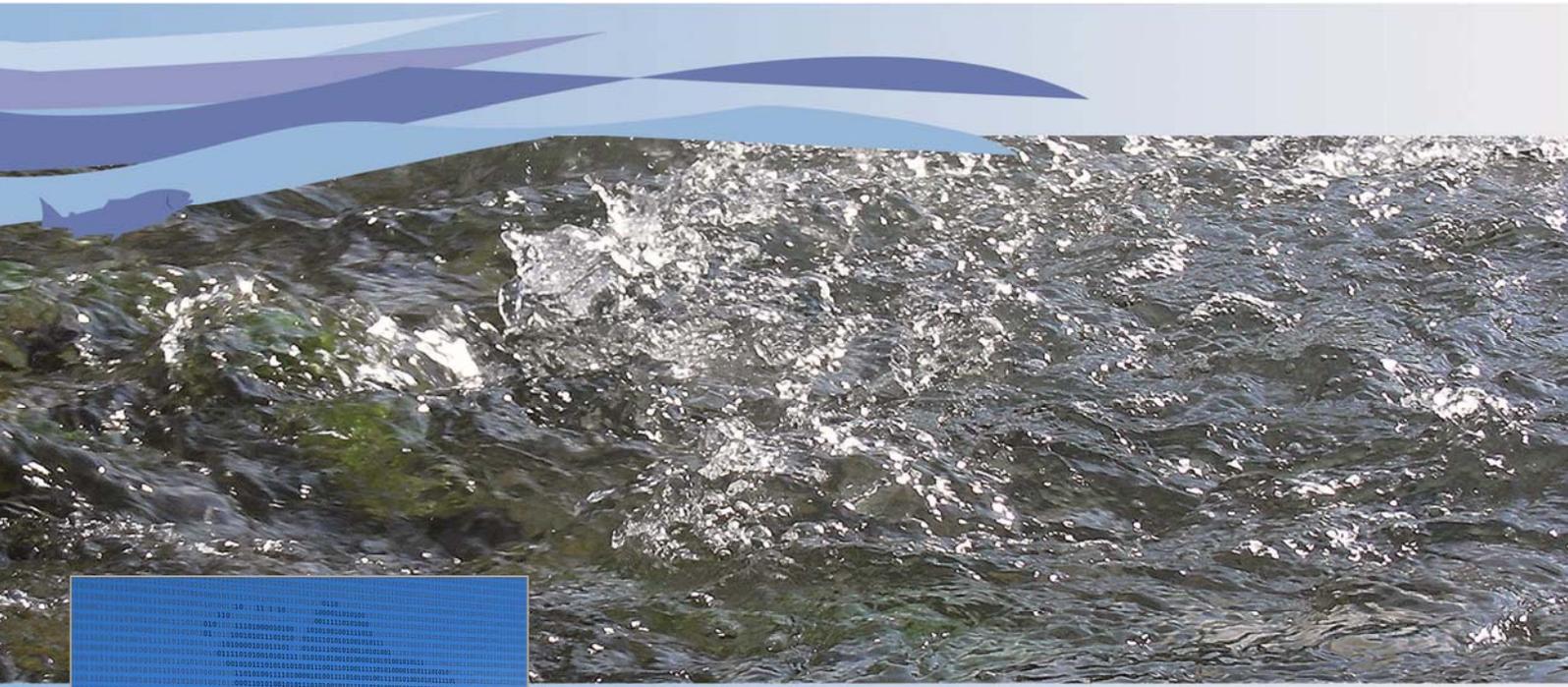




Informationsdienst Gewässerkunde | Flussgebietsmanagement 2/2016

Niedersächsischer Landesbetrieb für
Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz



Ergebnisse aus dem AGRUM-Niedersachsen-Projekt

Reduktionserfordernis diffuser
Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer:
Handlungsbedarf, Maßnahmenoptionen und
Grenzen der Umsetzbarkeit



Niedersachsen

Ergebnisse aus dem AGRUM-Niedersachsen-Projekt

Reichen die derzeitigen Maßnahmen aus, um die Ziele für Stickstoff (N) und Phosphor (P) in den Oberflächengewässern am Ende der zweiten Bewirtschaftungsperiode der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) 2021 in Niedersachsen zu erreichen?

Von Stephanie Gudat und Oliver Melzer, NLWKN Betriebsstelle Hannover-Hildesheim

Inhalt

Ergebnisse aus dem AGRUM-Niedersachsen-Projekt	S. 2
Vorgehen im AGRUM-Niedersachsen-Projekt	S. 2
Stickstoffeinträge im Basisjahr 2007	S. 3
Prognose für das Jahr 2021	S. 5
Phosphorquellen und -einträge in 2007 und erforderliche Reduktion bis 2021	S. 10
Mögliche Maßnahmen und deren erforderlicher Umfang zum Erreichen der Ziele	S. 11
Fazit und Schlussfolgerung	S. 12

Am 24. Juni 2016 ist die neue Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (Oberflächengewässerverordnung – OGewV) in Kraft getreten. Diese trifft mit dem hinzu gekommenen § 14 neue Regelungen zur Reduzierung der Stickstoffbelastung aus Gründen des Meeresschutzes. Für in die Nordsee mündende Flüsse ist ein Jahresmittelwert von 2,8 mg TN/l (Gesamtstickstoff pro Liter) festgelegt, der an den Übergangsstellen limnisch/marin gilt. Damit setzt die Verordnung meeresökologische Zielwerte fest, die bei der Bewirtschaftung der gesamten Flussgebiete für das Erreichen des guten Zustands der Übergangs- und Küstengewässer nach der WRRL einzuhalten und zu überwachen sind.

Gleichzeitig wurden mit den Anforderungen an den guten ökologischen Zustand und das gute ökologische Potenzial für allgemeine physikalisch-chemische Parameter für verschiedene Gewässertypen, sogenannte Orientierungswerte, insbesondere für Gesamtphosphor (TP), festgelegt.

Um die meeresökologischen Anforderungen der WRRL und der Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie bei der Bewirtschaftungsplanung berücksichtigen zu können, ist es notwendig, die Anforderungen ins Binnenland zu übertragen.

Die Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) hat in einer Empfehlung aus dem Jahr 2013 (LAWA, 2013) unter Berücksichtigung der Retention in den Gewässersystemen regional differenzierte meeresökologische Zielkonzentrationen für das Binnenland beschlossen. Hieraus ergibt sich, dass der Zielwert von 2,8 mg TN/l flächendeckend auf alle Binnengewässer in Niedersachsen zu übertragen ist. Dadurch rücken bei den Nährstoffen in den Oberflächengewässern neben Phosphor- nun auch Stickstoffverbindungen vermehrt in den Fokus.

Im Jahr 2014 wurde anhand vorliegender Gewässeruntersuchungen die aktuelle Belastung mit TN und TP ausgewertet und dargestellt (Informationsdienst Gewässerkunde/Flussgebietsmanagement 1/2014). Hieraus wird deutlich, dass das Bewirtschaftungsziel von 2,8 mg TN/l sowie die Orientierungswerte für TP gemäß OGewV an vielen Messstellen im Land nicht eingehalten werden.

Keine Aussagen konnten aus den Auswertungen der Messergebnisse jedoch für die Zukunft getroffen werden: Wie entwickelt sich die Nährstoffbelastung in den Oberflächengewässern in den nächsten Jahren, gerade vor dem Hintergrund einer veränderten landwirtschaftlichen Bewirtschaftung und derzeit geplanter beziehungsweise bereits durchgeführter Maßnahmen? Diese Frage sollte mit dem AGRUM-Niedersachsen-Projekt beantwortet werden.

Vorgehen im AGRUM-Niedersachsen-Projekt

Das AGRUM-Niedersachsen-Projekt bildet in einem ersten Schritt die relevanten Nährstoffströme im Grundwasser und in den Oberflächengewässern für eine Ausgangssituation (Basisjahr 2007) flächendifferenziert ab.

Im zweiten Schritt werden Annahmen getroffen, wie sich die Nährstoffmengen, die in das System vor allem durch die Landwirtschaft eingetragen werden, bis zum Jahr 2021 verändern und welchen Einfluss die bis dahin durchgeführten und geplanten Maßnahmen auf dann entstehende Nährstoffströme zu und im Grundwasser und in den Oberflächengewässern haben.

Das AGRUM-Niedersachsen-Projekt befasst sich sowohl mit dem Grundwasser als auch mit den Oberflächengewässern. Im Rahmen dieses Artikels werden



die wichtigsten Ergebnisse und Schlussfolgerungen aus Sicht der Oberflächengewässer dargestellt. Die detaillierten Ergebnisse und Berechnungsgrundlagen sind im Abschlussbericht des Modellverbundes AGRUM-Niedersachsen (Thünen Report 37) nachzulesen. Die vorliegende Zusammenfassung basiert auf dieser Veröffentlichung.

Wesentlicher Bestandteil des Projekts ist ein Verbund aus EDV-Modellen. Für die Analysen wurden die folgenden Modelle in einem Modellverbund eingesetzt:

RAUMIS (numerisches Landwirtschaftsmodell des Thünen-Instituts (Ti)), GROWA (großräumiges Wasserhaushaltsmodell des Forschungszentrums Jülich (FZJ)), DENUZ/WEKU (Stickstofftransportmodell des FZJ), MEPhos (Phosphormodell des FZJ) und MONERIS (Nährstoffeintragsmodell für Oberflächengewässer des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)).

