GROWA+ NRW 2021

Teilbericht I

Regionalisierte Quantifizierung der landwirtschaftlichen Flächenbilanzüberschüsse in Nordrhein-Westfalen

von

Horst Gömann[1], Peter Kreins[2], Elke Brandes[2] & Toni Pfingsten[1]

[1]: Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
Gartenstraße 11, 50765 Köln-Auweiler
Tel.: 0221-5340-510, E-Mail: Horst.Goemann@LWK.NRW.DE

[2]: Thünen-Institut für Ländliche Räume,
Bundesallee 64, 38116 Braunschweig
Tel.: 0531-596-5514, E-Mail: peter.kreins@thuenen.de

Köln/Braunschweig, Nov. 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis II
Tabellenverzeichnis IV
Abkürzungsverzeichnis VI
1. Fragestellungen und Betrachtungszeitraum 1
2. Datengrundlage 1

2.1 Datengrundlage zur Pflanzenproduktion 2
2.1.1 Verfahrensumfänge der Pflanzenproduktion 2
2.1.2 Erträge der Pflanzenproduktionsverfahren 7

2.2 Datengrundlage zur Tierproduktion 7
2.2.1 Datengrundlage zum Umfang der Tierproduktion 7
2.2.2 Datengrundlage zur Haltungsform der Tierverfahren 9

2.3 Datengrundlage zur Gärsubstraterzeugung 10

2.4 Datengrundlage zu Wirtschaftsdüngertransporten 11

2.5 Datengrundlage zur Klärschlammausbringung 12

2.6 Flächen mit Nutzungseinschränkungen 12
2.6.1 Wasserkooperation 12
2.6.2 Agrarumweltmaßnahmen (AUM) 14

2.7 Mineraldüngung 15

3. Methodik der Nährstoffbilanzierung 16

3.1 Vorgehensweise der Nährstoffbilanzierung im RAUMIS 17

3.2 Nährstoffbedarf der Pflanzenproduktion 19

3.3 Beschreibung der Bilanzpositionen im RAUMIS 24
3.3.1 Wirtschaftsdünger 24
3.3.2 Symbiotische und asymbiotische N-Fixierung 26
3.3.3 Regionale Mineraldüngereinsatzmengen 26
3.3.4 Nährstoffentzüge 31

3.4 Nährstoffbilanzsalden 33

3.5 Flächenbezug/Schnittstelle zu mGROWA-DENUZ-WEKU 33

4. Ergebnisse 33

4.1 Stickstoff 34
4.1.1 Stickstoffbedarf der Pflanzenproduktion 34
4.1.2 Wirtschaftsdüngeranfall 35
4.1.3 Wirtschaftsdüngertransport 36
4.1.4 Klärschlammausbringung 42
4.1.5 Wirtschaftsdüngerausbringung 44
4.1.6 Symbiotische und asymbiotische N-Fixierung 45
4.1.7 Mineralische Stickstoffdüngung 46

4.1.8 Stickstoffentzug über das Erntegut 49
4.1.9 Stickstoffflächenbilanzüberschuss 51

4.2 Phosphor 52
4.2.1 Phosphorbedarf der Pflanzenproduktion 52
4.2.2 Phosphoranfall aus Wirtschaftsdünger 53
4.2.3 Mineralische Phosphordüngung 54
4.2.4 Phosphorentzug über das Erntegut 56
4.2.5 Phosphorbilanzüberschuss 58

4.3 Auswirkungen der Veränderung in Methodik und Eingangsdaten 59
4.3.1 Verbesserung der Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Produktionsstruktur 59
4.3.2 Berücksichtigung von Gärsubstraten 60
4.3.3 Georeferenzierung der ermittelten Bilanzüberschüsse 61
4.3.4 Korrektur der regionalen Grünlanderträge 62

5. Zusammenfassung/Schlussfolgerung/Ausblick 63

Literaturverzeichnis 66

Anlage 1: Abkürzungen der pflanzlichen Produktionsverfahren 68

Anlage 2: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren 69

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Winterweizen 4

Abbildung 2-2: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Zuckerrüben 5

Abbildung 2-3: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Raps 5

Abbildung 2-6: Großvieheinheitenbesatz 9

Abbildung 2-7: Anzahl der Biogasanlagen sowie der installierten elektrischen Leistung; Quelle: Landwirtschaftskammer NRW, Biogas-Betreiberdatenbank, Stand 27.07.2017 11

Abbildung 2-8: Umfang der Wasserschutzgebiete in den Gemeinden (2014-2016) 13

Abbildung 2-9: Bedeutung der Fördermaßnahmen in Wasserschutzgebieten (2014-2016) 14

Abbildung 2-10: Regionale Bedeutung der Agrarumweltmaßnahmen (2014-2016) 15

Abbildung 2-11: Mineraldüngerabsatz in NRW 1989/90-2016/17 16

Abbildung 3-1: Vorgehensweise der Stickstoffbilanzierung im Modellsystem RAUMIS 18

Abbildung 3-2:	Regionale sowie betriebliche Streuung der mineralischen Stickstoffdüngung aus Nährstoffvergleichsdaten NRW	29
Abbildung 3-3:	Regionale sowie betriebliche Streuung der mineralischen Phosphatdüngung aus Nährstoffvergleichsdaten NRW	30
Abbildung 3-4:	Durchschnittliche regionale mineralische Stickstoffdüngung der Jahre 2014-2016	31
Abbildung 4-1:	Stickstoffbedarf im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 in kg N pro ha LF	35
Abbildung 4-2:	Stickstoffanfall aus der Tierhaltung und aus Gärsubstraten im Durschnitt der Jahre 2014-2016 in kg N pro ha LF	36
Abbildung 4-3:	Wirtschaftsdüngerimporte nach § 4 WDüngV (2014-2016)	38
Abbildung 4-4:	Wirtschaftsdüngerverbleib in NRW nach § 3 WDüngNachwV (2014-2016)	40
Abbildung 4-5:	Wirtschaftsdüngerimporte aus den Niederlanden	41
Abbildung 4-6:	Regionaler Import und Export von Wirtschaftsdünger, insgesamt für das Durchschnittsjahr 2014-2016 in kg N pro ha LF	42
Abbildung 4-7:	Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft (2014-2016)	44
Abbildung 4-8:	Organische Stickstoffdüngung insgesamt im Durchschnitt der Jahre 2014-2016	45
Abbildung 4-9:	Symbiotische und asymbiotische N-Fixierung im Durchschnitt der Jahre 2014-2016	46
Abbildung 4-10:	Deutschlandweiter Inlandsabsatz von mineralischem Stickstoffdünger in den Jahren 1989/90-2017/18	48
Abbildung 4-11:	Mineralische Stickstoffdüngung im Durchschnitt der Jahre 2014-2016	49
Abbildung 4-12:	Stickstoffentzug durch das Erntegut im Durchschnitt der Jahre 2014-2016	50
Abbildung 4-13:	Stickstoffflächenbilanzüberschuss im Durchschnitt der Jahre 2014-2016	51
Abbildung 4-14:	Phosphorbedarf der Pflanzenproduktion im Durchschnitt der Jahre 2014-2016	53
Abbildung 4-15:	Organischer Phosphoranfall aus der Tierhaltung und dem Gärsubstrat im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 (in kg P pro ha LF)	54
Abbildung 4-16:	Mineralischer Phosphorinlandsabsatz der Jahre 1989/90-2017/18	55

Abbildung 4-17: Mineralische Phosphordüngung im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 56

Abbildung 4-18: Phosphorentzug durch das Erntegut im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 57

Abbildung 4-19: Phosphorflächenbilanzüberschuss im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 58

Abbildung 4-20: Entwicklung der Anzahl der Biogasanlagen und der gesamten installierten elektrischen Leistung in Megawatt (MW); Quelle: https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/18-05-25_Biogas_Branchenzahlen-2017_Prognose-2018_end.pdf 60

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1: Landwirtschaftliche pflanzliche Verfahren der Bilanzierung 3

Tabelle 2-2: Haltung von Rindern und Schweinen auf Gülle (% der Tiere) 8

Tabelle 2-3: Angerechnete Stickstoffmenge in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft 10

Tabelle 3-1: Positionen der Nährstoffbilanz im Modellsystem RAUMIS für N und P 19

Tabelle 3-2: Nährstoffbedarfe der Pflanzenverfahren (kg/ha) in Abhängigkeit vom Ertrag (E) (dt/ha)* 20

Tabelle 3-3: Eckwerte zur Berechnung der N-Bedarfsfaktoren im Ackerbau in Abhängigkeit von Boden und Klima 22

Tabelle 3-4: Nährstoffausscheidung der Tiere (kg je Stallplatz und Jahr) 25

Tabelle 3-5: Symbiotische N-Fixierung der Pflanzenverfahren (kg/ha) in Abhängigkeit vom Ertrag (E) (dt/ha)* 26

Tabelle 3-6: Nährstoffbedarfe der Pflanzenverfahren (kg/ha) in Abhängigkeit vom Ertrag (E) (dt/ha)* 32

Tabelle 4-1: Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngertransporten aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern 37

Tabelle 4-2: Entwicklung der Anzahl von Wirtschaftsdüngerimportmeldungen nach § 4 aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern 38

Tabelle 4-3: *Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngertransporten innerhalb und aus NRW heraus (§ 3 WDüngNachwV)* 39

Tabelle 4-4: *Entwicklung der Anzahl von Wirtschaftsdüngerimportmeldungen (§ 3 WDüngNachwV)* 39

Tabelle 4-5: *Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngertransporten aus den Niederlanden* 41

Tabelle 4-6: *Nährstoffgehalte im Klärschlamm* 43

Tabelle A-1: *Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren zu den untersuchten Bilanzierungsverfahren* 69

Tabelle A-3: *Haltung von Rindern und Schweinen auf Gülle (% der Tiere)* 74

Tabelle A-4: *Regionale Stickstoffanrechnungsfaktoren in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (% der Tiere)* 76

Abkürzungsverzeichnis

AFiD	Amtliche Firmendaten für Deutschland
ASE	Agrarstrukturerhebung
AUM	Agrarumweltmaßnahmen
BLAG	Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft
BMELV	Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
DüV	Düngeverordnung
EEG	Erneuerbares Energien Gesetz
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union
GV	Großvieheinheit
HI-Tier	Herkunftssicherungs- und Informationssystem Tier
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
N-Codes	Nutzartcodes
NHI	Nitrogen-Harvest-Index
NRW	Nordrhein-Westfalen
N	Stickstoff
P	Phosphor
PARCOM	PARis COMmission (Völkerrechtlicher Vertrag zur Einleitung umweltgefährlicher Stoffe aus Festlandsquellen)
RAUMIS	Regionalisiertes Agrar- und Umweltinformationssystem
RGV	Raufutterfressende Großvieheinheiten
TI	Thünen-Institut
TV	Teilverfahren
TZ	Tierzahlen
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie
WAgriCo	Water Resources Management in Cooperation with Agriculture

1. Fragestellungen und Betrachtungszeitraum

Nährstoffe werden in der Landwirtschaft in unterschiedlicher Form der Produktionsfläche zugeführt und dienen der Erhaltung der Bodenproduktivität sowie der Erzielung und der Sicherung hoher Pflanzenerträge. Hierbei entfällt der größte Teil der Nährstoffzufuhr auf die mineralische Düngung. Weitere bedeutende Nährstoffmengen fallen im Rahmen der Tierhaltung im Wesentlichen in Form von Gülle und Mist an, welche auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche z. T. als Wirtschaftsdünger ausgebracht werden. In der Biogasproduktion werden Nährstoffe als Gärsubstrate der Produktionsfläche zurückgeführt. Nährstoffe, die dem Boden über den Bedarf zur Produktivitätserhaltung und Ertragserzielung hinaus zugeführt werden, führen zum Nährstoffüberschuss. Überschüssige Nährstoffe können aus dem Boden ausgetragen und in aquatische Systeme transportiert werden. Im Grund- und Oberflächenwasser tragen besonders die Nährstoffe Stickstoff und Phosphor zur Wasserverschmutzung und Eutrophierung bei.

Mit gesetzlichen Richtlinien versucht der Gesetzgeber, die Verschmutzung der Gewässer durch den Eintrag von Nährstoffen zu reduzieren. In Deutschland bestimmt die Düngeverordnung (DüV) die gute fachliche Praxis der Düngung auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und die Verminderung von stofflichen Risiken durch die Anwendung von Düngemitteln. Sie ist die deutsche Umsetzung der EU-Nitratrichtlinie aus dem Jahr 1991 (Richtlinie 91/676/EWG) und trägt bei zur Umsetzung der EG-Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) (Richtlinie 2000/60/EG) und zur Umsetzung der EU-Meeresstrategie-Rahmenrichtlinie (Richtlinie 2008/56/EG) (WBA, WBD, SRU 2013:5). Die durch die WRRL vorgegebenen Ziele für das Grundwasser konnten bislang deutschlandweit nicht flächendeckend erreicht werden. Im Jahr 2013 wurde ein Vertragsverletzungsverfahren der EU-Kommission gegenüber Deutschland eingeleitet. Eine durch die Bundesregierung initiierte Bund-Länder-Arbeitsgemeinschaft (BLAG) hat die DüV novelliert, um die Gewässerschutzziele der Bundesregierung mittelfristig erreichen zu können (KLU 2014: 4).

Strukturelle Veränderungen der Fließgewässer und zu hohe Nährstoffeinträge beeinträchtigen in Nordrhein-Westfalen (NRW) die Gewässerqualität und verhindern, dass der gute ökologische Zustand erreicht werden kann.

Regional stellt sich die Nährstoffproblematik in NRW sehr unterschiedlich dar. Neben sehr heterogenen Standortbedingungen sind hierfür auch die unterschiedlichen landwirtschaftlichen Betriebsstrukturen verantwortlich. Der Einfluss unterschiedlicher landwirtschaftlicher Strukturen auf die Nährstoffproblematik wurde teilweise bereits in Vorgängerprojekten durch die Entwicklung eines regionalen Analyseinstruments zur Abbildung von Nährstoffüberschüssen analysiert. Aufbauend auf den Ergebnissen der Vorstudien wurden im Rahmen dieses Projektes die vorhandenen Analyseinstrumente weiterentwickelt und angewandt.

2. Datengrundlage

Die vollständige Berechnung von regionalen Nährstoffbilanzen benötigt detaillierte Eingangsdaten zu allen Bilanzgliedern. Die Qualität der Eingangsdaten bestimmt die Aussagekraft des Ergebnisses. Daher wurden die Eingangsdaten aus bestehenden Datenbanken der Landwirtschaftskammer NRW, der Tierseuchenkasse NRW und von IT NRW anonym generiert, ausgewertet und der Bilanzierung zugrunde gelegt. Um die Belastbarkeit der Nährstoffbilanzen zu erhöhen, wurde für jedes Bilanzglied eine dreijährige Datengrundlage berechnet. Dies bedeutet, dass die Bilanzierung nicht die Nährstoffsalden eines einzelnen Bezugsjahres ausweist, sondern das Dreijahresmittel für den Bezugszeitraum 2014-2016. Die Datengrundlagen der einzelnen Bilanzglieder werden in den folgenden Unterkapiteln ausführlich beschrieben.

2.1 Datengrundlage zur Pflanzenproduktion

2.1.1 Verfahrensumfänge der Pflanzenproduktion

Die Pflanzenproduktion stellt das zentrale Bilanzglied einer Nährstoffbilanzierung dar. Sie beinhaltet alle Flächen, die einer landwirtschaftlichen oder gärtnerischen Nutzung[1] unterstellt sind. Um eine möglichst differenzierte Bilanzierung zu gewährleisten, müssen die Flächenumfänge aller angebauten Kulturen auf der Gemeindeebene zur Verfügung stehen. Diesbezüglich wurden die InVeKoS-Daten, die im ELAN-Antragsverfahren erhoben werden, für den gesetzten Bezugszeitraum ausgewertet. Durch das Antragsverfahren werden in NRW ca. 95 % aller landwirtschaftlich genutzten Flächen erfasst. Hiermit finden die bestmöglich verfügbaren Daten Eingang in die Bilanzierung, da im Vergleich zur offiziellen Agrarstrukturerhebung die Pflanzenproduktion detaillierter erfasst wird. Die Anzahl der Nutzartcodes (N-Codes), die im Antragsverfahren ausgewählt werden können, ist in den letzten Jahren deutlich (von 2014 bis 2016 um 159 auf 238 N-Codes) angestiegen. Dieser Anstieg ist auf eine stetige Differenzierung der vorhandenen N-Codes zurückzuführen. Die 238 N-Codes haben unterschiedliche Anteile an der gesamten pflanzlichen Produktion. Im Zuge der Auswertung wurden daher N-Codes mit einer geringen Anbaufläche und gleichem Nährstoffbedarf und gleicher Nährstoffabfuhr zu einem Anbauverfahren aggregiert – N-Codes mit einer bedeutenden Anbaufläche sind als eigenständige Anbauverfahren in die Bilanzierung eingegangen. Insgesamt sind durch die Aggregation der 238 Nutzartcodes (siehe Anlage 2, Tabelle A-1 ff) 41 pflanzenbauliche Produktionsverfahren entstanden. Diese sind Tabelle 2-1, inkl. Abkürzungen, zu entnehmen.

[1] Im Folgenden wird aus Gründen der Vereinfachung die gartenbauliche Nutzung zu der landwirtschaftlichen Nutzung begrifflich aggregiert.

Tabelle 2-1: Landwirtschaftliche pflanzliche Verfahren der Bilanzierung

Abkürzung	Verfahren	Abkürzung	Verfahren
WWEI	Winterweizen	SPIN	Spinat
SWEI	Sommerweizen	SPAR	Spargel
ROGG	Roggen	ERDB	Erdbeeren
WGER	Wintergerste	SGEM	Sonstiges Gemüse
SGER	Sommergerste	KLEE	Klee
HAFE	Hafer	LUPI	Lupine
TRIT	Triticale	LUZE	Luzerne
KMAI	Körnermais	FEGR	Feldgras
ABOH	Ackerbohne	SMAI	Silomais
ERBS	Erbsen	SHAC	Sonstige Hackfrüchte
SOJA	Soja	INGR	Intensives Grünland
SHUE	Sonstige Hülsenfrüchte	EXGR	Extensives Grünland
RAPS	Raps	GREE	Greening
SOEL	Sonstige Ölpflanzen	SOPF	Sonstige pflanzliche Produktion
NRRO	Nachwachsende Rohstoffe	OBST	Obst
KART	Kartoffeln	ZIER	Zierpflanzen
ZRUE	Zuckerrüben	REBL	Rebland
KOHL	Kohl	BRAC	Brache
MOEH	Möhren	WBAU	Weihnachtsbäume
SALT	Salat	WALD	Wald
ZWIE	Zwiebeln		

Die Anbauumfänge der in Tabelle 2-1 aufgelisteten landwirtschaftlichen Verfahren wurden in Hektar für alle 395 Gemeinden NRWs ausgewertet. Die Gemeindeauswertung der InVeKoS-Daten erfolgte nach dem Belegenheits- und dem Betriebssitzprinzip. Das Belegenheitsprinzip ordnet alle beantragten Flächen nach der tatsächlichen Lage den Gemeinden zu. Hierbei spielt es keine Rolle, welcher Betrieb die Flächen bewirtschaftet. Das Betriebssitzprinzip addiert alle Flächen der Betriebe einer Gemeinde auf, auch wenn diese in unterschiedlichen Gemeinden liegen. Bei dem Betriebssitzprinzip kann die errechnete Gesamtfläche deutlich von der tatsächlichen Fläche einer Gemeinde abweichen. In die Bilanzierung haben beide Prinzipien Eingang gefunden. Für die Abbildung der Gesamtgrößen und der tatsächlichen Anbaustrukturen der Gemeinden wurde das Belegenheitsprinzip gewählt – für die Verteilung des Wirtschaftsdüngers, der nach Betriebssitz anfällt, wurde hingegen das Betriebssitzprinzip zugrunde gelegt.

