

Reduktionsbedarf landwirtschaftlicher Stickstoffeinträge in das Grundwasser und die Gewässer NRWs

Dr. Sabine Bergmann, **Dr. Michael Eisele** (LANUV NRW, Duisburg),

Dr. Horst Gömann (LWK NRW, Köln), Dipl.-Ing. Peter Kreins, (Thünen-Institut, Braunschweig),

Dr. Ralf Kunkel, Prof. Dr. Frank Wendland (Forschungszentrum Jülich)

Kooperationsprojekt **GROWA+ NRW 2021**

Gefördert vom Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (MULNV)

Kooperationsprojekt



Landesamt für Natur,
Umwelt und Verbraucherschutz
Nordrhein-Westfalen



GROWA+ NRW 2021



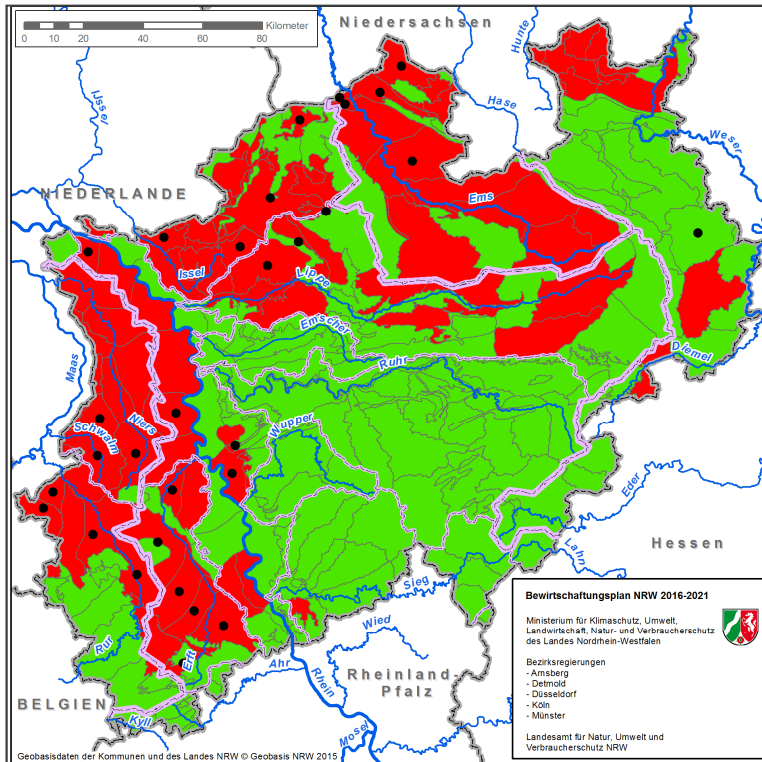
Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz NRW

Themenkomplexe **GROWA+ NRW 2021**

- N-Bilanz-Überschüsse der Landwirtschaft
- Wasserhaushalt
- Verweil- und Fließzeiten in ungesättigter Zone und oberem Aquifer
- Denitrifikation im Grundwasser
- N-Einträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer
- P-Einträge ins Grundwasser und die Oberflächengewässer
- **N- Reduktionsbedarf Grundwasser** (nach EG-WRRL und Nitrat-RL) und Gewässerschutz und Meeresschutz (nach EU-MSRL)
- Maßnahmenanalysen Landwirtschaft

- *Räumlich hoch differenzierte und landesweit konsistente Modellanalysen mit der in NRW bereits bewährten Modellkette RAUMIS-mGROWA-DENUZ-WEKU-MEPHos + MONERIS*
- **Aktive Einbindung von NRW-Fachinstitutionen in einem Begleitarbeitskreis**
- *Zu jedem Themenkomplex ein eigener (Teil-)Endbericht*

Grundwasserkörper in NRW



Erstellt: 10.08.15

Chemischer Zustand der Grundwasserkörper - Nitrat und Trends

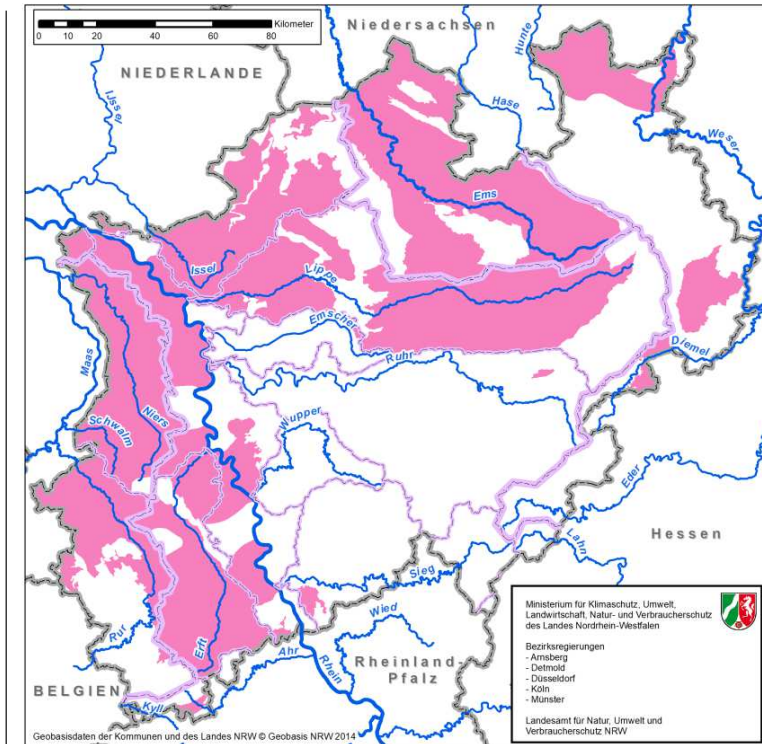


Zustandsbewertung der 275 GWK:

- **88 GWKs** im schlechten chemischen Zustand bzw. mit steigendem Trend wegen Nitrat



Grundwasserkörper in NRW



Maßnahmenprogramm Grundwasser

Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in GW durch Auswaschung aus der Landwirtschaft (41)

- Grundwasserkörper mit PGMN 41
- Grenzen Flussgebietseinheiten NRW
- Grenzen Teileinzugsgebiete NRW
- Staats-, Landesgrenze

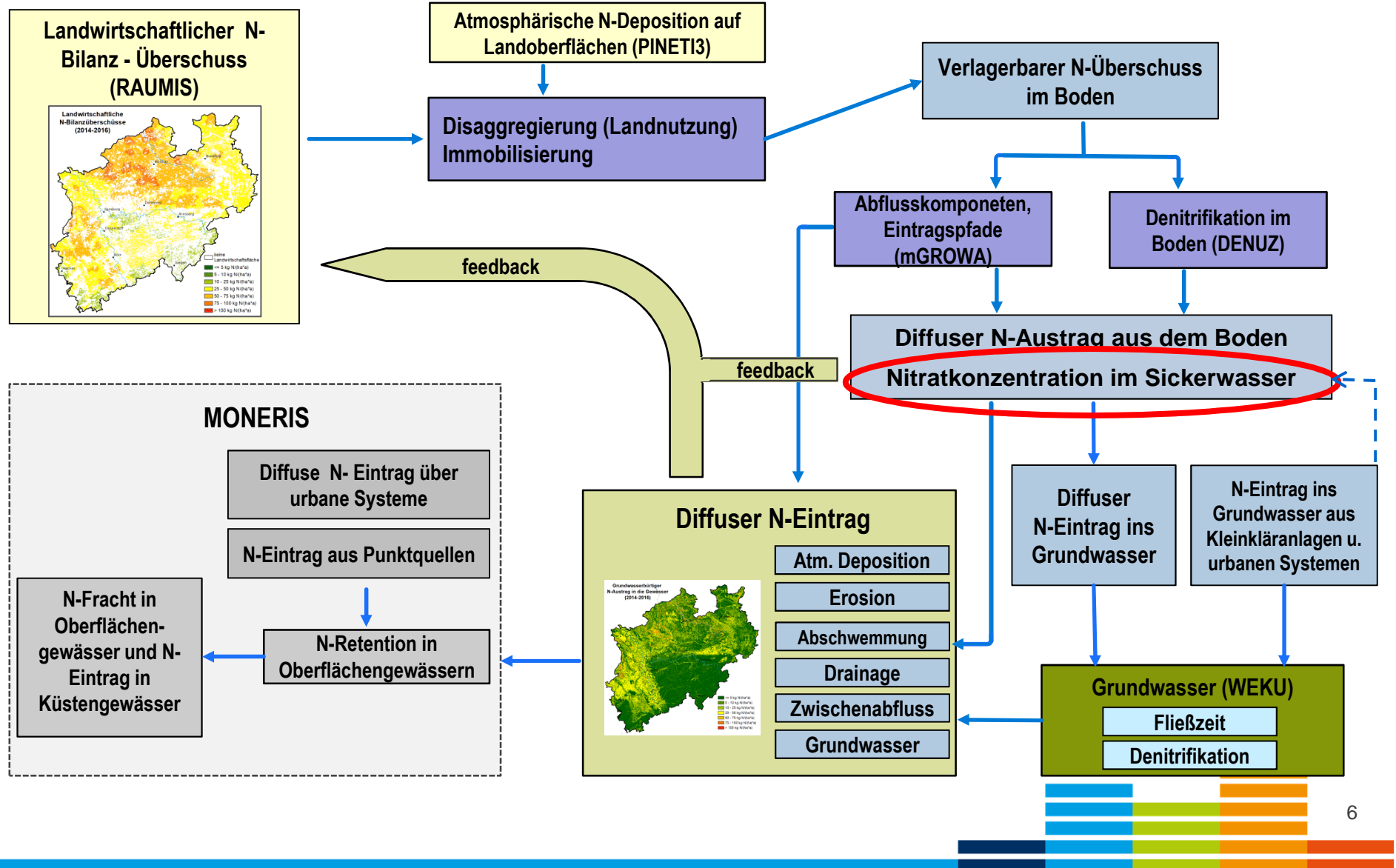
Zustandsbewertung der 275 GWK:

- **88 GWKs** im schlechten chemischen Zustand bzw. mit steigendem Trend wegen Nitrat
- Maßnahmen zur Reduzierung der Stickstoffeinträge in das Grundwasser notwendig (auch bei GWK mit Ammoniumbelastung oder Risiko)
 - *Ermittlung des N-Reduktionsbedarfs zur Erreichung des Schutzziels für das Grundwasser*
 - *Differenzierung der Belastung innerhalb der GWK zur Maßnahmenplanung und -lenkung*

