



Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

Grundlagen des Kooperationsmodells
und Darstellung der Ergebnisse





Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse



Herausgeber:

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

Der vorliegende Bericht wurde erstellt durch:

Dr. Markus Quirin, NLWKN-Betriebsstelle Süd

Mitwirkende:

Thorsten Hartung, NLWKN-Betriebsstelle Süd
Martin Hoetmer, NLWKN-Betriebsstelle Süd
Georg Kühling, NLWKN-Betriebsstelle Cloppenburg
Gerald Nickel, NLWKN-Betriebsstelle Lüneburg
Henning Ohlebusch, NLWKN-Betriebsstelle Verden
Dr. Hermann Sievers, NLWKN-Betriebsstelle Brake-Oldenburg
Hans-Christian von Korn, NLWKN-Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

Bildnachweis:

Geris Ingenieure GmbH (Deckblatt oben rechts, unten links, unten rechts, Bild 3, 5, 6, 8, 9, 10 und 11)
LWK Niedersachsen, Bezirksstelle Northeim (Deckblatt oben links, Bild 4, 7 und 12)
NLWKN-Betriebsstelle Aurich (Bild 2)
NLWKN-Betriebsstelle Süd (Bild 1, 13 und 14)

2., aktualisierte Auflage: Februar 2015, 500 Stück

Schutzgebühr: 5,00 € + Versand

Bezug:

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

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	8
3.1 Wasserschutzzusatzberatung	8
3.2 Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen	9
3.3 Flächenerwerb	14
3.4 Modell- und Pilotvorhaben	15
3.5 Landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen	16
4. Erfolgskontrolle im Rahmen des Kooperationsmodells	17
4.1 N-Hoftorbilanzsalden	17
4.2 N-Schlagbilanzsalden	20
4.3 Erfolgskontrolle in der Wurzelzone	24
4.4 Erfolgskontrolle in der Sickerwasser-Dränzone	28
4.5 Erfolgskontrolle im Grundwasser	29
4.6 Erfolgskontrolle im Rohwasser	33
5. Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells	35
5.1 Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Wasserschutzzusatzberatung	35
5.2 Weitere Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells	39
6. Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells	39
7. Fazit und Ausblick	46
8. Literaturverzeichnis	47

Abkürzungen

a	Jahr
Destatis	Statistisches Bundesamt Deutschland
DIWA	Digitales Informationssystem Wasserschutz
DüV	Düngeverordnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
FV	Freiwillige Vereinbarungen
GIS	Geographisches Informationssystem
GrwRL	Grundwasserrichtlinie
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
LSKN	Landesbetrieb für Statistik und Kommunikationstechnologie Niedersachsen
LWK	Landwirtschaftskammer Niedersachsen
ML	Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung
MU	Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz
MuP	Modell- und Pilotvorhaben
n	Stichprobenumfang
N	Stickstoff
N ₂	Molekularer Stickstoff
NAU/BAU	Niedersächsisches und Bremer Agrar-Umweltprogramm
Nds.	Niedersachsen
NLÖ	Niedersächsisches Landesamt für Ökologie
NLWKN	Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Nmin	Mineralischer Stickstoff
NWG	Niedersächsisches Wassergesetz
PROLAND	Programm zur Entwicklung der Landwirtschaft und des ländlichen Raumes
RGV	Raufutterverzehrende Großvieheinheit
SchuVO	Verordnung über Schutzbestimmungen in Wasserschutzgebieten
SLA	Servicezentrum Landentwicklung und Agrarförderung
Stk	Niedersächsische Staatskanzlei
t	Tonne
TGG	Trinkwassergewinnungsgebiet
TI	Thünen-Institut
TVO	Trinkwasserverordnung
WAgriCo	Water Resources Management in Cooperation with Agriculture
WEG	Wasserentnahmegebühr
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WSG	Wasserschutzgebiet
WSG-VO	Wasserschutzgebietsverordnung
WZB	Wasserschutzzusatzberatung
ZF	Zwischenfrucht

Zusammenfassung

Grundlagen des Kooperationsmodells

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

Im Jahr 2012 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 376 Trinkwassergewinnungsgebiete mit einer landwirtschaftlich genutzten Fläche von insgesamt rund 310.000 ha, was rund 12 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens entsprach.

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 2012 in 33 % aller Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells überschritten, woraus sich der besondere Handlungsbedarf für den vorsorgenden Trinkwasserschutz ergibt.

Die mittlere Nitratkonzentration im Grundwasser lag im Jahr 2012 in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells bei 40,4 mg/l. Im Gegensatz dazu betrug der fördermengengewichtete Nitratgehalt im Rohwasser in 2012 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 Wasserschutzzusatzberatung. Daneben werden auch Modell- und Pilotvorhaben sowie „landesweite Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen zum Trinkwasserschutz“ gefördert. Flächenerwerbe wurden bis einschl. 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 2012 ging der N-Hoftorbilanzüberschuss in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells lan-

desweit von 95 kg N/ha LF auf 64 kg N/ha LF zurück. Im gleichen Zeitraum verringerte sich der N-Mineraldüngerzukauf von 139 kg N/ha LF auf 116 kg N/ha LF, während die Wirtschaftsdüngerausbringung von 91 kg N/ha LF auf 103 kg N/ha LF anstieg.

- ☞ Die Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen konnten durch Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2008 bis 2012 im Mittel um rund 3.100 t N*a bzw. rund 10 kg N/ha*a LF reduziert werden.
- ☞ Die Herbst-Nmin-Gehalte konnten durch Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen im Zeitraum 2008 bis 2012 im Mittel um rund 3.400 t N*a bzw. rund 11 kg N/ha*a LF verringert werden.
- ☞ Die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit einer Nitratkonzentration von über 5 mg/l gingen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells landesweit von 72 mg/l im Jahr 2000 auf 60 mg/l in 2012 zurück. Die 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 24 mg/l im Jahr 2000 auf 22 mg/l in 2012 zurück.

Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

Die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung beliefen sich zwischen 2004 und 2012 landesweit im Mittel auf rund 17,2 Mio. € pro Jahr, was ca. 56 €/ha LF entsprach (11,1 Mio. € bzw. 36 €/ha LF für Freiwillige Vereinbarungen und 6,1 Mio. € bzw. 20 €/ha LF für die Wasserschutzzusatzberatung).

Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells

Den Erfolgen des Kooperationsmodells stehen Entwicklungen in Niedersachsen gegenüber, die zusätzliche Nitrateinträge in das Grundwasser zur Folge haben und somit der erzielten Stickstoffminderung des Kooperationsmodells entgegenwirken. Zu nennen sind hier der zu hohe Wirtschafts- und Mineraldüngereinsatz, die Abnahme des Grünland- und Bracheanteils sowie der hohe Maisanteil und das hohe Aufkommen an Gärresten infolge des Betriebes von Biogasanlagen. 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 2. Auflage des Berichtes „Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen“ versteht sich als Fortschreibung und Weiterentwicklung der 1. Auflage (NLWKN 2011). So beinhaltet dieser Bericht auch aktuelle Auswertungen, die zum Teil auf neuen, detaillierteren Rohdaten beruhen. Darüber hinaus ist es aufgrund der kontinuierlichen Datenerhebung in diesem Bericht möglich, die zeitliche Entwicklung einzelner Parameter darzustellen, während in der 1. Auflage für einzelne Parameter nur der Ist-Zustand beschrieben werden konnte.

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 Entwicklungen aufgezeigt, die den Erfolgen des Kooperationsmodells entgegenwirken (Kap. 5).

2. Grundlagen des Kooperationsmodells

2.1 Rechtlicher Rahmen



Bild 1: Hinweisschild Wasserschutzgebiet Anfang

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 vorschreibenden und sanierenden Grundwasserschutzes in

Trinkwassergewinnungsgebieten geschaffen. Die wesentlichen Einnahmen ergeben sich aus den Fördermengen der öffentlichen Wasserversorgung und den Kühlwasserentnahmen der Kraftwerke. Zum 1. Januar 2015 hat das Land Niedersachsen die Wasserentnahmegebühr erhöht. Hierdurch soll einerseits die wirtschaftliche Anreizwirkung der Umweltabgabe aufrechterhalten bleiben und andererseits dem Handlungsbedarf bei Gewässerschutzmaßnahmen Rechnung getragen werden (StK 2014).

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. Am 26. April 2007 wurde das Niedersächsische Kooperationsmodell zum Trinkwasserschutz insbesondere mit der Änderung des § 28 NWG neu geregelt. Die Eigenverantwortung der Akteure vor Ort wurde gestärkt und die Planungssicherheit durch die Einführung einer fünfjährigen Finanzhilfe deutlich verbessert. Die Finanzhilfe wird zur Finanzierung von Freiwilligen Vereinbarungen und der Wasserschutzzusatzberatung gewährt. Sie ist in der Kooperationsverordnung (Verordnung über die Finanzhilfe zum kooperativen Schutz von Trinkwassergewinnungsgebieten) vom 03.09.2007 geregelt (MU 2007a).

Die Gewährung der Finanzhilfe setzt voraus, dass Wasserversorgungsunternehmen und Landbewirtschaftler gleichberechtigt in einer Kooperation zusammenarbeiten, in dem sie sich auf ein so genanntes Schutzkonzept mit Zielen und Erfolgsparametern 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 über 50.000 € im Jahr betragen, haben sich in einigen Regionen kleinere Kooperationen zusammengeschlossen. Vielfach erfolgte ein Zusammenschluss jedoch auch unabhängig von dem Erreichen der Bagatellgrenze (Abb. 1).

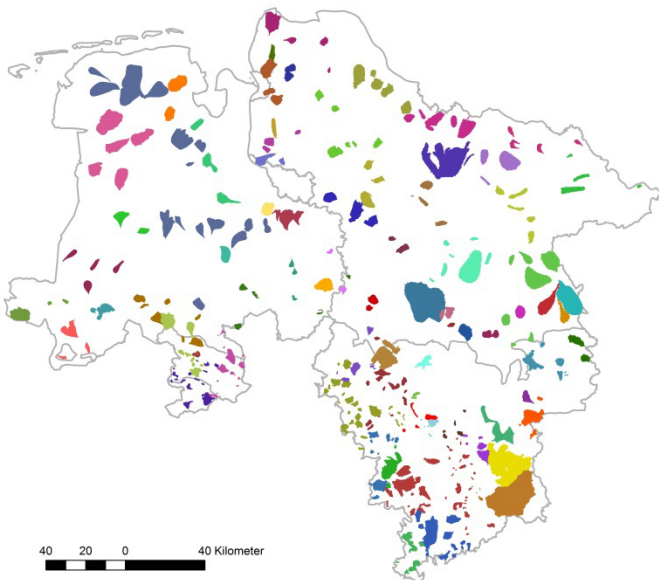


Abb. 1: Trinkwasserschutzkooperationen Niedersachsens in 2012

Die Zusammenschlüsse einzelner 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 Westharzer Talsperren dar. Unter diesem Finanzhilfevertrag sind eine forstwirtschaftliche sowie eine landwirtschaftliche Kooperation mit jeweils eigenem Schutzkonzept vereint. Aufgrund der genannten Unterschiede bzgl. der Ausgestaltung der Zusammenschlüsse ist die Anzahl an Kooperationen, Schutzkonzepten und Finanzhilfeverträgen unterschiedlich hoch. Im Jahr 2012 bestanden 74 Kooperationen, für die 81 Schutzkonzepte erarbeitet wurden und 68 Finanzhilfeverträge abgeschlossen wurden (Tab. 1).

Tab.1: Anzahl an Finanzhilfeverträgen, Kooperationen und Schutzkonzepten im Jahr 2012

Bezeichnung	Anzahl 2012 [n]
Finanzhilfeverträge	68
Kooperationen	74
Schutzkonzepte	81

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 2012a) beschrieben, das bei Bedarf fortge-

schrieben wird. Der DIWA-Shuttle ist in drei Themenblöcke unterteilt: Themenblock A umfasst die Eingabe von Grunddaten wie z.B. Flächenangaben zur Nutzung oder Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe sowie die Eingabe von Belastungs- und Erfolgsparametern. Hierzu zählen beispielsweise Daten zur N-Hoftorbilanz, N-Schlagbilanz, Herbst-Nmin-Werte oder zur Nitratkonzentration im Sicker-, Grund- und Rohwasser. Themenblock B umfasst

den Umfang sowie die Ausgaben von Freiwilligen Vereinbarungen und Themenblock C die Ausgaben für die Wasserschutzzusatzberatung.

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 2007b). 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 sind so definiert, dass hier die berechnete Nitratkonzentration im Sickerwasser unter 25 mg/l liegt. Gebiete deren gemessene 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.

Tab. 2: Fördersatz je Handlungsbereich und Anteil der Handlungsbereiche bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) im Jahr 2012

Handlungsbereich (Priorität)	Fördersatz [€/ha LF]	Anteil an der LF [%]
A (gering)	27,38	5
B1 (mittel)	51,52	58
B2 (mittel)	64,26	21
C (hoch)	82,15	16

Der jeweilige Fördersatz 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.

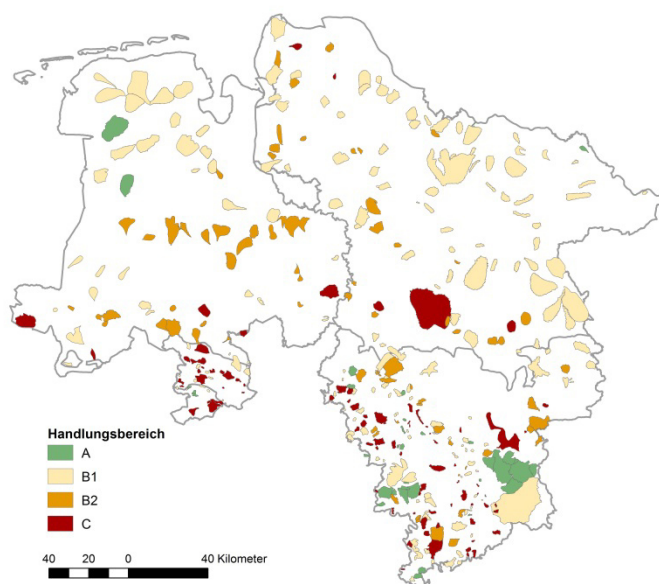


Abb. 2: Handlungsbereiche der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012

Das Prioritätenprogramm enthält als Anlage eine Liste, in der alle am Kooperationsmodell beteiligten Trinkwassergewinnungsgebiete einschließlich der für die Fördermittelzuteilung relevanten Angaben wie Handlungsbereich und landwirtschaftlich genutzte Fläche enthalten sind. Diese Liste wird jährlich aktualisiert. Zur dritten Phase der im Jahr 2008 erstmals abgeschlossenen Finanzhilfeverträge (2018) ist eine Überarbeitung des Prioritätenprogramms geplant.

2.3 Kenngrößen zum Niedersächsischen Kooperationsmodell

Im Jahr 2012 umfasste das Niedersächsische Kooperationsmodell 376 Trinkwassergewinnungsgebiete, in denen

über 500 Mio. m³ Rohwasser gefördert und eine landwirtschaftlich genutzte Fläche von insgesamt 309.699 ha

bewirtschaftet wurde (Tab. 3). Damit betrug der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells rund 12 % der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens. Lediglich rund 3 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete Niedersachsens wurde im Jahr 2012 nicht im Rahmen des Kooperationsmodells bewirtschaftet.

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

Tiefeland. Das Festgesteinsgebiet wird überwiegend durch das Mitteldeutsche Bruchschollengebirge sowie das Nord- und mitteldeutsche Grundgebirge (Harz) gebildet.



Abb.3: Großräume in Niedersachsen

Tab. 3: Wasserwirtschaftliche, land- und forstwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012

	Festgestein	Lockergestein östl. der Weser	Lockergestein westl. der Weser	Land
Wasserwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells				
Anzahl Trinkwassergewinnungsgebiete [n]	208	98	70	376
Anzahl Wasserversorgungsunternehmen [n]	79	51	34	147⁽¹⁾
Anzahl Kooperationen [n]	31	35	20	74⁽¹⁾
Fördermenge [Mio. m ³]	112	214	201	527
Gesamtfläche der TGG [ha] ⁽²⁾	217.174	266.873	182.742	666.789
Land- und Forstwirtschaftliche Kenngrößen der Trinkwassergewinnungsgebiete des Kooperationsmodells				
Landwirtschaftlich genutzte Fläche [ha]	72.388	125.566	111.745	309.699
Forstfläche [ha]	123.566	99.686	37.319	260.571
Landwirtschaftlich genutzte Fläche [%]	33,3	47,1	61,1	46,4
Forstfläche [%]	56,9	37,4	20,4	39,1
Mittlere LF/TGG [ha]	348	1.281	1.596	824
Anzahl landwirtschaftliche Betriebe [n] ⁽³⁾	4.093	3.783	5.262	13.138
Grünlandanteil [%]	15,7	21,0	33,6	24,3
Viehbesatzdichte [GV/ha] ⁽⁴⁾	0,40	0,75	1,67	1,00

⁽¹⁾ ohne Doppelnennungen, ⁽²⁾ ohne Überlappungen, ⁽³⁾ einschl. Doppelnennungen in angrenzenden TGG, ⁽⁴⁾ Daten für 2010 aus LSKN 2011

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. 20 % der gesamten Rohwasserförderung in Niedersachsen umfasste.

Der Anteil der landwirtschaftlich genutzten Fläche war in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes aufgrund des hohen Waldanteils mit ca. 33 % am geringsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit über 60 % 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 348 ha je Trinkwassergewinnungsgebiet, während die durchschnittliche landwirtschaftlich genutzte Fläche in den Lockergesteinsgebieten mit 1.413 ha je Trinkwassergewinnungsgebiet viermal höher war.

Der Grünlandanteil und die Viehbesatzdichte waren in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes aufgrund des vorherrschenden Marktfruchtbaus mit durchschnittlich 15,7 % und 0,39 GV/ha am geringsten und im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 33,6 % und 1,55 GV/ha am höchsten.

2.4 Nitratbelastung des Grund- und Rohwassers

Nitratbelastung des Grundwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Zur Darstellung der aktuellen Belastungssituation des Grundwassers mit Nitrat wurden 1.471 Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells herangezogen.

Der mittlere Nitratgehalt aller Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten lag im Jahr 2012 bei 40,4 mg/l. Dabei wurden die höchsten mittleren Nitratgehalte mit 43,1 mg/l im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser und die niedrigsten mittleren Nitratgehalte mit 31,6 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 über die Hälfte zurückgingen. Dies hatte zur Folge, dass die Nitratgehalte im Bereich > 20 m unter der Grundwasseroberfläche in den beiden Lockergesteinsgebieten geringer waren als im Festgesteinsgebiet. So ging die mittlere Nitratkonzentration mit zunehmender Filtertiefe im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser von 51,8 mg/l (< 5 m unter GWOF) auf 22,8 mg/l (> 20 m unter GWOF) zurück, während sie im Festgesteinsgebiet von 32,2 auf 26,7 mg/l zurückging (Tab. 4).

Tab. 4: Nitratkonzentrationen sämtlicher Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012

	Festgestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
Alle Messstellen (s.u. + weitere, z.B. Quellen)				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	31,6 (176)	39,8 (603)	43,1 (692)	40,4 (1.471)
Messstellen < 5 m unter GWOF				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	32,2 (97)	42,5 (310)	51,8 (303)	45,1 (710)
Messstellen 5-20 m unter GWOF				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	27,9 (45)	38,6 (235)	43,0 (252)	39,8 (532)
Messstellen > 20 m unter GWOF				
Mittlere Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl [n]	26,7 (15)	19,8 (20)	22,8 (127)	22,8 (162)

Die hohe Nitratbelastung des Grundwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zeigte sich vor allem daran, dass 33 % aller Erfolgskontrollmessstellen im Jahr 2012 Nitratgehalte von über 50 mg/l aufwiesen. Im Lockergesteinsgebiet lag dieser Anteil sogar bei 36 %. Um die Nitratbelastung einer Region aufzuzeigen, deren Niveau



Bild 2: Grundwassermessstellen im Landkreis Aurich

Nitratbelastung des Rohwassers in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells

Zur Darstellung der aktuellen Belastungssituation des Rohwassers mit Nitrat wurden 1.294 Rohwassermessstellen herangezogen.

Im vorangegangenen Kapitel zeigte sich bereits, dass die Nitratkonzentration im Grundwasser mit zunehmender Filtertiefe abnahm. Dieser Trend setzte sich bis zur Entnahmetiefe aller Förderbrunnen fort, sodass die fördermengengewichtete Nitratkonzentration in Niedersachsen im Jahr 2012 bei 5,4 mg/l lag. Diese geringe Nitratkonzentration im Rohwasser ging 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 15,1 mg/l am höchsten (Tab. 5).

Im Jahr 2012 wiesen 60 % aller Rohwassermessstellen in Niedersachsen einen Nitratgehalt von < 5 mg/l auf, bei 27 % der Rohwassermessstellen lag der Nitratgehalt zwischen 5 und 25 mg/l und 13 % der Rohwassermessstellen wiesen einen Nitratgehalt von über 25 mg/l auf. Die Verteilung der Nitratgehalte auf die einzelnen Klassen unterschied sich zwischen den einzelnen Großräu-

noch höher war als das des Lockergesteinsgebietes westlich der Weser, wurden die Landkreise Cloppenburg und Vechta herangezogen. Hier wies mehr als jede zweite Messstelle Nitratgehalte von über 50 mg/l auf (Abb. 4).

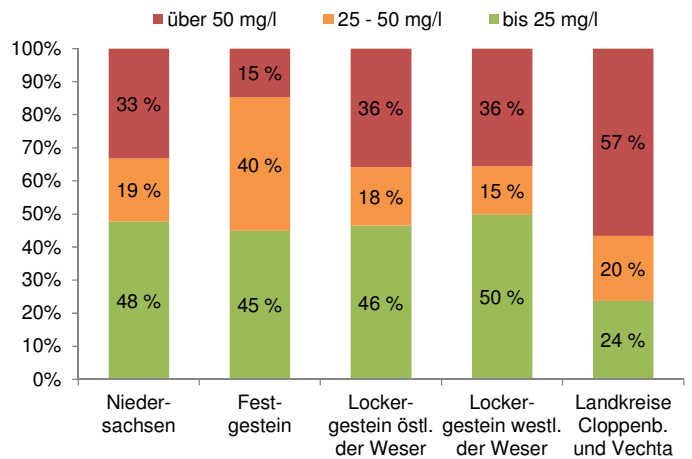


Abb. 4: Prozentuale Verteilung der Erfolgskontrollmessstellen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012 auf 3 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte (n = 1.471)

men vor allem aufgrund der Denitrifikation. So lag der Anteil an Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten < 5 mg/l im Festgesteinsgebiet bei nur 20 %, während dieser Anteil im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser bei fast 70 % und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sogar bei fast 90 % lag. Demgegenüber war der Anteil an Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten > 25 mg/l im Festgesteinsgebiet mit 26 % am größten, während dieser Anteil im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 13 % nur halb so groß war und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sogar nur 2 % betrug (Abb. 5).