In Abbildung 2-1 bis Abbildung 2-5 sind ausgewählte Ergebnisse der Auswertung nach dem Belegenheitsprinzip in Kartenform dargestellt. In den Abbildungen sind die Anbaustrukturen für die Kulturen Winterweizen, Zuckerrüben, Raps, Silomais und Grünland aufgezeigt. Die jeweiligen Flächenanteile der Kulturen an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche einer Gemeinde werden in Prozent ausgewiesen. Je größer der Anteil einer Kultur in einer Gemeinde ist, desto dunkler wird diese dargestellt. Der Winterweizen- und Rapsanbau spielt meist in den gleichen Regionen eine größere Rolle (Rheinland, Soester Börde,

Ostwestfalen). Für den Weizenanbau kommt noch das Münsterland hinzu (vgl. Abbildung 2-1 und Abbildung 2-3). Der Zuckerrübenanbau ist im Rheinland, am Niederrhein und in Ostwestfalen konzentriert (vgl. Abbildung 2-2). Ein Nord-Süd-Gefälle ist beim Maisanbau zu identifizieren und die größten Grünlandanteile sind in den Mittelgebirgsregionen zu finden (vgl. Abbildung 2-4 und Abbildung 2-5)

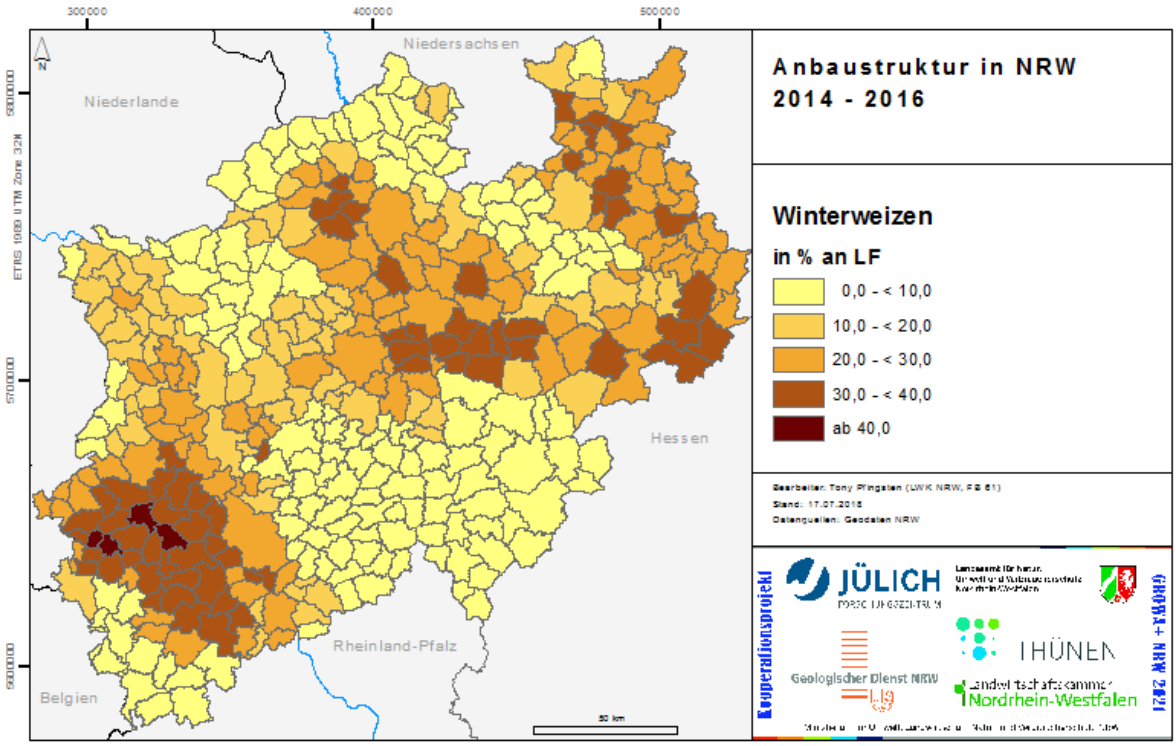

Abbildung 2-1: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Winterweizen

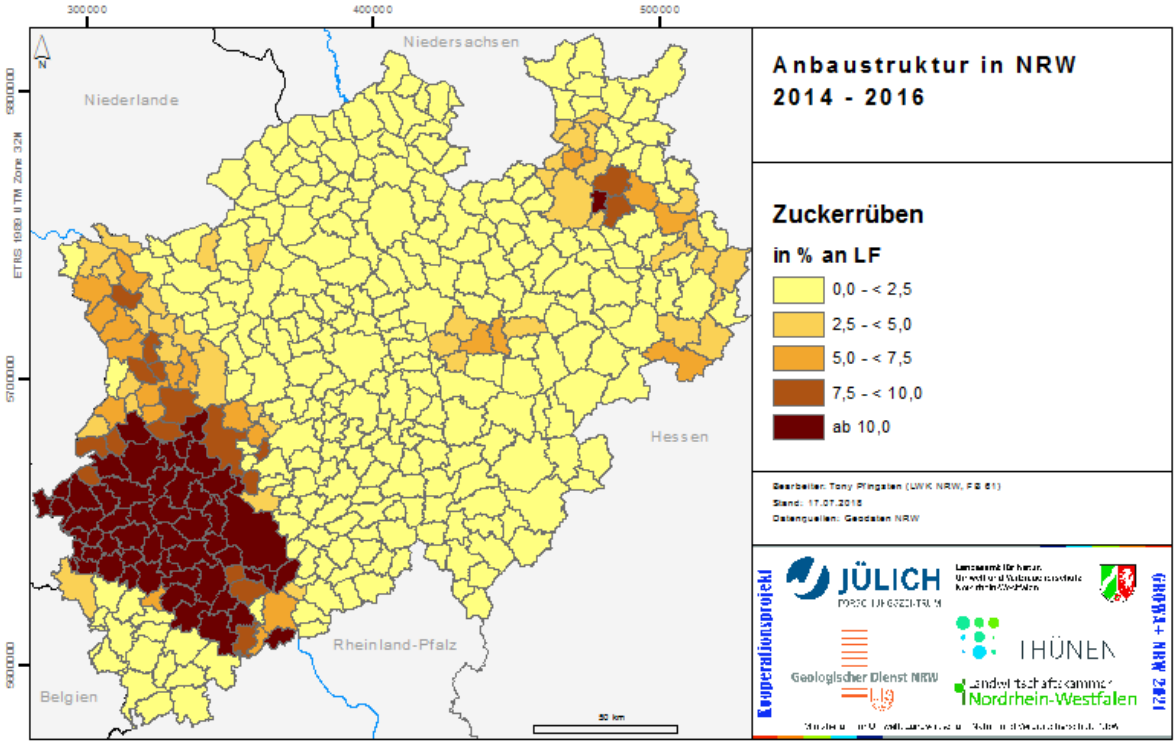

Abbildung 2-2: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Zuckerrüben

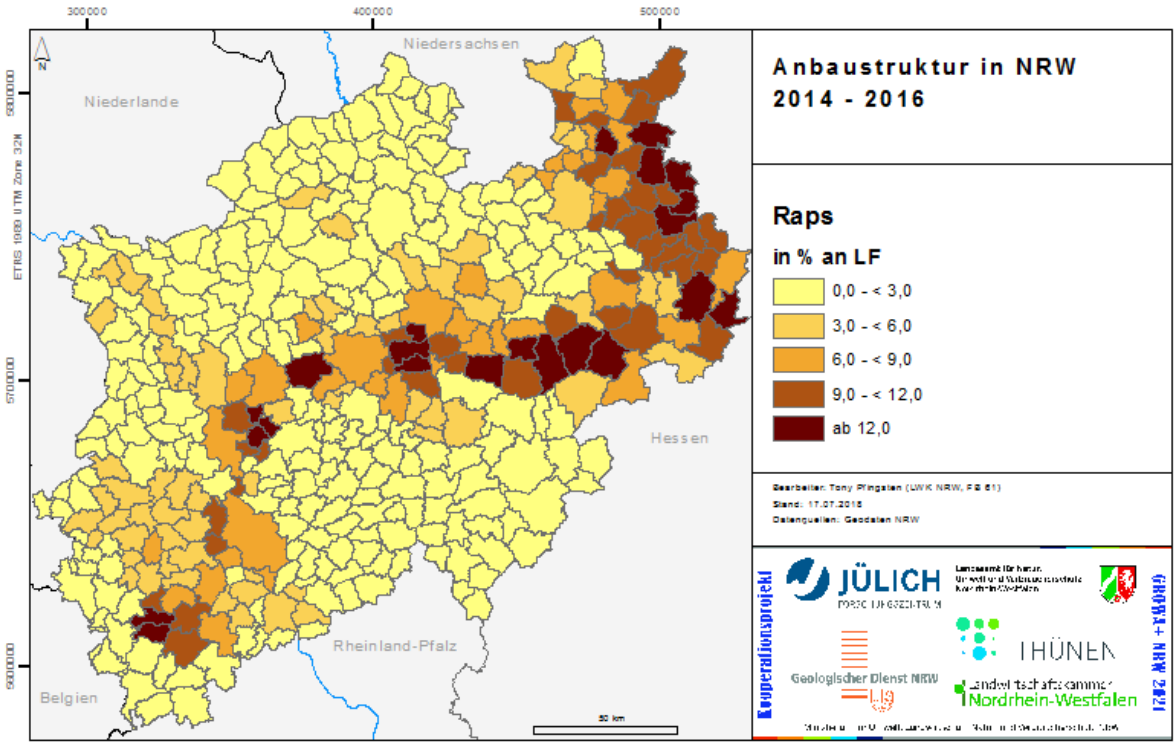

Abbildung 2-3: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Raps

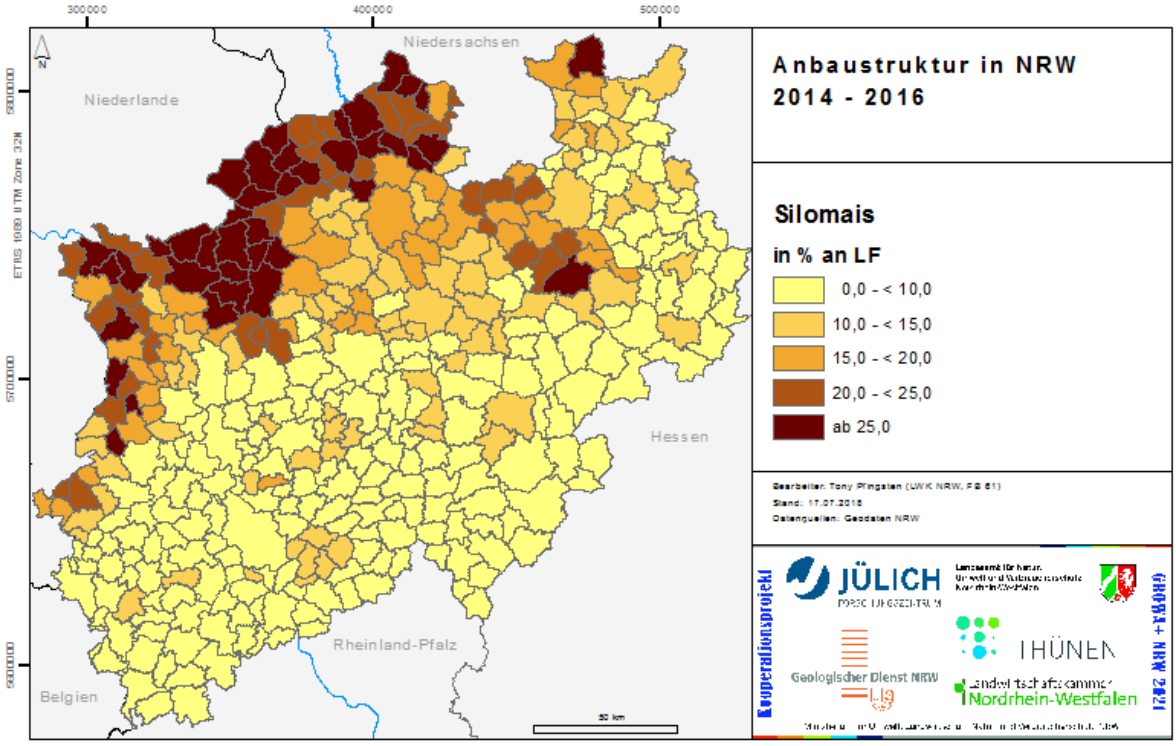

Abbildung 2-4: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Silomais

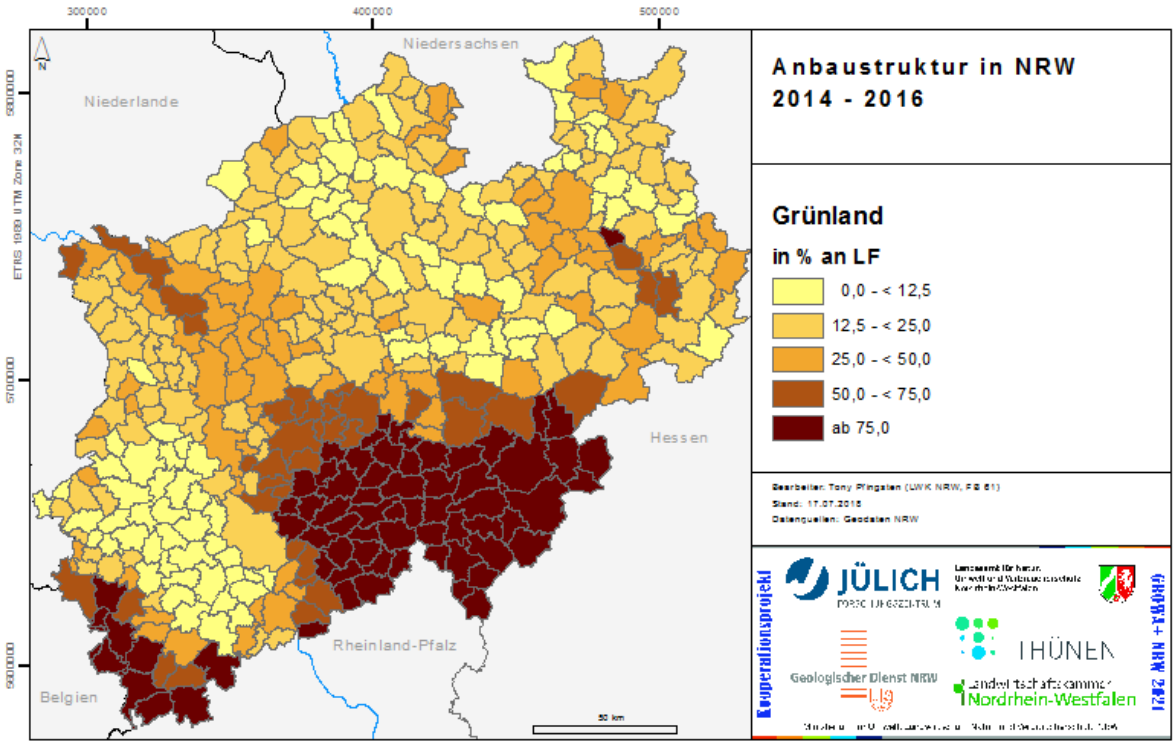

Abbildung 2-5: Anbaustruktur in NRW 2014-2016 für Grünland

2.1.2 Erträge der Pflanzenproduktionsverfahren

Die Erträge der pflanzlichen Produktionsverfahren werden zum einen für die Berechnung der Nährstoffentzüge über das Erntegut benötigt und zum anderen zur Ermittlung des Gesamtnährstoffbedarfes. Als statistische Datengrundlage wurde auf Ergebnisse der offiziellen Ertragsschätzung für verschiedene Jahre zurückgegriffen. „Die Ertragsschätzungen erfolgen von fachkundigen und mit den speziellen Verhältnissen ihres Berichtsbezirks (i. d. R. eine Gemeinde) gut vertrauten Berichterstatter/-innen. Als Berichterstatter/-innen sind vielfach Leiter/-innen landwirtschaftlicher Betriebe tätig. Bei Getreide und Kartoffeln erfolgen zusätzlich objektive Ertragsmessungen „Besondere Ernte- und Qualitätsermittlung“ (it.nrw 2019).

„Der ‚Besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung‘ liegt ein mathematisches Stichprobenverfahren zugrunde, das auf die sehr genaue Bestimmung des im Landesdurchschnitt erzielten Ertrags ausgerichtet ist; die Messungen erfolgen dabei auf Flächeneinheiten, die mithilfe des Stichprobenverfahrens repräsentativ ausgewählt wurden.“ (it.nrw 2019). Diese Statistiken werden nur auf der Kreisebene veröffentlicht. Auf Basis der verfahrensspezifischen Kreiserträge für die Einzeljahre wurden „Erwartungserträge“ für den Betrachtungszeitraum 2014-2016 mithilfe von Trendberechnungen und gleitenden 3- bzw. 5-Jahresmitteln abgeleitet und mithilfe von Experteneinschätzungen insbesondere für jene Kulturen, die nur in einem geringen Umfang angebaut werden und für die entsprechend geringe Beobachtungswerte vorlagen, plausibilisiert. Die auf der Kreisebene hergeleiteten Ertragswerte wurden anschließend auf alle Gemeinden eines Kreises übertragen.

2.2 Datengrundlage zur Tierproduktion

2.2.1 Datengrundlage zum Umfang der Tierproduktion

Für die Abbildung der Tierproduktion wurden wie bei der pflanzlichen Produktion verschiedene Verfahren abgegrenzt. Das bedeutet, dass Tierarten und Haltungsabschnitte, die eine große Anzahl von Tieren aufweisen, als eigenständige Verfahren eingehen, während die Tierarten, hinter denen sich nur eine geringe Anzahl gehaltener Tiere befindet, zu einem Verfahren aggregiert wurden. Die abgegrenzten Tierproduktionsverfahren sind der Tabelle 2-2 zu entnehmen.

Tabelle 2-2: Haltung von Rindern und Schweinen auf Gülle (% der Tiere)

Abkürzung	Verfahren
MIKU	Milchkuh
AMMU	Ammenkuh/Mutterkuh
KAUF	Kälberaufzucht
KMAS	Kälbermast
FAUF	Färsenaufzucht
FMAS	Färsenmast
BULL	Bullenmast
SAUH	Sauenhaltung
SMAS	Schweinemast
JUHE	Junghennenaufzucht
LEHE	Legehennenhaltung
MAHH	Masthähnchenhaltung
SOGE	Sonstiges Geflügel
SCHA	Schafe
SOTI	Sonstige Tiere

Die Tierproduktion umfasst alle in NRW gehaltenen landwirtschaftlichen Nutztiere inkl. der Pferde, die auf landwirtschaftlichen Betrieben gehalten werden. Die Bestandsdaten für Rinder wurden durch IT NRW auf Grundlage des Herkunftssicherungs- und Informationssystems Tier (HI-Tier), für die Einzeljahre des Bezugszeitraums zur Verfügung gestellt. Die Bestandsermittlung hierfür erfolgt jeweils im November. Für die weiteren Nutztierarten wurden die Daten durch die Tierseuchenkasse NRW bereitgestellt. Bei der Tierseuchenkasse werden die geplanten Jahreshöchstbestände der einzelnen Tierarten durch die Landwirte gemeldet. Hierbei handelt es sich jeweils um eine Stichtagsmeldung zum 01.01. eines Jahres, die in einer Datenbank gespeichert wird. Dies hat tierseuchenrechtliche Hintergründe und dient der Beitragserhebung. In die Bilanzierung gehen somit die Höchstbestände und nicht die Durchschnittsbestände ein. Daraus ergibt sich tendenziell eine Überschätzung der Anzahl gehaltener Tiere in NRW. Die Geflügelbestände wurden in den Kreisen Paderborn und Gütersloh durch Experteneinschätzung korrigiert, da es in den beiden genannten Kreisen durch den Geflügelhandel zu Doppelzählungen gekommen wäre. Abbildung 2-6 zeigt die GV-Besätze pro Hektar der einzelnen Kreise in NRW. Für die abgebildete Karte wurde eine Visualisierung auf der Kreisebene gewählt, da eine Darstellung auf Gemeindeebene Rückschlüsse auf einzelne Tierhalter zulassen könnte.

Die Karte in Abbildung 2-6 zeigt, dass die Kreise Borken und Coesfeld mit flächendeckend mehr als 2,5 GV/ha die höchsten Viehbesätze aufweisen. Einen durchschnittlichen GV-Besatz zwischen 2,0 und 2,5 GV/ha weisen die Kreise Kleve, Recklinghausen, Warendorf und Steinfurt auf. In den Kreisen Neuss, Düren, Bergheim, Euskirchen, Rhein-Sieg, Herford und Lippe sind die geringsten Viehbesätze, mit kleiner 1,0 GV/ha, verortet. Alle weiteren Kreise haben einen durchschnittlichen GV-Besatz von 1,0-2,0 pro Hektar.