Die Bezeichnungen N und P umfassen jeweils die gesamten Fraktionen organischer und anorganischer Verbindungen dieser Stoffe und werden in kg oder t pro Hektar angegeben und stellen die Emissionsseite dar. Auf der Immissionsseite werden die Bezeichnung TN (total nitrogen) für Gesamtstickstoff als Gesamtmenge aller Stickstoffverbindungen im Gewässer und TP (total phosphorus) als Gesamtmenge aller Phosphorverbindungen im Gewässer in mg/l verwendet.

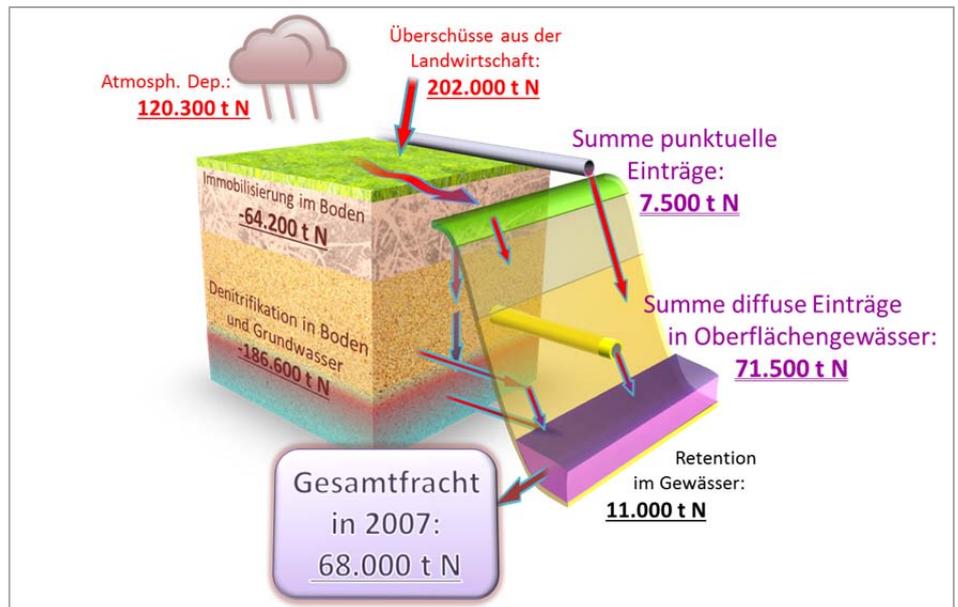


Abbildung 1: Übersicht über die N-Ströme in der Landschaft im Basisjahr 2007

Stickstoffeinträge im Basisjahr 2007

Im ersten Projektabschnitt wurden die Nährstoffströme für das Basisjahr 2007 ermittelt. Eine wichtige Eingangsgröße sind landwirtschaftliche Nährstoffbilanzüberschüsse für N und P. Das Jahr 2007 wurde als Basisjahr ausgewählt, weil zum Startzeitpunkt des Projektes im Jahr 2011 für das Jahr 2007 die aktuellsten Agrarstatistiken vorlagen. Im Jahr 2007 wurden insgesamt rund 79.000 t N in die Oberflächengewässer eingetragen. Die Größen-

ordnungen der wesentlichen Stoffströme und -transformationsprozesse sind in Abbildung 1 dargestellt. In den folgenden Abschnitten wird eine Übersicht über das Vorgehen zur Ermittlung der jeweiligen Größen gegeben.

Stickstoffquellen und verlagerbare Mengen im Boden

Die Nährstoffbilanzüberschüsse werden flächendifferenziert ermittelt und stellen den Gehalt an N oder P dar, der auf der jeweiligen Fläche nach Berücksichtigung des Düngereinsatzes (mineralisch und organisch) und den Entzügen durch Pflanzenwachstum und Ernte verbleibt und von dort über verschiedene Pfade in die Oberflächengewässer emittiert. Aus den Nährstoffbilanzüberschüssen wird unter Berücksichtigung der atmosphärischen Deposition, der zusätzlichen Mobilisierung durch Grünlandumbruch und Maisanbau sowie der Immobilisierung unter Grünland und Wald die verlagerbare N-Menge im Boden errechnet und an das Wasserhaushaltsmodell GROWA übergeben.

Je nach Standortverhältnissen unterliegt der Nährstoffbilanzüberschuss noch einem (mikrobiellen) Umsetzungsprozess im Boden oder im Grundwasser (Denitrifikation) und wird dabei zu elementarem N umgewandelt beziehungsweise reduziert. Die landesweiten Ergebnisse der Berechnungen für 2007 sind in Abbildung 2 dargestellt.

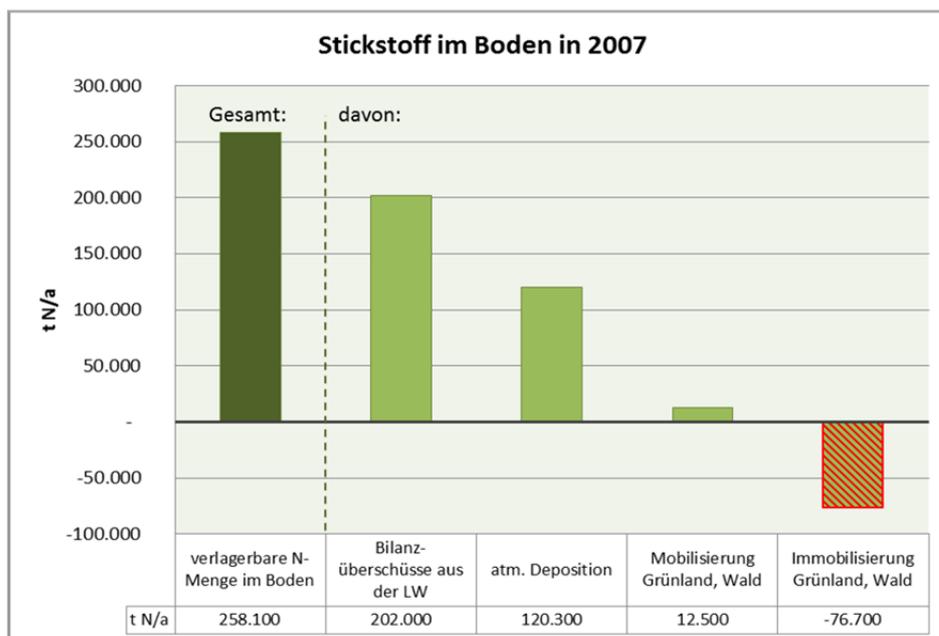


Abbildung 2: Übersicht über die N-Einträge in den Boden und die verlagerbare Menge in 2007

Diffuse Einträge in die Oberflächengewässer

Aus der verlagerbaren N-Menge im Boden werden nach Abzug des Abbaus durch die Denitrifikation in der durchwurzelten Bodenzone beziehungsweise im Grundwasser die diffusen N-Einträge in die Oberflächengewässer ermittelt. Berücksichtigt werden hierbei die Eintragspfade Erosion, Abschwemmung, natürlicher Zwischenabfluss, Dräne und grundwasserbürtiger Eintrag. Für diese Pfadberechnungen werden die Wasserhaushaltskomponenten Gesamtabfluss, Direktabfluss und Grundwasserneubildung benötigt, die das Wasserhaushaltsmodell GROWA berechnet. Für die Berechnung der Wasserhaushaltskomponenten sind langjährige und flächendeckende Datenreihen erforderlich, um eine regional typische hydrologische Situation abbilden zu können. Für das AGRUM-Niedersachsen-Projekt

