch die Denitrifikation abgebaut. Dabei unterscheidet man zwischen der Denitrifikation im Boden und der im Grundwasserleiter. Im Boden kann Nitrat durch mikrobielle Umsetzungsprozesse unter Abwesenheit von Sauerstoff und Verwendung der organischen Substanz zu molekularem Stickstoff reduziert werden, indem Bakterien den im Nitrat enthaltenen Sauerstoff zum Abbau der organischen Substanz nutzen. Wenn die Denitrifikation jedoch nicht vollständig abläuft, kann auch klimaschädliches Lachgas (N_2O) in die Atmosphäre entweichen. Das Nitratabbauvermögen bleibt im Boden stets erhalten, da die organische Substanz im Boden durch sich zersetzende Biomasse kontinuierlich neu gebildet wird. Anders verhält es sich mit der Denitrifikation im Grundwasserleiter. Hier erfolgt der Nitratabbau durch Mikroorganismen, die die dafür notwendige Energie entweder aus organisch gebundenem Kohlenstoff (z.B. fossile Pflanzenreste) oder aus der Aufspaltung von Eisensulfiden (z.B. Pyrit = FeS_2) beziehen. Bei letzterem werden die Sulfide zu Sulfat (SO_4^{2-}) oxidiert. Dieser Prozess hat z.B. in den Trinkwassergewinnungsgebieten Fuhrberger Feld und Ahlde bereits zu einem Anstieg der Sulfatkonzentration im Grund- und Rohwasser geführt. Im Grundwasserleiter ist der Vorrat an organisch gebundenem Kohlenstoff ebenso endlich wie der an Eisensulfiden. Sind diese Vorräte aufgebraucht, ist auch die Abbaukapazität für Nitrat erschöpft und es kann innerhalb kurzer Zeit zu einem raschen Anstieg der Nitratkonzentration im Grundwasser führen (Nitratdurchbruch).

Der Zeitpunkt des Nitratdurchbruches ist zunächst von der Menge an reaktivem Material (z.B. organisch gebundenem Kohlenstoff oder Pyrit) abhängig. Für den Stickstoffumsatz ist aber nicht allein die Menge an reaktivem Material bedeutend, sondern auch inwieweit die Bakterien im Zuge der Grundwasserströmung das reaktive Material erreichen können (hydraulischer Zugang) und wie groß die Oberfläche des reaktiven Materials ist, das für die Bakterien zugänglich ist (biochemische Verfügbarkeit). Der biochemisch verfügbare Anteil von Pyrit wurde für drei niedersächsische Untersuchungsgebiete mit Hilfe von Standversuchen, bei denen Probenmaterial aus dem Grundwasserleiter mit nitrathaltigem Grundwasser in Kontakt gebracht wurde, auf 34 bis 82 % des Gesamt-Pyritgehaltes beziffert (DWA 2015).

Die Unterschiede des verfügbaren, biochemischen Materials sowie die Unterschiede der Nitratkonzentration im Sickerwasser führen dazu, dass die Dauer des Nitratabbaus nicht exakt berechnet werden kann. Abschätzungen zeigen, dass das Nitratabbauvermögen unter ungünstigsten Bedingungen nach wenigen Jahren bzw. Jahrzehnten aufgebraucht sein kann und dass es unter günstigen Bedingungen über mehrere Jahrhunderte erhalten bleiben kann (DWA 2015). Um das Nitratabbauvermögen möglichst lange zu erhalten, ist der Nitratreintrag in das Grundwasser zu reduzieren.

7. Fazit und Ausblick

Der vorliegende Bericht bietet einen aktuellen Überblick zum Stand des Niedersächsischen Kooperationsmodells Trinkwasserschutz. Einen Schwerpunkt nimmt dabei die Erfolgswertung des Kooperationsmodells für die vergangenen Jahre ein. Hierzu wurden landesweite Auswertungen in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten vorgenommen, um allgemein gültige Aussagen für das gesamte Kooperationsmodell zu erhalten.

