



## Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

### Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse









**Grundwasser**

**Band 34**

**Niedersächsischer Landesbetrieb für  
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz**

**Trinkwasserschutzkooperationen  
in Niedersachsen**

**Grundlagen des Kooperationsmodells  
und Darstellung der Ergebnisse**



**Niedersachsen**

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft,  
Küsten- und Naturschutz (NLWKN)

Direktion

Am Sportplatz 23

26506 Norden

Der vorliegende Bericht wurde erstellt durch:

Dr. Markus Quirin & Martin Hoetmer, NLWKN-Betriebsstelle Süd

Mitwirkende:

Thorsten Hartung, NLWKN-Betriebsstelle Süd

Georg Kühling, NLWKN-Betriebsstelle Cloppenburg

Gerald Nickel, NLWKN-Betriebsstelle Lüneburg

Dr. Hermann Sievers, NLWKN-Betriebsstelle Brake-Oldenburg

Ralf te Gempt, NLWKN-Betriebsstelle Meppen

Hans-Christian von Korn, NLWKN-Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

Bildnachweis:

Geris Ingenieure GmbH (Deckblatt oben links, Deckblatt unten links, Bild 1, 5, 6, 8, 11, 13 14 und 15)

IGLU Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt (Bild 9)

INGUS Ingenieurdienst Umweltsteuerung GmbH (Deckblatt oben rechts, Deckblatt unten rechts, Bild 7, 10, 16 und 17)

LBEG Hannover (Bild 3)

LWK Landwirtschaftskammer Niedersachsen (Bild 4 und 12)

NLWKN-Betriebsstelle Süd (Bild 2)

3., aktualisierte Auflage Februar 2019, 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>

# Inhaltsverzeichnis

	Abkürzungen	
	Zusammenfassung .....	1
1.	Einleitung .....	2
2.	Grundlagen des Kooperationsmodells .....	2
2.1	Rechtlicher Rahmen .....	2
2.2	Fachliche Anforderungen .....	3
2.2.1	Pflichtenheft für die Datenerfassung im so genannten DIWA-Shuttle .....	3
2.2.2	Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz .....	4
2.3	Kenngrößen zum Niedersächsischen Kooperationsmodell .....	4
2.4	Nitratbelastung des Grund- und Rohwassers .....	6
3.	Bausteine des Kooperationsmodells .....	12
3.1	Gewässerschutzberatung .....	12
3.2	Freiwillige Vereinbarungen und weitere Agrarumweltmaßnahmen .....	12
3.3	Flächenerwerb .....	19
3.4	Modell- und Pilotprojekte .....	19
3.5	Landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen .....	20
4.	Erfolgskontrolle im Rahmen des Kooperationsmodells .....	21
4.1	N-Hoftorbilanzsalden .....	22
4.2	N-Schlagbilanzsalden .....	24
4.3	Erfolgskontrolle in der Wurzelzone .....	28
4.4	Erfolgskontrolle in der Sickerwasser-Dränzone .....	32
4.5	Erfolgskontrolle im Grundwasser .....	33
4.6	Erfolgskontrolle im Rohwasser .....	38
5.	Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells .....	41
5.1	Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung .....	41
5.2	Weitere Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells .....	45
6.	Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells .....	45
7.	Fazit und Ausblick .....	54
8.	Literaturverzeichnis .....	54



## Abkürzungen

a	Jahr
Ar	Argon
Destatis	Statistisches Bundesamt Deutschland
DIWA	Digitales Informationssystem Wasserschutz
DüV	Düngeverordnung
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
FV	Freiwillige Vereinbarungen
GrwRL	Grundwasserrichtlinie
GSB	Gewässerschutzberatung
GV	Großvieheinheit
GWOF	Grundwasseroberfläche
ha	Hektar
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
KoopNat	Kooperationsprogramm Naturschutz
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
MuP	Modell- und Pilotvorhaben
MW <sub>el</sub>	Megawatt elektrisch
n	Stichprobenumfang
N	Stickstoff
N <sub>2</sub>	Molekularer Stickstoff
NO <sub>3</sub>	Nitrat
NAU/BAU	Niedersächsisches und Bremer Agrar-Umweltprogramm
Nds.	Niedersachsen
NiB-AUM	Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen
NLÖ	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Nmin	Mineralischer Stickstoff
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
O <sub>2</sub>	Sauerstoff
ÖVF	Ökologische Vorrangflächen
PROLAND	Programm zur Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes
RGV	Raufutterverzehende Großvieheinheit
SchuVO	Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten
SLA	Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung
t	Tonne
TGG	Trinkwassergewinnungsgebiet
TI	Thünen-Institut
WAgrico	Water Resources Management in Cooperation with Agriculture
WD	Wirtschaftsdünger
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 Nitrateinträge in das Grundwasser liegt.

Im Jahr 2016 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 374 Trinkwassergewinnungsgebiete, die sich in 74 Kooperationen zusammengeschlossen haben und in denen eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von rund 293.000 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 2016 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 2016 in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells bei 44,2 mg/l. Im Gegensatz dazu betrug der fördermengengewichtete Nitratgehalt im Rohwasser in 2016 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 2016 ging der N-Hoftorbilanzüberschuss in den Trinkwassergewinnungsgebieten

des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 95 kg N/ha LF auf 55 kg N/ha LF zurück. Im gleichen Zeitraum verringerte sich der N-Mineraldüngerkauf von 139 kg N/ha LF auf 114 kg N/ha LF, während die Wirtschaftsdüngerausbringung von 91 kg N/ha LF auf 108 kg N/ha LF anstieg.

- ☞ Die Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen konnten durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2008 bis 2016 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 Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit einer Nitratkonzentration von über 5 mg/l gingen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 68 mg/l im Jahr 2000 auf 60 mg/l in 2016 zurück. Diese Verringerung vollzog sich vor allem bis 2008, während die Nitratgehalte seitdem im Landesdurchschnitt stagnierten.
- ☞ Im Rohwasser gingen die Nitratgehalte von Rohwassermessstellen mit einer Nitratkonzentration von über 5 mg/l geringfügig von 25 mg/l im Jahr 2000 auf 23 mg/l in 2016 zurück.

### Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

Die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung beliefen sich zwischen 2004 und 2016 landesweit im Mittel auf rund 17,6 Mio. €\*a bzw. ca. 58 €/ha LF. Davon entfielen ca. 11,5 Mio. € bzw. 38 €/ha LF auf die Freiwilligen Vereinbarungen und ca. 6,1 Mio. € bzw. 20 €/ha LF auf die Gewässerschutzberatung.

### Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells

In den Kooperationen wirken der generell zu hohe Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz, der Umbruch von Grünland- und Bracheflächen 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 3. Auflage des Berichtes „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen“ versteht sich als Fortschreibung und Weiterentwicklung der 2. Auflage (NLWKN 2015a). 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).

## 2. Grundlagen des Kooperationsmodells

### 2.1 Rechtlicher Rahmen



Bild 1: Hinweisschild Wasserschutzgebiet

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 vor-

sorgenden und sanierenden Grundwasserschutzes in Trinkwassergewinnungsgebieten geschaffen. Nach der Erhöhung der Wasserentnahmegebühr im Januar 2015 und den geringeren Wasserentnahmen der Atomkraftwerke ergeben sich die wesentlichen Einnahmen derzeit aus den Fördermengen der öffentlichen Wasserversorgung. 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.

Die fünfjährige Finanzhilfe, die zur Finanzierung von Freiwilligen Vereinbarungen und der Gewässerschutzberatung gewährt wird, wurde bei den Wasserversorgungsunternehmen, die für den Zeitraum 2008 bis 2012 zum ersten Mal einen Finanzhilfevertrag abgeschlossen haben, für den Zeitraum 2018 bis 2022 bereits zum dritten 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).

Die Gewährung der Finanzhilfe setzt voraus, dass Wasserversorgungsunternehmen und Landbewirtschaftler gleichberechtigt in einer Kooperation zusammenarbeiten, indem sie sich auf ein so genanntes 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 Finanzhilfevertrag zwischen dem NLWKN und dem jeweiligen Wasserversorgungsunternehmen 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 (Abb. 1).

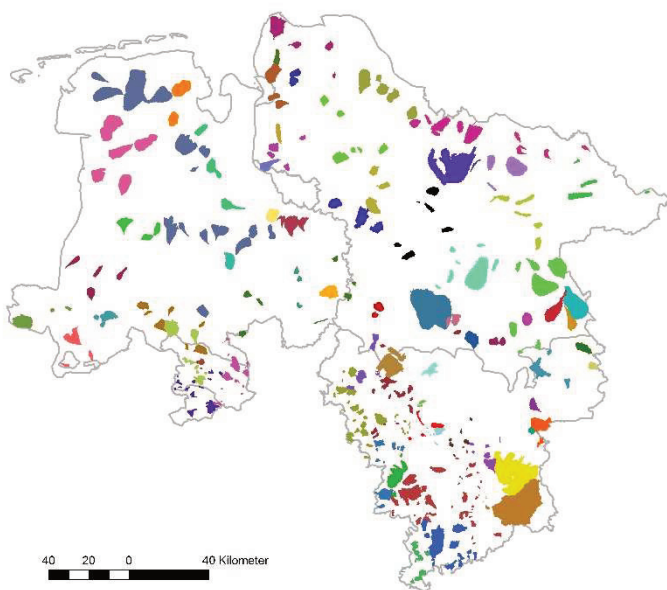


Abb. 1: Trinkwasserschutzkooperationen Niedersachsens in 2016

Die Zusammenschlüsse der einzelnen Kooperationen erfolgten landesweit unterschiedlich. In der Regel wurde für eine Kooperation ein Schutzkonzept erarbeitet und ein Finanzhilfevertrag abgeschlossen. Es gibt jedoch auch Fälle, in denen für eine Kooperation zwei oder mehrere Schutzkonzepte erarbeitet wurden und ein Finanzhilfevertrag abgeschlossen wurde. Und schließlich gibt es Fälle, in denen zwei oder mehrere Kooperationen mit je einem Schutzkonzept unter einem Finanzhilfevertrag zusammengeschlossen sind. Einen Einzelfall stellt der Finanzhilfevertrag der Westtharzer Talsperren dar. Unter diesem Finanzhilfevertrag 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 Finanzhilfeverträgen unterschiedlich hoch. Im Jahr 2016 bestanden 74 Kooperationen, für die 81 Schutzkonzepte erarbeitet wurden und 67 Finanzhilfeverträge abgeschlossen wurden (Tab. 1).

Tab.1: Anzahl an Finanzhilfeverträgen, Kooperationen und Schutzkonzepten im Jahr 2016

Bezeichnung	Anzahl 2016 [n]
Finanzhilfeverträge	67
Kooperationen	74 <sup>(1)</sup>
Schutzkonzepte	81

<sup>(1)</sup> darunter eine forstwirtschaftliche Kooperation

## 2.2 Fachliche Anforderungen

### 2.2.1 Pflichtenheft für die Datenerfassung im so genannten 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 berechnet werden sollen, ist in einem gesonderten „Pflichtenheft für die Datenerfassung im DIWA-Shuttle“ (NLWKN 2017) beschrieben. Im Jahr 2017 wurde das Pflichtenheft aus dem Jahr 2012 grundlegend überarbeitet. Die Eingabe von Mittelwerten der Erfolgsparameter

für einzelne Kulturen und Untersuchungsräume ist entfallen und stattdessen werden seitdem Einzelwerte in den Shuttle eingegeben. Trotz der Weitergabe von Einzeldaten bleibt die Anonymität der landwirtschaftlichen Betriebe erhalten. So werden beispielsweise Betriebsdaten lediglich mit einer laufenden Nummer an den NLWKN weitergegeben und Nährstoffmengen werden als hektarbezogene Daten erfasst, so dass kein Bezug zu einem bestimmten landwirtschaftlichen Betrieb hergestellt werden kann.

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-Werte. 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- 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 innerhalb der B-Gebiete 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 in Tabelle 2 dargestellt. Die räumliche Verteilung der Handlungsbereiche in Niedersachsen geht aus Abbildung 2 hervor.

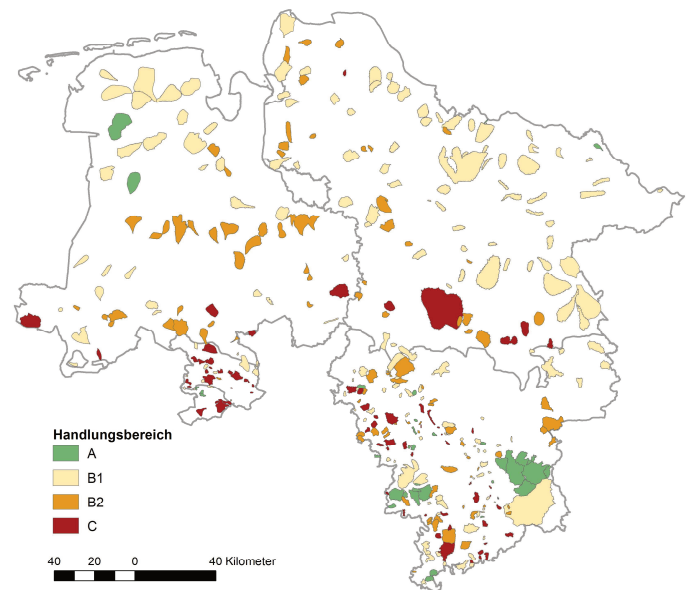


Abb. 2: Handlungsbereiche der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016

Tab. 2: Fördersatz je Handlungsbereich und Anteil der Handlungsbereiche bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) im Jahr 2016

Handlungsbereich (Priorität)	Fördersatz [€/ha LF]	Anteil an der LF [%]
A (gering)	27,38	5
B1 (mittel)	51,52	57
B2 (mittel)	64,26	24
C (hoch)	82,15	15

Im Jahr 2017 wurde das Prioritätenprogramm überarbeitet. Neben dem Budget nach Handlungsbereichen, erhalten Trinkwassergewinnungsgebiete mit dem Neuabschluss eines Finanzhilfvertrages ab dem Jahr 2018 eine 10 % höhere Förderung, wenn je 100 ha LF mehr als 5 landwirtschaftliche Betriebe wirtschaften und/oder eine 25 % höhere Förderung, wenn der Ackeranteil über 90 % der Acker- und Grünlandfläche liegt. Diese zusätzli-

chen Mittel werden 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. Wendet man die neuen Fördermodalitäten auf alle Trinkwassergewinnungsgebiete an, die die o.g. Bedingungen erfüllen, er-

höht sich das Budget für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung insgesamt um etwa 1,7 Mio. Euro, was ca. 10 % entspricht.

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.

## 2.3 Kenngrößen zum Niedersächsischen Kooperationsmodell

Im Jahr 2016 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 374 Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen ca. 570 Mio. m<sup>3</sup> Rohwasser gefördert und eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von rund 293.000 ha bewirtschaftet wurde (Tab. 3). Damit betrug der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells rund 11 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens. Lediglich rund 3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete Niedersachsens wurden im Jahr 2016 nicht im Rahmen des Kooperationsmodells bewirtschaftet.

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 (Abb. 3).

Die Grenzen zwischen dem Lockergesteinsgebiet und dem Festgesteinsgebiet ergeben sich anhand der Hydrogeologischen Großräume. So wird das Lockergesteinsgebiet überwiegend durch seine Lage in der Norddeutschen Tiefebene bestimmt bzw. im Raum Osnabrück auch durch das Rheinisch-Westfälische Tiefland. Das Festgesteinsgebiet wird überwiegend durch das Mitteldeutsche Bruchschollengebirge sowie das Nord- und mitteldeutsche Grundgebirge (Harz) gebildet.

Bezüglich der Gesamtfläche sind die drei Großräume miteinander vergleichbar. Unterschiede bestehen jedoch hinsichtlich der wasserwirtschaftlichen sowie der land- und forstwirtschaftlichen Struktur (Tab. 3). So entfielen über die Hälfte der Wasserversorgungsunternehmen und Trinkwassergewinnungsgebiete auf das Festgesteinsgebiet, obwohl der Anteil des geförderten Rohwassers im

Festgesteinsgebiet nur ca. 25 % der gesamten Rohwasserförderung in Niedersachsen umfasste.



Abb.3: Großräume in Niedersachsen

Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche war in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes aufgrund des hohen Waldanteils mit ca. 31 % am geringsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit rund 58 % 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 318 ha je Trinkwassergewinnungsgebiet, während die durchschnittliche landwirtschaftlich genutzte Fläche in den Lockergesteinsgebieten mit 1.349 ha je Trinkwassergewinnungsgebiet mehr als viermal so hoch war. Der Grünlandanteil und die Viehdichte waren in den Trinkwassergewinnungsgebieten



des Festgesteinsgebietes aufgrund des vorherrschenden Marktfruchtanbaus mit durchschnittlich 17,6 % und 0,41 GV/ha am geringsten und im Lockergesteinsgebiet

westlich der Weser mit 35,7 % und 1,84 GV/ha am höchsten (Tab. 3).

Tab. 3: Wasserwirtschaftliche, land- und forstwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016

	Festgestein	Lockergestein östl. der Weser	Lockergestein westl. der Weser	Land
<b>Wasserwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells</b>				
Anzahl Trinkwassergewinnungsgebiete [n]	205	99	70	<b>374</b>
Anzahl Wasserversorgungsunternehmen [n]	78	50	34	<b>145<sup>(1)</sup></b>
Anzahl Kooperationen [n]	25	31	18	<b>74<sup>(1)</sup></b>
Fördermenge [Mio. m <sup>3</sup> ]	144	219	207	<b>570</b>
Gesamtfläche der TGG [ha] <sup>(2)</sup>	208.522	267.724	183.808	<b>660.054</b>
<b>Land- und Forstwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells</b>				
Landwirtschaftlich genutzte Fläche [ha]	65.253	121.825	106.161	<b>293.239</b>
Forstfläche [ha]	104.241	94.346	38.013	<b>236.600</b>
Landwirtschaftlich genutzte Fläche [%]	31,3	45,5	57,8	<b>44,4</b>
Forstfläche [%]	50,0	35,2	20,7	<b>35,8</b>
mittlere LF/TGG [ha]	318	1.231	1.517	<b>784</b>
Anzahl landwirtschaftliche Betriebe [n] <sup>(3)</sup>	3.776	3.666	5.352	<b>12.794</b>
Grünlandanteil [%]	17,6	22,6	35,7	<b>26,3</b>
Viehbesatzdichte [GV/ha] <sup>(4)</sup>	0,41	0,75	1,84	<b>1,07</b>

<sup>(1)</sup> ohne Doppelnennungen, <sup>(2)</sup> ohne Überlappungen, <sup>(3)</sup> einschl. Doppelnennungen in angrenzenden TGG, <sup>(4)</sup> Daten für 2016 aus LSN 2017

## 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 2016 1.426 Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells herangezogen.

Der mittlere Nitratgehalt dieser oberflächennah verfilterten Erfolgskontrollmessstellen lag im Jahr 2016 bei 44,2 mg/l. Dabei wurden die höchsten mittleren Nitratgehalte mit 49,6 mg/l im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser und die niedrigsten mittleren Nitratgehalte mit 31,1 mg/l im Festgesteinsgebiet erreicht. 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. In allen drei Großräumen waren die Nitratgehalte in diesem Tiefenbereich am höchsten und nahmen mit zunehmender Filtertiefe ab. Diese Abnahme war im Festgesteinsgebiet vergleichsweise gering, während die Nitratgehalte in den beiden Lockergesteinsgebieten von dem Bereich < 5 m unter der Grundwasseroberfläche bis in den Bereich

> 20 m unter der Grundwasseroberfläche um etwa die Hälfte zurückgegangen sind. Dies hatte zur Folge, dass die Nitratgehalte im Bereich > 20 m unter der Grundwasseroberfläche in den beiden Lockergesteinsgebieten auf

etwa dem Niveau lagen wie im Festgesteinsgebiet. So ging die mittlere Nitratkonzentration mit zunehmender Filtertiefe in den beiden Lockergesteinsgebieten von

54,3 mg/l (< 5 m unter GWOF) auf 30,2 mg/l (> 20 m unter GWOF) zurück, während sie im Festgesteinsgebiet von 31,8 auf 26,4 mg/l zurückging (Tab. 4).

Tab. 4: Nitratkonzentrationen der Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016

	Festgestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
<b>Alle Messstellen</b> (s.u. + weitere, z.B. Quellen)				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	<b>31,1</b> (196)	<b>42,7</b> (588)	<b>49,6</b> (642)	<b>44,2</b> (1.426)
<b>Messstellen &lt; 5 m unter GWOF</b>				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	31,8 (110)	50,5 (319)	58,3 (310)	51,0 (739)
<b>Messstellen 5-20 m unter GWOF</b>				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	27,7 (54)	35,2 (234)	45,6 (236)	39,1 (524)
<b>Messstellen &gt; 20 m unter GWOF</b>				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	26,4 (14)	23,1 (16)	31,5 (89)	29,8 (119)

Die hohe Nitratbelastung des Grundwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zeigt sich vor allem daran, dass 36 % aller Erfolgskontrollmessstellen im Jahr 2016 Nitratgehalte von über 50 mg/l aufwiesen. Im Festgesteinsgebiet war dieser Anteil mit 18 % am geringsten und in den beiden Lockergesteinsgebieten mit 38 bzw. 39 % am höchsten (Abb. 4).

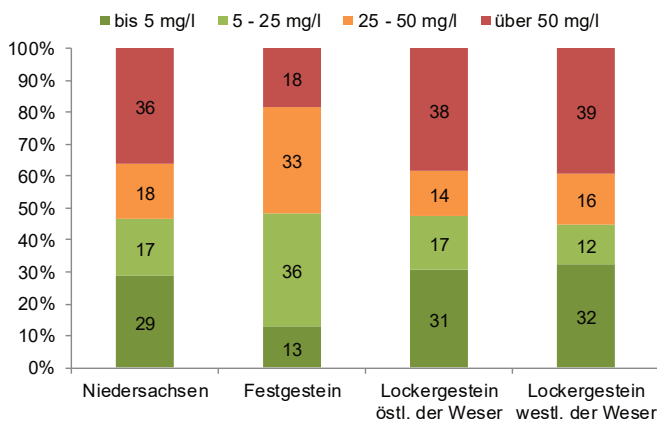


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte (n = 1.426)



Bild 2: Grundwassermessstelle im Landkreis Göttingen

In den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten war die Verteilung der Nitratgehalte im Grundwasser im Jahr 2016 häufig sehr unterschiedlich. So wiesen von den 169 Trinkwassergewinnungsgebieten mit Erfolgskontrollmessstellen, 146 Trinkwassergewinnungsgebiete eine Kombination von hohen und niedrigen Nitratgehalten auf. Aufgrund dieses Nebeneinander von Erfolgskontrollmessstellen mit hohen und niedrigen Nitratgehalten in einem Trinkwassergewinnungsgebiet ist eine 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 la-

gen die Nitratgehalte im Jahr 2016 bei ca. 70 % der Erfolgskontrollmessstellen über 50 mg/l. Dagegen wiesen in der Region Leer, westlich von Oldenburg und in der Region Uelzen/Celle, südlich von Lüneburg ca. 70 % der Erfolgskontrollmessstellen Nitratgehalte von unter 5 mg/l auf (Abb. 5).

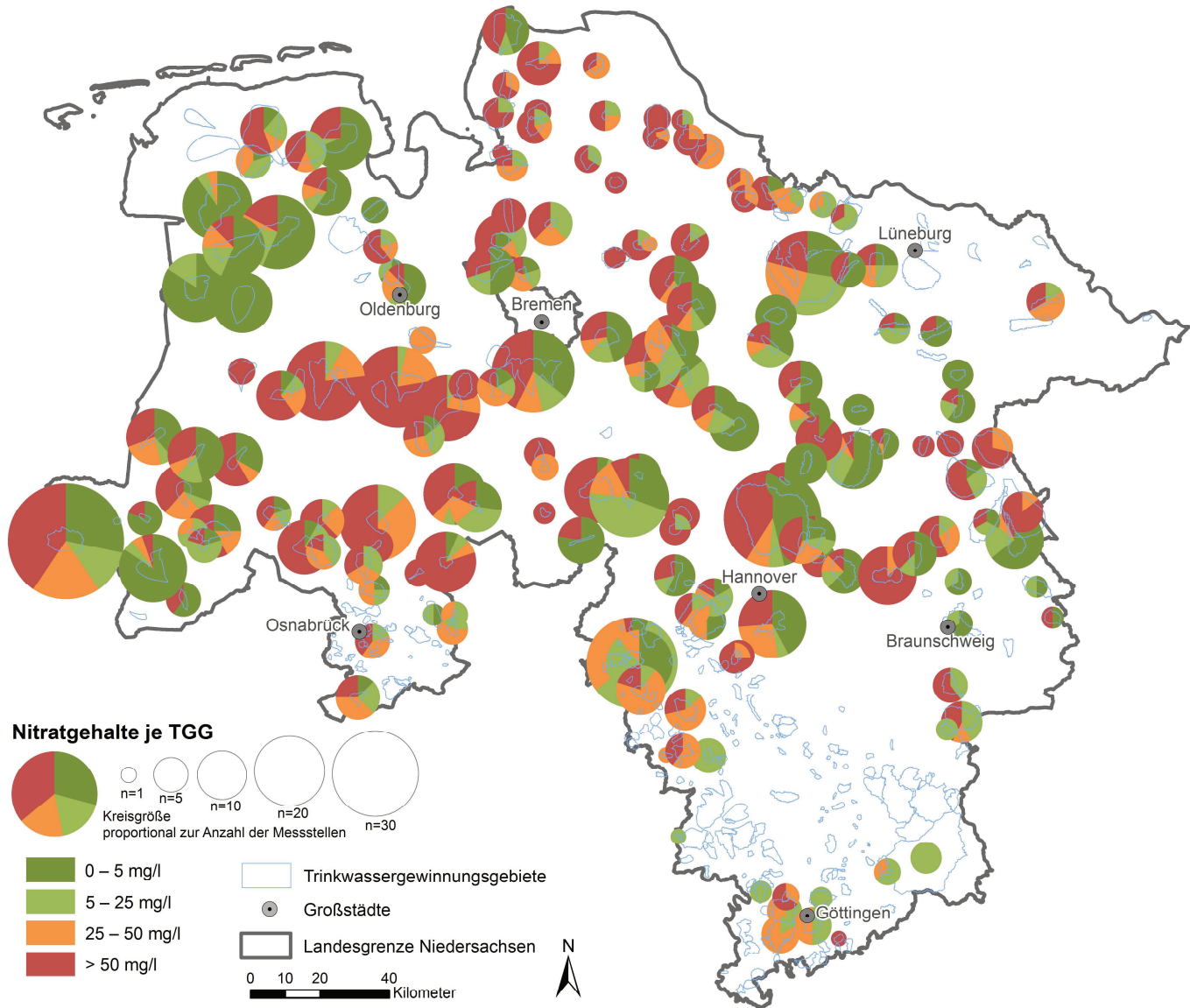


Abb. 5: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016 (n = 1.426)

### Durch Denitrifikation abgebautes Nitrat (N<sub>2</sub>-Exzess) im Grundwasser der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Anhand der in den Grundwassermessstellen gemessenen Nitratgehalte wird in der Regel nur ein Teil des Nitateintrages in das Grundwasser nachgewiesen. Der andere Teil des Nitateintrages wird häufig zu molekularem Stickstoff abgebaut (Denitrifikation). Das im Grundwasserleiter abgebaute Nitrat kann selbstverständlich nicht mehr direkt gemessen werden. Messen kann man aber

das Abbauprodukt der Denitrifikation, den molekularen Stickstoff, woraus sich dann das abgebaute Nitrat berechnen lässt. 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 gemessen. Um jetzt zwischen diesen beiden Anteilen zu differenzieren, bedient man sich des Verhältnisses von molekularem Stickstoff zu dem Edelgas Argon. Daher auch der Name „N<sub>2</sub>/Ar-Methode“. Wäh-



rend sich der Gehalt an molekularem Stickstoff durch die Denitrifikation erhöht, bleibt die Argon-Konzentration in Abhängigkeit von Temperatur und Luftdruck konstant. Aus der gemessenen Konzentration an molekularem Stickstoff kann im Vergleich zur kalkulatorischen Konzentration an molekularem Stickstoff, die sich aus dem N<sub>2</sub>/Ar-Verhältnis ergibt, der molekulare Stickstoff berechnet werden, der durch Denitrifikation abgebaut wurde. Diesen aus der Denitrifikation stammenden Stickstoff bezeichnet man als N<sub>2</sub>-Exzess.