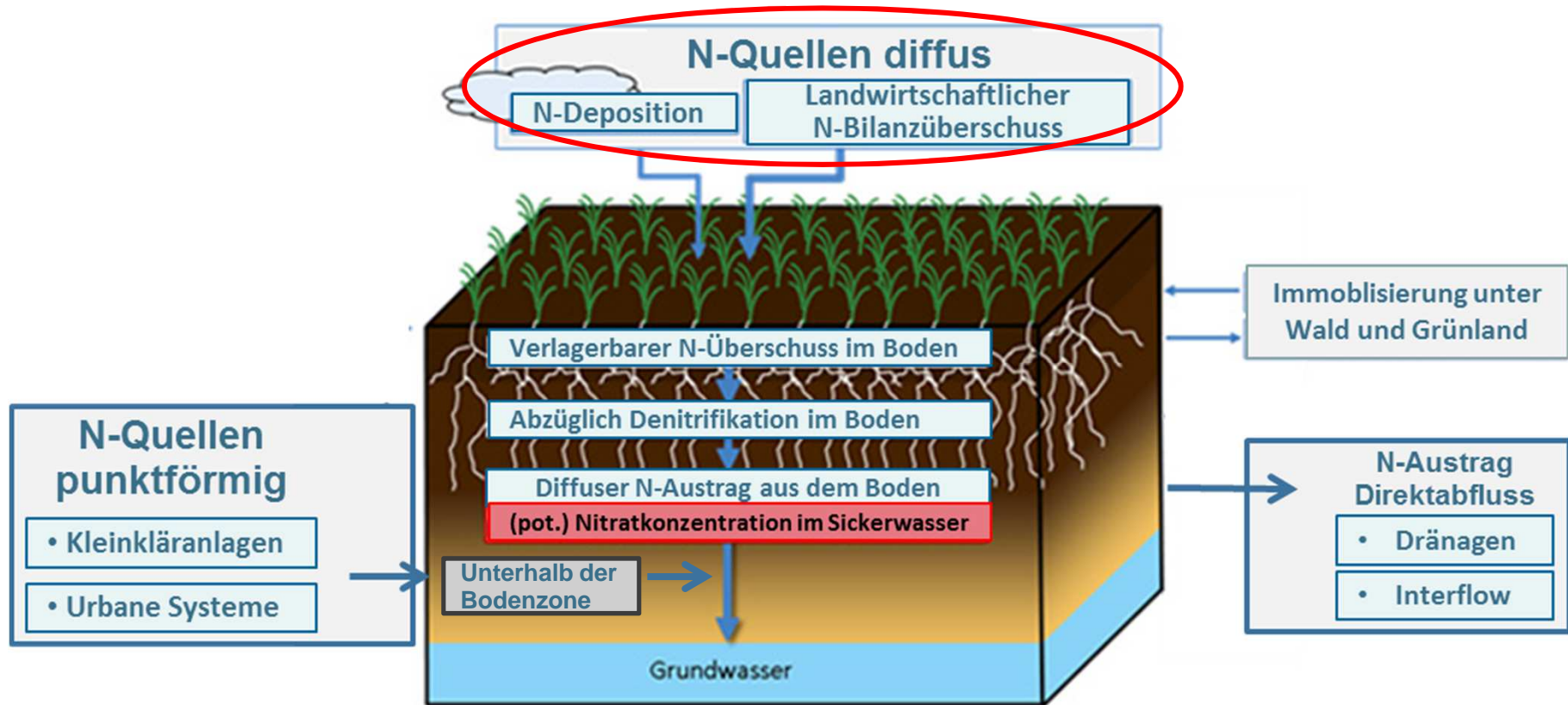
Defizitanalyse Grundwasser (LAWA, 2017):

- Keine Berücksichtigung der Denitrifikation im Grundwasser: **Der Nitrat-Grenzwert von 50 mg/L ist im Sickerwasser einzuhalten**

Modellsystem RAUMIS-mGROWA-DENUZ-WEKU-MONERIS



N-Quellen zur Berechnung der Nitratkonzentration im Sickerwasser

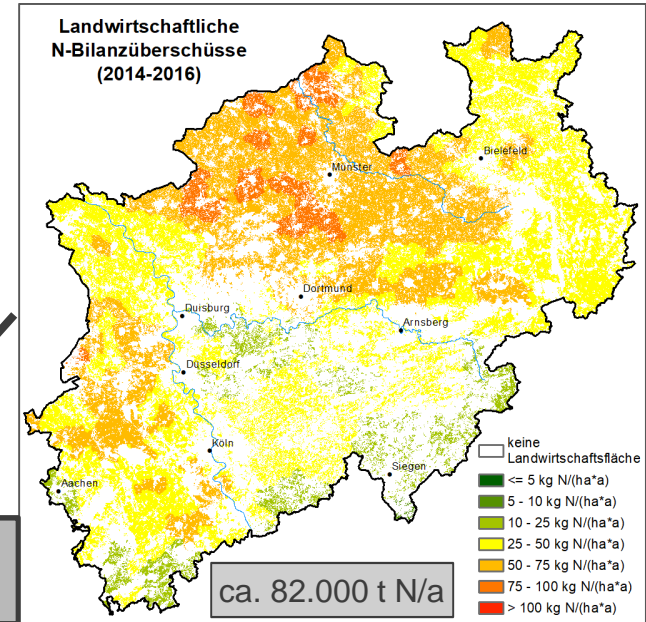
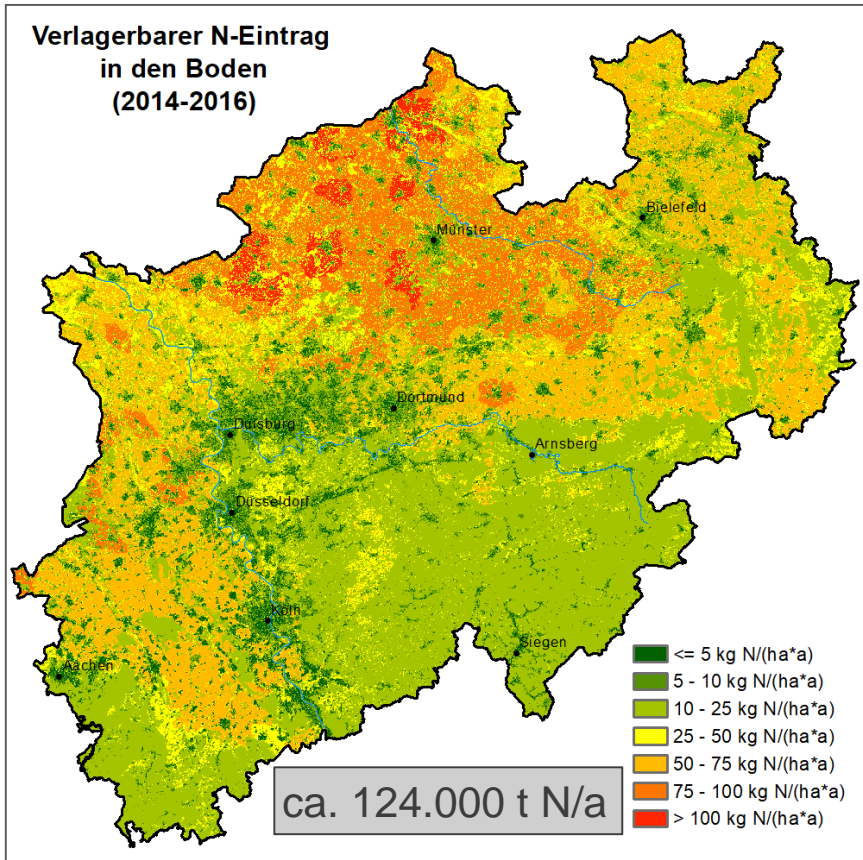


$$C_{NO_3} = \frac{443 \cdot (d_{Boden} + KKA + US)}{Q_{SW}}$$

C_{NO_3} :	Nitratkonzentration im Sickerwasser	[mg/l]
Q_{sw} :	(mGROWA-) - Sickerwasserrate	[mm/a]
d_{Boden} :	diffuser N-Austrag aus dem Boden	[kg N/(ha·a)]
KKA:	N-Austrag aus Kleinkläranlagen	[kg N/(KKA a)]
US:	N-Austrag aus urbanen Systemen	[kg N/(Gemeinde·a)]



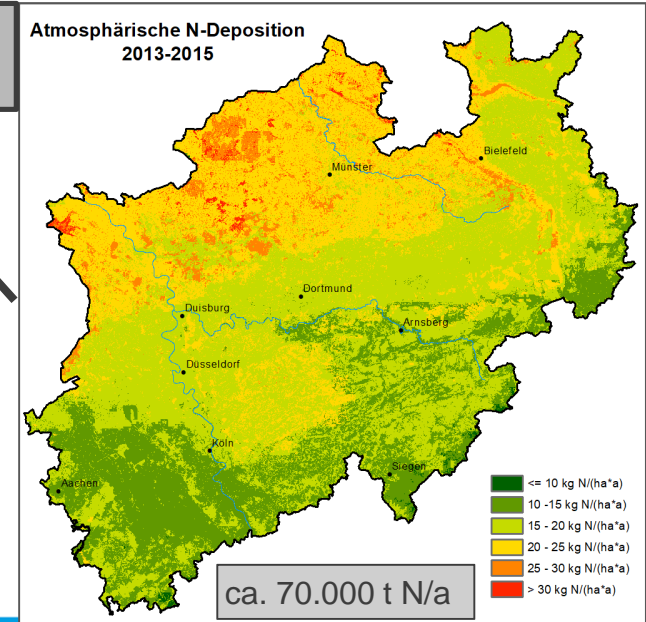
Diffuse N-Quellen und Verlagerbarer N-Eintrag in den Boden



Modell RAUMIS (TI)

Abzüglich der N-Speicherung im Boden:
Grünland: 50% / Laubwald: 20% / Nadelwald: 10%

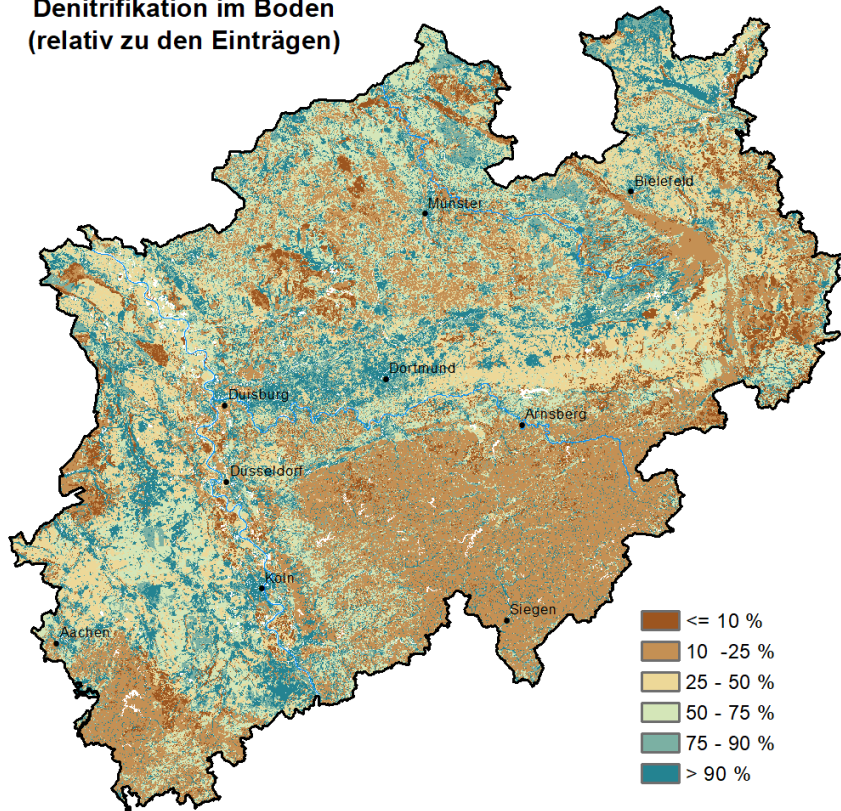
Modell PINETI3 (UBA)