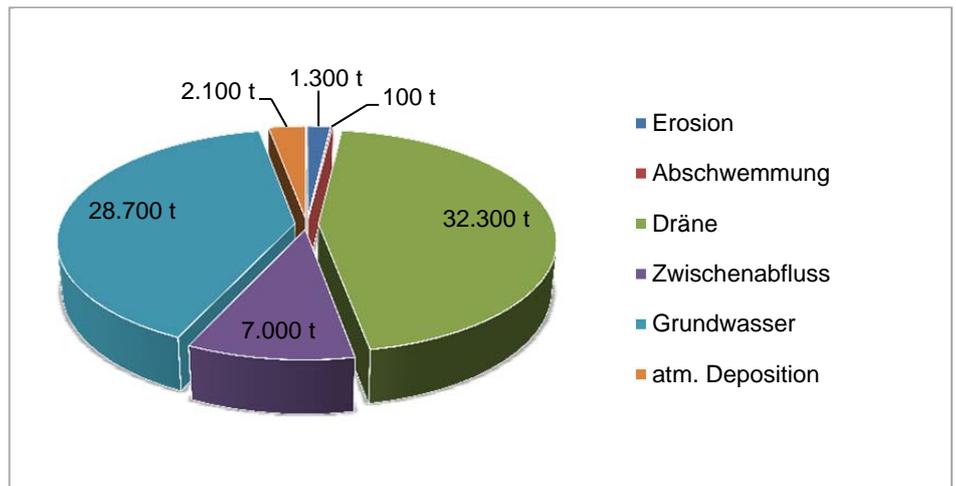
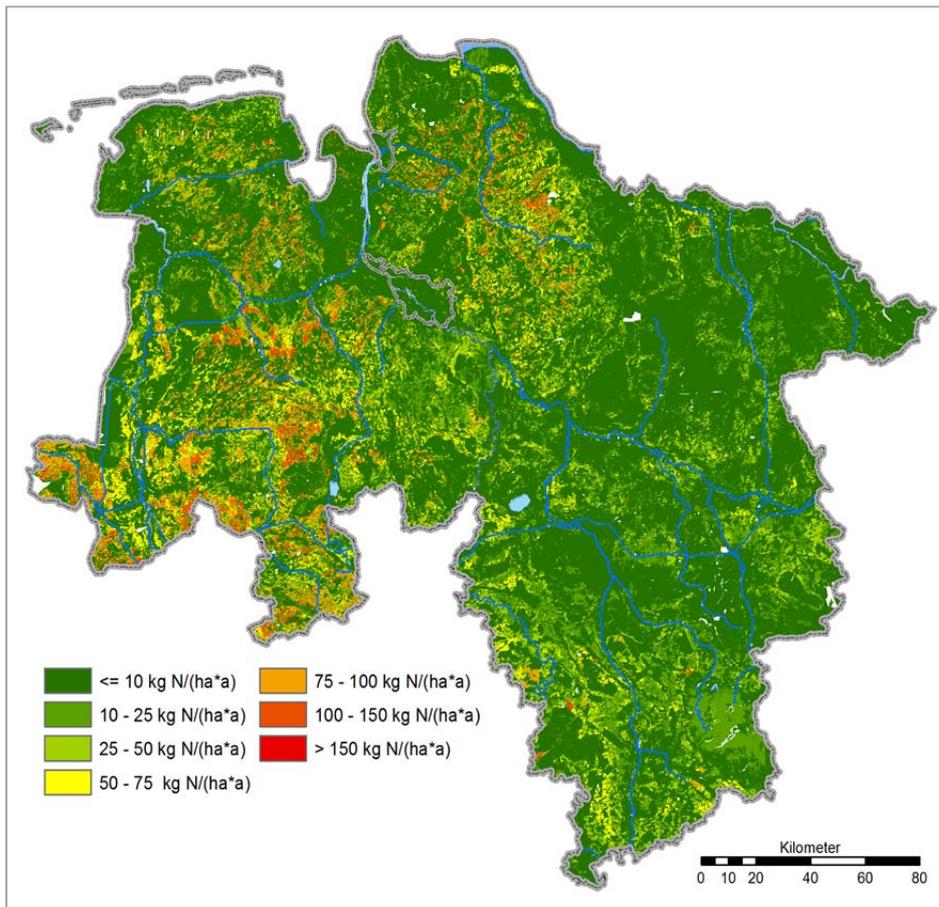


Abbildung 3: Diffuse N-Einträge in die Oberflächengewässer nach Pfaden in 2007

wurde der Wasserhaushalt für die Periode 1983–2005 berechnet. Die niedersächsischen Böden und das Grundwasser weisen ein enormes

Denitrifikationspotenzial auf. Von den verlagerbaren rund 258.000 t N unterliegen circa 72 % der Denitrifikation. Insgesamt ergeben sich damit diffuse Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer von 71.500 t N für das Basisjahr 2007, die sich auf die jeweiligen Pfade, wie in Abbildung 3 dargestellt, aufteilen. Im Landesmittel für Niedersachsen errechnen sich N-Einträge für das Jahr 2007 in Höhe von circa 15 kg N/(ha*a). Die räumliche Verteilung der diffusen N-Einträge zeigt Karte 1. Räumlich betrachtet, findet vorwiegend in landwirtschaftlich genutzten Regionen ein intensiver N-Eintrag aus diffusen Quellen in die Oberflächengewässer statt, der in einigen Regionen (westliches Niedersachsen) 50 kg N/(ha*a) übersteigen kann. Die Auswertung der N-Einträge getrennt nach Lockergesteinsregion (Nordteil Niedersachsens) und Festgesteinsregion (Südteil Niedersachsens) zeigt, dass der Eintragspfad „natürlicher Zwischenabfluss“ nur für die Festgesteinsregion relevant ist, während der Austrag über Dräne vor allem in der Lockergesteinsregion eine Rolle spielt. Für den Eintragspfad Grundwasser lässt sich feststellen, dass etwa zwei Drittel des N-Eintrags in die Oberflächengewässer in der Lockergesteinsregion hieraus resultieren, obwohl der N-Eintrag in den Grundwasserleitern im Lockergestein bereits zu etwa 70 % abgebaut wurde.



Karte 1: N-Einträge in die Oberflächengewässer aus diffusen Quellen in 2007



Einträge aus Punktquellen und urbanen Systemen

Die Summierung aller Nährstoffeinträge zuzüglich denen aus punktuellen und urbanen Systemen erfolgt mit dem Modell MONERIS. Dazu werden die Einträge aus urbanen Systemen (Trenn- und Mischkanalisation mit und ohne Kläranlagenanschluss), Kleinkläranlagen, Kläranlagen und industrielle Direktleitungen berücksichtigt.

Insgesamt verursachten Punktquellen und urbane Systeme in Niedersachsen N-Einträge in Höhe von 7.500 t/a, wobei 36 % aus Punktquellen resultieren und 64 % aus urbanen Systemen.

Die Karte 2 zeigt die Verteilung der N-Einträge aus Kläranlagen und industriellen Direktleitungen in Niedersachsen im Jahr 2007.

Stickstoffretention und -fracht in den Oberflächengewässern

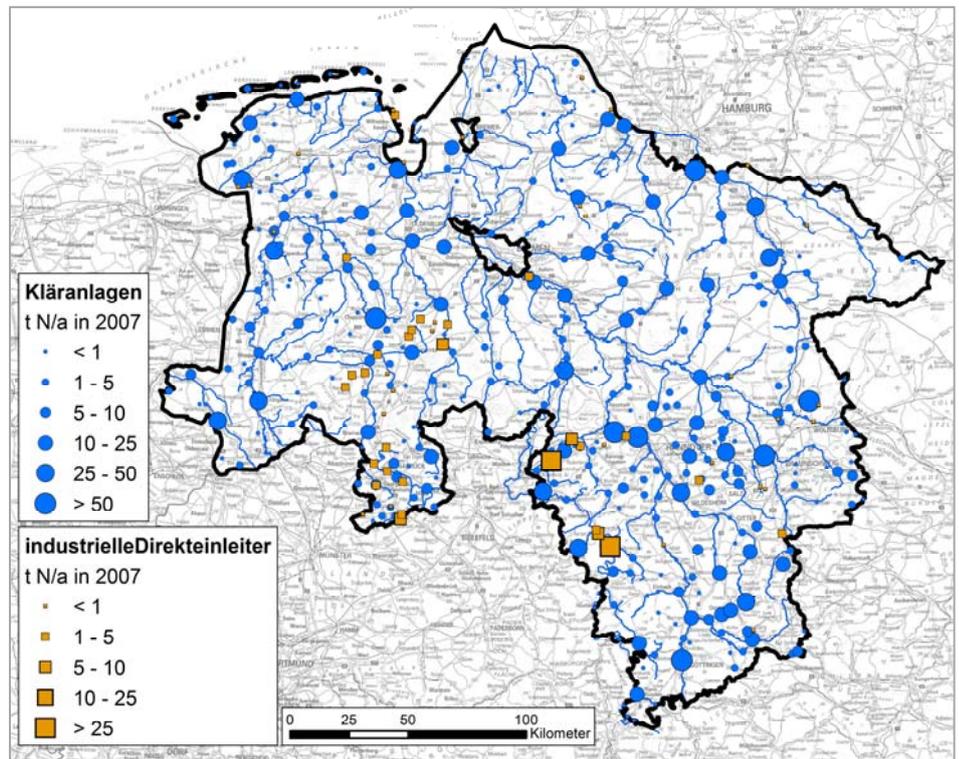
Die gesamten N-Einträge unterliegen in den Oberflächengewässern einer natürlichen Retention, die in den Berechnungen zum Abzug gebracht wird.

Neben der Retention in den Teileinzugsgebieten wird die Retention in den Hauptläufen berechnet. Die räumliche Verteilung der Retention variiert in den unterschiedlichen Teileinzugsgebieten stark. Ein räumliches Muster ist nicht erkennbar. Insgesamt wird die Gesamtfracht durch die Retention um rund 11.000 t/a (14 %) reduziert, es resultiert damit eine Fracht in Höhe von 68.000 t/a. Insgesamt ergeben sich damit die in Tabelle 1 dargestellten berechneten N-Einträge und N-Frachten aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächengewässer in Niedersachsen für 2007.

Zu beachten ist, dass hier nur die Einträge in die Oberflächengewässer in Niedersachsen berücksichtigt sind. Innerhalb der Flussgebiete können sich lokal große Unterschiede bezüglich der Eintragungssituation ergeben.