Bild 3: Analytik zur Messung von molekularem Stickstoff (N<sub>2</sub>) und Argon (Ar)

Um den durch die Denitrifikation abgebauten Stickstoff zu quantifizieren und somit Aussagen zum gesamten Nitratreintrag treffen zu können, wurden im Jahr 2016 Stickstoff- und Argon-Untersuchungen an über 500 Erfolgskontrollmessstellen des Niedersächsischen Kooperationsmodells durchgeführt. Darüber hinaus fanden mehrere laborübergreifende Vergleichsuntersuchungen statt, um die Ergebnisse der N<sub>2</sub>/Ar-Methode zu überprüfen. In diesem Zusammenhang hat das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) das MS Excel-basierte Tool „N<sub>2</sub>ArCheck“ zur Auswertung und Qualitätssicherung von N<sub>2</sub>-Exzess-Daten für Labore und Anwender/innen entwickelt (GRÖGER-TRAMPE & HEUMANN 2018).

Anhand der Vergleichsuntersuchungen der unterschiedlichen Labore konnte nachgewiesen werden, dass mit der N<sub>2</sub>/Ar-Methode reproduzierbare Ergebnisse des durch Denitrifikation abgebauten Nitrats generiert werden können, sofern die Analytik fehlerfrei funktioniert. Dabei ist die Analytik von Gasen im Wasser nicht trivial und die Genauigkeit der N<sub>2</sub>/Ar-Methode ist z.B. nicht mit der Analytik von Nitrat vergleichbar. Bei den Untersuchungen der Erfolgskontrollmessstellen konnte auch nicht für jede

Messstelle ein N<sub>2</sub>-Exzess Wert bestimmt werden. So gab es z.B. Proben, bei denen Stickstoff und/oder Argon durch andere Gase wie z.B. Methan verdrängt wurden, so dass die N<sub>2</sub>/Ar-Methode für diese Proben nicht angewendet werden konnte. Diese entgasten Proben konnten mittels des oben genannten Tools „N<sub>2</sub>ArCheck“ identifiziert werden, um sie von den weiteren Auswertungen auszuschließen. Neben den Prüfungen der Gaskonzentrationen führt das Tool noch einen Abgleich zwischen der O<sub>2</sub>-Konzentration und dem N<sub>2</sub>-Exzess sowie eine Prüfung der Leitfähigkeit durch (GRÖGER-TRAMPE & HEUMANN, 2018).

Die ersten Auswertungen zeigen, dass der N<sub>2</sub>-Exzess bei niedrigen Nitratgehalten generell höher ist als bei hohen Nitratgehalten und dass der N<sub>2</sub>-Exzess im Lockergesteinsgebiet generell höher ist als im Festgesteinsgebiet. So wurde für Messstellen mit Nitratgehalten unter 5 mg/l im Lockergesteinsgebiet ein N<sub>2</sub>-Exzess von rund 25 mg Nitrat/l ermittelt und im Festgesteinsgebiet ein N<sub>2</sub>-Exzess von rund 15 mg Nitrat/l. Für Messstellen mit Nitratgehalten von 5 - 50 mg/l wurde im Lockergesteinsgebiet ein N<sub>2</sub>-Exzess von rund 15 mg Nitrat/l und im Festgestein von rund 10 mg Nitrat/l ermittelt und für Messstellen mit Nitratgehalten > 50 mg/l wurde sowohl im Lockergesteinsgebiet als auch im Festgesteinsgebiet ein N<sub>2</sub>-Exzess von rund 10 mg Nitrat/l ermittelt (Tab. 5).

Tab. 5: N<sub>2</sub>-Exzess von Erfolgskontrollmessstellen mit unterschiedlichen Nitratgehalten in unterschiedlichen Großräumen aus dem Jahr 2016

	N <sub>2</sub> -Exzess * [mg Nitrat/l]	
	Festgestein	Lockergestein
< 5 mg NO <sub>3</sub> /l	15	25
5 - 50 mg NO <sub>3</sub> /l	10	15
> 50 mg NO <sub>3</sub> /l	10	10

\* in 5er Schritten gerundet

Es gibt jedoch auch in jeder Nitratklasse Messstellen, bei denen der N<sub>2</sub>-Exzess unterhalb der Bestimmungsgrenze liegt, und es gibt auch in jeder Nitratklasse Messstellen, bei denen der N<sub>2</sub>-Exzess über 50 mg Nitrat/l liegt. D.h., um Aussagen über die Denitrifikation zu erhalten, muss jede Messstelle für sich betrachtet werden.

Es ist geplant, N<sub>2</sub>/Ar-Messungen auch zukünftig im Rahmen des Niedersächsischen Kooperationsmodells durchzuführen, und mit dem Vorliegen weiterer Daten detailliertere Ergebnisse vorzustellen.

**Nitratbelastung des Rohwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells**



Bild 4: Förderbrunnen im TGG Thülsfelde

Die Darstellung der aktuellen Nitratbelastung des Rohwassers erfolgt für das Jahr 2016 anhand von 1.311 Rohwassermessstellen, aus denen insgesamt rund 570 Mio. m<sup>3</sup> Rohwasser gefördert wurden (Tab 6).

Tab. 6: Fördermengengewichtete Nitratkonzentration im Rohwasser in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016

	Fördermengengewichtete Nitratkonzentration [mg/l]	Fördermenge [Mio. m <sup>3</sup> ]	Anzahl der Brunnen [n]
<b>Land</b>	<b>5,1</b>	<b>570</b>	<b>1.311</b>
Festgestein	12,0	144	452
Lockergestein östl. der Weser	1,6	219	585
Lockergestein westl. der Weser	4,0	207	274

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 2016 bei 5,1 mg/l lag. Diese geringe Nitratkonzentration im Rohwasser geht vor allem auf die Denitrifikation, einem endlichen Nitratabbauprozess im Grundwasserleiter, sowie auf die

großen Fördertiefen zurück. In den beiden Lockergesteinsgebieten war die Nitratkonzentration im Rohwasser mit 1,6 mg/l (Lockergesteinsgebiet östlich der Weser) bzw. 4,0 mg/l (Lockergesteinsgebiet westlich der Weser) am geringsten und im Festgesteinsgebiet mit 12,0 mg/l am höchsten (Tab. 6).

Im Jahr 2016 wurden ca. 65 % des Rohwassers im Rahmen des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit einem Nitratgehalt von unter 5 mg/l gefördert und lediglich 0,4 % des geförderten Rohwassers wies einen Nitratgehalt von über 50 mg/l auf. In diesen Fällen wurde der Grenzwert von 50 mg/l der Trinkwasserverordnung (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 beiden 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 nahezu 80 %, während dieser Anteil im Festgesteinsgebiet nur 8 % betrug. Entsprechend war der Anteil an gefördertem Rohwasser mit Nitratgehalten über 25 mg/l im Festgesteinsgebiet mit rund 15 % am größten, während dieser Anteil im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser nur rund 5 % betrug und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sogar unter 2 % lag (Abb. 6).

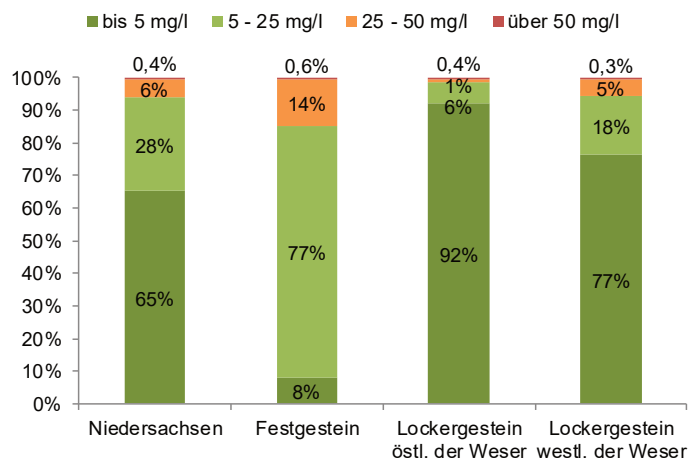


Abb. 6: Prozentuale Verteilung der Rohwasserförderung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte (Gesamtfördermenge = 570 Mio. m<sup>3</sup>)

Im Gegensatz zur Belastung des oberflächennahen Grundwassers, bei der landesweit ein Nebeneinander von Erfolgskontrollmessstellen mit hohen bzw. geringen Nitratgehalten vorkommt, ist dies bzgl. der Rohwasserbelastung anders (Abb. 7):

Von 368 Trinkwassergewinnungsgebieten wurde im Jahr 2016 in 279 Trinkwassergewinnungsgebieten (76 %) ausschließlich Rohwasser mit Nitratgehalten kleiner 25 mg/l gefördert. Und das auch in Regionen, die überwiegend hohe Nitratgehalten im oberflächennahen Grundwasser aufweisen, wie z.B. die Trinkwassergewinnungsgebiete südlich von Oldenburg und im Elbe-Weser-Dreieck. Der Hauptgrund für die geringe Nitratbelastung des

Rohwassers bei gleichzeitig hoher Nitratbelastung des oberflächennahen Grundwassers ist der Nitratabbau durch Denitrifikation.

In 89 Trinkwassergewinnungsgebieten (24 %) wies ein Teil des geförderten Rohwassers Nitratgehalte von über 25 mg/l auf. Mit 72 Trinkwassergewinnungsgebieten (81 %) befindet sich der überwiegende Teil dieser Trinkwassergewinnungsgebiete im Festgesteinsgebiet. Also dort, wo vergleichsweise geringe Nitratgehalte im Grundwasser vorliegen. Die vergleichsweise hohe Nitratbelastung des Rohwassers im Festgesteinsgebiet resultiert aus dem geringeren Nitratabbau durch Denitrifikation.

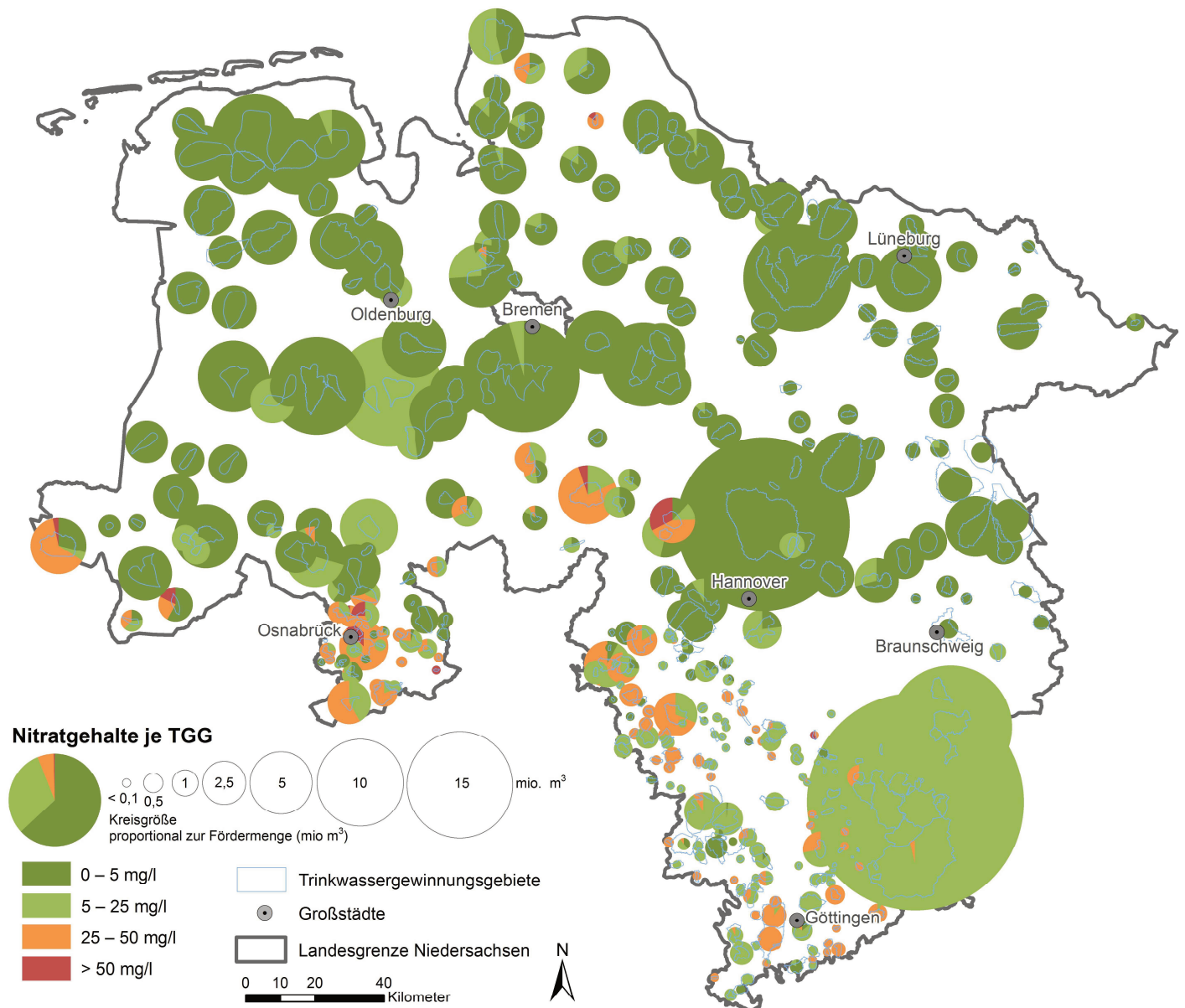


Abb. 7: Prozentuale Verteilung der Rohwasserförderung im Jahr 2016 auf 4 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (Gesamtfördermenge = 570 Mio. m<sup>3</sup>)



### 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“ (MU 2016) beantragt 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 2015b). Zu Beginn der Arbeiten erfolgt in den Gebieten 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 eine grundwasser-schutzorientierte Düngeplanung oder den Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen. Weitere Beratungsformen sind Gruppenberatungen und Rundschreiben. Neben der Beratung führt der Beratungsträger in den Betrieben bzw. Gebieten 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 bedient sich die Gewässerschutzberatung diverser Methoden, die an das sogenannte Zonenmodell angelehnt sind, das den Weg des Wassers von der Bodenoberfläche über die Wurzelzone, die Sickerwasser-Dränzone und den Grundwasserleiter bis zum Förderbrunnen beschreibt. Entsprechend des Zonenmodells 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 (Tab. 7).

Tab. 7: Pluralität der Beratungsträger in 2016

Beratungsträger	TGG [n]	LF [ha]
LWK Niedersachsen	168	132.306
Ingenieurbüros	173	128.418
Beratungsringe	33	32.516
<b>Summe</b>	<b>374</b>	<b>293.239</b>

#### 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, Tab. 8). 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 Niedersächsische und Bremer Agrarumweltmaßnahmen (NiB-AUM) abgeschlossen. Hierbei gewähren die Länder Niedersachsen und Bremen 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 Agrarumweltmaßnahmen ebenfalls positiv auf den Grundwasserschutz aus. In einigen Trinkwassergewinnungsgebieten wurden anstelle von Freiwilligen Vereinbarungen entsprechende Agrarumweltmaßnahmen abgeschlossen, um das Budget für die Freiwilligen Vereinbarungen zu entlasten.

Tab. 8: 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 tier. WD	- 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 vom 01.02. bis 15.07. - Aufbringung mit Schleppschuhverteiltern bzw. Injektoren bis maximal 30 m <sup>3</sup> /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. Absatzprozesse 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



## Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

Im Jahr 2016 wurden in Niedersachsen nahezu 12.000 Freiwillige Vereinbarungen auf einer Fläche von rund 165.000 ha abgeschlossen. Diese Flächenangabe beinhaltet auch Doppelbelegungen, da bestimmte Maßnahmen auf einer Fläche kombiniert werden können.

Bezüglich der Vertragsfläche waren die Freiwilligen Vereinbarungen zur aktiven Begrünung (meist in Form von Zwischenfrüchten) und zur zeitlichen Beschränkung der Ausbringung tierischer Wirtschaftsdünger landesweit am bedeutendsten. Dagegen waren die Freiwilligen Vereinbarungen zur Umwandlung von Acker in Grünland, zur grundwasserschutzorientierten Bewirtschaftung von Ackerflächen mit Zielvorgaben sowie die Maßnahmen im Forst in Bezug auf die Vertragsfläche von untergeordneter Bedeutung. Die neu in den Maßnahmenkatalog des

Niedersächsischen Umweltministeriums aufgenommenen Maßnahmen zur Erstaufforstung und zur Verbesserung der Grundwasserneubildung durch den Erhalt extensiv genutzter Sandheiden wurden im Jahr 2016 nicht abgeschlossen.

Regional gab es große Unterschiede im Abschluss der jeweiligen Freiwilligen Vereinbarungen. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser wies die Freiwillige Vereinbarung zur zeitlichen Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger mit 25 % den größten Anteil an der Vertragsfläche auf. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sowie im Festgesteinsgebiet spielte der Zwischenfruchtanbau mit einem Anteil von 35 bzw. 18 % die größte Rolle (Tab. 9).

Tab. 9: Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016 (gerundete Werte)

FV-Code	Bezeichnung	Fläche Freiwilliger Vereinbarungen [ha] <sup>(1)</sup>			
		Festgestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
I	Schlagbilanzen	2.700	177	0	2.877
I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	1.975	4.793	18.396	25.164
I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	866	945	820	2.631
I.C	Gewässerschon. Gülleausbringung	2.169	1.746	9.040	12.955
I.E	Begrünung m. Zwischenfrüchten u.ä.	5.346	22.100	13.188	40.634
I.F1	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	2.819	1.593	4.009	8.421
I.F2	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	1.085	1.361	78	2.524
I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	1.683	473	3.619	5.775
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	649	2.176	7.476	10.301
I.I	Reduzierte N-Düngung	2.928	6.995	7.803	17.726
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	3.203	5.045	1.893	10.141
I.K	Einsatz stabilerter N-Dünger	129	4.693	389	5.211
I.L	Gewässerschonen. Pflanzenschutz	447	6.906	4.923	12.276
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz) <sup>(2)</sup>	2.347	2.993	1.389	6.729
I.K alt	Maisengsaat	172	286	561	1.019
I.L alt	Unterfußdüngung	0	911	0	911
II	Umwandlung von Acker in Grünland	79	72	51	202
III	Ackerflächen mit Zielvorgaben	348	0	0	348
IV	Erosionsschutz Forst	k.A. <sup>(3)</sup>	0	0	k.A. <sup>(3)</sup>
V	Erstaufforstung	0	0	0	0
VI	a) Waldumbau	0	108	0	108
VI	b) Sandheiden	0	0	0	0
<b>Summe [ha]</b>		<b>28.945</b>	<b>63.372</b>	<b>73.635</b>	<b>165.952</b>

<sup>(1)</sup> einschl. Doppelbelegung, d.h. mehrere Vereinbarungen auf einer Fläche sind möglich; <sup>(2)</sup> einschl. der Förderung von Ökolandbau+ (Gewässerschutz) nach NiB-AUM; <sup>(3)</sup> die Förderung von Erosionsschutzmaßnahmen im Forst erfolgt im Regelfall ohne einen Bezug zur Flächengröße

Zwischen 2008 und 2016 ging die Fläche der Freiwilligen Vereinbarung zur Erstellung von Schlagbilanzen von ca. 50.000 ha auf ca. 3.000 ha zurück. Damit wies diese Freiwillige Vereinbarung zwischen 2008 und 2016 den größten Rückgang aller Freiwilligen Vereinbarungen auf. Im aktuellen Maßnahmenkatalog für Freiwillige Vereinbarungen (MU 2015) ist diese Maßnahme nicht mehr aufgeführt, so dass es sich bei dem Maßnahmenabschluss im Jahr 2016 nur noch um Altverträge handelt und der Abschluss in den nächsten Jahren weiter zurückgehen wird. Ebenfalls rückläufig war die Freiwillige Vereinbarung zur zeitlichen Beschränkung der Ausbringung tierischer Wirtschaftsdünger. 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 Wasserschutzgebieten angepasst wurden.



Bild 5: Gülleausbringung mit direkter Einarbeitung

Eine weitere Freiwillige Vereinbarung, die in nennenswertem Umfang zurückgegangen ist, ist die „Gewässerschonende Gülleausbringung“. Diese Maßnahme wurde in geringerem Umfang abgeschlossen, da Kooperationen mit knappen Budgets die Förderung über die Freiwillige Vereinbarungen eingestellt haben, und stattdessen die Förderung für die „Gewässerschonende Gülleausbringung mit Schleppschuhen und Injektoren“ über die Agrarumweltmaßnahme BV2 in Anspruch nahmen.

Die Freiwillige Vereinbarung zur Brachebegrünung ist eine der effektivsten Grundwasserschutzmaßnahmen.

Deren Entwicklung ist allerdings in erheblichem Maße von den agrarpolitischen Rahmenbedingungen abhängig. Im Jahr 2008 fiel die konjunkturelle Flächenstilllegung weg, womit ein deutlicher Rückgang der Bracheflächen verbunden war. Der Tiefpunkt im Maßnahmenabschluss wurde im Jahr 2012 erreicht. Höhere Erzeugerpreise steigerten zunehmend die Attraktivität der Bewirtschaftung dieser Standorte, und den Bracheflächen drohte teilweise der Verlust des Ackerstatus. Inzwischen führen neue Regelungen zum Erhalt des Ackerstatus sowie die Möglichkeit, Bracheflächen als ökologische Vorrangflächen<sup>1</sup> anzumelden, zu einem Wiederanstieg der Bracheflächen.

Seit 2014 verzeichnen die Freiwilligen Vereinbarungen zur reduzierten N-Düngung sowie zum gewässerschonenden Pflanzenschutz einen deutlichen Anstieg. Während der Abschluss der Freiwilligen Vereinbarung zur reduzierten N-Düngung zwischen 2008 und 2013 im Mittel bei ca. 11.000 ha lag, konnte der Maßnahmenabschluss im Jahr 2016 auf ca. 18.000 ha gesteigert werden. Noch höher fiel die Steigerung bei der Freiwilligen Vereinbarung zum gewässerschonenden Pflanzenschutz aus. Zwischen 2008 und 2013 lag der Abschluss bei ca. 2.500 ha und bis 2017 wurde dieser Abschluss mit ca. 12.500 ha nahezu verfünffacht.



Bild 6: Untersaaten in Mais

Durch die genannten Rückgänge bei den einzelnen Freiwilligen Vereinbarungen verringerte sich die gesamte Vertragsfläche von über 200.000 ha in den Jahren 2008 und 2009 auf rund 165.000 ha in den Jahren 2014 bis 2016 (Tab. 10).

<sup>1</sup> Greening-Anforderung zur Gewährung von EU-Direktzahlungen

Tab. 10: Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2008 bis 2016 (gerundete Werte)

Code	Code alt	Bezeichnung	Fläche der Freiwilligen Vereinbarungen [ha] <sup>(1)</sup>								
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	I	Schlagbilanzen	47.248	57.011	11.677	6.479	3.914	3.809	3.794	4.131	2.877
I.A	I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	34.701	46.547	44.636	45.452	42.442	48.583	27.785	26.208	25.164
I.B	I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	3.402	1.408	1.787	1.661	1.875	1.977	2.052	7.831	2.631
I.C	I.C1	Gewässersch. Gülleausbringung	26.472	27.229	25.685	20.373	19.955	18.720	16.136	15.965	12.955
I.E	I.E <sup>2)</sup>	Begrünung mit Zwischenfr. u.ä.	35.471	42.452	44.322	40.218	40.224	42.473	43.121	39.063	40.634
I.F1	I.F	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	5.116	6.359	11.191	9.960	9.019	11.194	10.861	10.302	8.421
I.F2	I.E <sup>3)</sup>	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	7.214	3.041	1.340	1.202	259	1.105	3.480	1.538	2.524
I.G	I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	7.324	6.602	6.512	7.242	5.912	5.904	5.461	5.809	5.775
I.H	I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	3.927	4.466	6.292	7.319	8.955	9.288	10.293	9.706	10.301
I.I	I.I	Reduzierte N-Düngung	10.277	11.277	10.309	10.554	10.670	11.687	14.648	14.295	17.726
I.J	I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	5.364	5.815	8.227	7.427	8.340	9.322	10.265	13.150	10.141
I.K	I.M	Einsatz Stabilisierter N-Dünger	588	556	1.472	931	1.183	1.237	3.019	2.898	5.211
I.L	I.N	Gewässerschon. Pflanzenschutz	2.453	2.354	2.051	2.586	2.232	2.571	4.476	7.122	12.276
	I.K	Maisengsaat	8.806	9.692	13.865	9.819	8.469	7.053	2.894	2.490	1.019
	I.L	Unterfußdüngung	880	799	430	405	604	513	823	1.002	911
	I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz) <sup>(4)</sup>	4.660	4.483	4.287	4.434	4.293	3.777	3.545	6.265	6.729
II	II	Umwandlung Acker in Grünland	1.095	1.344	565	758	687	295	386	186	202
III		Ackerflächen mit Zielvorgaben									348
IV	III	Erosionsschutz Forst	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>	k.A. <sup>(5)</sup>
V		Erstaufforstung									0
VI	IV	a) Waldumbau	246	256	228	230	204	191	233	130	108
VI		b) Sandheiden									0
<b>Summe [ha]</b>			<b>205.244</b>	<b>231.691</b>	<b>194.875</b>	<b>177.050</b>	<b>169.237</b>	<b>179.699</b>	<b>163.272</b>	<b>168.091</b>	<b>165.952</b>

<sup>(1)</sup> einschl. Doppelbelegung, d.h. mehrere Vereinbarungen auf einer Fläche sind möglich; <sup>(2)</sup> I.E Sonstiges; <sup>(3)</sup> I.E Brache; <sup>(4)</sup> einschl. der Förderung von Ökolandbau+ (Gewässerschutz) nach NAU/BAU bzw. NiB-AUM; <sup>(5)</sup> die Förderung von Erosionsschutzmaßnahmen im Forst erfolgt im Regelfall ohne einen Bezug zur Flächengröße

Im Jahr 2016 wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells auf einer Fläche von insgesamt rund 50.000 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 einem Drittel der Vereinbarungsfläche der Freiwilligen Vereinbarungen.