- <10 kg bis >100 kg N/(ha a)
 - **Verlagerbarer N-Eintrag in den Boden entspricht nicht dem diffusen N-Austrag aus dem Boden**
- **Anrechnung der Denitrifikation im Boden**

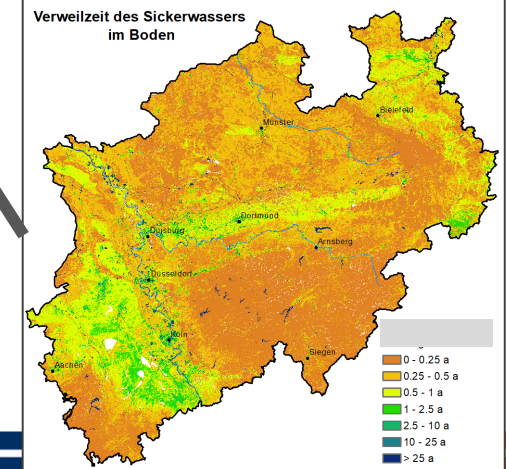
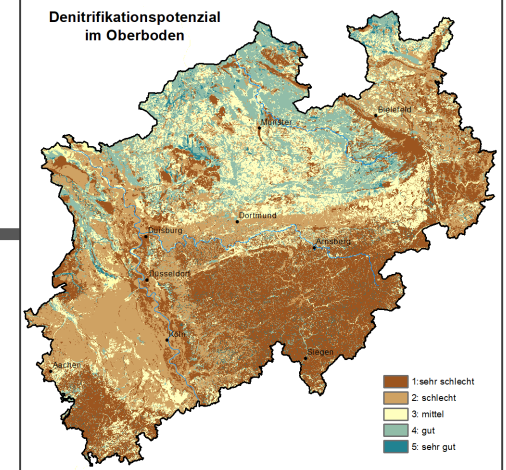
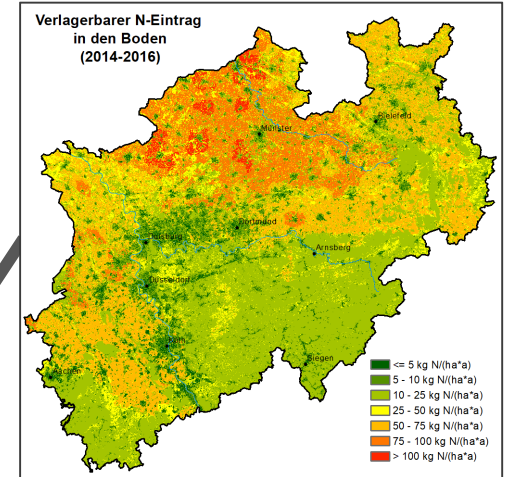
Denitrifikationsverluste im Boden und N-Austrag aus dem Boden

Denitrifikation im Boden (relativ zu den Einträgen)



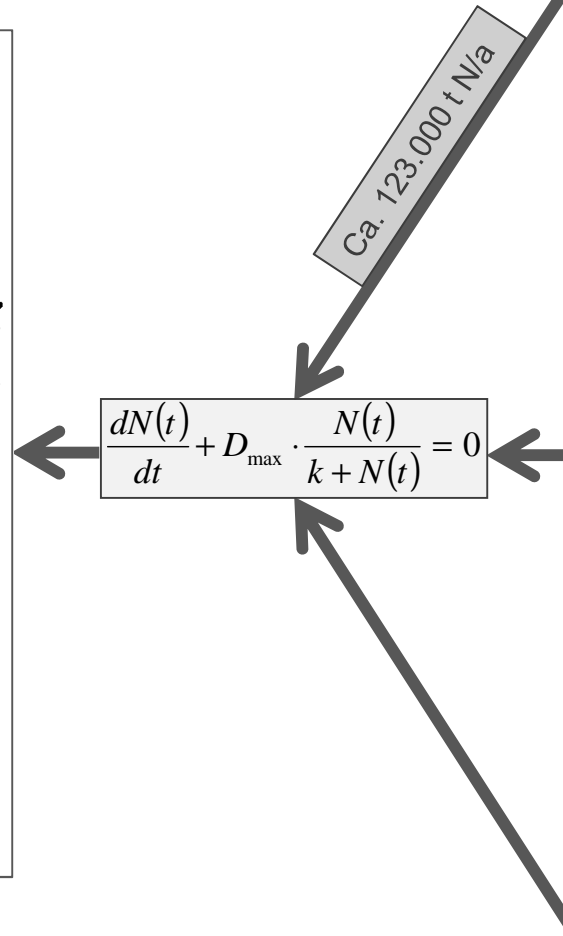
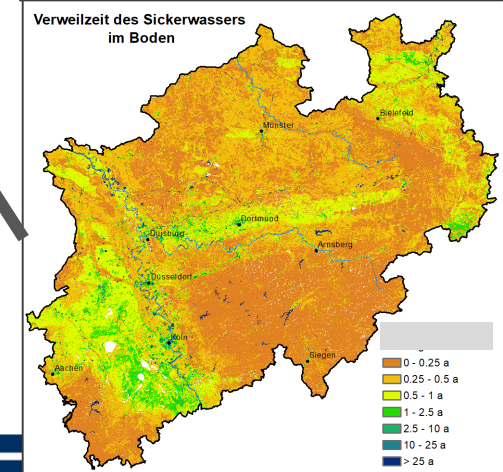
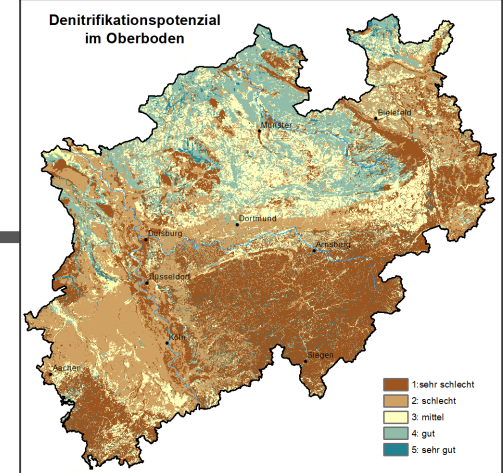
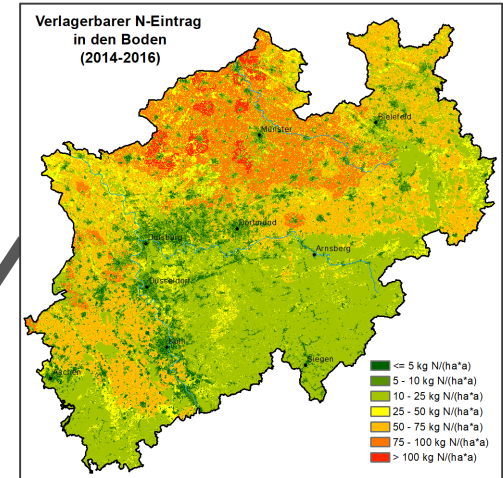
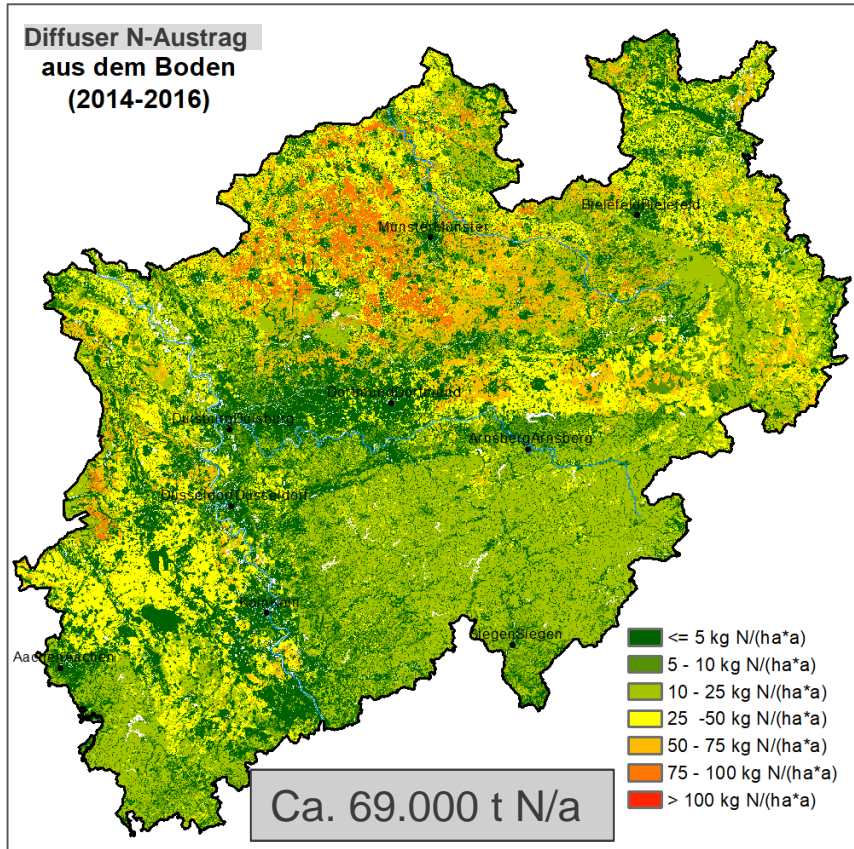
Ca. 123.000 t N/a