Prognose für das Jahr 2021

Im AGRUM-Niedersachsen-Projekt wurde eine Prognose erstellt, um abzuschätzen, wie sich die Nährstoffeinträge und die Nährstofffrachten bis zum Jahr 2021 entwickeln und darstellen. Das Szenario



Karte 2: N-Einträge aus Kläranlagen und industriellen Direktleitungen in 2007

Flussgebiet	N-Einträge [t/a]	N-Fracht (nach Abzug der Retention) [t/a]
Rhein (Grenze DE-NL)	4.500	4.200
Ems	25.700	22.300
Weser	38.900	32.900
Elbe	9.900	8.600
NI-gesamt	79.000	68.000

Tabelle 1: Berechnete N-Einträge und N-Frachten für 2007

für diese Prognose wird als „Baseline 2021“ bezeichnet, als Referenz dient das Basisjahr 2007. Für die Baseline wurde untersucht, ob die angenommenen Änderungen ausreichen, die Nährstoffüberschüsse auf ein Maß zu reduzieren, mit dem die Ziele für die Oberflächengewässer erreicht werden. Da es sich zeigte, dass hierfür die Baseline allein nicht ausreicht, wurde untersucht, in welchem Umfang die Überschüsse weiter gesenkt und weitergehende Maßnahmen ergriffen werden müssen.

Da die landwirtschaftlichen Bilanzüberschüsse eine der wichtigsten Eingangs-

größen für die Einträge in die niedersächsischen Oberflächengewässer darstellt, betrifft diese Prognose fast nur den Sektor Landwirtschaft. Prognostiziert wurde die Entwicklung der allgemeinen Rahmenbedingungen, die die landwirtschaftliche Produktion und mithin die Nährstoffeinträge in die Oberflächengewässer maßgeblich beeinflussen. Eine weitere Annahme des Szenarios ist die pauschale Verringerung der atmosphärischen N-Deposition um 25 %. Erstellt wurde das Szenario für 2021 vom Thünen-Institut mithilfe des Modells RAUMIS.

Allgemeine agrarpolitische Rahmenbedingungen, zum Beispiel:
<ul style="list-style-type: none"> • Ausstieg aus der Milchquote • Preisentwicklung, zum Beispiel Anstieg des Getreidepreises • Entwicklung der Flächengrößen für den Anbau nachwachsender Rohstoffe • Ertragssteigerung, Erhöhung der Nährstoffeffizienz, Anstieg des Ausnutzungsgrades von Wirtschaftsdünger
Grundlegende Maßnahmen nach Art. 11 Abs. 3 WRRL:
<ul style="list-style-type: none"> • Umsetzung der Düngeverordnung • Als Folge: Niedersachsen-interne Zunahme der Wirtschaftsdünger-Transporte
Ergänzende Maßnahmen nach Art. 11 Abs. 4 WRRL:
<ul style="list-style-type: none"> • Fortführung der Agrarumweltmaßnahmen bis 2021
Sonstige Entwicklungen:
<ul style="list-style-type: none"> • Pauschale Minderung der atmosphärischen N-Deposition um 25 % gegenüber 2007

Abbildung 4: Übersicht der wichtigsten Annahmen der Baseline 2021

Zunächst wurden die Umfänge der Tier- und Pflanzenproduktion im Jahr 2021 prognostiziert. Einflüsse von besonderer Bedeutung waren dabei die Entwicklung der Weltagrarmarktpreise und des Anbaus nachwachsender Rohstoffe („Energiermais“). Gemäß der RAUMIS-Ergebnisse führen diese Entwicklungen zu einer Reduktion von circa 29.000 t N/a gegenüber dem Basisjahr 2007.

Weiter wurde angenommen, dass die bestehende Düngeverordnung (DüV) von 2006 als grundlegende Maßnahme gemäß Art. 11 Abs. 3 WRRL vollständig umgesetzt wird. Dieser Punkt nahm im AGRUM-Niedersachsen-Projekt eine besondere Rolle ein. Im Mittelpunkt stand die Vorgabe des § 6 der DüV, nach dem (seit 2009) die Nährstoffbilanzsalden landwirtschaftlicher Betriebe 60 kg N/ha im Dreijahresmittel nicht überschreiten dürfen. Für das AGRUM-Niedersachsen-Projekt wurde angenommen, dass dieser Wert flächendeckend in Niedersachsen nicht überschritten wird. In der Realität stellt dies jedoch viele Betriebe, insbesondere solche mit intensiver Viehhaltung, vor enorme Herausforderungen.

Die Novellierung der DüV konnte in den Berechnungen nicht berücksichtigt werden, da sie zum Zeitpunkt des AGRUM-Niedersachsen-Projekts nicht verabschiedet war und auch noch nicht absehbar war, welche Änderungen sich ergeben würden.

Für die Modellierung mussten Annahmen getroffen werden, die das Verhalten der Betriebsleiterinnen und Betriebsleiter in ihrer Allgemeinheit möglichst treffend widerspiegeln. Aus Sicht der Betriebe bieten sich im Wesentlichen zwei Möglichkeiten an: Neben einem Abbau der Überschüsse „vor Ort“ können die Überschüsse gesenkt werden, indem Wirtschaftsdünger in Regionen verteilt wird, die noch Aufnahmekapazitäten haben (also weniger als 60 kg N/ha Überschuss aufweisen). Es wurde daher ein Szenario angenommen, bei dem ein Transport in benachbarte Landkreise erfolgt. Diese rechnerische Umverteilung erfolgte solange, bis auch in den aufnehmenden Nachbarlandkreisen die maximale Menge von 60 kg N/ha erreicht war. Es zeigte sich, dass nicht der komplette überschüssige Wirtschaftsdünger in die Nachbarlandkreise verteilt werden kann. Lediglich circa 3.000 t N können auf diese Weise verteilt werden; zusätzliche circa 36.000 t N müssten noch durch andere Maßnahmen „vor Ort“ reduziert werden. Tatsächlich sind die Möglichkeiten dafür be-

grenzt. Es bieten sich vor allem die Handlungsfelder „Viehabbau“, „weniger Einsatz von Mineraldünger“ sowie „Erhöhung der Nährstoffeffizienz“ an. Hier wird die enorme Höhe des Handlungsbedarfs deutlich: Bezogen auf die Tierbestände würde dies eine Abstockung um circa 450.000 Großvieheinheiten bedeuten. Im AGRUM-Niedersachsen-Projekt wurde vereinfachend angenommen, dass alle Betriebe die Grenze von 60 kg N/ha einhalten. Auf welchem Wege die Betriebe dies letztlich umsetzen, wurde nicht betrachtet. Die Überschüsse von 36.000 t N wurden in den weiteren Berechnungen nicht mehr berücksichtigt. Schließlich wurde die Wirkung von Agrarumweltmaßnahmen (AUM) bis 2021 berücksichtigt unter der Annahme, dass die AUM aus der Förderperiode 2007-2013 beibehalten werden. Diese Maßnahmen gehören zu den ergänzenden Maßnahmen (Art. 11 Abs. 4 WRRL), die aufbauend auf den grundlegenden Maßnahmen zur Verbesserung der Qualität der Oberflächengewässer beitragen sollen. Es wurden äußerst positive Annahmen getroffen, indem davon ausgegangen wurde, dass die Förderprogramme zu 100 % ausgeschöpft werden. Die Flächengröße, auf denen AUM umgesetzt werden, betrüge dann circa 350.000 ha. Trotz der für 2021 sehr hohen angenommenen Flächengröße würden die AUM lediglich zu einer Reduktion von rund 3.000 t N/a führen. Insbesondere die Umsetzung der bestehenden DüV trägt unter den hier vorgegebenen Rahmenbedingungen und Annahmen zur Reduktion der landwirtschaftlichen Nährstoffüberschüsse bis 2021 bei. Die Abbildung 5 zeigt den Beitrag der einzelnen, oben vorgestellten Annahmen.

N-Bilanz 2021 mit DüV und AUM in 2021	ca. 133.000 t N
Reduktion 2007 zu 2021	ca. 70.000 t N
davon:	
Allgemeine agrarpolitische Rahmenbedingungen:	
• Milchquote, Preisentwicklungen, Ertragssteigerung usw.	ca. 29.000 t N
Grundlegende Maßnahmen nach Art. 11 Abs. 3 WRRL:	
• Verteilung von Wirtschaftsdünger	ca. 3.000 t N
• Nicht näher benannte Maßnahmen	ca. 36.000 t N
Ergänzende Maßnahmen nach Art. 11 Abs. 4 WRRL:	
• Agrarumweltmaßnahmen	ca. 3.000 t N

Abbildung 5: Übersicht der Beiträge zur Reduktion der Nährstoffüberschüsse der Baseline 2021



Stickstoffeinträge im Baseline-Jahr 2021

Zur Analyse der Auswirkungen des Baseline-Szenarios 2021 auf die N-Einträge wurden die vom Thünen-Institut berechneten N-Überschüsse aus der Landwirtschaft sowie die prognostizierte atmosphärische Deposition mit den Modellen GROWA-DENUZ verknüpft. Um eine direkte Vergleichbarkeit mit den für 2007 ermittelten Einträgen zu gewährleisten, wurden alle übrigen Eingabegrößen des Modells wie beispielsweise die Klimaparameter (Niederschlag und potenzielle Verdunstung) oder auch die regionale Verteilung der Landnutzung konstant gehalten. Da Aussagen für 2021 bezüglich einer zusätzlichen N-Mobilisierung im Boden nicht vorliegen, konnte dieser Parameter bei der Ermittlung der N-Austräge nicht berücksichtigt werden.

In Abbildung 6 sind die Größenordnungen der wesentlichen Stoffströme und -transformationsprozesse, die sich unter den angenommenen Bedingungen der Baseline errechnen, zusammenfassend dargestellt. Demnach werden insgesamt rund 49.000 t N in die Oberflächengewässer eingetragen; das entspricht einer Reduktion von 38 % gegenüber 2007.

Bezüglich der N-Einträge aus diffusen Quellen spiegelt sich die Reduktion der landwirtschaftlichen Nährstoffüberschüsse sowie der atmosphärischen Deposition in den verlagerbaren N-Mengen im Boden sowie in den daraus resultierenden Einträgen in die Oberflächengewässer wider (Abbildung 7).

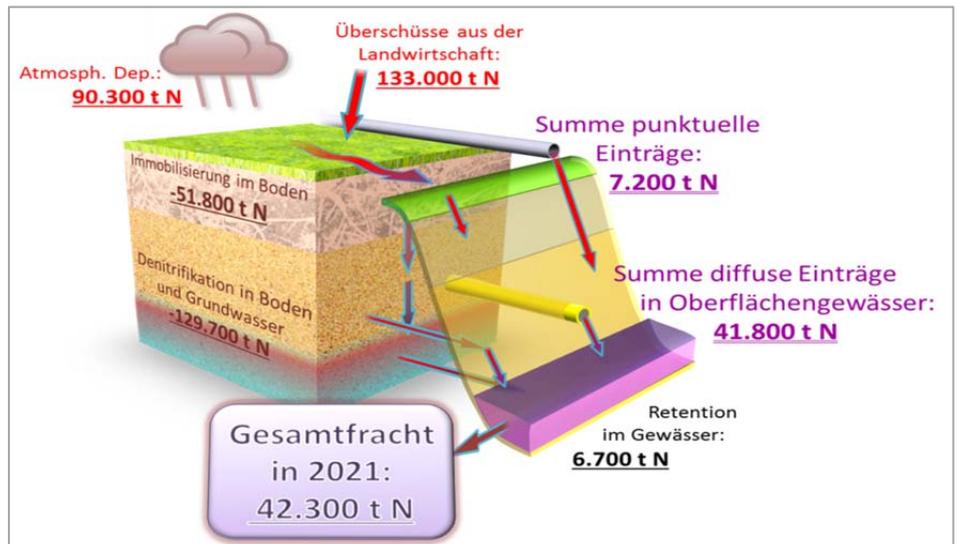


Abbildung 6: Übersicht über die N-Ströme in der Landschaft unter den Annahmen der Baseline 2021

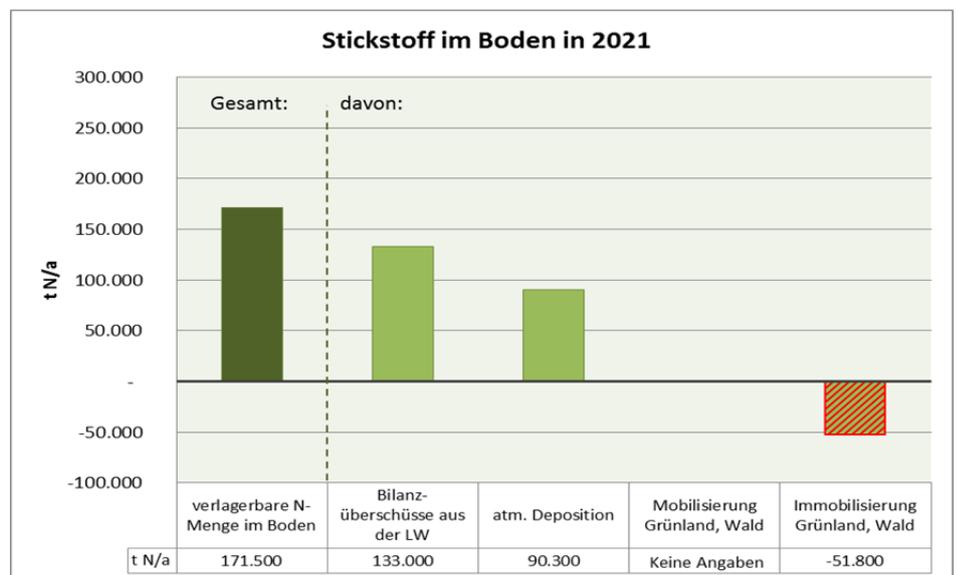


Abbildung 7: Übersicht über die N-Einträge in den Boden und die resultierende Menge in der Baseline 2021

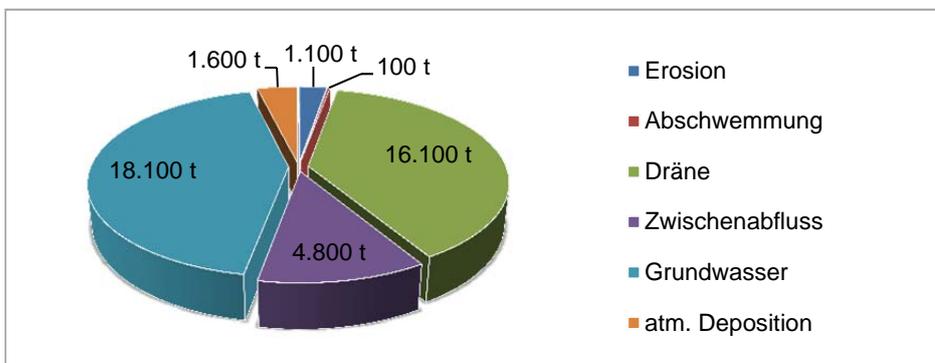
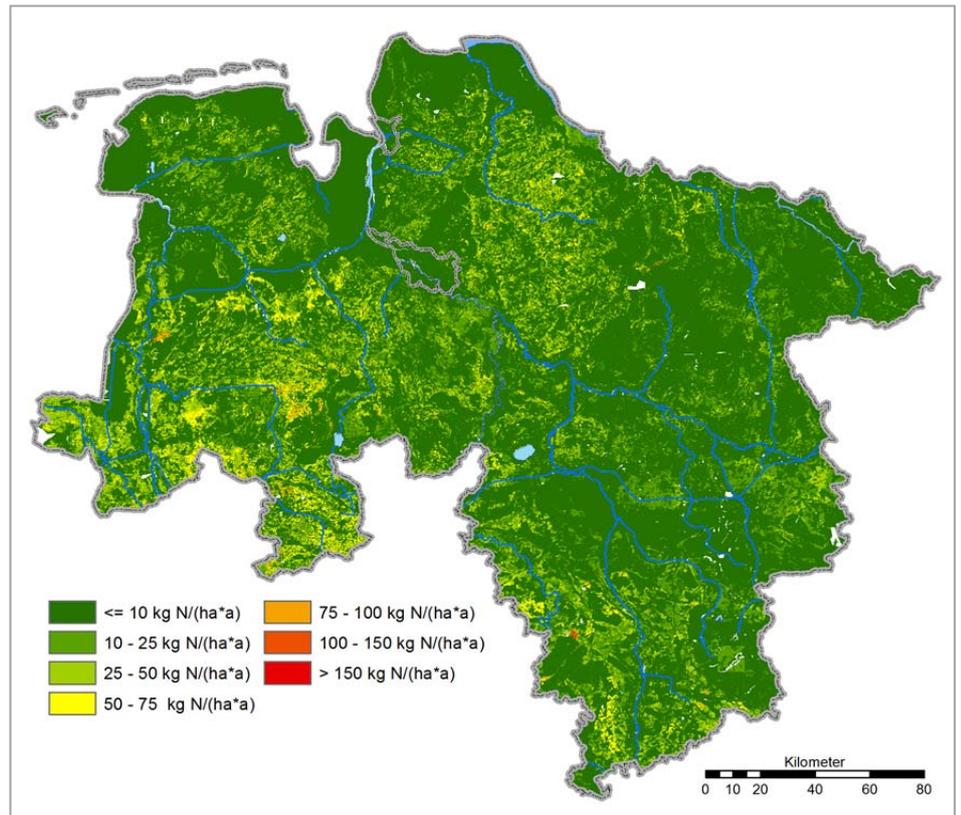


Abbildung 8: Diffuse N-Einträge in die Oberflächengewässer nach Pfaden der Baseline 2021

Von den etwa 171.500 t verlagerbarem N im Boden werden circa 76 % im Boden und im Grundwasser denitrifiziert. Insgesamt gelangen damit rund 41.800 t N im Jahr 2021 über die diffusen Pfade in die Oberflächengewässer, die sich wie in Abbildung 8 dargestellt aufteilen.

Die räumliche Verteilung der diffusen N-Einträge in 2021 zeigt die Karte 3.

Wie zu erwarten war, sind im Baseline-Jahr 2021 in den überwiegend forstwirtschaftlich genutzten Regionen keine großen Auswirkungen erkennbar. Der Vergleich mit Karte 1 zeigt anschaulich, dass sich das Baseline-Szenario 2021 insbesondere in den intensiv landwirtschaftlich genutzten und durch Dräne dominierten Gebieten auswirkt. Unter den Annahmen der Baseline sind Reduzierungen der N-Einträge in die Oberflächengewässer von zum Teil über 50 kg/(ha*a) zu erwarten. Besonders betroffen sind die westlichen Landesteile, in denen aktuell eine hohe Viehdichte herrscht. In diesem Zusammenhang sei jedoch erneut darauf hingewiesen, dass in der Baseline eine Umsetzung der bestehenden DüV zu 100 % (Einhaltung der maximalen N-Bilanzüberschüsse in Höhe von 60 kg/ha) vorausgesetzt wurde – eine aus derzeitiger Sicht durchaus optimistische Annahme, die in einigen Teilen Niedersachsens wohl nicht ohne eine erhebliche Abstockung der Viehbestände erreichbar sein dürfte.