Von den Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen nahmen die beiden Maßnahmen „Zwischenfrüchte und Untersaaten“ sowie „Ökologische Anbauverfahren“ im Jahr 2016 über die Hälfte der landesweiten Maßnahmenfläche ein. Auch in den drei Großräumen machten diese beiden Maßnahmen jeweils über die Hälfte der Maßnahmenfläche an Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen aus, wobei

der Anteil dieser beiden Maßnahmen im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser bei rund 80 % lag, während er im Festgesteinsgebiet und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser rund 50 % betrug (Tab. 11).



Bild 7: Zwischenfruchtanbau mit Gelbsenf



Tab. 11: 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 2016 (gerundete Werte)

Code	Code alt	Bezeichnung	Fläche der AUM und ÖVF [ha] <sup>(1)</sup>			
			Fest-gestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
AL 21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	162	1.157	421	1.740
AL 22	752 (W2)	Winterharte Zwischenfr. und Untersaaten	115	409	317	840
AL 3		Cultanverfahren	0	262	73	335
AL 5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	27	524	408	960
BB 1	441	Besondere Biotoptypen, Beweidung	132	3.332	87	3.550
BB 2	442	Besondere Biotoptypen, Mahd	268	0	0	268
BS 1 <sup>(2)</sup>	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	429	1.240	70	1.738
BS 2	240 (A6)	Mehrfährige Blühstreifen	43	93	13	150
BS 3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	88	22	0	110
BS 4-6	432	Schonstreifen für Vögel und Hamster	134	31	0	165
BS 7 <sup>(3)</sup>		Erosions- und Gewässerschutzstreifen	2	2	0	4
BV 1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	2.574	3.285	2.084	7.944
BV 2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	71	185	220	477
GL 1 <sup>(4)</sup>	121 (B1) <sup>(9)</sup>	Extensive Grünlandbewirtschaftung	782	1.655	617	3.055
GL 2 <sup>(5)</sup>	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	32	295	381	707
GL 3 <sup>(6)</sup>		Weidenutzung in Hanglagen	60	0	6	67
GL 5 <sup>(7)</sup>	122, 411	Artenreiches Grünland, ergebnisorientiert	780	70	69	919
ÖVF 52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten	3.223	9.243	10.392	22.859
ÖVF 62 <sup>(8)</sup>		Brachen ohne Erzeugung	1.817	2.150	342	4.309
<b>Summe [ha]</b>			<b>10.741</b>	<b>23.955</b>	<b>15.500</b>	<b>50.196</b>

<sup>(1)</sup> ohne Ökolandbau+ (Gewässerschutz), siehe hierzu Tab. 9; <sup>(2)</sup> BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen); <sup>(3)</sup> BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); <sup>(4)</sup> GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); <sup>(5)</sup> GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(6)</sup> GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(7)</sup> GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); <sup>(8)</sup> einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); <sup>(9)</sup> 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert);



Bild 8: Blühstreifen mit Sonnenblumen

Zwischen 2008 und 2012 stieg die Vertragsfläche der Agrarumweltmaßnahmen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zunächst von rund 41.000 ha auf rund 54.000 ha an. Dabei stieg allein die Vertragsfläche der Agrarumweltmaßnahme „Mulch- oder Direktsaat“ in diesem Zeitraum um ca. 6.500 ha an. Der „Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten“ legte in diesem Zeitraum um ca. 3.500 ha und die „Emissionsarme Gülleausbringung“ um ca. 2.500 ha zu.

Mit einer Vertragsfläche von rund 28.000 ha wurde im Jahr 2014 die mit Abstand geringste Vertragsfläche an

## Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

Agrarumweltmaßnahmen im Zeitraum 2008 bis 2016 erzielt. Das lag vor allem daran, dass die „Emissionsarme Gülleausbringung“ nicht mehr wie bisher gefördert wurde und dass die Förderung der „Mulch- bzw. der Direktsaat“ eingestellt wurde.

In den Jahren 2015 und 2016 lag der Abschlussgrad an

Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen wieder bei über 50.000 ha pro Jahr. Der Grund hierfür lag allein in der Anlage von Ökologischen Vorrangflächen, die mit rund 27.000 ha über 50 % der Vertragsflächen von Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen ausmachten (Tab. 12).

Tab. 12: 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 2008 bis 2016 (gerundete Werte)

Code	Code alt	Bezeichnung	Fläche der AUM und ÖVF [ha] <sup>(1)</sup>								
			2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL 21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	1.532	2.700	1.271	4.456	5.069	5.096	4.144	4.813	1.740
AL 22	752 (W2)	Winterharte ZF und Untersaaten	0	0	0	792	711	872	1.223	1.256	840
AL 3		Cultivarverfahren	0	0	0	0	0	0	0	392	335
AL 5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearb. n. Mais	0	0	0	206	165	178	177	1.044	960
BB 1	441	Besond. Biotoptypen, Beweidung	3.324	3.494	3.491	3.590	3.564	3.572	3.471	3.539	3.550
BB 2	442	Besond. Biotoptypen, Mahd	229	249	247	268	256	259	315	272	268
BS 1 <sup>(2)</sup>	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	781	875	811	1.207	1.144	1.251	1.247	1.729	1.738
BS 2	240 (A6)	Mehrfährige Blühstreifen	17	2	26	29	27	27	25	129	150
BS 3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	29	17	24	34	29	26	26	100	110
BS 4-6	432	Schonstreifen für Vögel u. Hamster	0	30	29	148	188	193	188	172	165
BS 7 <sup>(3)</sup>		Erosions-, Gewässerschutzstreifen	0	0	0	0	0	0	0	4	4
BV 1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	7.945	7.864	7.873	7.811	7.875	7.634	7.232	7.543	7.944
BV 2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	14.409	14.778	14.778	17.174	16.500	15.893	3.857	5.485	477
GL 1 <sup>(4)</sup>	121 (B1) <sup>(9)</sup>	Extens. Grünlandbewirtschaftung	4.792	4.859	4.689	3.378	3.426	3.390	2.901	2.752	3.055
GL 2 <sup>(5)</sup>	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	0	0	63	130	197	261	220	575	707
GL 3 <sup>(6)</sup>		Weidenutzung in Hanglagen	0	0	0	0	0	0	0	46	67
GL 5 <sup>(7)</sup>	122, 411	Artenreiches GL, ergebnisorientiert	377	427	618	757	903	959	836	759	919
ÖVF 52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten	0	0	0	0	0	0	0	22.095	22.859
ÖVF 62 <sup>(8)</sup>		Brachen ohne Erzeugung	0	0	0	0	0	0	0	4.214	4.309
	140 (D) <sup>(10)</sup>	Stilllegung	13	12	12	7	4	3	3	1	0
	200 (A2)	Mulch-/Direktsaat	7.747	10.066	11.569	13.457	14.338	12.844	1.988	1.489	0
	754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearb. n. Raps	0	0	0	0	0	13	0	0	0
	755 (W5)	Winterrüben vor Wintergetreide	0	0	0	5	0	5	0	14	0
<b>Summe [ha]</b>			<b>41.195</b>	<b>45.374</b>	<b>45.501</b>	<b>53.448</b>	<b>54.397</b>	<b>52.475</b>	<b>27.853</b>	<b>58.422</b>	<b>50.196</b>

<sup>(1)</sup> ohne Ökolandbau+ (Gewässerschutz), siehe hierzu Tab. 9; <sup>(2)</sup> BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen);

<sup>(3)</sup> BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); <sup>(4)</sup> GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); <sup>(5)</sup> GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(6)</sup> GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung);

<sup>(7)</sup> GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); <sup>(8)</sup> einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); <sup>(9)</sup> 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert);

<sup>(10)</sup> 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 neuen 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. Die Höhe der Förderung richtete sich nach der Nähe zum Brunnen und der Nitrataustragsgefährdung.

### 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.

Weitere Informationen unter:

[www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/grundwasser/niedersaechsisches\\_kooperationsmodell\\_trinkwasserschutz/modell\\_und\\_pilotprojekte/modell--und-pilotprojekte-152205.htm](http://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/wasserwirtschaft/grundwasser/niedersaechsisches_kooperationsmodell_trinkwasserschutz/modell_und_pilotprojekte/modell--und-pilotprojekte-152205.htm)

In den derzeit laufenden Projekten werden 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 Beratung so-

wie der flächenbezogenen Maßnahmen in Trinkwassergewinnungsgebieten eingesetzt. Die Ermittlung der N-Hoftorbilanzen außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete bzw. WRRL-Zielkulisse begann im Jahr 2012 und wird fortlaufend weitergeführt, um auch weiterhin einen Vergleichsmaßstab für die Entwicklung dieses wichtigen Erfolgsindikators im Trinkwasserschutz zu gewinnen.

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.
3. Ermittlung von Grundlagen für die Umsetzung ordnungsrechtlicher Stickstoffdüngebeschränkungen am Beispiel des Wasserschutzgebietes Belm-Nettetal im Landkreis Osnabrück (2016-2020). In dem Projekt werden die Auswirkungen der mengenmäßigen Beschränkung der Stickstoffdüngung in dem Festgesteinsgebiet in einem Exaktversuch mit Saugkerzanlage und bei Modellbetrieben untersucht. Zu diesem Zweck werden mehrjährige Untersuchungen wasserwirtschaftlicher, bodenkundlicher und landwirtschaftlicher Kenndaten vorgenommen.
4. Aufbauend auf den Erkenntnissen des Modell- und Pilotprojektes zur Bestimmung des durch Denitrifikation abgebauten Nitrats (N<sub>2</sub>-Exzess) mit Hilfe der N<sub>2</sub>/Ar-Methode (NLWKN 2012b) wurden in 2016 Stickstoff-

und Argon-Untersuchungen an 514 Erfolgskontrollmessstellen innerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells und an 175 Referenzmessstellen außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete durchgeführt. Darüber hinaus fanden mehrere laborübergreifende Vergleichsuntersuchungen statt, um die Ergebnisse der N<sub>2</sub>/Ar-Methode zu überprüfen. In diesem Zusammenhang hat das Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) das MS Excel-basierte Tool „N<sub>2</sub>ArCheck“ zur Auswertung und Qualitätssicherung von N<sub>2</sub>-Exzess-Daten für Labore und Anwender/innen entwickelt.

Mit den Modell- und Pilotprojekten konnten bisher zahlreiche Grundlagen für die Gestaltung und Bewertung von Grundwasserschutzmaßnahmen, die Effizienz- 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 derzeit laufenden 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.

### 3.5 Landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen

Die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK) im kooperativen Trinkwasserschutz haben zum Ziel, die Arbeit der 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.
2. Durchführung von Exaktversuchen zum Grundwasserschutz im Bereich Landwirtschaft, Forsten und Gartenbau. 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 (ab 2018, LK Helmstedt) werden in Langzeitversuchen regionale Fruchtfolgen und unterschiedliche Stickstoffdüngungsmengen hinsichtlich Nitrataustrag und Grundwasserqualität untersucht. Hierzu werden (z.T. seit 1995)

in Kooperation mit dem LBEG Sickerwasseruntersuchungen mittels Saugkerzenanlagen und Lysimetern durchgeführt. So ist es möglich, belastbare Aussagen über die Beziehungen zwischen Rest-N<sub>min</sub>-Gehalten im Boden und tatsächlicher Nitratfracht 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 bzw. Probleme aus Sicht des Trinkwasserschutzes, wie z.B. den Maisanbau und die langjährigen Auswirkungen des Zwischenfruchtanbaus erweitert.

- b) In dreijährigen Versuchen ohne Sickerwasseruntersuchungen werden auf verschiedenen Standorten in Niedersachsen Fragestellungen zur grundwasserschonenden Bewirtschaftung von Flächen, wie z.B. die Bodenbearbeitung/Bodenruhe im Herbst oder der Einsatz verschiedener Düngemittel, und ihre Auswirkung auf die Stickstoffdynamik im Boden untersucht.
- c) Bestehende Pflanzenbauversuche der LWK, z.B. im Bereich Düngung, werden mit ergänzenden N<sub>min</sub> Untersuchungen zur Ernte und zu Beginn der Sickerwasserperiode im Rahmen des Trinkwasserschutzes begleitet.
- d) Weiterhin werden Versuche zu Auswirkungen von N-Einträgen beim grundwasserschutzorientierten

Waldumbau (Buchenunterbau und Kalkung) mit Sickerwasseruntersuchungen begleitet.

### 3. Öffentlichkeitsarbeit und Erstellung von Beratungshilfen

- a) Durchführung von Gruppenveranstaltungen für die Teilnehmer der Kooperationen, 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 Düngerecht.
- b) Veröffentlichung von jährlichen Versuchsberichten und Weitergabe von Monitoringdaten.
- c) Erstellung bzw. Zusammenstellung von Kurzberichten zu landesweit aktuellen Themen.

- d) Fortbildungsangebote für Multiplikatoren (z.B. Berufsschullehrer, Agrarservicekräfte etc.).
- e) Erstellung von Beratungshilfen (z.B. Beratung zur Verbesserung der Stickstoffeffizienz).

Die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer werden durch einen eingerichteten Arbeitskreis begleitet. Hierin sind neben der LWK und dem NLWKN, vom Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft und vom Wasserverbandstag benannte Wasserversorger, der Verband kommunaler Unternehmen, Beratungsträger, Landvolk, Düngbehörde, Thünen-Institut, LBEG und MU vertreten. Der Arbeitskreis wird über die Ergebnisse der Arbeiten informiert und macht Vorschläge für die weiteren Tätigkeiten und Versuchsvorhaben.

Über die Aufgaben und Ergebnisse berichtet die Landwirtschaftskammer aktuell auf der Homepage:

<http://www.lwk-niedersachsen.de/index.cfm/portal/wasserschutzfuerniedersachsen.html>

## 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 Rohwasser ab. Aufgrund langer Fließzeiten, tiefer Grundwasserentnahmen und/oder geringdurchlässiger Deckschichten ist der Rückgang der Nitratgehalte in den Förderbrunnen jedoch erst mit entsprechender Zeitverzögerung zu erwarten. Damit die Wirksamkeit der Gewässerschutzberatung und der flächenbezogenen Maßnahmen dennoch frühzeitig erkannt und bewertet werden kann, bedient man sich unterschiedlicher Methoden der Erfolgskontrolle. Diese sind an das Zonenmodell angelehnt, das den Weg des Wassers von der Bodenoberfläche bis zum Förderbrunnen beschreibt (Abb. 8). 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-Hofbilanzsaldo sehr gut geeignet sind, um die Erfolge der flächenbezogenen Maßnahmen und der Gewässerschutzberatung 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. Insgesamt zeigt sich, dass es keinen universellen Erfolgsindikator gibt, der allen Anfor-

derungen in Bezug auf den Zeitablauf zwischen Maßnahmendurchführung und Erfolgsnachweis, Nachweis aller Maßnahmen (Gewässerschutzberatung und Freiwillige Vereinbarungen) und 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.

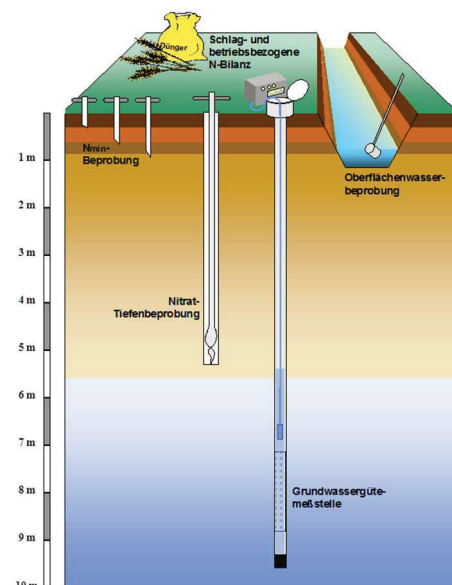


Abb. 8: Erfolgskontrolle nach dem Zonenmodell

## 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 für die Wirksamkeit der flächenbezogenen Maßnahmen und der Düngeberatung. 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 (Abb. 9).

Von der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells war der Anteil an der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha im Jahr 2016 mit 14 % am geringsten und der Anteil an der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha mit 45 % am größten. In der Wirt-

schaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha wurden im Jahr 2016 in 51 Trinkwassergewinnungsgebieten Hoftorbilanzsalden erhoben. Diese 51 Trinkwassergewinnungsgebiete entsprechen einer LF von 98 % in dieser Wirtschaftsdüngerklasse. In der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha wurden im Jahr 2016 in 53 Trinkwassergewinnungsgebieten Hoftorbilanzen erhoben, was nur 56 % der LF dieser Wirtschaftsdüngerklasse entspricht. Insgesamt wurden im Jahr 2016 über 1.300 Hoftorbilanzen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells erhoben (Tab. 13).

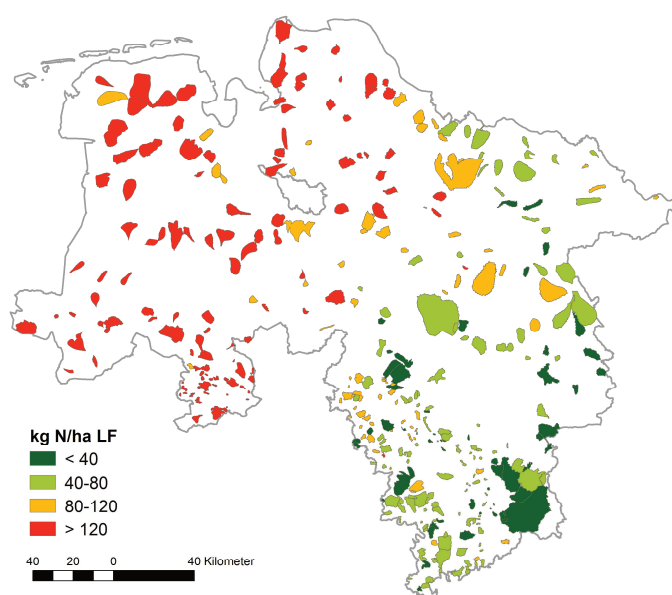


Abb. 9: N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016 (Daten aus DIWA und LWK 2017)

Tab. 13: Landwirtschaftlich genutzte Fläche und Anzahl von Trinkwassergewinnungsgebieten und Betrieben mit Hoftorbilanz-Daten in den einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016

	TGG			TGG mit HTB-Daten			Betriebe mit HTB-Daten
	[ha LF]	[% LF]	[n]	[ha LF]	[% LF]	[n]	[n]
< 40	40.178	14	63	39.382	98	51	381
40 - 80	71.948	24	117	65.244	91	57	306
80 - 120	48.667	17	71	46.370	95	43	248
> 120	132.446	45	123	73.682	56	53	448
<b>Gesamt</b>	<b>293.239</b>	<b>100</b>	<b>374</b>	<b>224.678</b>	<b>77</b>	<b>204</b>	<b>1.383</b>



Die Berechnung der mittleren N-Hoftorbilanzsalden für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells erfolgte flächengewichtet anhand der LF der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen sowie den Netto-N-Hoftorbilanzsalden der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen.

Der Netto-N-Hoftorbilanzsaldo lag im Zeitraum 1998 bis 2016 landesweit bei durchschnittlich 75 kg N/ha. In der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha war er mit durch-

schnittlich 59 kg N/ha am geringsten und in der Klasse > 120 kg N/ha mit durchschnittlich 84 kg N/ha am größten. Zwischen 1998 und 2016 gingen die Salden in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit um 40 kg N/ha von 95 auf 55 kg N/ha zurück. Am größten war der Rückgang der Netto-N-Hoftorbilanzsalden mit 57 kg N/ha in der Wirtschaftsdüngerklasse 80 – 120 kg N/ha und am geringsten war der Rückgang mit 33 kg N/ha in der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha (Tab. 14).

Tab. 14: Flächengewichtete Mittelwerte der Netto-N-Hoftorbilanzsalden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells für den Zeitraum 1998 bis 2016

Netto-N-Hoftorbilanzsalden in den Trinkwassergewinnungsgebieten [kg N/ha]																				
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
<b>Gesamt</b>	<b>95</b>	<b>91</b>	<b>90</b>	<b>78</b>	<b>86</b>	<b>85</b>	<b>79</b>	<b>79</b>	<b>77</b>	<b>81</b>	<b>67</b>	<b>65</b>	<b>68</b>	<b>71</b>	<b>64</b>	<b>66</b>	<b>66</b>	<b>58</b>	<b>55</b>	
< 40 <sup>(1)</sup>	75	71	71	60	78	75	59	64	58	66	56	54	55	53	51	52	51	39	42	
40 - 80 <sup>(1)</sup>	90	90	86	75	83	80	82	73	72	74	69	60	68	64	53	53	52	44	47	
80 -120 <sup>(1)</sup>	107	103	98	84	91	88	92	83	85	85	73	76	70	75	66	57	48	59	50	
> 120 <sup>(1)</sup>	104	98	102	87	91	93	86	88	86	91	68	69	71	83	73	82	84	71	64	

<sup>(1)</sup> N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tier. u. pflanzl. Herkunft in kg N/ha nach Abzug d. Stall- u. Lagerungsverluste bereinigt um Im- u. Exporte

Eine wesentliche Bilanzgröße der N-Hoftorbilanz 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.

Der N-Mineraldüngerzukauf lag in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 1998 bis 2016 landesweit bei durchschnittlich 121 kg N/ha. In der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha war er mit durchschnittlich 161 kg N/ha am höchsten, da die Stickstoffdüngung hier vor allem über Mineraldünger erfolgte. Dagegen war der N-Mineraldüngerzukauf in der Klasse > 120 kg N/ha mit durchschnittlich 100 kg N/ha am geringsten, da der Stickstoffbedarf hier zu einem großen Teil durch Wirtschaftsdünger abgedeckt wurde. Zwischen 1998 und 2016 ging der N-Mineraldüngerzukauf in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit um 25 kg N/ha von 139 auf 114 kg N/ha zurück (Tab. 15).

Auch im gesamten Land Niedersachsen fand zwischen 1998 und 2016 ein Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs statt. Allerdings war das Ausgangsniveau des

N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten in den Jahren 1998 bis 2000 höher als im gesamten Land Niedersachsen, und somit fand in den Trinkwassergewinnungsgebieten ein größerer Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs statt als im gesamten Bundesland. Dieser höhere Rückgang in den Trinkwassergewinnungsgebieten ist auf den Beratungserfolg bzw. den Erfolg der flächenbezogenen Maßnahmen zurückzuführen (Tab. 15).



Bild 9: Düngerstreuer beim Befüllen



Tab. 15: Flächengewichtete Mittelwerte des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Vergleich zum Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen für den Zeitraum 1998 bis 2016

N-Mineraldüngerzukauf in den Trinkwassergewinnungsgebieten [kg N/ha]																			
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Gesamt</b>	<b>139</b>	<b>142</b>	<b>137</b>	<b>127</b>	<b>126</b>	<b>122</b>	<b>125</b>	<b>123</b>	<b>120</b>	<b>119</b>	<b>109</b>	<b>109</b>	<b>115</b>	<b>113</b>	<b>116</b>	<b>114</b>	<b>121</b>	<b>117</b>	<b>114</b>
< 40 <sup>(1)</sup>	171	177	164	165	163	157	161	158	157	165	164	160	159	154	150	160	159	152	157
40 - 80 <sup>(1)</sup>	154	154	147	134	136	128	130	126	125	130	127	127	143	127	129	128	140	130	131
80 -120 <sup>(1)</sup>	125	123	122	114	122	113	121	116	112	114	106	103	110	109	114	101	100	122	115
> 120 <sup>(1)</sup>	118	122	118	107	101	101	104	106	102	93	78	81	86	88	99	95	107	97	91
Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen <sup>(2)</sup> [kg N/ha]																			
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Gesamt</b>	<b>121</b>	<b>130</b>	<b>129</b>	<b>126</b>	<b>123</b>	<b>128</b>	<b>126</b>	<b>118</b>	<b>120</b>	<b>110</b>	<b>128</b>	<b>110</b>	<b>106</b>	<b>122</b>	<b>113</b>	<b>115</b>	<b>110</b>	<b>125</b>	<b>105</b>

<sup>(1)</sup> N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tier. u. pflanzl. Herkunft in kg N/ha nach Abzug d. Stall- u. Lagerungsverluste bereinigt um Im- u. Exporte

<sup>(2)</sup> Quelle: eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und DESTATIS mehrere Jahrgänge b

Die **Wirtschaftsdüngerenausbringung** ist zwar keine Bilanzgröße der N-Hoftorbilanz; da die N-Hoftorbilanzsalden jedoch generell von der Wirtschaftsdüngerenausbringung beeinflusst werden, und die Wirtschaftsdüngerenausbringung somit eine Belastungsgröße für die Trinkwassergewinnungsgebiete darstellt, wird die Entwicklung der Wirtschaftsdüngerenausbringung hier ebenfalls betrachtet.

Die Wirtschaftsdüngerenausbringung stieg in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit zwischen 1998 und 2016 um 17 kg N/ha von 91 auf 108 kg N/ha an (Tab. 16).

In den einzelnen Klassen wird dieser Anstieg nicht so deutlich, da ein Trinkwassergewinnungsgebiet bei Überschreiten der Klassengrenze in der nächst höheren Klasse aufgeführt wird.

Der Anstieg der Wirtschaftsdüngerenausbringung sowie der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs führten zwischen 1998 und 2016 landesweit in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells in der Summe zu einem Rückgang von 7 kg N/ha (Tab. 15 und Tab. 16).

Tab. 16: Flächengewichtete Mittelwerte der Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells für den Zeitraum 1998 bis 2016

Wirtschaftsdüngerenausbringung in den Trinkwassergewinnungsgebieten [kg N/ha]																			
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<b>Gesamt</b>	<b>91</b>	<b>89</b>	<b>88</b>	<b>92</b>	<b>88</b>	<b>90</b>	<b>90</b>	<b>89</b>	<b>91</b>	<b>97</b>	<b>101</b>	<b>101</b>	<b>103</b>	<b>106</b>	<b>103</b>	<b>105</b>	<b>106</b>	<b>102</b>	<b>108</b>
< 40 <sup>(1)</sup>	20	20	24	22	24	24	23	23	23	21	23	24	21	27	26	29	28	18	16
40 - 80 <sup>(1)</sup>	52	53	55	52	56	55	53	52	51	55	61	55	58	62	56	61	59	59	59
80 -120 <sup>(1)</sup>	99	101	103	98	96	93	95	93	96	96	96	95	96	101	101	100	103	97	99
> 120 <sup>(1)</sup>	146	142	144	150	140	145	146	144	146	156	158	157	156	164	153	159	156	154	165

<sup>(1)</sup> N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tier. u. pflanzl. Herkunft in kg N/ha nach Abzug d. Stall- u. Lagerungsverluste bereinigt um Im- u. Exporte

## 4.2 N-Schlagbilanzsalden

Bei N-Schlagbilanzen wird der Stickstoff, der von einem landwirtschaftlich bewirtschafteten Schlag in Form von Ernteprodukten abgefahren wird, von der Stickstoff-

menge subtrahiert, die dem Schlag in Form von mineralischen und organischen Düngemitteln zugeführt wurde. Analog zu den N-Hoftorbilanzsalden stellen die

N-Schlagbilanzsalden ebenfalls ein Maß für die potenziellen Stickstoffeinträge in die Umwelt dar.