$$\frac{dN(t)}{dt} + D_{\max} \cdot \frac{N(t)}{k + N(t)} = 0$$



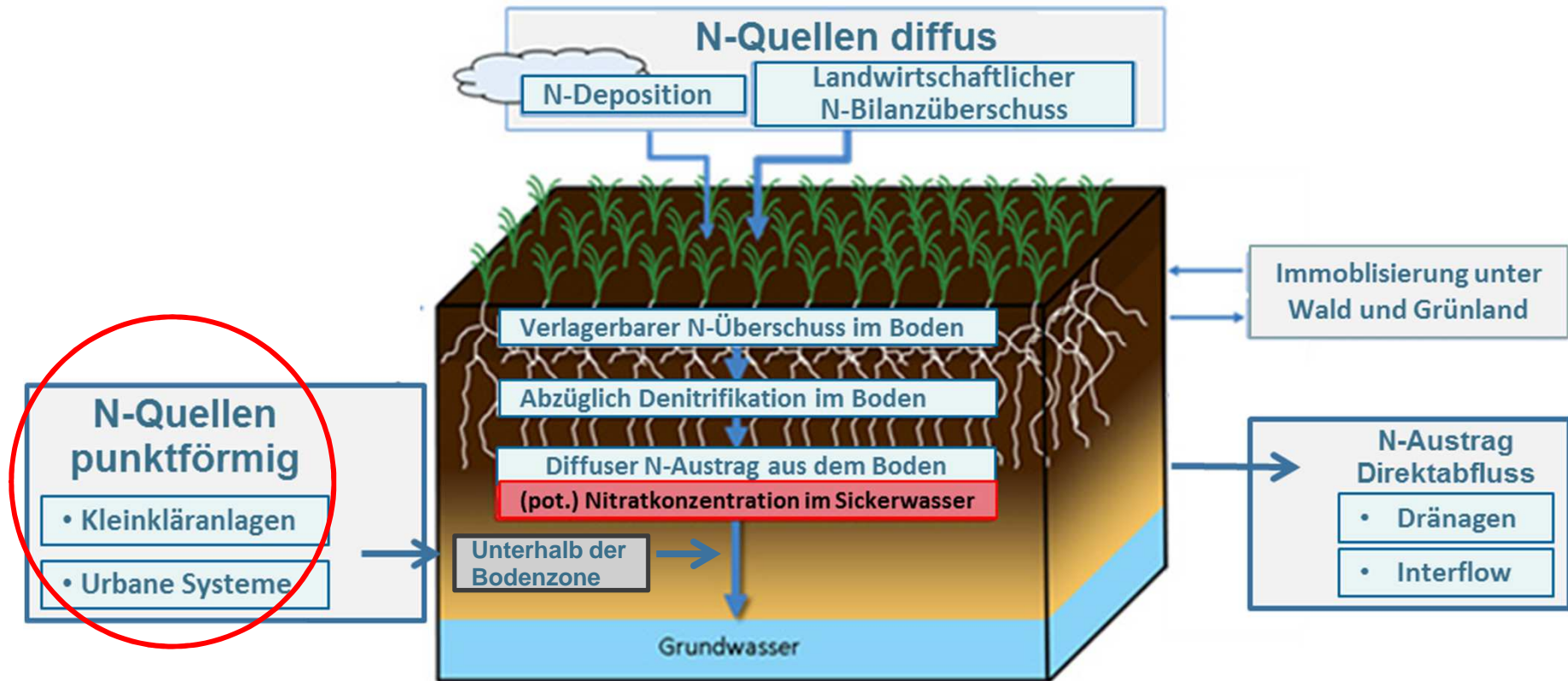
- liegen zwischen **<10% und >90%** der verlagerbaren N-Einträge in den Boden
- Im Landesmittel **ca. 44%** der verlagerbaren N-Einträge

Denitrifikationsverluste im Boden und N-Austrag aus dem Boden



- liegen zwischen **<10% und >90%** der verlagerbaren N-Einträge in den Boden
- Im Landesmittel **ca. 44%** der verlagerbaren N-Einträge

N-Quellen zur Berechnung der Nitratkonzentration im Sickerwasser

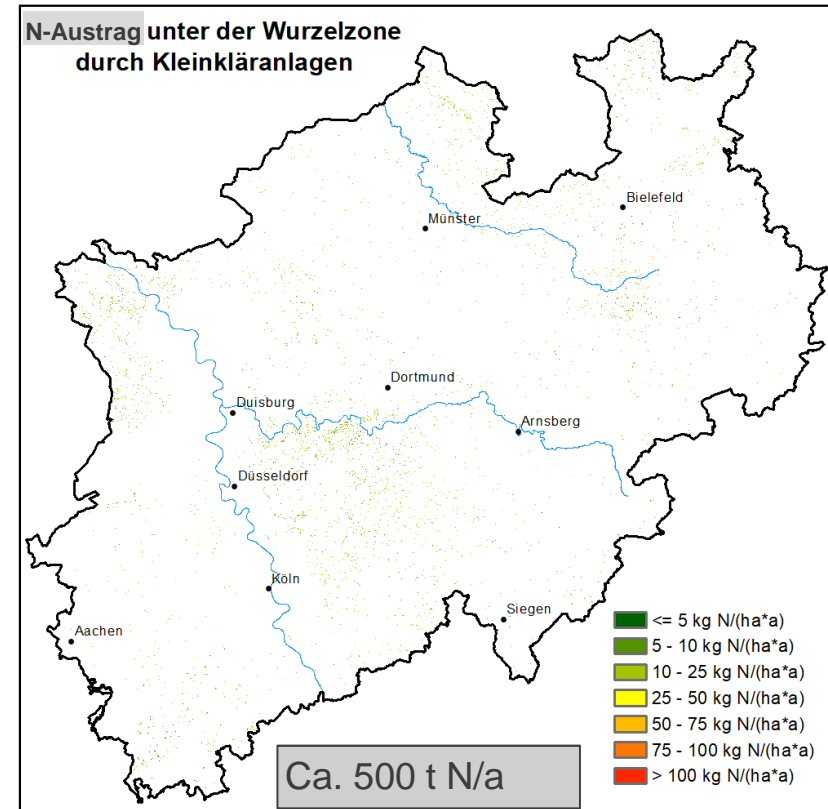
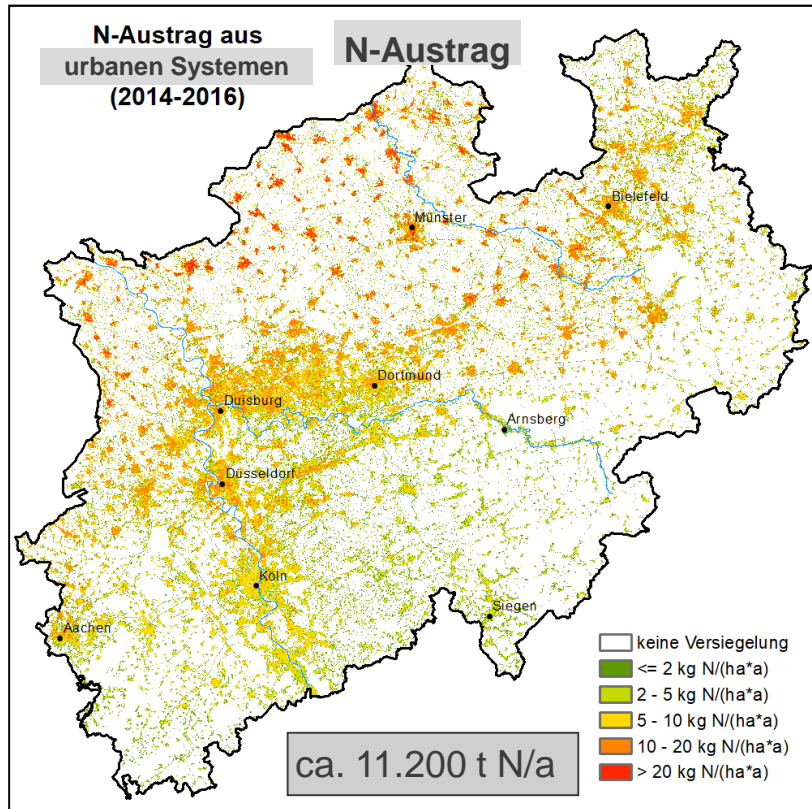


$$C_{NO_3} = \frac{443 \cdot (d_{Boden} + KKA + US)}{Q_{SW}}$$

C_{NO_3} :	Nitratkonzentration im Sickerwasser	[mg/l]
Q_{sw} :	(mGROWA-) - Sickerwasserrate	[mm/a]
d_{Boden} :	diffuser N-Austrag aus dem Boden	[kg N/(ha·a)]
KKA:	N-Austrag aus Kleinkläranlagen	[kg N/(KKA a)]
US:	N-Austrag aus urbanen Systemen	[kg N/(Gemeinde·a)]



N-Austrag ins Grundwasser aus urbanen Systemen und Kleinkläranlagen



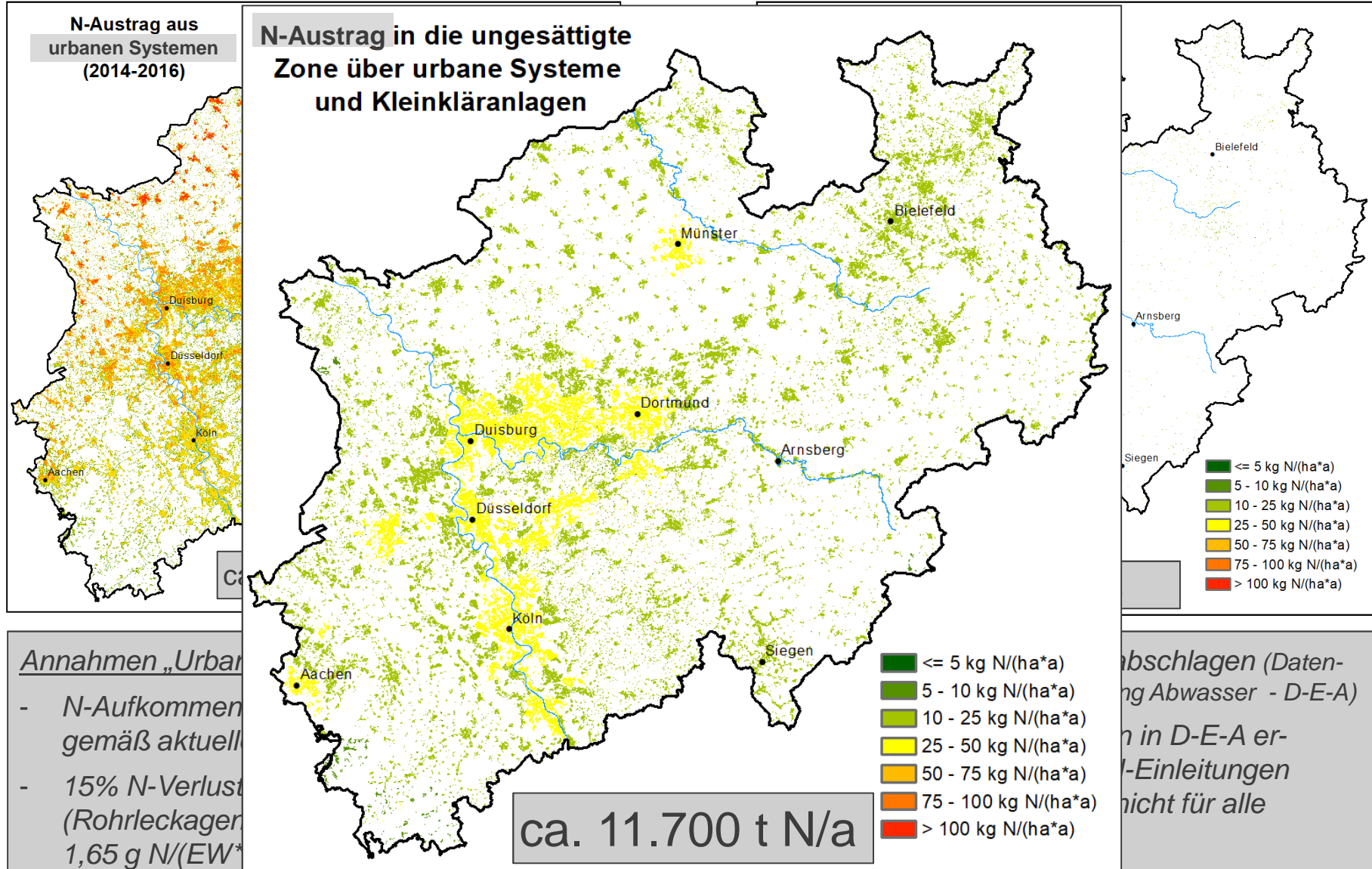
Annahmen „Urbane Systeme“:

- N-Aufkommen von 11 g N/(EW*Tag) gemäß aktuellem „Lagebericht“ (2016)
- 15% N-Verluste aus urbanen Systemen (Rohrleckagen, sonst. Punktquellen): 1,65 g N/(EW*Tag)

KKA, die ins Grundwasser abschlagen (Datendrehzscheibe Einleiterüberwachung Abwasser - D-E-A)

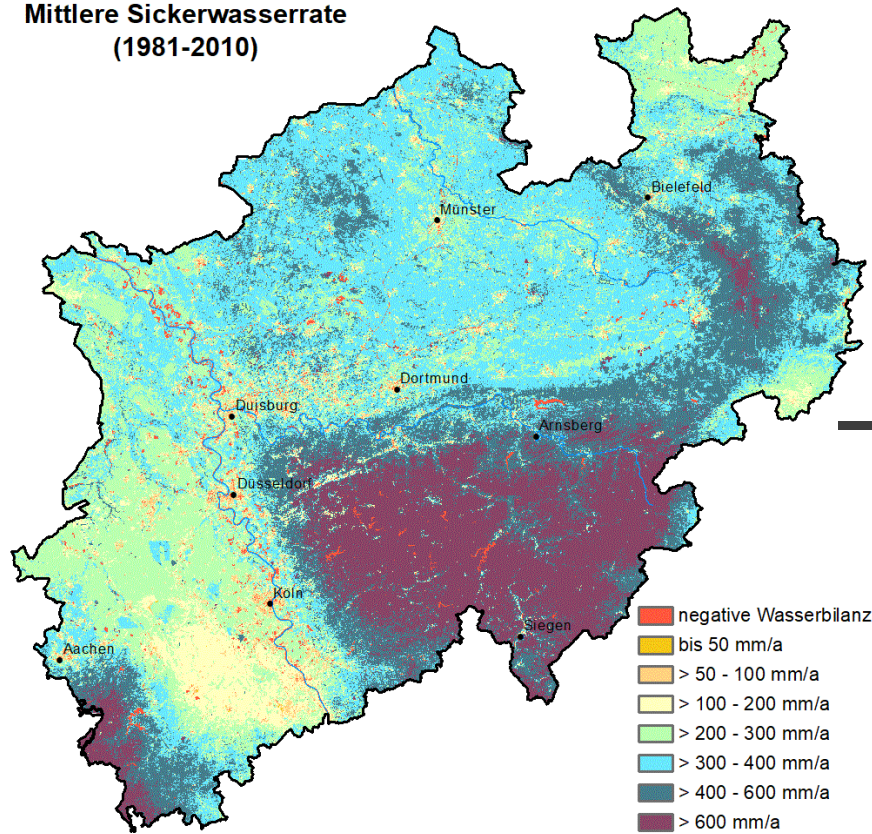
N-Frachten entsprechen den in D-E-A erfassten jahresbezogenen N-Einleitungen dieser KKA; Datenbestand nicht für alle Kommunen vollständig

N-Austrag ins Grundwasser aus urbanen Systemen und Kleinkläranlagen

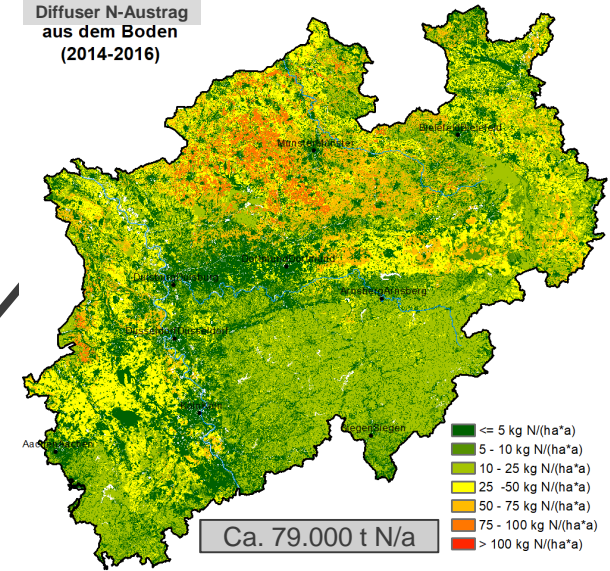


Modellierte Nitratkonzentration im Sickerwasser (mGROWA)

Mittlere Sickerwasserrate (1981-2010)

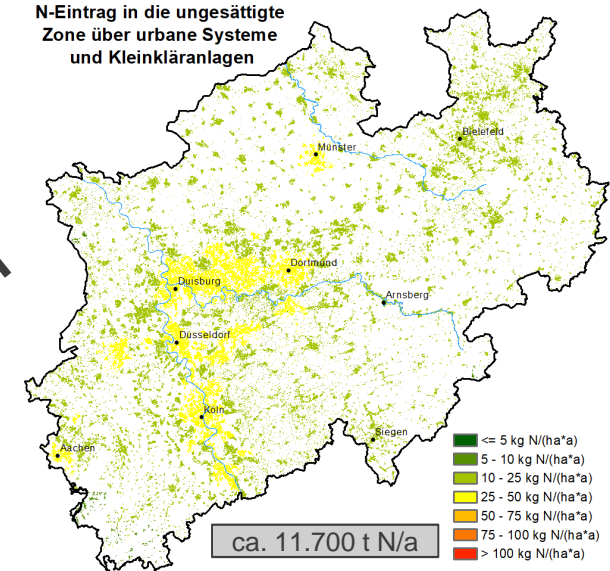


Diffuser N-Austrag aus dem Boden (2014-2016)



$$C_{NO3} = \frac{443 \cdot (d_{Boden} + KKA + US)}{Q_{SW}}$$

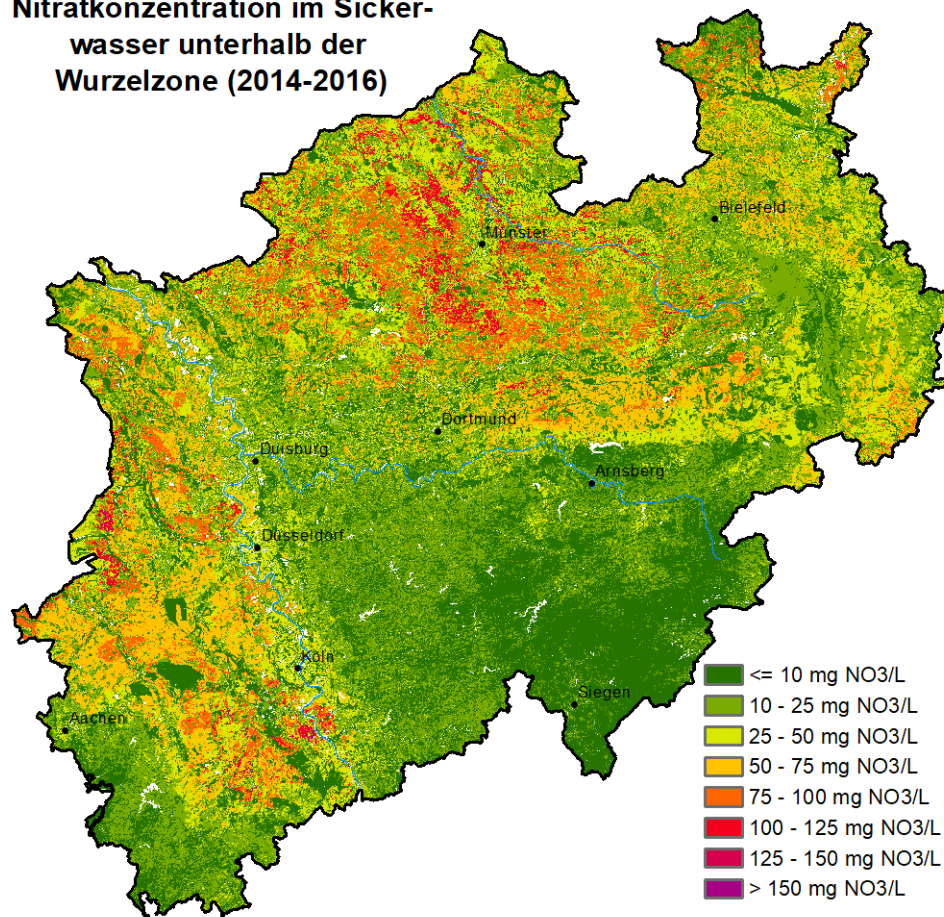
N-Eintrag in die ungesättigte Zone über urbane Systeme und Kleinkläranlagen



- Je höher die Sickerwasserrate, desto höher ist die Verdünnung der diffusen N-Austräge aus dem Boden sowie der N-Austräge aus Kleinkläranlagen und urbanen Systeme
→ geringe Nitratkonzentrationen im Sickerwasser bei hohen Sickerwasserraten