Anhand der landesweiten Auswertungen wurden bei allen Erfolgskontrollparametern Erfolge des Niedersächsischen Kooperationsmodells belegt. Dabei fielen die Erfolge der Gewässerschutzberatung und der Freiwilligen Vereinbarungen in den einzelnen Kooperationen unterschiedlich hoch aus und auch bezüglich der einzelnen Erfolgskontrollparameter gab es große Unterschiede. Die größten Erfolge des Niedersächsischen Kooperationsmodells wurden bezüglich der Reduzierung der Hoftorbilanzüberschüsse erzielt. Die Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen sowie die Herbst-Nmin-Gehalte konnten vor allem auf Flächen mit N-Saldo bzw. Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen gesenkt werden. Die mittleren Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen gingen vor allem bis 2009 zurück, während sie sich seitdem kaum veränderten und die mittleren Nitratgehalte im Rohwasser gingen zwischen 2000 und 2020 nur geringfügig zurück.

Unter den einzelnen Erfolgskontrollparametern stellen die Nitratgehalte im Grund- und Rohwasser wesentliche Erfolgskontrollparameter dar. Die Nitratgehalte im Grund- und Rohwasser spiegeln jedoch nicht nur die Maßnahmen des Niedersächsischen Kooperationsmodells wider, sondern sind Ausdruck aller Nitrat beeinflussenden Faktoren. Hierzu zählen neben den Gewässerschutzmaßnahmen, die allgemeine land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung, die in Kapitel 6 dargestellten Entwicklungen, die eine Zunahme der Nitratreinträge nach sich ziehen, die Fließzeiten des Grundwassers sowie der Nitratabbau durch Denitrifikation. Bezüglich der in Kapitel 6 dargestellten gegenläufigen Entwicklungen gab es in den letzten Jahren durchaus auch positive Veränderungen in Niedersachsen. So ist die Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern in Niedersachsen zwar immer noch höher als im Bundesdurchschnitt, doch in den Jahren 2020 und 2021 lag der Absatz an stickstoffhaltigen Mineraldüngern in Niedersachsen erstmals unter dem des gesamten Bundesgebietes. Darüber hinaus wurde im Jahr 2020 der bisher niedrigste Wert der Stickstoffauswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland erzielt. Dieses Zusammenspiel unterschiedlicher Faktoren, die die Nitratkonzentration im Grund- und Rohwasser beeinflussen, führte in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zu einem generellen Rückgang der Nitratgehalte im Grund- und Rohwasser, was als Erfolg des Niedersächsischen Kooperationsmodells anzusehen ist.

Trotz der Erfolge des Niedersächsischen Kooperationsmodells besteht die Notwendigkeit, in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch weiterhin Maßnahmen gegen Nitratreinträge in das Grundwasser im Sinne eines vorsorgenden Trinkwasserschutzes umzusetzen. Einerseits vor dem Hintergrund der in Kapitel 6 aufgezeigten gegenläufigen Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells und zum anderen aufgrund der Tatsache, dass die Nitratbelastung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells nach wie vor hoch ist und die Nitratgehalte in diversen Messstellen weiterhin ansteigen. So wiesen im Jahr 2020 ca. 36 % der Erfolgskontrollmessstellen eine Nitratkonzentration von über 50 mg/l auf, und 20 % der Erfolgskontrollmessstellen sowie 11 % der Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l wiesen im Zeitraum 2015 bis 2020 einen signifikant steigenden Trend auf.

Kooperation und Freiwilligkeit bei der Maßnahmenumsetzung haben in Niedersachsen eine lange Tradition. Die strikte Umsetzung und Kontrolle der örtlichen WSG-VO, der landesweiten SchuVO und des landwirtschaftlichen Fachrechtes sowie die jeweilige Sanktionierung bei Verstößen sind jedoch die Basis für einen erfolgreichen Grund- und Trinkwasserschutz. Nur wenn die oben genannten Schutzgebietsverordnungen und das landwirtschaftliche Fachrecht eingehalten werden, können die ergänzenden Maßnahmen des Kooperationsmodells sinnvoll darauf aufgesattelt werden. Insofern ist die Einhaltung der Düngeverordnung die grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Weiterführung des kooperativen Grund- und Trinkwasserschutzes.