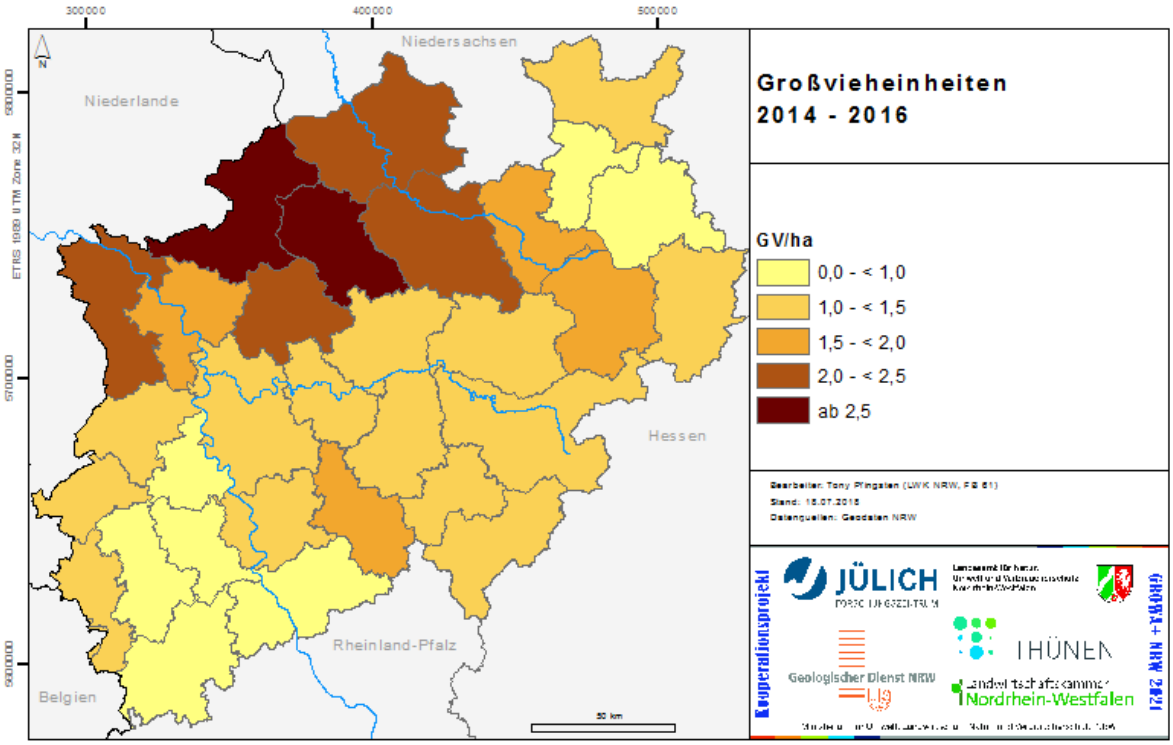

Abbildung 2-6: Großvieheinheitenbesatz

2.2.2 Datengrundlage zur Haltungsform der Tierverfahren

Der N-Flächenbilanzüberschuss wird zur Abschätzung des Eintragspotenzials in die Gewässer und als Anreicherungspotenzial im Oberboden herangezogen. Aus diesem Grund sind die gasförmigen Verluste von Stickstoff im Rahmen der landwirtschaftlichen Bilanzierung abzuziehen. Ausgehend von den tierischen Stickstoffausscheidungsmengen erfolgt eine Abschätzung der gasförmigen Verluste, die im Stall, bei der Lagerung und bei der Ausbringung entstehen. Auf die hierbei angewandten Koeffizienten wird nachfolgend eingegangen. Dabei werden zunächst die tiergruppenspezifischen anzurechnenden Mindestwerte in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff aufgezeigt (Tabelle 2-3). Diese sind differenziert nach Haltungsformen. Anschließend werden auf der regionalen Ebene die Anteile der Haltungsformen nach Tiergruppen differenziert dargestellt (Tabelle A-3 ff).

Die Koeffizienten zur Berechnung der unvermeidbaren Verluste im Rahmen der Ausbringung von Wirtschaftsdünger wurden der DüV entnommen, die zum Zeitpunkt der untersuchten Jahre Gültigkeit hatte (siehe Tabelle 2-3).

Tabelle 2-3: Angerechnete Stickstoffmenge in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft

1.	I. Anzurechnende Mindestwerte in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft und andere Kenngrößen				
2.		Ausbringung		Zufuhr	
3.		Nach Abzug der Stall- und Lagerungsverluste		Nach Abzug der Stall-, Lagerungs- und Ausbringungsverluste	
4.	Tierart	Gülle	Festmist, Jauche, Tiefstall	Gülle	Festmist, Jauche, Tiefstall
5.	1	2	3	4	5
6.	Rinder	85	70	70	60
7.	Schweine	70	65	60	55
8.	Geflügel		60		50
9.	andere (Pferde, Schafe)		55		50
10.	Weidegang, alle Tierarten[1)]	25			

Quelle: DüV 2005

Unter Berücksichtigung der tierartenspezifischen regionalen Haltungsform und den dazugehörigen Verlustkoeffizienten wurde der regionsbezogene Stickstoffanrechnungsfaktor für den Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft berechnet. Diese werden in der Tabelle A-2 in der Anlage 2 ausgewiesen.

Die Haltungsform der Tierverfahren beeinflusst die Höhe der anzurechnenden Verlustkoeffizienten für Stickstoff (siehe DüV 2006). In der Tabelle A-3 der Anlage 2 wird der regionale Anteil der Tierverfahren, die im Gülleverfahren gehalten werden, aufgeführt.

2.3 Datengrundlage zur Gärsubstraterzeugung

Mit der Novellierung des Erneuerbaren Energien Gesetzes (EEG) im August 2004 und der damit verbundenen höheren und über 20 Jahren garantierten Einspeisungsvergütung wurde die Wettbewerbsfähigkeit der Stromerzeugung aus Biogas erheblich gesteigert. Infolgedessen ist eine seit 2004 deutlich ausgedehnte Biogasproduktion zu beobachten (siehe Abbildung 2-7).

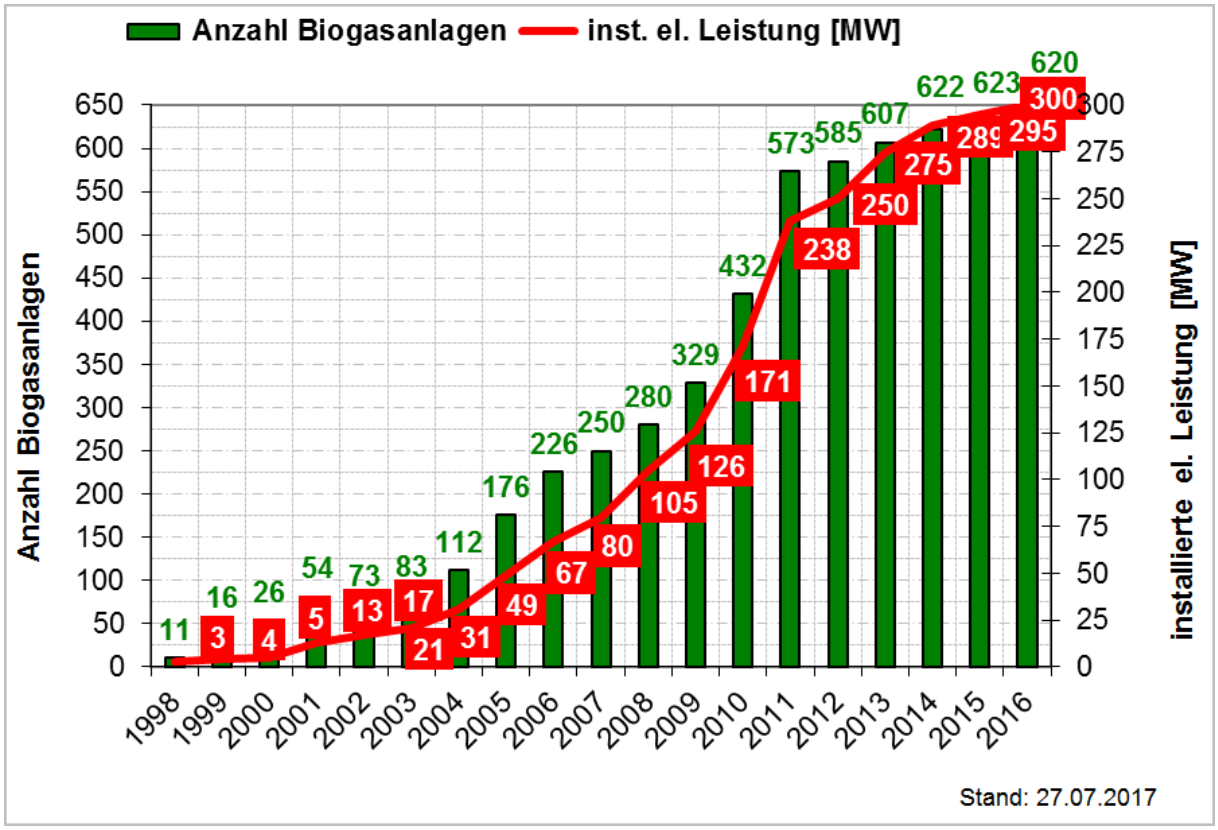

Abbildung 2-7: *Anzahl der Biogasanlagen sowie der installierten elektrischen Leistung; Quelle: Landwirtschaftskammer NRW, Biogas-Betreiberdatenbank, Stand 27.07.2017*

Die im Zeitablauf gesteigerte Biogasproduktion führt gleichzeitig zu einer entsprechenden Menge an Gärresten, die in der Regel der Pflanzenproduktion als organischer Dünger zugeführt werden. Aufgrund ihres beträchtlichen Anfalls und ihrer im Vergleich zum Mineraldünger eingeschränkten Düngeeffizienz wirken sich die Gärreste steigernd auf die Stickstoffbilanzüberschüsse aus.

Um die Menge der Gärsubstrate bei den Berechnungen möglichst realitätsnah berücksichtigen zu können, wurde auf die Wirtschaftsdüngernachweisdatenbank zurückgegriffen. Ihr wurden Informationen zum pflanzlichen Einsatz von Gärsubstraten entnommen. Der Gärrestanteil, der von Wirtschaftsdünger aus der Tierhaltung stammt, wurde nicht beim Bilanzglied Gärreste, sondern beim N-Anfall aus der Tierhaltung berücksichtigt. Hierdurch kommt es zu einer leichten Unterschätzung der gasförmigen Verluste, da die Lagerverluste aus der Biogaserzeugung keine Berücksichtigung finden, allerdings beeinflusst dieser Effekt die Höhe der N-Bilanzüberschüsse nur marginal.

2.4 Datengrundlage zu Wirtschaftsdüngertransporten

Die Wirtschaftsdüngertransporte wurden durch die Auswertung unterschiedlicher Datenbanken abgebildet.

1. NRW-Datenbank nach Bundesverordnung. In diese Datenbank müssen alle hiesigen Wirtschaftsdüngeraufnehmer ihren Import nach § 4 Verbringensverordnung (WDüngV) von außerhalb NRWs melden.

2. Dokumentation nach § 3 Wirtschaftsdüngernachweisverordnung (WDüngNachwV), welche die Wirtschaftsdüngerabgabe in NRW regelt. Hierzu müssen alle Abgeber von Wirtschaftsdünger ihren Export, egal ob dieser innerhalb oder über die Grenzen NRWs hinaus erfolgt, in die dafür vorgesehene Datenbank melden.

3. Digitales Dossier: In den Niederlanden ist die Abgabe von Wirtschaftsdüngern ebenfalls in der Datenbank „Digitales Dossier“ zu melden. Da in der Abgabedatenbank der Niederlande mehr Exporte nach NRW gemeldet wurden, als in der Aufnahmedatenbank NRWs (WDüngV) Importe aus den Niederlanden, wurde die niederländische Datenbank als Grundlage des Wirtschaftsdüngerverkehrs zwischen den Niederlanden und NRW herangezogen.

Dies bedeutet für die Datenbank nach § 4 WDüngV (siehe 1.), dass dort alle NRW-Importe aus den Niederlanden herausgerechnet werden mussten. Einen genauen Überblick über die Analyse der einzelnen Datengrundlagen wird im Kapitel 4.1.3 gegeben.

2.5 Datengrundlage zur Klärschlammausbringung

Die über Klärschlamm auf Kreisebene auf die landwirtschaftlich genutzten Flächen in NRW in 2014-16 ausgebrachten Nährstoffmengen wurden an den Kreisstellen der Landwirtschaftskammer den Lieferscheinen gemäß § 8 der AbfKlärV entnommen und nach dem Unternehmenssitzprinzip regionalisiert.

2.6 Flächen mit Nutzungseinschränkungen

Die Verfahren der Pflanzenproduktion bilden für jede Gemeinde in NRW die Anbaustruktur ab. Dennoch müssen die Flächenumfänge der Verfahren differenziert betrachten werden. Zum einen gibt es gebietsspezifische Besonderheiten, die eine veränderte landwirtschaftliche Bewirtschaftung erwarten lassen. An dieser Stelle ist die Kooperation zwischen der Landwirtschaft und der Wasserwirtschaft zu nennen. Eine weitere Besonderheit stellen freiwillige Maßnahmen zum Umweltschutz dar. Diese Maßnahmen können die Landwirte auf ihren Flächen umsetzen und werden Agrarumweltmaßnahmen (AUM) genannt.

2.6.1 Wasserkooperation

In den Wasserkooperationen wird die Zusammenarbeit zwischen den Landwirten und der Wasserwirtschaft aufgrund der Trinkwassergewinnung in den dafür ausgewiesenen Gebieten durch den Wasserversorger gefördert. Dem Wasserversorger ist daran gelegen, Trinkwasser zu fördern, welches keiner besonderen Aufbereitung bedarf. Dies bedeutet, dass

das Trinkwasser, welches in den Trinkwassergewinnungsgebieten der Wasserschutzgebiete gewonnen wird, die rechtlichen Grenzwerte der Trinkwassergüte einhält. In den Wasserschutzgebieten können ebenso Flächen liegen, die einer landwirtschaftlichen Bewirtschaftung unterliegen. Durch die landwirtschaftliche Bewirtschaftung dieser Flächen können durch ungünstige Umstände Rückstände von Pflanzenschutz- oder Düngemitteln im Rohwasser nachgewiesen werden. Die Auswaschung von Nitrat aus Düngemitteln in das Grundwasser stellt das prominenteste Beispiel dar. Sofern Rückstände über der gesetzlich erlaubten Grenze im Rohwasser vorhanden sind, muss der Wasserversorger durch weitere Arbeitsschritte diesen Zustand ändern.

Eine präventive Maßnahme, diese Arbeitsschritte zu umgehen, stellt die Kooperation beider Berufsgruppen dar. Der Wasserversorger gibt den Landwirten gewisse Auflagen bzgl. des Einsatzes von Pflanzenschutz- und Düngemitteln und entschädigt diese finanziell für ihre erhöhten Aufwände oder geringeren Erträge. Diese Kooperationsarbeit leistet für beide Berufsgruppen eine ausgeglichene Grundlage für die Erreichung der unternehmerischen Ziele. Die Flächen, auf denen diese Maßnahmen in Kooperation getätigt werden, wurden regional differenziert für ganz NRW erfasst und sind in der Bilanzierung durch eine einheitlich abgesenkte Mineraldüngerintensität von 10 % gesondert berücksichtigt worden. In Abbildung 2-8 wird die flächenmäßige Bedeutung der Wasserschutzgebiete und in Abbildung 2-9 die Bedeutung der wichtigsten Fördermaßnahmen in den Wasserschutzgebieten dargestellt.

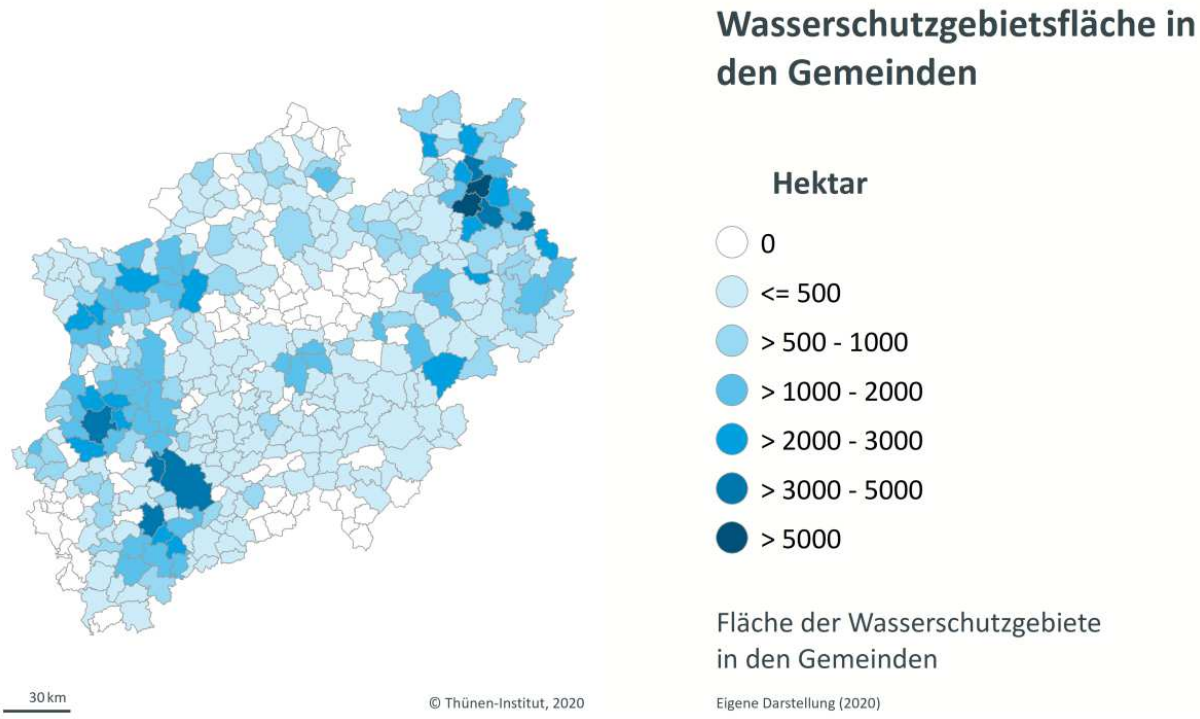

Abbildung 2-8: Umfang der Wasserschutzgebiete in den Gemeinden (2014-2016)

In NRW werden rund 330.000 ha Wasserschutzgebiete (WSG) ausgewiesen. Insbesondere im Westen von NRW, mit Ausnahme der Köln-Aachner Bucht sowie Eifel und im Nordosten von NRW finden sich regionale Schwerpunkte der WSG-Ausweisungen.

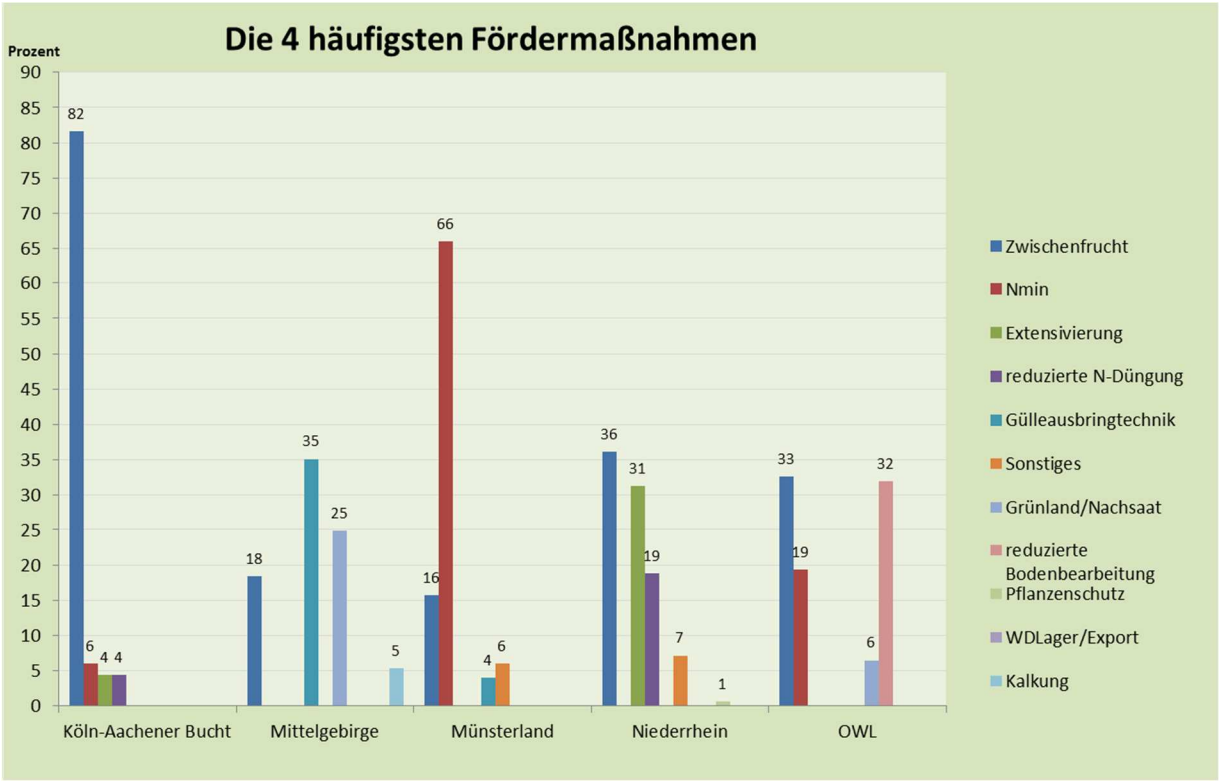

Abbildung 2-9: Bedeutung der Fördermaßnahmen in Wasserschutzgebieten (2014-2016)

2.6.2 Agrarumweltmaßnahmen (AUM)

Die AUM sind freiwillige Maßnahmen, die Landwirte auf ihren Flächen umsetzen können. Diese werden ebenfalls finanziell gefördert, um Ertrags- und Flächeneinbußen zu kompensieren. Die AUM sind nicht mit der gesetzlich vorgeschriebenen Greening Verpflichtung zu verwechseln. Bezüglich der AUM gibt es diverse Maßnahmen, die in den landwirtschaftlichen Betrieben umgesetzt werden können. Hierzu zählen das Anlegen von Blüh-, Schon-, Ufer- und Erosionsstreifen, die Grünlandextensivierung, der ökologische Landbau, der Vertragsnaturschutz, der Zwischenfruchtanbau und die vielfältige Fruchtfolge. Manche Maßnahmen werden ebenfalls im Greening praktiziert und können nur als freiwillige Maßnahme ausgewiesen werden, sofern sie über das Greening hinausgehen. Die in Abbildung 2-10 enthaltene Karte zeigt den prozentualen Anteil der AUM an der gesamten landwirtschaftlichen Fläche einer Gemeinde. Hierzu wurden die Flächen aller Maßnahmen einer Gemeinde für die Jahre 2014-2016 addiert und ins Verhältnis zur landwirtschaftlichen Fläche in diesem Zeitraum gesetzt. Auf die Wirkungen bzgl. der Minderung von Stickstoffeinträgen wird im Teilbericht VIII eingegangen.