Modellierte Nitratkonzentration im Sickerwasser

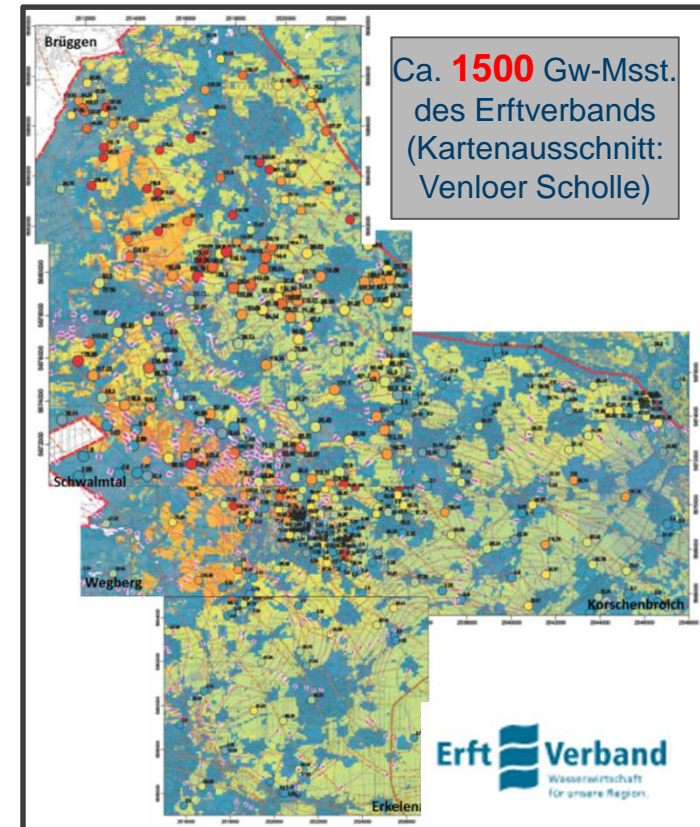
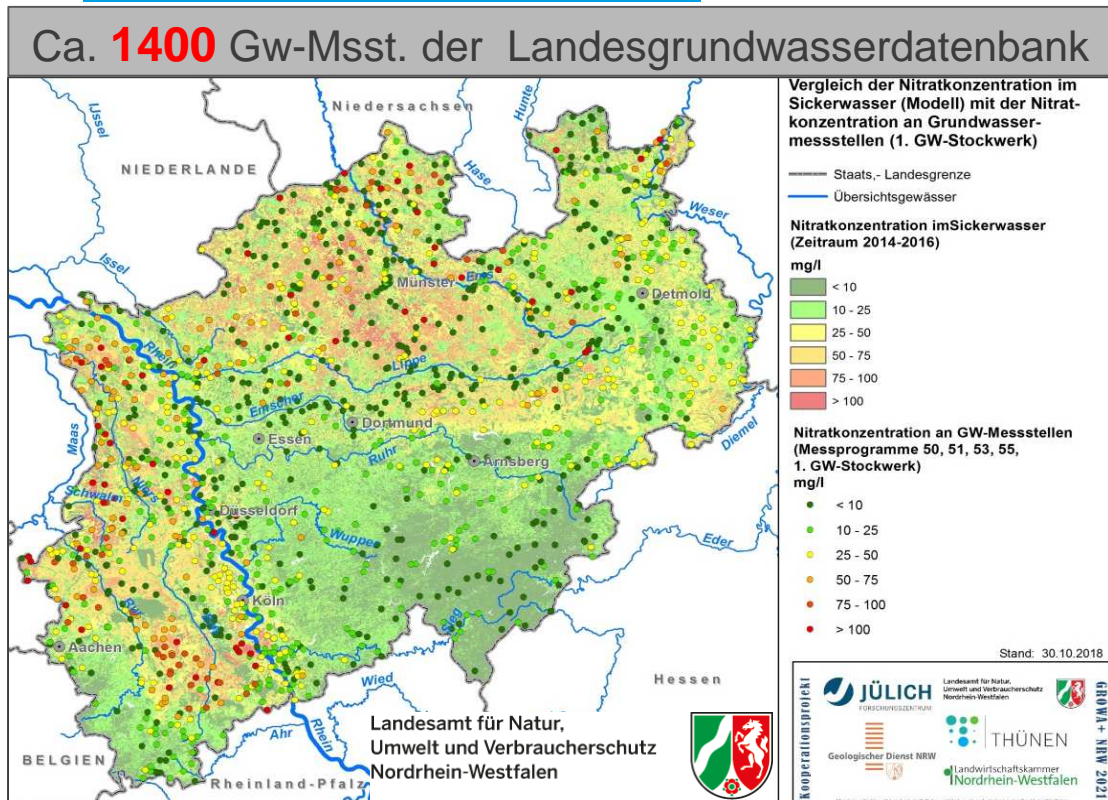
Nitratkonzentration im Sickerwasser unterhalb der Wurzelzone (2014-2016)



- <10 mg NO₃/l und >125 mg NO₃/l
- Größere Bereiche mit < 50 mg NO₃/l in allen urbanen Regionen, sowie vor allem im Rheinischen Schiefergebirge
- Größere Bereiche > 50 mg NO₃/l im Rheinland und im Münsterland
- **Wie realitätsnah sind die modellierten Nitratkonzentrationen im Sickerwasser?**



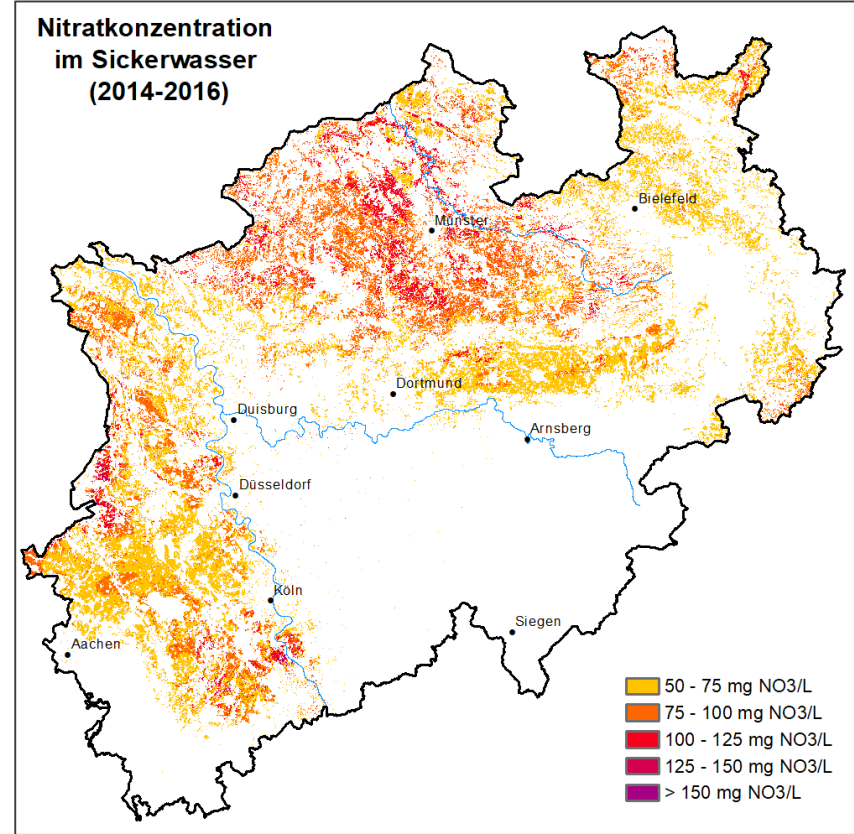
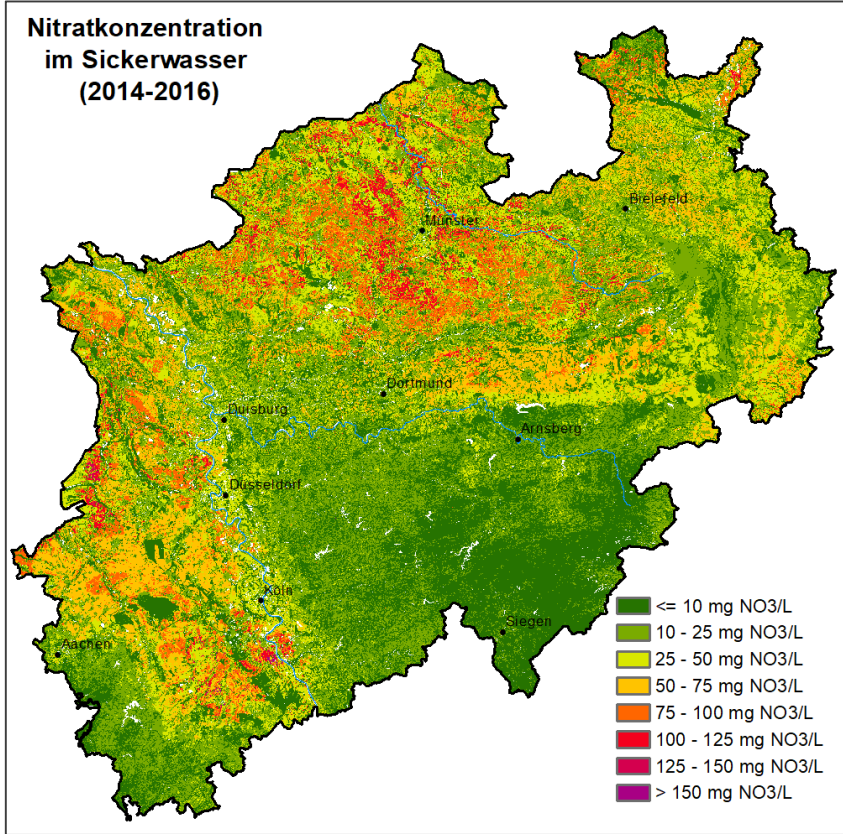
Validitätsüberprüfung „Nitratkonzentration im Sickerwasser“ mit LANUV und Erftverband



Räumliche Verteilung und Größenordnung der modellierten Nitratkonz. im Sickerwasser stimmt sehr gut mit Messwerten im Grundwasser oxidierter Aquifere überein

- *Modell bildet das Gesamtsystem (Wasserhaushalt, Stickstoffhaushalt) sowie die Zusammenhänge und Einflussfaktoren, die die Nitratkonzentrationen des Sickerwassers bestimmen, zuverlässig ab*
- *Grundvoraussetzung erfüllt um im nächsten Schritt den N-Reduktionsbedarf zur Erreichung des Grundwasserschutzziels zu ermitteln*

In welchem Fall besteht N-Reduktionsbedarf?



Nach LAWA (2017) sobald die Nitratkonzentration im Sickerwasser 50 mg NO₃/l überschreitet

Regional differenzierte Identifizierung des (Haupt-) Verursachers:

- Landwirtschaft?
- KKA / urbane Systeme?
- Industrie / Verkehr / Haushalte?

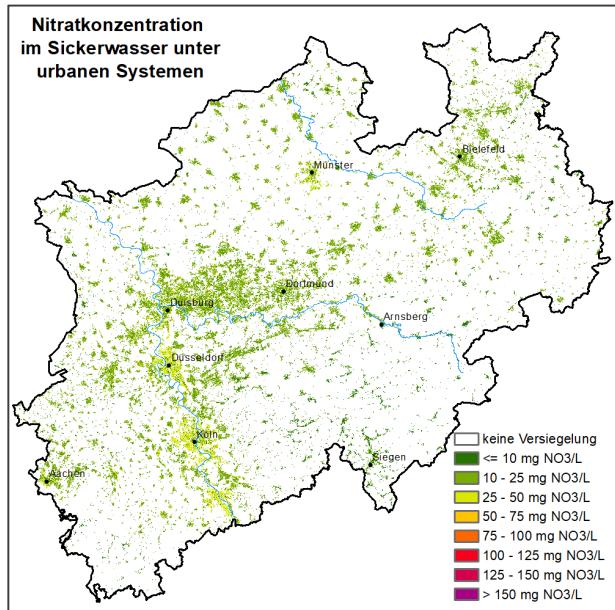


Bedeutung nicht-landwirtschaftlicher Verursacher

Urbane Systeme

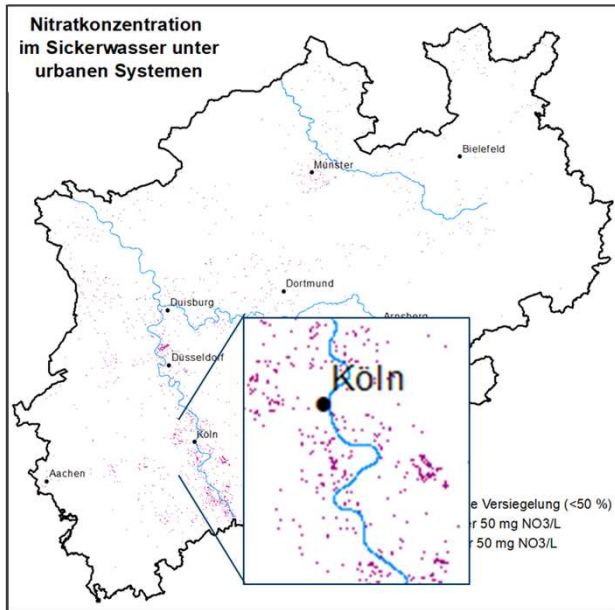
Kleinkläranlagen

NO_x-Deposition



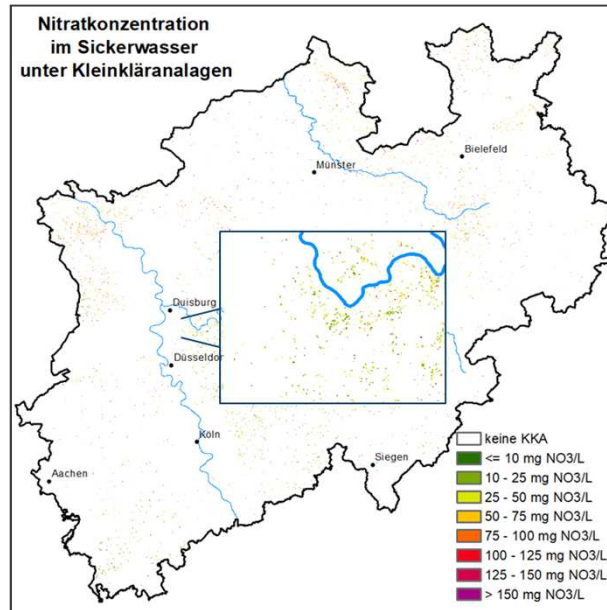
Bedeutung nicht-landwirtschaftlicher Verursacher