Tab. 5: Fördermengengewichtete Nitratkonzentration im Rohwasser in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012

Land	Fördermengengewichtete Nitratkonzentration [mg/l] und Anzahl der Brunnen [n]
Niedersachsen	5,4 (1.294)
Festgestein	15,1 (461)
Lockergestein östlich der Weser	1,6 (563)
Lockergestein westlich der Weser	4,0 (270)



Bild 3: Wasserwerk Rühren

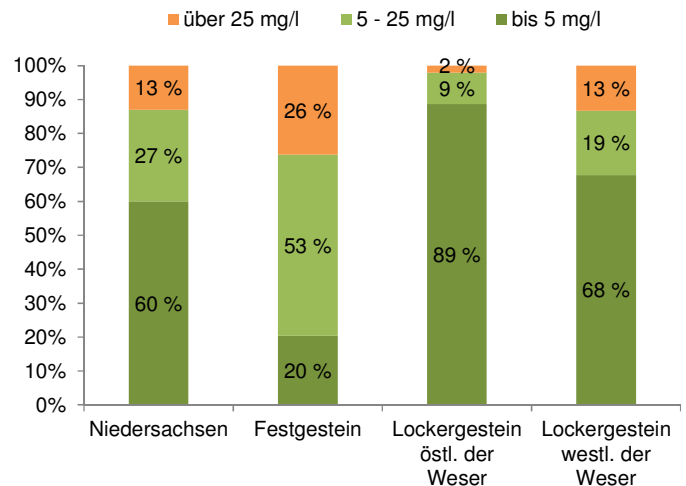


Abb 5: Prozentuale Verteilung der Rohwassermessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012 auf 3 Klassen unterschiedlicher Nitratgehalte (n = 1.294)

3. Bausteine des Kooperationsmodells

3.1 Wasserschutzzusatzberatung

Die finanzielle Förderung der Wasserschutzzusatzberatung erfolgt seit 2007 auf Antrag gemäß der „Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Vorhaben zum Trinkwasserschutz in Trinkwassergewinnungsgebieten“ (MU 2007c) durch den NLWKN mit Kofinanzierung aus dem Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER).



Bild 4: Gruppenberatung Kooperation Northeim

Der inhaltliche Rahmen der Wasserschutzzusatzberatung wird durch das so genannte Standardleistungsverzeichnis vorgegeben, in dem die von der Wasserschutzzusatzberatung durchführbaren Leistungen enthalten sind. Bezüglich der Durchführung orientiert sich die Wasserschutzzusatzberatung an dem sogenannten „Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz“ (NLÖ 2001a). Hierin sind Grundwasserschutzmaßnahmen, die Methoden zu deren Erfolgskontrolle sowie der Verfahrensablauf in der Zusatzberatung enthalten. Zu Beginn der Arbeiten erfolgt in den Gebieten in der Regel die Erfassung von Grundlegenden Daten, wie die Struktur der landwirtschaftlichen Betriebe und die Flächennutzung. Die Beratung der Betriebe erfolgt vor allem als einzelbetriebliche Beratung, die für die Landwirte kostenlos ist und inhaltlich alle Themen behandelt, die mit dem Grundwasserschutz in Verbindung stehen, wie beispielsweise die Düngeplanung oder der 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-, Wirtschaftsdüngeruntersuchungen, Demonstrations- und

Exaktversuche. Schließlich werden im Rahmen der Wasserschutzzusatzberatung unterschiedliche Parameter der Erfolgskontrolle erhoben. Hierbei bedient sich die Wasserschutzzusatzberatung diverser Methoden, die an das so genannte 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 dem Zonenmodell werden z.B. N-Hoftorbilanzsalden ermittelt, Herbst-Nmin-Gehalte gemessen, Nitrattiefenprofile gebohrt oder oberflächennahes Grundwasser untersucht. Durchgeführt wird die Wasserschutzzusatzberatung entsprechend Tabelle 6

von der Landwirtschaftskammer Niedersachsen, von Ingenieurbüros und von Beratungsringen.

Tab. 6: Pluralität der Beratungsträger in 2012

Beratungsträger	TGG [n]	LF [ha]
LWK Niedersachsen	195	156.335
Ingenieurbüros	148	118.985
Beratungsringe	33	34.379
Summe	376	309.669

3.2 Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen

Freiwillige Vereinbarungen enthalten auf den Grundwasserschutz ausgerichtete Bewirtschaftungsbedingungen, 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 2007d). Diese landesweiten Vorgaben geben den Rahmen vor, innerhalb dessen die Kooperationen die Freiwilligen Vereinbarungen regional ausgestalten können, um den örtlichen Verhältnissen Rechnung zu tragen.



Bild 6: Ackerrandstreifen im WSG Börßum

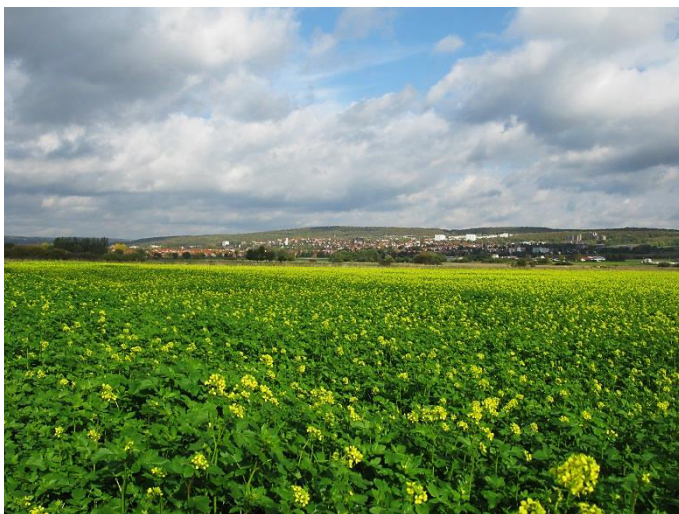


Bild 5: Zwischenfruchtanbau mit Gelbsenf

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch Maßnahmen zum Niedersächsischen und Bremer Agrar-Umweltprogramm (NAU/BAU) abgeschlossen. Hierbei gewähren die Länder Niedersachsen und Bremen unter finanzieller Beteiligung der EU und des Bundes Zuwendungen an Landwirte und andere 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 NAU-Maßnahmen abgeschlossen, um das Budget für die Freiwilligen Vereinbarungen zu entlasten.

Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

Tab. 7: Übersicht über die Freiwilligen Vereinbarungen gemäß dem Maßnahmenkatalog des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt und Klimaschutz (MU 2007d)

FV Code	Bezeichnung	Haupt- bzw. Mindestanforderung	Max. Förderbetrag
I	Basisvertrag - Verbesserung des Nährstoffmanagements	- Führen schlagspezifischer Aufzeichnungen.	15,50 € je Schlag
I.A	Zeitliche Beschränkung der Aufbringung tierischer WD	- In der Regel Verzicht auf die Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger im Herbst.	40 €/ha
I.B	Verzicht auf den Einsatz tierischer Wirtschaftsdünger	- Verzicht auf die Aufbringung zu definierender tierischer Wirtschaftsdünger.	250 €/ha
I.C	Gewässerschonende Aufbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern	- Ausbringung von Gülle in der Zeit vom 01.02. - 15.07. - Gülleaufbringung bei Einsatz eines Schleppschuhverteilers bzw. eines Injektors bis max. 30 m ³ /ha.	50 €/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.	65 € je Analyse
I.E	Aktive Begrünung	- Gezielte Aussaat einer leguminosenfreien Begrünung oder die gezielte Förderung einer Selbstbegrünung o. Pflege vorhandener Begrünungen. - Zulässige N-Düngung und frühester Umbruchtermin sind zu definieren.	150 €/ha
I.F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung	- Verzicht auf den Anbau festzulegender Kulturen bzw. Produktionsverfahren.	400 €/ha
I.G	Extensive Bewirtschaftung von Grünland	- Eine N-Düngung ist vom 01.10. - 31.01. des Folgejahres nicht zulässig - 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. - Eine Zufütterung auf der Fläche ist vom 01.07. - 31.03. nicht zulässig. - Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist unzulässig.	450 €/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.	100 €/ha
I.I	Reduzierte N-Düngung	- Keine N-Düngung nach dem 15.06. - Maximal zulässige N-Düngung ist zu definieren.	150 €/ha
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	- Verzicht auf Bodenbearbeitung entsprechend zu definierender Vorgaben.	60 €/ha
I.K	Maisengsaat (Inzwischen nicht mehr förderfähig)	- Maisaussaat mit maximalem Reihenabstand von 45 cm.	60 €/ha
I.L	Unterfußdüngung	- Startdüngung mit Stickstoff als Unterfußdüngung.	50 €/ha
I.M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	- Die N-Startdüngung erfolgt mit zu definierenden stabilisierten N-Düngern.	60 €/ha
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz in Reihenkulturen	- Einsatz einer Hacke zur mech. Unkrautbekämpfung zw. den Reihen. - Herbizideinsatz nur im Bandspritzverfahren.	150 €/ha
I.O	Ökoplus+ (Gewässerschutz) (Diese Maßnahme ist nicht im MU-Maßnahmenkatalog enthalten, wird aber über die WEG finanziert und daher in diesem Bericht wie eine FV behandelt.)	- Beschränkung tier. Wirtschaftsdünger auf max. 80 kg Gesamt-N/ha LF. - Keine Zwischenlagerung von tierischen WD in der Schutzzone II von WSG bzw. im engeren Einzugsbereich nicht festgesetzter TGG. - Umbruch von Beständen mit Leguminosenanteil frühestens vier Wochen vor Aussaat der Folgekultur. - Auf määhfähigem Grünland mind. eine Schnittnutzung mit Abfuhr/Jahr. - Führung einer Schlagkartei für alle geförderten Flächen. - Teilnahme an einer gewässerschutzorientierten Beratung.	146 €/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. - Mind. eine Schnittnutzung mit Abfuhr/Jahr. - Zufütterung auf der Fläche ist vom 01.07 - 31.03. nicht zulässig. - Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist unzulässig.	350 €/ha
III	Erosionsschutz Forst	- Durchführung von Maßnahmen, die Erosionsprozesse gezielt verhindern oder verzögern bzw. Absetzprozesse vor dem Eintrag in das Oberflächengewässer fördern (z.B. durch Bepflanzung, Verbau). - Durchführung besonders schonender Bewirtschaftungsmaßnahmen (z.B. hangparallele Anlage von Rückewegen).	bis zu 100 %
IV	Waldumbau	- Umbau reiner Nadelwaldbestände zu Mischwaldbeständen mit einem Laubholzanteil von mindestens 50 %.	bis zu 100 %

Im Jahr 2012 wurden in Niedersachsen nahezu 13.000 Freiwillige Vereinbarungen auf einer Fläche von rund 170.000 ha abgeschlossen. Diese Flächenangabe beinhaltet auch Doppelbelegungen, da bestimmte Maßnahmen auf einer Fläche kombiniert werden können.

Bezüglich der Vertragsfläche waren die Freiwilligen Vereinbarungen zur zeitlichen Beschränkung der Aufbringung von tierischen Wirtschaftsdüngern sowie zur aktiven Begrünung (meist in Form von Zwischenfrüchten) landesweit am bedeutendsten. Dagegen waren die Freiwilligen Vereinbarungen zur Brachebegrünung, zur Unterfußdüngung, zur Umwandlung von Acker in Grün-

land sowie Maßnahmen im Forst in Bezug auf die Vertragsfläche von untergeordneter Bedeutung.

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 39 % den größten Anteil an der Vertragsfläche auf. Im Festgesteinsgebiet sowie im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser spielte der Zwischenfruchtanbau mit einem Anteil von 40 bzw. 25 % die größte Rolle (Tab. 8).

Tab. 8: Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012 (gerundete Werte)

FV-Code	Bezeichnung	Fläche Freiwilliger Vereinbarungen [ha] ⁽¹⁾			
		Festgestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
I	Schlagbilanzen	2.383	1.289	242	3.914
I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	4.265	4.990	33.187	42.442
I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	594	482	799	1.875
I.C	Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik	1.830	2.097	16.028	19.955
I.E Brache	Brachebegrünung	102	110	47	259
I.E Sonstige	Begrünung ZF, Untersaaten u.ä.	7.338	22.179	10.707	40.224
I.F	Gewässerschon. Fruchtfolgegestalt.	3.575	2.805	2.639	9.019
I.G	Grünlandextensivierung	1.803	576	3.533	5.912
I.H	Grünlanderneuerung	460	2.330	6.165	8.955
I.I	Reduzierte N-Düngung	3.046	5.205	2.419	10.670
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	1.101	5.608	1.631	8.340
I.K	Maisengsaat	511	2.384	5.574	8.469
I.L	Unterfußdüngung	0	596	8	604
I.M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	65	1.118	0	1.183
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz	0	2.232	0	2.232
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz) ⁽²⁾	1.513	1.621	1.159	4.493
II	Umwandlung von Acker in Grünland	499	140	48	687
III	Erosionsschutz Forst	k.A. ⁽³⁾	0	0	k.A. ⁽³⁾
IV	Waldumbau	0	151	0	151
Summe		29.085	55.913	84.187	169.185
In %		17	33	50	100

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

Zwischen 2008 und 2012 ging die Fläche der Freiwilligen Vereinbarung zur Erstellung von Schlagbilanzen von ca. 50.000 ha auf ca. 4.000 ha zurück. Damit wies diese

Freiwillige Vereinbarung zwischen 2008 und 2012 den größten Rückgang aller Vereinbarungen auf. Ebenfalls rückläufig waren die Freiwilligen Vereinbarungen zur

Brachebegrünung sowie zur Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik. Die Brachen konnten in vielen Trinkwassergewinnungsgebieten nicht mehr gehalten werden, weil die konjunkturelle Flächenstilllegung ab 2008 wegfiel, die Bewirtschaftung dieser Standorte durch höhere Erzeugerpreise lohnend wurde und weil diesen Flächen teilweise der Verlust des Ackerstatus drohte. Die Freiwillige Vereinbarung zur Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik wurde nicht mehr so häufig abgeschlossen, weil die Ausbringung mit einem Exaktmiststreuer ab 2011 nicht mehr

förderfähig war, da sie seither, dem Stand der Technik entspricht. Die Rückgänge bei den einzelnen Freiwilligen Vereinbarungen wirkten sich entsprechend auf die gesamte Vertragsfläche aus, die im Jahr 2012 mit ca. 170.000 ha ihren Tiefpunkt erreichte. Daran konnten auch die zunehmenden Flächenumfänge der Freiwilligen Vereinbarungen Grünlanderneuerung und Reduzierte Bodenbearbeitung nichts ändern. Die größte Vertragsfläche wurde im Jahr 2009 mit über 230.000 ha erreicht (Tab. 9).

Tab. 9: Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2008 bis 2012 (gerundete Werte)

FV Code	Bezeichnung	Fläche der Freiwilligen Vereinbarungen [ha] ⁽¹⁾				
		2008	2009	2010	2011	2012
I	Schlagbilanzen	47.248	57.011	11.677	6.479	3.914
I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	34.701	46.547	44.636	45.452	42.442
I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	3.402	1.408	1.787	1.661	1.875
I.C	Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik	26.472	27.229	25.685	20.373	19.955
I.E Brache	Brachebegrünung	7.214	3.041	1.340	1.202	259
I.E Sonstige	Begrünung ZF, Untersaaten u.ä.	35.471	42.452	44.322	40.218	40.224
I.F	Gewässerschon. Fruchtfolgegestalt.	5.116	6.359	11.191	9.960	9.019
I.G	Grünlandextensivierung	7.324	6.602	6.512	7.242	5.912
I.H	Grünlanderneuerung	3.927	4.466	6.292	7.319	8.955
I.I	Reduzierte N-Düngung	10.277	11.277	10.309	10.554	10.670
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	5.364	5.815	8.227	7.427	8.340
I.K	Maisengsaat	8.806	9.692	13.865	9.819	8.469
I.L	Unterfußdüngung	880	799	430	405	604
I.M	Einsatz stabilerter N-Dünger	588	556	1.472	931	1.183
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz	2.453	2.354	2.051	2.586	2.232
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz) ⁽²⁾	4.660	4.483	4.287	4.434	4.493
II	Umwandlung von Acker in Grünland	1.095	1.344	565	758	687
III	Erosionsschutz Forst	k.A. ⁽³⁾	k.A. ⁽³⁾	k.A. ⁽³⁾	k.A. ⁽³⁾	k.A. ⁽³⁾
IV	Waldumbau	246	256	205	195	151
Summe		205.247	231.691	194.853	177.015	169.185

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

Im Jahr 2012 wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells auf einer Fläche von insgesamt rund 55.000 ha NAU-Maßnahmen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz abgeschlossen. Damit lag die Vereinbarungsfläche der NAU-Maßnahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten bei rund einem Drittel der Vereinbarungsfläche der Freiwilligen Vereinbarungen. Bezüglich

der Vertragsfläche waren die NAU-Maßnahmen „Umweltfreundliche Gülleausbringung“ sowie „Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“ landesweit am bedeutendsten. Regional unterschied sich der Abschlussgrad dieser beiden Maßnahmen jedoch erheblich. So wurde die Maßnahme zur „umweltfreundlichen Gülleausbringung“ überwiegend im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser abgeschlossen, während die Maßnahme „Mulch-

oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“ vor allem im Festgesteinsgebiet abgeschlossen wurde. Neben diesen NAU-Maßnahmen, die eine große Vertragsfläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten aufwiesen, gab es auch NAU-Maßnahmen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz, die nicht bzw. nicht in nennenswer-

tem Umfang in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells abgeschlossen wurden. Hierzu gehören die Maßnahmen zur 10- bzw. 20-jährigen Stilllegung, die Maßnahmen Dauer- und Feuchtgrünland des Kooperationsprogrammes Naturschutz sowie die W-Maßnahmen W4 und W5 (Tab. 10).

Tab. 10: Abschluss von NAU-Maßnahmen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz (N-Saldo und/oder Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen) in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012 (gerundete Werte)

Code	Bezeichnung	Fläche der NAU-Maßnahmen [ha] ⁽¹⁾			
		Fest-gestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
121 (B1)	Ext. Grünlandnutzung, handlungsorientiert	661	1.600	492	2.754
122 (B2)	Ext. Grünlandnutzung, ergebnisorientiert	558	47	67	672
123 (B3)	Grünland mit Ruhephasen u. Schonstreifen	12	124	61	197
130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	2.595	3.239	2.042	7.875
140 (D)	10-jährige Stilllegung	2	0	0	2
150 (D)	10-jährige Stilllegung + Hecken	0	0	0	0
170 (D)	20 jährige Stilllegung	2	0	0	2
200 (A2)	Mulch-/Direktsaat o. Mulchpflanzverfahren	12.957	1.148	233	14.338
210 (A3)	Umweltfreundliche Gülleausbringung	2.168	2.612	11.720	16.500
230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	360	757	27	1.144
240 (A6)	Mehrjährige Blühstreifen	12	13	1	27
250 (A7)	Anbau von Zwischenfrüchten o. Untersaaten	469	3.692	908	5.069
400	KoopNat Dauergrünland	0	0	0	0
410	KoopNat Feuchtgrünland	0	0	0	0
411	KoopNat Dauergrünland, ergebnisorientiert	231	0	0	231
412	KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert	185	262	225	672
431	KoopNat Ackerwildkräuter	18	11	0	29
432	KoopNat Acker Vogel- und sonstige Tierarten	161	27	0	188
441	KoopNat Besondere Biotoptypen, Beweidung	252	3.255	56	3.564
442	KoopNat Besondere Biotoptypen, Mahd	256	0	0	256
752 (W2)	Winterharte Zwischenfrüchte und Untersaaten	15	541	155	711
753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	0	19	146	165
754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Raps	0	0	0	0
755 (W5)	Anbau von Winterrübsen vor Wintergetreide	0	0	0	0
Summe		20.915	17.348	16.134	54.397
in %		38	32	30	100

⁽¹⁾ ohne Ökolandbau+ (Gewässerschutz), siehe hierzu Tab. 8

Zwischen 2008 und 2012 stieg die Vertragsfläche der NAU-Maßnahmen mit einer positiven Wirkung auf den Grundwasserschutz in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells von

rund 41.000 ha auf rund 54.000 ha an. Dabei stieg allein die Vertragsfläche der NAU-Maßnahme „Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“ von ca. 8.000 ha im Jahr 2008 auf ca. 14.300 ha im Jahr 2012 an. Auch

der Zwischenfruchtanbau bzw. der Anbau von Untersaaten sowie die „umweltfreundliche Gülleausbringung“ konnten deutliche Zuwächse erzielen. Deutlich zurückgegangen ist dagegen nur die Vertragsfläche der NAU-Maßnahme „Extensive Grünlandnutzung auf Betriebs-

ebene“, was daran lag, dass diese Maßnahme seit 2011 nicht mehr gefördert wurde. Stattdessen wurden jedoch andere Maßnahmen zur extensiven Grünlandnutzung angeboten, deren Vertragsflächen zwischen 2008 und 2012 kontinuierlich angestiegen sind (Tab. 11).

Tab. 11: Abschluss von NAU-Maßnahmen 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 2012 (gerundete Werte)

Code	Bezeichnung	Fläche der NAU-Maßnahmen [ha] ⁽¹⁾				
		2008	2009	2010	2011	2012
120 (B _{alt})	Extensive Grünlandnutzung, Betrieb	2.383	1.915	1.455	0	0
121 (B1)	Ext. Grünlandnutzung, handlungsorientiert	1.815	2.142	2.587	2.584	2.754
122 (B2)	Ext. Grünlandnutzung, ergebnisorientiert	316	295	480	556	672
123 (B3)	Grünland mit Ruhephasen u. Schonstreifen	0	0	63	130	197
130 (C)	Ökologische Anbauverfahren	7.945	7.864	7.873	7.811	7.875
140 (D)	10-jährige Stilllegung	8	8	8	4	2
150 (D)	10-jährige Stilllegung + Hecken	2	2	2	1	0
170 (D)	20 jährige Stilllegung	2	2	2	2	2
200 (A2)	Mulch-/Direktsaat o. Mulchpflanzverfahren	7.972	10.549	12.094	13.913	14.338
210 (A3)	Umweltfreundliche Gülleausbringung	14.052	14.328	14.652	17.048	16.500
230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	774	863	824	1.253	1.144
240 (A6)	Mehrjährige Blühstreifen	18	2	25	28	27
250 (A7)	Anbau von Zwischenfrüchten o. Untersaaten	1.523	2.693	1.297	4.798	5.069
400	KoopNat Dauergrünland	99	108	0	0	0
410	KoopNat Feuchtgrünland	63	27	0	0	0
411	KoopNat Dauergrünland, ergebnisorientiert	61	131	138	191	231
412	KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert	435	664	657	839	672
431	KoopNat Ackerwildkräuter	29	17	24	34	29
432	KoopNat Acker Vogel- und sonstige Tierarten	0	29	29	147	188
441	KoopNat Besondere Biotoptypen, Beweidung	3.282	3.388	3.385	3.585	3.564
442	KoopNat Besondere Biotoptypen, Mahd	151	189	187	208	256
752 (W2)	Winterharte Zwischenfrüchte und Untersaaten	0	0	0	805	711
753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	0	0	0	206	165
754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Raps	0	0	0	0	0
755 (W5)	Anbau von Winterrüben vor Wintergetreide	0	0	0	5	0
Summe		40.930	45.216	45.782	54.148	54.397

⁽¹⁾ ohne Ökolandbau+ (Gewässerschutz), siehe hierzu Tab. 9

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

allein ca. 500 ha in den Jahren 1995/96. 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 2015 in Kraft treten soll, ist die Förderung des Flächenerwerbs nicht mehr vorgesehen.