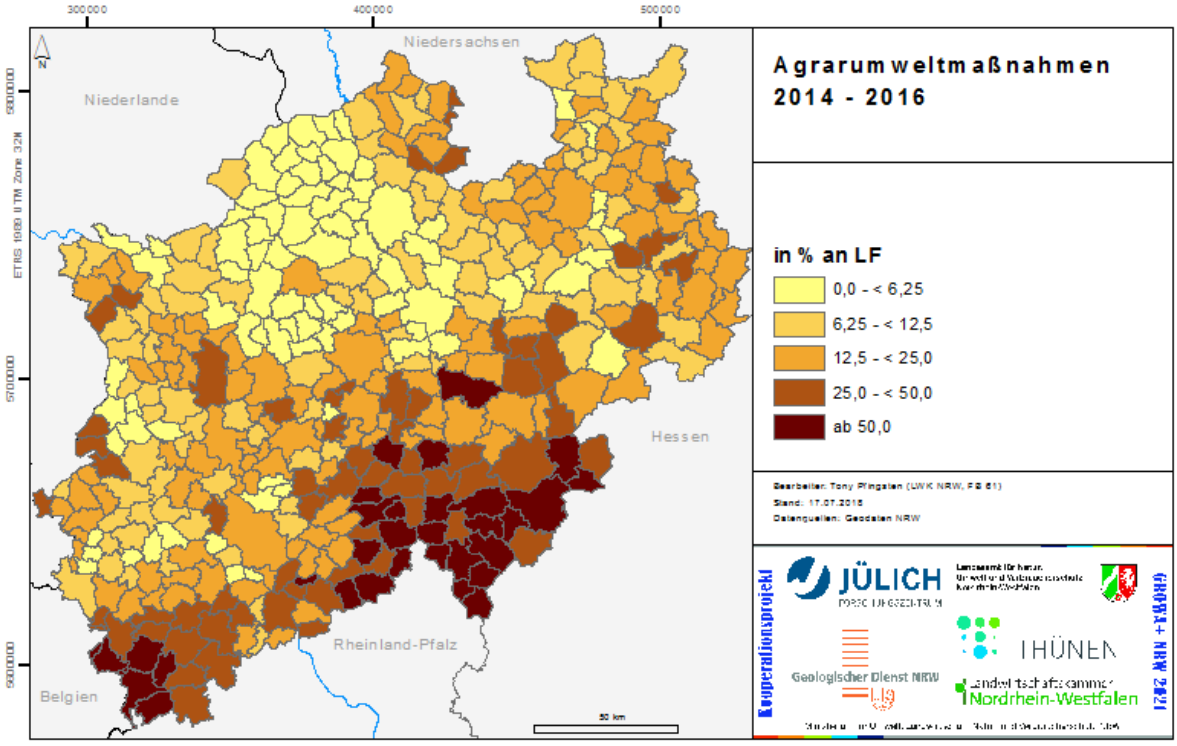

Abbildung 2-10: Regionale Bedeutung der Agrarumweltmaßnahmen (2014-2016)

2.7 Mineraldüngung

Die Mineraldüngung wird nicht regional differenziert in zentralen Datenbanken erfasst. Jedoch wird der Mineraldüngerabsatz der Bundesrepublik Deutschland jährlich ausgewiesen. Für die einzelnen Bundesländer wird ebenfalls ein jährlicher Absatz auf der Ebene der Großhandelsstufe ermittelt. Dieser kann von der tatsächlich abgesetzten Menge abweichen. Dies liegt in der Methodik begründet. Bundesländer mit ansässigen Händlern für landwirtschaftliche Betriebsmittel und einer guten Infrastruktur, gekennzeichnet durch Häfen etc., verzeichnen in dieser Erfassung sehr hohe Mineraldüngerabsatzmengen, die zur landwirtschaftlich genutzten Fläche in keinem Verhältnis stehen. Für NRW scheint dieser Ermittlungswert, aufgrund der beschriebenen Kennwerte, dennoch relativ plausibel. In Abbildung 2-11 ist die Entwicklung des Mineraldüngerabsatzes für NRW innerhalb der letzten 27 Jahre dargestellt. Im Vergleich zu 1989/90 hat der Mineraldüngerabsatz in NRW bei Stickstoff von rund 270.000 t um rund 40 % auf rund 150.000 t abgenommen. Die relative Reduzierung fiel beim Phosphat mit rund 90 %, ausgehend von 110.000 t im Jahr 1989/90 auf nur noch 11.500 t im Jahr 2016/17 noch deutlich größer aus. Die Abnahme verläuft jedoch nicht kontinuierlich, sondern fand im Wesentlichen zwischen den Jahren 1889/90 und 2006/07 statt und ist zusätzlich durch z. T. starke Jahresschwankungen gekennzeichnet (vgl. 2011). Diese Jahresschwankungen entstehen durch ungünstige Wachstumsbedingungen während der Vegetationsperiode. In trockenen Frühjahren, in denen sich die Bestände nur mäßig entwickeln, wird versucht den Wachstumsprozess durch eine mineralische Nachdüngung zu fördern. In wüchsigen Jahren wird der Einsatz mineralischer Düngemittel reduziert. Die landwirtschaftliche Produktion hängt maßgeblich vom Wetter in der

Vegetationsperiode ab. Aus dieser Abhängigkeit ergeben sich kurzfristige Reaktionen der Betriebsleiter, wodurch die Jahresschwankungen des Mineraldüngerabsatzes für Stickstoff und Phosphor zu erklären sind.

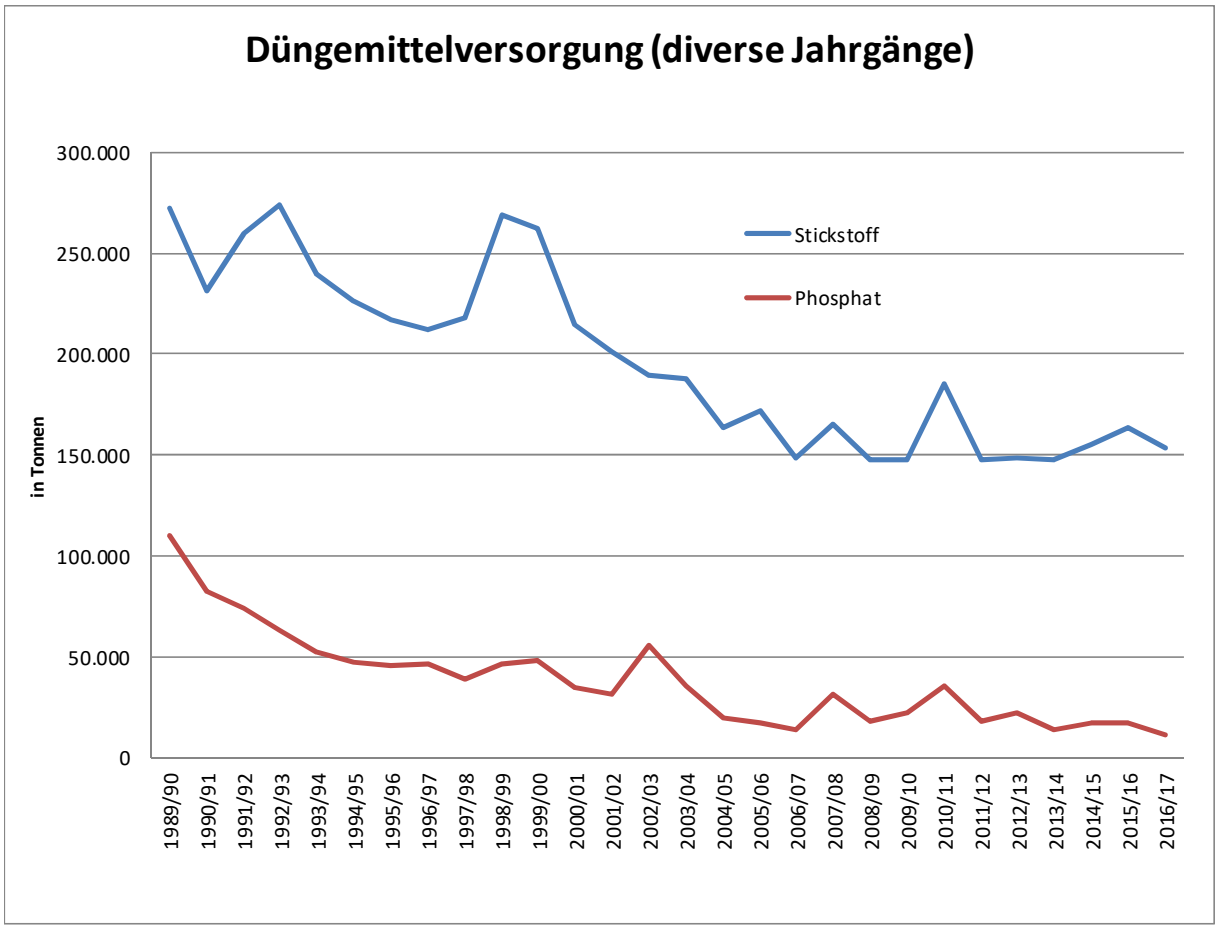

Abbildung 2-11: Mineraldüngerabsatz in NRW 1989/90-2016/17

Der regionale Mineraldüngerabsatz unterhalb der Bundeslandebene ist nicht bekannt. Für die Bilanzierung werden jedoch räumlich differenzierte Eingangsdaten benötigt. Daher wurde die Mineraldüngung durch zwei verschiedene Methoden ermittelt. Zum einen durch eine normative Ermittlung auf der Basis von RAUMIS (vgl. Kapitel 3.3.3.1) und zum anderen durch die Auswertung von 3.199 Nährstoffvergleichen aus dem Vollzug der DüV sowie freiwilliger Bereitstellung. Die berechneten mineralischen Einsatzmengen für Stickstoff und Phosphor und Hinweise zur Vorgehensweise sind in Kapitel 3.3.3.2 aufgeführt.

3. Methodik der Nährstoffbilanzierung

Eine Nährstoffbilanz ist eine Gegenüberstellung von zugeführten und abgeführten Nährstoffmengen mit festgelegter räumlicher und zeitlicher Abgrenzung. Nach PARCOM (1993) können grundsätzlich zwei Bilanzierungen landwirtschaftlicher Nährstoffbilanzen unterschieden werden. Zum einen die „nationale Grundmineralbilanz“ und zum zweiten die „vollständige nationale Mineralbilanz“. In Abhängigkeit der zu untersuchenden Fragestellung und entsprechend des vorliegenden Informationsbedarfs werden Gesamt- oder Teilbilanzen in aggregierter oder disaggregierter Form berechnet.

Bei der nationalen Grundmineralbilanz wird der Agrarsektor als ein „Hof“ im Sinne einer „Black Box“ betrachtet, in den Nährstoffe einfließen (Mineraldünger, extern erzeugte Futtermittel) bzw. dem Nährstoffe entzogen werden (Verkauf landwirtschaftlicher Produkte). Eine Betrachtung der Nährstoffflüsse innerhalb des „Hofes“ ist dabei nicht möglich.

Die vollständige nationale Mineralbilanz stellt eine Ergänzung der oben geschilderten sektoralen (nationalen) Grundmineralbilanz dar, da sie einen Einblick in die intrasektoralen Stoffflüsse des Agrarsektors gestattet. Dieser wird in den Bereich „Boden“ (pflanzliche Produktionsverfahren) und „Stall“ (tierische Produktionsverfahren) untergliedert. Stoffflüsse zwischen „Boden“ und „Stall“ (z. B. Ausbringung des Wirtschaftsdüngers auf hofeigener Fläche; Verfütterung intern erzeugter Futtermittel an betriebseigenes Vieh) können bei diesem Verfahren ausgewiesen und differenziert betrachtet werden.

Neben der Untersuchung intrasektoraler Stoffflüsse ist eine spezifische Bilanzierung der Teilbereiche Tier- und Pflanzenproduktion möglich, da die jeweils relevanten Input- und Outputgrößen getrennt ausgewiesen und betrachtet werden können. Zur Erstellung einer Gesamtbilanz werden die Ergebnisse der Einzelbilanzen miteinander verknüpft.

3.1 Vorgehensweise der Nährstoffbilanzierung im RAUMIS

Die im RAUMIS praktizierte Vorgehensweise zur Bilanzierung landwirtschaftlicher Nährstoffflüsse stellt eine Zwischenposition der beiden nach PARCOM unterschiedenen Methoden dar (siehe Abbildung 3-1).

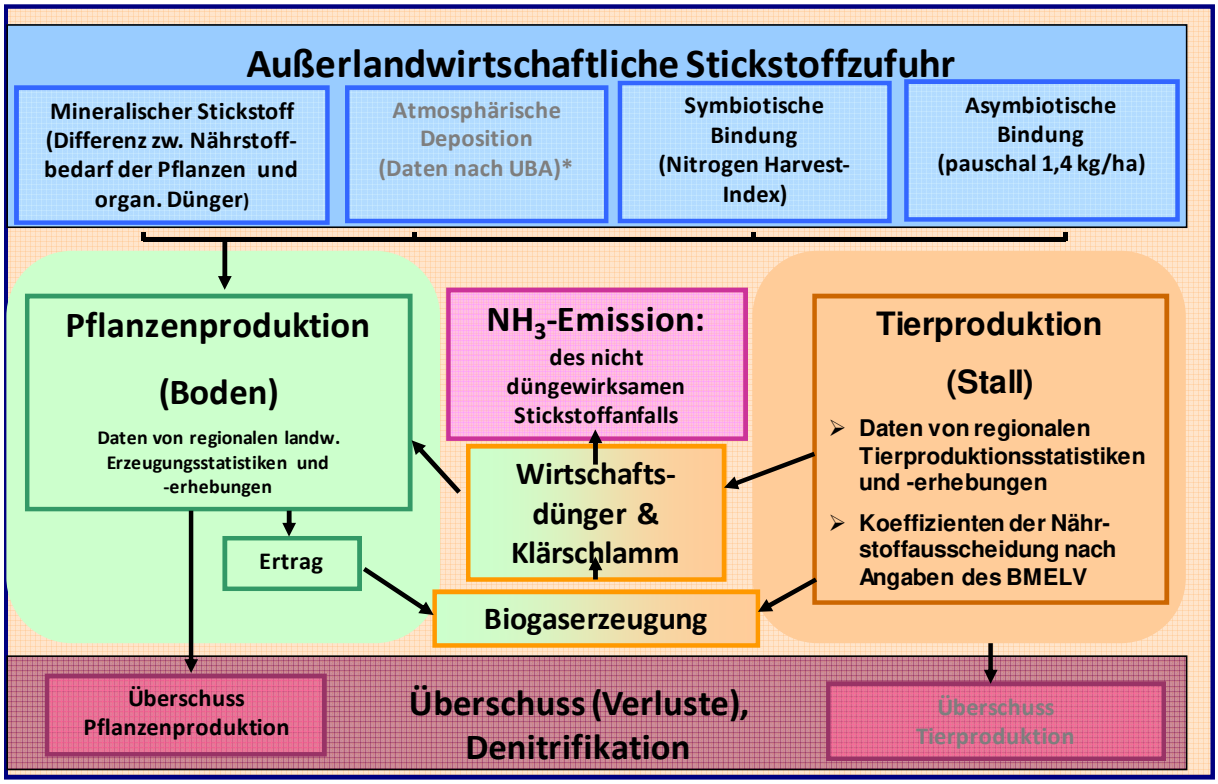

Abbildung 3-1: Vorgehensweise der Stickstoffbilanzierung im Modellsystem RAUMIS

Quelle: Eigene Darstellung (Thünen Institut, Institut für Ländliche Räume).

**Die atmosphärische Deposition wird rasterbasiert in den hydrologischen Modellen berücksichtigt*

Ergänzend zur nationalen Grundbilanz ist die Abbildung einzelner intrasektoraler Stoffflüsse, wie z. B. die ausgebrachte Menge an Wirtschaftsdünger, möglich.

Im Agrarsektormodell RAUMIS ist die Bilanzierung der Nährstoffe Stickstoff (N) und Phosphor (P) möglich (Kreins et al. 2007). Die Anzahl der zu bilanzierenden Positionen hängt von dem jeweils betrachteten Nährstoff ab und ist für Stickstoff am umfangreichsten (siehe Tabelle 3-1).

Tabelle 3-1: Positionen der Nährstoffbilanz im Modellsystem RAUMIS für N und P

	Bilanzierungsglieder	N	P
Nährstoffzufuhr	Organischer Dünger aus der Tierhaltung	X	X
	Import/Export von organischem Dünger	X	X
	Kompost	X	X
	Klärschlamm	X	X
	Mineralischer Dünger	X	X
	Legume N-Bindung	X	
	Asymbiotische Fixierung	X	
	sonstiger organischer Dünger	X	
	Einträge aus der Atmosphäre	X	
Nährstoffentzüge bzw. -verluste	Entzüge durch das Erntegut (Ackerfrüchte)	X	X
	Entzüge durch das Erntegut (Grünland)	X	X
	Ammoniakverluste	X	
Nährstoffbilanzsaldo	= Denitrifikation/Auswaschung/ Anreicherung im Boden	X	X

Quelle: Eigene Darstellung (TI, Institut für Ländliche Räume) nach Henrichsmeyer et al. 1996, S. 22. *Anmerkung zur Tabelle: Die atmosphärische Deposition wird rasterbasiert in den hydrologischen Modellen berücksichtigt*

Die atmosphärische Deposition wurde bei den nachfolgenden RAUMIS-Bilanzen nicht berücksichtigt, weil die atmosphärische Deposition flächendeckend für das gesamte Bundesland Nordrhein-Westfalen bei der hydrologischen Modellierung mit eingeht und es ansonsten zu einer Doppelzählung kommen würde.

3.2 Nährstoffbedarf der Pflanzenproduktion

Um die Höhe der auf landwirtschaftlicher Fläche insgesamt zugeführten Nährstoffe bestimmen zu können, muss zunächst abgeschätzt werden, wie hoch der zu bilanzierende Nährstoffbedarf der auf der Fläche angebauten Kulturen ist.

Zur Ermittlung der Nährstoffbedarfe werden im RAUMIS lineare, ertragsabhängige Bedarfsfunktionen genutzt. Da die Ertragshöhe eines Anbaujahres zum Düngezeitpunkt noch nicht feststeht, werden regionale Ertragserwartungswerte modellendogen anhand Trendschätzungen bestimmt (Kreins et al. 2010). Die Ableitung von Stickstoffbedarfsfunktionen basiert hierbei auf Angaben des Kuratoriums für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) zum Düngebedarf landwirtschaftlicher Kulturpflanzen (vgl. Tabelle 3-2).