Urbane Systeme



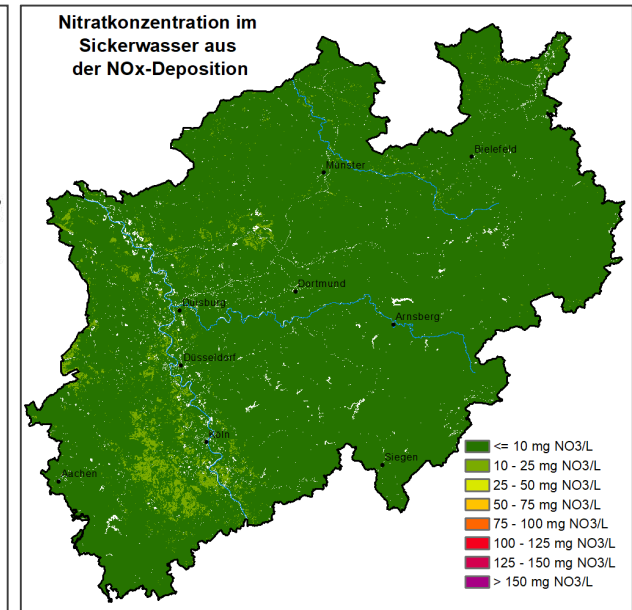
■ Urbane Systeme führen gar nicht oder tragen nur unwesentlich zu einer Überschreitung der NO₃-Konz. im Sickerwasser von 50 mg/L

Kleinkläranlagen



■ Bei ca. 28 % der KKA (~6800 Rasterzellen) kommt es zu einer Überschreitung der NO₃-Konz. im Sickerwasser von 50 mg/L

NO_x-Deposition

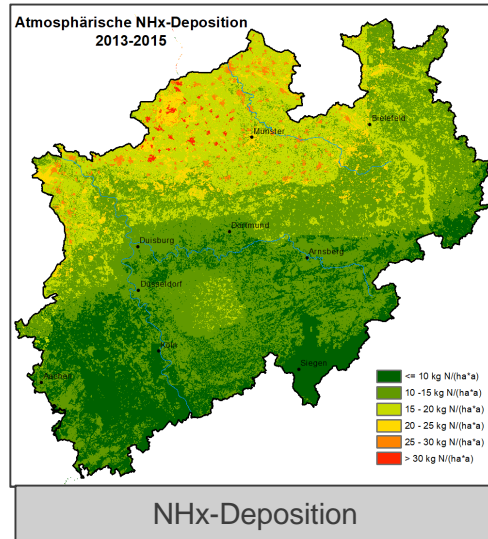


■ Es kommt zu keiner Überschreitung der NO₃-Konz. im Sickerwasser von 50 mg/L durch die NO_x-Deposition

urbane Systeme, KKA und die NO_x-Deposition führen **nicht** zur Zielverfehlung auf Ebene ganzer GWK nach EG-WRRL

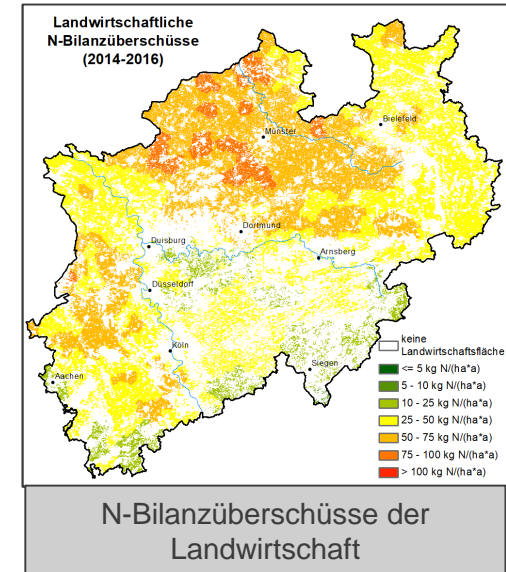
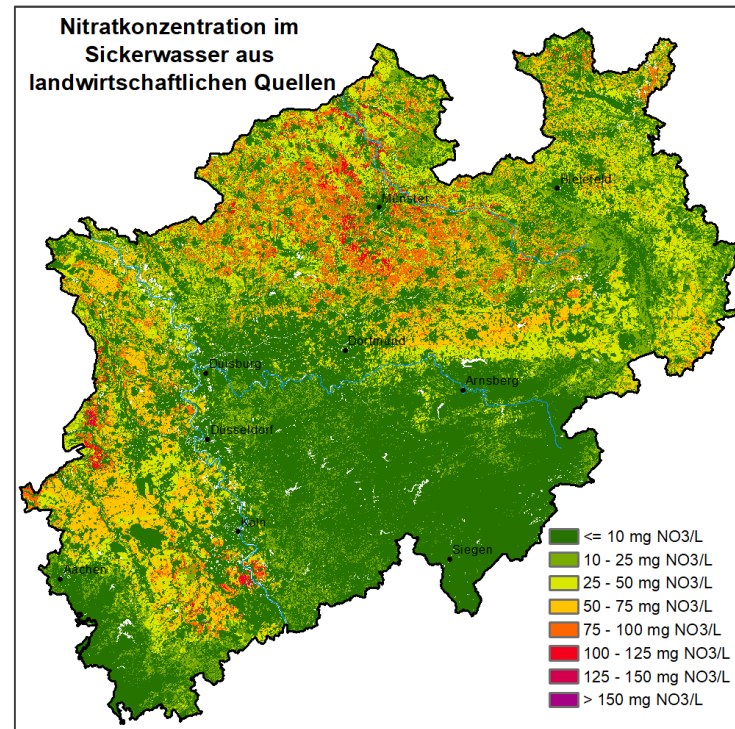
➤ Mögliche / erforderliche Maßnahmen zur Reduzierung der N-Austräge stehen damit außerhalb des WRRL-Maßnahmenprogramms

Bedeutung Landwirtschaftlicher N-Emissionen



Anteil der Landwirtschaft an der N-Deposition (PINET13, 2018):

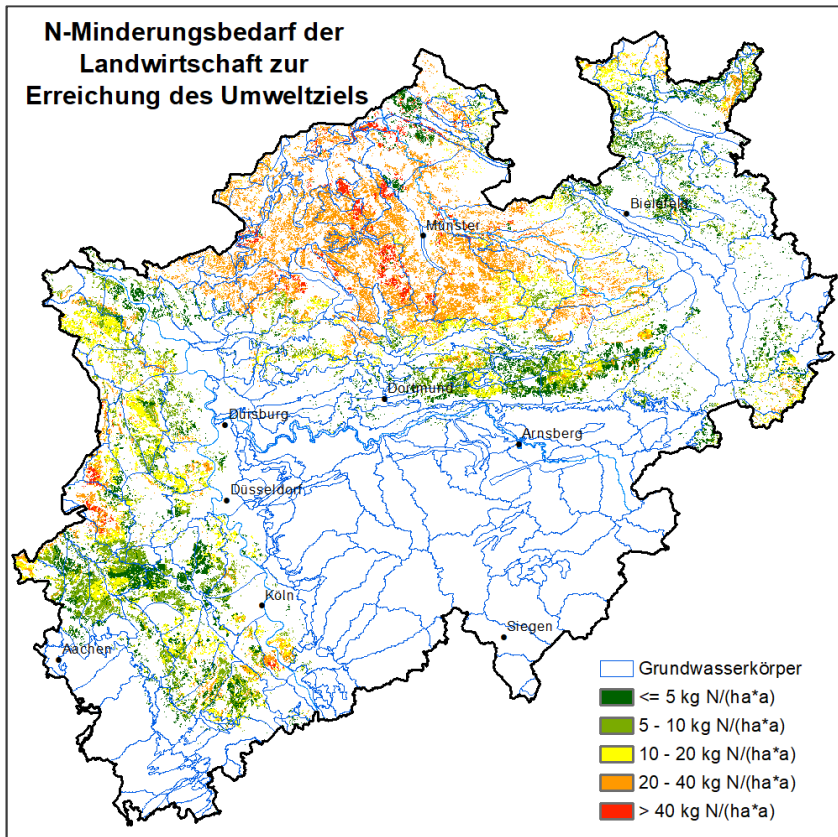
- NH_x (nasse Dep.: ca. 95%)
- NO_x (trockene Dep.: ca. 10%)



Wie groß ist der N-Reduzierungsbedarf für die Erreichung des Schutzziels Grundwasser bei ausschließlicher Berücksichtigung der landwirtschaftlichen N-Emissionen?