Mit der Förderung des Flächenerwerbs sollten auf besonders sensiblen Standorten Nutzungskonflikte entschärft werden, denen mit Freiwilligen Vereinbarungen und Wasserschutzzusatzberatung nicht in ausreichen-

dem Maße begegnet werden konnte. Die Flächen wurden 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 Pilotvorhaben

Mit der Novellierung des Niedersächsischen Wassergesetzes (NWG) im Jahr 1992 hat der Niedersächsische Gesetzgeber auch eine Rechtsgrundlage für die Durchführung von so genannten Modell- und Pilotvorhaben 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. Sie dienen als Unterstützung bei der Ausrichtung der Wasserschutzzusatzberatung sowie der Gestaltung der Freiwilligen Vereinbarungen. In den vergangenen 16 Jahren wurde schwerpunktmäßig in folgenden Forschungsbereichen gearbeitet:

1. Grundwasserschonender Waldumbau (STW. HANNOVER & NLÖ 2000)
2. Methoden und Optimierung der Effizienz- und Erfolgskontrolle (Anwenderhandbuch, NLÖ 2001a)
3. Förderung des ökologischen Landbaus (NLÖ 2001b)
4. Optimierung der innergebietlichen Prioritätensetzung (NLÖ 2004a)
5. Bündelung von Fachplanungen im Interesse eines integrierten Schutzgebietsmanagements (NLÖ 2004b)
6. Aufbau eines digitalen Informationssystems Trinkwasserschutz (DIWA)
7. Auswirkungen luftgetragener Schadstoffe im Grundwasser (NLWKN 2007)
8. Gewässerschonender Betrieb von Biogasanlagen (NLWKN 2010a)
9. Nitratausträge unter Wald (NLWKN 2010b)

10. Untersuchungen des mineralischen Stickstoffs im Boden. Empfehlungen zur Nutzung der Herbst-Nmin-Methode (NLWKN 2012b)
11. Messung des N₂-Überschusses im Grundwasser zur Bestimmung der Denitrifikation (NLWKN 2012c)
12. N90: Reduzierte Stickstoffdüngung auf Betriebsebene durch Begrenzung des mineralischen N-Zukaufs (STW. HANNOVER 2013)

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 sowie der flächenbezogenen Maßnahmen eingesetzt. Um die Entwicklung der N-Hoftorbilanzüberschüsse in den Trinkwassergewinnungsgebieten sowie in den Modellbetrieben der WRRL-Zielkulisse beurteilen zu können, ist es notwendig, die Entwicklung der N-Hoftorbilanzüberschüsse auch außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete bzw. der WRRL-Zielkulisse zu kennen.
2. Entwicklung einer Maßnahme zur Nährstoffbilanzbasierten Erfolgshonorierung von Gewässerschutzleistungen auf der Ebene eines landwirtschaftlichen Betriebes (E-Maßnahme; E = Ergebnisorientiert).

Mit den Modell- und Pilotvorhaben 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 Fortführung des Grundwasserschutzes in der Land- und Forstwirtschaft zu erstellen waren. 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 Pilotvorhaben durchzuführen, um den aktuellen Gegebenheiten in der Land- und Forstwirtschaft sowie neueren 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) und Hamersdorf (LK Uelzen) 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-Nmin-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 die Auswirkung auf die Stickstoffdynamik im Boden untersucht.
 - c) Bestehende Pflanzenbauversuche der LWK, z.B. im Bereich Nachwachsende Rohstoffe, werden mit ergänzenden Nmin 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 Wasserschutzzusatzberatung, 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 LWK werden durch einen eingerichteten Arbeitskreis begleitet. Hierin sind vom

Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft und vom Wasserverbandstag benannte Wasserversorger, der Verband kommunaler Unternehmen, Beratungsträger, Landvolk, Thünen-Institut, LBEG, MU vertreten. Der Arbeitskreis wird zweimal jährlich 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 Wasserschutzzusatzberatung und der flächenbezogenen Maßnahmen dennoch frühzeitig erkannt und bewertet werden kann, bedient man sich unterschiedlicher Methoden der Erfolgskontrolle, die an das Zonenmodell angelehnt sind, das den Weg des Wassers von der Bodenoberfläche bis zum Förderbrunnen beschreibt (Abb. 6). Dabei sind die einzelnen Erfolgsindikatoren unterschiedlich gut geeignet, um die jeweiligen Erfolge nachzuweisen. So sind die Ergebnisse von Nitrattiefenprofilen sehr gut geeignet, um die Erfolge der flächenbezogenen Maßnahmen nachzuweisen, während der N-Mineraldüngerzukauf und der N-Hoftorbilanzsaldo sehr gut geeignet sind, um die Erfolge der flächenbezogenen Maßnahmen und der Wasserschutzzusatzberatung 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 universalen Erfolgsindikator gibt, der allen Anforderungen in

Bezug auf den Zeitablauf zwischen Maßnahmendurchführung und Erfolgsnachweis, Nachweis aller Maßnahmen (Wasserschutzzusatzberatung 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.

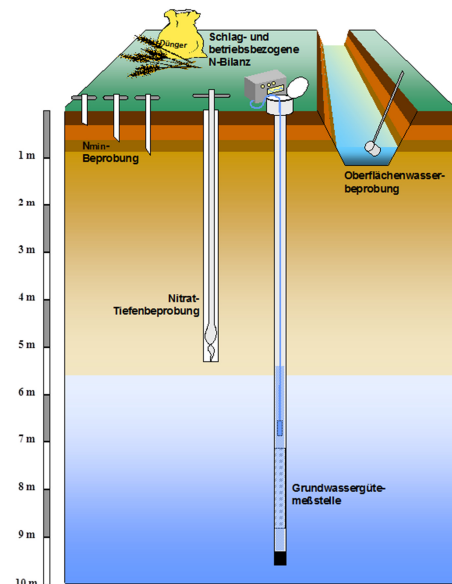


Abb. 6: Erfolgskontrolle nach dem Zonenmodell

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

4.1 N-Hoftorbilanzsalden

Bei N-Hoftorbilanzen wird der Stickstoff, der den landwirtschaftlichen Betrieb in Form von pflanzlichen und tierischen Marktprodukten 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 Pflanz-

zen 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 Wirtschaftsdüngeremenge abhängig ist, erfolgte die Auswertung dieses Erfolgsindikators in Abhängigkeit von der Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte (Abb. 7).

In den Trinkwassergewinnungsgebieten lag der Anteil an Hoftorbilanzdaten mit einer nahezu lückenlosen Datenreihe landesweit bei 50 % der landwirtschaftlich genutzten Fläche. Dieser Anteil mit lückenloser Datenreihe war im Jahr 2012 in der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha mit 88 % am höchsten und in der Wirtschaftsdüngerklasse > 120 kg N/ha mit 20 % am geringsten. Für die Trinkwassergewinnungsgebiete, für die keine Hoftorbilanzdaten und keine Daten zur Wirtschaftsdüngerausbringung vorlagen, wurde die Wirtschaftsdüngerausbringung aus dem Nährstoffbericht (LWK 2013) auf Kreisebene herangezogen und mit einem GIS mit den Trinkwassergewinnungsgebieten verschnitten. Somit konnte die landwirtschaftlich genutzte Fläche der Trinkwassergewinnungsgebiete ohne Daten zur Wirtschaftsdüngerausbringung den einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen zugeordnet werden. Aus den flächengewichteten Netto-N-Hoftorbilanzsalden der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen und der jeweiligen landwirtschaftlich genutzten Fläche, ergaben sich die landesweiten Mittelwerte der Netto-N-Hoftorbilanzsalden für die einzelnen Jahre (Tab. 12).

Der Netto-N-Hoftorbilanzsaldo lag im Zeitraum 1998 bis 2012 landesweit bei durchschnittlich 78 kg N/ha. In der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha war er mit durchschnittlich 63 kg N/ha am geringsten und in der Klasse > 120 kg N/ha mit durchschnittlich 86 kg N/ha am größten. Zwischen 1998 und 2012 gingen die Salden in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit um 31 kg N/ha von 95 auf 64 kg N/ha zurück. Dieser Rückgang variierte in den einzelnen Klassen zwischen 24 (< 40) und 41 kg N/ha (80 bis 120) (Tab. 12).

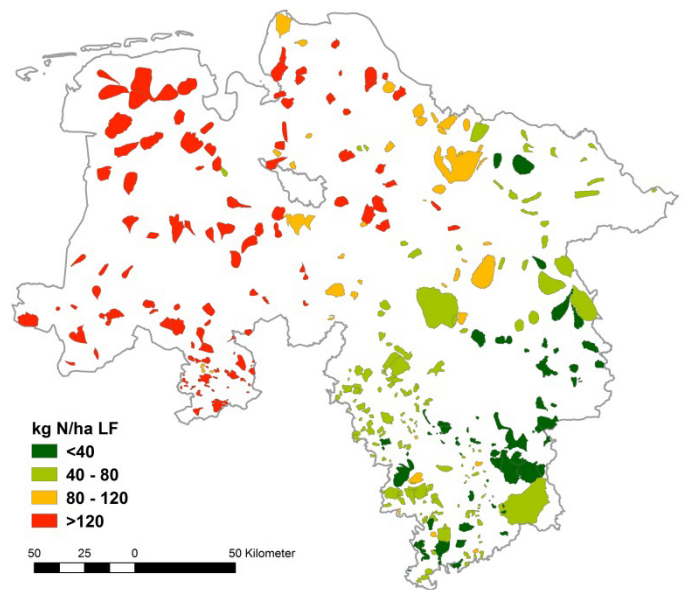


Abb. 7: N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte in den TGG des Nds. Kooperationsmodells im Jahr 2012 (Daten aus DIWA und LWK 2013)

Tab. 12: Flächengewichtete Mittelwerte der Netto-N-Hoftorbilanzsalden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells für den Zeitraum 1998 bis 2012

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

⁽¹⁾ 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 Wirtschaftsdün-

geranfall und gleichbleibendem Anbauumfang von Kulturen mit hohem bzw. geringem Stickstoffbedarf eines der Hauptziele der Wasserschutzzusatzberatung.

Der N-Mineraldüngerzukauf lag in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 1998 bis 2012 landesweit bei durchschnittlich 123 kg N/ha. In der Wirtschaftsdüngerklasse < 40 kg N/ha war er mit durchschnittlich 162 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 2012 ging der N-Mineraldüngerzukauf in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit um 23 kg N/ha von 139 auf 116 kg N/ha zurück. Der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs war unabhängig von der Wirtschaftsdüngerausbringung und fand in den einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen mehr oder weniger in gleichem Maße statt, wie im Mittel aller Klassen (Tab. 13).

Auch im gesamten Land Niedersachsen fand zwischen 1998 und 2012 ein Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs statt. Allerdings war das Ausgangsniveau des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungs-

gebieten 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. 13).



Bild 7: Düngerstreuer mit N-Sensor zur bedarfsgerechten Stickstoffdüngung

Tab. 13: Flächengewichtete Mittelwerte des N-Mineraldüngerzukaufs in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Vergleich zum Inlandsabsatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen für den Zeitraum 1998 bis 2012

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

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

⁽²⁾ Quelle: eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und DESTATIS mehrere Jahrgänge b

Die **Wirtschaftsdüngerausbringung** ist zwar keine Bilanzgröße der N-Hoftorbilanz; da die N-Hoftorbilanz-

salden jedoch generell von der Wirtschaftsdüngerausbringung abhängig sind und die Wirtschaftsdüngeraus-

bringung somit eine Belastungsgröße für die Trinkwassergewinnungsgebiete darstellt, wird die Entwicklung der Wirtschaftsdüngerausbringung hier ebenfalls betrachtet.

Die Wirtschaftsdüngerausbringung stieg in den Trinkwassergewinnungsgebieten landesweit zwischen 1998 und 2012 um 12 kg N/ha von 91 auf 103 kg N/ha an (Tab. 14). In den einzelnen Klassen wird dieser Anstieg nicht so deutlich, da ein Trinkwassergewinnungsgebiet bei Überschreiten der Klassengrenze in der nächst höheren Klasse aufgeführt wurde.

Der Anstieg der Wirtschaftsdüngerausbringung sowie der Rückgang des N-Mineraldüngerzukaufs führten zwischen 1998 und 2012 landesweit in den Trinkwassergewinnungsgebieten des niedersächsischen Kooperationsmo-

dells in der Summe zu einem Rückgang von 11 kg N/ha (Tab. 13 und Tab. 14).



Bild 8: Gülleausbringung mit Schlitztechnik auf Grünland

Tab. 14: Flächengewichtete Mittelwerte der Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Zeitraum 1998 bis 2012

Wirtschaftsdüngerausbringung in den Trinkwassergewinnungsgebieten [kg N/ha]															
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Gesamt	91	89	88	92	88	90	90	89	91	97	101	101	103	106	103
< 40 ⁽¹⁾	20	20	24	22	24	24	23	23	23	21	23	24	21	27	26
40 - 80 ⁽¹⁾	52	53	55	52	56	55	53	52	51	55	61	55	58	62	56
80 - 120 ⁽¹⁾	99	101	103	98	96	93	95	93	96	96	96	95	96	101	101
> 120 ⁽¹⁾	146	142	144	150	140	145	146	144	146	156	158	157	156	164	153

⁽¹⁾ 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 Stickstoffmenge 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 flächenbezogenen Maßnahmen darzustellen.

In den DIWA-Shuttle wurden für die Jahre 2008 bis 2012 Mittelwerte von über 20.000 N-Schlagbilanzsalden für Getreide, Mais, Raps, Zuckerrüben und Kartoffeln mit und ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen eingegeben. Der flächengewichtete Mittelwert des N-Schlag-

bilanzsaldos ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen variierte für die oben genannten Ackerkulturen zwischen 2008 und 2012 zwischen 5 und 30 kg N/ha. Der N-Schlagbilanzsaldo mit N-Saldo reduzierenden Maßnahmen variierte dagegen nur zwischen 5 und - 11 kg N/ha und der Maßnahmeneffekt variierte zwischen 11 und 28 kg N/ha. Der höchste Maßnahmeneffekt wurde im Jahr 2009 erreicht, in dem Jahr, in dem auch der N-Schlagbilanzsaldo ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen am höchsten war. Im Zeitraum 2009 bis 2012 gingen die N-Schlagbilanzsalden ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen deutlich zurück. Daraus resultierte im Zeitraum 2009 bis 2011 ebenfalls ein Rückgang des Maßnahmeneffektes. Bedingt durch den deutlichen Rückgang der N-Schlagbilanzsalden mit N-Saldo reduzierenden Maßnahmen im Jahr 2012 stieg der Maßnahmeneffekt im Jahr 2012 wieder an (Abb. 8).

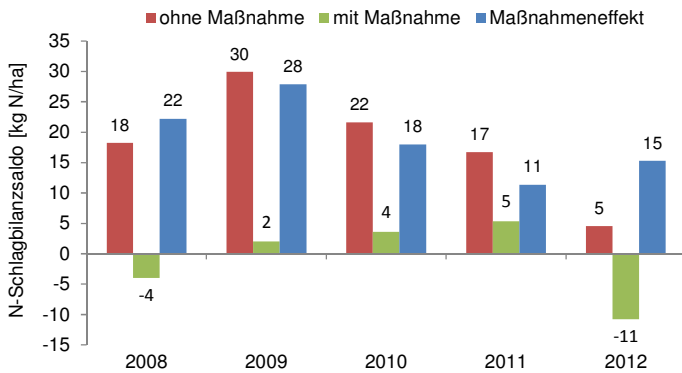


Abb. 8: Mittlere flächengewichtete N-Schlagbilanzsalden unterschiedlicher Ackerkulturen mit (n = 5.614) und ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen (n = 15.226) der Jahre 2008 - 2012 sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

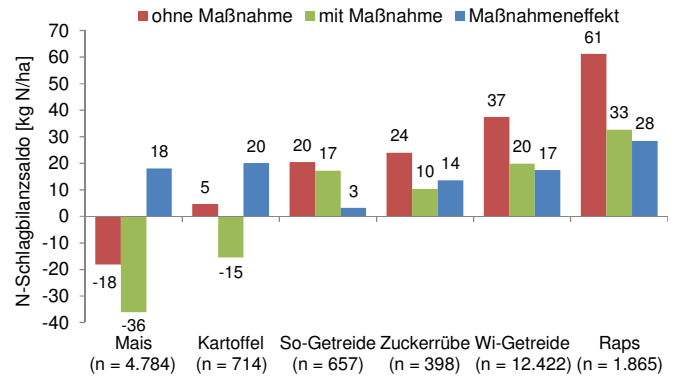


Abb. 9: Mittlere flächengewichtete N-Schlagbilanzsalden der Jahre 2008 - 2012 mit und ohne Maßnahmen für unterschiedliche Ackerkulturen (n = 20.840) sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)



Bild 9: Mähdrescher beim Überladen des Getreides

Die höchsten Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen ergaben sich mit 61 kg N/ha beim Raps auf Flächen ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen. Durch den Abschluss von N-Saldo reduzierenden Maßnahmen konnte dieser Stickstoffüberschuss um 28 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 einen N-Saldo ohne N-Saldo reduzierende Maßnahmen von - 18 kg N/ha auf, der durch N-Saldo reduzierende Maßnahmen auf - 36 kg N/ha gesenkt werden konnte, woraus ein Maßnahmeneffekt von 18 kg N/ha resultierte. Am geringsten war der Maßnahmeneffekt mit 3 kg N/ha bei Sommergetreide (Abb. 9). In den Abbildungen 8 und 9 wurde die Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch N-Saldo reduzierende Maßnahmen anhand von Schlagbi-

lanzen 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 mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses für die jeweiligen Vereinbarungen ergab [kg N]. Anhand dieser Berechnung kann die gesamte mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses, die auf dem Abschluss von allen Freiwilligen Vereinbarungen beruht, für die landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete dargestellt werden. Die in Abbildung 8 und Abbildung 9 dargestellten Maßnahmeneffekte bezogen sich dagegen nur auf Ackerkulturen und explizit auf N-Saldo reduzierende Vereinbarungen. Daher sind die in Tabelle 15 ermittelten Werte der N-Minderung generell niedriger als die in Abbildung 8 und Abbildung 9 dargestellten Werte. Die in Tabelle 15 angegebenen spezifischen Minderungen stellen jeweils Mittelwerte dar, die auf den einzelnen Vereinbarungsf lächen in Abhängigkeit von der Maßnahmengestaltung, den Standortfaktoren oder der Witterung erheblich variieren können. Gegenüber der 1. Auflage dieses Berichtes (NLWKN 2011) wurde die spezifische Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen bei einzelnen Maßnahmen neu bewertet. So wurde z.B. die Minderung des Stickstoffüberschusses bei der Freiwilligen Vereinbarung Zwischenfruchtanbau auf null gesetzt. Die Minderung des Stickstoffüberschusses ist beim Zwischenfruchtanbau gleich Null, wenn die N-Düngung zur Zwischenfrucht bei der N-Düngung der Folgekultur in Abzug gebracht wird, der darüber hinaus durch den Zwischenfruchtanbau konservierte Stickstoff dagegen bei der N-

Düngung der Folgekultur nicht angerechnet wird. Insgesamt hat die Neubewertung einzelner Maßnahmen eine geringere, berechnete Minderung der Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen zur Folge.

Die spezifische Minderung des Stickstoffüberschusses war bei den Freiwilligen Vereinbarungen Ökolandbau+, Brachebegrünung sowie Umwandlung von Acker in Grünland am größten. Dagegen bewirkten die Maßnahmen Schlagbilanzen, Begrünung mit Zwischenfrüchten, Maisengsaat sowie Reduzierter Herbizideinsatz keine Minderung des N-Überschusses. Aufgrund der großen Flächenausdehnung wies die Freiwillige Vereinbarung zur zeitlichen Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger im Mittel der Jahre 2008 bis 2012 die

größte Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen auf, gefolgt von der Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik und der Reduzierten N-Düngung. Aufgrund des Abschlusses von Freiwilligen Vereinbarungen ergab sich im Zeitraum 2008 bis 2012 eine mittlere jährliche Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen von rund 2.200 t N, was bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells 7,2 kg N/ha entsprach. Dabei nahm die mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses zwischen 2008 und 2012 um ca. 280 t N bzw. 1,1 kg N/ha ab. Dieser Rückgang war vor allem auf den geringeren Abschluss der Freiwilligen Vereinbarungen Brachebegrünung sowie Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik zurückzuführen.

Tab. 15: Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen auf Acker- und Grünlandstandorten der Jahre 2008 bis 2012 (gerundete Werte)

FV Code	Bezeichnung	Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses					
		(1) [kg N/ha]	2008	2009	2010	2011	2012
I	Schlagbilanzen	0	0	0	0	0	0
I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	10	347.010	465.470	446.360	454.520	424.420
I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	25	85.050	35.200	44.675	41.525	46.875
I.C	Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik	15	397.080	408.435	385.275	305.595	299.325
I.E Brache	Brachebegrünung	50	360.700	152.050	67.000	60.100	12.950
I.E Sonst.	Begrünung ZF, Untersaaten u.ä.	0	0	0	0	0	0
I.F	Gewässerschon. Fruchtfolgegestalt.	30	153.480	190.770	335.730	298.800	270.570
I.G	Grünlandextensivierung	30	219.720	198.060	195.360	217.260	177.360
I.H	Grünlanderneuerung	10	39.270	44.660	62.920	73.190	89.550
I.I	Reduzierte N-Düngung	30	308.310	338.310	309.270	316.620	320.100
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	10	53.640	58.150	82.270	74.270	83.400
I.K	Maisengsaat	0	0	0	0	0	0
I.L	Unterfußdüngung	10	8.800	7.990	4.300	4.050	6.043
I.M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	10	5.880	5.560	14.720	9.310	11.830
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz	0	0	0	0	0	0
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	60	279.607	269.005	257.205	266.040	257.605
II	Umwandlung von Acker in Grünland	50	54.750	67.200	28.250	37.900	34.350
Summe [kg N]			2.313.297	2.240.860	2.233.335	2.159.180	2.034.377
N-Minderung / Vereinbarungsfläche [kg N/ha]			11,3	9,7	11,5	12,2	12,0
N-Minderung / LF [kg N/ha]			7,6	7,3	7,2	7,0	6,6

(1) Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007

Wie bereits in Kap. 3.2 beschrieben, werden in den Trinkwassergewinnungsgebieten neben den Freiwilligen Ver-

einbarungen auch NAU-Maßnahmen abgeschlossen, die ebenfalls einen Maßnahmeneffekt aufweisen (Tab. 16).