Aktuell wird in vielen Kooperationen die Ausweisung der mit Nitrat belasteten, roten Gebiete diskutiert, die vor allem eine Beschränkung in der Stickstoffdüngung nach sich zieht. Aus Sicht des Gewässerschutzes besteht die Hoffnung, dass die Erträge trotz verminderter N-Düngung weitestgehend stabil bleiben, womit geringere Stickstoffüberschüsse verbunden wären, die sich mittelfristig positiv auf die Nitratkonzentration im Grundwasser auswirken würden. Aus Sicht der meisten Landwirte, die in den Trinkwassergewinnungsgebieten wirtschaften, hätten in den Trinkwassergewinnungsgebieten keine nitratbelasteten Gebiete ausgewiesen werden müssen. Denn in den Kooperationen erbringen die Landwirte seit Jahren Leistungen für den Trinkwasserschutz und in den zusätzlichen Auflagen wird eine mangelnde Wertschätzung dieser Leistungen gesehen. Das führt dazu, dass die weitere Teilnahme am kooperativen Trinkwasserschutz von einigen Landwirten in Frage gestellt wird. Von allen Kooperationsbeteiligten wird das Miteinander auf Augenhöhe gelebt und geschätzt und daher sollten alle Beteiligten wie bisher nach vorne schauen und die Chancen einer Weiterentwicklung des Kooperationsmodells nutzen (KÜHLING et al. 2001).

Aktuelle Informationen zum Kooperationsmodell bezüglich rechtlicher Vorgaben, Finanzhilfe, Gewässerschutzberatung, Freiwilliger Vereinbarungen, Prioritätenprogramm sowie die Fortschreibung der in diesem Bericht dargestellten Abbildungen und Tabellen werden auf der Internetseite des NLWKN zur Verfügung gestellt:

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/grundwasser/grundwasserschutz_landwirtschaft/niedersaechsisches_kooperationsmodell/niedersaechsisches-kooperationsmodell-trinkwasserschutz-120440.html

8. Literaturverzeichnis

3 N KOMPETENZZENTRUM 2019 / 3 N KOMPETENZZENTRUM NIEDERSACHSEN NETZWERK NACHWACHSENDE ROHSTOFFE UND BIOÖKONOMIE E. V. (2019): Biogas in Niedersachsen. Inventur 2018. Werlte

BVL 2018 / BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (2018): Zweite Bekanntmachung über Anwendungsbeschränkungen für bestimmte Pflanzenschutzmittel zum Schutz von Grundwasservorkommen, die zur Trinkwassergewinnung herangezogen werden (Ausführung der Anwendungsbestimmung NG301-1) (BVL 18/02/02). Vom 29. Januar 2018. Braunschweig

BVL 2021 / BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (2021): Anwendung von Pflanzenschutzmitteln mit dem Wirkstoff Metalaxyl-M ab 1. Juni 2021 nicht mehr zulässig. Korrigierte Version der Fachmeldung vom 20. Mai 2021. Fachmeldung vom 31.05.2021. Berlin

BVL 2022 / BUNDESAMT FÜR VERBRAUCHERSCHUTZ UND LEBENSMITTELSICHERHEIT (2022): Abgelaufene Zulassungen von Pflanzenschutzmitteln für den Zeitraum 1992 bis Dezember 2021. Stand: Januar 2022. Berlin

DESTATIS mehrere Jahrgänge a / STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (mehrere Jahrgänge): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Bodennutzung der Betriebe (Landwirtschaftlich genutzte Flächen). Fachserie 3 Reihe 3.1.2. Wiesbaden