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

In den DIWA-Shuttle wurden für die Jahre 2008 bis 2015 Mittelwerte und für das Jahr 2016 Einzelwerte von insgesamt rund 38.000 N-Schlagbilanzsalden für Getreide, Mais, Raps, Zuckerrüben und Kartoffeln mit und ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen eingegeben. Der flächengewichtete Mittelwert des N-Schlagbilanzsaldos ohne N-Überschuss reduzierende Maßnahmen lag im Mittel der Jahre 2008 bis 2016 für die oben genannten Ackerkulturen bei 15 kg N/ha. Mit Maßnahmen lag der Mittelwert bei - 2 kg N/ha, woraus ein mittlerer Maßnahmeneffekt von 17 kg N/ha resultierte. Ein deutlicher Trend der N-Schlagbilanzsalden ist zwischen 2008 und 2016 nicht zu erkennen. Die N-Schlagbilanzsalden ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen gingen zwar im Zeitraum 2009 bis 2012 deutlich zurück, aber im Jahr 2016 wurde wieder ein vergleichsweise hoher N-Saldo ermittelt (Abb. 10).

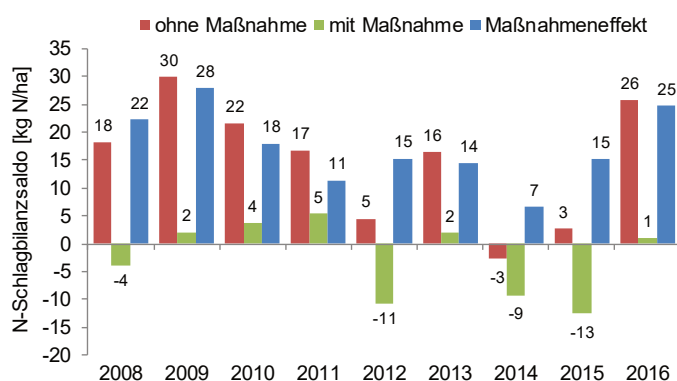


Abb. 10: Mittlere flächengewichtete N-Schlagbilanzsalden unterschiedlicher Ackerkulturen mit (n = 10.098) und ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen (n = 27.551) der Jahre 2008 - 2016 sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

Die höchsten Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen ergaben sich mit 58 kg N/ha beim Raps auf Flächen ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen. Durch den Abschluss von N-Saldo reduzierenden Maßnahmen konnte dieser Stickstoffüberschuss um 21 kg N/ha reduziert werden. Das entspricht dem höchsten Maßnahmeneffekt, der bei den hier betrachteten Kulturen erzielt wurde. Der Maßnahmeneffekt war aber nicht nur dort besonders hoch, wo der N-Saldo ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen vergleichsweise hoch war. So wies der Mais

ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen einen N-Überschuss von - 19 kg N/ha auf, der durch N-Saldo reduzierende Maßnahmen auf - 38 kg N/ha gesenkt werden konnte, woraus ein Maßnahmeneffekt von 19 kg N/ha resultierte. Am geringsten war der Maßnahmeneffekt mit 2 kg N/ha bei Sommergetreide (Abb. 11).

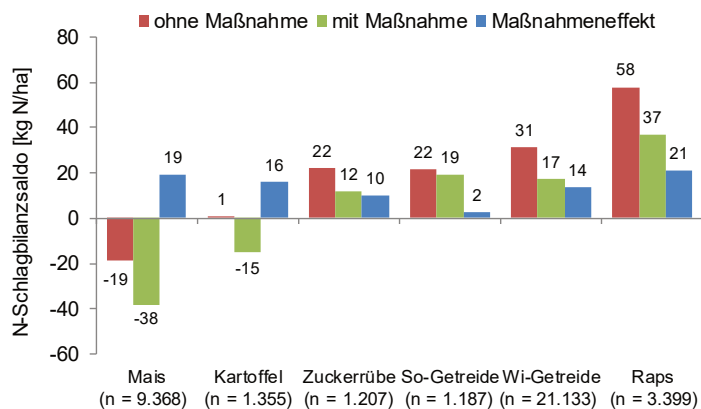


Abb. 11: Mittlere flächengewichtete N-Schlagbilanzsalden der Jahre 2008 - 2016 mit und ohne Maßnahmen für unterschiedliche Ackerkulturen (n = 37.649) sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

In den Abbildungen 10 und 11 wurde die Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch N-Saldo reduzierende Maßnahmen anhand von Schlagbilanzen mit und ohne Maßnahmen ermittelt. 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 Vereinbarungsfäche 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 den Abbildungen 10 und 11 dargestellten Maßnahmeneffekte beziehen sich dagegen explizit auf N-Saldo reduzierende Vereinbarungen. Daher sind die in Tabelle 17 ermittelten Werte der N-Minderung bezogen auf die Vereinbarungsfäche generell niedriger als die in den Abbildungen 10 und 11 dargestellten Werte. Die in Tabelle 17 angegebenen spezifischen Minderungen stellen jeweils Mittelwerte dar, die auf den einzelnen Vereinbarungs-

flächen 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 „Schlagbilanzen“, „Begrünung mit Zwischenfrüchten“, „Maisengsaat“ sowie „Reduzierter Herbizideinsatz“ keine Minderung des N-Überschusses. Aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen ergab sich im Zeitraum 2008 bis 2016 eine jährliche Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen in Höhe von rund 2.200 t N, was bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells 7,2 kg N/ha entspricht. Dabei variierte die Minderung des Stickstoffüberschusses zwischen rund 2.000 t N bzw. 6,6 kg N/ha im Jahr 2012 und rund 2.300 t N bzw. 7,9 kg

N/ha im Jahr 2015. Die Freiwillige Vereinbarung zur reduzierten N-Düngung wies in den letzten 3 Jahren mit rund 450 t N die größte Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen auf (Tab. 17).



Bild 10: Mährescher bei der Ernte

Tab. 17: Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen auf Acker- und Grünlandstandorten der Jahre 2008 bis 2016 (gerundete Werte)

Code	Code alt	Bezeichnung	<sup>(1)</sup> [kg N/ha]	Minderung des Stickstoffüberschusses								
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	I	Schlagbilanzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.A	I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	10	347	466	446	455	424	486	278	262	252
I.B	I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	25	85	35	45	42	47	49	51	196	66
I.C	I.C1	Gewässersch. Gülleausbringung	15	397	408	385	306	299	281	242	239	194
I.E	I.E <sup>2)</sup>	Begrünung mit Zwischenfr. u.ä.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.F1	I.F	Gewässersch. Fruchtfol. (Kulturen)	30	154	191	336	299	271	336	326	309	253
I.F2	I.E <sup>3)</sup>	Gewässersch. Fruchtfol. (Brachen)	50	361	152	67	60	13	55	174	77	126
I.G	I.G	Grünlandextensivierung	30	220	198	195	217	177	177	164	174	173
I.H	I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	10	39	45	63	73	90	93	103	97	103
I.I	I.I	Reduzierte N-Düngung	30	308	338	309	317	320	351	439	429	532
I.J	I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	10	54	58	82	74	83	93	103	132	101
I.K	I.M	Einsatz Stabilisierter N-Dünger	10	6	6	15	9	12	12	30	29	52
I.N	I.N	Gewässerschon. Pflanzenschutz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I.K	Maisengsaat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I.L	Unterfußdüngung	10	9	8	4	4	6	5	8	10	9
	I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	60	280	269	257	266	258	227	213	376	404
II	II	Umwandlung Acker in Grünland	50	55	67	28	38	34	15	19	9	10
III		Maßnahmen mit Zielvorgabe	25									9
<b>Summe [t N]</b>				<b>2.313</b>	<b>2.241</b>	<b>2.233</b>	<b>2.159</b>	<b>2.034</b>	<b>2.180</b>	<b>2.150</b>	<b>2.339</b>	<b>2.284</b>
<b>N-Minderung / Vereinbarungsfläche [kg N/ha]</b>				<b>11,3</b>	<b>9,7</b>	<b>11,5</b>	<b>12,2</b>	<b>12,0</b>	<b>12,1</b>	<b>13,2</b>	<b>13,9</b>	<b>13,8</b>
<b>N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]</b>				<b>7,6</b>	<b>7,3</b>	<b>7,2</b>	<b>7,0</b>	<b>6,6</b>	<b>7,2</b>	<b>7,2</b>	<b>7,9</b>	<b>7,8</b>

<sup>(1)</sup> Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007, <sup>(2)</sup> I.E Sonstiges, <sup>(3)</sup> I.E Brache

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen werden in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch Agrarumweltmaßnahmen (NAU/BAU bzw. NiB-AUM) abgeschlossen sowie Maßnahmen auf Ökologischen Vorrangflächen durchgeführt. Diese Maßnahmen weisen ebenfalls einen Maßnahmeneffekt auf (Tab. 18).



Bild 11: Gülleunterfußdüngung beim Mais

Aufgrund des Abschlusses von Agrarumweltmaßnahmen sowie aufgrund von Ökologischen Vorrangflächen ergab sich im Zeitraum 2008 bis 2016 in den Trinkwassergewinnungsgebieten eine Minderung des Stickstoffüberschusses der Schlagbilanzen von rund 890 t Stickstoff, was bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells rund 2,9 kg N/ha entspricht. Innerhalb der Agrarumweltmaßnahmen wies die Maßnahme „Ökologische Anbauverfahren“ in den Jahren 2008 bis 2016 im Mittel mit rund 30 % die größte Minderung des Stickstoffüberschusses auf. Im Jahr 2016 lag dieser Anteil sogar bei rund 50 %. In 2014 wurde die niedrigste Minderung des Stickstoffüberschusses durch Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen erreicht, was mit dem starken Rückgang der beiden Maßnahmen „Emissionsarme Gülleaufbringung“ und „Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“ zu erklären ist. In 2015 konnte dagegen die größte Minderung des Stickstoffüberschusses durch Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen erzielt werden, was vor allem auf die Steigerung der Maßnahme „Ökologische Anbauverfahren“ zurückzuführen war (Tab. 18). In der Summe führte der Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen sowie die Maßnahmenumsetzung auf Ökologischen Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2008 bis 2016 zu einer jährlichen Minderung des

Stickstoffüberschusses von rund 3.100 t Stickstoff bzw. rund 10,2 kg N/ha. Dabei wurde die größte Minderung des Stickstoffüberschusses mit rund 3.400 t Stickstoff bzw. rund 11,3 kg N/ha im Jahr 2015 erzielt (Tab. 17 und Tab. 18).

In den einzelnen Kooperationen variierte die Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen im Jahr 2016 zwischen 2,2 und 60,8 kg N/ha (Abb. 12). Diese große Schwankungsbreite ergab sich vor allem durch die hohe Minderung durch Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen, die in einer Kooperation bei nahezu 35 kg N/ha lag. Doch auch die Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen unterschied sich in den einzelnen Kooperationen deutlich. Sie variierte zwischen 0,4 und 26,6 kg N/ha. Teilt man die Freiwilligen Vereinbarungen auf die drei Bereiche Aufwuchs, Mineraldünger und Wirtschaftsdünger auf, zeigt sich, dass die größte Minderung der Stickstoffüberschüsse auf Schlagebene in Höhe von durchschnittlich 3,4 kg N/ha auf Maßnahmen im Bereich Aufwuchs zurückzuführen waren, gefolgt von Maßnahmen im Bereich Mineraldünger (2,6 kg N/ha) und von Maßnahmen im Bereich Wirtschaftsdünger (1,7 kg N/ha).

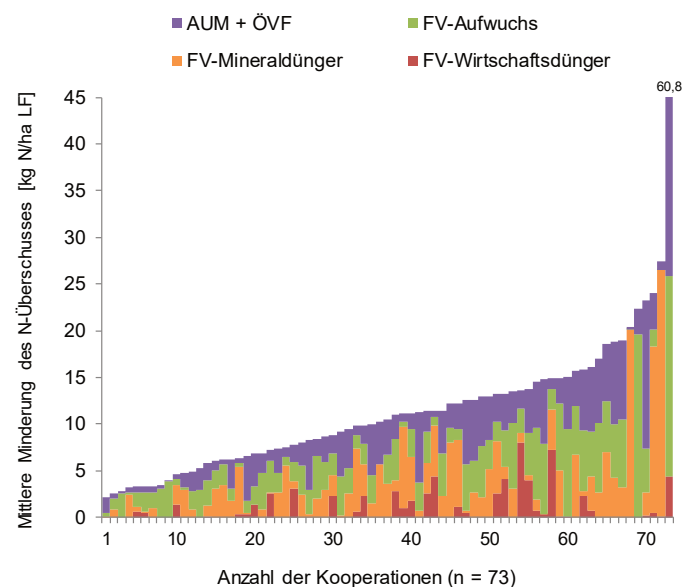


Abb. 12: Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2016; Aufteilung der FV auf die Bereiche: Aufwuchs (I.F1, I.F2, I.H, I.J, I.K alt, I.O, II), Mineraldünger (I.G, I.I, I.K, I.L alt, III) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C)



Tab. 18: Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Agrarumweltmaßnahmen (NAU/BAU bzw. NiB-AUM) und Ökologischen Vorrangflächen auf Acker- und Grünlandstandorten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2008 bis 2016 (gerundete Werte)

Code NiB-AUM	Code alt	Bezeichnung	(1) [kg N/ha]	Minderung des Stickstoffüberschusses								
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL 21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL 22	752 (W2)	Winterharte ZF und Untersaaten	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
AL 3		Cultanverfahren	10								4	3
AL 5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Mais	10	0	0	0	2	2	2	2	10	10
BB 1	441	Besondere Biotoptypen, Beweidung	30	100	105	105	108	107	107	104	106	107
BB 2	442	Besondere Biotoptypen, Mahd	30	7	8	7	8	8	8	10	8	8
BS 1 <sup>(2)</sup>	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	50	39	44	41	60	57	63	62	86	87
BS 2	240 (A6)	Mehrjährige Blühstreifen	50	1	0	1	1	1	1	1	6	7
BS 3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	50	1	1	1	2	2	1	1	5	6
BS 4-6	432	Schonstreifen für Vögel u. Hamster	50	0	2	1	7	9	10	9	9	8
BS 7 <sup>(3)</sup>		Erosions- u. Gewässerschutzstreifen	50								0	0
BV 1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren <sup>(11)</sup>	60	189	216	225	216	231	256	247	453	477
BV 2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	15	216	222	222	258	248	238	58	82	7
GL 1 <sup>(4)</sup>	121 (B1) <sup>(9)</sup>	Extensive Grünlandbewirtschaftung	30	144	146	141	101	103	102	87	83	92
GL 2 <sup>(5)</sup>	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	20	0	0	1	3	4	5	4	12	14
GL 3 <sup>(6)</sup>		Weidenutzung in Hanglagen	30								1	2
GL 5 <sup>(7)</sup>	122, 411	Artenreiches GL, ergebnisorientiert	30	11	13	19	23	27	29	25	23	28
ÖVF 52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten <sup>(12)</sup>	0								0	0
ÖVF 62 <sup>(8)</sup>		Brachen ohne Erzeugung <sup>(12)</sup>	50								122	120
	140 (D) <sup>(10)</sup>	Stilllegung	50	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	200 (A2)	Mulch-/Direktsaat, Mulchpflanzverf.	10	78	101	116	135	143	128	20	15	0
	754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Raps	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	755 (W5)	Winterrübsen vor Wintergetreide	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>N-Minderung [t N]</b>				<b>787</b>	<b>856</b>	<b>880</b>	<b>923</b>	<b>942</b>	<b>950</b>	<b>631</b>	<b>1.026</b>	<b>975</b>
<b>N-Minderung [kg N/ha LF der TGG]</b>				<b>2,6</b>	<b>2,8</b>	<b>2,9</b>	<b>3,0</b>	<b>3,0</b>	<b>3,1</b>	<b>2,1</b>	<b>3,4</b>	<b>3,3</b>

<sup>(1)</sup> Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007 und ROGGENDORF 2010; <sup>(2)</sup> BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen); <sup>(3)</sup> BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); <sup>(4)</sup> GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); <sup>(5)</sup> GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(6)</sup> GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(7)</sup> GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); <sup>(8)</sup> einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); <sup>(9)</sup> 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert); <sup>(10)</sup> 140 (10-jährige Stilllegung) + 150 (10-jährige Stilllegung + Hecken) + 170 (20-jährige Stilllegung); <sup>(11)</sup> 2008-2014 abzüglich der Fläche Ökolandbau+ (Gewässerschutz) nach NAU, da diese beiden Maßnahmen auf den gleichen Flächen abgeschlossen werden; <sup>(12)</sup> abzüglich der Flächen mit einer entsprechenden Freiwilligen Vereinbarung, damit die N-Minderung für diese Flächen nicht doppelt ermittelt wird.

### 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 Stick-

stoff 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 das Jahr 2016 Einzelwerte von insgesamt rund 38.000 Herbst-Nmin-Gehalten für unterschiedliche Ackerkulturen mit und ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen eingegeben. Danach lag der Herbst-Nmin-Gehalt ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen im Mittel der Jahre 2008 bis 2016 bei 72 kg N/ha und der mittlere Herbst-Nmin-Gehalt mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen bei 54 kg N/ha. Eine Zu- oder Abnahme der Herbst-Nmin-Gehalte mit bzw. ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen war zwischen 2008 und 2016 nicht erkennbar. Der Maßnahmeneffekt lag zwischen 2008 und 2016 im Mittel bei 18 kg N/ha und variierte zwischen 11 und 25 kg N/ha (Abb. 13).

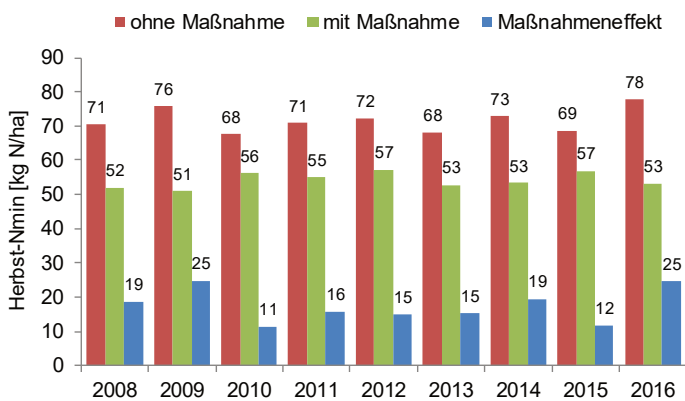


Abb. 13: Mittlere flächengewichtete Herbst-Nmin-Gehalte mit (n = 20.520) und ohne Maßnahmen (n = 17.985) der Jahre 2008 - 2016 sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

Bei Betrachtung der einzelnen Kulturen waren die durchschnittlichen Herbst-Nmin-Gehalte ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen bei Kartoffeln mit 86 kg N/ha und bei Raps mit 84 kg N/ha am höchsten. Die geringsten Herbst-Nmin-Gehalte ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen wurden mit durchschnittlich 37 kg N/ha bei Zuckerrüben erzielt. Mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen waren die Herbst-Nmin-Gehalte bei Mais mit 73 kg N/ha und bei Kartoffeln mit 71 kg N/ha am höchsten. Die geringsten Herbst-Nmin-Gehalte mit

Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen wurden mit 34 kg N/ha ebenfalls bei Zuckerrüben erzielt. Der Maßnahmeneffekt variierte zwischen 3 kg N/ha bei Zuckerrüben und 26 kg N/ha bei Wintergetreide. Analog zum Maßnahmeneffekt der Stickstoffsalden zeigte sich auch hier, dass der Maßnahmeneffekt unabhängig von der Höhe der Herbst-Nmin-Gehalte war. So wiesen Zuckerrüben und Mais die geringsten Maßnahmeneffekte auf, wobei die Herbst-Nmin-Gehalte von Zuckerrüben vergleichsweise gering und die von Mais vergleichsweise hoch waren (Abb. 14).

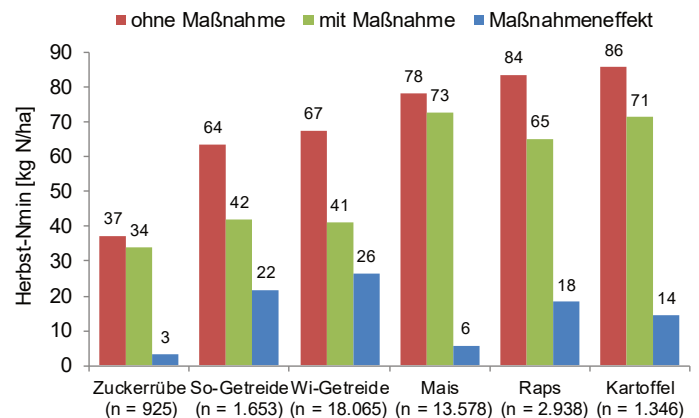


Abb. 14: Mittlere flächengewichtete Herbst-Nmin-Gehalte der Jahre 2008 - 2016 mit und ohne Maßnahmen für unterschiedliche Ackerkulturen (n = 38.505) sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

Analog zur Berechnung der Minderung der Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen (Tab. 17) wurde auch die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen ermittelt (Tab. 19).

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 Erstellung von Schlagbilanzen, Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik, Maisengsaat sowie Reduzierter Herbizideinsatz keine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte.

Aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen ergab sich im Zeitraum 2008 bis 2016 eine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte von rund 2.800 t N, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete 9,3 kg N/ha entspricht. Mit einem Anteil von 44 % ging die größte Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte im Mittel der Jahre 2008 bis 2016 von der Freiwilligen Vereinbarung „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ aus, was durch die große Flächenaus-

dehnung sowie die vergleichsweise hohe spezifische Minderung zu erklären ist.

Zwischen 2008 und 2016 veränderte sich die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen sowohl absolut als auch in Bezug auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells kaum. Dagegen stieg die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte bezogen auf die Vereinbarungsfläche von rund 13 kg N/ha im Jahr 2008 auf rund 17 kg N/ha im Jahr 2016 deutlich an. Dieser Anstieg der Maßnahmeneffizienz kam durch den geringer werdenden Abschluss der Freiwilligen Vereinbarungen „Erstellung von Schlagbilanzen“, „Gewässerschonende Gülleausbringung“ und „Maisengsaat“ zustande, die keinen Einfluss auf die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte haben.

Zwischen 2008 und 2016 war die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte vor allem bei den Freiwilligen Vereinbarungen

„Brachebegrünung“ sowie „Zeitliche Beschränkung der Ausbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern“ rückläufig. Dieser Rückgang konnte allerdings durch die positiven Entwicklungen der Vereinbarungen „Umbruchlose Grünlanderneuerung“ und „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ mehr als kompensiert werden (Tab. 19).



Bild 12: Zwischenfruchtanbau mit Gelbsenf

Tab. 19: Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen auf Acker- und Grünlandstandorten der Jahre 2008 bis 2016 (gerundete Werte)

Code	Code alt	Bezeichnung	(1) [kg N/ha]	Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte								
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
	I	Schlagbilanzen	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.A	I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	10	347	466	446	455	424	486	278	262	252
I.B	I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	15	51	21	27	25	28	30	31	117	39
I.C	I.C1	Gewässersch. Gülleausbringung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
I.E	I.E <sup>2)</sup>	Begrünung mit Zwischenfr. u.ä.	30	1.064	1.274	1.330	1.207	1.207	1.274	1.294	1.172	1.219
I.F1	I.F	Gewässersch. Fruchtfol. (Kulturen)	30	154	191	336	299	271	336	326	309	253
I.F2	I.E <sup>3)</sup>	Gewässersch. Fruchtfol. (Brachen)	50	361	152	67	60	13	55	174	77	126
I.G	I.G	Grünlandextensivierung	25	183	165	163	181	148	148	137	145	144
I.H	I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	30	118	134	189	220	269	279	309	291	309
I.I	I.I	Reduzierte N-Düngung	5	51	56	52	53	53	58	73	72	89
I.J	I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	15	81	87	123	111	125	140	154	197	152
I.K	I.M	Einsatz Stabilisierter N-Dünger	10	6	6	15	9	12	12	30	29	52
I.N	I.N	Gewässerschon. Pflanzenschutz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I.K	Maisengsaat	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	I.L	Unterfußdüngung	10	9	8	4	4	6	5	8	10	9
	I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	30	140	135	129	133	129	113	106	188	202
II	II	Umwandlung Acker in Grünland	50	55	67	28	38	34	15	19	9	10
III		Maßnahmen mit Zielvorgabe	25									9
<b>Summe [t N]</b>				<b>2.618</b>	<b>2.761</b>	<b>2.908</b>	<b>2.794</b>	<b>2.719</b>	<b>2.951</b>	<b>2.939</b>	<b>2.879</b>	<b>2.865</b>
<b>N-Minderung / Vereinbarungsfläche [kg N/ha]</b>				<b>12,8</b>	<b>11,9</b>	<b>14,9</b>	<b>15,8</b>	<b>16,1</b>	<b>16,4</b>	<b>18,0</b>	<b>17,1</b>	<b>17,3</b>
<b>N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]</b>				<b>8,6</b>	<b>9,0</b>	<b>9,4</b>	<b>9,1</b>	<b>8,8</b>	<b>9,8</b>	<b>9,9</b>	<b>9,7</b>	<b>9,8</b>

<sup>(1)</sup> Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007 und SCHMIDT & OSTERBURG 2010, <sup>(2)</sup> I.E Sonstiges, <sup>(3)</sup> I.E Brache

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen bewirkten auch die in den Trinkwassergewinnungsgebieten 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 2008

und 2016 bei rund 670 t Stickstoff, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten rund 2,2 kg N/ha pro Jahr entspricht. In den Jahren 2015 und 2016 kam noch die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Ökologische Vorrangflächen in Höhe von rund 450 t Stickstoff bzw. rund 1,5 kg N/ha hinzu (Tab. 20).