Karte 3: N-Einträge in die Oberflächengewässer aus diffusen Quellen in der Baseline 2021

Während der Anteil der Dräne in 2007 landesweit circa 45 % der diffusen Einträge betrug, wird er sich im Baseline-Jahr 2021 auf etwa 39 % reduzieren. Im Südtteil Niedersachsens wirken sich vor allem die Eintragspfade Grundwasser und natürlicher Zwischenabfluss auf die N-Einträge in die Oberflächengewässer aus.

N-Einträge aus Punktquellen und urbanen Systemen wurden in der Baseline allein durch die angenommene Änderung der atmosphärischen Deposition beeinflusst und hierbei vor allem die Konzentrationsänderung in Mischkanalisationsüberläufen betrachtet. Insgesamt nehmen durch die reduzierte atmosphärische Deposition die N-Einträge durch urbane Systeme und Punktquellen auf circa 7.200 t N ab.

Es ergeben sich damit die in Tabelle 2 dargestellten berechneten N-Einträge aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächengewässer in Niedersachsen für die Baseline 2021.

Flussgebiet	N-Einträge [t/a]	Durchschnittliche Retention	N-Fracht (nach Abzug der Retention) [t/a]
Rhein (Grenze DE-NL)	2.200	ca. 7 %	2.100
Ems	14.000	ca. 13 %	12.300
Weser	26.600	ca. 15 %	22.500
Elbe	6.200	ca. 13 %	5.400
NI-gesamt	49.000	ca. 14 %	42.300

Tabelle 2: Berechnete N-Einträge über alle Pfade in den Flussgebieten in 2021



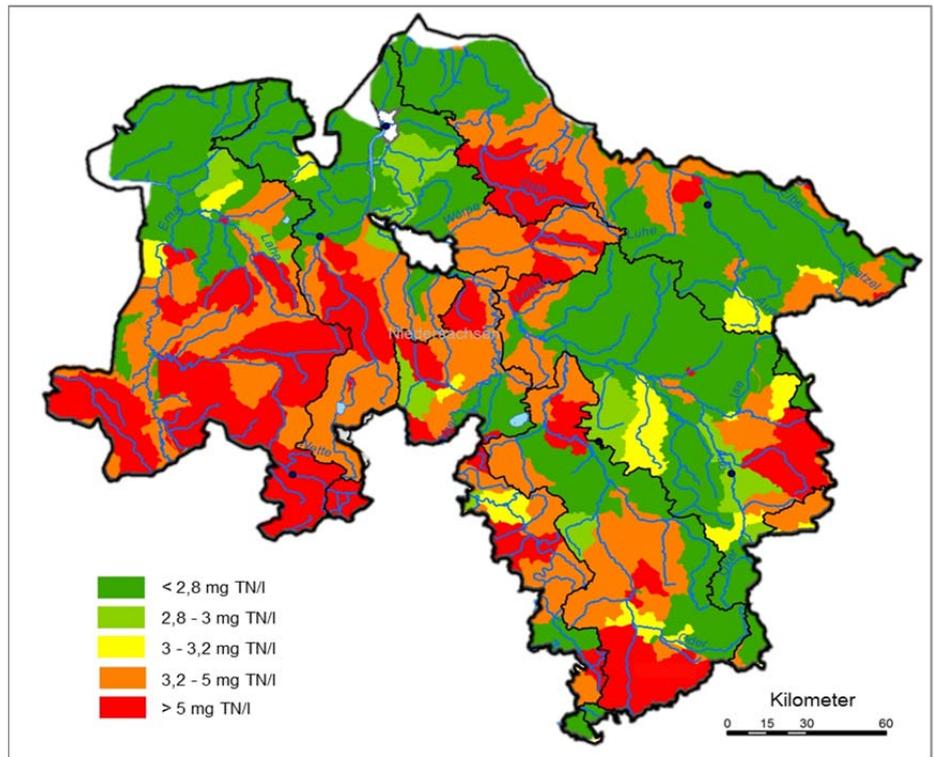
Stickstoff in der Baseline 2021 – Werden die Bewirtschaftungsziele erreicht?

Unter Berücksichtigung der reduzierten N-Einträge wurden die Frachten und Konzentrationen in den Oberflächengewässern für die Baseline 2021 berechnet (siehe Karte 4). Im Vergleich zu 2007 nehmen die N-Konzentrationen, insbesondere im Bereich der Geest, ab. Trotzdem erreichen hier nur wenige der untersuchten Teileinzugsgebiete TN-Konzentrationen von unter 2,8 mg/l. Die Mehrzahl der Teileinzugsgebiete mit Konzentrationen von 2,8 mg/l TN oder weniger liegt entlang der Küste und in der Lüneburger Heide.

Es zeigte sich also, dass die oben aufgeführten angenommenen Entwicklungen (landwirtschaftliche Rahmenbedingungen, Umsetzung grundlegender und ergänzender Maßnahmen) nicht ausreichen, um die Ziele zu erreichen – weder für das Grundwasser noch für die Oberflächengewässer. Für das Grundwasser müssen die diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft um weitere 14.000 t N reduziert werden.

Für die Einträge in die Oberflächengewässer ist der Grundwasserpfad von hoher Bedeutung; jedoch wären selbst beim Erreichen der Ziele für das Grundwasser die Bewirtschaftungsziele in den Oberflächengewässern (2,8 mg TN/l) noch nicht flächendeckend erfüllt. Es ergibt sich ein weiterer Reduktionsbedarf von 5.600 t N.

Im Vergleich mit den N-Überschüssen im Jahr 2007 ist eine Reduktion der N-Überschüsse von teilweise über 100 kg N/ha erforderlich. Dies gilt vor allem auch für die viehstarken Regionen des Landes. Hier wird angenommen, dass ein großer Teil über das Instrumentarium der grundlegenden Maßnahmen, insbesondere der bestehenden DüV mit einem maximalen N-Überschuss von 60 kg/ha (siehe oben), zu erbringen sein wird. Der Handlungsbedarf führt allerdings dazu, dass zum Beispiel in den Veredlungsregionen im Westen von Niedersachsen einige Gemeinden einen maximalen N-Überschuss von teilweise unter 30 kg N/ha einhalten müssten, und damit deutlich geringer als die bestehende DüV es vorsieht.



Karte 4: Durchschnittliche TN-Konzentration in Oberflächengewässern unter den Annahmen der Baseline 2021

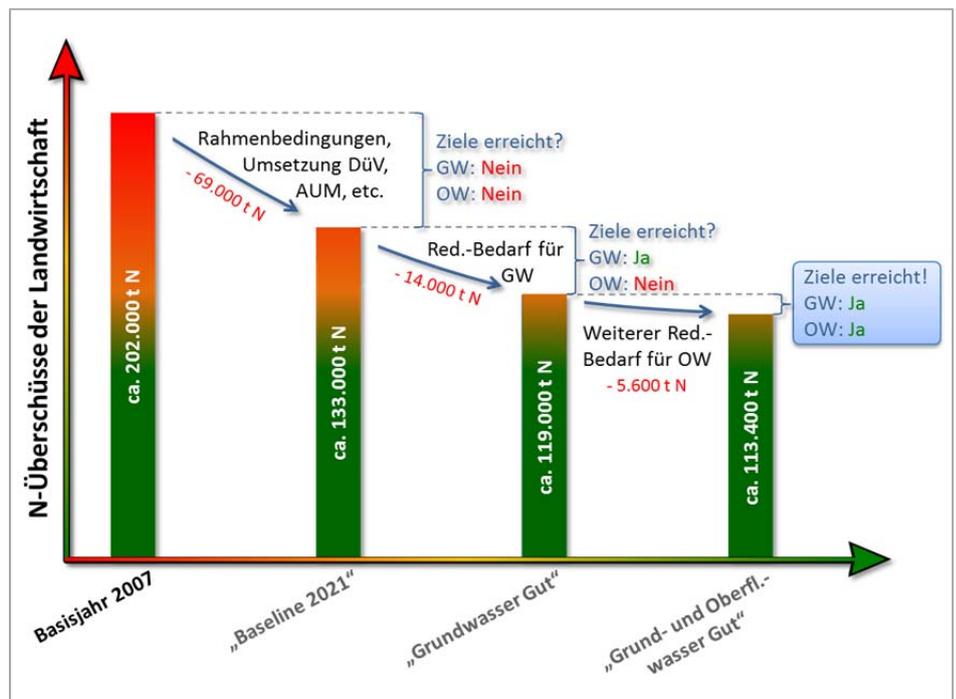


Abbildung 9: N-Einträge und Reduktionserfordernisse zum Erreichen der Bewirtschaftungsziele

Literaturhinweis:

HEIDECKE et al. (2016) „Erreichbarkeit der Nährstoffreduzierungsziele in Niedersachsen fraglich“ Erschienen in „Wasser und Abfall“, 18. Jahrgang, Heft 7/8, S. 21–25

Phosphorquellen und -einträge in 2007 und erforderliche Reduktion bis 2021

Eine Prognose für die Entwicklung der P-Einträge in 2021 konnte im AGRUM-Niedersachsen-Projekt nicht geleistet werden. Die erforderlichen Reduktionen wurden daher auf die Eintragungssituation von 2007 bezogen. Gründe hierfür sind unter anderem das komplexere Verhalten von P in Böden und Oberflächengewässern gegenüber N. Während – vereinfacht ausgedrückt – beim verhältnismäßig mobilen N davon ausgegangen wird, dass sich Änderungen der Überschüsse rasch auf die N-Ströme auswirken, ist dies für P nicht anzunehmen. Die Mobilität von P hängt in besonderem Maße von der chemischen Bindungsform ab. Hochmobile, gut wasserlösliche Verbindungen kommen neben schwerlöslichen Verbindungen vor, deren Mobilität wesentlich von den „Bindungspartnern“ abhängt (zum Beispiel von Bodenpartikeln, an denen schwerlösliches P sorbiert ist).