DESTATIS mehrere Jahrgänge b / STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (mehrere Jahrgänge): Produzierendes Gewerbe – Düngemittelversorgung. Fachserie 4 / Reihe 8.2. Wiesbaden

DESTATIS mehrere Jahrgänge c / STATISTISCHES BUNDESAMT DEUTSCHLAND (mehrere Jahrgänge): Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Viehbestand und tierische Erzeugung. Fachserie 3 Reihe 4. Wiesbaden

DüV 2017 / Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist. Bonn

DWA 2015 / DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (Hrsg.) (2015): Stickstoffumsatz im Grundwasser. DWA-Themen T2/2015. Hennef

FACHVERBAND BIOGAS 2021 / FACHVERBAND BIOGAS (2021): Branchenzahlen 2020 – Prognose 2021. Stand: 10/2021.

FREDE & DABBERT 1998 / FREDE, H.-G. & DABBERT, ST. (Hrsg.) (1998): Handbuch zum Gewässerschutz in der Landwirtschaft. Landsberg

GÄTH et al. 1999 / GÄTH, S., ANTONY, F., BECKER, K.-W., GERIES, H., HÖPER, H., KERSEBAUM, C., NIEDER, R. (1999): Bewertung der standörtlichen Denitrifikationsleistung und N-Vorratsänderung von Böden und Bodennutzungssystemen. Mitteil. d. Deutschen Bodenkundl. Gesellsch. 91, S. 1213-1216. Oldenburg

GERIES INGENIEURE 2008 / GERIES INGENIEURE GMBH (2008): Ergebnisse der Nitrattiefensondierungen im Rahmen der Gewässerschutzberatung in den Trinkwassergewinnungsgebieten der Kooperation Obere Leine aus den Jahren 1993 bis 2008. Unveröffentlichter Bericht. Reinhausen

GRÖGER-TRAMPE & HEUMANN 2018 / GRÖGER-TRAMPE, J. & HEUMANN, S. (2018): N₂ArCheck-Ein Tool zur Auswertung und Qualitätssicherung von Ergebnissen der N₂/Ar-Methode. Poster anlässlich der FH-DGGV Tagung in Bochum vom 21.-24.03.2018

GWRL 2006 /118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung vom 12.12.2006, zuletzt geändert am 20.06.2014

KÜHLING et al. 2001 / KÜHLING, G., NICKEL, G. & QUIRIN, M. (2001): Wasserschutzberatung gefordert. Land & Forst 30-2001

LAWA 2019 / LÄNDERARBEITSGEMEINSCHAFT WASSER (2019): Bericht zur Grundwasserbeschaffenheit - Pflanzenschutzmittel, Berichtszeitraum 2013 bis 2016. Gotha

LBEG 2016 / LANDESAMT FÜR BERGBAU, ENERGIE UND GEOLOGIE (2016): GeoBerichte 3. Hydrogeologische Räume und Teilräume in Niedersachsen. Hannover

LSN 2021 / LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (2021): Landwirtschaftszählung 2020. Durchschnittlicher Viehbesatz in den Gemeinden. Excel-Tabelle per mail am 19.10.2021 von Herrn Tasler. Hannover

LSN mehrere Jahrgänge / LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (mehrere Jahrgänge): Statistische Berichte Niedersachsen. Bodennutzung und Ernte. Hannover

LWK 2021 / LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2021): Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2019/2020. Oldenburg

LWK 2022 / LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2022): Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2020/2021. Oldenburg

MICHALSKI et al. 2004 / MICHALSKI, B., STEIN, B., NIEMANN, L., PFEIL, R. & FISCHER, R. (2004): Beurteilung der Relevanz von Metaboliten im Grundwasser im Rahmen des nationalen Zulassungsverfahrens für Pflanzenschutzmittel. Nachrichtenblatt Deutscher Pflanzenschutzdienst, 56 (3), S. 53-59. Stuttgart