Tab. 16: Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch NAU-Maßnahmen auf Acker- und Grünlandstandorten in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2008 bis 2012 (gerundete Werte)

Code	Bezeichnung	Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses					
		⁽¹⁾ [kg N/ha]	2008	2009	2010	2011	2012
120 (B _{alt})	Extensive Grünlandnutzung, Betrieb	20	47.251	37.652	28.427	0	0
121 (B1)	Ext. Grünlandnutzung, handlungsorientiert	30	54.727	64.965	78.042	78.430	82.615
122 (B2)	Ext. Grünlandnutzung, ergebnisorientiert	30	9.468	8.863	14.407	16.779	20.162
123 (B3)	Grünland mit Ruhephasen u. Schonstreifen	20	0	0	1.269	2.601	3.945
130 (C)	Ökologische Anbauverfahren ⁽²⁾	60	189.448	216.160	224.738	215.452	231.161
140 (D)	10-jährige Stilllegung	50	413	411	408	205	97
150 (D)	10-jährige Stilllegung + Hecken	50	123	118	118	57	5
170 (D)	20 jährige Stilllegung	50	92	84	92	90	92
200 (A2)	Mulch-/Direktsaat o. Mulchpflanzverfahren	10	77.468	100.661	115.687	134.566	143.379
210 (A3)	Umweltfreundliche Gülleausbringung	15	216.141	221.675	221.675	257.617	247.498
230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	50	39.052	43.768	40.568	60.329	57.209
240 (A6)	Mehrfährige Blühstreifen	50	852	84	1.292	1.438	1.334
250 (A7)	Anbau von Zwischenfrüchten o. Untersaaten	0	0	0	0	0	0
400	KoopNat Dauergrünland	20	1.973	2.151	0	0	0
410	KoopNat Feuchtgrünland	30	1.884	819	0	0	0
411	KoopNat Dauergrünland, ergebnisorientiert	30	1.841	3.938	4.129	5.923	6.936
412	KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert	20	8.880	13.527	13.325	15.276	13.446
431	KoopNat Ackerwildkräuter	50	1.432	833	1.180	1.694	1.456
432	KoopNat Acker Vogel- und sonstige Tierarten	25	0	740	720	3.712	4.702
441	KoopNat Besondere Biotoptypen, Beweidung	30	99.718	104.832	104.729	107.691	106.929
442	KoopNat Besondere Biotoptypen, Mahd	30	6.876	7.462	7.400	8.026	7.681
752 (W2)	Winterharte Zwischenfrüchte und Untersaaten	0	0	0	0	0	0
753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	10	0	0	0	2.064	1.650
754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Raps	10	0	0	0	0	0
755 (W5)	Anbau von Winterrübsen vor Wintergetreide	0	0	0	0	0	0
Summe [kg N]			757.637	828.744	858.203	911.949	930.294
N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]			2,4	2,7	2,8	2,9	3,0

⁽¹⁾ Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007 und ROGGENENDORF 2010; ⁽²⁾ Fläche Ökologische Anbauverfahren abzüglich der Fläche Ökolandbau+ (Tab. 15), da diese beiden Maßnahmen auf den gleichen Flächen abgeschlossen werden.

Aufgrund des Abschlusses von NAU-Maßnahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten ergab sich im Zeitraum 2008 bis 2012 eine mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses der Schlagbilanzen von rund 900 t Stickstoff, was bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells rund 2,8 kg N/ha entsprach. Innerhalb der NAU-Maßnahmen wiesen die Maßnahmen Umweltfreundliche Gülleausbringung

und Ökologische Anbauverfahren in den Jahren 2008 bis 2012 jeweils über die Hälfte der Minderung des Stickstoffüberschusses auf. Zwischen 2008 und 2012 nahm die mittlere jährliche Minderung des Stickstoffüberschusses durch NAU-Maßnahmen um fast 200 t Stickstoff bzw. 0,6 kg N/ha zu. Dieser Anstieg war vor allem auf den höheren Abschluss der NAU-Maßnahmen „Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“ sowie „Umweltfreundliche Gülleausbringung“ zurückzuführen (Tab. 16).

In der Summe führte der Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2008 bis 2012 zu einer mittleren Minderung des Stickstoffüberschusses von rund 3.100 t Stickstoff bzw. 9,9 kg N/ha. Hierbei glichen sich die zurückgehende Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen sowie die ansteigende Minderung des Stickstoffüberschusses durch NAU-Maßnahmen in etwa aus, sodass sich an der gesamten Minderung des Stickstoffüberschusses zwischen 2008 und 2012 wenig änderte (Tab. 15 und Tab. 16).

Während der Stickstoffüberschuss von Schlagbilanzen auf der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012 durch Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen um 9,9 kg N/ha reduziert wurde (Tab. 15 und Tab. 16), variierte die Minderung des Stickstoffüberschusses in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2012 erheblich und lag zwischen 1,1 und 33,8 kg N/ha (Abb. 10). Gemäß Tabelle 16 ging von den NAU-Maßnahmen eine Minderung des Stickstoffüberschusses von durchschnittlich 3,0 kg N/ha LF aus. In den einzelnen Kooperationen variierte die Minderung des Stickstoffüberschusses durch NAU-Maßnahmen zwischen 0,1 und 17,6 kg N/ha. Teilt man die Freiwilligen Vereinbarungen auf die drei Bereiche Begrünung (I.E, I.F, I.H, I.J, I.K, I.O, II), Mineraldünger (I.G, I.I, I.L, I.M) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C) auf, zeigt sich, dass die größte Minderung der Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen in Höhe von durchschnittlich 2,5 kg N/ha auf Maßnahmen im Bereich Wirtschaftsdünger zurückging, gefolgt von Maßnahmen im Bereich Begrünung (2,4 kg N/ha) und von Maßnahmen im Bereich Mineraldünger (1,7 kg N/ha). Die maximale Minderung der Stickstoff-

überschüsse durch Freiwillige Vereinbarungen unterschied sich zwischen den drei Bereichen kaum. Sie lag bei Maßnahmen der Bereiche Begrünung und Wirtschaftsdünger bei jeweils 13,1 kg N/ha und bei Maßnahmen im Bereich Mineraldünger bei 12,0 kg N/ha. D.h., dass Kooperationen, die überwiegend durch Marktfruchtanbau geprägt sind und dementsprechend eine geringe Abschlussquote an Freiwilligen Vereinbarungen aus dem Bereich Wirtschaftsdünger aufweisen, dennoch eine insgesamt hohe Minderung des Stickstoffüberschusses durch Freiwillige Vereinbarungen erzielen können.

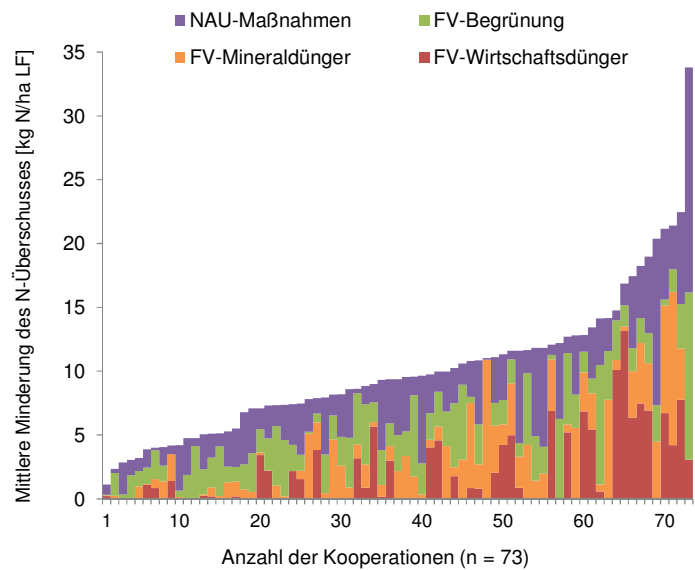


Abb. 10: Mittlere Minderung des Stickstoffüberschusses von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2012. Aufteilung der FV auf die Bereiche Begrünung (I.E, I.F, I.H, I.J, I.K, I.O, II), Mineraldünger (I.G, I.I, I.L, I.M) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C).

4.3 Erfolgskontrolle in der Wurzelzone

Der Herbst-Nmin-Wert gibt die Menge an mineralischem Stickstoff (Ammonium und Nitrat) im durchwurzelbaren Boden (bis ca. 90 cm) vor Beginn der winterlichen Sickerwasserbildung an. Sofern die winterliche Sickerwasserrate zum vollständigen Austausch des Bodenwassers bis 90 cm Tiefe führt, wird der mineralische Stickstoff über Winter in Form von Nitrat vollständig mit dem Sickerwasser ausgewaschen. Um die Auswaschung zu

minimieren, können Freiwillige Vereinbarungen beispielsweise zum Zwischenfruchtanbau abgeschlossen werden. Ziel des Anbaus von Zwischenfrüchten ist es, den mineralischen Stickstoff, der sich vor dem Einsetzen der Sickerwasserperiode im Boden befindet, im Aufwuchs der Zwischenfrüchte zu binden und somit vor der Verlagerung mit dem Sickerwasser zu bewahren.

In den DIWA-Shuttle wurden für die Jahre 2008 bis 2012 Mittelwerte von ca. 20.000 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 2012 bei 71 kg N/ha. Eine Zu- oder Abnahme der Herbst-Nmin Gehalte ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen war zwischen 2008 und 2012 nicht erkennbar. Der Herbst-Nmin Gehalt mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen lag zwischen 2008 und 2012 im Mittel bei 54 kg N/ha, wobei die Herbst-Nmin Gehalte mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen tendenziell zwischen 2008 und 2012 angestiegen sind. Der Maßnahmeneffekt lag zwischen 2008 und 2012 im Mittel bei 17 kg N/ha und variierte zwischen 11 und 25 kg N/ha (Abb. 11).

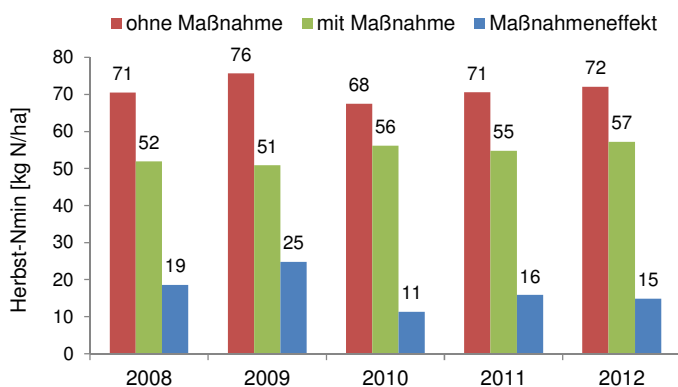


Abb. 11: Mittlere flächengewichtete Herbst-Nmin Gehalte mit (n = 10.722) und ohne Maßnahmen (n = 9.046) der Jahre 2008 - 2012 sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

Bei Betrachtung der einzelnen Kulturen waren die durchschnittlichen Herbst-Nmin Gehalte ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen bei Raps mit 83 kg N/ha am höchsten, gefolgt von Kartoffeln (78 kg N/ha) und Mais (76 kg N/ha). Die geringsten Herbst-Nmin Gehalte ohne Herbst-Nmin reduzierende Maßnahmen wurden mit durchschnittlich 35 kg N/ha bei Zuckerrüben erzielt. Mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen waren die Herbst-Nmin Gehalte bei Mais mit 72 kg N/ha am höchsten, gefolgt von Kartoffeln (67 kg N/ha) und Raps (64 kg N/ha). Die geringsten Herbst-Nmin Gehalte mit Herbst-Nmin reduzierenden Maßnahmen wurden mit 31 kg N/ha bei Zuckerrüben erzielt. Der Maßnahmeneffekt variierte zwischen 4 (Zuckerrüben und Mais) und 25 kg N/ha (Wintergetreide). Analog zum Maßnahmeneffekt der Stickstoffsalden zeigte sich auch hier, dass der Maß-

nahmeneffekt 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. 12).

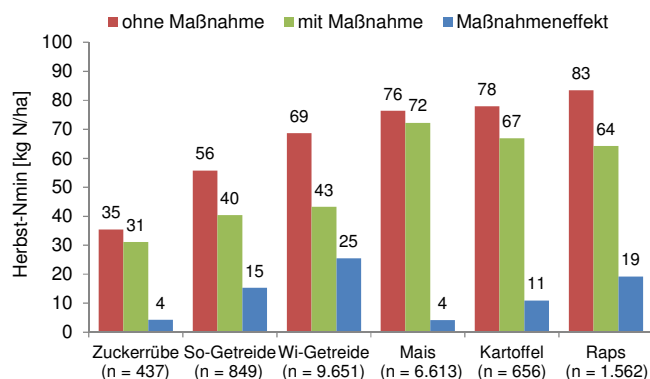


Abb. 12: Mittlere flächengewichtete Herbst-Nmin Gehalte der Jahre 2008 - 2012 mit und ohne Maßnahmen für unterschiedliche Ackerkulturen (n = 19.768) sowie der sich daraus ergebende Maßnahmeneffekt (gerundete Werte)

Analog zur Berechnung der mittleren Minderung der Stickstoffüberschüsse von Schlagbilanzen durch Freiwillige Vereinbarungen (Tab. 15) wurde auch die mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen ermittelt (Tab. 17). Auch hierbei wurde die spezifische Minderung der Herbst-Nmin Gehalte bei einzelnen Maßnahmen gegenüber der 1. Auflage dieses Berichtes (NLWKN 2011) neu bewertet. So wurden die statistisch abgesicherten Mittelwerte in dieser Auflage ebenfalls gerundet, da die Vielfalt der Maßnahmengestaltung sowie die unterschiedlichen Standort- und Witterungsverhältnisse die exakten Werte nicht rechtfertigen. Insgesamt bewirkt die Neubewertung der einzelnen Maßnahmen eine geringere, berechnete Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen. 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 2012 eine mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte von rund 2.800 t N, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche aller Trinkwassergewinnungsgebiete 9,0 kg N/ha ent-

sprach. Mit einem Anteil von 44 % ging die größte Minderung der Herbst-Nmin Gehalte im Mittel der Jahre 2008 bis 2012 von der Freiwilligen Vereinbarung Begrünung mit Zwischenfrüchten aus, was durch die große Flächenausdehnung sowie die vergleichsweise hohe spezifische Minderung zu erklären war.

Zwischen 2008 und 2012 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 16 kg N/ha im Jahr 2012 deutlich an. Dieser Anstieg der Maßnahmeneffizienz kam durch den geringer werdenden Abschluss der Freiwilligen Vereinbarungen Erstellung von Schlagbilanzen, Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik und Maisengsaat

zustande, die keinen Einfluss auf die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte hatten.

Der Rückgang der Brachebegrünung führte nicht nur zu dem bereits beschriebenen Rückgang der Minderung der N-Überschüsse von Schlagbilanzen, sondern auch zu einem Rückgang der Minderung der Herbst-Nmin Gehalte. Bezüglich der Minderung der Herbst-Nmin Gehalte konnte der Rückgang der Brachebegrünung durch die positiven Entwicklungen der Freiwilligen Vereinbarungen Begrünung mit Zwischenfrüchten, Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung sowie Grünlanderneuerung kompensiert werden. Dagegen konnte der Rückgang der Brachebegrünung bzgl. der Minderung der N-Überschüsse nicht kompensiert werden, da der Zwischenfruchtanbau keine Minderung der N-Überschüsse bewirkt und die Grünlanderneuerung eine deutlich niedrigere Minderung der N-Überschüsse bewirkt als im Vergleich zu der Minderung der Herbst-Nmin Gehalte.

Tab. 17: Mittlere Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen auf Acker- und Grünlandstandorten der Jahre 2008 bis 2012 (gerundete Werte)

FV Code	Bezeichnung	(1) [kg N/ha]	Mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte				
			2008	2009	2010	2011	2012
I	Schlagbilanzen	0	0	0	0	0	0
I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	10	347.010	465.470	446.360	454.520	424.420
I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	15	51.030	21.120	26.805	24.915	28.125
I.C	Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik	0	0	0	0	0	0
I.E Brache	Brachebegrünung	50	360.700	152.050	67.000	60.100	12.950
I.E Sonst.	Begrünung ZF, Untersaaten u.ä.	30	1.064.130	1.273.560	1.329.660	1.206.540	1.206.720
I.F	Gewässerschon. Fruchtfolgegestalt.	30	153.480	190.770	335.730	298.800	270.570
I.G	Grünlandextensivierung	25	183.100	165.050	162.800	181.050	147.800
I.H	Grünlanderneuerung	30	117.810	133.980	188.760	219.570	268.650
I.I	Reduzierte N-Düngung	5	51.385	56.385	51.545	52.770	53.350
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	15	80.460	87.225	123.405	111.405	125.100
I.K	Maisengsaat	0	0	0	0	0	0
I.L	Unterfußdüngung	10	8.800	7.990	4.300	4.050	6.043
I.M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	10	5.880	5.560	14.720	9.310	11.830
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz	0	0	0	0	0	0
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	30	139.803	134.503	128.603	133.020	128.802
II	Umwandlung von Acker in Grünland	50	54.750	67.200	28.250	37.900	34.350
Summe [kg N]			2.618.338	2.760.863	2.907.938	2.793.950	2.718.710
N-Minderung / Vereinbarungsfläche [kg N/ha]			12,8	11,9	14,9	15,8	16,1
N-Minderung / LF [kg N/ha]			8,6	9,0	9,4	9,1	8,8

(1) Quelle: abgeleitet aus OSTERBURG et al. 2007 und SCHMIDT & OSTERBURG 2010

Neben den Freiwilligen Vereinbarungen bewirkten auch die in den Trinkwassergewinnungsgebieten abgeschlossenen NAU-Maßnahmen eine Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte. So lag die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch die in den Trinkwassergewinnungsgebieten abgeschlossenen NAU-Maßnahmen zwischen 2008 und 2012 bei rund 600 t Stickstoff, was bezogen auf die landwirtschaftlich genutzte Fläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten 2,0 kg N/ha entsprach. Innerhalb der NAU-Maßnahmen wiesen die Maßnahmen „Mulch-

oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“, Ökologische Anbauverfahren sowie Anbau von Zwischenfrüchten in den Jahren 2008 bis 2012 jeweils über die Hälfte der Minderung der Herbst-Nmin-Gehalte auf. Zwischen 2008 und 2012 nahm die mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch NAU-Maßnahmen um nahezu 300 t Stickstoff bzw. 0,9 kg N/ha zu. Dieser Anstieg war vor allem auf den höheren Abschluss der NAU-Maßnahmen Anbau von Zwischenfrüchten sowie „Mulch- oder Direktsaat oder Mulchpflanzverfahren“ zurückzuführen (Tab. 18).

Tab. 18: Mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch NAU-Maßnahmen auf Acker- und Grünlandstandorten in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells der Jahre 2008 bis 2012 (gerundete Werte)

Code	Bezeichnung	Mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte					
		⁽¹⁾ [kg N/ha]	2008	2009	2010	2011	2012
120 (B _{alt})	Extensive Grünlandnutzung, Betrieb	15	35.438	28.239	21.320	0	0
121 (B1)	Ext. Grünlandnutzung, handlungsorientiert	25	45.606	54.138	65.035	65.358	68.846
122 (B2)	Ext. Grünlandnutzung, ergebnisorientiert	25	7.890	7.386	12.006	13.982	16.802
123 (B3)	Grünland mit Ruhephasen u. Schonstreifen	15	0	0	951	1.951	2.959
130 (C)	Ökologische Anbauverfahren ⁽²⁾	30	94.724	108.080	112.369	107.726	115.580
140 (D)	10-jährige Stilllegung	50	413	411	408	205	97
150 (D)	10-jährige Stilllegung + Hecken	50	123	118	118	57	5
170 (D)	20 jährige Stilllegung	50	92	84	92	90	92
200 (A2)	Mulch-/Direktsaat o. Mulchpflanzverfahren	15	116.202	150.991	173.530	201.848	215.068
210 (A3)	Umweltfreundliche Gülleausbringung	0	0	0	0	0	0
230 (A5)	Einjährige Blühstreifen	50	39.052	43.768	40.568	60.329	57.209
240 (A6)	Mehrjährige Blühstreifen	50	852	84	1.292	1.438	1.334
250 (A7)	Anbau von Zwischenfrüchten o. Untersaaten	30	45.963	81.002	38.137	133.668	152.078
400	KoopNat Dauergrünland	15	1.480	1.613	0	0	0
410	KoopNat Feuchtgrünland	25	1.570	682	0	0	0
411	KoopNat Dauergrünland, ergebnisorientiert	25	1.535	3.282	3.441	4.936	5.780
412	KoopNat Dauergrünland, handlungsorientiert	15	6.660	10.145	9.994	11.457	10.085
431	KoopNat Ackerwildkräuter	50	1.432	833	1.180	1.694	1.456
432	KoopNat Acker Vogel- und sonstige Tierarten	25	0	740	720	3.712	4.702
441	KoopNat Besondere Biotoptypen, Beweidung	25	83.099	87.360	87.274	89.743	89.107
442	KoopNat Besondere Biotoptypen, Mahd	25	5.730	6.219	6.167	6.688	6.401
752 (W2)	Winterharte Zwischenfrüchte und Untersaaten	30	0	0	0	23.774	21.344
753 (W3)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Mais	15	0	0	0	3.096	2.475
754 (W4)	Verzicht auf Bodenbearbeitung nach Raps	15	0	0	0	0	0
755 (W5)	Anbau von Winterrübsen vor Wintergetreide	30	0	0	0	151	0
Summe [kg N]			487.857	585.175	574.601	731.902	771.418
N-Minderung / LF der TGG [kg N/ha]			1,6	1,9	1,9	2,4	2,5

⁽¹⁾ Quelle: Schmidt & Osterburg 2010 sowie abgeleitet aus Osterburg et al. 2007 und Roggendorf 2010; ⁽²⁾ Fläche Ökologische Anbauverfahren abzüglich der Fläche Ökolandbau+ (Tab. 17), da diese beiden Maßnahmen auf den gleichen Flächen abgeschlossen werden.

In der Summe führte der Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Zeitraum 2008 bis 2012 zu einer mittleren jährlichen Minderung der Herbst-Nmin Gehalte von rund 3.400 t N bzw. 11,0 kg N/ha. Dabei stieg die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte von ca. 3.100 t N bzw. 10,2 kg N/ha im Jahr 2008 auf ca. 3.500 t N bzw. 11,3 kg N/ha im Jahr 2012 an (Tab. 17 und 18).

Im Jahr 2012 variierte die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen in den einzelnen Kooperationen zwischen 2,4 und 22,3 kg N/ha (Abb. 13). Während die Minderung der Stickstoffüberschüsse relativ gleichmäßig auf die drei Bereiche Begrünung (I.E, I.F, I.H, I.J, I.K, I.O, II), Minereraldünger (I.G, I.I, I.L, I.M) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C) verteilt war, war die mit Abstand größte Minderung der Herbst-Nmin Gehalte mit durchschnittlich 6,6 kg N/ha auf Maßnahmen im Bereich Begrünung zurückzuführen. Die Maßnahmen im Bereich Wirtschaftsdünger (1,5 kg N/ha) und Minereraldünger (0,7 kg N/ha) spielten dagegen im Mittel eine untergeordnete Rolle. Maximal betrug die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen im Bereich Begrünung 15,6 kg N/ha, im Bereich Wirtschaftsdünger 6,8 kg N/ha und

im Bereich Minereraldünger 5,9 kg N/ha. Die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch NAU-Maßnahmen lag im Mittel bei 2,5 und maximal bei 13,4 kg N/ha (Abb. 13).

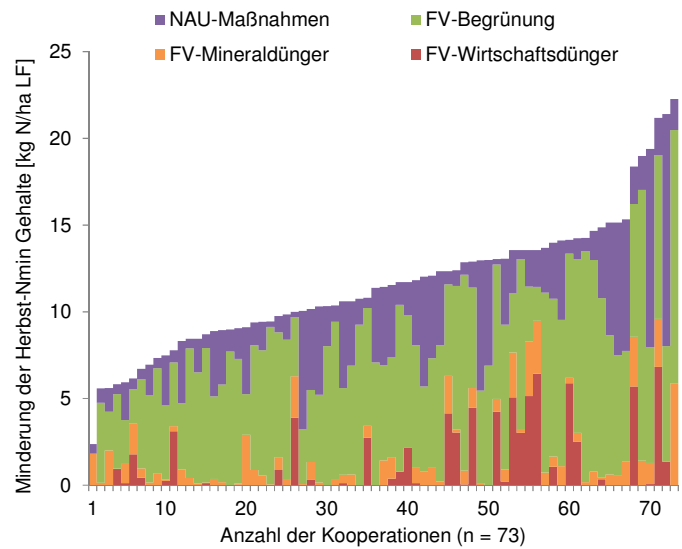


Abb. 13: Mittlere Minderung der Herbst-Nmin Gehalte durch Freiwillige Vereinbarungen und NAU-Maßnahmen in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2012. Aufteilung der FV auf die Bereiche Begrünung (I.E, I.F, I.H, I.J, I.K, I.O, II), Minereraldünger (I.G, I.I, I.L, I.M) und Wirtschaftsdünger (I.A, I.B, I.C)

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 Sickerwasser-rate. 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. 14).