Tab. 20: Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Agrarumweltmaßnahmen (NAU/BAU bzw. NiB-AUM) und Ökologische Vorrangflächen auf Acker- und Grünlandstandorten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2008 bis 2016 (gerundete Werte)

Code NiB- AUM	Code alt	Bezeichnung	(1) [kg N/ha]	Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte								
				2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
AL 21	250 (A7)	Zwischenfrüchte und Untersaaten	30	46	81	38	134	152	153	124	144	52
AL 22	752 (W2)	Winterharte ZF und Untersaaten	30	0	0	0	24	21	26	37	38	25
AL 3		Cultanverfahren	10								4	3
AL 5	753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Mais	15	0	0	0	3	3	3	3	16	14
BB 1	441	Besondere Biotoptypen, Beweidung	25	83	87	87	90	89	89	87	88	89
BB 2	442	Besondere Biotoptypen, Mahd	25	6	6	6	7	6	7	8	7	7
BS 1 <sup>(2)</sup>	230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	50	39	44	41	60	57	63	62	86	87
BS 2	240 (A6)	Mehnjährige Blühstreifen	50	1	0	1	1	1	1	1	6	7
BS 3	431	Schonstreifen für Ackerwildkräuter	50	1	1	1	2	2	1	1	5	6
BS 4-6	432	Schonstreifen für Vögel u. Hamster	50	0	2	1	7	9	10	9	9	8
BS 7 <sup>(3)</sup>		Erosions- u. Gewässerschutzstreifen	50								0	0
BV 1	130 (C)	Ökologische Anbauverfahren <sup>(11)</sup>	30	95	108	112	108	116	128	123	226	238
BV 2	210 (A3)	Emissionsarme Gülleausbringung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
GL 1 <sup>(4)</sup>	121 (B1) <sup>(9)</sup>	Extensive Grünlandbewirtschaftung	25	120	122	117	85	86	85	73	69	76
GL 2 <sup>(5)</sup>	123 (B3)	Frühjahrsruhe auf Grünland	15	0	0	1	2	3	4	3	9	11
GL 3 <sup>(6)</sup>		Weidenutzung in Hanglagen	25								1	2
GL 5 <sup>(7)</sup>	122, 411	Artenreiches GL, ergebnisorientiert	25	9	11	15	19	23	24	21	19	23
ÖVF 52,53		Zwischenfrüchte und Untersaaten <sup>(12)</sup>	30								323	328
ÖVF 62 <sup>(8)</sup>		Brachen ohne Erzeugung <sup>(12)</sup>	50								122	120
	140 (D) <sup>(10)</sup>	Stilllegung	50	1	1	1	0	0	0	0	0	0
	200 (A2)	Mulch-/Direktsaat, Mulchpflanzverf.	15	116	151	174	202	215	193	30	22	0
	754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearb. nach Raps	15	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	755 (W5)	Winterrüben vor Wintergetreide	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>N-Minderung [t N]</b>				<b>517</b>	<b>613</b>	<b>596</b>	<b>743</b>	<b>783</b>	<b>786</b>	<b>583</b>	<b>1.195</b>	<b>1.096</b>
<b>N-Minderung [kg N/ha LF der TGG]</b>				<b>1,7</b>	<b>2,0</b>	<b>1,9</b>	<b>2,4</b>	<b>2,5</b>	<b>2,6</b>	<b>2,0</b>	<b>4,0</b>	<b>3,7</b>

<sup>(1)</sup> Quelle: Schmidt & Osterburg 2010 sowie abgeleitet aus Osterburg et al. 2007 und Roggendorf 2010; <sup>(2)</sup> BS11 (einjährige Blühstreifen) + BS12 (strukturierter Blühstreifen); <sup>(3)</sup> BS71 (Erosionsschutzstreifen) + BS72 (Gewässerschutzstreifen); <sup>(4)</sup> GL11 (extensive Grünlandbewirtschaftung) + GL12 (naturschutzgerechte Grünlandbewirtschaftung); <sup>(5)</sup> GL21 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - Grundförderung) + GL22 (Dauergrünland mit Frühjahrsruhe - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(6)</sup> GL31 (Weidenutzung in Hanglagen) + GL32 (Weidenutzung in Hanglagen - naturschutzgerechte Bewirtschaftung); <sup>(7)</sup> GL51 (Nachweis von 4 Kennarten) + GL52 (Nachweis von 6 Kennarten) + GL53 (Nachweis von 8 Kennarten); <sup>(8)</sup> einschließlich ÖVF 54 (Streifen am Waldrand), ÖVF 56 (Pufferstreifen Acker) und ÖVF 58 (Feldrand); <sup>(9)</sup> 120 (Extensive Grünlandnutzung, Betrieb) + 121 (Extensive Grünlandnutzung, handlungsorientiert) + 400 (KoopNat Dauergrünland) + 410 (KoopNat Feuchtgrünland) + 412 (KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert); <sup>(10)</sup> 140 (10-jährige Stilllegung) + 150 (10-jährige Stilllegung + Hecken) + 170 (20-jährige Stilllegung); <sup>(11)</sup> 2008-2014 abzüglich der Fläche Ökolandbau+ (Gewässerschutz) nach NAU, da diese beiden Maßnahmen auf den gleichen Flächen abgeschlossen werden; <sup>(12)</sup> abzüglich der Flächen mit einer entsprechenden Freiwilligen Vereinbarung, damit die N-Minderung für diese Flächen nicht doppelt ermittelt wird.



In der Summe führte der Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen und Agrarumweltmaßnahmen sowie die Maßnahmenumsetzung auf Ökologischen Vorrangflächen in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2008 bis 2016 zu einer jährlichen Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte von rund 3.600 t Stickstoff bzw. rund 11,9 kg N/ha. Dabei stieg die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte von ca. 3.100 t Stickstoff bzw. rund 10,3 kg N/ha im Jahr 2008 auf ca. 4.000 t Stickstoff bzw. ca. 13,6 kg N/ha in den Jahren 2015 und 2016 an (Tab. 19 und 20).



Bild 13: Phacelia als Zwischenfrucht

Im Jahr 2016 variierte die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologischen Vorrangflächen in den einzelnen Kooperationen zwischen 5,7 und 36,0 kg N/ha (Abb. 15). Die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch

Freiwillige Vereinbarungen variierte in den einzelnen Kooperationen zwischen 4,3 und 19,6 kg N/ha. Hierbei war die mit Abstand größte Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte mit durchschnittlich 7,7 kg N/ha auf Freiwillige Vereinbarungen im Bereich Aufwuchs zurückzuführen. Die Maßnahmen im Bereich Wirtschaftsdünger und Mineraldünger spielten dagegen mit einer Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte in Höhe von rund 1 kg N/ha eine untergeordnete Rolle. Die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Agrarumweltmaßnahmen einschließlich der Ökologischen Vorrangflächen lag im Mittel bei 3,7 kg N/ha (Abb. 15).

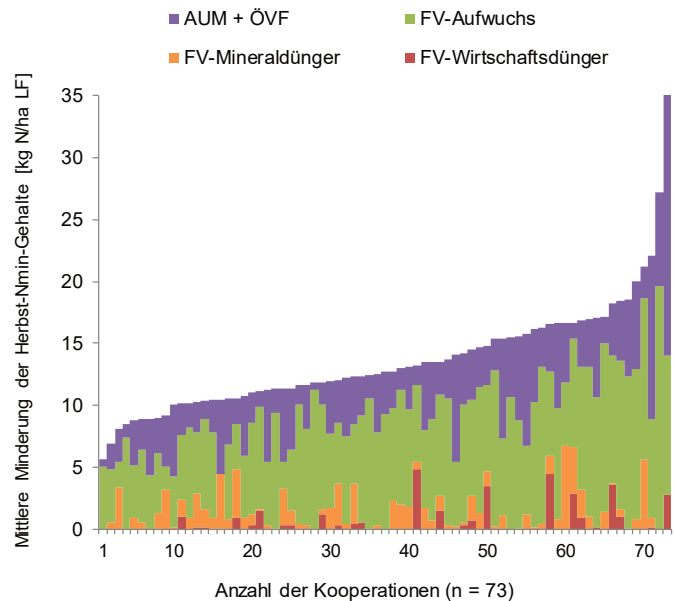


Abb. 15: Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen, Agrarumweltmaßnahmen und Ökologische Vorrangflächen in den einzelnen Kooperationen des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2016; Aufteilung der Freiwilligen Vereinbarungen auf die Bereiche Aufwuchs (I.E, I.F1, I.F2, I.H, I.J, I.K alt, I.O, II), Mineraldünger (I.G, I.I, I.K, I.L alt, 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 (Abb. 16).

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 Sickerwassergüteberechnungen 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 2017 nur in 54 der 373 Trinkwassergewinnungsgebiete durchgeführt wurden, liegen keine repräsentativen Mittelwerte für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells vor.

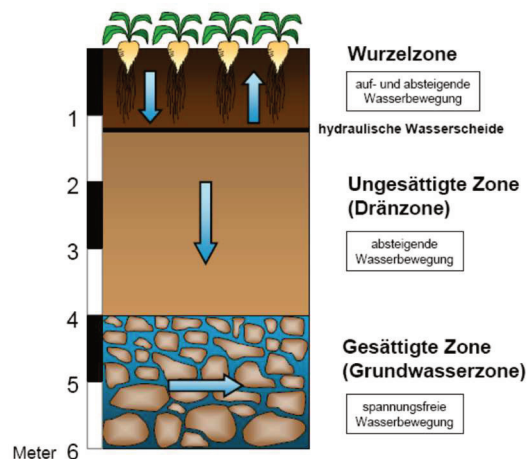


Abb. 16: Fließrichtung des Wassers in der Wurzelzone, der Sickerwasser-Dränzone und der Grundwasserzone (GERIES INGENIEURE 2008)

## 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 476 Erfolgskontrollmessstellen von insgesamt 1.426 Erfolgskontrollmessstellen herangezogen. Für diese 476 Messstellen liegen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2016 vor, und die Nitratgehalte dieser Messstellen liegen im Mittel über 5 mg/l, sodass ein untergeordneter Einfluss der Denitrifikation angenommen werden kann.

Die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit einer Nitratkonzentration von über 5 mg/l gingen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 68 mg/l im Jahr 2000 auf 60 mg/l im Jahr 2016 zurück. Dieser Rückgang vollzog sich bis 2008, während sich die Nitratgehalte seitdem kaum veränderten. Auch in allen drei Großräumen

Niedersachsens war die Nitratkonzentration zwischen 2000 und 2016 rückläufig, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. So gingen die Nitratgehalte im Festgesteinsgebiet von 46 mg/l im Jahr 2000 auf 32 mg/l im Jahr 2016 zurück, während sie im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lediglich von 74 mg/l im Jahr 2000 auf 69 mg/l im Jahr 2016 zurückgingen (Abb. 15).

Bei Betrachtung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen unterschiedlicher Verfilterungstiefen fällt auf, dass die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen kleiner 5 m unter der Grundwasseroberfläche zwischen 2000 und 2016 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser niedriger und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sowie im Festgesteinsgebiet höher waren als die Nitratgehalte in den 5 bis 20 m unter der Grundwasseroberfläche verfilterten Messstellen. In allen Großräumen sind die Nitratgehalte im Bereich 5-20 m unter der Grundwasseroberfläche zwischen 2000 und 2016 kontinuierlich zurückgegangen. Im Bereich < 5 m unter der Grundwasseroberfläche sind die Nitratgehalte lediglich im Festgesteinsgebiet kontinuierlich zurückgegangen. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser fand bis 2014 ein Rückgang statt, während die Nitratgehalte seitdem wieder angestiegen sind. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser sind die Nitratgehalte < 5 m unter der Grundwasseroberfläche bis 2009 zurückgegangen und seitdem wieder angestiegen, so dass der mittlere Nitratgehalt im Jahr 2016 wieder auf der Höhe des Ausgangswertes aus dem Jahr 2000 lag (Abb. 17).

## Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

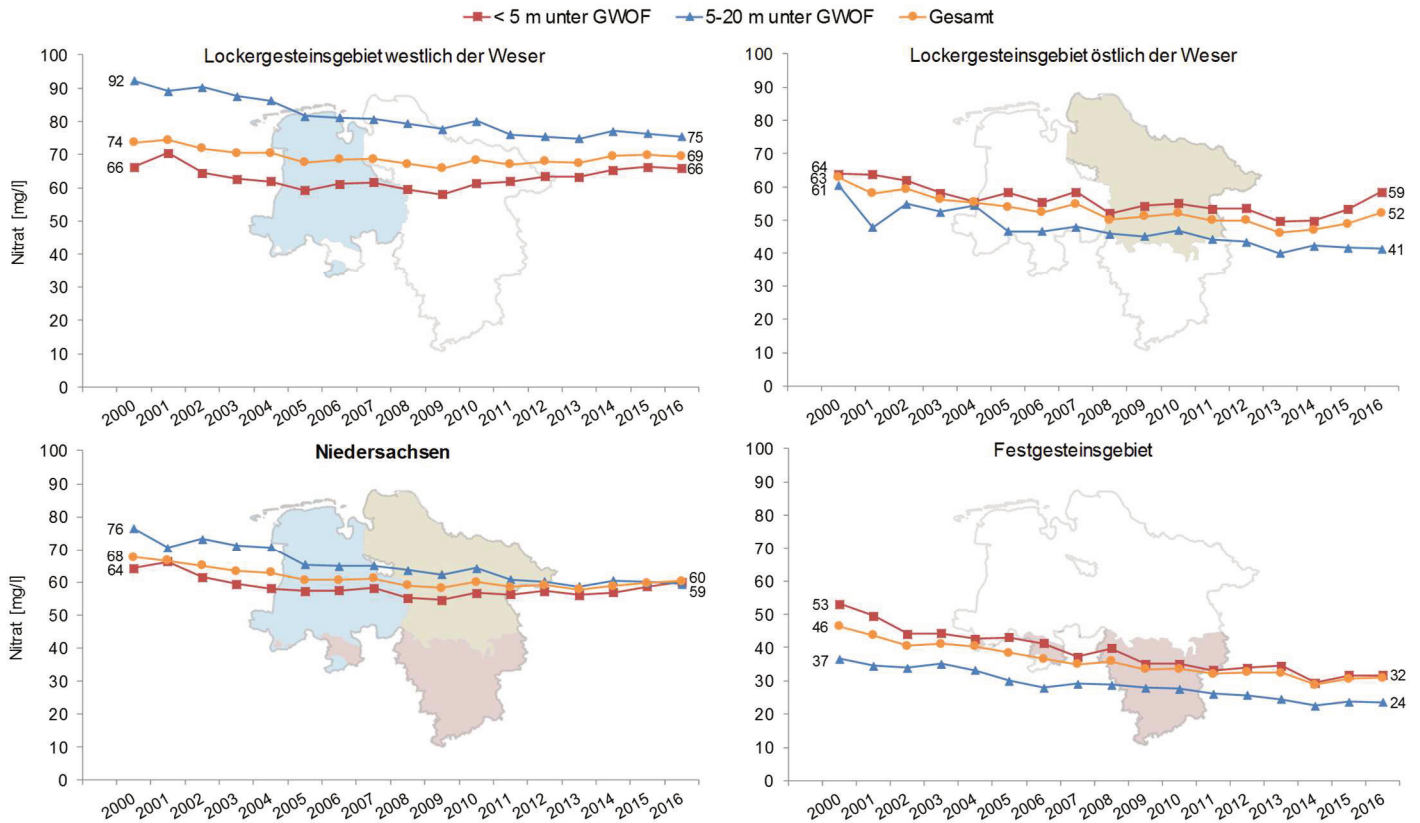


Abb. 17: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2016, differenziert nach unterschiedlichen Verfilterungstiefen und Regionen (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; < 5 m unter GWO (n = 267), 5-20 m unter GWO (n = 167), weitere Erfolgskontrollmessstellen (n = 42) hier nicht separat dargestellt aber in der Summe (n = 476) enthalten)

Während in Abbildung 17 die Entwicklung der Nitratgehalte der 476 Erfolgskontrollmessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l dargestellt wurde, wird nachfolgend das Trendverhalten der Nitratkonzentration dieser Messstellen betrachtet (Abb. 18). Die hier vorgenommene Trendanalyse erfolgte nach Artikel 5 und Anhang IV der Grundwasser-Tochterrichtlinie, die in einem NLWKN-Leitfaden umgesetzt wurde (NLWKN 2009).

Die Betrachtung des Trendverhaltens der 476 Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit mittleren Nitratgehalten über 5 mg/l ergab für den aktuellsten 6-Jahres-Zeitraum 2011 bis 2016, dass der größte Anteil der Messstellen landesweit keinen signifikanten Trend der Nitratkonzentration aufwies (55 %). Entsprechend der geringen Veränderung der mittleren Nitratgehalte (Abb. 17), lag der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant fallendem Trend (23 %) zwischen 2011 und 2016

in der gleichen Größenordnung wie der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant steigendem Trend (22 %). Landesweit ist der Anteil an Messstellen mit signifikant steigendem Trend von 16 % im Zeitraum 2000 bis 2005 auf 23 % im Zeitraum 2011 bis 2016 angestiegen.

Regional unterscheidet sich das Trendverhalten der Nitratkonzentration deutlich. So lag der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant steigendem Trend zwischen 2011 und 2016 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 26 % deutlich höher als im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser (17 %) und im Festgesteinsgebiet (13 %). Darüber hinaus ist das Lockergesteinsgebiet westlich der Weser der einzige Großraum, in dem der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant steigendem Trend im Zeitraum 2011 bis 2016 höher war als der Anteil mit signifikant fallendem Trend (Abb. 18).



## Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

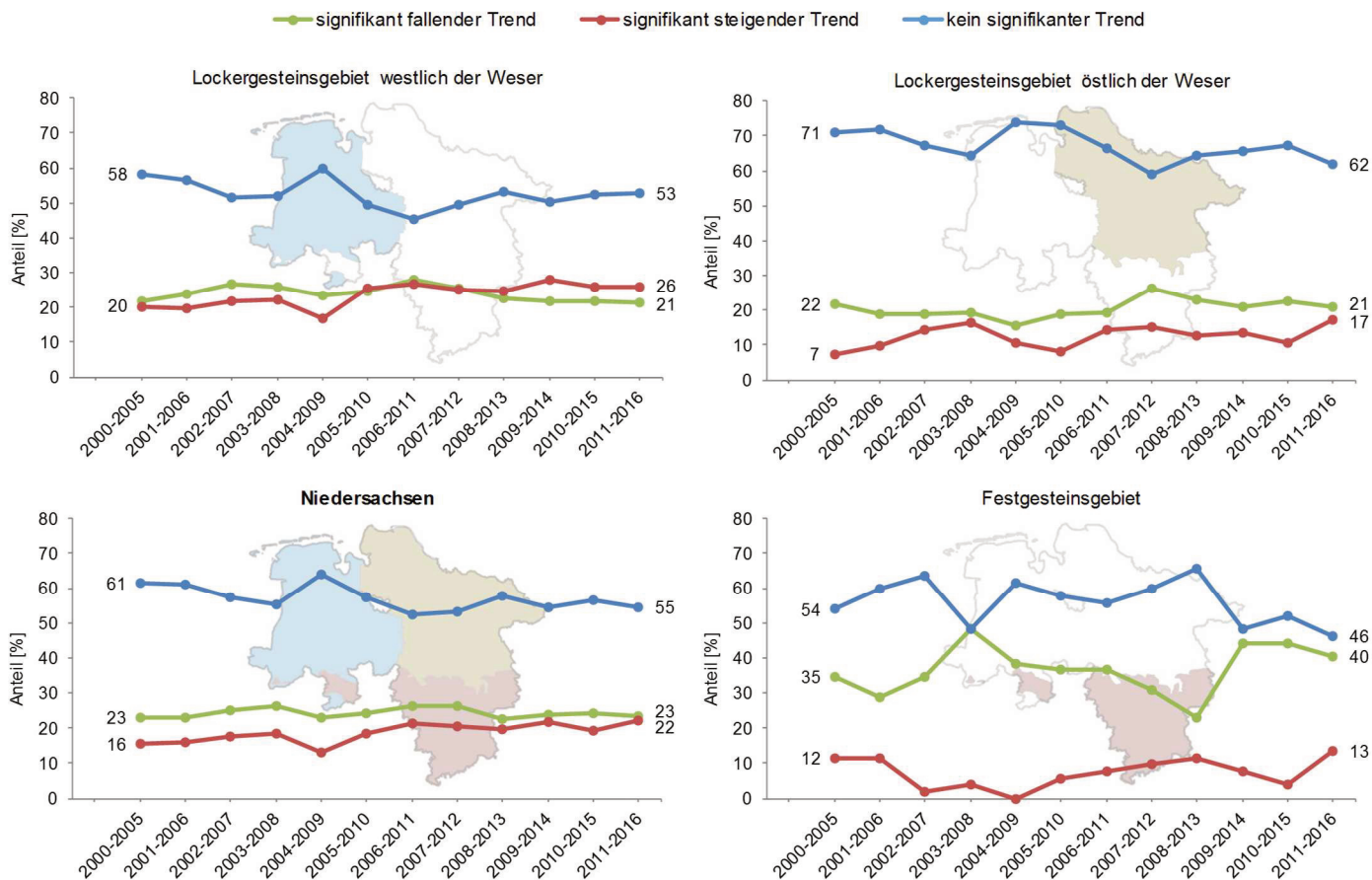


Abb. 18: Anteil an Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit signifikant fallendem und signifikant steigendem Trend der Nitratkonzentration sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratkonzentration der Zeiträume 2000-2005 bis 2011-2016 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 476)

In Abbildung 19 ist das Trendverhalten der Nitratkonzentration von 889 Erfolgskontrollmessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l, für die einzelnen Trinkwassergewinnungsgebiete im Zeitraum 2011 bis 2016 dargestellt. Da der Betrachtungszeitraum bei dieser Darstellung kürzer ist als bei den beiden vorangegangenen Darstellungen, erfüllen mehr Messstellen die Kriterien für die Trendermittlung, so dass die Anzahl an Messstellen bei dieser Auswertung höher ist als bei den beiden vorangegangenen Auswertungen.

Ähnlich wie bei den Nitratgehalten der Trinkwassergewinnungsgebiete, wo in vielen Trinkwassergewinnungsgebieten gleichzeitig Messstellen mit hohen und niedrigen Nitratgehalten vorkommen (Abb. 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 vorkommen. 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:

Die 889 Erfolgskontrollmessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l, für die im Zeitraum 2011 bis 2016 ein Trend der Nitratkonzentration ermittelt werden konnte, verteilen sich auf insgesamt 157 Trinkwassergewinnungsgebiete. In 67 der 157 Trinkwassergewinnungsgebiete sind mindestens 5 Trendmessstellen enthalten. Von diesen 67 Trinkwassergewinnungsgebieten weisen in 46 Trinkwassergewinnungsgebieten (69 %) über die Hälfte der Trendmessstellen keinen signifikanten Trend auf. In 15 Trinkwassergewinnungsgebieten (22 %) weisen weniger als die Hälfte der Trendmessstellen keinen signifikanten Trend, aber auch weniger als die Hälfte der Messstellen



weisen in diesen Trinkwassergewinnungsgebieten einen signifikant fallenden bzw. einen signifikant steigenden Trend auf. In 4 Trinkwassergewinnungsgebieten weist mehr als die Hälfte der Messstellen einen signifikant stei-

genden Trend auf (Liebenau, Werlte, Wittefeld und Altenwalde), und in 2 Trinkwassergewinnungsgebieten weist mehr als die Hälfte der Trendmessstellen einen signifikant fallenden Trend auf (Nethen, St. Hülfe, Abb. 19).

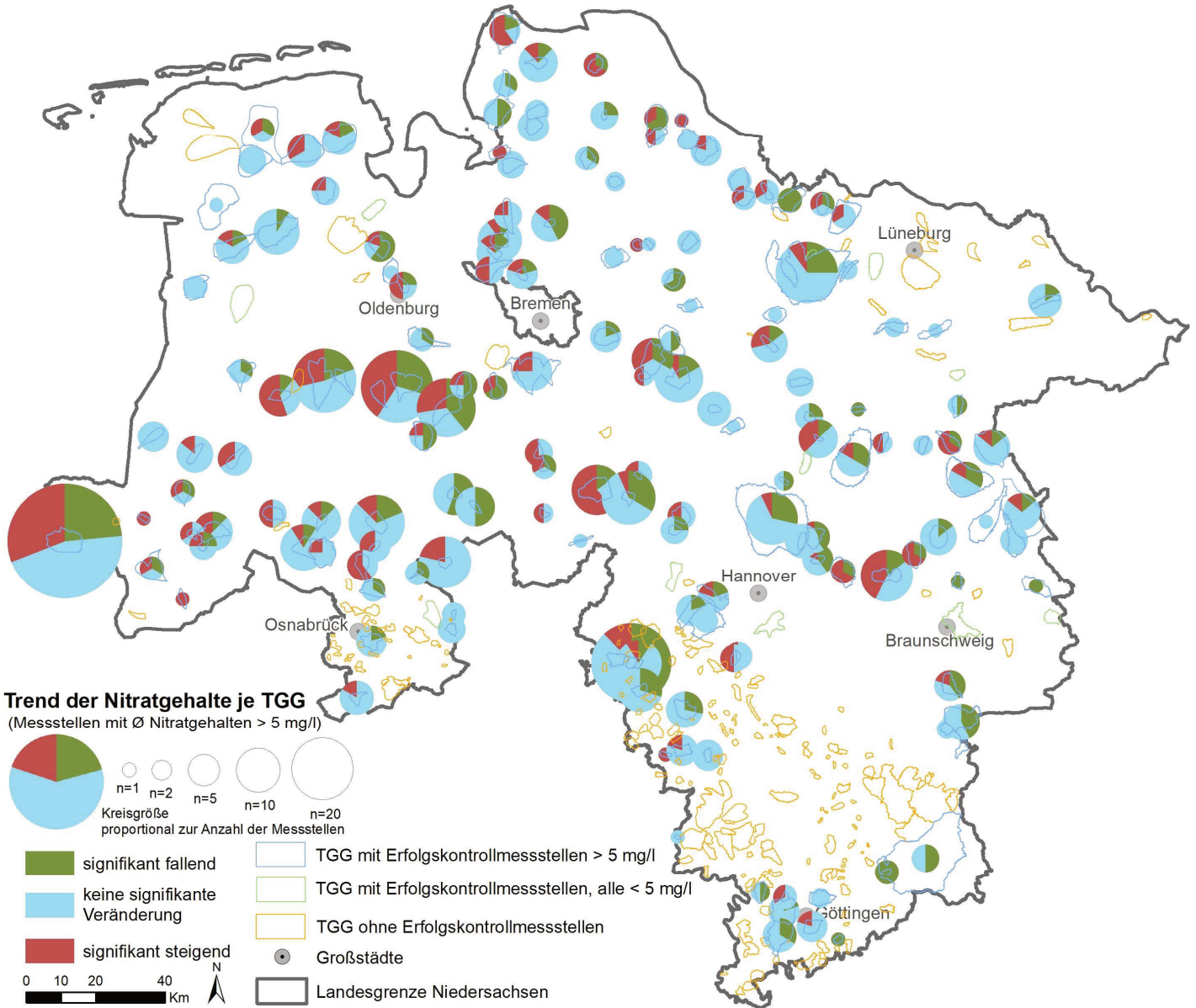


Abb. 19: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant fallenden und signifikant steigenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalten in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2011 bis 2016 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 889)

In Abbildung 17 wurde aufgezeigt, dass die Nitratgehalte in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2000 bis 2016 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 2016 vorliegen, deren Nitratgehalte im Mittel über 5 mg/l liegen, und die mindestens 100 m von der Außengrenze der Trinkwassergewinnungsgebiete so-

wie 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 Nitratgehalte 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 Nitratgehalte zu Beginn der Zeitreihe auf 100 % gesetzt, um die Entwicklung der Nitratgehalte relativ gesehen miteinander zu vergleichen, auch wenn das Niveau der Nitratgehalte evtl. nicht miteinander vergleichbar ist.