- ML 2009 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDENTWICKLUNG (2009): Verordnung zur Erhaltung von Dauergrünland. Nds.GVbl., 21/2009. Hannover
- ML 2012 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT, VERBRAUCHERSCHUTZ UND LANDENTWICKLUNG (Hrsg.) (2012): Biogas in Niedersachsen. Entwicklung, Stand und Perspektiven. Hannover
- MU 2007 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2007): Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten. Verordnung vom 03.09.2007 (Nds. GVBl. Nr. 27/2007, S. 435). Hannover
- MU 2013 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2013): Verordnung zur Änderung der Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten vom 29. Mai 2013. Nds. GVBl. vom 11. Juni 2013, S. 132. Hannover
- MU 2015 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2015): Maßnahmenkatalog für Freiwillige Vereinbarungen in für den Gewässerschutz sensiblen Gebieten, insbesondere in Trinkwassergewinnungsgebieten. Ausführungsbestimmungen und Anweisungen zum Verfahren. Hannover
- MU 2017a / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2017): Verordnung zur Änderung der Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten. Verordnung vom 19.06.2017 (Nds. GVBl. Nr. 11/2017, S. 228). Hannover
- MU 2017b / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2017): Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz (Entwurf). Hannover
- MU 2021 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2021): 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. Nds. MBl. Nr. 13/2021 S. 601. Hannover
- MU 2022 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2022): Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz (Entwurf). Hannover
- NLWKN 2009 / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2009): Leitfaden für die Bewertung des chemischen Zustands der Grundwasserkörper in Niedersachsen und Bremen nach EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL). Aurich
- NLWKN 2012a / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2012): Untersuchung des mineralischen Stickstoffs im Boden. Empfehlungen zur Nutzung der Herbst-Nmin-Methode für die Erfolgskontrolle und zur Prognose der Sickerwassergüte. Grundwasser Band 8. Norden
- NLWKN 2012b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2012): Messung des Exzess-N₂ im Grundwasser mit der N₂/Ar-Methode als neue Möglichkeit zur Prioritätensetzung und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz. Grundwasser Band 15. Norden
- NLWKN 2015a / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2015): Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz. Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und Methoden zu ihrer Erfolgskontrolle. Grundwasser Band 21. Norden
- NLWKN 2015b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2015): Erfolgskontrolle von Grundwasserschutzmaßnahmen mit Hoftorbilanzen eines Referenzbetriebsnetzes außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete und der WRRL-Beratungskulisse. Grundwasser Band 25. Norden
- NLWKN 2019a / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2019): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse. Grundwasser Band 34. Norden
- NLWKN 2019b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2019): Erfolgskontrolle von Grundwasserschutzmaßnahmen mit Hoftorbilanzen eines Referenzbetriebsnetzes außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete und der WRRL-Beratungskulisse. Aktualisierung der Abbildungen und Tabellen. Grundwasser Band 25. Norden
- NLWKN 2020a / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2020): Themenbericht Pflanzenschutzmittel II. Wirkstoffe und Metaboliten im Grundwasser. Datenauswertung 2000 bis 2016. Grundwasser Band 39. Norden
- NLWKN 2020b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2020): Modell- und Pilotprojekt zur Ermittlung von Grundlagen für die Umsetzung ordnungsrechtlicher Stickstoffdüngungsbeschränkungen am Beispiel des Wasserschutzgebietes Belm-Nettetal im Landkreis Osnabrück. Grundwasser Band 44. Norden
- NLWKN 2020c / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2020): Ergebnisse von Stickstoff-Argon-Untersuchungen zur Quantifizierung des Nitrat-abbaus im Grundwasser Niedersachsens. Grundwasser Band 42. Norden

NLWKN 2021 / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2021): Pflichtenheft für die Datenerfassung im DIWA-Shuttle. Norden

NLWKN 2022 / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2022): Modell- und Pilotprojekt E-Saldo-Maßnahme. Entwicklung einer Maßnahme zur Ergebnis orientierten Honorierung von Gewässerschutz-Leistungen in der Landwirtschaft. Grundwasser Band 50. Norden