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

Vorteile gegenüber der Sickerwassergüterechnungen auf der Basis von Herbst-Nmin-Werten ergeben sich bei den bodenkundlichen Tiefbohrungen dadurch, dass die Höhe der Sickerwasserbildung, Nitratausträge in der Vegetationsperiode, Nitratabbau durch Denitrifikation in der Wurzelzone und die Stickstoff-Mineralisation im

Winter bereits durch die Untersuchungsmethode berücksichtigt werden (NLWKN 2009). Da bodenkundliche Tiefbohrungen jedoch sehr aufwändig sind und somit nur in vergleichsweise wenigen Trinkwassergewinnungsgebieten durchgeführt werden, liegen keine repräsentativen Mittelwerte für die Trinkwassergewinnungsgebiete des Niedersächsischen Kooperationsmodells vor.

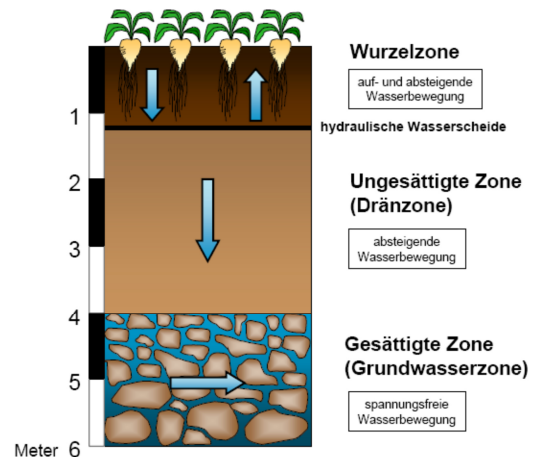


Abb. 14: Fließrichtung des Wassers in der Wurzelzone, der Sickerwasser-Dränzone und der Grundwasserzone (GERIES INGENIEURE 2008)

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. Dies differenziert nach unterschiedlichen Regionen, Verfilterungstiefen und in Abhängigkeit der Höhe der Wirtschaftsdüngerausbringung. Darüber hinaus erfolgte ein Vergleich der Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen mit den Nitratgehalten von sogenannten Referenzmessstellen, die sich außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete befinden.

Zur Erfolgskontrolle im Grundwasser wurden 452 Erfolgskontrollmessstellen von insgesamt 1.471 Erfolgskontrollmessstellen herangezogen. Für diese 452 Messstellen liegen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitrat-

gehalte für die Jahre 2000 bis 2012 vor, und die Nitratgehalte aller 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 72 mg/l im Jahr 2000 auf 60 mg/l im Jahr 2012 zurück. Dieser Rückgang vollzog sich vor allem bis 2008, während sich die Nitratgehalte seit dem kaum veränderten. Auch in allen drei Großräumen Niedersachsens war die Nitratkonzentration zwischen 2000 und 2012 rückläufig, wenn auch auf unterschiedlichem Niveau. So gingen die Nitratgehalte im Festgesteinsgebiet von 48 mg/l im Jahr 2000 auf 30 mg/l im Jahr 2012 zurück, während sie im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lediglich von 79 mg/l im Jahr 2000 auf 71 mg/l im Jahr 2012 zurückgingen (Abb. 15).

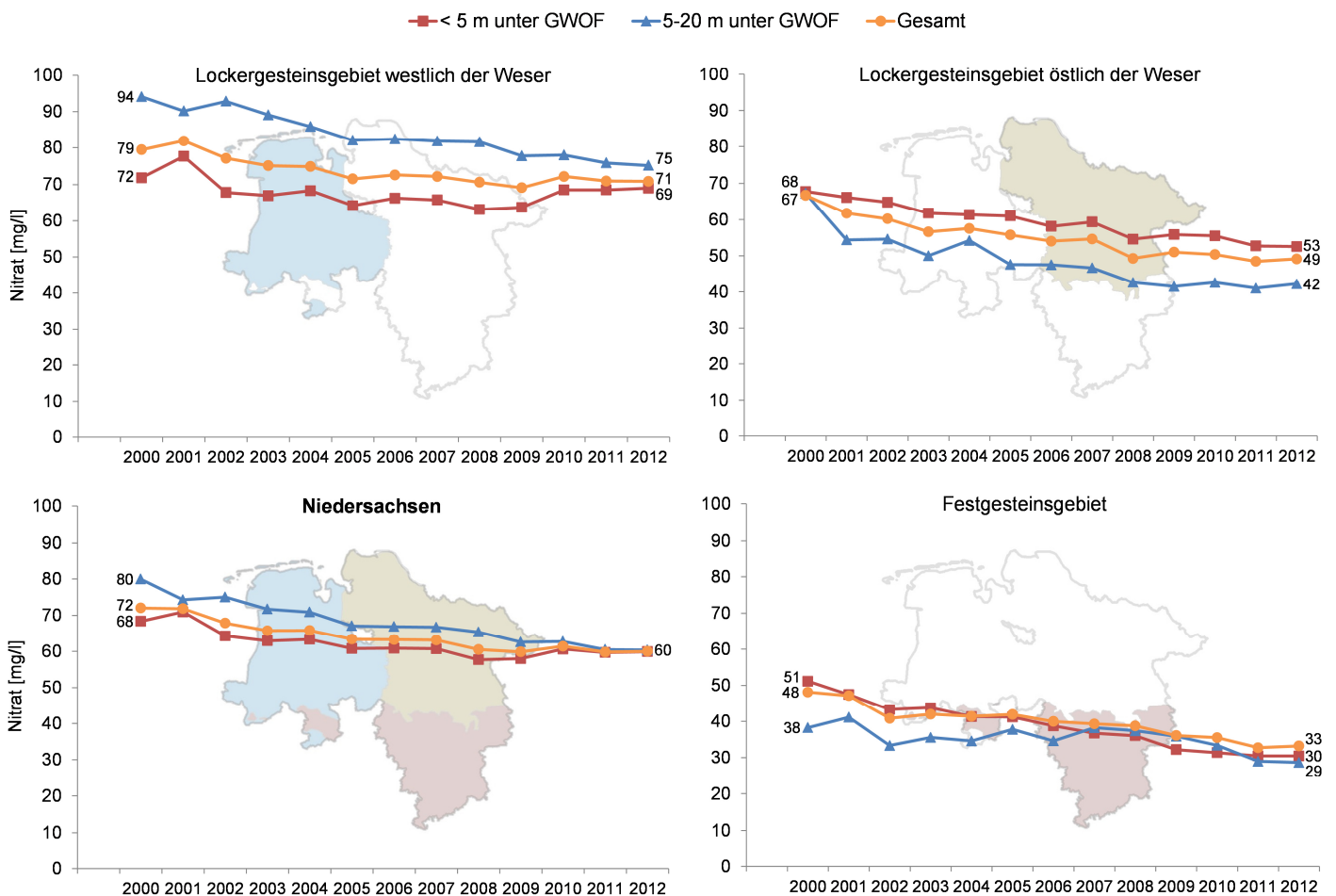


Abb. 15: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2012, differenziert nach unterschiedlichen Verfilterungstiefen und Regionen (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; < 5 m unter GWOF (n = 252), 5-20 m unter GWOF (n = 162), weitere Erfolgskontrollmessstellen (n = 38) hier nicht separat dargestellt aber in der Summe (n = 452) enthalten)

Bei Betrachtung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen unterschiedlicher Verfilterungstiefen fällt vor allem auf, dass die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen kleiner 5 m unter der Grundwasseroberfläche zwischen 2000 und 2012 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser niedriger und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser höher waren als die Nitratgehalte in den 5 bis 20 m unter der Grundwasseroberfläche verfilterten Messstellen, während sich die Nitratgehalte der unterschiedlich verfilterten Erfolgskontrollmessstellen im Festgesteinsgebiet kaum voneinander unterschieden. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser fiel der Rückgang der Nitratgehalte in den 5 bis 20 m unter der Grundwasseroberfläche verfilterten Erfolgskontrollmessstellen zwischen 2000 und 2012 deutlicher aus als in den kleiner 5 m unter der Grundwasseroberfläche verfilterten Erfolgskontrollmessstellen. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser verlief der Rückgang der Nitratgehalte in den unterschiedlich verfilterten Messstellen zwischen 2001 und 2012 mehr oder weniger parallel (Abb. 15).

Insgesamt zeigte sich, dass es in Niedersachsen keine größere Region gibt, in der die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten zwischen 2000 und 2012 angestiegen sind. Ganz anders sieht das bei Betrachtung der einzelnen Messstellen aus, worauf nachfolgend noch eingegangen wird.

In Abbildung 16 sind die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen zwischen 2000 und 2012 in Abhängigkeit von der Höhe der Wirtschaftsdüngerausbringung in dem jeweiligen Trinkwassergewinnungsgebiet dargestellt.

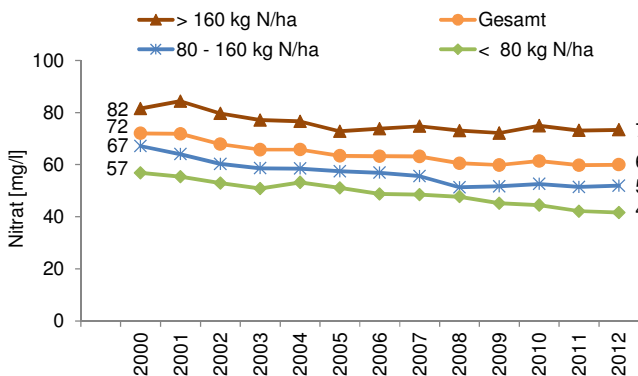


Abb. 16: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontrollmessstellen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2012, differenziert nach der Höhe der N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft im Jahr 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 452)

Hierbei zeigten sich zum einen der Zusammenhang zwischen hohen Nitratgehalten und hoher Wirtschaftsdüngerausbringung und zum anderen der generelle Rückgang der Nitratgehalte zwischen 2000 und 2012 in allen Wirtschaftsdüngerklassen. Der Rückgang der Nitratgehalte war in der Wirtschaftsdüngerklasse > 160 kg N/ha jedoch nicht so stark ausgeprägt, wie in den beiden übrigen Klassen (Abb. 16).

Bei der Korrelation der Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen des Jahres 2012 mit der Wirtschaftsdüngerausbringung in dem jeweiligen Trinkwassergewinnungsgebiet ergab sich für die Mittelwerte der einzelnen Wirtschaftsdüngerklassen ein signifikanter Zusammenhang ($R^2 = 0,92$), während sich bezüglich der Einzelwerte aufgrund der hohen Streuung kein signifikanter Zusammenhang ergab ($R^2 = 0,06$). D.h. generell hängen die Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen von der Höhe der Wirtschaftsdüngerausbringung ab, es kommt jedoch auch häufig vor, dass Trinkwassergewinnungsgebiete mit hoher Wirtschaftsdüngerausbringung, Erfolgskontrollmessstellen mit geringen Nitratgehalten aufweisen und dass Trinkwassergewinnungsgebiete mit geringerer Wirtschaftsdüngerausbringung, Erfolgskontrollmessstellen mit hohen Nitratgehalten aufweisen (Abb. 17).

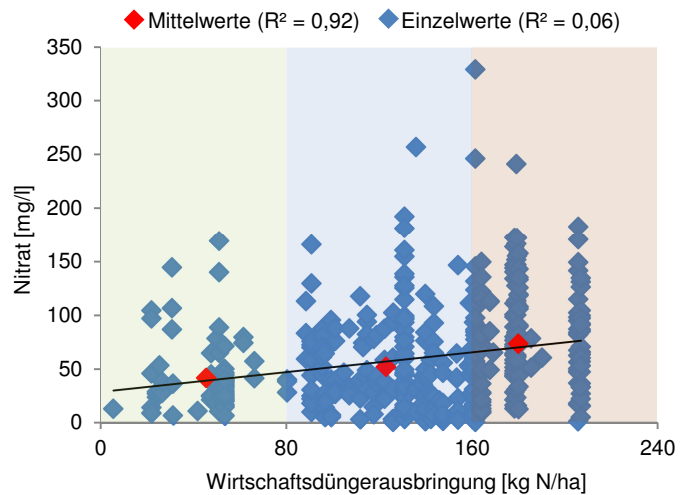


Abb. 17: Nitratgehalte der Erfolgskontrollmessstellen und die entsprechende N-Ausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells im Jahr 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 452)

In Abbildung 18 ist der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit abnehmenden bzw. ansteigenden Nitratgehalten im Zeitraum 2000 bis 2012 dargestellt. Hierbei zeigte sich zum einen, dass der

Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten im Zeitraum 2000 bis 2012 mit 62 % höher war als der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit ansteigenden Nitratgehalten (38 %) und zum anderen, dass der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten von 56 % im Zeitraum 2000 bis 2005 auf 62 % im Zeitraum 2000 bis 2012 angestiegen ist, während der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit ansteigenden Nitratgehalten von 44 % im Zeitraum 2000 bis 2005 auf 38 % im Zeitraum 2000 bis 2012 zurückgegangen ist.

Von den Erfolgskontrollmessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten wiesen im Jahr 2012 40 % Nitratgehalte von über 50 mg/l auf. Von den Erfolgskontrollmessstellen mit ansteigenden Nitratgehalten wiesen dagegen 65 % Nitratgehalte von über 50 mg/l auf.

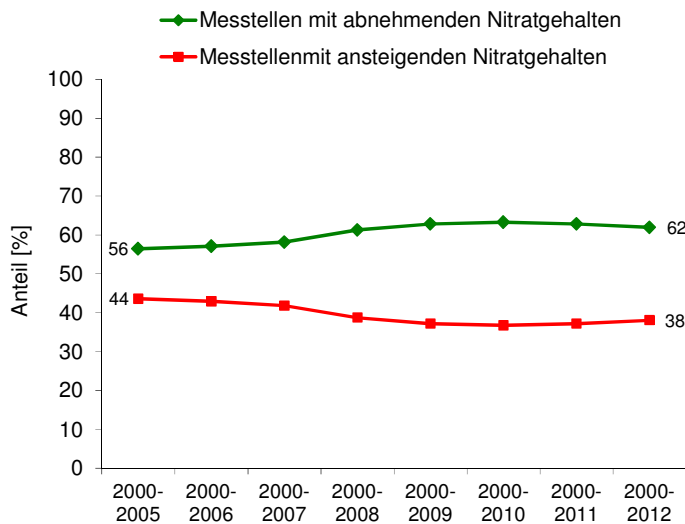


Abb. 18: Anteil an Erfolgskontrollmessstellen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit ansteigenden bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2000 und 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 452)

Die Einteilung in Messstellen mit ansteigenden bzw. abnehmenden Nitratgehalten erfolgte in Abbildung 18 ohne Berücksichtigung eines Bestimmtheitsmaßes. Demnach ergaben sich hierbei keine Messstellen ohne Veränderung der Nitratgehalte. Bei Berücksichtigung eines Bestimmtheitsmaßes von $R^2 = 0,6$ (Abb. 19) zeigte sich zwar ebenfalls, dass der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten im Zeitraum 2000 bis 2012 höher war (17 %) als der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit ansteigenden Nitratgehalten (5 %) und auch, dass der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant abnehmenden Nitratgehalten angestiegen (von 16 auf 17 %) und der Anteil an Erfolgs-

kontrollmessstellen mit signifikant ansteigenden Nitratgehalten zurückgegangen ist (von 10 auf 5 %). Es zeigte sich aber vor allem, dass der größte Anteil mit 78 % der Erfolgskontrollmessstellen zwischen 2000 und 2012 keine signifikante Veränderung der Nitratgehalte aufwies. Aufgrund des konstant hohen Anteils an Erfolgskontrollmessstellen ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte, war der Anteil an Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant abnehmenden bzw. signifikant ansteigenden Nitratgehalten entsprechend gering und ebenfalls recht konstant (Abb. 19). Von den Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant abnehmenden Nitratgehalten wiesen im Jahr 2012 34 % Nitratgehalte von über 50 mg/l auf. Von den Erfolgskontrollmessstellen ohne signifikante Veränderung wiesen 51 % der Erfolgskontrollmessstellen Nitratgehalte von über 50 mg/l auf und von den Erfolgskontrollmessstellen mit signifikant ansteigenden Nitratgehalten wiesen 71 % Nitratgehalte von über 50 mg/l auf.

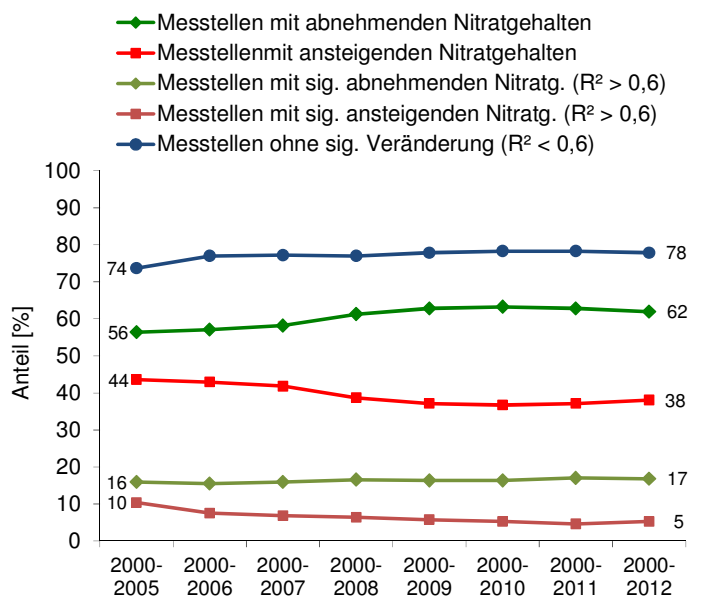


Abb. 19: Anteil an Erfolgskontrollmessstellen in den TGG des Nds. Kooperationsmodells mit signifikant ansteigenden bzw. sig. abnehmenden Nitratgehalten sowie ohne sig. Veränderung der Nitratgehalte ($R^2 < 0,6$) zwischen 2000 und 2012 (Messst. mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 452)

In Abbildung 15 wurde aufgezeigt, dass die landesweite sowie regionale Entwicklung der Nitratgehalte in den Trinkwassergewinnungsgebieten generell rückläufig war. 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 2012 vorliegen, deren Nitratgehalte im Mittel über 5 mg/l liegen, und die mindestens 100 m von der Außengrenze der Trinkwassergewinnungsgebiete sowie maximal 30 km von der nächsten Erfolgskontrollmessstelle entfernt sind. Die Entfernung zu den Trinkwassergewinnungsgebieten soll sicherstellen, dass die Referenzmessstellen nicht durch die Einflüsse der Trinkwassergewinnungsgebiete beeinträchtigt werden, und durch die Nähe zur nächsten Erfolgskontrollmessstelle soll verhindert werden, dass sich Referenzmessstellen in Regionen befinden, in denen keine Erfolgskontrollmessstellen vorkommen. Aufgrund unterschiedlicher Faktoren, die die Nitratgehalte der Erfolgskontroll- bzw. Referenzmessstellen beeinflussen, wie z.B. die Verfiltrierungstiefe 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 2012 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 69 bzw. 74 % des Ausgangsniveaus aus dem Jahr 2000. Mit 89 % des Ausgangswertes war der Rückgang der Nitratgehalte im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser nicht so deutlich. Landesweit gingen die Nitratgehalte auf 83 % des Ausgangswertes aus dem Jahr 2000 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.

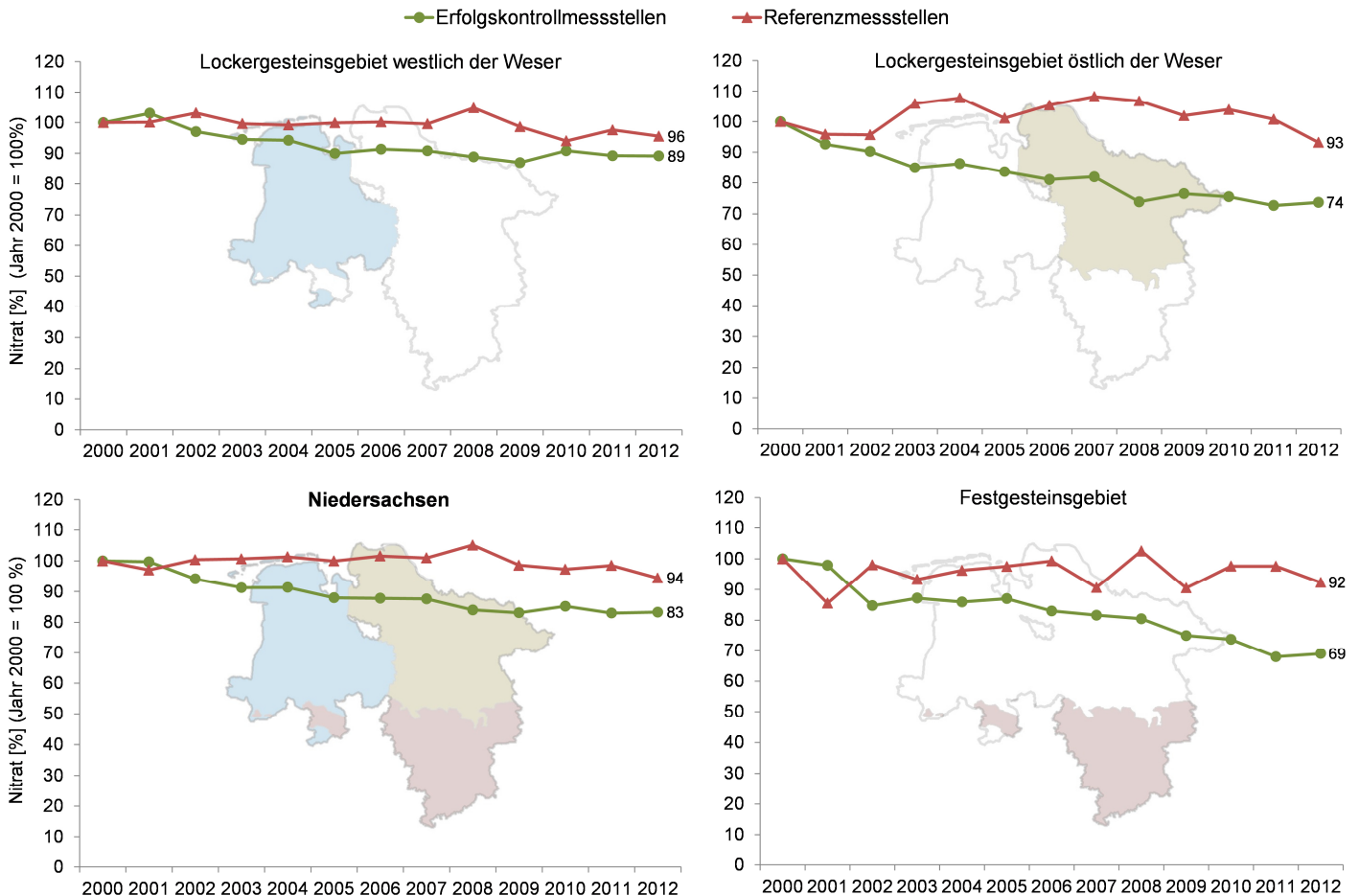


Abb. 20: Entwicklung der Nitratgehalte von Erfolgskontroll- und Referenzmessstellen innerhalb bzw. außerhalb der TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells in % (Nitratgehalt im Jahr 2000 = 100 %) zwischen 2000 und 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; 452 Erfolgskontroll- und 196 Referenzmessstellen)

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 wurde von den insgesamt 1.294 Rohwassermessstellen eine Auswahl von 435 Rohwassermessstellen herangezogen. Analog zu den Erfolgskontrollmessstellen liegen für diese 435 Rohwassermessstellen überwiegend vollständige Datenreihen der Nitratgehalte für die Jahre 2000 bis 2012 vor, und die Nitratgehalte einer Messstelle liegen im Mittel über 5 mg/l, sodass ein wesentlicher Einfluss der Denitrifikation ausgeschlossen werden kann.