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 2016 kaum veränderten, während die Nitratgehalte in den Trinkwassergewinnungsgebieten zurückgingen. Am deutlichsten war dieser Rückgang im Festgesteinsgebiet und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser. Hier sanken die Nitratgehalte auf 67 bzw. 83 % des Ausgangsniveaus aus dem Jahr 2000. Mit 94 % des Ausgangswertes sind die Nitratgehalte im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser kaum zurückgegangen. Landesweit gingen die Nitratgehalte auf 89 % des Ausgangswertes zurück (Abb. 20).

Der Rückgang der Nitratgehalte innerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete bei gleichbleibenden Nitratgehalten außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete lässt sich auf die erfolgreiche Arbeit im Rahmen des Kooperationsmodells zurückführen.

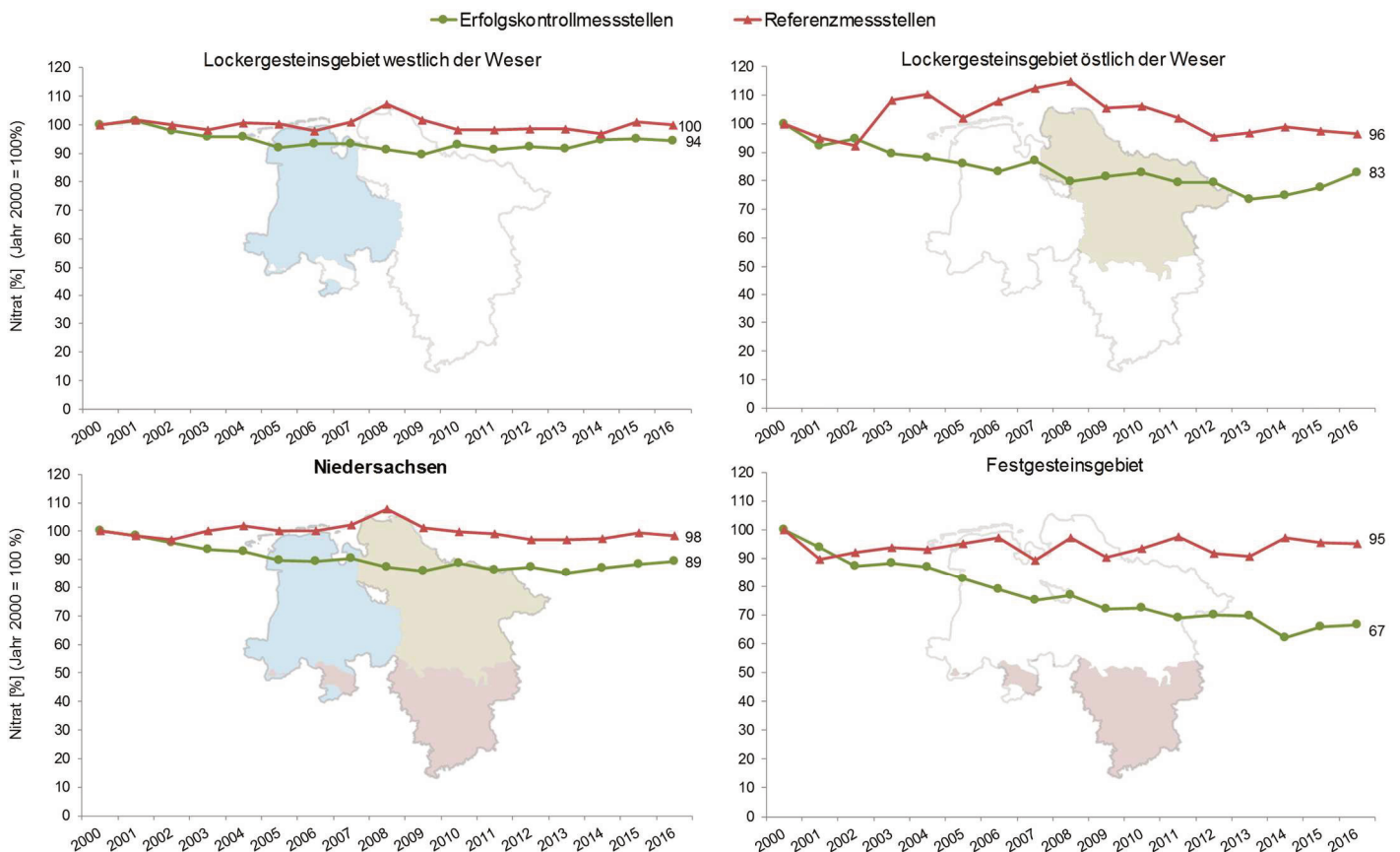


Abb. 20: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontroll- und Referenzmessstellen innerhalb bzw. außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells in % (Nitratgehalt im Jahr 2000 = 100 %) zwischen 2000 und 2016 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; 476 Erfolgskontroll- und 208 Referenzmessstellen)

## 4.6 Erfolgskontrolle im Rohwasser

Der Erhalt bzw. die Verbesserung der Rohwasserqualität ist das Hauptziel 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 398 der insgesamt 1.311 Rohwassermessstellen herangezogen. Analog zu den Erfolgskontrollmessstellen liegen für diese 398 Rohwassermessstellen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2016 vor, und die Nitratgehalte einer Messstelle liegen im Mittel über 5 mg/l.

Die Nitratgehalte der Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l gingen zwischen 2000 und 2016 lediglich im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser zurück. In

den beiden anderen Großräumen veränderten sich die Nitratgehalte der Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l in diesem Zeitraum kaum. Da der Anteil an Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten von über 5 mg/l in den beiden Lockergesteinsgebieten vergleichsweise gering ist, spiegeln die landesweiten Mittelwerte der Nitratgehalte der Rohwassermessstellen weitgehend die Situation im Festgesteinsgebiet wider (Abb. 21).

Ein zeitnahe Rückgang der Nitratgehalte im Rohwasser aufgrund von Grundwasserschutzmaßnahmen ist i.d.R. lediglich bei Brunnen mit geringer Fördertiefe 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.

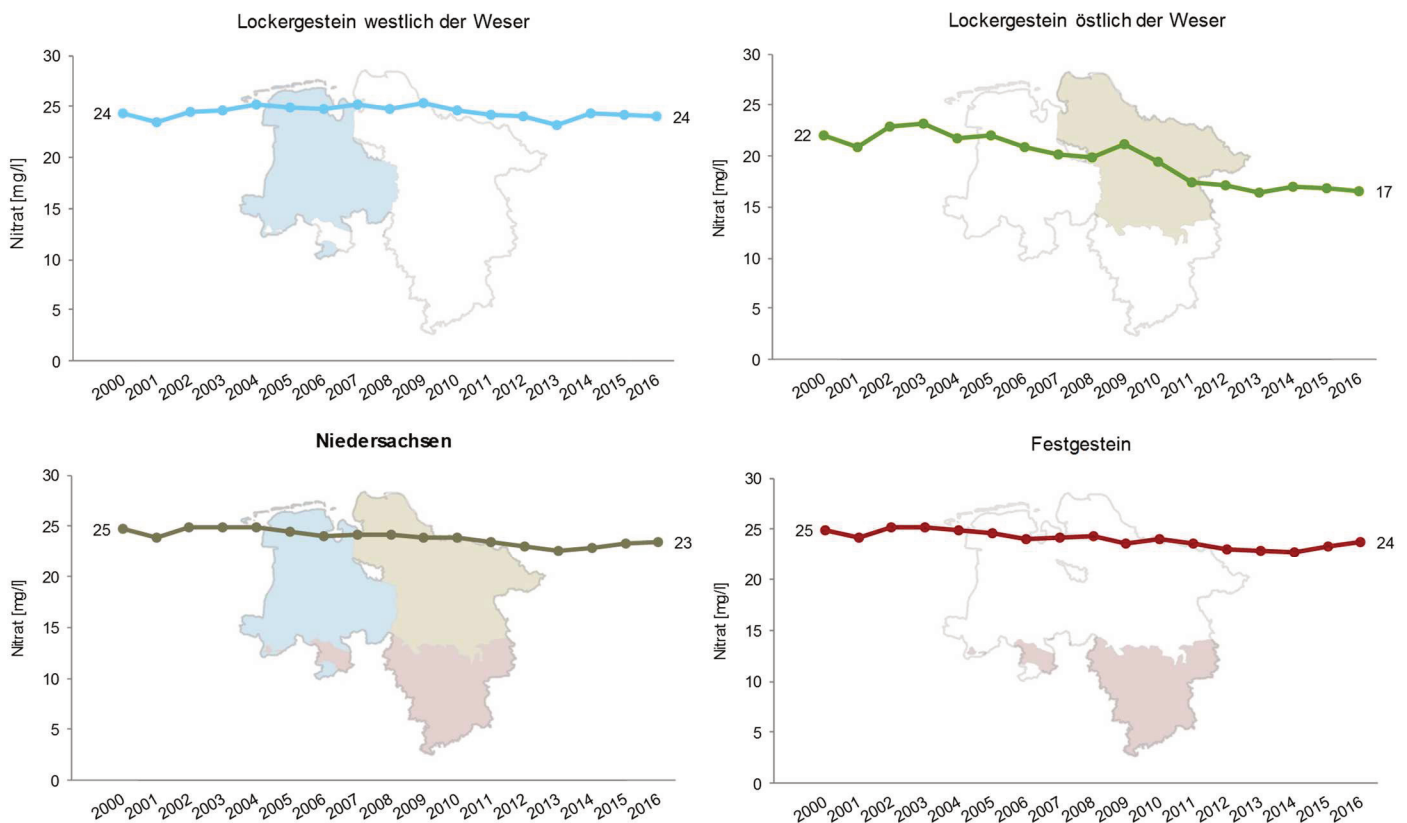


Abb. 21: Entwicklung der Nitratgehalte von Rohwassermessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2016 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 398)

Nachfolgend wird das Trendverhalten der Nitratkonzentration von 398 Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l betrachtet, für die zuvor die Entwicklung der Nitratgehalte dargestellt wurde. Analog zu den Erfolgskontrollmessstellen erfolgte die hier vorgenommene Trendanalyse nach Artikel 5 und Anhang IV der Grundwasser-Tochterraichtlinie, die in einem NLWKN-Leitfaden umgesetzt wurde (NLWKN 2009). Das Trendverhalten wurde jeweils für einen 6-jahres Zeitraum ermittelt.

Der Anteil der Messstellen ohne signifikanten Trend der Nitratkonzentration war bei den 398 Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l im Zeitraum 2011 bis 2016 landesweit mit 69 % noch höher als bei den Erfolgskontrollmessstellen. Demnach war der Anteil an Rohwassermessstellen mit signifikant fallendem (16 %) sowie signifikant steigendem Trend (15 %) der Nitratkonzentration zwischen 2011 und 2016 vergleichsweise gering und in etwa gleich groß. Der Anteil an Messstellen mit signifikant steigendem Trend war landesweit im Zeitraum 2008 bis 2013 mit 7 % am geringsten und im aktu-

ellsten Zeitraum 2011 bis 2016 mit 15 % am höchsten. Da die Mehrzahl der 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. Trotz dieser Schwankungen kann im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser von einem generellen Rückgang der Rohwassermessstellen mit signifikant steigendem Trend der Nitratkonzentration gesprochen werden. Das Lockergesteinsgebiet westlich der Weser wies im Zeitraum 2004 bis 2009 mit 26 % den höchsten Anteil an Rohwassermessstellen mit signifikant steigendem Trend der Nitratkonzentration auf. Seit diesem Zeitraum ist der Anteil an Rohwassermessstellen mit signifikant steigendem Trend auf 16 % im Zeitraum 2011 bis 2016 zurückgegangen (Abb. 22).

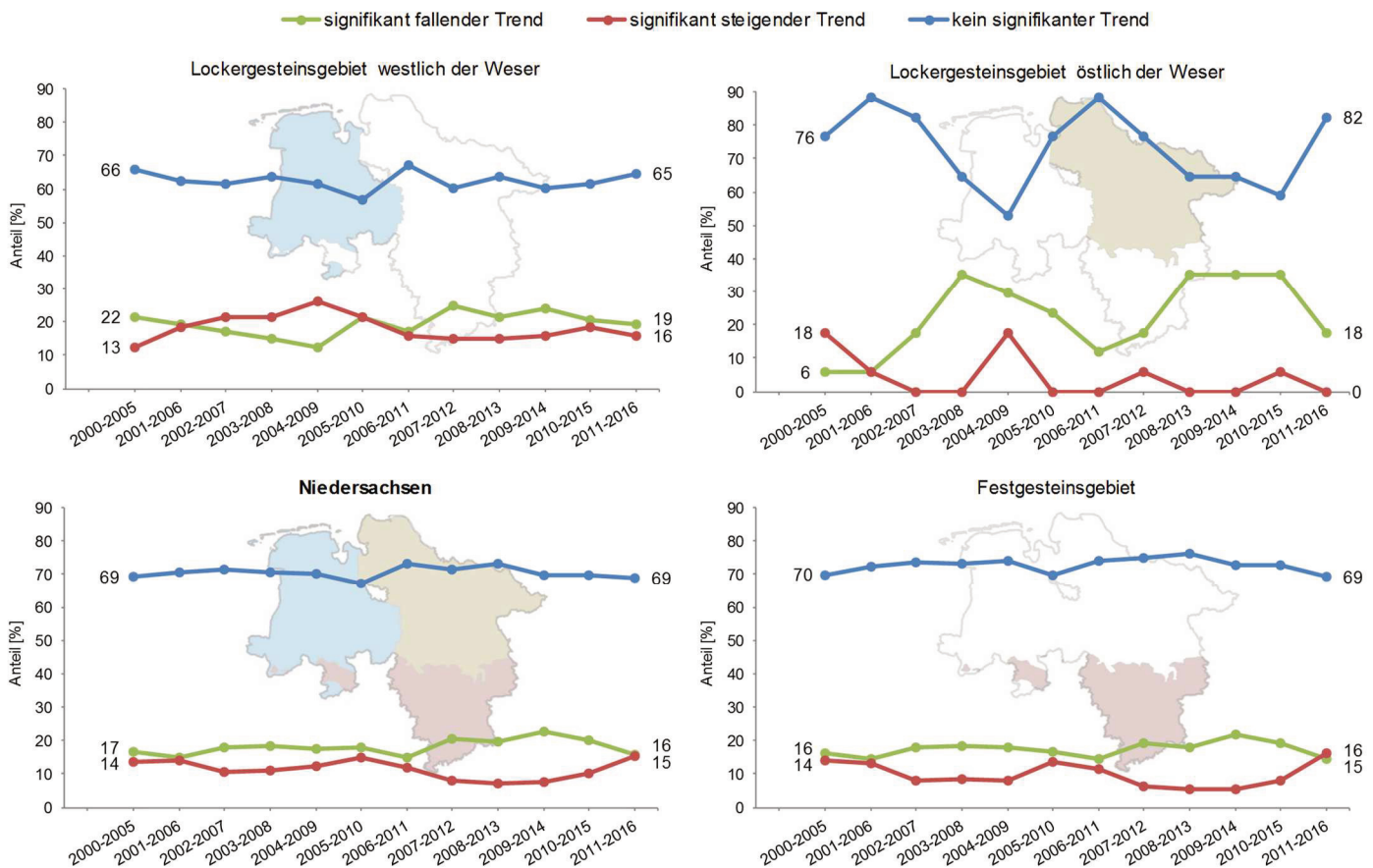


Abb. 22: Anteil an Rohwassermessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit signifikant fallenden und signifikant steigenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte der Zeiträume 2000-2005 bis 2011-2016 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 398)



In Abbildung 23 ist das Trendverhalten der Nitratkonzentration von 498 Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l für den Zeitraum 2011 bis 2016 dargestellt. Diese 498 Rohwassermessstellen verteilen sich auf 215 Trinkwassergewinnungsgebiete, die sich vor allem im Festgesteinsgebiet befinden. In 143 Trinkwassergewinnungsgebieten liegen die Nitratgehalte aller Rohwassermessstellen unter 5 mg/l, so dass für diese Trinkwassergewinnungsgebiete kein Trend ermittelt wurde. Viele dieser Trinkwassergewinnungsgebiete liegen in der Lüneburger Heide sowie in Ostfriesland.

48 % des geförderten Rohwassers mit Nitratgehalten über 5 mg/l wies in Niedersachsen im Zeitraum 2011 bis 2016 keine signifikante Veränderung der Nitratgehalte

auf. Bei 40 % des geförderten Rohwassers mit Nitratgehalten über 5 mg/l waren die Nitratgehalte signifikant fallend und bei 12 % signifikant steigend. Innerhalb der drei Großräume unterschied sich das Trendverhalten der Nitratkonzentration des geförderten Rohwassers mit Nitratgehalten über 5 mg/l deutlich: Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war sowohl der Anteil an gefördertem Rohwasser mit signifikant fallendem Trend (53 %) als auch der Anteil des gefördertem Rohwassers mit signifikant steigendem Trend der Nitratgehalte (16 %) am größten. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser war der Anteil des gefördertem Rohwassers ohne signifikante Veränderung der Nitratkonzentration am größten (84 %). Und das Festgesteinsgebiet nahm bezüglich des Trendverhaltens jeweils eine Mittelstellung ein (Abb. 23).

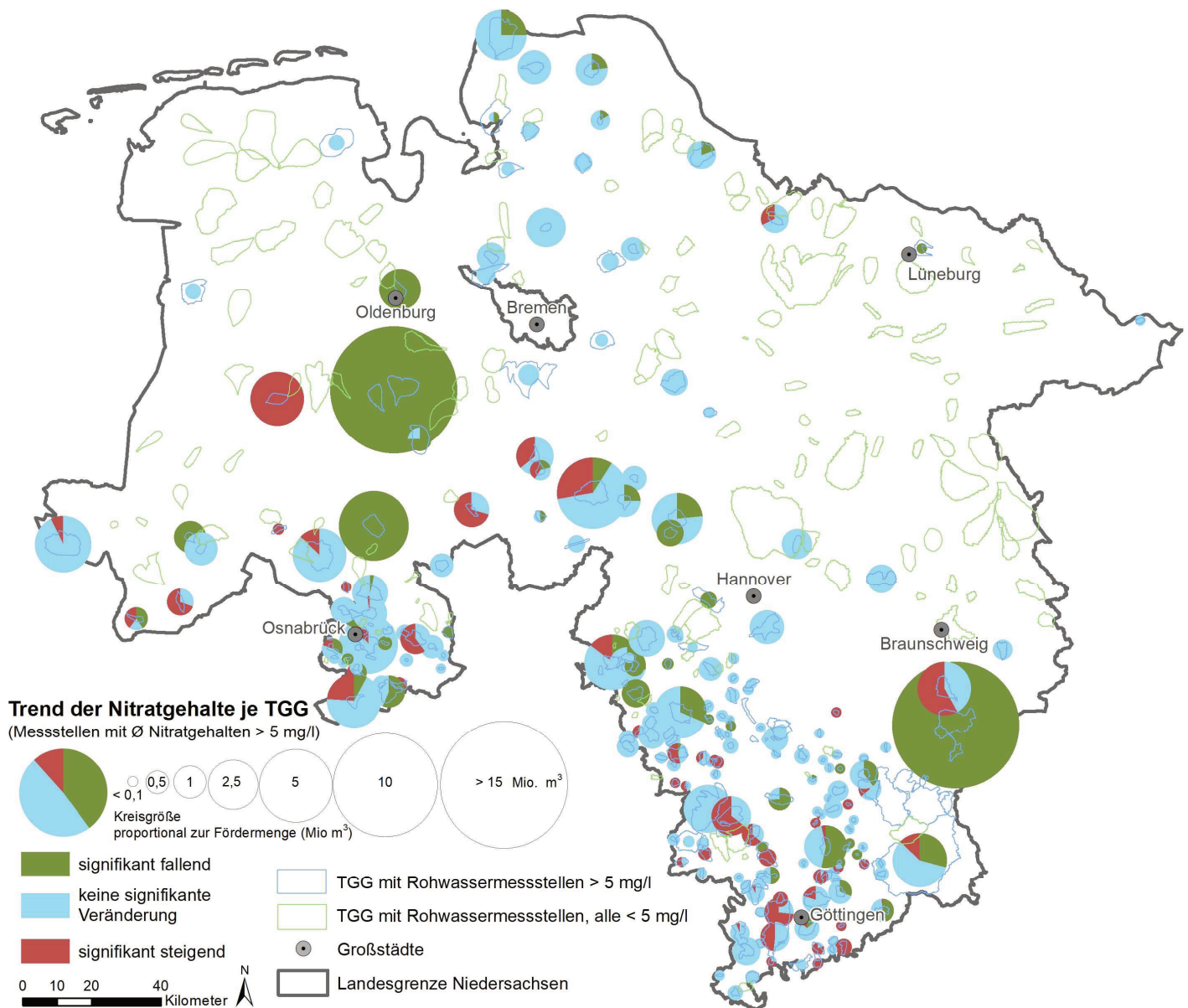


Abb. 23: Prozentuale Verteilung der Rohwasserförderung mit signifikant fallenden und signifikant steigenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 2011 bis 2016 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 498)

## 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 2016 rund 12,8 Mio. €, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche, ohne Forstmaßnahmen rund 41 €/ha entspricht. Die Ausgaben pro Hektar waren im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 45 €/ha LF am höchsten und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser mit 39 €/ha LF am geringsten. Mit rund 32 % hatte die Freiwillige Vereinbarung „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ landesweit den höchsten Anteil an den Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen, gefolgt von der

Freiwilligen Vereinbarung „gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung“ (14 %) und „reduzierter N-Düngung“ (12 %). Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser hatte die Freiwillige Vereinbarung „Begrünung mit Zwischenfrüchten“ sogar einen Anteil von fast 50 % an den Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen. Im Festgestein lag der Anteil für diese Freiwillige Vereinbarung dagegen nur bei 17 % der Gesamtausgaben und damit etwas unter dem Anteil für die „gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung“ (18 %, Tab. 21).

Tab. 21: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen im Jahr 2016 (gerundete Werte) differenziert nach den Kategorien des MU-Maßnahmenkataloges (MU 2015)

FV-Code	Bezeichnung	Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen [€]			
		Festgestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
I	Schlagbilanzen	8.232	297	0	8.529
I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	22.384	7.252	106.057	135.693
I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	124.295	124.916	139.439	388.651
I.C	Gewässerschon. Gülleausbringung	62.317	60.742	364.678	487.737
I.D	Wirtschaftsdünger- u. Bodenanalysen	8.581	13.997	6.940	29.518
I.E	Begrünung mit Zwischenfrüchten u.ä.	565.378	2.174.658	1.308.579	4.048.615
I.F1	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	610.186	297.325	854.182	1.761.693
I.F2	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	240.827	329.521	17.789	588.137
I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	180.001	54.725	408.531	643.257
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	22.358	54.545	360.133	437.035
I.I	Reduzierte N-Düngung	307.657	540.672	678.665	1.526.994
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	162.858	228.090	89.677	480.625
I.K	Einsatz stabilerter N-Dünger	4.234	161.218	11.901	177.353
I.L	Gewässerschonen. Pflanzenschutz	13.898	233.850	171.812	419.560
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	269.908	343.782	159.736	773.427
I.K alt	Maisengsaat	7.136	6.019	33.564	46.719
I.L alt	Unterfußdüngung	0	45.156	0	45.156
II	Umwandlung von Acker in Grünland	17.756	22.587	15.264	55.608
III	Ackerflächen mit Zielvorgaben	17.920	0	0	17.920
IV	Erosionsschutz Forst	278.515	0	0	278.515
V	Erstaufforstung	0	0	0	0
VI	a) Waldumbau	0	475.808	0	475.808
VI	b) Sandheiden	0	0	0	0
<b>Summe [€]</b>		<b>2.924.441</b>	<b>5.175.159</b>	<b>4.726.947</b>	<b>12.826.548</b>
<b>Summe [€/ha LF]</b>		<b>41</b>	<b>39</b>	<b>45</b>	<b>41</b>

Für die Gewässerschutzberatung betragen die Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells landesweit im Jahr 2016 rund 6,3 Mio. €, was rund 21 €/ha LF entspricht. Im Festgesteinsgebiet waren die Ausgaben pro Hektar mit 24 €/ha LF am höchsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 19 €/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 (Tab. 22).

Tab. 22: Ausgaben für die Gewässerschutzberatung im Jahr 2016 differenziert nach einzelnen Arbeitsbereichen (gerundete Werte)

Land	Gesamtausgaben		Aufteilung der GSB-Ausgaben			
	Gewässerschutzberatung		Grundlagendaten	Betriebliche Beratung	Untersuchungen/Versuche	Erfolgskontrolle
	[€]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]
<b>Land</b>	<b>6.283.920</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>12</b>	<b>2</b>	<b>5</b>
Festgestein	1.564.588	24	2	12	3	6
Lockergestein östl. der Weser	2.711.540	22	1	12	3	6
Lockergestein westl. der Weser	2.007.792	19	2	11	1	4

Da davon auszugehen ist, dass die Höhe der Ausgaben für die betriebliche Beratung in direktem Zusammenhang zur N-Minderung stehen, wurden diese Ausgaben auch für die einzelnen Kooperationen dargestellt (Abb. 24).