OSTERBURG et al. 2007 / OSTERBURG, B., RÜHLING, I., SCHMIDT, T.G., SEIDEL, K., ANTONY, F., GÖDECKE, B. & WITT-ALTFELDER, P. (2007): Kosteneffiziente Maßnahmenkombinationen nach Wasserrahmenrichtlinie zur Nitratreduktion in der Landwirtschaft. In: OSTERBURG, B. & RUNGE, T. (Hrsg.) (2007): Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft 307. Braunschweig

RENGER 2002 / RENGER, M. (2002): Sicker- und Fließzeiten von Nitrat aus dem Wurzelraum ins Grundwasser in Abhängigkeit von den Standortbedingungen, insbesondere Boden und Gestein. Stuttgart

ROGGENDORF 2010 / ROGGENDORF, W. (2010): Abschätzung der ökologischen und ökonomischen Wirkungen einer landesweiten Maßnahmenumsetzung. Ergebnisse der Arbeiten im vTI zum Projekt WAgriCo2. Braunschweig

SCHMIDT & OSTERBURG 2010 / SCHMIDT, T.G. & OSTERBURG, B. (2010): Wirkung von Wasserschutzmaßnahmen auf den mineralischen Stickstoffgehalt von Böden. Ergebnisse der Arbeiten im vTI zum Projekt WAgriCo2. Braunschweig

SLA mehrere Jahrgänge / SERVICEZENTRUM LANDENTWICKLUNG UND AGRARFÖRDERUNG (mehrere Jahrgänge): Auszug aus dem InVeKoS-Datenbank- system des Landes, Antragsstellung 2005 bis 2020. Hannover

UBA 2021 / UMWELTBUNDESAMT (2021): Gesundheitliche Orientierungswerte (GOW) für nicht relevante Metaboliten (nrM) von Wirkstoffen aus Pflanzenschutzmitteln (PSM). Fortschreibungsstand: November 2021. Dessau-Roßlau

WEYMANN et al. 2008 / WEYMANN, D., WELL, R., FLESSA, H., VON DER HEIDE, C., DEURER, M., MEYER, K., KONRAD, C. & WALTHER, W. (2008): Groundwater N₂O emission factors of nitrate-contaminated aquifers as derived from denitrification progress and N₂O accumulation, Biogeosciences, 5, 1215-1226.

Impressum



Herausgeber

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz

NLWKN Direktion
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Telefon: (04931) 947 – 249
E-Mail: pressestelle@nlwkn.niedersachsen.de
www.nlwkn.niedersachsen.de

Der vorliegende Bericht wurde erstellt durch

Dr. Markus Quirin & Daniela Voges, NLWKN-Betriebsstelle Süd

Mitwirkende

Thorsten Hartung, NLWKN-Betriebsstelle Süd
Georg Kühling, NLWKN-Betriebsstelle Cloppenburg
Hubertus Schültken, NLWKN-Betriebsstelle Hannover-Hildesheim
Ralf te Gempt, NLWKN-Betriebsstelle Meppen

Bildnachweis

GEO-data (Bild 2 und 3)
Geries Ingenieure GmbH (Bild 13)
IGLU Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (Bild 22)
INGUS Ingenieurdienst Umweltsteuerung (Bild 8, 11, 15, 16, 17)
LWK Niedersachsen (Bild 1, 4, 7, 9, 10, 12, 14, 21)
NLWKN-Betriebsstelle Lüneburg (Bild 5)
NLWKN-Betriebsstelle Stade (Bild 18)
NLWKN-Betriebsstelle Süd (Bild 6 und 20)
NLWKN-Betriebsstelle Sulingen (Bild 19)

Stand

März 2023
4., aktualisierte Auflage 2023, 500 Stück
Schutzgebühr: 5,00 € + Versand

Bezug

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)
Veröffentlichungen
Göttinger Chaussee 76
30453 Hannover
<https://nlwkn-webshop.webshopapp.com>