Tabelle 3-2: Nährstoffbedarfe der Pflanzenverfahren (kg/ha) in Abhängigkeit vom Ertrag (E) (dt/ha)*

	Stickstoff		P^2O^5	
	absolut	ertragsabhängig	absolut	ertragsabhängig
Winterweizen		2.5 *E		0.8 *E
Sommerweizen		2.5 *E		0.8 *E
Roggen	20	2 *E		0.8 *E
Wintergerste	20	2 *E		0.8 *E
Sommergerste	40	1 *E		0.8 *E
Hafer und Sommermenggetreide	40	1 *E		0.8 *E
Tritkale	20	2 *E		0.8 *E
Körnermais (einschl. CCM)	40	2 *E		0.8 *E
Ackerbohnen	20	2 *E		1.2 *E
Erbsen	20	2 *E		1.1 *E
Soja	20	2 *E		1.53 *E
sonstige Hülsenfruechte	20	2 *E		1.3 *E
Raps und Rübsen	30	6 *E		1.8 *E
NR-Raps auf Stillegungsflaechen	30	6 *E		1.8 *E
Sonstige Oelfruechte	30	6 *E		1.6 *E
Kartoffeln (früh, mittel, spaet)	60	0.4 *E		0.14 *E
Zuckerrueben	80	0.2 *E		0.1 *E
Gemuese, Erdbeeren u. Gartengew.	250		40	
Kohl	250		60	
Möhren	250		55	
Salate	250		30	
Zwiebeln	250		35	
Spinat	250		25	
Spargel	250		10	
Erbeeranbau	250		15	
sonstiges Gemüse	250		40	
Obstanlagen (ohne Erdbeeren)	85		15	
Zierpflanzen	85		43	
Rebland	130		50	
Sonstige Handelsgewaechse (ohne Oelsaaten)	145		43	
"Greeningflächen"	-20	0.2 *E		
Klee und -gras	-20	0.2 *E		0.16 *E
Lupinen	-20	0.2 *E		1.3 *E
Luzerne und -gras	-20	0.2 *E		0.16 *E
Feldgras (inkl. alle and. Feldfutterpfl.)		0.6 *E		0.21 *E
Gruen- und Silomais		0.4 *E		0.16 *E
Sonstige Hackfruechte		0.25 *E		0.08 *E
intensiv genutztes Grünland	-35	0.6 *E		0.21 *E
extensiv genutztes Grünland	-35	0.6 *E		0.21 *E
Flächenstilllegung				
Energiemais		0.4 *E		0.16 *E
Weihnachtsbäume	30			
Wald (aufgeforstet)				

Aufgrund seiner chemischen Beschaffenheit steht der auf der Fläche verbleibende Stickstoff nicht zu 100 % der Folgefrucht zur Verfügung. Diesem Umstand wird im RAUMIS durch die Anwendung eines N-Rücklieferungsindex begegnet. Die N-Rücklieferung ergibt

sich aus dem N-Gehalt der Gesamtpflanze abzüglich des N-Gehalts ihres Haupternteprodukts. Das Ergebnis dieser Subtraktion wird in einem zweiten Schritt mit dem jeweiligen fruchtartspezifischen N-Rücklieferungsindex multipliziert.

Die symbiotische Bindung von Luftstickstoff durch Leguminosen, die als zusätzliche N-Quelle bei der Berechnung der N-Bedarfsfunktionen bedacht werden muss, wird durch die Implementierung eines Nitrogen-Harvest-Index (NHI) berücksichtigt.

Berücksichtigung regionaler Standortfaktoren

Bei der Ermittlung der Nährstoffbedarfe werden im RAUMIS standortspezifische Besonderheiten der regionalen Boden- und Klimaverhältnisse berücksichtigt. Diese Vorgehensweise wird gewählt, da in Abhängigkeit des Klimas und der Bodenverhältnisse einer Region die Gefahr der Auswaschung von Nährstoffen unterschiedlich hoch ist. Daher muss zur Sicherung landwirtschaftlicher Erträge ein mehr oder weniger hoher Bedarf an Nährstoffen veranschlagt werden.

Der potenzielle Mehrbedarf an Stickstoff hängt ab von:

- der nutzbaren Feldkapazität des Bodens,
- der Wasserdurchlässigkeit des Bodens sowie
- den Jahresniederschlägen.

Zur Bestimmung der regionalen Bodenverhältnisse wurde die Bodenübersichtskarte (BÜK) (BK50) der Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe genutzt. Den in der BÜK beschriebenen Bodentypen wird wiederum eine Relativzahl für die Wasserdurchlässigkeit und Durchlüftung sowie die nutzbare Feldkapazität des Wurzelraumes zugewiesen.

Auf Kreisebene liegen die Daten der verschiedenen Bodentypen hinsichtlich einer landwirtschaftlichen bzw. forstwirtschaftlichen Nutzung undifferenziert vor. Eine regionale Zuordnung wird durch die Reihung der verschiedenen Bodentypen nach ihrer Ertragsfähigkeit vorgenommen. Böden mit der höchsten Punktezahl werden dem Ackerland, Böden mit mittleren Punktezahlen dem Grünland und Böden mit der geringsten Punktezahl dem Wald zugeschrieben.

Die Bestimmung der Grünland- und Ackerflächen erfolgt unter Verwendung der InVeKos-Daten von 2014-2016. Zur Ermittlung der durchschnittlichen jährlichen Niederschläge wurde auf langfristige Klimadaten des Deutschen Wetterdienstes zurückgegriffen.

Die zur Klassifizierung der Standorte herangezogenen Koeffizienten finden sich in der nachfolgenden Tabelle 3-3.

Tabelle 3-3: Eckwerte zur Berechnung der N-Bedarfsfaktoren im Ackerbau in Abhängigkeit von Boden und Klima

Standort	**Nutzbare Feldkapazität des Bodens (mm)**
Gut	> 200 sehr hoch
Mittel	> 90-200 mittel, hoch
Schlecht	< 90 gering

Standort	**Wasserdurchlässigkeit und Belüftung des Bodens**
Gut	Hoch
Mittel	Eingeschränkt
Schlecht	Ungenügend

Standort	**Jahresniederschläge (mm)**
Gut	< 700
Mittel	> 700 – 800
Schlecht	> 800

Quelle: verändert nach Schleef und von Sothen in Henrichsmeyer et al. 1996, S. 124.

Bei der Ermittlung des N-Bedarfsfaktors werden die nutzbare Feldkapazität, die Wasserdurchlässigkeit und die Durchlüftung des Bodens sowie die Niederschläge im Verhältnis 2:1:1 miteinander verrechnet (Schleef, von Sothen in Henrichsmeyer et al. 1996, S. 124 und Küll 1988, S. 103; siehe Schaubild II-33). Der hierbei bestimmte Mehrbedarf wird dem ertragsabhängigen Stickstoffbedarf zugeschlagen. Während ein „guter Standort“ keinen Zuschlag erhält, wird der theoretische N-Bedarf eines „schlechten Standorts“ um bis zu 50 % erhöht. Um den Einfluss des Stickstoffmehrbedarfsfaktors zu verringern und konsistent zur Offizialstatistik zu sein, wird er mit 0,9 multipliziert.

Berücksichtigung der N-Rücklieferung der Fruchtarten

Insbesondere bei den Marktfrüchten verbleibt häufig ein erheblicher Anteil an Nährstoffen nach der Ernte mit den Nebenprodukten (Stroh, Kartoffelkraut, Rübenblatt) auf dem Feld und steht damit den nachfolgenden Kulturen weitgehend als Nährstoffversorgung zur Verfügung. Deshalb wurden die Bedarfskoeffizienten für Phosphat gleich den Entzugskoeffizienten für das Haupternteprodukt gesetzt. Durch die Nutzung der Entzugskoeffizienten zur Ermittlung der Phosphatbedarfe wird implizit die Nährstoffrücklieferung über die Erntenebenprodukte berücksichtigt. Die Nebenprodukte enthalten aber auch Stickstoff. Aufgrund der chemischen Eigenschaften von Stickstoff können die Nährstoffrücklieferungen jedoch nicht mit 100 % angesetzt werden. Gleiches gilt für den durch Leguminosen gebundenen Stickstoff. Zur Berechnung der Stickstoffrücklieferungen wird daher der folgende funktionale Zusammenhang unterstellt:

$$\mathbf{NRL_{fr} = (NGH_{fr} - NEH_{fr}) * NRLI_{f}}$$

NRL_{fr}: N-Rücklieferung der Fruchtart f in Region r
NGH_{fr}: N-Gehalt der Gesamtpflanze f in Region r
NEH_{fr}: N-Entzug durch das Hauptprodukt der Fruchtart f in Region r
NRL_{f}: fruchtartenspezifischer N-Rücklieferungsindex

Zur Ermittlung des N-Gehalts der Gesamtpflanze sowie der N-Entzüge durch das Hauptprodukt werden die regionalen Erträge mit festen N-Gehalts- bzw. N-Entzugskoeffizienten (siehe hierzu Tabelle 3-4) multipliziert. Der N-Rücklieferungsindex gibt an, wie viel Prozent des auf dem Feld verbleibenden Stickstoffs für die nachfolgende Kultur zur Verfügung steht. Problematisch ist die Ermittlung für Klee, Luzerne und Feldgras, da keine Koeffizienten für den N-Gehalt der Gesamtpflanze vorliegen. Dieses Problem kann mithilfe des sog. „Nitrogen-Harvest-Indexes“ (NHI) gelöst werden. Der NHI gibt an, welcher Anteil des Gesamtstickstoffs mit dem Erntegut abgefahren wird. Für Dauergrünland wird keine Stickstoffrücklieferung aus Leguminosen berücksichtigt. Es wird vielmehr davon ausgegangen, dass diese bereits in den Bedarfsfunktionen implizit enthalten sind. Für Stilllegungsflächen wird eine konstante Stickstoffrücklieferung von 10 kg/ha unterstellt. Die Stickstoffrücklieferungen werden vom zuvor ermittelten Stickstoffbedarf der Kulturpflanzen abgezogen, d. h. der Stickstoffbedarf wird um den Betrag der Rücklieferung vermindert. Streng genommen hätte an dieser Stelle noch zur Berechnung der Rücklieferung der Vorfrucht die Anbaustruktur von 2013 eingehen müssen. Da sich Verschiebungen im regionalen Anbauverhältnis in der Regel im Zeitablauf nur langsam vollziehen und sich somit die Auswirkungen erst im Nachkommabereich auswirken sollten, dürfte die gewählte Vorgehensweise zu keinen relevanten Verzerrungen führen.

3.3 Beschreibung der Bilanzpositionen im RAUMIS

Zur besseren Transparenz der N-Bilanzierung werden im Folgenden die einzelnen Bilanzpositionen aufgelistet und näher erläutert.

3.3.1 Wirtschaftsdünger

3.3.1.1 Regionaler Wirtschaftsdüngeranfall

Der ausgewiesene Anfall tierischer Nährstoffe errechnet sich aus den regionalen Umfängen der Tierproduktionsverfahren sowie aus den tierartspezifischen Koeffizienten der Nährstoffausscheidung. Die Umfänge tierischer Produktionsverfahren basieren auf statistischen Datenquellen (siehe Kapitel 2.1.2). Die Koeffizienten der Nährstoffausscheidung wurden auf Grundlage der novellierten DüV von 2017 (DüV 2017) abgeleitet.

Der ermittelte Umfang organischer Nährstoffe aus der Tierhaltung und der Biogasproduktion wird im RAUMIS der Deckung des Nährstoffbedarfs landwirtschaftlicher Kulturarten zugeschrieben. Da die in wirtschaftseigenen Düngemitteln enthaltenden Nährstoffe unterschiedlichen Ausnutzungsgraden unterliegen, werden im RAUMIS nährstoffspezifische Mineraldüngeräquivalente errechnet.

Die Höhe des Mineraldüngeräquivalents hängt bei Stickstoff zunächst von der Art des ausgebrachten Wirtschaftsdüngers ab. Es werden die Ausbringung von Rinder-, Schweine- und Geflügelgülle, von Gärsubstrat sowie von Festmist als unterschiedliche Verfahren berücksichtigt. Die Ableitung des Festmistanteils basiert auf Informationen der Landwirtschaftskammer NRW (siehe Kapitel 2.2.2).

Tabelle 3-4: Nährstoffausscheidung der Tiere (kg je Stallplatz und Jahr)

Tierart	N	P2O5
Milchkühe (abhängig von Milchleistung und Grünlandanteil)	99,7- 128,8	36,8- 44,8
Mutterkühe	89	23,5
Aufzuchtfärsen	51	15,8
Mastbullen (40 % von 80-675 kg; 60 % von 210-750 kg)	47	17,1
Kälbermast und Fresseraufzucht	15	6,4
Schafe	17	5,6
Sauen (25 Ferkel, 95 % NP-reduziert, 5 % stark NP-reduziert)	31	14
Mastschweine (850 g, 95 % NP-reduziert, 5 % stark NP-reduziert)	11	4
Sonstige Tiere (Ziegen, Pferde [60 % Reitpferde, 40 % Reitponys])	43	20,2
Junghennenaufzucht (75 % Standard, 25 % NP-reduziert)	0,27	0,16
Legehennen (50 % Standard, 50 % NP-reduziert)	0,75	0,37
Hähnchen (100 % NP-reduziert)	0,33	0,16
Sonstiges Geflügel	1,5	0,82

Quelle: DLG 2014. –Modifikationen durch Experten der LWK NRW

3.3.1.2 Wirtschaftsdüngertransport

In Kapitel 2.4 wird detailliert auf die Datengrundlage der Wirtschaftsdüngertransporte eingegangen. Die differenzierte Datengrundlage ermöglicht es, die transportbedingte Menge und Zusammensetzung der Nährstoffströme von einer Region in eine andere realitätsnah zu beschreiben. Die ausgewiesenen Nährstoffmengen der Wirtschaftsdüngertransporte wurden bereits um die gasförmigen Stall- und Lagerverluste bereinigt. Für die Berechnung

der Nährstoffbilanzüberschüsse müssen jedoch noch die Ausbringungsverluste berücksichtigt werden.

3.3.2 Symbiotische und asymbiotische N-Fixierung

Das in Abbildung 3-1 dargestellte Stickstoffbilanzschema weist neben den Nährstoffzufuhren über mineralische und wirtschaftseigene Düngemittel auch noch die symbiotische und asymbiotische N-Fixierung sowie N-Einträge aus der Atmosphäre aus. Da die atmosphärische Deposition zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der hydrologischen Modellierung Berücksichtigung findet, wird sie, um Doppelzählungen zu vermeiden, bei der Berechnung des Flächenbilanzüberschusses an dieser Stelle nicht berechnet. Für die asymbiotische N-Fixierung werden ebenfalls pauschal 0,4 kg/ha angesetzt. Bei der symbiotischen N-Fixierung durch Leguminosen wird der Ertrag mit dem Koeffizienten für den Gesamtstickstoffgehalt (siehe Tabelle 3-5) der entsprechenden Fruchtart multipliziert.

Tabelle 3-5: Symbiotische N-Fixierung der Pflanzenverfahren (kg/ha) in Abhängigkeit vom Ertrag (E) (dt/ha)*

	symbiotische N-Fixierung	
	absolut	ertragsabhängig
Ackerbohne		5 *Ertrag
Erbsen		4,4 *Ertrag
Soja		4,3 *Ertrag
Sonstige Hülsenfrüchte		5 *Ertrag
Klee		0,6 *Ertrag
Lupine		0,6 *Ertrag
Luzerne		0,6 *Ertrag
intensives Grünland	22	
extensives Grünland	22	

3.3.3 Regionale Mineraldüngereinsatzmengen

3.3.3.1 Normativ ermittelte regionale Mineraldüngereinsatzmengen auf der Basis von RAUMIS

Die Höhe des N-Mineraldüngereinsatzes wird auf nationaler Ebene durch statistische Quellen ausgewiesen. Regionale Daten zur Düngemittelversorgung werden vom Statistischen Bundesamt auf der Ebene der Bundesländer ausgewiesen. „Nach den §§ 88-90 des Agrarstatistikgesetzes wird die Düngemittelstatistik allgemein vierteljährlich durchgeführt. Es wird bei den Unternehmen, die Düngemittel erstmals Inverkehrbringen, der Inlandsabsatz von mineralischen Düngemitteln nach Pflanzennährstoffen, Arten und Absatzgebieten jeweils nach der Menge erhoben. Es handelt sich dabei um Lieferungen der Produzenten

und Importeure an Absatzorganisationen oder Endverbraucher. Diese Mengen sind nicht mit dem tatsächlichen Verbrauch in der Land- und Forstwirtschaft sowie im Gartenbau identisch. Inlandsabsatz und tatsächlicher Verbrauch weichen z. B. durch die Lagerhaltung voneinander ab. Außerdem kann der Absatz in anderen Bundesländern erfolgen, wenn Absatzorganisationen die Düngemittel an die Endverbraucher liefern." (DESTATIS 2018). Daten über regionale Aufwandmengen liegen jedoch nicht vor, daher wurde ein Verfahren zur Verteilung des mineralischen Düngers auf die Modellkreise entwickelt, mit dessen Hilfe die nationalen Handelsdüngermengen auf die Regionen verteilt werden können. Dabei wird von der Grundüberlegung ausgegangen, dass sich die Höhe der Düngung am Ertragspotenzial der verschiedenen Früchte sowie den regionalen Boden- und Klimaverhältnissen orientiert. Außerdem wird angenommen, dass die Summe der Nährstoffzufuhr aus Mineraldüngern und pflanzenverfügbaren wirtschaftseigenen Düngern ungefähr dem Nährstoffbedarf der Feldfrüchte und des Grünlandes entspricht. Mithilfe dieser Annahme wird zunächst ein normativer Mineraldüngeraufwand ermittelt. Anschließend werden die regionalen Mineraldüngerbedarfsmengen aggregiert und konsistent zum sektoralen Mineraldüngereinsatz, der aus der Statistik vorliegt, errechnet. Die in Kapitel 3.2 beschriebene Ermittlung des regionalen Nährstoffbedarfs der Pflanzenproduktion bildet eine wesentliche Ausgangsgröße für die Ermittlung des regionalen Einsatzes von mineralischem Dünger (Henrichsmeyer et al. 1996).

Bei der Ermittlung regionaler N-Mineraldüngereinsatzmengen wird von unterschiedlichen Einflussfaktoren ausgegangen. Diese Einflussfaktoren lassen sich mithilfe der folgenden Gleichung beschreiben:

$$\mathbf{Bed_N_{minr} = f\ (E_{fr}\ , SBFN_r, NRL_f, NWD_r, NMDÄ_r, KFN)}$$

Bed_N_{minr}, Bed_P_{minr}: regionale Mineraldüngerbedarfe N, P
E_{fr}: regions- und fruchtartenspezifische Erträge
$SBFN_r$: regionsspezifischer N-Bedarfsfaktor
NRL_f: fruchtartenspezifische N-Rücklieferung
NWD_r: regionaler Wirtschaftsdüngeranfall N
$NMDÄ_r$: regionale Mineraldüngeräquivalente für Wirtschaftsdünger N
KFN: Korrekturfaktoren für den Mineraldüngereinsatz N

Nachfolgend werden die einzelnen Schritte zur Ableitung des Mineraldüngereinsatzes näher erläutert. Die Höhe der Gesamtzufuhr von organischem und mineralischem Dünger wird in Abhängigkeit der jahresspezifischen Ertragserwartung für die verschiedenen Feldfrüchte unter Berücksichtigung regionaler Boden- und Klimaverhältnisse berechnet. Zur Erfüllung des Gesamtbedarfs eines Nährstoffs wird zunächst der pflanzenverfügbare Anteil des Wirtschaftsdüngers herangezogen. Die Deckung des verbleibenden Defizits wird durch die Anrechnung mineralischer Düngemittel erreicht. Die auf Grundlage dieser Vorgehensweise berechneten regionalen Mineraldüngermengen werden in einem zweiten Schritt über alle Regionen und Verfahren aggregiert und anhand der aus der Offizialstatistik bekannten Sektorwerte kalibriert.

Im Modellsystem RAUMIS werden die sektoralen Handelsdüngermengen aus der Statistik übernommen. Für die Jahre 2014-2016 wird angenommen, dass 98 % des Handelsdüngers im Agrarsektor verwendet wird. Für die restlichen 2 % werden ein privater, kommunaler Zweck (z. B. Sportplätze etc.) sowie der Einsatz in Kleingärten angenommen. Der Korrekturfaktor für den Nährstoffbedarf der Pflanzen wird folgendermaßen berechnet:

KFK j = (0,9 * HDS j + WDL j) / BDP j

KFK j: Korrekturfaktor für Bedarf von Nährstoff j
HDS j: Handelsdüngereinsatz des Nährstoffs j aus der Inlandsabsatzstatistik
WDL j: pflanzenverfügbare Wirtschaftsdüngerlieferung des Nährstoffs j
BDP j: Bedarf der Pflanzen an Nährstoff j

Die Korrekturfaktoren dienen zur Anpassung des Nährstoffbedarfs der Pflanzen. Aufgrund der Anpassung stimmen die im Modell ermittelten Handelsdüngermengen mit den Mineraldüngereinsatzmengen aus der Statistik überein. Der Korrekturfaktor für Stickstoff weist einen Wert nahe 1,00 aus und bedeutet, dass die Bedarfe nur geringfügig überschätzt werden und eine leichte Korrektur der Nährstoffbedarfe nach unten erfolgt.

3.3.3.2 Mineraldüngereinsatzmengen auf der Basis von einzelbetrieblichen Nährstoffvergleichsdaten

Der Mineraldüngereinsatz stellt im Rahmen der Nährstoffbilanzierung in vielerlei Hinsicht eine besondere Größe dar. Mit rund 100 kg N proha LF stellt die mineralische Düngung die wichtigste Stickstoffquelle in der Pflanzenproduktion dar. Trotz der Bedeutung der mineralischen Dünger existieren diesbezüglich keine statistischen Erhebungen auf der regionalen Ebene. Um dennoch die normativ ermittelte Mineraldünger-Einsatzmenge validieren zu können, wurden in dem Projekt 3.199 Nährstoffvergleiche aus den Jahren 2014/15 ausgewertet. Hierzu wurden die Daten, die z. T. freiwillig erhoben wurden oder im Vollzug der DüV gewonnen wurden, anonymisiert.

In einem ersten Schritt wurde die regionale Streuung der mineralischen Düngung analysiert. So wird in der Abbildung 3-2 sowohl die durchschnittliche Einsatzmenge an mineralischem Stickstoff als auch die Streuung der mineralischen N-Düngung auf der Kreisebene für NRW abgebildet. Die Regionen wurden hierbei in Abhängigkeit ihrer Einsatzhöhe an mineralischem Stickstoff sortiert.