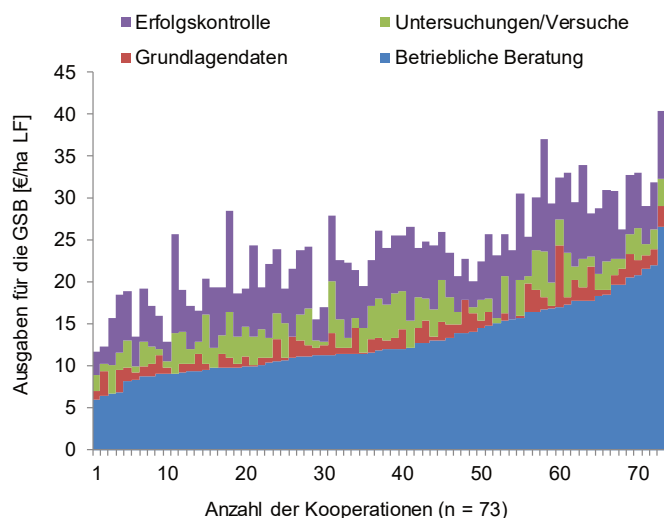


Abb. 24: Ausgaben für die Gewässerschutzberatung differenziert nach einzelnen Arbeitsbereichen in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2016 (sortiert nach ansteigenden Ausgaben für die betriebliche Beratung)

Zwischen den Kooperationen variierten die Ausgaben für die betriebliche Beratung in 2016 zwischen 5,97 €/ha LF und 26,54 €/ha LF und unterschieden sich damit um über

das 4-fache. Im Mittel waren die Ausgaben für die betriebliche Beratung höher als die Ausgaben für die übrigen Bereiche der Gewässerschutzberatung (Tab. 22). In den einzelnen Kooperationen ergab sich z.T. ein anderes Bild. So überstiegen die Ausgaben für die übrigen Bereiche in 19 der insgesamt 73 Kooperationen die Ausgaben für die betriebliche Beratung und in 4 Kooperationen überstiegen die Ausgaben für die Erfolgskontrolle die Ausgaben für die betriebliche Beratung. Dagegen wurde in 6 Kooperationen komplett auf die Erhebung von Grundlagendaten verzichtet und in 3 Kooperationen auf Untersuchungen und Versuche. Die Gesamtausgaben für alle Bereiche der Gewässerschutzberatung variierten in den einzelnen Kooperationen zwischen 11,65 €/ha LF und 40,46 €/ha LF, und der Anteil, den die betriebliche Beratung an den Gesamtausgaben hatte, variierte zwischen 34 und 75 % (Abb. 24).

Insgesamt beliefen sich die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung im Jahr 2016 landesweit auf ca. 19,1 Mio. €, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche, ohne Forstmaßnahmen 62 €/ha entspricht. Zwischen den drei Großräumen variierten die Gesamtausgaben bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche nur geringfügig (Tab. 21 und Tab. 22).

Im Zeitraum 2004 bis 2016 sind die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung

landesweit um ca. 2,5 Mio. € angestiegen. Dabei sind die Ausgaben für die Gewässerschutzberatung in diesem Zeitraum stetig um insgesamt ca. 0,5 Mio. € angestiegen, während die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen in diesem Zeitraum um ca. 2 Mio. € angestiegen sind, dabei aber größeren Schwankungen unterlegen waren (Abb. 25).

Zwischen 2004 und 2016 lagen die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen landesweit im Mittel bei 65 % und für die Gewässerschutzberatung bei 35 %. Der Anteil für die Freiwilligen Vereinbarungen war mit 68 % im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser am höchsten, während der Anteil für die Gewässerschutzberatung mit 37 % im Festgesteinsgebiet am höchsten war (Abb. 25).

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 den beiden Lockergesteinsgebieten zwischen 2004 und 2016 leicht angestiegen, während sie im Festgesteinsgebiet in diesem Zeitraum etwas zurückgegangen sind. Die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen sind im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser zwischen 2004 und 2016 deutlich und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser geringfügig angestiegen, während sie im Festgesteinsgebiet annähernd gleichgeblieben sind. Dementsprechend sind die Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung zwischen 2004 und 2016 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser um ca. 1,9 Mio. € und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser um ca. 1,1 Mio. € angestiegen, während die Gesamtausgaben im Festgesteinsgebiet um ca. 0,4 Mio. € zurückgegangen sind (Abb. 25).

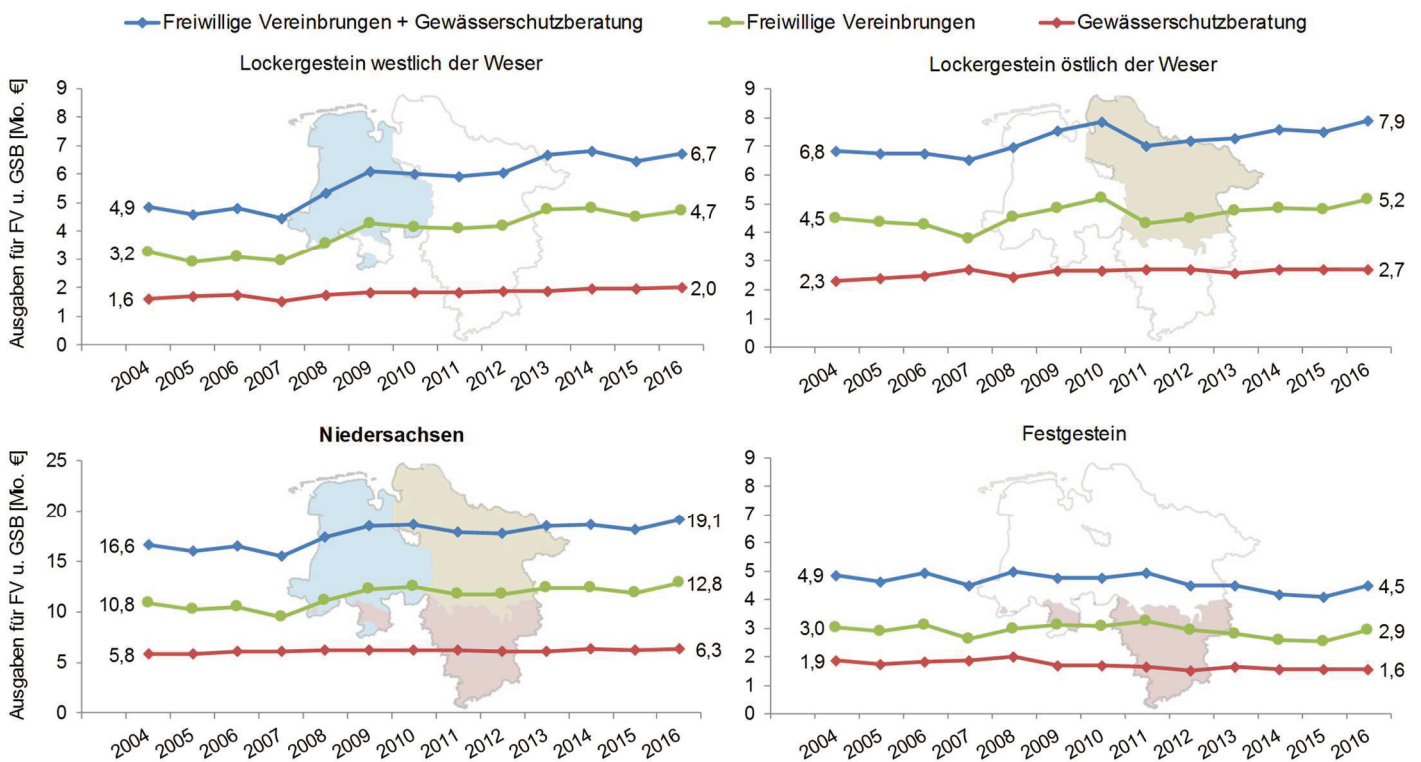


Abb. 25: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Gewässerschutzberatung im Zeitraum 2004 bis 2016 (In den Jahren 2004 - 2007 sind bei den FV auch die Ausgaben für die sog. PROLAND-Maßnahmen zum Trinkwasserschutz enthalten.)

Aus den Ausgaben für Freiwillige 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 (Tab. 21) durch die Minderung der Stickstoffüberschüsse (Tab. 17) bzw. durch die Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte

(Tab. 19) dividiert. Danach ergab sich durch den Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen im Jahr 2016 eine mittlere Kosten-Nutzen-Effizienz in Höhe von 5,29 € pro kg Stickstoffüberschussminderung bzw. von 4,21 € pro kg Herbst-Nmin-Minderung.

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 effi-

zienter als Maßnahmen mit hohen Ausgleichsbeträgen (Tab. 23).

Tab. 23: 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 2016

FV Code	Bezeichnung	Ausgleichsbetrag [€/ha]	N-Minderung [€/kg N]	
			N-Überschuss	Herbst-Nmin
I	Schlagbilanzen	3	∞	∞
I.A	Wirtschaftsdünger-Ausbringzeiten	5	0,54	0,54
I.B	Wirtschaftsdünger-Ausbringverzicht	148	5,91	9,85
I.C	Gewässerschonende Gülleausbringung	38	2,51	∞
I.E	Begrünung mit Zwischenfrüchten u.ä.	100	∞	3,32
I.F1	Fruchtfolgegestaltung (Kulturen)	209	6,97	6,97
I.F2	Fruchtfolgegestaltung (Brachen)	233	4,66	4,66
I.G	Extensive Grünlandbewirtschaftung	111	3,71	4,46
I.H	Umbruchlose Grünlanderneuerung	42	4,24	1,41
I.I	Reduzierte N-Düngung	86	2,87	17,23
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	47	4,74	3,16
I.K	Einsatz stabilisierter N-Dünger	34	3,40	3,40
I.L	Gewässerschonender Pflanzenschutz	34	∞	∞
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	115	1,92	3,83
I.K alt	Maisengsaat	46	∞	∞
I.L alt	Unterfußdüngung	50	4,96	4,96
II	Umwandlung von Acker in Grünland	275	5,51	5,51
III	Ackerflächen mit Zielvorgaben	51	2,06	2,06
<b>Flächengewichtete Mittelwerte</b>		<b>72</b>	<b>5,29</b>	<b>4,21</b>

Die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung pro Kubikmeter geförderttem Rohwasser beliefen sich im Jahr 2016 landesweit auf 3,35 Cent. Innerhalb der drei Großräume variierten die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Gewässerschutzberatung pro Kubikmeter geförderttem Rohwasser nur geringfügig (Tab. 24). Im Festgesteinsgebiet würde man aufgrund des höheren Anteils an C-Gebieten und der geringen Rohwasserförderung vieler kleiner Trinkwassergewinnungsgebiete, höhere Ausgaben pro Kubikmeter geförderttem Rohwasser erwarten. Dass die Ausgaben pro Kubikmeter geförderttem Rohwasser im Festgesteinsgebiet nicht erhöht waren, lag an der hohen Rohwasserförderung der Westharzer Talsperren, die im Festgesteinsgebiet einen Anteil von 40 % des geförderttem Rohwassers ausmachten.

Tab. 24: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen (FV) und Gewässerschutzberatung (GSB) in ct/m<sup>3</sup> geförderttem Rohwasser im Jahr 2016

	Ausgaben für FV und GSB in ct/m <sup>3</sup> geförderttem Rohwasser		
	FV	GSB	Gesamt
<b>Land</b>	<b>2,25</b>	<b>1,10</b>	<b>3,35</b>
Festgestein	2,03	1,09	3,12
Lockergestein östl. der Weser	2,36	1,24	3,60
Lockergestein westl. der Weser	2,28	0,97	3,25

## 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 seit 1995 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 neue 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 2018 auf durchschnittlich rund 230.000 € pro Jahr beliefen.

Die Ausgaben für die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen 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 sind mittlere Ausgaben von rund 400.000 € pro Jahr vorgesehen.

## 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 entgegen, 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 noch 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

Die hier dargestellten Entwicklungen, die eine Zunahme der Nitrateinträge in das Grundwasser nach sich ziehen, finden sich auch in den rund 80 Schutzkonzepten des Niedersächsischen Kooperationsmodells wieder. In den Schutzkonzepten wird zwischen standörtlichen und nutzungsbedingten Belastungsschwerpunkten unterschieden. Dabei sind die standörtlichen Belastungsschwer-

punkte naturgegeben und durch die Gewässerschutzberatung wenig bis gar nicht beeinflussbar. Die nutzungsbedingten Belastungsschwerpunkte 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 Belastungsschwerpunkten aufgeführt, die aus den aktuell gültigen Schutzkonzepten des Niedersächsischen Kooperationsmodells stammen. Die Beseitigung dieser nutzungsbedingten Belastungsschwerpunkte ist Gegenstand der Schutzkonzepte und somit Inhalt der Gewässerschutzberatung und der Freiwilligen Vereinbarungen.



Bild 14: Wirtschaftsdüngeraufbringung

Tab. 25: Nutzungsbedingte Belastungsschwerpunkte aus den Schutzkonzepten des Nds. Kooperationsmodells

<p><b>Hohe Stickstoffdüngung im Allgemeinen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zu hohe Stickstoffdüngung; Zu hoher Mineraldüngereinsatz</li> <li>➤ Überschreitung der bedarfsgerechten N-Düngung; Sicherheitszuschläge bei der N-Düngung</li> <li>➤ Ungenaue Kalkulation des erforderlichen N-Einsatzes aufgrund ungenauer Ertragsabschätzung im Futterbau</li> <li>➤ Nicht ausgenutzter Düngestickstoff, wenn der erwartete Ertrag beim Qualitätsweizenanbau nicht realisiert wurde</li> <li>➤ N-Düngung wird oft nicht an schwankende Erträge durch Vorsommertrockenheit bzw. die Heterogenität der Flächen angepasst</li> <li>➤ Erschwerte Kalkulation der N-Mengen aus der Abwassererregung, da Zeitpunkt und Mengen der Abwassererregung durch die Entwässerungsbetriebe geregelt werden</li> <li>➤ Erhöhte Düngermenge gegenüber der Düngeplanung</li> </ul>
<p><b>Hoher Wirtschaftsdüngereinsatz</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Höherer Nährstoffanfall aus Tierhaltung und Biogasanlagen, als auf der eigenen Fläche verwertet werden kann</li> <li>➤ Bei ungenügendem Lagerraum wird die organische Düngung im Herbst z.T. überzogen</li> <li>➤ Die N-Düngung zu Silomais, Kartoffeln und Zuckerrüben in Kombination mit organischen Düngern, war gegenüber dem Sollwert meistens deutlich erhöht</li> <li>➤ Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (Stallmist, Geflügelmist) in Zeiten geringen Nährstoffbedarfs</li> <li>➤ Die mit Wirtschaftsdüngern nach der Hauptfrucht gedüngten Nährstoffe sind oft zu hoch und häufig aufgrund der im Boden verfügbaren Nährstoffe überflüssig</li> <li>➤ Zunehmende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern zu Zwischenfrüchten</li> <li>➤ Bei Anwendung organischer Düngung ist durchweg ein erhöhter N-Saldo zu beobachten</li> <li>➤ Intensiver Wirtschaftsdüngereinsatz mit hohen Herbst-Nmin-Gehalten, die bei fehlender Begrünung über Winter und durchlässigen Böden ausgewaschen werden</li> <li>➤ Die inner- und überbetriebliche Verteilung der Wirtschaftsdünger ist z.T. nicht optimal</li> <li>➤ Ungenaue Applikationstechnik für Wirtschaftsdünger</li> <li>➤ Zunehmender Druck durch organische Nährstoffträger durch den Bau von Ställen und Biogasanlagen in der Umgebung</li> <li>➤ Steigender Import von Wirtschaftsdüngern aus Weser-Ems, Nordrhein-Westfalen und den Niederlanden</li> </ul>
<p><b>Geringe Anrechnung des bereits vorhandenen Stickstoffs bei der Düngung</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zu geringe Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus organischen Düngern</li> <li>➤ Insbesondere zu Silomais und Zuckerrüben werden organische Dünger nicht hinreichend angerechnet</li> <li>➤ Unzureichende Anrechnung des Stickstoffs beim Einsatz betriebsfremder Wirtschaftsdünger</li> <li>➤ Zu geringe Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus dem Bodenvorrat</li> <li>➤ Zu geringe Berücksichtigung der N-Nachlieferung aus gedüngten Zwischenfrüchten</li> <li>➤ Nmin-Werte werden im Frühjahr nur teilweise angerechnet</li> </ul>
<p><b>Hoher Maisanteil und hohes Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Zunahme des Maisanbaus durch den Vertragsanbau für Biogasanlagen</li> <li>➤ Zunahme der Maisfruchtfolgen mit großer Toleranz für hohe organische Düngerapplikationen</li> <li>➤ Negative Fruchtfolgeeffekte durch Biomasseanbau</li> <li>➤ Zunehmender Anfall von Gärresten aus Biogasanlagen</li> <li>➤ Konzentrationseffekte der Gärrestverbringung im Bereich von Biogasanlagen</li> </ul>
<p><b>Abnahme des Grünland- und Bracheanteils</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Grünlandumbrüche wurden durch Grundwasserentnahme und durch Entwässerung möglich</li> <li>➤ Der Rückgang der Rinderhaltung hat den Umbruch von Grünland beschleunigt</li> <li>➤ Umbruch von Bracheflächen durch den Wegfall der Stilllegungsverpflichtung im Jahr 2008</li> <li>➤ Umbruch von Bracheflächen aufgrund der Befürchtung eines möglichen Verlustes des Ackerstatus ab 2015</li> <li>➤ Hohe Herbst-Nmin-Werte nach genehmigten und nicht genehmigten Grünlandumbrüchen</li> <li>➤ Hohe Herbst-Nmin-Gehalte nach Mais, wenn die Fläche zuvor für 4 Jahre als Feldgras genutzt wurde</li> </ul>
<p><b>Steigende Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund veränderter Anbauverhältnisse</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Hoher Anteil an Wintergetreide mit geringer N-Aufnahme vor dem Winter, im Vergleich zu Sommerungen inkl. vorangestellter Zwischenfrüchte</li> <li>➤ Rückgang des Zuckerrübenanbaus mit geringen Herbst-Nmin-Gehalten und Zunahme des Rapsanbaus mit höheren N-Salden und höheren Herbst-Nmin-Gehalten</li> <li>➤ Hoher Anteil an Kartoffelanbau unter Beregnung mit erhöhter Nitrat-Auswaschungsgefahr bei Frostberegnung und/oder Starkniederschlagsereignissen</li> <li>➤ Kartoffelanbau mit rodungsbedingt hohen Herbst-Nmin Werten</li> <li>➤ Mais- und Kartoffelanbau mit später Ernte, so dass ein Zwischenfruchtanbau nicht mehr möglich ist</li> <li>➤ Hohe N-Freisetzungen nach der Ernte bei Raps und Kartoffeln aufgrund der hohen Mineralisierbarkeit der Ernterückstände sowie der intensiven Bodenbearbeitung</li> <li>➤ Zunahme des Leguminosenanbaus (Greening), wodurch die N-Nachlieferung erhöht und schwer zu kontrollieren ist</li> </ul>

### Hoher Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz

Wirtschafts- und Mineraldünger stellen die beiden größten Zufuhrgrößen an stickstoffhaltigen Düngemitteln auf landwirtschaftlich genutzten Flächen dar und stehen somit in direktem Zusammenhang zur Nitratkonzentration im Grundwasser.

Die Stickstoffausbringung durch Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft ist von der Viehbesatzdichte abhängig. Diese ist in Niedersachsen höher als im Bundesdurchschnitt. Während die Viehbesatzdichte zwischen 1998 und 2017 nach Angaben des Statistischen Bundesamtes im Bundesdurchschnitt von 0,9 GV/ha auf 0,8 GV/ha zurückgegangen ist, ist sie in Niedersachsen im gleichen Zeitraum von 1,2 GV/ha auf 1,3 GV/ha angestiegen (Abb. 26). Im Jahr 2017 lag die Viehbesatzdichte in Niedersachsen somit um ca. 0,5 GV/ha über dem Bundesmittel, was einer Stickstoffausbringung von über 30 kg N/ha entspricht. Nur in Nordrhein-Westfalen war die Viehbesatzdichte im Jahr 2017 noch höher als in Niedersachsen (DESTATIS mehrere Jahrgänge a und c).

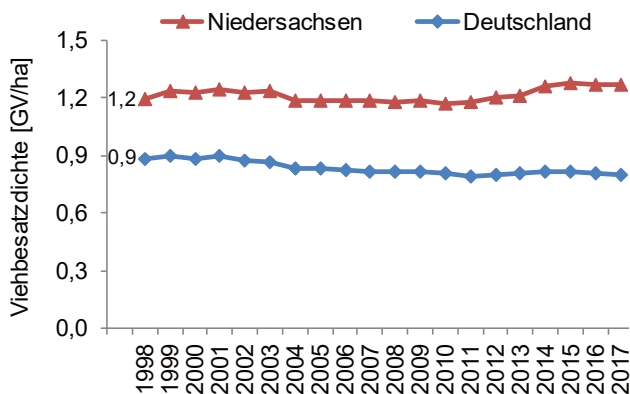


Abb. 26: Viehbesatzdichte in Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1998 und 2017 (Bezug: LF ohne Brache; Viehbestand: Einhufer, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen und Geflügel; eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und c)

Problematisch ist in Niedersachsen jedoch nicht nur der allgemein hohe Wirtschaftsdüngeranfall, sondern auch die ungleiche regionale Verteilung des Wirtschaftsdüngers. So lag die Stickstoffausbringung von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln gemäß § 6 (4) der Düngeverordnung nach den Daten des Nährstoffberichtes (LWK 2018) im Jahr 2017 im Durchschnitt des Landes Niedersachsen bei 126 kg N/ha. In der Region Weser-Ems betrug die Stickstoffausbringung von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln im Jahr 2017 dagegen 175 kg N/ha. Dabei wurden die höchsten

Werte mit 196 bzw. 219 kg N/ha in den Landkreisen Grafschaft Bentheim und Cloppenburg erreicht (Abb. 27). D.h., würde man die 2017er Zahlen zugrunde legen, dann wären die Vorgaben nach § 6 (4) der neuen Düngeverordnung, die ab 2018 gilt, im Mittel der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche der Region Weser-Ems nicht eingehalten worden. Nach § 6 (4) der neuen Düngeverordnung dürfen organische und organisch-mineralische Düngemittel, einschließlich Wirtschaftsdünger, nur so aufgebracht werden, dass die aufgebrachte Menge an Gesamtstickstoff im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Fläche des Betriebes 170 kg N/ha und Jahr nicht überschreitet (DüV 2017).

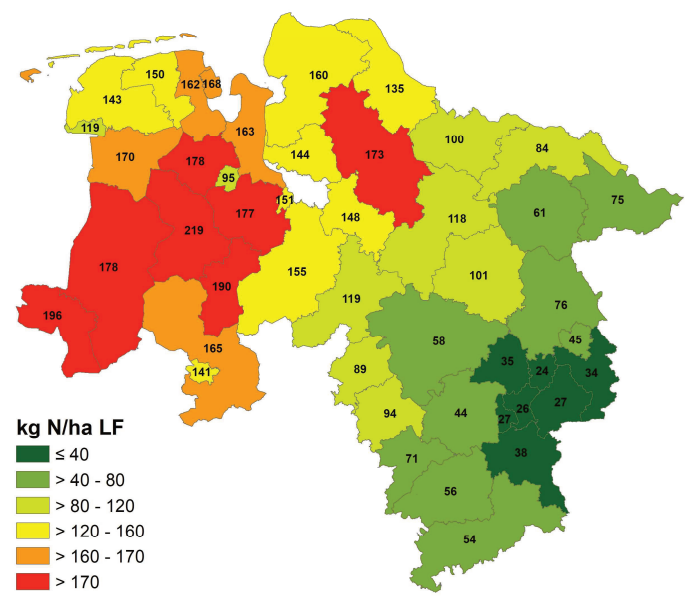


Abb. 27: Stickstoffausbringung von organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte in den Landkreisen Niedersachsens im Jahr 2017 (Darstellung mit Daten aus LWK 2018)

Aber nicht nur die Viehbesatzdichte sowie die damit verbundene Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern waren in Niedersachsen höher als im Bundesdurchschnitt. Auch der Absatz stickstoffhaltiger Mineraldünger war in Niedersachsen zwischen 1998 und 2017 im Mittel um 12 kg N/ha höher als im Bundesdurchschnitt (Abb. 28). D.h. wir haben in Niedersachsen nicht nur ein hohes Niveau an Wirtschaftsdüngern, sondern auch an stickstoffhaltigen Mineraldüngern, woraus sich der besondere Belastungsdruck für die Nitratkonzentration im Grundwasser in Niedersachsen ableiten lässt. Neben dem hohen Belastungsdruck bringt das hohe Niveau an stickstoffhaltigen Mineraldüngern aber auch ein großes Po-



tenzial zur Verbesserung der Nitratbelastung mit sich, da es weniger Schwierigkeiten bereiten sollte, den Mineraldüngerzukauf zu reduzieren als den Wirtschaftsdüngeranfall.

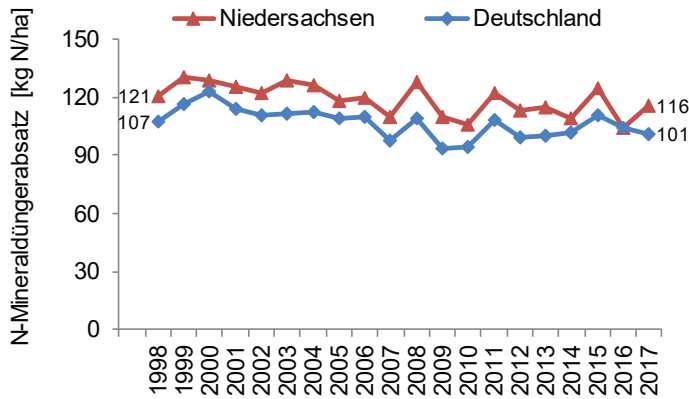


Abb. 28: Absatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1998 und 2017 (Bezug: LF ohne Brache; eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und b)

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



Bild 15: Biogasanlage im Landkreis Gifhorn

Im Jahr 2016 wurden in Niedersachsen 1.634 überwiegend landwirtschaftliche Biogasanlagen mit einer installierten Leistung von 990 MW<sub>el</sub> betrieben. Damit nimmt Niedersachsen mit Bayern eine Spitzenposition in der Biogasproduktion ein. Der Anlagenneubau ging allerdings seit 2012 deutlich zurück. So kamen in den Jahren 2010 und 2011 in Niedersachsen noch über 260 neue Anlagen pro Jahr hinzu, während die Zahl des Anlagenneubaus in den Jahren 2014 bis 2016 auf rund 30 Anlagen pro Jahr

zurückging (3 N KOMPETENZZENTRUM 2017). 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.

Mit dem Anstieg der Biogasanlagen war auch eine Zunahme des Silomaisanbaus verbunden. Der Silomais weist in der Regel höhere Herbst-Nmin-Gehalte auf und verursacht somit höhere Nitratreinträge in das Grundwasser, als dies z.B. bei Getreide der Fall ist (Abb. 14). Im Zeitraum 2005 bis 2011 stieg der Silomaisanteil in allen drei Großräumen Niedersachsens an und das sowohl in den Trinkwassergewinnungsgebieten als auch auf der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens. Im Jahr 2012 stieg der Silomaisanteil dann nur noch im Festgesteinsgebiet an, während er in den beiden Lockergesteinsgebieten leicht abnahm. Von 2011 bzw. 2012 bis 2016 stagnierte der Silomaisanteil in allen Großräumen. Lediglich im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser stieg der Silomaisanteil im Jahr 2016 noch mal an (Abb. 29). Diese Entwicklung deckt sich mit dem Biogasanlagenneubau, der ab 2012 kaum Zuwächse zu verzeichnen hatte.