Für die Berechnung der diffusen P-Einträge in die Oberflächengewässer wurden P-Bilanzüberschüsse von 3 kg P/ha landwirtschaftlich genutzter Flächen als Eingangsgröße im MEPhos-Modell verwendet. Die Gesamtsumme des P-Eintrags aus diffusen Quellen liegt bei circa 2.280 t P/a. Die Verteilung auf die einzelnen diffusen Eintragungspfade zeigt, dass die bedeutsamste P-Quelle die Dräne mit fast 45 % darstellen, gefolgt vom Grundwasser mit rund 28 % und dem Eintrag über Erosion, der mit rund 24 % eine signifikante Größe darstellt. Bei der Erosion ist zu bedenken, dass die Einträge über Erosion landesweit von relativ wenigen Flächen stammen. Alle anderen diffusen P-Eintragungspfade (atmosphärische Deposition, Abschwemmung, natürlicher Zwischenabfluss) sind für den P-Eintrag in die Oberflächengewässer eher von untergeordneter Bedeutung. Für P nimmt das Modell MONERIS die Betrachtung der Einträge aus Punktquellen und urbanen Systemen vor. Sie verursachen in Niedersachsen P-Einträge in Höhe von 860 t/a.

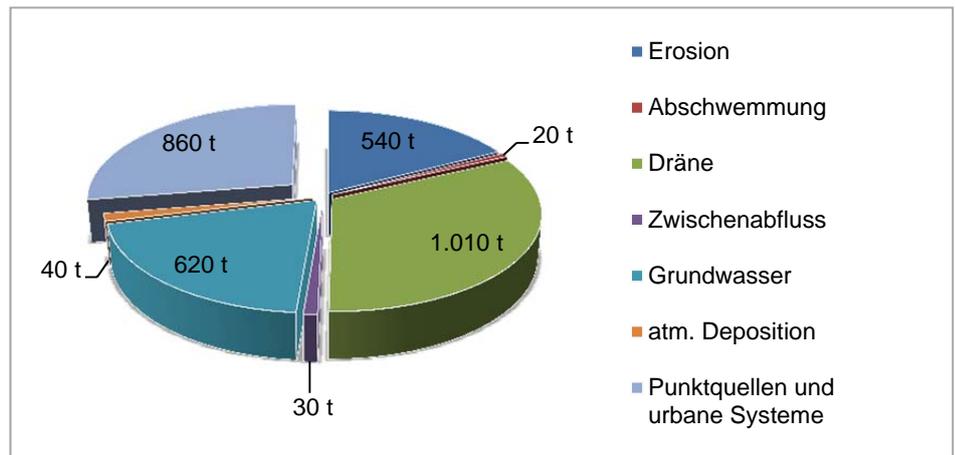


Abbildung 10: P-Einträge in die Oberflächengewässer nach Pfaden in 2007

Die räumliche Verteilung aus Punktquellen ist der von N sehr ähnlich. Des Weiteren kann für P stärker als für N eine deutliche Zunahme der Reinigungsleistung mit zunehmender Kläranlagengröße aus den Ergebnissen abgeleitet werden. Die räumliche Verteilung urbaner Systeme orientiert sich stark an der Verteilung der Bevölkerungsdichte.

Nach Zusammenführung der Modellergebnisse des Forschungszentrums Jülich (FZJ) und des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) ergeben sich in Niedersachsen für das Jahr 2007 P-Einträge in Höhe von 3.120 t/a.

Der Eintrag in die Oberflächengewässer erfolgt vor allem über die diffusen Pfade Dräne, Grundwasser und Erosion. Über diese Eintragungspfade gelangen 69 % des gesamten P-Eintrags in die Oberflächengewässer.

Einträge über Dräne stellen mit circa 1.020 t P/a eine sehr bedeutende P-Quelle dar. Die flächenbezogenen P-Einträge in die Oberflächengewässer über Dräne rangieren zwischen circa 0,1 und über 2 kg/(ha*a), wobei niedrige Einträge für Regionen mit gedränten lehmigen Böden typisch sind, zum Beispiel die Bördengebiete. Sandböden bilden mit P-Einträgen zwischen 0,3 und 0,5 kg/(ha*a) das Mittelfeld, während hohe P-Einträge aus landwirtschaftlich genutzten Hochmooren und von gedränten Marschengrünländern stammen. Die P-Einträge aus Punktquellen und

urbanen Systemen tragen mit insgesamt 28 % dazu bei und sind daher ebenfalls als bedeutsam einzustufen.

Nach Abzug der Retention in den Oberflächengewässern verbleibt von den 3.120 t/a eine Fracht von 2.080 t/a als Summe der verschiedenen Auslassgebiete in Niedersachsen. Das entspricht einer Gesamtretention von etwa 33 %, jedoch variiert die Retention in den Vorflutern der einzelnen Teileinzugsgebiete stark. Die wesentlichen Retentionsprozesse für P sind die Bindung an Sedimenten und deren Sedimentation sowie die gewässerinterne Primärproduktion (Pflanzenaufnahme).

Für TP wurde im AGRUM-Niedersachsen-Projekt der Orientierungswert der OGewV angenommen. Zwar wurde der Orientierungswert differenziert für Gewässertypen abgeleitet (zum Beispiel Marschengewässer 0,3 mg TP/l), hier jedoch einheitlich mit 0,1 mg TP/l angesetzt. Die für das Basisjahr 2007 berechnete P-Konzentration überschreitet, angenommen einiger Regionen in der Lüneburger Heide, der westlichen Börden und des Harzes, teilweise deutlich den Orientierungswert von 0,1 mg/l. Dies entspricht recht treffend den tatsächlichen gemessenen Werten. Es ergibt sich für viele Teileinzugsgebiete ein erheblicher Reduktionsbedarf. Im Mittel liegt er in Niedersachsen bei 45 % und beträgt somit insgesamt circa 1.420 t P (von 3.120 auf 1.700 t P).

Der höchste Reduktionsbedarf ergibt sich für das Weser-Leinebergland und entlang der Küste in den Küstendirekteinzugsgebieten. Hier wird er jedoch tendenziell

überschätzt, da in den Marschengewässern ein Orientierungswert von 0,3 mg TP/l gilt. Die P-Einträge aus diffusen und punktuellen Quellen in die Oberflächen-

gewässer Niedersachsens und die daraus berechneten resultierenden Frachten und Konzentrationen für das Basisjahr 2007 sind in der Tabelle 3 dargestellt.

Flussgebiet	P-Einträge [t/a]	P-Fracht (nach Abzug der Retention) [t/a]	TP-Konzentration Ist [mg/l] (berechnet)	TP-Konzentration Soll [mg/l] (berechnet)	Reduktionsbedarf bezogen auf die Einträge
Rhein (Grenze DE-NL)	70	60	0,16	0,1	36 %
Ems	740	510	0,18	0,1	45 %
Weser	1.840	1.220	0,17	0,1	47 %
Elbe	470	300	0,15	0,1	41 %
NI-gesamt	3.120	2.090	0,17	0,1	45 %

Tabelle 3: Berechnete Gesamt-P-Einträge, Retention und Reduktionserfordernis

Mögliche Maßnahmen und deren erforderlicher Umfang zum Erreichen der Ziele

Stickstoff

Da die Bewirtschaftungsziele mit den Annahmen der Baseline nicht erreicht werden, sind weitergehende Maßnahmen erforderlich. Ein Hauptaugenmerk lag auf der Umsetzung von AUM, da diese nach den derzeitigen Leitlinien bei der Umsetzung der WRRL (Prinzip der Freiwilligkeit) am ehesten umsetzbar erscheinen. Ausgehend von der zu erwartenden Wirkung einer AUM auf den Nährstoffüberschuss sowie der Akzeptanz wurde untersucht, in welchen Bereichen Niedersachsens welche Maßnahmen in welchem Umfang erforderlich wären. Zu berücksichtigen ist dabei, dass in der Baseline bereits ein hoher Umsetzungsgrad von AUM angenommen wurde. Betrachtet wurden Maßnahmen aus den folgenden Kategorien:

- Verzicht auf Wirtschaftsdüngerausbringung beziehungsweise Anwendung grundwasserschonender Ausbringungstechniken
- reduzierte N-Mineraldüngung
- Förderung von Extensivkulturen, Grünlandextensivierung, Brache
- Zwischenfrüchte und Untersaaten
- in besonderen Fällen zusätzlich Ökologischer Landbau

Der Reduktionsbedarf fällt regional sehr unterschiedlich aus, und die Umsetzbarkeit der Maßnahmen ist stark von der landwirtschaftlichen Nutzung und der Tierproduktion abhängig. Daher wurden an die regionale Landnutzung angepasste Maßnahmenkombinationen ermittelt. Dafür wurde das maximale Reduktionspotenzial aller Maßnahmen der notwen-

digen N-Reduktion gegenübergestellt und somit der notwendige Maßnahmenumfang ermittelt. In Regionen, in denen die „konventionellen“ Maßnahmen nicht ausreichen, wurde ergänzend der Ökologische Landbau als weitere Maßnahme herangezogen.