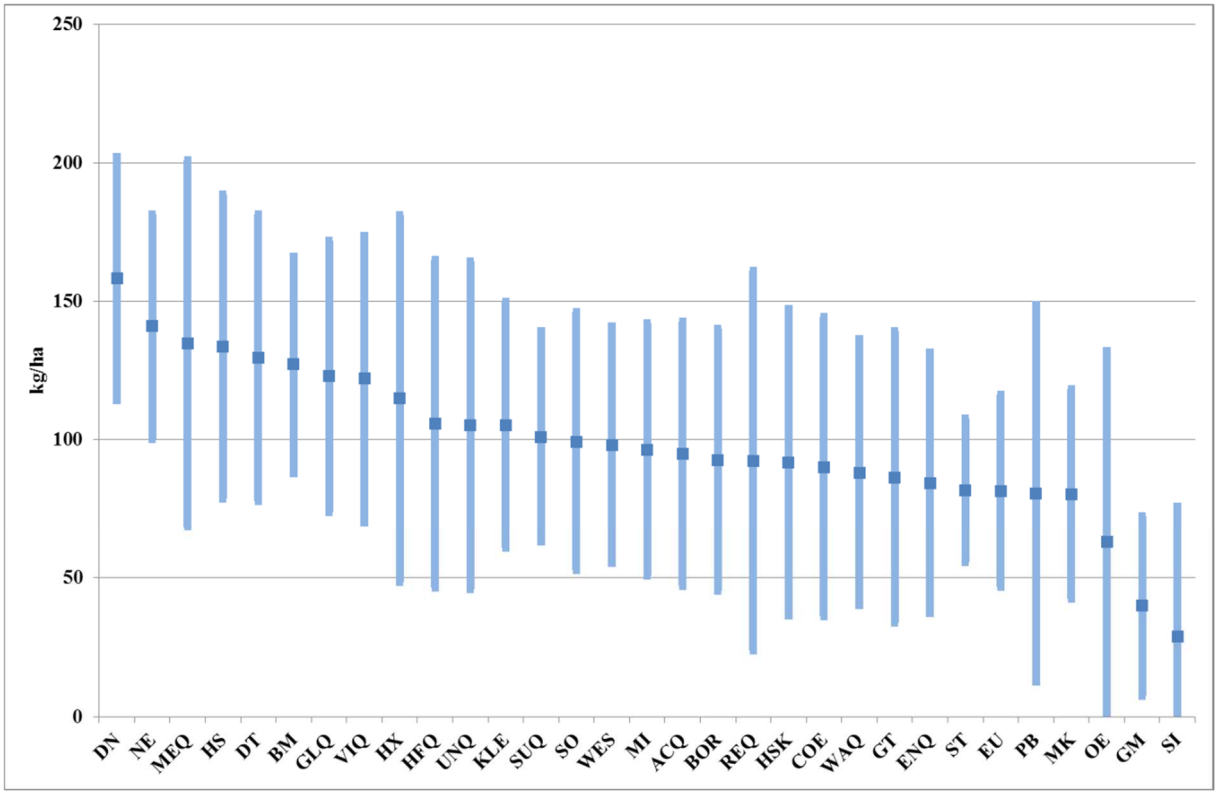

Abbildung 3-2: Regionale sowie betriebliche Streuung der mineralischen Stickstoffdüngung aus Nährstoffvergleichsdaten NRW

In der Abbildung 3-3 ist der gleiche Sachverhalt für Phosphatdünger dargestellt. Die Abbildungen verdeutlichen, dass sich zum einen die durchschnittlichen Mineraldüngereinsatzmengen zwischen den Regionen erheblich unterscheiden und zum anderen, dass die Einsatzmengen innerhalb der untersuchten Regionen erhebliche Varianzen aufweisen. So werden beispielsweise im Landkreis Düren im Durchschnitt mehr als 150 kg N pro ha LF eingesetzt, während es im Landkreis Siegen nur rund 30 kg N pro ha LF sind. Dabei schwankt die Einsatzmenge im Kreis Düren zwischen 120 und mehr als 200 kg N pro ha LF und im Landkreis Siegen zwischen 0 bis 80 kg pro ha LF.

Bei der Phosphatdüngung ergibt sich ein vergleichbares Bild. Die durchschnittliche mineralische Phosphatdüngung schwankt zwischen den Regionen von rund 17 kg im Landkreis Detmold und 0 kg im Landkreis Siegen. Die Varianz der mineralischen Phosphatdüngung innerhalb der untersuchten Regionen ist im Vergleich zur Stickstoffdüngung sogar noch größer. So reicht die Spanne der mineralischen Phosphatdüngung im Landkreis Detmold von 0- 38 kg, während im Landkreis Siegen nach den Ergebnissen kein mineralischer Phosphordünger zum Einsatz kommt (siehe Abbildung 3-3).

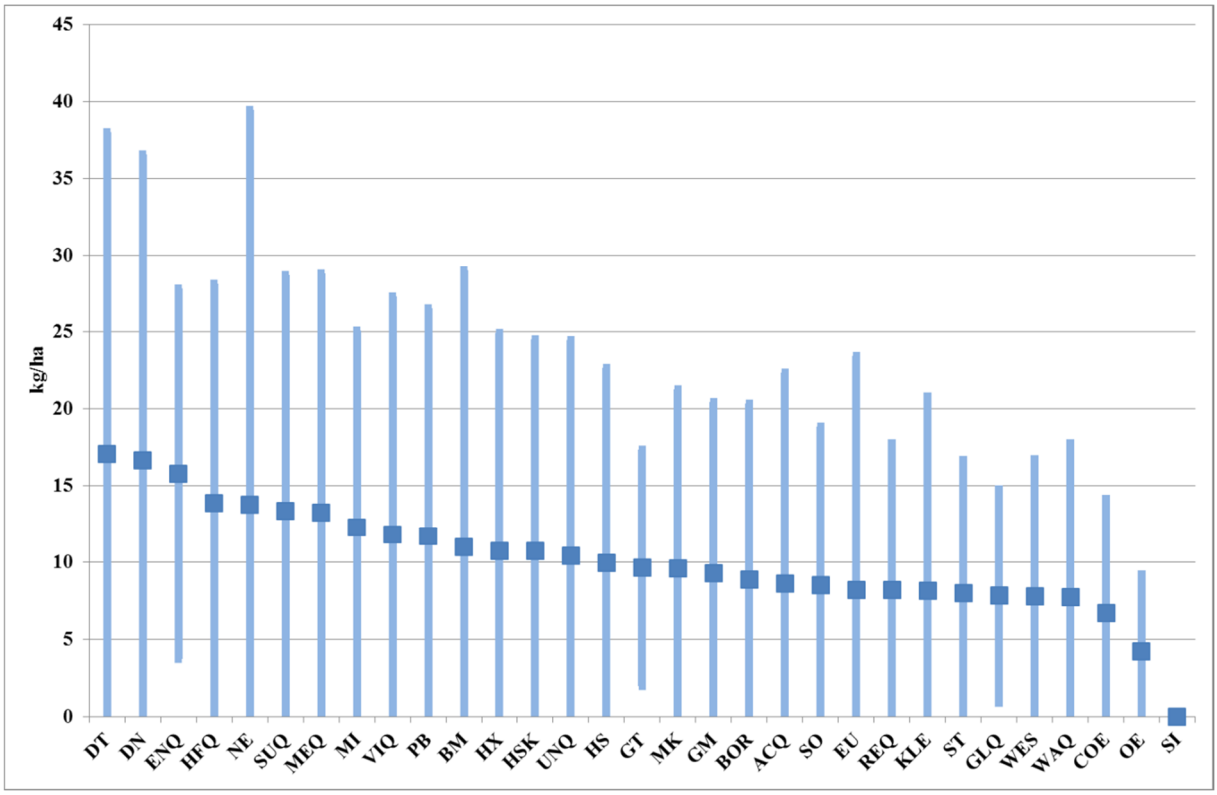

Abbildung 3-3: Regionale sowie betriebliche Streuung der mineralischen Phosphatdüngung aus Nährstoffvergleichsdaten NRW

In Abbildung 3-4 wird die regionale Verteilung der Stickstoffmineraldünger in NRW in Form einer Karte dargestellt. Hohe Einsatzmengen an mineralischem Stickstoff finden sich erwartungsgemäß in den intensiven Ackerbau-Regionen, die gleichzeitig durch eine geringe Viehbesatzdichte gekennzeichnet sind. So werden die höchsten mineralischen Stickstoffeinsatzmengen für die Kölner Bucht, die Rheinschiene, die Soester Börde sowie den Osten Westfalens mit mehr als 100 kg N pro ha LF ausgewiesen. Hingegen fallen im Bergischen Land die mineralischen Stickstoffeinsatzmengen mit weniger als 75 kg/ha im regionalen Vergleich am niedrigsten aus.

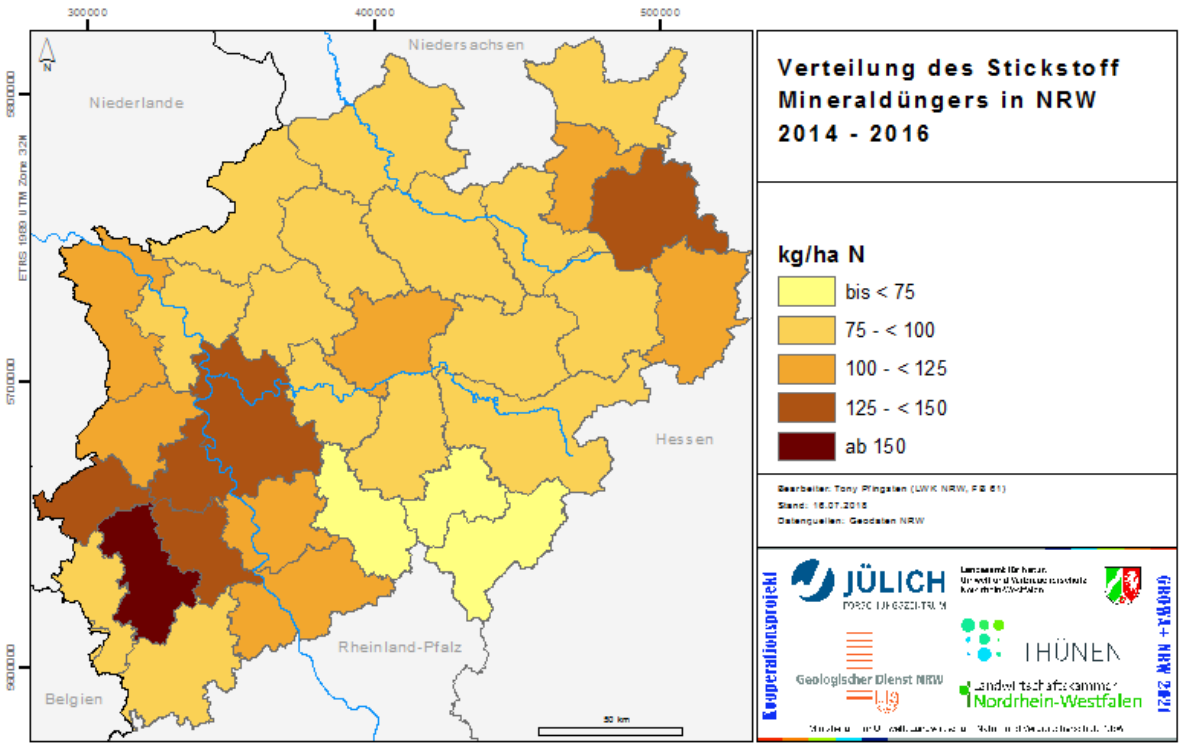

Abbildung 3-4: Durchschnittliche regionale mineralische Stickstoffdüngung der Jahre 2014-2016

In einem nächsten Schritt wurden die ausgewiesenen mineralischen Stickstoffeinsatzmengen flächengewichtet und den RAUMIS-Regionen zugeordnet. Ein quantitativer Vergleich der Ergebnisse findet sich in Kapitel 4.1.7.

3.3.4 Nährstoffentzüge

Der Entzug von Nährstoffen wird im RAUMIS für den Bereich „Boden“ auf Grundlage der regionalen Umfänge der pflanzlichen Produktionsverfahren sowie der Koeffizienten der Nährstoffgehalte im Erntegut und unter Berücksichtigung der regionalen Erträge ermittelt. Die Koeffizienten der Nährstoffgehalte im Erntegut beruhen auf Angaben der DüV und wurden auf Basis der Besonderen Ernte- und Qualitätsermittlung (BEE) angepasst (siehe auch Tabelle 3-6).

Tabelle 3-6: Nährstoffbedarfe der Pflanzenverfahren (kg/ha) in Abhängigkeit vom Ertrag (E) (dt/ha)*

	Stickstoff		P^2O^5	
	absolut	ertragsabhängig	absolut	ertragsabhängig
Winterweizen	-1,88			0,8 *Ertrag
Sommerweizen	-1,88			0,8 *Ertrag
Roggen	-1,73	20 *Ertrag		0,8 *Ertrag
Wintergerste	-1,84	20 *Ertrag		0,8 *Ertrag
Sommergerste	-1,67	40 *Ertrag		0,8 *Ertrag
Hafer	-1,76	40 *Ertrag		0,8 *Ertrag
Triticale	-1,87	20 *Ertrag		0,8 *Ertrag
Körnermais	-1,31	40 *Ertrag		0,8 *Ertrag
Ackerbohne	-4,1	20 *Ertrag		1,2 *Ertrag
Erbsen	-3,6	20 *Ertrag		1,1 *Ertrag
Soja	-4,4	20 *Ertrag		1,53 *Ertrag
Sonstige Hülsenfrüchte	-4,15	20 *Ertrag		1,28 *Ertrag
Raps	-3,42	30 *Ertrag		1,8 *Ertrag
Sonstige Ölpflanzen	-2,91	30 *Ertrag		1,6 *Ertrag
Nachwachsende Rohstoffe	-3,42	30 *Ertrag		1,8 *Ertrag
Kartoffeln	-0,35	60 *Ertrag		0,14 *Ertrag
Zuckerrüben	-0,18	80 *Ertrag		0,1 *Ertrag
Kohl		250 *Ertrag	3,88	
Möhren		250 *Ertrag	3,88	
Salat		250 *Ertrag	3,88	
Zwiebeln		250 *Ertrag	3,88	
Spinat		250 *Ertrag	3,88	
Spargel		250 *Ertrag	3,88	
Erdbeeren		250 *Ertrag	3,88	
Sonstiges Gemüse		250 *Ertrag	3,88	
Klee	-0,53	-20 *Ertrag		0,16 *Ertrag
Lupine	-0,45	-20 *Ertrag		1,26 *Ertrag
Luzerne	-0,56	-20 *Ertrag		0,16 *Ertrag
Feldgras	-0,48			0,205 *Ertrag
Silomais	-0,45			0,16 *Ertrag
Sonstige Hackfrüchte	-0,16			0,08 *Ertrag
Intensives Grünland	-0,00064	-35 *Ertrag		0,16 *Ertrag
Extensives Grünland	-0,00064	-35 *Ertrag		0,16 *Ertrag
Greening		-20 *Ertrag		
Sonstige pflanzliche Produktion		130 *Ertrag	4,17	
Obst		85 *Ertrag		1,46 *Ertrag
Zierpflanzen		85 *Ertrag	4,17	
Rebland		130 *Ertrag	4,85	
Brache		145 *Ertrag		
Weihnachtsbäume		30 *Ertrag		

3.4 Nährstoffbilanzsalden

Nährstoffzufuhr und Nährstoffentzug bzw. -verlust werden bei der Bilanzierung gegenübergestellt, um so den Nährstoffsaldo eines Landkreises bzw. einer Gemeinde zu errechnen. Ein hierdurch ermittelter Nährstoffüberschuss kann als Eintragspotenzial diffuser Nährstoffeinträge in Gewässer interpretiert werden.

Die in der DüV vorgeschriebene Feld-Stall-Bilanz lässt großen Spielraum für Pauschalwerte (beispielsweise für Erträge) zu und enthält im Vergleich zu bisher gültigen Verfahren höhere Abschläge für gasförmige N-Verluste. Aus diesen Gründen dürften diese Bilanzen tendenziell geringer ausfallen.

3.5 Flächenbezug/Schnittstelle zu mGROWA-DENUZ-WEKU

Bei der Verwendung von landwirtschaftlichen Flächenbilanzüberschüssen in der hydrologischen Modellierung ist darauf zu achten, dass die verwendeten Flächenbezüge in den jeweiligen Modellen zueinander passen oder eine entsprechende Schnittstelle für den Transfer der Informationen vorhanden ist.

Im Rahmen der landwirtschaftlichen Flächenbilanzierung wird häufig auf Datengrundlagen, wie der Agrarstrukturerhebung, zurückgegriffen, die nach dem Betriebssitzprinzip erhoben worden sind. „Die Flächennachweisungen – vor allem für kleinere Gebietseinheiten (Gemeinde, Kreise) – lassen daher keinen unmittelbaren Rückschluss auf die tatsächliche Nutzung der Katasterfläche der jeweiligen Gebietseinheit zu.“ (Erhard. et al. 2002)

Demgegenüber basiert die hydrologische Modellierung in der Regel auf georeferenzierten Flächennutzungsdaten, wie z. B. dem DLM oder Corine. Somit würde eine direkte Übertragung der landwirtschaftlichen Nährstoffbilanzen zu Verzerrungen insbesondere auf der kleinräumigen Ebene führen. Die landwirtschaftlichen Flächenbilanzüberschüsse beziehen sich ausschließlich auf die von landwirtschaftlichen Betrieben genutzte Fläche. Darüber hinaus existieren deutschlandweit rund zwei Millionen Hektar Landwirtschaftsfläche, die nicht von landwirtschaftlichen Betrieben genutzt wird.

Um eine möglichst fehlerlose Übertragung der landwirtschaftlichen Flächenbilanzen auf den Landnutzungslayer der hydrologischen Modellierung zu ermöglichen, wurden die von landwirtschaftlichen Betrieben genutzten Flächen im Landnutzungslayer der hydrologischen Modellierung durch die Übertragung von InVekos-Informationen gekennzeichnet.

In Kapitel 2 wird ausführlich die verwendete Datengrundlage u. a. hinsichtlich der Landnutzung beschrieben. Durch die Möglichkeit InVeKos-Daten nutzen zu können, die georeferenziert zur Verfügung gestellt wurden und durch die eindeutigen Kennzeichnungen der landwirtschaftlich genutzten Fläche im Rahmen einer Schnittstelle war eine verzerrungsfreie Übertragung auf die konkrete landwirtschaftlich genutzte Fläche der hydrologischen Modellierung möglich (siehe auch Kapitel 4.3.3).

4. Ergebnisse

4.1 Stickstoff

4.1.1 Stickstoffbedarf der Pflanzenproduktion

Die Schätzung des Nährstoffbedarfs in RAUMIS basiert in der Regel auf linearen, ertragsabhängigen Bedarfsfunktionen (siehe Kapitel 3.2). Die Abschätzung des Stickstoffbedarfs nimmt hierbei eine besondere Rolle ein. Aus dieser Größe leitet sich unter Berücksichtigung von Wirtschaftsdüngereinsatz und legumer N-Bindung der Einsatz von mineralischem Dünger ab. Wesentliche Bestimmungsgründe für die regionale Stickstoffbedarfshöhe sind die Ertragshöhe, die Anbaustruktur sowie die Standortbedingungen.

In **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**4-1 wird für NRW der durchschnittliche regionale Stickstoffbedarf pro ha LF für 2014-16 dargestellt. Relativ hohe Stickstoffbedarfe sind entsprechend der in Kapitel 3.2 genannten Einflussgrößen in der Köln-Aachner Bucht sowie im Nordwesten von NRW zu finden. Es handelt sich um intensive Ackerbauregionen, die durch ein überdurchschnittliches Ertragsniveau gekennzeichnet sind. Darüber hinaus werden in den genannten Regionen pflanzliche Produktionsverfahren wie z. B. Winterweizen und Raps realisiert, die einen relativ hohen Nährstoffbedarf ausweisen. Der durchschnittliche Stickstoffbedarf liegt in diesen Regionen über 210 kg N pro ha und Jahr.

Geringe Stickstoffbedarfe finden sich hingegen in einigen Mittelgebirgslagen wie dem Siegerland oder der nordwestlichen Eifel. Vorwiegend werden diese Landwirtschaftsflächen in Form von extensivem Grünland genutzt, da der Viehbesatz in diesen Regionen durchschnittlich geringer ist. Die Stickstoffbedarfe betragen hier im Durchschnitt weniger als 150 kg N pro ha und Jahr.