Die drei Großräume unterscheiden sich deutlich hinsichtlich des Silomaisanteils. Mit ca. 28 % war der Silomaisanteil im Jahr 2016 in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Lockergesteinsgebietes westlich der Weser am höchsten und mit ca. 6 % in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes am geringsten. Das Lockergesteinsgebiet östlich der Weser nahm mit einem Anteil von 19,2 % eine Mittelstellung ein (Abb. 29). D.h., in den Tierhaltungsregionen verstärkte der Biogasmais die ohnehin schon hohen Maisanteile aus der Tierhaltung, während der Biogasmais die Fruchtfolgen in den Ackerbauregionen erweiterte (ML 2012).



Bild 16: Maishäcksler bei der Ernte

## Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

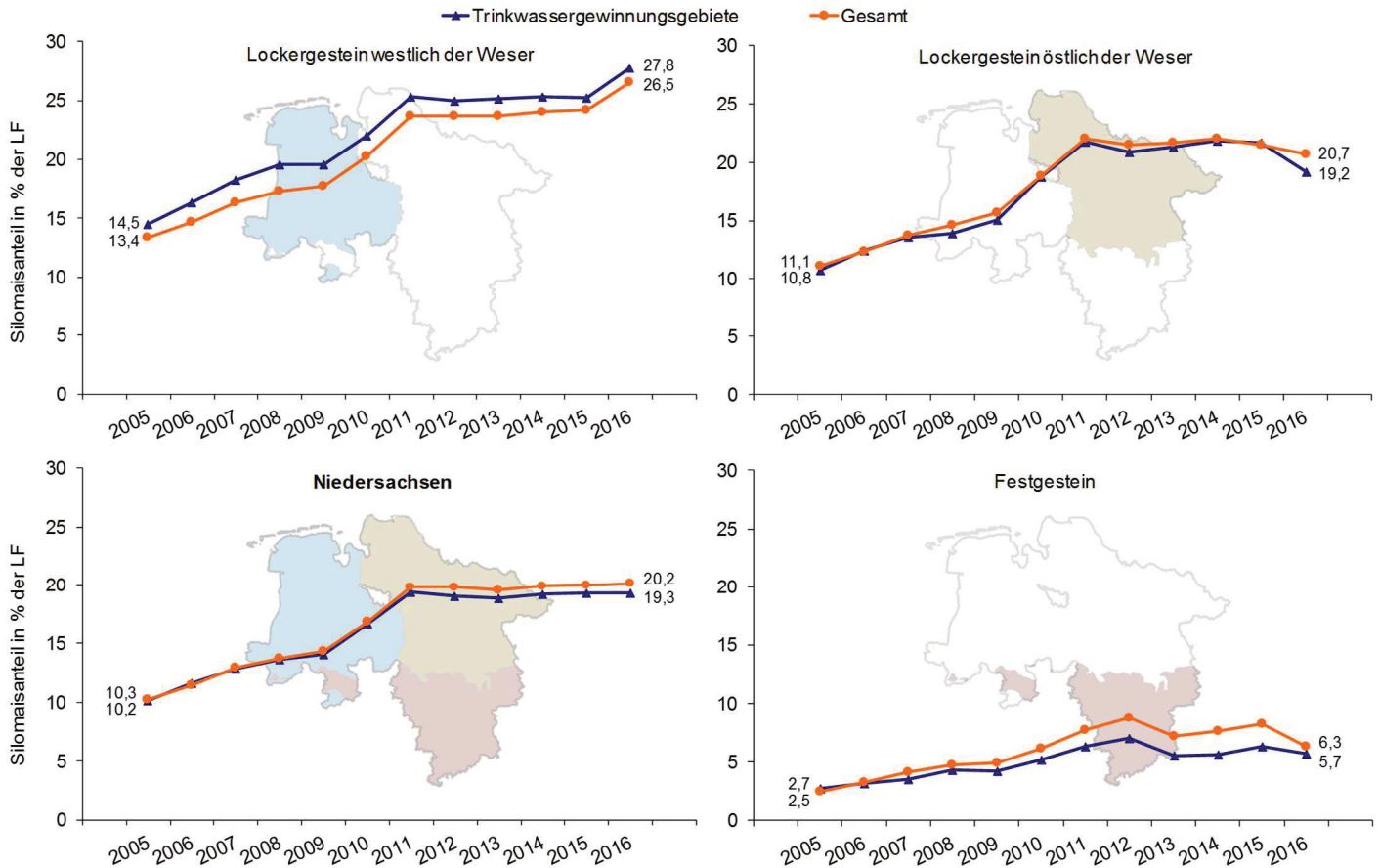


Abb. 29: Entwicklung des Silomaisanteils in Niedersachsen sowie in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (differenziert nach den drei Großräumen sowie landesweit) in den Jahren 2005 bis 2016 (Darstellung mit InVeKoS-Daten des SLA mehrere Jahrgänge und mit Daten des LSN mehrere Jahrgänge)

Im Jahr 2016 hatte der Energiemais, der in die Biogasanlagen gelangte, einen Anteil von 38 % an der niedersächsischen Maisanbaufläche (3 N KOMPETENZZENTRUM 2017). Hiermit war ein entsprechend hohes Aufkommen an Gärresten pflanzlicher Herkunft verbunden. D.h., neben dem ohnehin schon hohen Wirtschaftsdünger aufkommen aus der Tierhaltung führten die Gärreste aus den Biogasanlagen zu einem weiteren Stickstoffaufkommen, wodurch zusätzliche Nitratreinträge in das Grundwasser gelangen können.

Landesweit kamen zu der Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Höhe von 103 kg N/ha noch 20 kg N/ha aus Gärresten pflanzlicher Herkunft hinzu, was 17 % der gesamten Stickstoffausbringung aus Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft entspricht. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war die zusätzliche Stickstoffausbringung aus Gärresten pflanzlicher Herkunft mit 23 kg N/ha am größten. Aufgrund der hohen Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Höhe von 146 kg N/ha entsprechen diese 23 kg N/ha jedoch nur 13 % der gesamten Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern

tierischer und pflanzlicher Herkunft. Im Festgesteinsgebiet lag die Stickstoffausbringung aus Gärresten pflanzlicher Herkunft dagegen nur bei 15 kg N/ha, was aber einem Anteil von 25 % entspricht (Abb. 30).

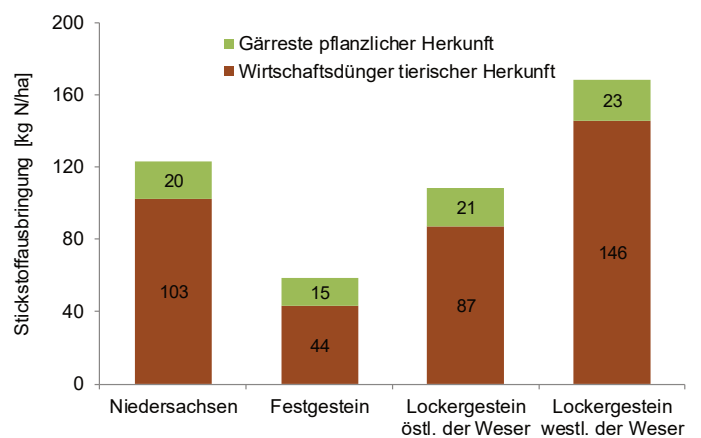


Abb. 30: N-Ausbringung von Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte sowie von Gärresten pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Lagerungsverluste in den drei Großräumen Nds. im Jahr 2017 (Darstellung mit Daten aus LWK 2018)

### 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 (Abb. 31). 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 sieht grundsätzlich vor, dass bei einem Grünlandumbruch eine gleichgroße Ackerfläche neu als Dau-

ergrünland anzusäen ist. Durch diese Verordnung konnte der Rückgang des Grünlandanteils gestoppt oder sogar leicht gesteigert 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 auch 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 im Jahr 2016 wieder leicht angestiegen ist (Abb. 31).

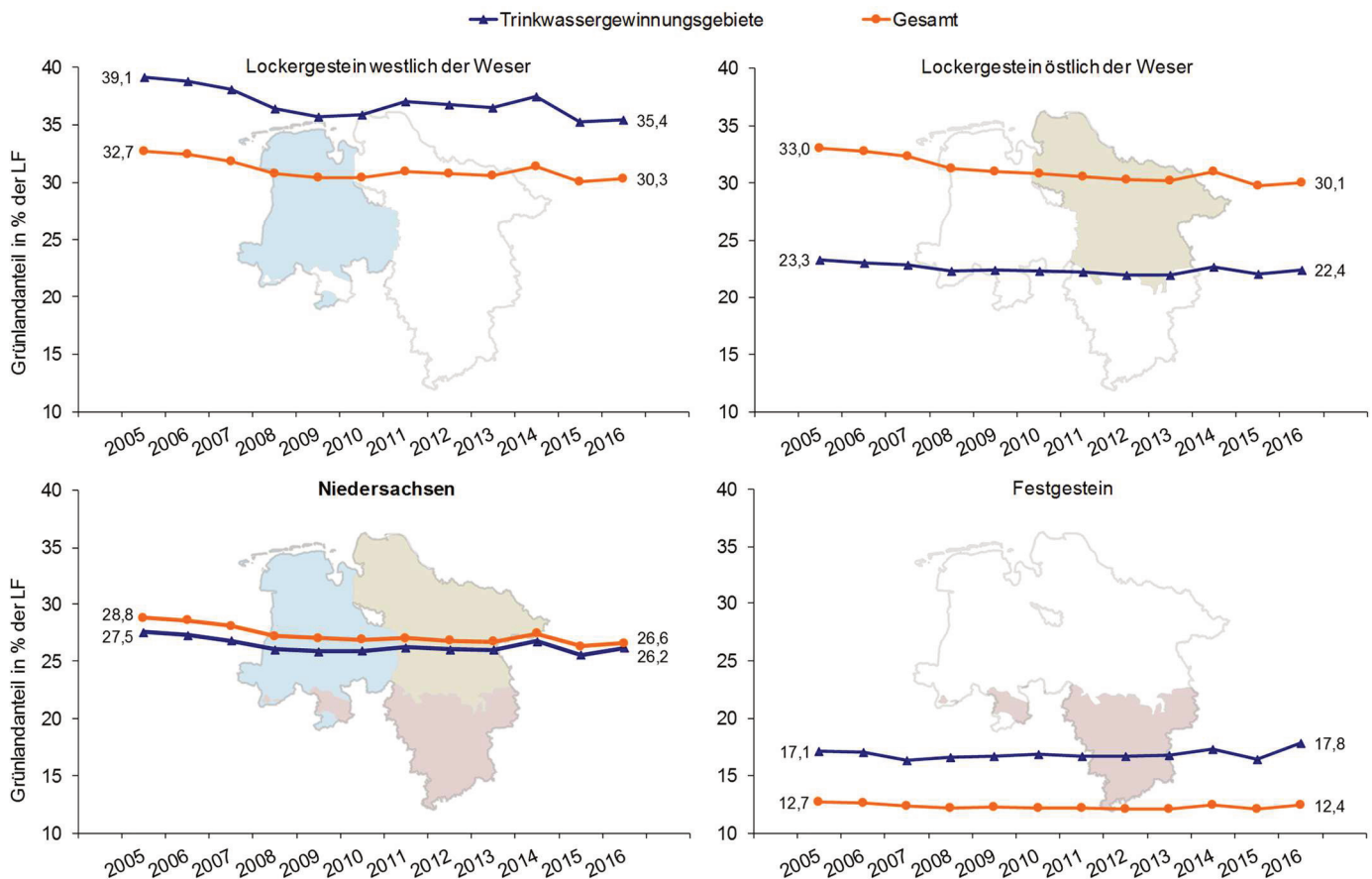


Abb. 31: Entwicklung des Grünlandanteils in Niedersachsen sowie in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells (differenziert nach den drei Großräumen sowie landesweit) in den Jahren 2005 bis 2016 (Darstellung mit InVeKoS-Daten des SLA mehrere Jahrgänge und mit Daten des LSN mehrere Jahrgänge)



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



Bild 17: Umbruch von Dauergrünland

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 Bewirtschaftung 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 an mineralischem Stickstoff 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 Staunässeinfluss 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 in Niedersachsen 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 N-Auswaschung in das Grundwasser aufgrund von Grünlandumwandlungen für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells berechnen.

Die Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland wurde in den Trinkwassergewinnungsgebieten aus der Differenz der Grünlandfläche im Bezugsjahr und der des Vorjahres ermittelt und das für jeden Feldblock bzw. ab dem Bezugsjahr 2016 für jeden Schlag.

Die Grünlandumwandlungen in Ackerland nahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten mit Einführung der Dauergrünlanderhaltungsverordnung landesweit von ca. 3.800 ha im Zeitraum 2006 bis 2009 auf ca. 2.400 ha in den Jahren 2010 bis 2014 ab. Dabei war die Abnahme der Grünlandumwandlungen im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit rund 800 ha am größten und im Festgesteinsgebiet mit ca. 200 ha am geringsten. Durch die Aufhebung des Genehmigungsverhaltes beim Grünlandumbruch erfolgten Ende 2014 zahlreiche Grünlandumbrüche. Diese Grünlandumbrüche werden jedoch erst im Jahr 2015 abgebildet. Im Jahr 2015 war die Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland in dem hier betrachteten Zeitraum mit rund 4.800 ha am größten. Die Genehmigungs- und Ausgleichspflicht im Rahmen des Greenings führten in 2016 wieder zu geringeren Grünlandumwandlungen in Ackerland (Abb. 32).

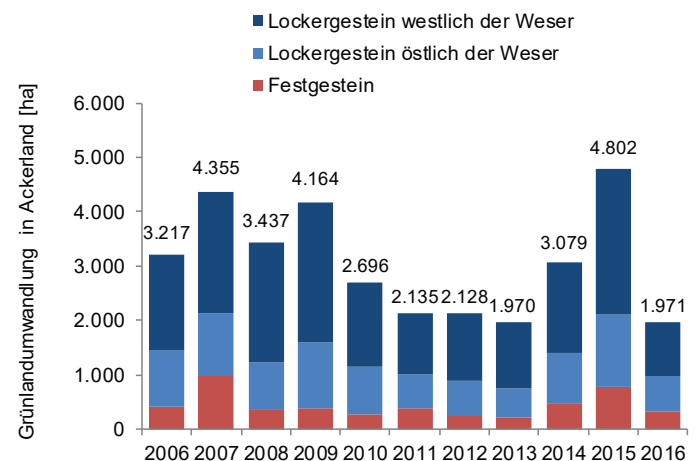


Abb. 32: Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells in den Jahren 2006 bis 2016

Wie bereits beschrieben, wird die jährliche Stickstoff-Auswaschung in das Grundwasser auf Grundlage der Gesamtfläche von Grünlandumwandlungen innerhalb der



letzten 5 Jahren kalkuliert. Demnach war die Stickstoffauswaschung in das Grundwasser in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2010 mit rund 7.000 t Stickstoff bzw. rund 24 kg N/ha LF aufgrund von nahezu 18.000 ha Grünland, das in den Jahren 2006 bis 2010 in Ackerland umgewandelt wurde, am größten. Am geringsten war die Stickstoffauswaschung in dem hier betrachteten Zeitraum mit rund 5.000 t N bzw. rund 16 kg N/ha im Jahr 2014. Diese Stickstoffauswaschung ging auf rund 12.000 ha Grünland, dass in den Jahren 2010 bis 2014 in Ackerland umgewandelt wurde, zurück. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war die N-Auswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland zwischen 2010 und 2016 mit durchschnittlich rund 31 kg N/ha am größten, während die N-Auswaschung im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser mit durchschnittlich ca. 14 kg N/ha und im Festgesteinsgebiet mit 11 kg N/ha weniger als halb so hoch war. Zwischen 2010 und 2014 ist die N-Auswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland in allen Großräumen zurückgegangen, während sie in den Jahren 2015 und 2016 wieder angestiegen ist (Abb. 33).

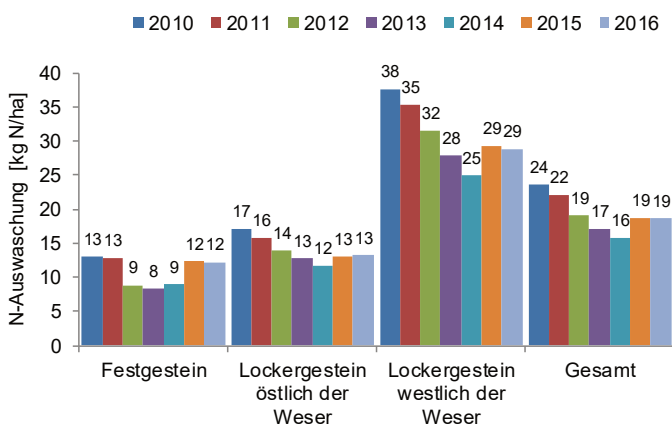


Abb. 33: N-Auswaschung in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells in den Jahren 2010 bis 2016 aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland der Jahre 2006 bis 2016

### Steigende Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund veränderter Anbauverhältnisse

Anhand der mittleren Herbst-Nmin-Gehalte (Tab. 26) und der Entwicklung der Anbauflächen (Abb. 34) lassen sich die theoretischen mittleren Herbst-Nmin-Gehalte aufgrund der veränderten Anbaustruktur für die einzelnen Jahre berechnen (Abb. 35).

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 Zuckerrüben und Grünland deutlich geringer aus als unter Raps und Silomais (Tab. 26).

Tab. 26: Mittlere Herbst-Nmin-Gehalte unterschiedlicher Kulturen ohne Maßnahmen der Jahre 2008 bis 2016 (n = 17.214)

Kulturen	Herbst-Nmin-Gehalte [kg N/ha]
Zuckerrüben	37
Grünland	41
Sommergetreide	64
Wintergetreide	67
Silomais	78
Raps	84

Bezüglich der Entwicklung der Anbauflächen fallen vor allem die Abnahme des Grünland- und Sommergetreideanteils sowie der Anstieg des Silomaisanteils bis zum Jahr 2011 auf. Mit Ausnahme des hohen Sommergetreideanteils und des geringen Wintergetreideanteils im Jahr 2012, 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. Bei Zuckerrüben und Raps war eine Abnahme des Zuckerrübenanteils bei gleichzeitiger Zunahme des Rapsanteils zu verzeichnen. Im Jahr 2005 war der Rapsanteil erstmals höher als der Zuckerrübenanteil (Abb. 34)

Die Veränderung der Anbaustruktur hatte zwischen 1994 und 2016 in Niedersachsen einen theoretischen Anstieg der Herbst-Nmin-Gehalte um ca. 6 kg N/ha zur Folge (Abb. 35). 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 2016 über 15.000 t mineralischer Stickstoff mehr im Boden als im Herbst 1994. Hieraus wird deutlich, in welcher Größenordnung sich die Veränderung der Anbaustruktur nachteilig auf die Nitratauswaschung in das Grundwasser auswirkte.

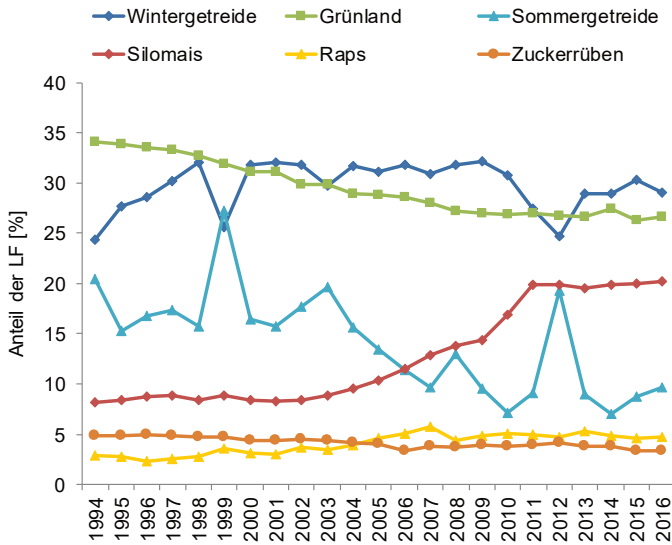


Abb. 34: Anteil von Wintergetreide, Grünland, Sommergetreide, Silomais, Raps und Zuckerrüben an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) Niedersachsens von 1994 bis 2016 (eigene Darstellung nach LSN, mehrere Jahrgänge)

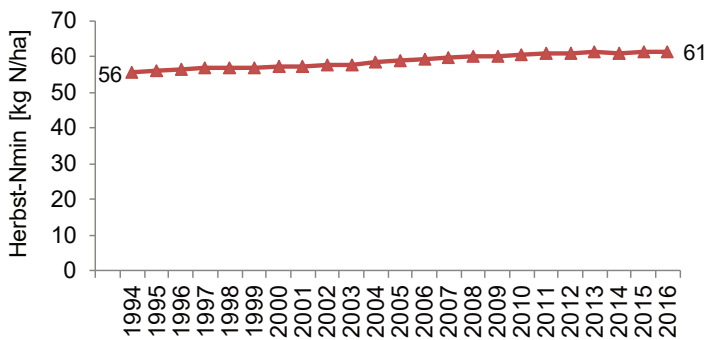


Abb. 35: Entwicklung der theoretischen Herbst-Nmin-Gehalte in Niedersachsen für die Jahre 1994 bis 2016 aufgrund der veränderten Anbaustruktur (Abb. 34) und der mittleren Herbst-Nmin-Gehalte der einzelnen Kulturen (Tab. 26)

### 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 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 =  $\text{FeS}_2$ ) des Untergrunds beziehen. Bei letzterem werden die Sulfide zu Sulfat ( $\text{SO}_4^{2-}$ ) aufoxidiert. Dieser Prozess hat in einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten 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 gebundener 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 wird, auf 34 bis 82 % des Gesamt-Pyritgehaltes beziffert.

Die Unterschiede des verfügbaren, biochemischen Materials sowie die Unterschiede der Nitratkonzentration im Sickerwassers führen dazu, dass die Dauer des Nitratbaus 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 Erfolgsbewertung des Kooperationsmodells für die vergangenen Jahre ein. Hierzu wurden landesweite Auswertungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten vorgenommen, um allgemein gültige Aussagen zu erhalten.

Anhand der landesweiten Auswertungen wurden bei allen Erfolgskontrollparametern Erfolge des Kooperationsmodells belegt. Dabei fielen die Erfolge der Gewässerschutzberatung und der Freiwilligen Vereinbarungen in den einzelnen Kooperationen unterschiedlich hoch aus. Die Nitratgehalte im Grundwasser spiegeln jedoch nicht nur die Maßnahmen im Rahmen des Kooperationsmodells wider, sondern sind Ausdruck aller Nitrat beeinflussenden Faktoren. Hierzu zählen im Wesentlichen die allgemeine land- und forstwirtschaftliche Bewirtschaftung, die in Kapitel 6 dargestellten gegenläufigen Entwicklungen, die Fließzeiten des Grundwassers sowie der Nitratabbau durch Denitrifikation. Das Zusammenspiel der unterschiedlichen Faktoren führte zwischen 2000 und 2008 im Mittel zu einem Rückgang der Nitratkonzentration in den Erfolgskontrollmessstellen der Trinkwassergewinnungsgebiete Niedersachsens, während die Nitratgehalte zwischen 2008 und 2016 stagnierten. Außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete fand dagegen zwischen 2000 und 2016 auf der Grundlage der Referenzmessstellen kein Rückgang der Nitratgehalte statt.

Die Notwendigkeit, in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch zukünftig Maßnahmen gegen Nitratreinträge in das Grundwasser im Sinne eines vorsorgenden Trinkwasserschutzes umzusetzen, besteht weiterhin. 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 nach wie vor zu hoch ist und die Nitratgehalte in diversen Messstellen weiterhin ansteigen. So wiesen im Jahr 2016 ca. 36 % der Erfolgskontrollmessstellen eine Nitratkonzentration von über 50 mg/l auf, und 22 % der Erfolgskontrollmessstellen sowie 15 % der Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten über 5 mg/l wiesen im Zeitraum 2011 bis 2016 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 neuen Düngeverordnung die grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Weiterführung des kooperativen Grund- und Trinkwasserschutzes.

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:

[http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/grundwasser/grundwasserschutz\\_landwirtschaft/niedersaechsisches\\_kooperationsmodell/niedersaechsisches-kooperationsmodell-trinkwasserschutz-120440.html](http://www.nlwkn.niedersachsen.de/wasserwirtschaft/grundwasser/grundwasserschutz_landwirtschaft/niedersaechsisches_kooperationsmodell/niedersaechsisches-kooperationsmodell-trinkwasserschutz-120440.html)

## 8. Literaturverzeichnis

3 N KOMPETENZZENTRUM 2017 / 3 N KOMPETENZZENTRUM NIEDERSACHSEN NETZWERK NACHWACHSENDE ROHSTOFFE UND BIOÖKONOMIE E. V. (2017): Biogas in Niedersachsen. Inventur 2016. Werlte

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 / Verordnung zur Neuordnung der guten fachlichen Praxis beim Düngen. (Düngeverordnung - DüV) vom 26. Mai 2017; BGBl. I Nr. 32 S. 1305-1348, ausgegeben zu Bonn am 01. Juni 2017
- DWA 2015 / DEUTSCHE VEREINIGUNG FÜR WASSERWIRTSCHAFT, ABWASSER UND ABFALL E.V. (Hrsg.) (2015): Stickstoffumsatz im Grundwasser. DWA-Themen T 2/2015. Hennef
- 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, J. & HEUMANN, S. (2018): N<sub>2</sub>ArCheck-Ein Tool zur Auswertung und Qualitätssicherung von Ergebnissen der N<sub>2</sub>/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
- LSN 2017 / LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (2011): Agrarstrukturhebung 2016. Landwirtschaftliche Betriebe mit Viehhaltung und Viehbestand am 1. März 2016. Excel-Tabelle per mail am 14.08.2017 von Frau Leßmann. Hannover
- LSN mehrere Jahrgänge / LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (mehrere Jahrgänge): Statistische Berichte Niedersachsen. Bodennutzung und Ernte. Hannover
- LWK (2017) / LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2017): Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2015/2016. Oldenburg
- LWK (2018) / LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2018): Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2016/2017. Oldenburg
- 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. Mail 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 2016 / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2016): 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. 29.03.2016. Nds. MBl. Nr. 13/2016 S. 422. 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 (2007): 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-Wasser-rahmenrichtlinie (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-N<sub>2</sub> im Grundwasser mit der N<sub>2</sub>/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): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse. Grundwasser Band 19. Norden
- NLWKN 2015b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2015): Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz. Grundwasser-schutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und Methoden zu ihrer Erfolgskontrolle. Grundwasser Band 21. Norden
- NLWKN 2017 / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2018): Pflichtenheft für die Datenerfassung im DIWA-Shuttle. 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-Datenbanksystem des Landes, Antragsstellung 2005 bis 2012. Hannover
- VON BUTTLAR et al. 2009 / VON BUTTLAR, C., KRÄHLING, B., RODE, A. MUND, H. & REULEIN, J. (2009): Jahresbericht 2008. Modell- und Pilotvorhaben: Untersuchung zur Optimierung des Biomasseanbaus sowie des Betriebs von Biogasanlagen unter den Anforderungen des Gewässerschutzes zur Sicherung einer nachhaltigen Nutzung von Bioenergie.