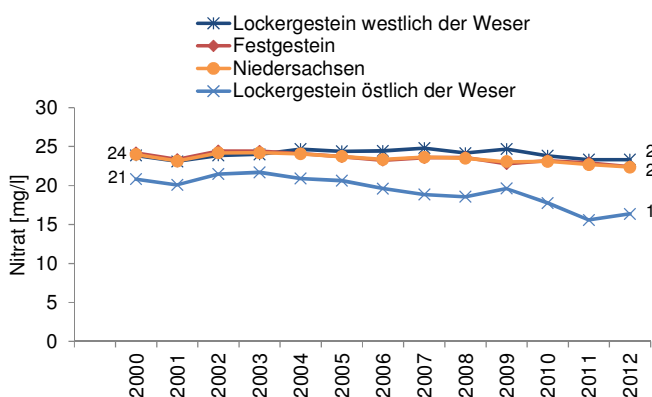


Abb. 21: Entwicklung der Nitratgehalte von Rohwassermessstellen in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells zwischen 2000 und 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 435)

Wie aus Abbildung 5 hervorging, lag der Anteil an Rohwassermessstellen mit einer Nitratkonzentration von über 5 mg/l im Jahr 2012 im Festgesteinsgebiet bei 80 %, im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser bei 32 % und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser bei 11 %. Da der Anteil an Rohwassermessstellen mit Nitratgehalten von über 5 mg/l in den beiden Lockergesteinsgebieten vergleichsweise gering war, spiegeln die landesweiten Mittelwerte der Nitratgehalte der Rohwassermessstellen vor allem die Situation im Festgesteinsgebiet wider. Daher verlaufen diese beiden Linien in Abbildung 21 auch nahezu parallel. Sowohl im Festgesteinsgebiet wie auch landesweit gingen die mittleren Nitratgehalte der

Rohwassermessstellen geringfügig von 24 mg/l im Jahr 2000 auf 22 mg/l im Jahr 2012 zurück. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser lagen die Nitratgehalte der Rohwassermessstellen auf ähnlichem Niveau wie im Festgesteinsgebiet. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser ging die Nitratkonzentration von 21 mg/l im Jahr 2000 auf 16 mg/l im Jahr 2012 zurück.

In Abbildung 22 sind die Anteile der Rohwassermessstellen Niedersachsens mit abnehmenden bzw. ansteigenden Nitratgehalten im Zeitraum 2000 bis 2012 dargestellt. Hierbei zeigt sich analog zum Grundwasser, dass der Anteil an Rohwassermessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten im Zeitraum 2000 bis 2012 mit 58 % höher war als der Anteil an Rohwassermessstellen mit ansteigenden Nitratgehalten (42 %) und dass der Anteil an Rohwassermessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten vom Zeitraum 2000 bis 2005 mit 46 % auf 58 % im Zeitraum 2000 bis 2012 anstieg. Im Gegensatz zum Grundwasser war der Anteil an Rohwassermessstellen mit ansteigenden Nitratgehalten im Zeitraum 2000 bis 2005 höher als der Anteil an Rohwassermessstellen mit abnehmenden Nitratgehalten.

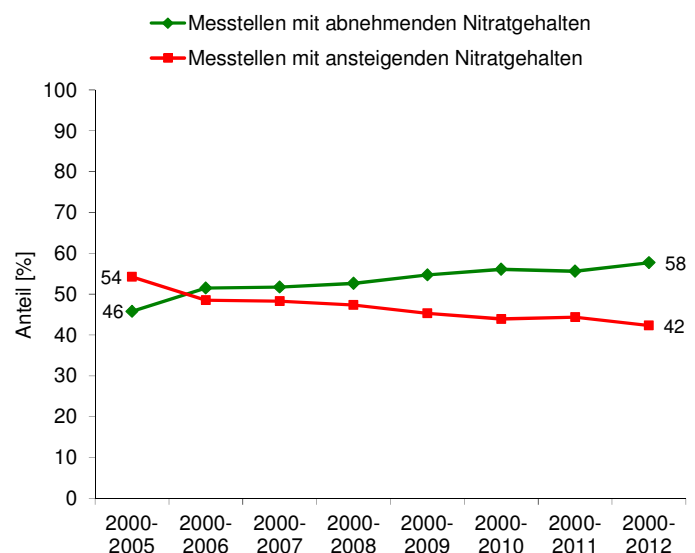


Abb. 22: Anteil an Rohwassermessstellen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit ansteigenden bzw. abnehmenden Nitratgehalten zwischen 2000 und 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten > 5 mg/l; n = 435)

Bei Berücksichtigung eines Bestimmtheitsmaßes von $R^2 = 0,6$ zeigt sich, wie bereits beim Grundwasser, dass der größte Anteil der Rohwassermessstellen keine signifikante Veränderung der Nitratgehalte aufwies. So lag der

Anteil an Rohwassermessstellen ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte im Zeitraum 2000 bis 2012 bei 80 %. Der Anteil an Rohwassermessstellen mit signifikant abnehmenden Nitratgehalten veränderte sich kaum und war mit 13 % im Zeitraum 2000 bis 2012 höher als der Anteil an Rohwassermessstellen mit signifikant ansteigenden Nitratgehalten, der von 10 % im Zeitraum 2000 bis 2005 auf 6 % im Zeitraum 2000 bis 2012 abnahm (Abb. 23).

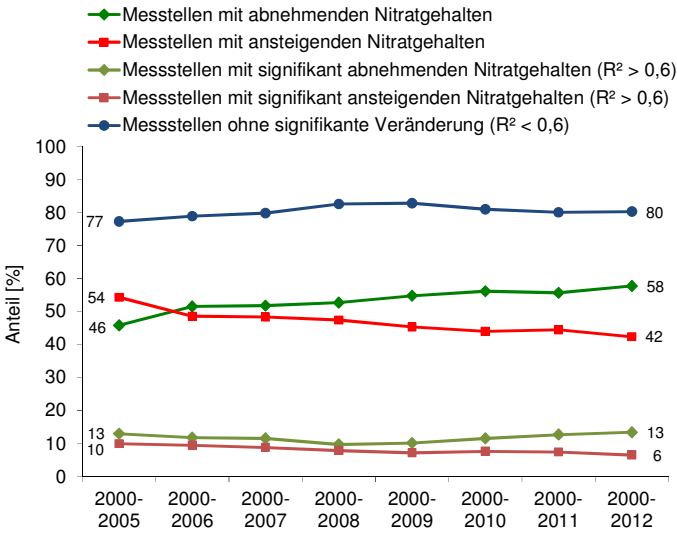


Abb. 23: Anteil an Rohwassermessstellen in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells mit signifikant ansteigenden bzw. abnehmenden Nitratgehalten sowie ohne signifikante Veränderung der Nitratgehalte ($R^2 < 0,6$) zwischen 2000 und 2012 (Messstellen mit Nitratgehalten $> 5 \text{ mg/l}$; $n = 435$)

Ein zeitnaher Rückgang der Nitratgehalte im Rohwasser aufgrund von Grundwasserschutzmaßnahmen ist i.d.R. bei Brunnen mit geringer Fördertiefe oder in Gebieten mit hohen Fließgeschwindigkeiten festzustellen. Der Rückgang der Nitratgehalte bei tiefen Grundwasserentnahmen, geringdurchlässigen Bodenschichten oder langen Fließzeiten ist dagegen erst mit entsprechender Zeitverzögerung zu erwarten.

Dass der Rückgang der Nitratgehalte im Rohwasser mit einer gewissen Zeitverzögerung einsetzt, wird an dem nachfolgenden Beispiel der Förderbrunnen der Kooperation Obere Leine deutlich: Die Förderung des Rohwassers erfolgt in der Kooperation Obere Leine in der Regel aus Kluft- bzw. Karstgrundwasserleitern der anstehenden Festgesteine (überwiegend Sand- und Kalksteine des Buntsandsteins und des Muschelkalkes). Entgegen der ursprünglichen Meinung, dass sich die Gewässergüte in

den oben beschriebenen Grundwasserleitern aufgrund der hohen Abstandsgeschwindigkeiten rasch verbessern müsste, haben Altersdatierungen der Gemeindewerke Bovenden und der Gemeinde Gleichen ein durchschnittliches Alter des geförderten Rohwassers von 10 bis 15 Jahren ergeben. Aus diesem Grund ließ der Rückgang der Nitratgehalte in den entsprechenden Brunnen zunächst auf sich warten. Seit 2007 lassen sich jedoch sinkende Nitratkonzentrationen im Rohwasser beobachten (Abb. 24).

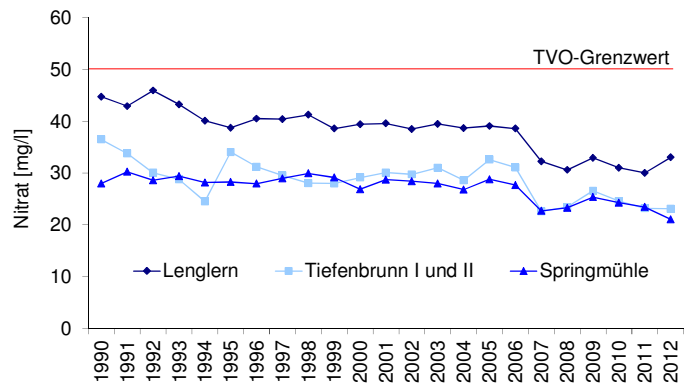


Abb. 24: Entwicklung der Nitratgehalte in den Förderbrunnen Lenglern, Tiefenbrunn I und II und Springmühle der Kooperation Obere Leine zwischen 1990 und 2012

Anhand des zeitverzögerten Rückgangs der Nitratgehalte im Rohwasser hat sich zum einen bestätigt, dass die ergriffenen Grundwasserschutzmaßnahmen die erhoffte Wirkung auf die Gewässergüte haben und zum anderen, dass Grundwasserschutz einen langen Atem braucht.

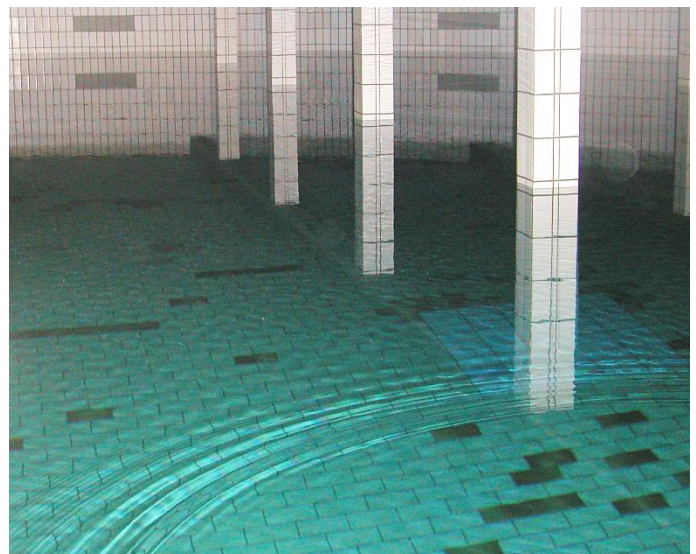


Bild 10: Hochbehälter im WSG Weendespring

5. Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

5.1 Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Wasserschutzzusatzberatung

Landesweit betragen die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen im Rahmen des Kooperationsmodells im Jahr 2012 rund 11,7 Mio. €, was rund 38 €/ha LF entsprach. Die Ausgaben pro Hektar waren im Festgesteinsgebiet mit 41 €/ha LF am höchsten und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser mit 36 €/ha LF am geringsten. Bezogen auf die einzelnen Freiwilligen Vereinbarungen hatte die Freiwillige Vereinbarung Begrünung mit Zwischenfrüchten landesweit mit rund 36 % den

höchsten Anteil an den Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen, gefolgt von der Freiwilligen Vereinbarung Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung (19 %). Diese Freiwilligen Vereinbarungen wiesen auch in allen drei Großräumen die höchsten Ausgaben auf, wobei die Freiwillige Vereinbarung Begrünung mit Zwischenfrüchten im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sogar einen Anteil von über 50 % an den Gesamtausgaben für Freiwillige Vereinbarungen hatte (Tab. 19).

Tab. 19: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen im Jahr 2012 (gerundete Werte) differenziert nach den Kategorien des MU-Maßnahmenkataloges (MU 2007d)

FV Code	Bezeichnung	Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen [€]			
		Fest-gestein	Lockergestein östl. d. Weser	Lockergestein westl. d. Weser	Land
I	Schlagbilanzen	6.042	3.185	2.057	11.284
I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	71.964	34.718	374.041	480.722
I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	90.753	58.557	118.104	267.415
I.C	Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik	55.985	49.396	503.263	608.645
I.D	Wirtschaftsdünger- und Bodenanalysen	2.572	2.244	2.274	7.090
I.E Brache	Brachebegrünung	12.609	10.437	5.082	28.129
I.E Sonst.	Begrünung Zwischenfr., Unters. u.ä.	654.844	2.270.769	1.276.951	4.202.564
I.F	Gewässerschon. Fruchtfolgegestaltung	1.037.514	616.928	558.297	2.212.738
I.G	Grünlandextensivierung	192.488	61.072	403.108	656.668
I.H	Grünlanderneuerung	11.242	50.347	212.506	274.095
I.I	Reduzierte N-Düngung	334.763	391.985	189.997	916.745
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	42.912	219.950	77.092	339.954
I.K	Maisengsaat	23.417	68.025	299.099	390.542
I.L	Unterfußdüngung	0	15.482	413	15.894
I.M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	3.779	35.774	0	39.553
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz	0	37.374	0	37.374
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	220.837	236.377	169.294	626.508
II	Umwandlung von Acker in Grünland	148.458	39.209	14.276	201.942
III	Erosionsschutz Forst	44.490	0	0	44.490
IV	Waldumbau	0	305.655	0	305.655
	Summe [€]	2.954.669	4.507.484	4.205.853	11.668.007
	Summe [€/ha LF]	41	36	38	38

Für die Wasserschutzzusatzberatung betragen die Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells landesweit im Jahr 2012 rund 6,1 Mio. €, was rund 20 €/ha LF entsprach. Im Festgesteinsgebiet sowie im Lockergesteins-

gebiet östlich der Weser waren die Ausgaben pro Hektar mit jeweils 21 €/ha LF am höchsten, während sie im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser mit 17 €/ha LF am geringsten waren. Über die Hälfte der Ausgaben

wurde in allen drei Großräumen für die Umsetzung der betrieblichen Beratung verwandt, während der übrige Teil für die Erhebung, Aktualisierung und Auswertung von

Grundlagendaten, für begleitende Untersuchungen und Versuche sowie für die Erfolgskontrolle verwandt wurde (Tab. 20).

Tab. 20: Ausgaben für die Wasserschutzzusatzberatung im Jahr 2012 differenziert nach einzelnen Arbeitsbereichen (gerundete Werte)

Land	Gesamtausgaben		Aufteilung der WZB-Ausgaben			
	Wasserschutz-Zusatzberatung		Grundlagendaten	Betriebliche Beratung	Untersuchungen/Versuche	Erfolgskontrolle
	[€]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]	[€/ha LF]
Land	6.084.730	20	2	11	2	5
Festgestein	1.525.394	21	2	11	3	5
Lockergestein östl. der Weser	2.690.895	21	2	11	3	6
Lockergestein westl. der Weser	1.868.441	17	2	10	1	4

Da davon auszugehen ist, dass die Höhe der Ausgaben für die betriebliche Beratung in direktem Zusammenhang zur Minderung der Stickstoffüberschüsse bzw. zur Minderung der Herbst-Nmin Gehalte stehen, wurden diese Ausgaben auch für die einzelnen Kooperationen dargestellt (Abb. 25). So variierten die Ausgaben für die betriebliche Beratung innerhalb der Kooperationen im Jahr 2012 zwischen 2,9 und 25,4 €/ha LF und unterschieden sich damit nahezu um das 8-Fache. Bezogen auf die Kooperationen mit den zweitniedrigsten (5,1 €/ha LF) bzw. zweithöchsten Ausgaben (22,8 €/ha LF), ergab sich immer noch ein Unterschied um nahezu das 5-Fache. Wie bereits aus Tabelle 20 hervorging, waren die Ausgaben für die betriebliche Beratung landesweit mit ca. 11 €/ha LF höher als die Ausgaben für die übrigen Bereiche der Wasserschutzzusatzberatung, die zusammen ca. 9 €/ha LF betragen. In den einzelnen Kooperationen ergab sich z.T. ein anderes Bild. So überstiegen die Ausgaben für die übrigen Bereiche in 27 der insgesamt 73 Kooperationen die Ausgaben für die betriebliche Beratung und in 4 Kooperationen überstiegen sogar die Ausgaben für die Erfolgskontrolle die Ausgaben für die betriebliche Beratung. Dagegen wurde in 8 Kooperationen komplett auf die Erhebung von Grundlagendaten verzichtet und in 3 Kooperationen auf Untersuchungen und Versuche. Die Gesamtausgaben für alle Bereiche der Wasserschutzzusatzberatung variierten in den einzelnen Kooperationen zwischen 4,9 und 39,9 €/ha LF und der Anteil, den die betriebliche Beratung an den Gesamtausgaben hatte, variierte zwischen 31 und 77 % (Abb. 25).

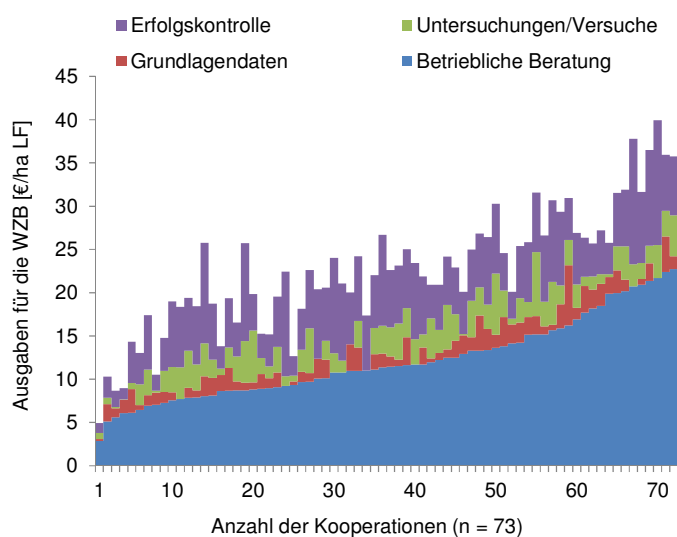


Abb. 25: Ausgaben für die Wasserschutzzusatzberatung differenziert nach einzelnen Arbeitsbereichen in den einzelnen Kooperationen im Jahr 2012 (sortiert nach ansteigenden Ausgaben für die betriebliche Beratung)

Insgesamt beliefen sich die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung im Jahr 2012 landesweit auf ca. 17,5 Mio. €, was 57 €/ha LF entsprach. Aufgrund der vergleichsweise hohen Anzahl an C-Gebieten im Festgesteinsgebiet und der damit verbundenen höheren Förderung je Hektar, waren die Ausgaben im Festgesteinsgebiet mit rund 62 €/ha LF am höchsten und mit rund 55 €/ha LF in den beiden Lockergesteinsgebieten am geringsten (Tab. 19 und Tab. 20).

Im Zeitraum 2004 bis 2012 sind die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung landesweit von ca. 16,6 Mio. € auf ca. 17,8 Mio. € angestiegen. Dabei sind die Ausgaben für die Wasserschutzzusatzberatung stetig von 5,8 auf 6,1 Mio. € angestiegen, während die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen generell von 10,8 auf 11,7 Mio. € angestiegen sind, dabei aber erheblichen Schwankungen unterlegen waren. So variierten die Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen zwischen 9,4 Mio. € im Jahr 2007 und 12,5 Mio. € im Jahr 2010. Da die Ausgaben für die Wasserschutzzusatzberatung relativ konstant waren, wurden die Gesamtausgaben im Zeitraum 2004 bis 2012 von der Variabilität der Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen bestimmt (Abb. 26).

Das Verhältnis zwischen den Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung lag landesweit im Mittel der Jahre 2004 bis 2012 bei 64 : 36 und variierte in den Großräumen zwischen

67 : 33 (Lockergesteinsgebiet westlich der Weser) und 63 : 37 (Festgesteinsgebiet, Abb. 26).

Die Entwicklung der Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen sowie die Wasserschutzzusatzberatung verlief in den drei Großräumen unterschiedlich. So sind die Ausgaben im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser zwischen 2004 und 2012 für die Wasserschutzzusatzberatung um ca. 0,3 Mio. € und für die Freiwilligen Vereinbarungen um ca. 1,0 Mio. € angestiegen. Dagegen sind die Ausgaben im Festgesteinsgebiet für die Wasserschutzzusatzberatung um ca. 0,4 Mio. € zurückgegangen, während die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen im Jahr 2012 genauso hoch waren wie im Jahr 2004. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser sind die Ausgaben zwischen 2004 und 2012 für die Wasserschutzzusatzberatung um ca. 0,4 Mio. € angestiegen, während die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen, wie im Festgesteinsgebiet auch, im Jahr 2012 genauso hoch waren wie im Jahr 2004 (Abb. 26).

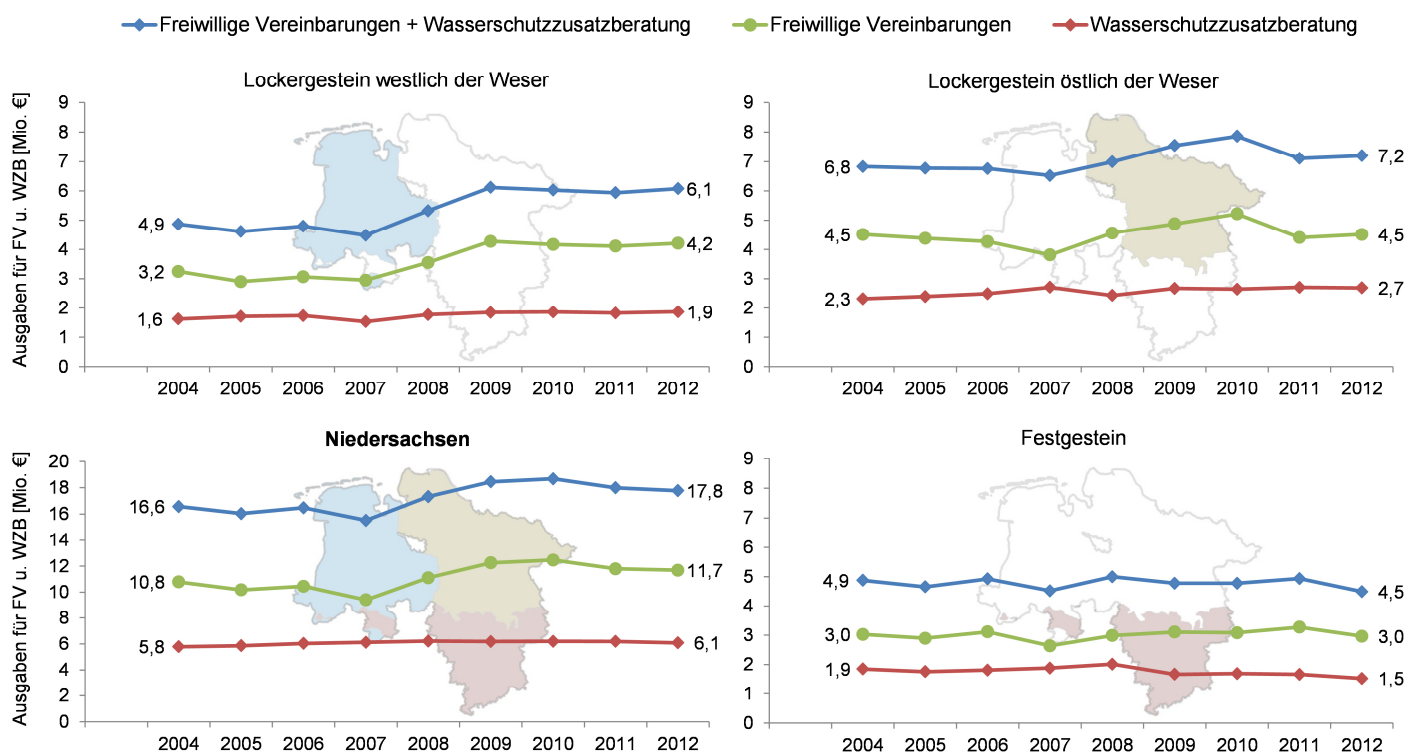


Abb. 26: Ausgaben für Freiwilligen Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung im Zeitraum 2004 bis 2012 (In den Jahren 2004 - 2007 sind bei den FV auch die Ausgaben für die sog. PROLAND-Maßnahmen zum Trinkwasserschutz enthalten.)