Die Ergebnisse sprechen eine deutliche Sprache: In einigen Regionen übersteigt der notwendige den möglichen Maßnahmenumfang. Hier würden die Bewirtschaftungsziele selbst dann nicht erreicht werden können, wenn die Maßnahmen auf der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche umgesetzt werden würden. Insgesamt beträgt das maximal mögliche Reduktionspotenzial etwa 16.600 t N und damit 3.000 t N weniger als das Minderungserfordernis. In circa 10 % der Gemeinden reicht unter den hier zugrunde gelegten Annahmen das Flächenpotenzial nicht aus, um ausreichend Maßnahmen umzusetzen. Die maximal mögliche Fläche, auf denen Maßnahmen umgesetzt werden könnten, würde einen Umfang von etwa 780.000 ha einnehmen – über die Baseline hinaus. Die notwendige Gesamtfläche, auf der Maßnahmen umzusetzen wären, läge dann – inklusive der Flächen, die bereits in der Baseline berücksichtigt wurden – bei insgesamt rund 1,13 Mio. ha, was dem drei- bis vierfachen des tatsächlichen Flächenumfangs von 2015 entspricht. Dies ist in Anbetracht der bisherigen Entwicklung keinesfalls erwartbar und realistisch. Der Reduktionsbedarf zur Umsetzung der bestehenden DüV und der darüber hinaus bestehende Ausweitungsbedarf für ergänzende AUM weisen auf das enorme Ausmaß der Herausforderungen hin, die mit der Umsetzung der WRRL einhergehen.

Aufgrund der räumlich differenzierten Betrachtung geben die im AGRUM-Niedersachsen-Projekt ermittelten Ergebnisse Aufschluss über Schwerpunktregionen und Handlungsoptionen für die Maßnahmenplanung. Sie zeigen aber auch deutlich, wo die Grenzen der Erreichbarkeit der Bewirtschaftungsziele liegen, die sich unter Beibehaltung der derzeitigen Umsetzungsstrategien beziehungsweise -instrumente (zum Beispiel DüV plus Prinzip der Freiwilligkeit) ergäben. Mögliche weitreichende Handlungsfelder wären beispielsweise eine starke Reduktion der Tierbestände oder des Mineraldüngereinsatzes. Beide Vorgehensweisen sind jedoch schon zu einem großen Teil in der Baseline als umgesetzt angenommen worden. Eine weitere Umsetzungsrate über die Baseline hinaus würde in den betroffenen Regionen stark finanzielle und strukturelle Einschränkungen mit sich bringen, die letztlich nur politisch und wahrscheinlich gegen hohe Widerstände durchsetzbar sind.

Phosphor

Für P sind keine vergleichbar detaillierten Untersuchungen zur Effektivität eventueller Maßnahmenkombinationen angestellt worden, unter anderem auch, weil es schwieriger ist, die Wirkung der AUM auf die P-Ströme in der Landschaft zu bewerten. Es ist jedoch davon auszugehen, dass langfristig die Abstockung von Viehbeständen sowie eine flächenhafte Umsetzung von AUM zu einer Verringerung der P-Einträge führen. Aufgrund des relativ hohen Anteils an Punktquellen und urbanen Systemen wird es jedoch unvermeidbar sein, weitere Anstrengungen zur Verringerung der Einträge auch über diese Pfade zu unternehmen.

Fazit und Schlussfolgerung

Ziel des AGRUM-Niedersachsen-Projekts war es, zu quantifizieren, wie hoch der Handlungsbedarf zum Erreichen der Ziele für die Oberflächengewässer und das Grundwasser hinsichtlich der Belastung mit Nährstoffen ist. Es war ausdrücklich nicht das primäre Anliegen, Lösungswege zum Erreichen der Ziele zu „errechnen“. Die Ergebnisse sollen in erster Linie verdeutlichen, wie hoch die zu bewältigenden Herausforderungen ausgedrückt in Zahlen tatsächlich sind.

Aufgrund der räumlich differenzierten Betrachtung geben die vorliegenden Ergebnisse Aufschluss über Schwerpunktregionen und Handlungsoptionen für die weitere Maßnahmenplanung. Sie richten sich unter anderem an politische Entscheidungsträger und sind als Grundlage zu verstehen, die dabei helfen können, ein Instrumentarium (erforderlichenfalls neu) zu entwickeln, mit dem sich die Ziele erreichen lassen.

Ausgehend vom Jahr 2007 wurden Prognosen erstellt, wie sich die Belastungssituation am Ende der zweiten Bewirtschaftungsperiode in 2021 darstellen könnte. Dazu wurde untersucht, ob (unter Beibehaltung des Prinzips der Freiwilligkeit)

- die zu erwartenden Entwicklungen im landwirtschaftlichen Sektor ausreichen, um die Ziele zu erreichen, und, falls dies nicht der Fall sein sollte,
- mit dem bestehenden Instrumentarium (hier vor allem AUM) zur Verringerung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft die Ziele erreicht werden können.

Dafür wurden die erforderlichen zu reduzierenden Nährstoffeinträge regional- und pfadspezifisch quantifiziert und den zu erwartenden Einträgen gegenüber gestellt. Für das Prognosejahr 2021 wurden zahl-

reiche, teilweise durchaus optimistische Änderungen (zum Beispiel betreffend die Umsetzungen der bestehenden DüV oder der in Niedersachsen angebotenen AUM) der landwirtschaftlichen Rahmenbedingungen angenommen. In Bezug zum Jahr 2007 werden sich dadurch die N-Überschüsse um rund 70.000 t N verringern (von 202.000 auf 133.000 t N), was zu einer Verringerung der N-Einträge in die Oberflächengewässer aus diffusen Quellen von 29.700 t N führt (von 71.500 auf 41.800 t N). Die Reduktion, die sich aus den Annahmen der Baseline ergibt, wird dennoch nicht ausreichen, um die Bewirtschaftungsziele zu erreichen. Es wird erforderlich sein, die N-Überschüsse der Landwirtschaft um weitere 19.600 t N zu reduzieren. Insbesondere in den viehstarken Regionen, die im Jahr 2007 bei N-Überschüssen von teilweise über 120 kg N/ha lagen, werden die Bewirtschaftungsziele wohl nicht anders erreichbar sein, als (auch) über einen Abbau der Tierbestände. Dies wird mit erheblichen ökonomischen Einbußen einhergehen, und es kann davon ausgegangen werden, dass dies eines der wesentlichen Hindernisse bei der Erreichung der Bewirtschaftungsziele sein wird.

Um die Orientierungswerte für P zu erreichen, müssten die Einträge – bezogen auf das Jahr 2007 – um circa 45 % gesenkt werden (von 3.120 auf 1.700 t P). Aufgrund des hohen Anteils an Punktquellen und urbanen Systemen an den Gesamteinträgen werden die Orientierungswerte mit Maßnahmen im landwirtschaftlichen Sektor allein nicht erreicht werden können. Es müssen auch Maßnahmen zur Senkung der Einträge aus Punktquellen und urbanen Systemen umgesetzt werden.

Der Modellverbund AGRUM als Instrument zum landesweiten Nährstoffmanagement in Niedersachsen – Thünen Report 37 (Johann Heinrich von Thünen-Institut, 2015)

Zu finden unter: www.thuenen.de > Thünen-Institut > Publikationen > Thünen Report

Quellen:

- Verordnung zum Schutz der Oberflächengewässer (OGewV, 2016)
- Empfehlung zur Übertragung flussbürtiger, meeresökologischer Reduzierungsziele ins Binnenland (LAWA, 2013)

Literaturhinweis:

- Oberirdische Gewässer Band 35: Gewässerüberwachungssystem Niedersachsen (GÜN), Nährstoffe in niedersächsischen Oberflächengewässern – Stickstoff und Phosphor (NLWKN, 2014)

Impressum

Herausgeber:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
Am Sportplatz 23
26506 Norden

Redaktion:

Niedersächsischer Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz
GB 3 Gewässerbewirtschaftung und Flussgebietsmanagement
Andreas Persy
Andreas.Persy@nlwkn-ig.niedersachsen.de

Gestaltung:

Heidrun Monkenbusch-Leifeld, designPunkt
Bettina Kuckluck, NLWKN Betriebsstelle
Lüneburg

Fotos, Abbildungen, Tabellen:
NLWKN

Karten:
Johann Heinrich von Thünen-Institut,
Thünen Report 37

© 2016 NLWKN