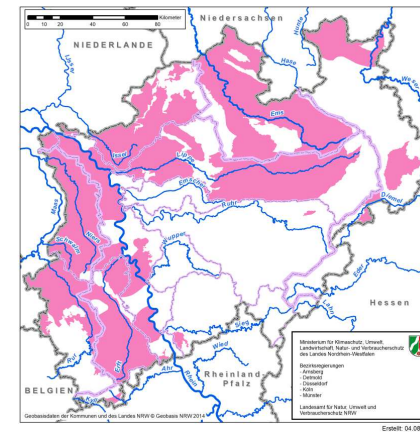


Ergebnis: N-Reduktionsbedarf der Landwirtschaft

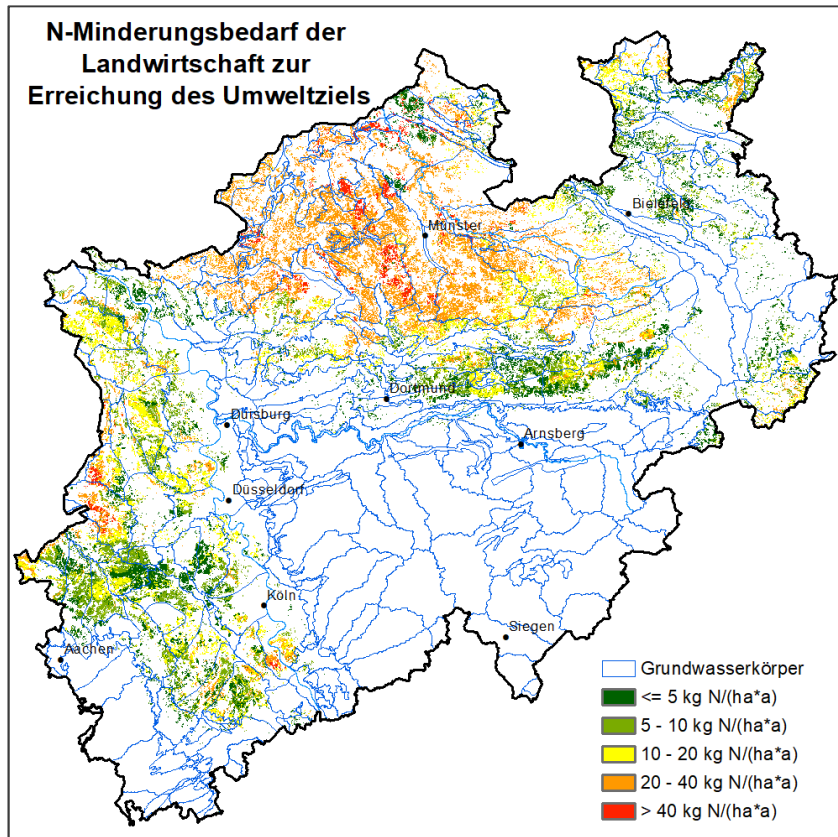


Auswertung für alle Flächen mit Nitratkonzentrationen im Sickerwasser > 50 mg/l

Eine Reduzierung der N-Einträge in das Grundwasser ist in allen GWK notwendig, in denen im Maßnahmenprogramm des 2. BWP nach WRRL (2016-2021) die Maßnahme PGMN 41 „Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in GW durch Auswaschung der Landwirtschaft“ festgelegt wurde

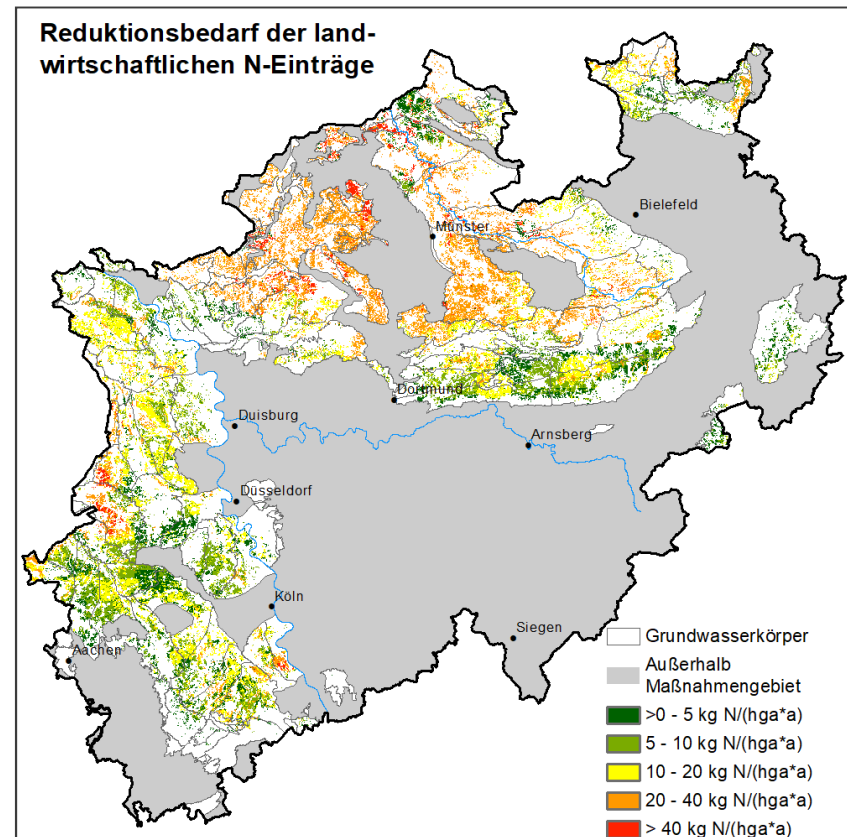


Ergebnis: N-Reduktionsbedarf der Landwirtschaft

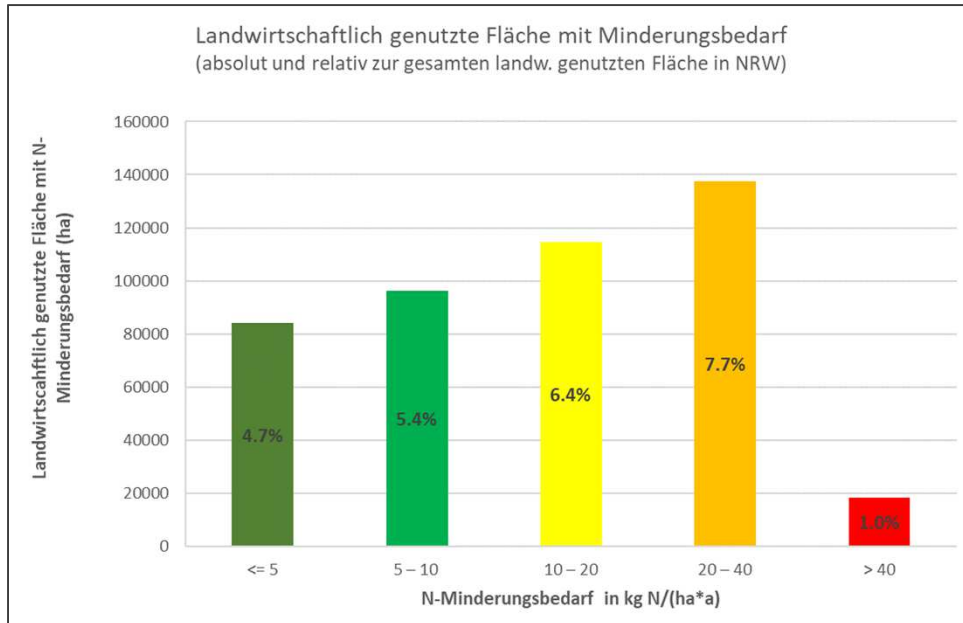


Auswertung für alle Flächen mit Nitratkonzentrationen im Sickerwasser > 50 mg/l

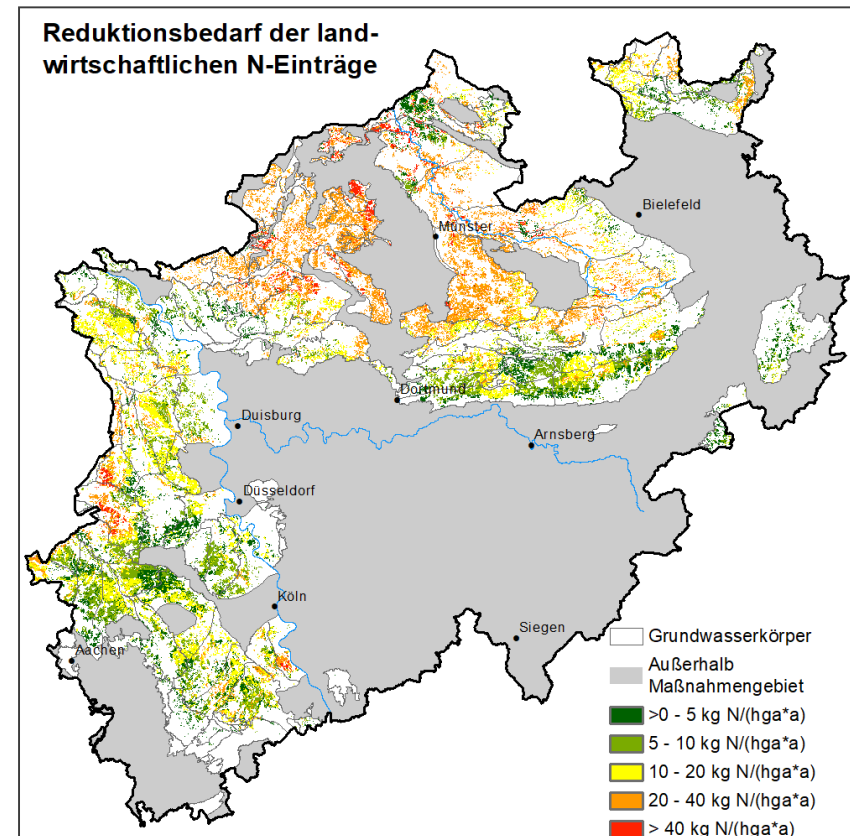
Eine Reduzierung der N-Einträge in das Grundwasser ist in allen GWK notwendig, in denen im Maßnahmenprogramm des 2. BWP nach WRRL (2016-2021) die Maßnahme PGMN 41 „Maßnahmen zur Reduzierung der Nährstoffeinträge in GW durch Auswaschung der Landwirtschaft“ festgelegt wurde



Ergebnis: N-Reduktionsbedarf der Landwirtschaft



- Anteil der landwirtschaftlich genutzten Flächen mit N-Reduktionsbedarf in den GWK mit PGMN 41 an der Gesamt-Landwirtschaftsfläche NRW liegt bei ca. 25 %
- Der N-Reduktionsbedarf in diesen 25% der Landwirtschaftsfläche liegt für
 - Ca. 31 % der Fläche bei 20-40 kg/ha a
 - Ca. 47 % der Fläche bei 5 – 20 kg/ ha a



Zusammenfassung

- Modellierung der Nitratkonzentration im Sickerwasser unter Einbeziehung der Haupteintragsquellen:
 - N-Bilanzüberschüsse der Landwirtschaft
 - Atmosphärische NH_x-Deposition
 - Atmosphärische NO_x-Deposition
 - Kleinkläranlagen
 - urbane Systeme
- Validierung anhand von ca. 2600 Messwerten aus dem oberflächennahen Grundwasser



Zusammenfassung 2

- Analyse der Nitratkonzentrationen im Sickerwasser im Hinblick auf die Hauptverursacher:
 - N-Austräge aus KKA, urbanen Systemen und durch die NO_x-Deposition führen nicht oder tragen nur unwesentlich und lokal begrenzt zur Zielverfehlung bei.
 - (Fast ausschließlich) N-Emissionen aus der Landwirtschaft bedingen Nitratkonzentrationen im Sickerwasser > 50 mg NO₃/L.
- N-Reduktionsbedarf (Grundwasserziele) besteht auf ca. 25 % der LF in NRW. Größenordnungen liegen zwischen < 5 kg/ha und > 40 kg/ha mit großen regionalen Unterschieden.
- Ausblick: Der N-Reduktionsbedarf zur Erreichung der Meeresschutzziele wird aktuell berechnet. Dabei wird der Reduktionsbedarf für das Grundwasser eingerechnet. Der verbleibende Reduktionsbedarf in den Flusseinzugsgebieten wird neben der LW auch weiteren Verursachergruppen zugewiesen.





Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit