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 (Tab. 19) durch die Minde-

rung der Stickstoffüberschüsse (Tab. 15) bzw. durch die Minderung der Herbst-Nmin Gehalte (Tab. 17) dividiert. Danach ergab sich durch den Abschluss von Freiwilligen Vereinbarungen im Jahr 2012 eine mittlere Kosten-Nutzen-Effizienz in Höhe von 5,55 € pro kg Stickstoffüberschussminderung bzw. von 4,16 € pro kg Herbst-

Nmin-Minderung. Von den einzelnen Freiwilligen Vereinbarungen waren Maßnahmen mit vergleichsweise geringen Ausgleichsbeträgen wie „zeitliche Beschränkung der Aufbringung tierischer Wirtschaftsdünger“ oder Grünland-

erneuerung in Bezug auf die Stickstoff-Minderung effizienter als Maßnahmen mit hohen Ausgleichsbeträgen wie Umwandlung von Acker in Grünland oder Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung (Tab. 21).

Tab. 21: 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 2012

FV Code	Bezeichnung	Ausgleichsbetrag [€/ha]	N-Minderung [€/kg N]	
			N-Überschuss	Herbst-Nmin
I	Schlagbilanzen	3	∞	∞
I.A	Wirtschaftsdünger-Aufbringzeiten	11	1,13	1,13
I.B	Wirtschaftsdünger-Aufbringverzicht	143	5,70	9,51
I.C	Wirtschaftsdünger-Verteiltechnik	31	2,03	∞
I.E Brache	Brachebegrünung	109	2,17	2,17
I.E Sonst.	Begrünung Zwischenfrüchte, Untersaaten u.ä.	104	∞	3,48
I.F	Gewässerschonende Fruchtfolgegestaltung	245	8,18	8,18
I.G	Grünlandextensivierung	111	3,70	4,44
I.H	Grünlanderneuerung	31	3,06	1,02
I.I	Reduzierte N-Düngung	86	2,86	17,18
I.J	Reduzierte Bodenbearbeitung	41	4,08	2,72
I.K	Maisengsaat	46	∞	∞
I.L	Unterfußdüngung	26	2,63	2,63
I.M	Einsatz stabilisierter N-Dünger	33	3,34	3,34
I.N	Reduzierter Herbizideinsatz	17	∞	∞
I.O	Ökolandbau+ (Gewässerschutz)	146	2,43	4,86
II	Umwandlung von Acker in Grünland	294	5,88	5,88
Flächengewichteter Mittelwert		67	5,56	4,16

Die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung pro Kubikmeter gefördertem Rohwasser beliefen sich im Jahr 2012 landesweit auf 3,4 Cent. Dabei lagen die Ausgaben für die Freiwilligen Vereinbarungen und die Wasserschutzzusatzberatung im Festgesteinsgebiet mit 4,0 Cent pro Kubikmeter gefördertem Rohwasser über den Ausgaben der beiden Lockergesteinsgebiete, in denen sie durchschnittlich 3,2 Cent pro Kubikmeter gefördertem Rohwasser betragen (Tab. 22). Ursache für die höheren Ausgaben pro Kubikmeter gefördertem Rohwasser im Festgesteinsgebiet war der höhere Anteil an C-Gebieten und damit die höhere Förderung pro Hektar sowie die geringere Rohwasserförderung im Vergleich zu den beiden Lockergesteinsgebieten.

Tab. 22: Ausgaben für Freiwillige Vereinbarungen (FV) und Wasserschutzzusatzberatung (WZB) in ct/m³ gefördertem Rohwasser im Jahr 2012

Land	Ausgaben für FV und WZB in ct/m ³ gefördertem Rohwasser im Jahr 2012		
	FV	WZB	Gesamt
Land	2,2	1,2	3,4
Festgestein	2,6	1,4	4,0
Lockergestein östl. der Weser	2,1	1,3	3,4
Lockergestein westl. der Weser	2,1	0,9	3,0

5.2 Weitere Ausgaben im Rahmen des Kooperationsmodells

Neben den Ausgaben für die Wasserschutzzusatzberatung 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 rund 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.

Für Modell- und Pilotvorhaben betragen die Ausgaben zwischen 1994 und 1997 im Mittel rund 900.000 € pro Jahr, während sie sich zwischen 2000 und 2014 auf durchschnittlich rund 240.000 € pro Jahr beliefen.

Die Ausgaben für die landesweiten Aufgaben der Landwirtschaftskammer Niedersachsen betragen zwischen 1993 und 2005 rund 500.000 € pro Jahr und seit 2006 rund 250.000 € pro Jahr.

6. Gegenläufige Entwicklungen zu den Erfolgen des Kooperationsmodells

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

Im Einzelnen sind hier vor allem die folgenden Entwicklungen zu nennen:

- 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 aufgeführten Entwicklungen führen insgesamt zu schlechteren Rahmenbedingungen für das Grundwasser, sodass die Erfolge des Kooperationsmodells diese gegenläufigen Entwicklungen derzeit und auch in Zukunft nicht überall abfangen können. Daraus resultiert ein weiterer bzw. neuerlicher Anstieg der Nitratkonzentrationen in diversen Grundwassermessstellen, was jedoch nicht mit einem zukünftigen Anstieg der mittleren Nitratkonzentration in einzelnen Regionen gleichzusetzen ist.

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.

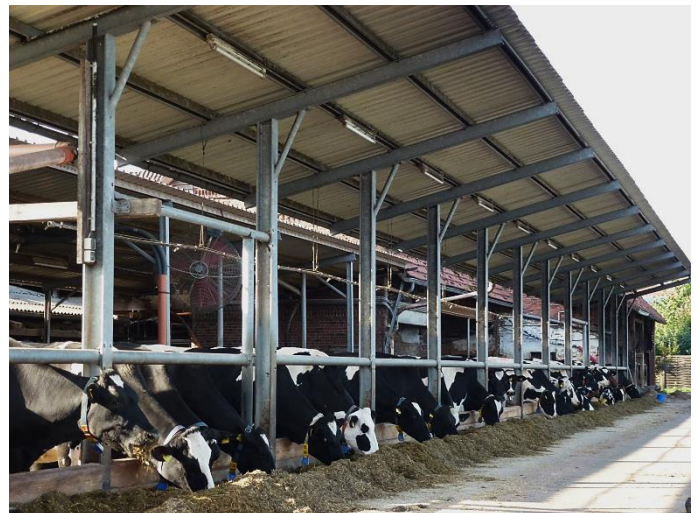


Bild 11: Rinderhaltung im Landkreis Cuxhaven

Die Stickstoffausbringung durch Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft ist von der Viehbesatzdichte abhängig. Diese ist in Niedersachsen höher als im gesamten Bundesdurchschnitt. So lag die Viehbesatzdichte zwischen 1998 und 2012 nach Angaben des Statistischen Bundesamtes in Niedersachsen relativ konstant bei 1,2 GV/ha. In der Bundesrepublik ging die Viehbesatzdichte dagegen von 0,9 GV/ha im Jahr 1998 auf 0,8 GV/ha im

Jahr 2012 zurück (Abb. 27). Demnach lag die Viehbesatzdichte in Niedersachsen im Jahr 2012 um ca. 0,4 GV/ha über dem Bundesmittel, was einer Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Höhe von ca. 30 kg N/ha entsprach. Nur in Nordrhein-Westfalen war die Viehbesatzdichte zwischen 1998 und 2012 noch höher als in Niedersachsen (DESTATIS mehrere Jahrgänge a und c).

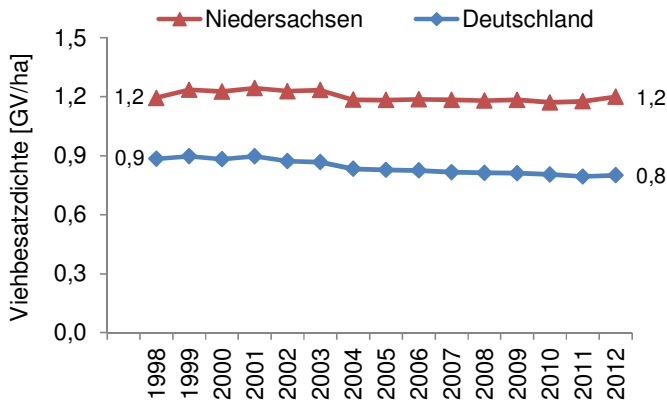


Abb. 27: Viehbesatzdichte in Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1998 und 2012 (Bezug: LF ohne Brache; Viehbestand: Einhufer, Rinder, Schweine, Schafe, Ziegen und Geflügel; eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und c)

Problematisch ist in Niedersachsen jedoch nicht nur der allgemein hohe Wirtschaftsdüngeranfall aus der Tierhaltung, sondern auch die ungleiche regionale Verteilung des Wirtschaftsdüngeranfalls. Nach den Daten des Nährstoffberichtes (LWK 2013) lag die mittlere Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Niedersachsen (bereinigt um die Im- und Exporte) im Jahr 2012 bei 97 kg N/ha. In der Region Weser-Ems lag der Stickstoffanfall von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft im Jahr 2012 bei 146 kg N/ha, und die höchsten Werte wurden mit 185 bzw. 171 kg N/ha in den Landkreisen Vechta und Cloppenburg erreicht (Abb. 28). D.h., im Mittel der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche dieser beiden Landkreise wurde die Vorgabe nach § 4 (3) der Düngeverordnung nicht eingehalten. Nach § 4 (3) der Düngeverordnung dürfen aus Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft nach Abzug von Stall- und Lagerungsverlusten auf Betriebsebene nicht mehr als 170 kg N/ha ausgebracht werden (DüV 2007).

Aber nicht nur die Viehbesatzdichte bzw. die Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft waren in Niedersachsen höher als im Bundesdurchschnitt. Auch der Absatz stickstoffhaltiger Mineraldünger

war in Niedersachsen zwischen 1998 und 2012 im Mittel um 13 kg N/ha höher als im Bundesdurchschnitt (Abb. 29). D.h. wir haben in Niedersachsen nicht nur ein hohes Niveau an Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft, 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 Potenzial zur Verbesserung der Nitratbelastung mit sich, da es weniger Schwierigkeiten bereiten sollte, den Mineraldüngerzukauf zu reduzieren als den Wirtschaftsdüngeranfall.

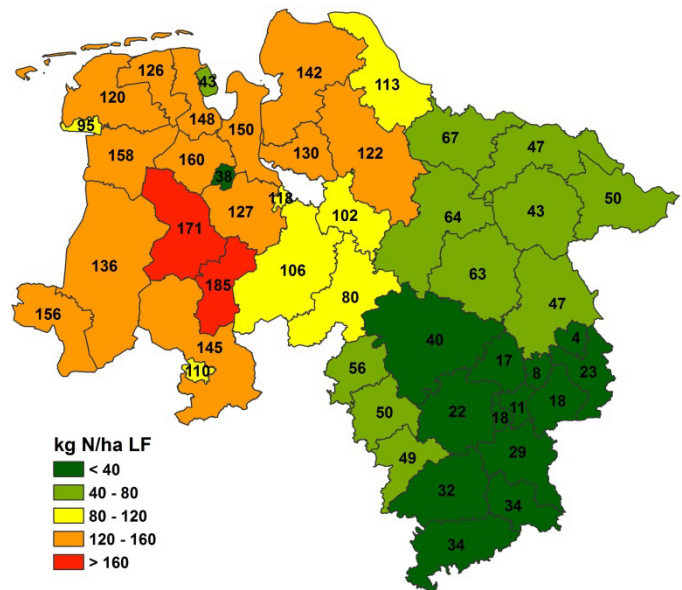


Abb. 28: Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte in den Landkreisen Niedersachsens im Jahr 2012 (Darstellung mit Daten aus LWK 2013)

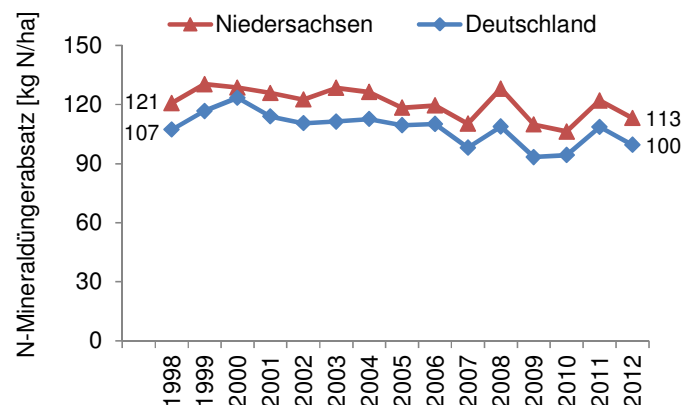


Abb. 29: Absatz stickstoffhaltiger Mineraldünger in Niedersachsen und der Bundesrepublik Deutschland zwischen 1998 und 2012 (Bezug: LF ohne Brache; eigene Berechnung nach DESTATIS mehrere Jahrgänge a und b)

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

In Niedersachsen ist seit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG 2004) im Jahr 2004 ein deutlicher Anstieg an Biogasanlagen zu verzeichnen, sodass Ende 2013 in Niedersachsen 1.550 Biogasanlagen in Betrieb waren (HÖHER 2014). 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 2012 und 2013 auf rund 70 Anlagen pro Jahr zurück ging (ML 2012). Für 2014 erwartet der Fachverband Biogas einen weiteren Einbruch im Anlagenneubau (FACHVERBAND BIOGAS 2014).

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 von Biogasanlagen war auch eine Zunahme des Silomaisanbaus verbunden. Der Silomais weist höhere Herbst-Nmin Gehalte auf und verursacht somit höhere Nitrateinträge in das Grundwasser als dies

z.B. bei Getreide der Fall ist (Abb. 12).

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. Diese Entwicklung deckte sich auch mit dem Biogasanlagenneubau, der wie bereits beschrieben ab 2012 kaum Zuwächse zu verzeichnen hatte. Zwischen 2005 und 2012 stieg der Silomaisanteil in den beiden Lockergesteinsgebieten um mehr als 10 %, im Festgesteinsgebiet dagegen nur um etwa 5 %. Am höchsten war der Silomaisanteil in den Trinkwassergewinnungsgebieten im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser, wo er im Jahr 2011 mit einem Anteil von 25,3 % sein Maximum erreichte. Dagegen betrug der Silomaisanteil in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes maximal 7,1 % (Abb. 30). 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).

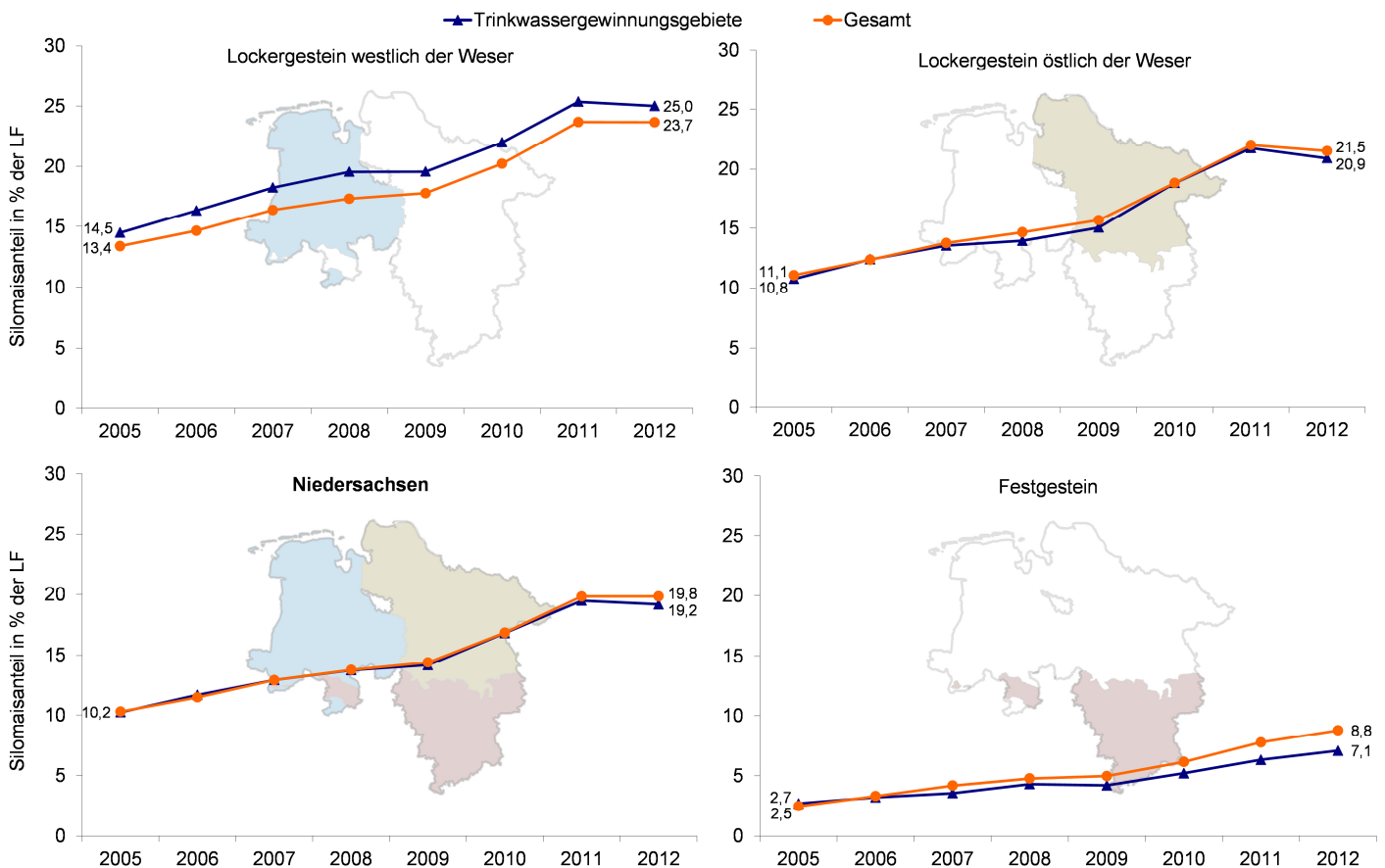


Abb. 30: Entwicklung des Silomaisanteils in Niedersachsen sowie in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells (differenziert nach den drei Großräumen sowie landesweit) in den Jahren 2005 bis 2012 (Darstellung mit InVeKoS-Daten des SLA mehrere Jahrgänge und mit Daten des LSKN mehrere Jahrgänge)

Mit der ansteigenden Produktion von Silomais, der 2012 in Niedersachsen zu ca. 40 % in die Biogasanlagen gelangte (ML 2012), 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 Nitratreiträge in das Grundwasser gelangen können.

Landesweit kamen zu der Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Höhe von 97 kg N/ha noch 19 kg N/ha aus Gärresten pflanzlicher Herkunft hinzu, was 16 % der gesamten Stickstoffausbringung aus Wirtschaftsdüngern tierischer und pflanzlicher Herkunft entsprach. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war die zusätzliche Stickstoffausbringung aus Gärresten pflanzlicher Herkunft mit 21 kg N/ha am größten. Aufgrund der hohen Stickstoffausbringung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft in Höhe von 138 kg N/ha entsprachen diese 21 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 13 kg N/ha, was aber einem Anteil von 24 % entsprach (Abb. 31).

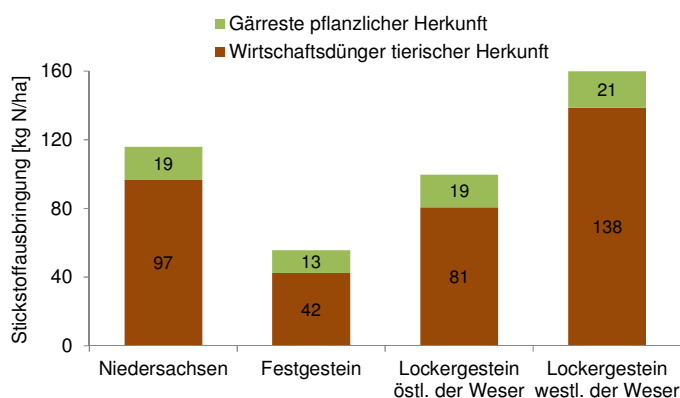


Abb. 31: N-Ausbringung von WD tier. Herkunft nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste, bereinigt um Im- und Exporte sowie von Gärresten pfl. Herkunft in den drei Großräumen Nds. im Jahr 2012 (Darstellung mit Daten aus LWK 2013)

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.



Bild 12: Grünlandnutzung im WSG Offensen

Im Zeitraum 2005 bis 2012 hat der Grünlandanteil in allen Großräumen Niedersachsens abgenommen und das sowohl in den Trinkwassergewinnungsgebieten als auch auf der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche Niedersachsens. Hauptursache für diese Entwicklung war der Rückgang der Rinderhaltung (insbesondere der Milchviehhaltung), aber auch der gestiegene Flächenbedarf für den Energiepflanzenanbau (vorwiegend Mais). Bezüglich der Trinkwassergewinnungsgebiete war der Rückgang des Grünlandanteils zwischen 2005 und 2012 im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser am größten und im Festgesteinsgebiet am geringsten. Von 2005 bis 2009 verlief der Rückgang des Grünlandanteils in Niedersachsen sowie in den Trinkwassergewinnungsgebieten Niedersachsens nahezu parallel. 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 Dauergrünland anzusäen ist. Durch diese Verordnung konnte der Rückgang des Grünlandanteils weitgehend gestoppt werden. So ging der Grünlandanteil in Niedersachsen zwischen 2009 und 2012 nur noch um 0,2 % zurück (von 27,0 % auf 26,8 %), während er in den Trinkwassergewinnungsgebieten Niedersachsens nicht weiter zurück ging, sondern sogar um 0,2 % angestiegen ist (von 25,9 auf 26,1 %). Dieser landesweite Anstieg war vor allem auf den Anstieg des Grünlandanteils von 35,7 auf 36,7 % in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Lockergesteinsgebietes westlich der Weser zurückzuführen. In den Trinkwassergewinnungsgebieten des Festgesteinsgebietes blieb der Grünlandanteil zwischen 2009 und 2012 mit durchschnittlich 16,7 % dagegen konstant und in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Lockergesteinsgebietes östlich der Weser nahm der Grünlandanteil zwischen 2009 und 2012 von 22,4 auf 22,0 % weiter ab (Abb. 32).

Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen

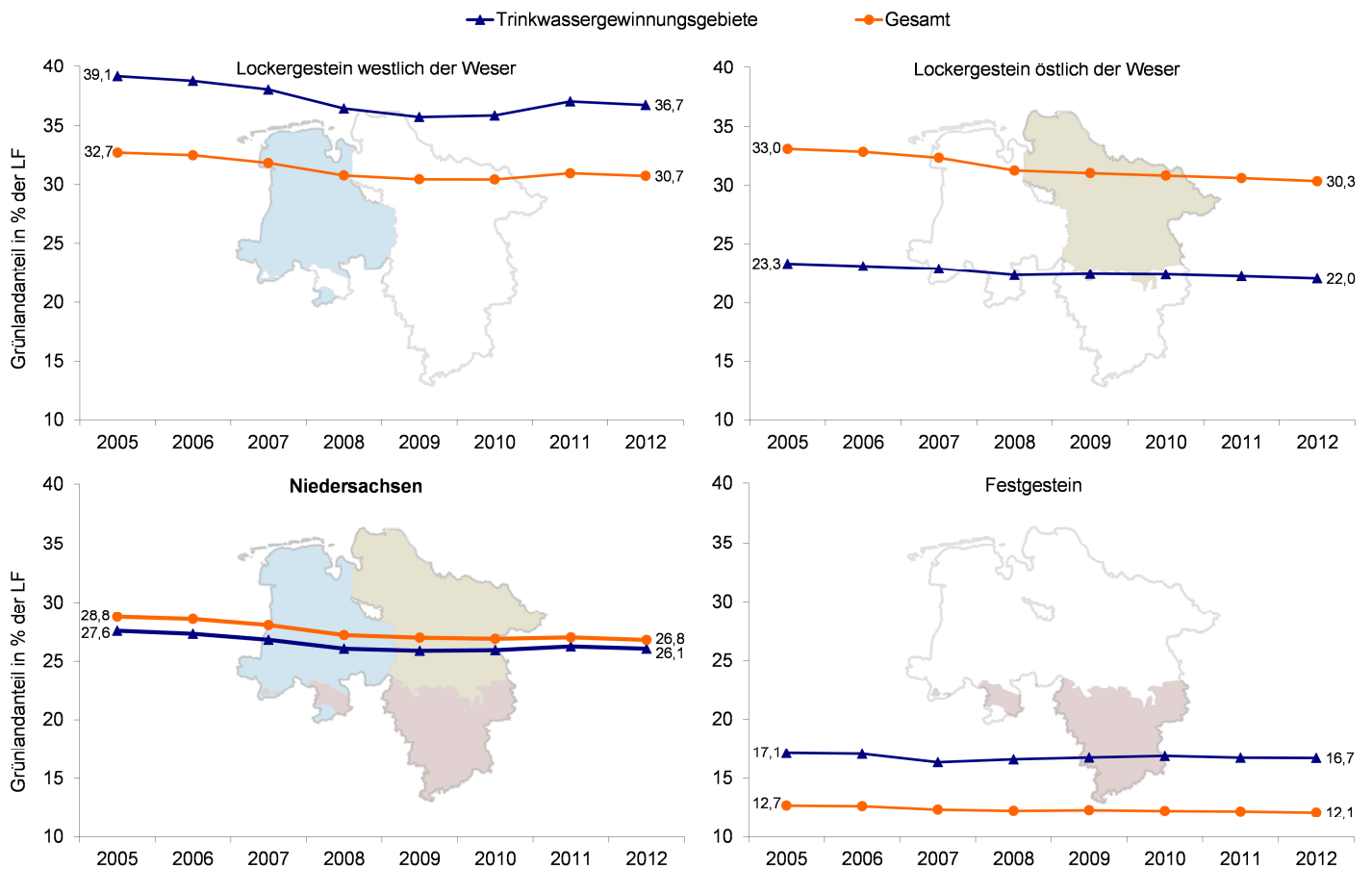


Abb. 32: Entwicklung des Grünlandanteils in Niedersachsen sowie in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells (differenziert nach den drei Großräumen sowie landesweit) in den Jahren 2005 bis 2012 (Darstellung mit InVeKoS-Daten des SLA mehrere Jahrgänge und mit Daten des LSKN mehrere Jahrgänge)

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.

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-Mine-

ralisation 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 für jeden Feldblock in den Trinkwassergewinnungsgebieten aus der Differenz der Grünlandfläche im Bezugsjahr und der des Vorjahres ermittelt. Nach dieser Methode wurden auch die Grünlandumwandlungen erfasst, die durch Grünlandneuanfaat in anderen Feldblöcken kompensiert wurden.

Die Grünlandumwandlungen in Ackerland nahmen in den Trinkwassergewinnungsgebieten mit Einführung der Dauergrünlanderhaltungsverordnung (ML 2009) landesweit von ca. 4.000 ha im Jahr 2009 auf ca. 2.000 ha im Jahr 2012 ab. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war die Abnahme der Grünlandumwandlungen zwischen 2009 und 2012 mit 52 % am größten und im Festgesteinsgebiet mit 35 % am geringsten. Im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser lag die Abnahme der Grünlandumwandlung zwischen 2009 und 2012 bei 48 % (Abb. 33). Landesweit ging der Anteil der Grünlandumwandlung in Ackerland bezogen auf die gesamte Grünlandfläche in den Trinkwassergewinnungsgebieten von 5,1 % im Jahr 2009 auf 2,6 % im Jahr 2012 zurück. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser ging dieser Anteil von 6,3 % auf 3,0 % zurück, im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser von 4,2 % auf 2,3 % und im Festgesteinsgebiet von 3,2 % auf 2,1 %.

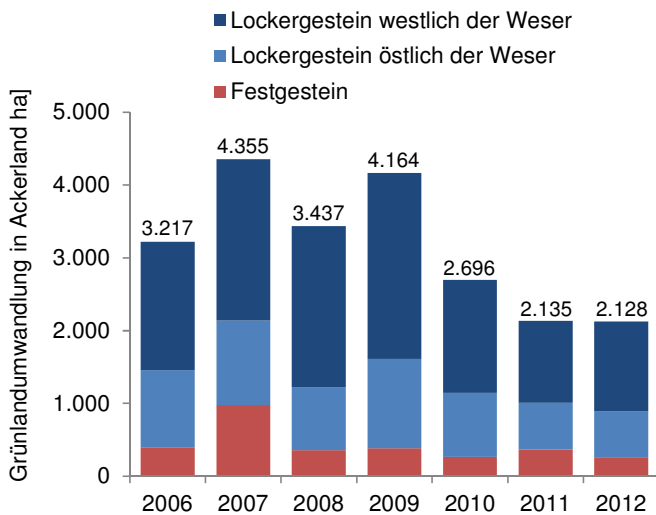


Abb. 33: Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells in den Jahren 2006 bis 2012

In den Jahren 2006 bis 2010 wurden in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells nahezu 18.000 ha Grünland in Ackerland umgewandelt. Hieraus ergab sich für das Jahr 2010 eine N-Auswaschung in das Grundwasser in Höhe von rund 7.000 t Stickstoff bzw. 22,8 kg N/ha LF. In den Jahren

2008 bis 2012 verringerten sich die Grünlandumwandlungen auf unter 15.000 ha, woraus eine entsprechend niedrigere Stickstoffauswaschung in das Grundwasser im Jahr 2012 in Höhe von ca. 6.000 t Stickstoff bzw. 18,6 kg N/ha LF resultierte. Im Lockergesteinsgebiet westlich der Weser war die N-Auswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland mit über 30 kg N/ha am größten, während die N-Auswaschung im Festgesteinsgebiet und im Lockergesteinsgebiet östlich der Weser ca. 15 kg N/ha betrug. Ein Rückgang der N-Auswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen war in allen Großräumen zu verzeichnen (Abb. 33 und Abb. 34).

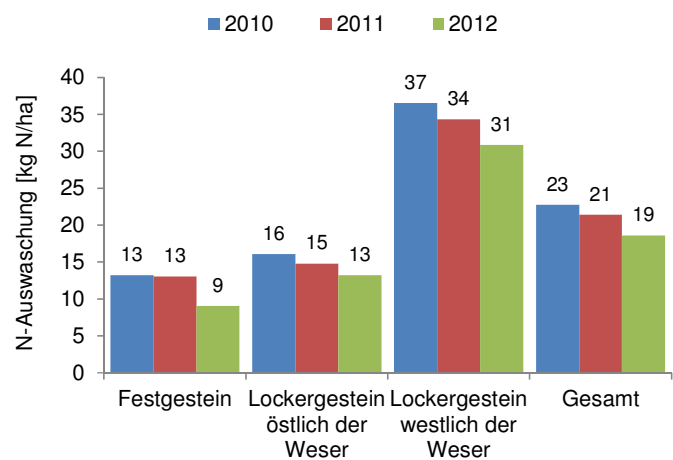


Abb. 34: N-Auswaschung in den TGG des Niedersächsischen Kooperationsmodells in den Jahren 2010 bis 2012 aufgrund von Grünlandumwandlungen in Ackerland der Jahre 2006 bis 2012

Wenn die Fläche der Grünlandumwandlungen in Ackerland in den nächsten Jahren in den Trinkwassergewinnungsgebieten des Niedersächsischen Kooperationsmodells auf dem Stand von 2012 stagniert, dann geht die N-Auswaschung aufgrund von Grünlandumwandlungen bis 2016 auf ca. 4.000 t N bzw. 14 kg N/ha LF zurück.



Bild 13: Grünlandumbruch im WSG Gronespring

Steigende Herbst-Nmin Gehalte aufgrund veränderter Anbauverhältnisse

Die Herbst-Nmin Gehalte sind neben Standortfaktoren, Bewirtschaftungseffekten und dem Witterungsverlauf vor allem von den angebauten Kulturen abhängig. So fallen die Herbst-Nmin Gehalte z.B. unter Zuckerrüben und Grünland deutlich geringer aus als unter Raps und Silomais (Tab. 22).

Tab. 22: Mittlere Herbst-Nmin Gehalte unterschiedlicher Kulturen ohne Maßnahmen der Jahre 2008 bis 2012 (n = 9.431)

Kulturen	Herbst-Nmin Gehalte [kg N/ha]
Zuckerrüben	35
Grünland	41
Sommergetreide	56
Wintergetreide	69
Silomais	76
Raps	83

Anhand der mittleren Herbst-Nmin Gehalte (Tab. 22) und der Entwicklung der Anbauflächen von Wintergetreide, Grünland, Sommergetreide, Silomais, Raps und Zuckerrüben in Niedersachsen zwischen 1994 und 2013 (Abb. 35) lassen sich die theoretischen mittleren Herbst-Nmin Gehalte für die einzelnen Jahre berechnen (Abb. 36).

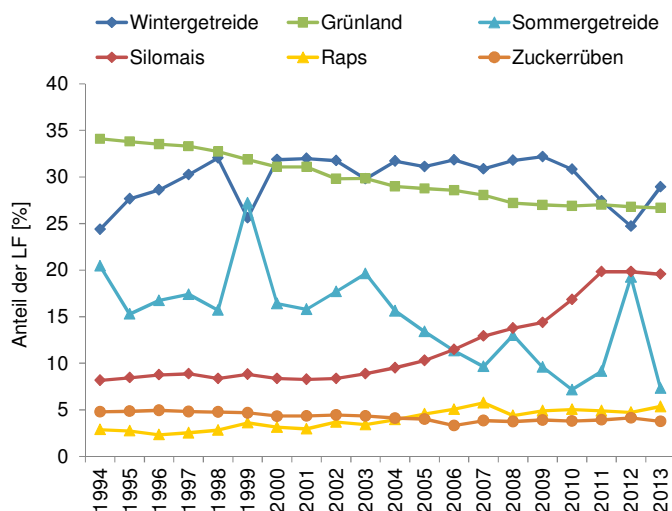


Abb. 35: Anteil von Wintergetreide, Grünland, Sommergetreide, Silomais, Raps und Zuckerrüben an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) Niedersachsens von 1994 bis 2013

Bezüglich der Entwicklung der Anbauflächen fallen vor allem die Abnahme des Grünland- und Sommergetreideanteils sowie der Anstieg des Silomaisanteils auf (bzgl. der Entwicklung des Grünland- bzw. Silomaisanteils siehe S. 41 ff.). Der Anteil des Sommergetreides nahm vor allem ab 2003 deutlich ab. Der hohe Wert 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.

Aus den für Niedersachsen berechneten, theoretischen Herbst-Nmin Gehalten geht hervor, dass die Veränderung der Anbaustruktur zwischen 1994 und 2013 einen theoretischen Anstieg der Herbst-Nmin Gehalte um ca. 6 kg N/ha zur Folge hatte (Abb. 36). 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 2013 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.

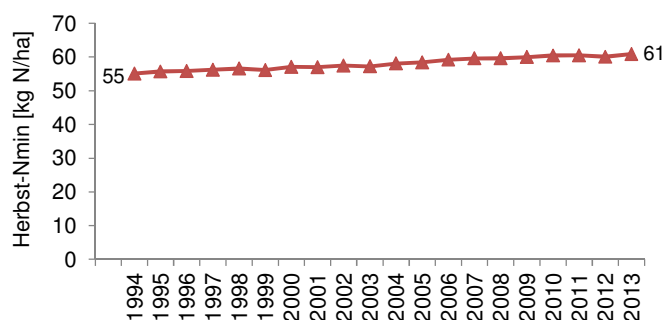


Abb. 36: Entwicklung der theoretischen Herbst-Nmin Gehalte in Niedersachsen für die Jahre 1994 bis 2013 aufgrund der veränderten Anbaustruktur (Abb. 35) und der mittleren Herbst-Nmin Gehalte (Tab. 22)

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 zu molekularem Stickstoff 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 oder aus der Aufspaltung von Eisensulfiden (z.B. Pyrit = FeS_2) des Untergrunds beziehen. Bei letzterem werden die Sulfide zu Sulfat (SO_4^{2-}) aufoxidiert. Dieser Prozess hat in einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten bereits zu einem Anstieg der Sulfatkonzentration im Grund- und Rohwasser geführt. Im Grund-

wasserleiter 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). Da der Zeitpunkt des Nitratdurchbruches vor allem von der Verfügbarkeit geeigneter Reduktionsmittel abhängig ist, variiert er in den einzelnen Trinkwassergewinnungsgebieten sehr stark. Bisher fehlen noch praxistaugliche Instrumentarien, um das in Trinkwassergewinnungsgebieten vorhandene Abbauvermögen zu quantifizieren und die Zeiträume zu prognostizieren, in denen ein kritischer Anstieg der Nitratkonzentration im Rohwasser zu befürchten ist. Diese Instrumentarien zu entwickeln, ist Ziel eines DVGW-Projektes des Rheinisch-Westfälischen Instituts für Wasserforschung (IWW) in Mülheim an der Ruhr (HANSEN et al. 2011).

7. Fazit und Ausblick



Bild 14: Hinweisschild Wasserschutzgebiet Ende

Der vorliegende Bericht bietet einen aktuellen Überblick zum Stand des Niedersächsischen Kooperationsmodells Trinkwasserschutz. Einen Schwerpunkt nimmt dabei die Rückschau der Erfolgsbewertung des Kooperations-

modells 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 Wasserschutzzusatzberatung 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 2012 insgesamt zu einem Rückgang der mittleren Nitratkonzentration in den Erfolgskontrollmessstellen der Trinkwassergewinnungsgebiete Niedersachsens und das in allen größeren Regionen. Außerhalb der Trinkwassergewinnungsgebiete fand dagegen zwischen 2000 und 2012 auf der Grundlage der Referenzmessstellen kein Rückgang der Nitratgehalte statt.

Die Notwendigkeit, in den Trinkwassergewinnungsgebieten auch zukünftig Maßnahmen gegen Nitrateinträge in das Grundwasser im Sinne eines vorsorgenden Trinkwasserschutzes umzusetzen, besteht jedoch 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 2012 ca. 33 % der Erfolgskontrollmessstellen eine Nitratkonzentration von über 50 mg/l auf, und die Nitratgehalte sind zwischen 2000 und 2012 bei 38 % der Grundwassermessstellen sowie bei 42 % der Förderbrunnen angestiegen.

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 landwirtschaftli-

chen 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 derzeit anstehende Novellierung der Düngeverordnung die grundlegende Voraussetzung für die erfolgreiche Weiterführung des kooperativen Grund- und Trinkwasserschutzes.

Aktuelle Informationen zum Kooperationsmodell bezüglich rechtlicher Vorgaben, Finanzhilfe, Wasserschutzzusatzberatung, 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

8. Literaturverzeichnis

- 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 2007 / Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung - DüV) vom 27. Februar 2007; BGBl. I S. 221, ausgegeben zu Bonn am 05. März 2007
- EEG 2004 / Gesetz zur Neuregelung des Rechts der Erneuerbaren Energien im Strombereich (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom 21. Juli 2004; BGBl. I S. 1918, ausgegeben zu Bonn am 31. Juli 2004
- FACHVERBAND BIOGAS 2014 / Fachverband Biogas (2014): Fachverband Biogas: Anlagenneubau tendiert gegen Null. Pressemitteilung vom 14. Juli 2014. Freising
- 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 Wasserschutzzusatzberatung in den Trinkwassergewinnungsgebieten der Kooperation Obere Leine aus den Jahren 1993 bis 2008. Unveröffentlichter Bericht. Reinhausen
- GWRL 2006 /118/EG zum Schutz des Grundwassers vor Verschmutzung und Verschlechterung vom 12.12.2006, zuletzt geändert am 20.06.2014

- HANSEN et al. 2011 / HANSEN, C., WEBER, F.-A., STRAATEN, L. VAN, WILDE, S., BERK, W. VAN, HÄUßLER, S., RÖDELSPERGER, M., DIEDRICH, P., FRANKO, U., (2011): Konsequenzen nachlassenden Nitratabbaus in Grundwasserleitern. In: Energie Wasser-Praxis, Jg.: 62, Nr.10, 2011, S. 44 - 49.
- HÖHER 2014 / HÖHER, G. C. (2014): Systemdienstleistungen durch Biogas und Synergien in der Landwirtschaft. Vortrag anlässlich der Tagung Nährstoffmanagement von Wirtschaftsdüngern und Gärresten am 03. Juli 2014 in Hannover. Hannover
- LSKN 2011 / LANDESBETRIEB FÜR STATISTIK UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE NIEDERSACHSEN (2011): Viehbestände nach Kategorien für Niedersachsen auf Gemeindeebene aus der Landwirtschaftszählung 2010. Excel-Tabelle per mail am 22.09.2011 von Frau Ehrke. Hannover
- LSKN mehrere Jahrgänge / LANDESBETRIEB FÜR STATISTIK UND KOMMUNIKATIONSTECHNOLOGIE NIEDERSACHSEN (mehrere Jahrgänge): Statistische Berichte Niedersachsen. Bodennutzung und Ernte. Hannover
- LWK (2013) / LANDWIRTSCHAFTSKAMMER NIEDERSACHSEN (2013): Nährstoffbericht in Bezug auf Wirtschaftsdünger für Niedersachsen 2012/2013. 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 2007a / 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 2007b / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2007): Prioritätenprogramm Trinkwasserschutz (Entwurf). Hannover
- MU 2007c / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2007): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen für Vorhaben zum Trinkwasserschutz in Trinkwassergewinnungsgebieten im Rahmen der Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums (Kooperationsprogramm Trinkwasserschutz). RL d. MU v. 23.11.2007. Nds. MBI. S. 1727. Hannover
- MU 2007d / NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2007): Maßnahmenkatalog. Fachliche Vorgaben für Freiwillige Vereinbarungen und Berechnungsgrundlagen für Ausgleichszahlungen gem. § 47 h NWG. 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
- NLÖ 2001a / NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (Hrsg.) (2001): Anwenderhandbuch für die Zusatzberatung Wasserschutz. Grundwasserschutzorientierte Bewirtschaftungsmaßnahmen in der Landwirtschaft und Methoden zu ihrer Erfolgskontrolle. Grundwasser Band 1. Hildesheim
- NLÖ 2001b / NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (Hrsg.) (2001): Ökologischer Landbau in Niedersachsen als ein Beitrag zur nachhaltigen Landwirtschaft und zum Gewässerschutz. Ergebnisse aus vier Pilotprojekten. Hildesheim
- NLÖ 2004a / NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (Hrsg.) (2004): Integriertes Sanierungskonzept für ein hoch nitratbelastetes Trinkwassereinzugsgebiet im Bereich des unteren Wesertales. Ergebnisse des Pilotprojektes Schutzgebietsmanagement Großenwieden, Grundwasser Band 4. Hildesheim
- NLÖ 2004b / NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (Hrsg.) (2004): Integriertes Wasserschutzgebietsmanagement Deistervorland. Erfahrungen und Ergebnisse des NLÖ-Pilotprojektes, Grundwasser Band 5. Hildesheim
- NLWKN 2007 / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2007): Grundwasserversauerung – Methoden zur Gefährdungsabschätzung und Mög-

- lichkeiten zu Gegenmaßnahmen. Grundwasser Band 7. Norden
- NLWKN 2010a / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2010a): Energiepflanzenanbau, Betrieb von Biogasanlagen und Gärrestemanagement unter den Anforderungen des Grundwasserschutzes. Grundwasser Band 10. Norden
- NLWKN 2010b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (Hrsg.) (2010b): Nitratausträge unter Wald. Untersuchungen auf Standorten mit hohen luftbürtigen Stickstoffeinträgen. Grundwasser Band 9. Norden
- NLWKN 2011 / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2011): Trinkwasserschutzkooperationen in Niedersachsen. Grundlagen des Kooperationsmodells und Darstellung der Ergebnisse. Grundwasser Band 13. Norden
- NLWKN 2012a / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2012a): Pflichtenheft für die Datenerfassung im DIWA-Shuttle. Norden
- NLWKN 2012b / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2012b): 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 2012c / NIEDERSÄCHSISCHER LANDESBETRIEB FÜR WASSERWIRTSCHAFT, KÜSTEN- UND NATURSCHUTZ (2012c): Messung des Exzess-N₂ im Grundwasser mit der N₂/Ar-Methode als neue Möglichkeit zur Prioritätensetzung und Erfolgskontrolle im Grundwasserschutz. Grundwasser Band 15. 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 Wasser-
- rahmenrichtlinie. 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
- StK 2014 / NIEDERSÄCHSISCHE STAATSKANZLEI (2014): Ressourcenschutz und Inflationsausgleich: Kabinett bringt Anpassung der Wasserentnahmegebühr auf den Weg. Kabinetts-Pressemitteilung Nr. 142/2014 vom 12.08.2014. Hannover
- STW. HANNOVER 2013 / STADTWERKE HANNOVER AG (2013): Zwischenbericht N90-MuP. Auswertung der Berichtsbögen der Beratungsträger. Hannover
- STW. HANNOVER & NLÖ 2000 / STADTWERKE HANNOVER AG & NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR ÖKOLOGIE (Hrsg.) (2000): Waldbewirtschaftung im Zeichen des Trinkwasserschutzes - Empfehlungen zum Waldbau mit Ergebnissen aus dem Pilotprojekt Grundwasserschutzwald im Fuhrberger Feld. Hildesheim
- 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.