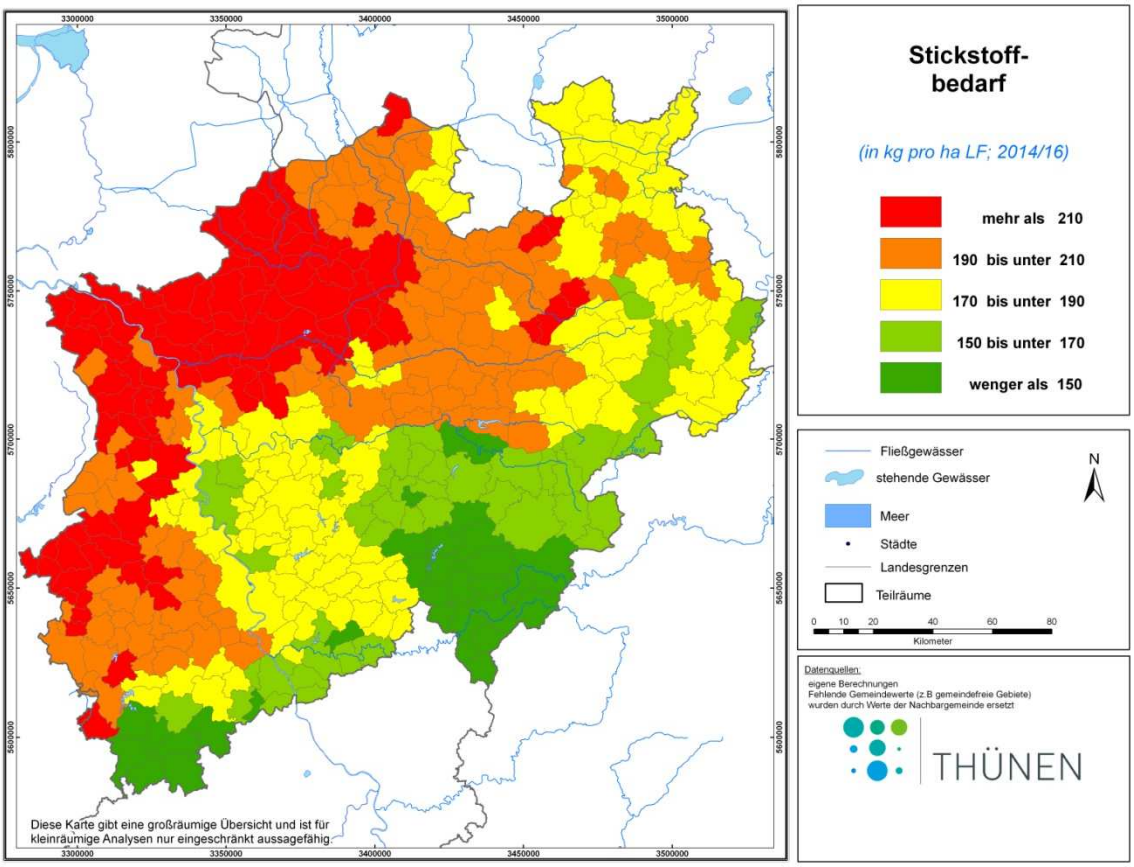

Abbildung 4-1: Stickstoffbedarf im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 in kg N pro ha LF

4.1.2 Wirtschaftsdüngeranfall

Der regionale Wirtschaftsdüngeranfall setzt sich aus verschiedenen Komponenten zusammen. An erster Stelle ist der Wirtschaftsdünger, der durch die regionale Tierhaltung anfällt, zu nennen. Diese Menge verändert sich durch die Berücksichtigung des Exports bzw. durch den Import von Wirtschaftsdünger aus anderen Regionen. Darüber hinaus wurde bei den Analysen die Ausbringung von Gärresten berücksichtigt. In der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**4-2 wird der regionale Stickstoffanfall aus der Tierhaltung und aus Gärresten im Durschnitt der Jahre 2014-2016 dargestellt. Importe und Exporte an Wirtschaftsgütern und der Abzug der Stall-, Lager- und Ausbringungsverluste wurden hierfür noch nicht berücksichtigt. Im Durchschnitt fallen in NRW rund 140 kg N pro ha LF aus Wirtschaftsdünger an, wobei regional große Unterschiede festzustellen sind (siehe **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**4-2).

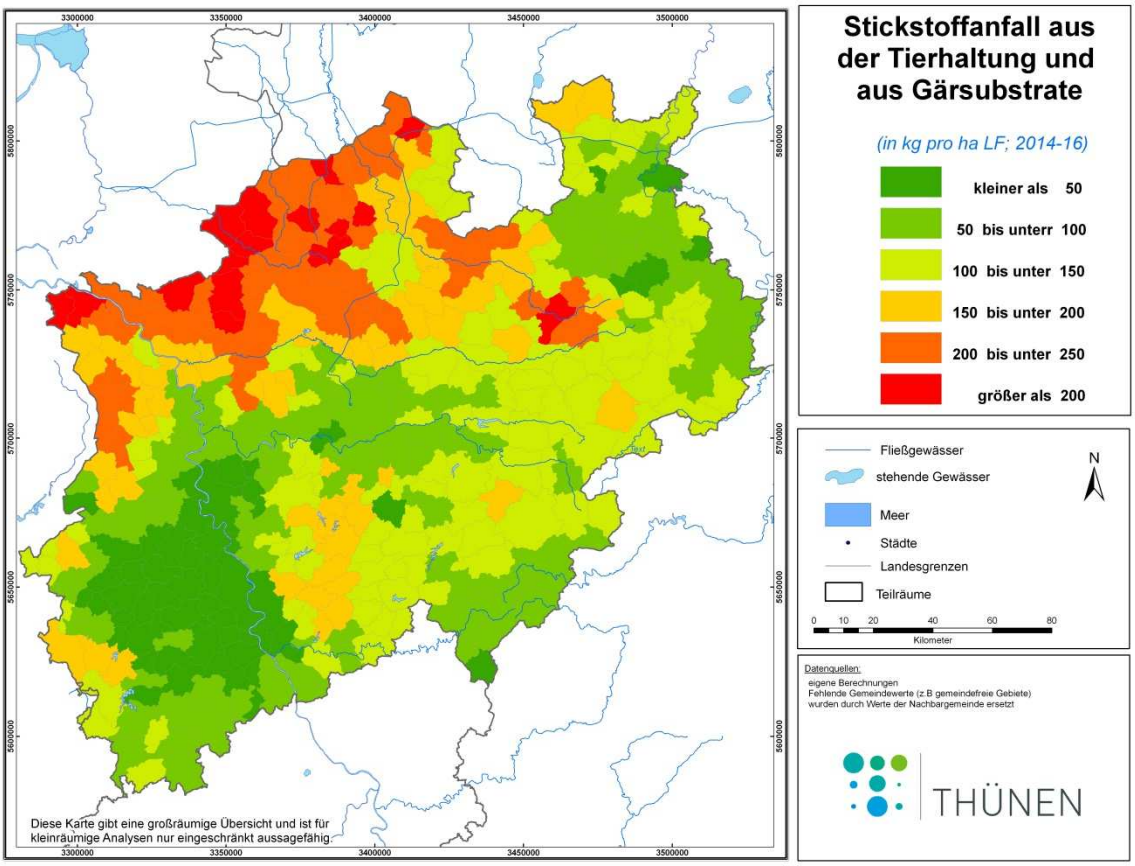

Abbildung 4-2: Stickstoffanfall aus der Tierhaltung und aus Gärsubstraten im Durschnitt der Jahre 2014-2016 in kg N pro ha LF

Der höchste Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger ist im Nordwesten von NRW zu beobachten. Hier finden sich Regionen mit einem Stickstoffanfall aus Wirtschaftsdünger der über 200 kg und teilweise sogar über 250 kg N pro ha LF liegt. Geringe Mengen an Stickstoff aus Wirtschaftsdünger fallen mit weniger als 50 kg N pro ha LF in der Köln-Aachener Bucht sowie in wenigen Regionen im Osten von Westfalen an.

4.1.3 Wirtschaftsdüngertransport

Der Transport von Wirtschaftsdünger hat in NRW eine große Bedeutung. Zum einen werden bedeutende Mengen an Stickstoff aus den Niederlanden importiert, zum anderen findet innerhalb NRW Wirtschaftsdüngertransport in bedeutendem Umfang statt. Um die Auswirkungen der Wirtschaftsdüngertransporte und die regionalen Flächenbilanzüberschüsse realitätsnah abbilden zu können, wurden mehr als eine halbe Million Datensätze aus drei verschiedenen Datenbanken (siehe Kapitel 2.4) ausgewertet und zusammengeführt. Auf diesem Wege konnten die Stickstoffströme zwischen den Regionen realitätsnah nachgebildet werden. In den nachfolgenden Kapiteln werden die Auswertungen der oben genannten drei Datenbanken nacheinander aufgeführt.

4.1.3.1 Wirtschaftsdüngerimporte aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern nach NRW (§ 4 WDüngV)

Die Wirtschaftsdüngerimporte aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern nach NRW müssen nach § 4 WDüngV gemeldet werden. Diese Meldungen werden in einer Datenbank der Landwirtschaftskammer NRW dokumentiert. Für die Jahre 2014-16 wurden diese Daten auf der Gemeindeebene ausgewertet. Innerhalb des Dreijahreszeitraums ist die importierte Wirtschaftsdüngermenge kontinuierlich gestiegen, sowohl die Frachtmenge als auch die darin enthaltenen Nährstoffmengen für Stickstoff und Phosphor. Im Mittel der Jahre 2014-16 belief sich das gesamte Nährstoffimportvolumen auf rund 2,1 Mio. kg N und 1,3 Mio. kg P bei einer gesamten Frachtmenge von ca. 330.000 Tonnen Wirtschaftsdünger.

Tabelle 4-1 zeigt die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger aus anderen EU-Mitgliedstaaten und anderen Bundesländern. Die Stickstoffkonzentration in den Transporten schwankt in dem betrachteten Zeitraum zwischen 6,31 und 6,57 kg N/t oder m^3. Der Gehalt an tierischem Stickstoff und Phosphor stieg von 2014 nach 2015 minimal und von 2015 nach 2016 um ca. ein halbes Kilo pro transportierter Gewichts- oder Volumeneinheit an. Vergleicht man die Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger aus den Niederlanden mit denen aus anderen EU-Mitgliedstaaten und anderen Bundesländern ist zu erkennen, dass die Gehalte der niederländischen Wirtschaftsdünger um ca. die Hälfte höher sind. Das bedeutet, dass pro Gewichts- oder Volumeneinheit 50 % mehr Nährstoffe transportiert werden. Daraus ergibt sich kongruent, dass die gleiche Nährstoffmenge mit weniger Fahrzeugen transportiert wird. Möglicherweise hat nach 2016 ein weiterer Anstieg der Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngern aus anderen EU-Mitgliedstaaten und anderen Bundesländern stattgefunden und sich daraus die Transportwürdigkeit erhöht.

Tabelle 4-1: Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngertransporten aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern

Nährstoffgehalte in kg/t oder m^3	2014	2015	2016
Stickstoff	6,44	6,31	6,57
Stickstoff tierischer Herkunft	5,31	5,33	5,72
Phosphor	3,62	3,65	4,13

Nicht nur die gesamten Nährstoffmengen, sondern auch die Anzahl der Meldungen der Wirtschaftsdüngertransporte aus anderen EU-Mitgliedstaaten und anderen Bundesländern hat sich zwischen 2014 und 2016 um 494 (46 %) erhöht (vgl.Tabelle 4-2). Eine Meldung entspricht nicht zwingend einem einzelnen Transport von Wirtschaftsdünger durch eine Beförderungseinheit, sondern kann mehrere zusammenhängende Transporte bündeln.

Tabelle 4-2: Entwicklung der Anzahl von Wirtschaftsdüngerimportmeldungen nach § 4 aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern

Anzahl	2014	2015	2016
Wirtschaftsdüngertransporte	1.064	1.359	1.558

Nachdem für die Importe aus anderen EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern die Entwicklung der Nährstoffmengen und die durchschnittlichen Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdüngertransporte aufgezeigt wurden, werden nun die Zielorte des Imports dargestellt. Die Karte der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**4-3 zeigt, wie sich der Wirtschaftsdüngerimport nach § 4 WDüngV auf NRW verteilt. Die Datengrundlage der Karte bildet der Durchschnittsimport der Jahre 2014-16.

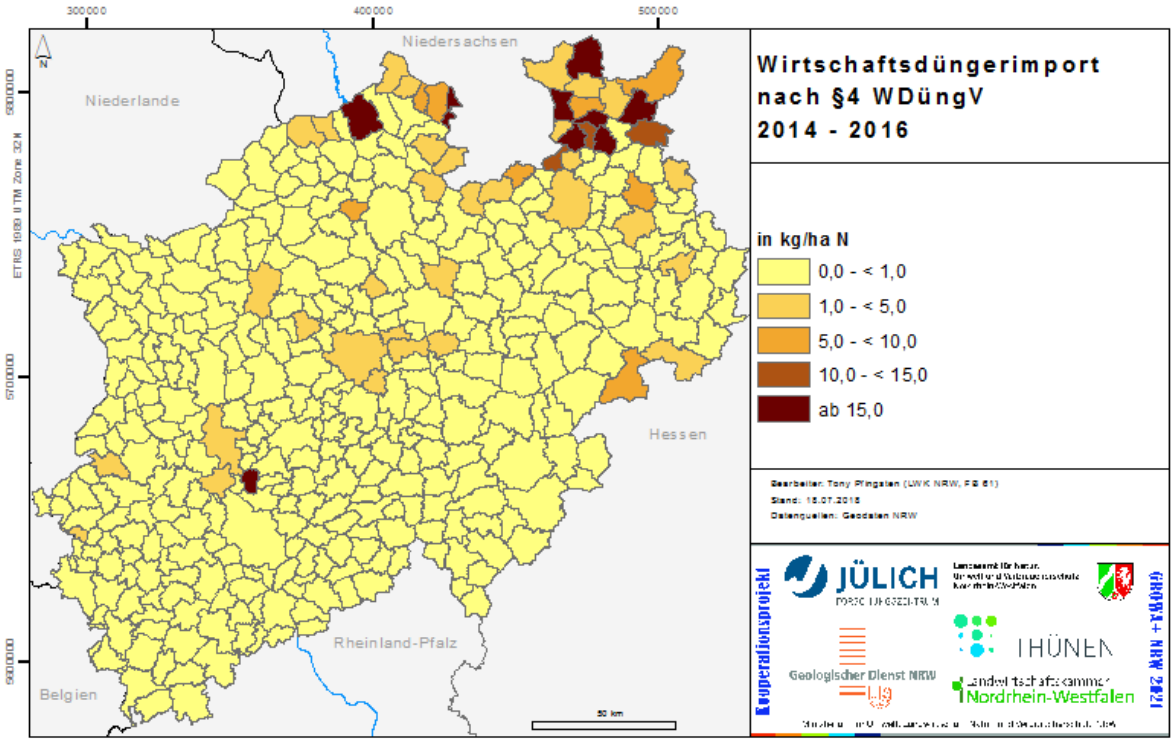

Abbildung 4-3: Wirtschaftsdüngerimporte nach § 4 WDüngV (2014-2016)

4.1.3.2 Wirtschaftsdüngertransporte innerhalb und über die Grenze NRWs hinaus (§ 3 WDüngNachwV)

Nach § 3 WDüngNachwV müssen alle Abgeber von Wirtschaftsdünger in NRW ihren Export melden. Dabei spielt es keine Rolle, ob der Export über die Landesgrenze hinaus oder innerhalb NRWs erfolgt. Zwischen 2014 und 2016 haben nicht nur die Exporte, sondern auch die Importe von Nährstoffen zugenommen. Das bedeutet, dass der Wirtschaftsdünger innerhalb NRWs in dem Betrachtungszeitraum gleichmäßiger verteilt wurde. Darüber hinaus haben in 2016 mehr Nährstoffe das Bundesland NRW verlassen als noch im Jahr 2014, vor allem durch einen stärkeren Export von Gärresten.

Neben der mengenmäßigen Entwicklung der Wirtschaftsdüngerabgaben nach § 3 WDüngNachwV, hat auch die Entwicklung der durchschnittlichen Nährstoffgehalte eine große Bedeutung. Die Daten der Tabelle 4-3 zeigen, dass der durchschnittliche Stickstoffgehalt von 5,77 auf 6,49 kg N/t oder m^3 in den drei ausgewiesenen Jahren stetig gestiegen ist. Die Gehalte von Stickstoff tierischer Herkunft und Phosphor fallen dagegen leicht ab.

Ein Vergleich der durchschnittlichen Nährstoffgehalte der verschiedenen Transportdatenbanken zeigt, dass der Wirtschaftsdünger, der aus EU-Mitgliedsstaaten und anderen Bundesländern nach NRW transportiert wird, höhere Nährstoffgehalte besitzt, als der Wirtschaftsdünger der in NRW anfällt und innerhalb bzw. über die Grenzen hinaus transportiert wird. Je höher der durchschnittliche Nährstoffgehalt pro Mengeneinheit, desto transportwürdiger ist der Wirtschaftsdünger.

Tabelle 4-3: Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngertransporten innerhalb und aus NRW heraus (§ 3 WDüngNachwV)

Nährstoffgehalte in kg/t oder m^3	2014	2015	2016
Stickstoff	5,77	6,24	6,49
Stickstoff tierischer Herkunft	4,44	4,38	4,38
Phosphor	2,95	2,88	2,90

Passend zum Anstieg der Nährstoffexportmengen nach § 3 WDüngNachwV ist die Anzahl der Meldungen deutlich gestiegen. Lagen die Meldungen in 2014 noch bei knapp 63.000,waren es in 2016 bereits gut 75.000. Das entspricht einer Erhöhung um mehr als 20 % (vgl. Tabelle 4-4).

Tabelle 4-4: Entwicklung der Anzahl von Wirtschaftsdüngerimportmeldungen (§ 3 WDüngNachwV)

Anzahl	2014	2015	2016
Wirtschaftsdüngertransporte	62.728	70.297	75.306

In Abbildung 4-4 ist die Verteilung der in NRW verbleibenden Nährstoffe dargestellt. Für die Menge der verbleibenden Nährstoffe wurden die Wirtschaftsdüngerexporte und -importe nach § 3 WDüngNachwV miteinander verrechnet. Daher wird in der Karte der Abbildung 4-4 der Saldo der Wirtschaftsdüngertransporte abgebildet. Ebenso wie bei den anderen Karten handelt es sich bei den abgebildeten Werten um einen berechneten Mittelwert für die Jahre 2014-2016.

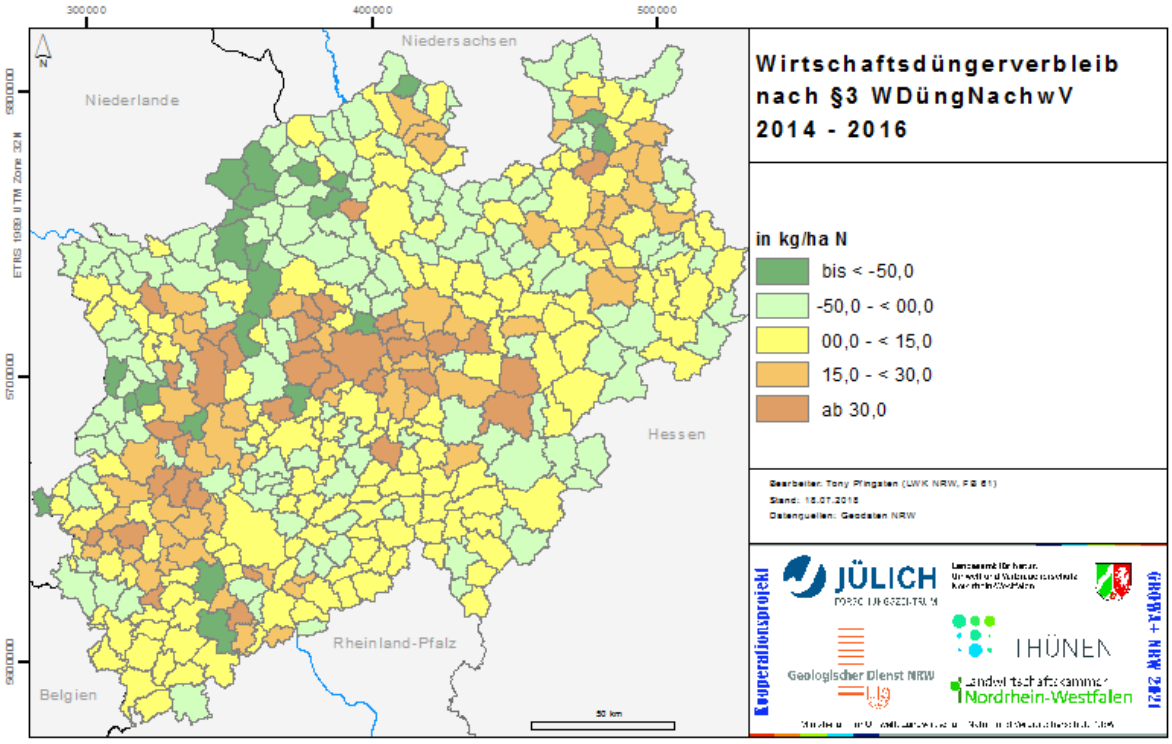

Abbildung 4-4: Wirtschaftsdüngerverbleib in NRW nach § 3 WDüngNachwV (2014-2016)

4.1.3.3 Wirtschaftsdüngertransporte aus den Niederlanden nach NRW (Digitales Dossier)

Das Digitale Dossier ist die Wirtschaftsdüngerdatenbank der Niederlande. Im Digitalen Dossier werden alle Wirtschaftsdüngerabgaben der Niederlande dokumentiert. Die Wirtschaftsdüngerabgaben nach NRW wurden der Landwirtschaftskammer NRW zur Verfügung gestellt. Diese Daten wurden ebenfalls für den Bezugszeitraum 2014-16 auf der Gemeindeebene ausgewertet. Im Mittel gelangten ca. 13 Mio. kg N und knapp 9 Mio. kg P (P_2O_5) in einer Frachtmenge von rund 1,4 Mio. Tonnen nach NRW. Die Fracht bleibt über den Betrachtungszeitraum bei geringfügigen Jahresschwankungen konstant. Der Anteil von Stickstoff tierischer Herkunft hat sich verringert. Dies ist auf einen verstärkten Import von Gärresten aus Biogasanlagen zurückzuführen.

Tabelle 4-5 zeigt die durchschnittlichen Nährstoffgehalte pro Tonne oder Kubikmeter der niederländischen Wirtschaftsdünger. Stickstoff ist in den drei Jahren mit je rund 9 kg/t oder m^3, Phosphor mit ca. 6-6,5 kg/t oder m^3 enthalten. Der Stickstoff tierischer Herkunft verzeichnet eine Abnahme von 0,63 kg/t oder m^3 zwischen 2015 und 2016. Diese Entwicklung hängt mit dem verstärkten Import von Gärsubstrat zusammen. Bei einer weitgehend stagnierenden Gesamtfrachtmenge bedeutet dies, dass das Gärsubstrat teilweise Gülle oder Miste ersetzt hat.

Tabelle 4-5: Nährstoffgehalte in den Wirtschaftsdüngertransporten aus den Niederlanden

Nährstoffgehalte in kg/t oder m³	2014	2015	2016
Stickstoff	8,89	9,26	8,95
Stickstoff tierischer Herkunft	8,41	8,70	8,07
Phosphor	6,47	6,23	6,12

Nachdem die Gesamt-Importmenge und die Nährstoffgehalte der Wirtschaftsdünger aus den Niederlanden beschrieben wurden, werden nun die Importregionen in NRW aufgezeigt. Für die Bilanzierung wird der Ort der Verbringung benötigt. Daher wurden die Importdaten auf der Gemeindeebene ausgewertet. Die **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**4-5 zeigt die Verteilung der Importmengen aus den Niederlanden. Hierzu wurde die mittlere Transportmenge für die Jahre 2014-2016 berechnet und ausgewiesen. Der aus den Niederlanden importierte Wirtschaftsdünger wird im Wesentlichen den Ackerbauregionen der westlichen Gemeinden von NRW zugeführt, die gleichzeitig über eine nur relativ geringe Viehbesatzdichte verfügen. Der Nährstoffbedarf dieser Regionen ist bedingt durch ihre guten Standortbedingungen, einhergehend mit einem hohen Ertragsniveau und ihrer Anbaustruktur, überdurchschnittlich hoch.

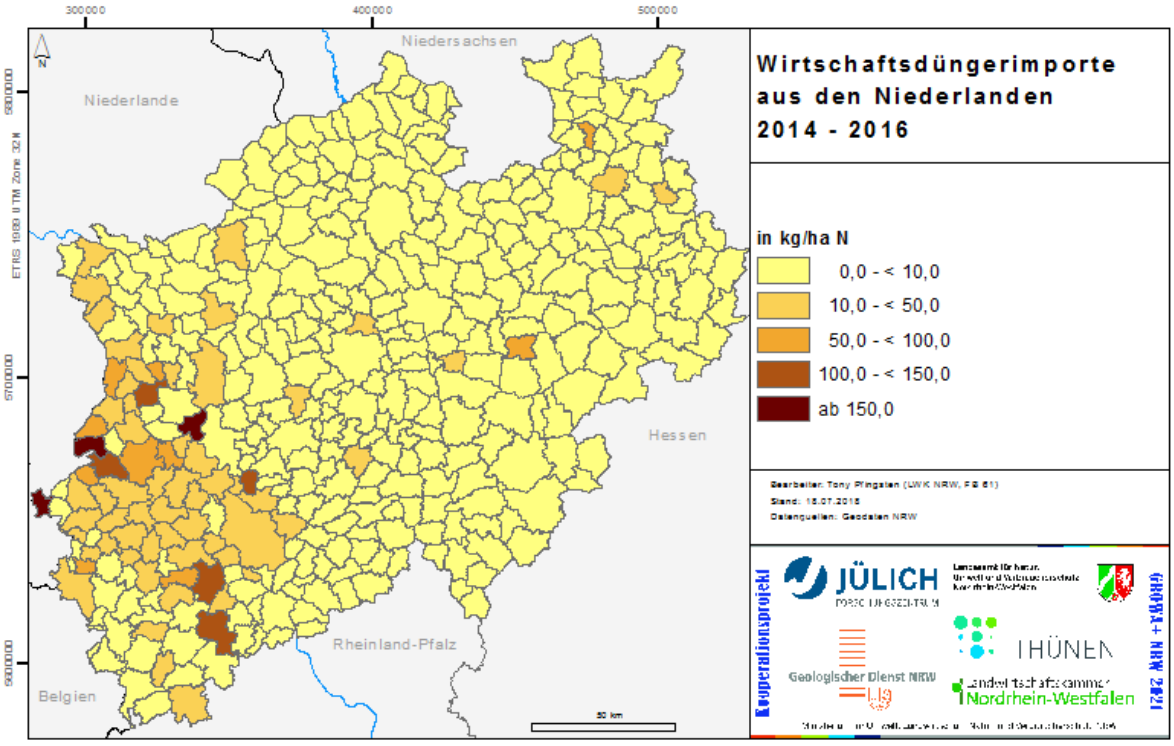

Abbildung 4-5: Wirtschaftsdüngerimporte aus den Niederlanden

4.1.3.4 Gesamttransporte von Wirtschaftsdünger

In der **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**4-6 wird der Saldo aller regionalen Importe und Exporte von Wirtschaftsdünger in kg pro ha LF dargestellt. Insbe-

sondere im Nordwesten von NRW, also in den Regionen mit den höchsten Viehbesatzdichten, finden die höchsten Exporte von Wirtschaftsdünger statt. Zusätzlich finden auch Exporte aus Grünlandregionen mit geringer Viehdichte, wie beispielsweise dem Bergischen Land, statt. Erklärungsgründe hierfür dürften die Existenz von Biogasanlagen und die Rücklieferung von Gärresten sein. Regionen mit relativ hohen Importen an Wirtschaftsdünger finden sich in Teilen der Köln-Aachener Bucht sowie der Soester Börde.

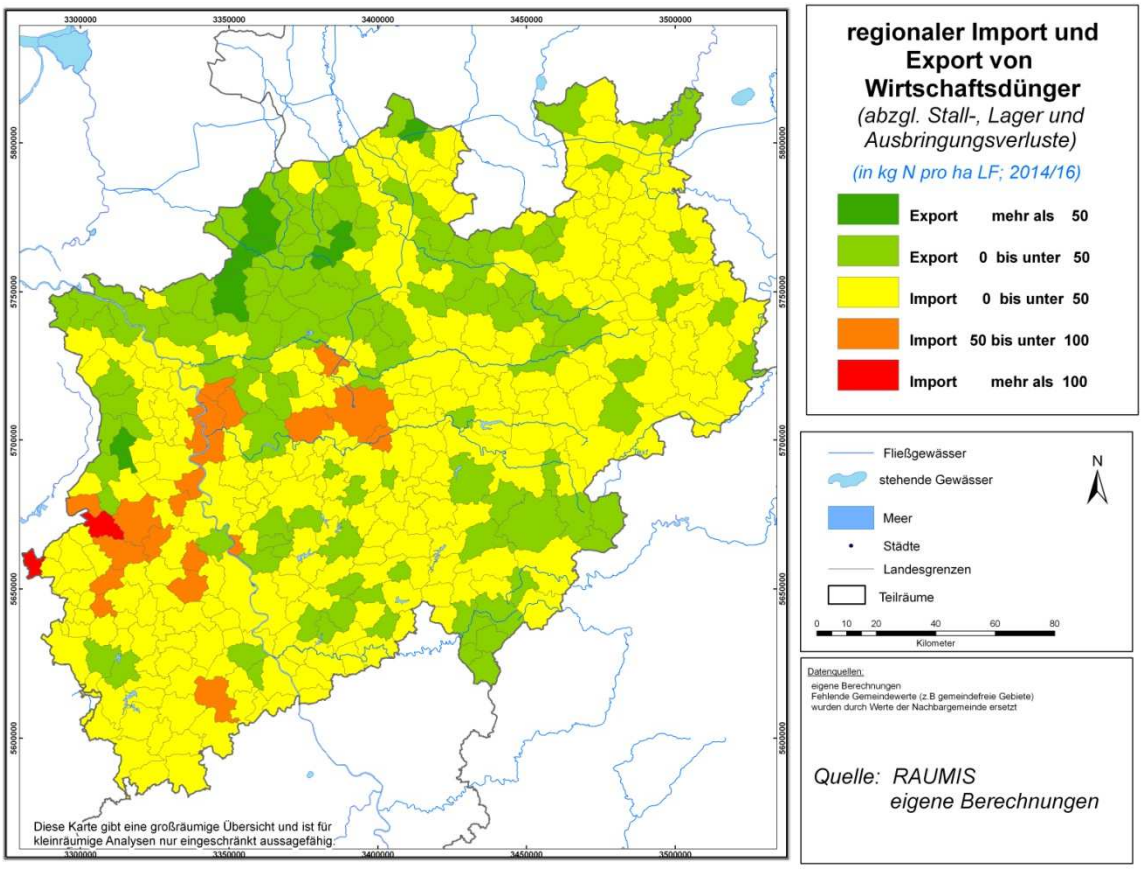

Abbildung 4-6: Regionaler Import und Export von Wirtschaftsdünger, insgesamt für das Durchschnittsjahr 2014-2016 in kg N pro ha LF

4.1.4 Klärschlammausbringung

Die Klärschlammverbringung wird ebenfalls von der Landwirtschaftskammer NRW erfasst (siehe Kapitel 2.5). Sofern man Klärschlämme landwirtschaftlich verwerten möchte, muss man dieses Vorhaben bei der entsprechenden Kreisstelle melden. Die Bedeutung der landwirtschaftlichen Klärschlammverbringung hat in den letzten Jahren deutlich abgenommen. Im Vergleich zum Nährstoffanfall und Nährstoffimport von pflanzlichem oder tierischem Wirtschaftsdünger kommt der Nährstoffaufbringung durch Klärschlamm nur eine geringe Bedeutung zu.

Die insgesamt aufgebrachte Menge an Klärschlamm (Fracht) wird in Tonnen Trockenmasse berichtet. Auch die Nährstoffgehalte im Klärschlamm sind auf die Trockenmasse bezogen und können Tabelle 4-6 entnommen werden. Eine Vergleichbarkeit zu den Nährstoffgehalten der Wirtschaftsdüngertransporte ist daher nicht möglich. Pro Tonne Trockenmasse enthielt der in NRW ausgebrachte Klärschlamm in den Jahren 2014-2016 durchschnittlich 34,8-39,2 kg Stickstoff und 51,1-53,0 kg Phosphor. Klärschlamm ist ein Düngemittel, das mehr Phosphor als Stickstoff pro Tonne Trockenmasse enthält. Daher ist die Menge der Klärschlammdüngung auf die Phosphorbodenversorgung und an den Phosphorbedarf der Fruchtfolge auszurichten.

Tabelle 4-6: Nährstoffgehalte im Klärschlamm

Nährstoffgehalte in kg/t TM	2014	2015	2016
Stickstoff	34,8	36,2	39,2
Phosphor	53,0	51,1	54,2

In die Bilanzierung gehen die regionalisierten Nährstoffmengen ein. Für Klärschlamm ist die Verteilung innerhalb NRWs in Abbildung 4-7 enthalten. Die landwirtschaftliche Klärschlammverwertung spielt nur in wenigen Kreisen NRWs eine Rolle. Die Kreise Höxter, Paderborn und Lippe verzeichneten in den Jahren 2014-2016 eine durchschnittliche Verbringung von mehr als 2,0 kg N/ha LF. Eine Ausbringung von 1,0-2,0 kg N/ha LF hat in den Kreisen Heinsberg, Soest und Unna stattgefunden. Unter einem Kilogramm Stickstoff wurde in den Kreisen Neuss, Bergheim, Ennepe-Ruhr und Herford verbracht. Somit beschränkt sich die landwirtschaftliche Verwertung von Klärschlämmen auf Ostwestfalen, das Rheinland und die weitergefasste Soester Börde (vgl. Abbildung 4-7).

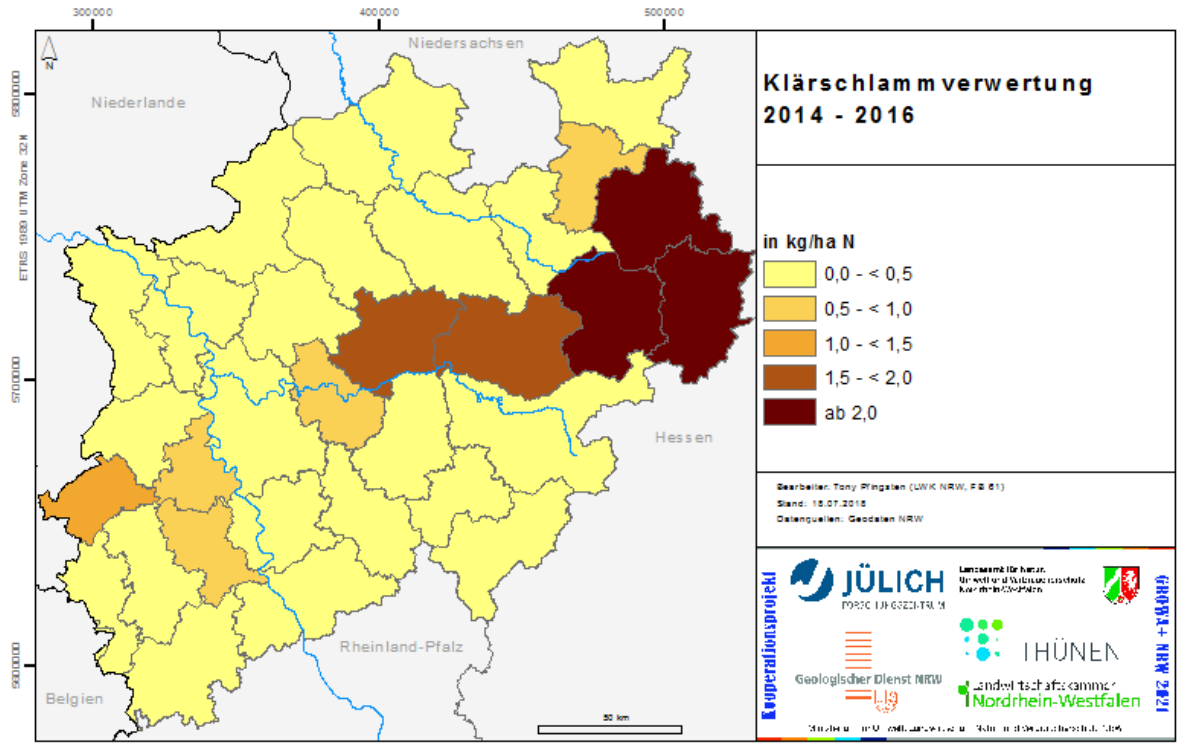

Abbildung 4-7: Klärschlammverwertung in der Landwirtschaft (2014-2016)

4.1.5 Wirtschaftsdüngerausbringung

Die Abbildung 4-8 stellt die regionale organische Stickstoffdüngung auf der Gemeindeebene dar. Hierbei wurden der Stickstoffanfall aus der Tierhaltung vor Abzug der gasförmigen Verluste, die gesamten Wirtschaftsdüngerimporte sowie -exporte und die Klärschlammausbringung berücksichtigt. Die regionale Höhe der organischen N-Düngung wird im Wesentlichen durch den tierischen N-Anfall bestimmt, wobei in einigen Regionen diese N-Menge noch bedeutsam durch die Importe und/oder Exporte von Wirtschaftsdünger stark beeinflusst werden. Die Klärschlammausbringung hat in der Regel hingegen nur einen sehr geringen Anteil an der gesamten organischen Menge, die in einer Region gedüngt wird.

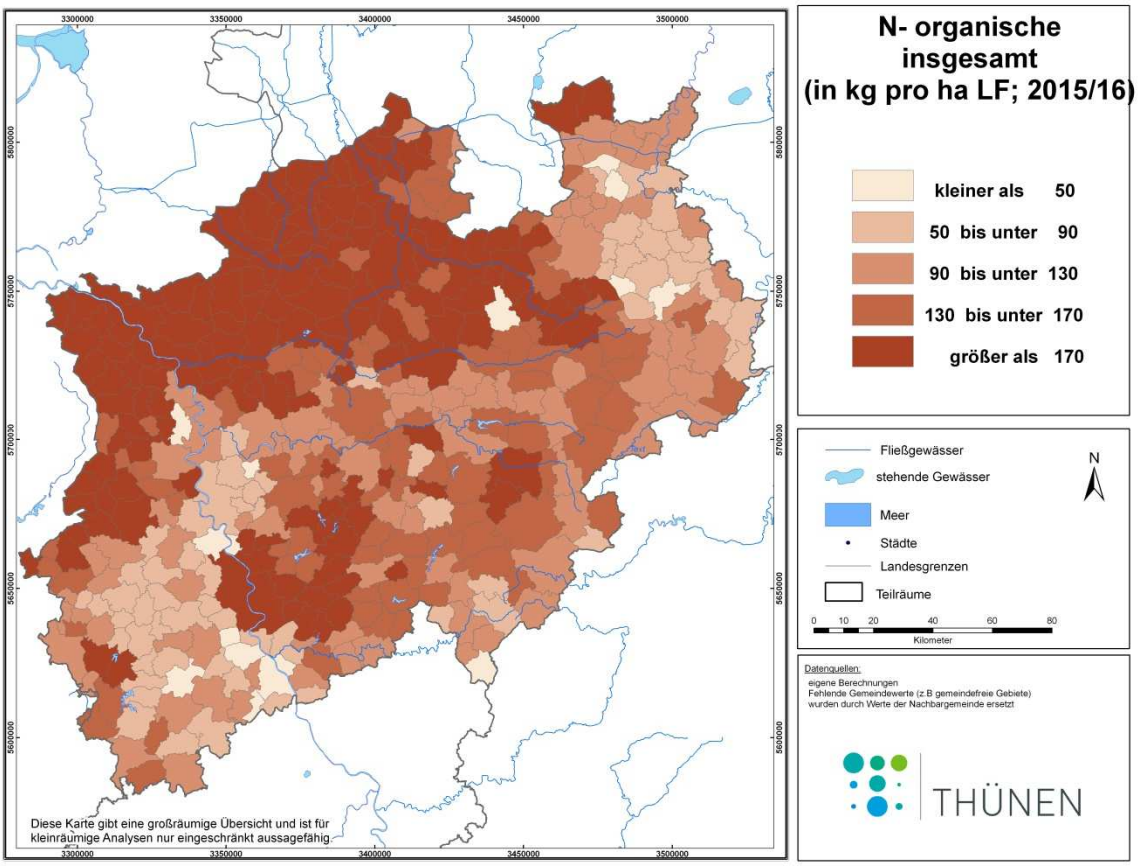

Abbildung 4-8: Organische Stickstoffdüngung insgesamt im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

4.1.6 Symbiotische und asymbiotische N-Fixierung

Die regionale Höhe der symbiotischen und asymbiotischen N-Fixierung wird im Wesentlichen durch den Anbau von Leguminosen bestimmt (siehe auch Kapitel 3.3.2). Im Ackerbau wird überwiegend durch den Anbau von Klee, Erbsen und Ackerbohnen Luftstickstoff pflanzenverfügbar gebunden. Auf diesem Wege können über 200 kg N pro ha der Anbaufläche gebunden werden. Auf Grünland wurde hingegen mit einer geringeren Stickstoffbindungsleistung von durchschnittlich 22 kg N pro ha gerechnet.

In Abbildung 4-9 wird die regionale symbiotische und asymbiotische Stickstofffixierung dargestellt. Insbesondere im Südwesten der Eifel sowie im Bergischen Land ist mit durchschnittlich mehr als 12 kg pro ha der gesamten LF eine relativ hohe grünlandbasierte N-Fixierung zu beobachten. Eine geringe N-Fixierung mit weniger als 4 kg N pro ha LF findet sich hingegen im nördlichen NRW sowie in der Köln-Aachener Bucht. Hierbei handelt es sich um Ackerbaustandorte, in denen der Leguminosenanbau eine untergeordnete Rolle spielt.

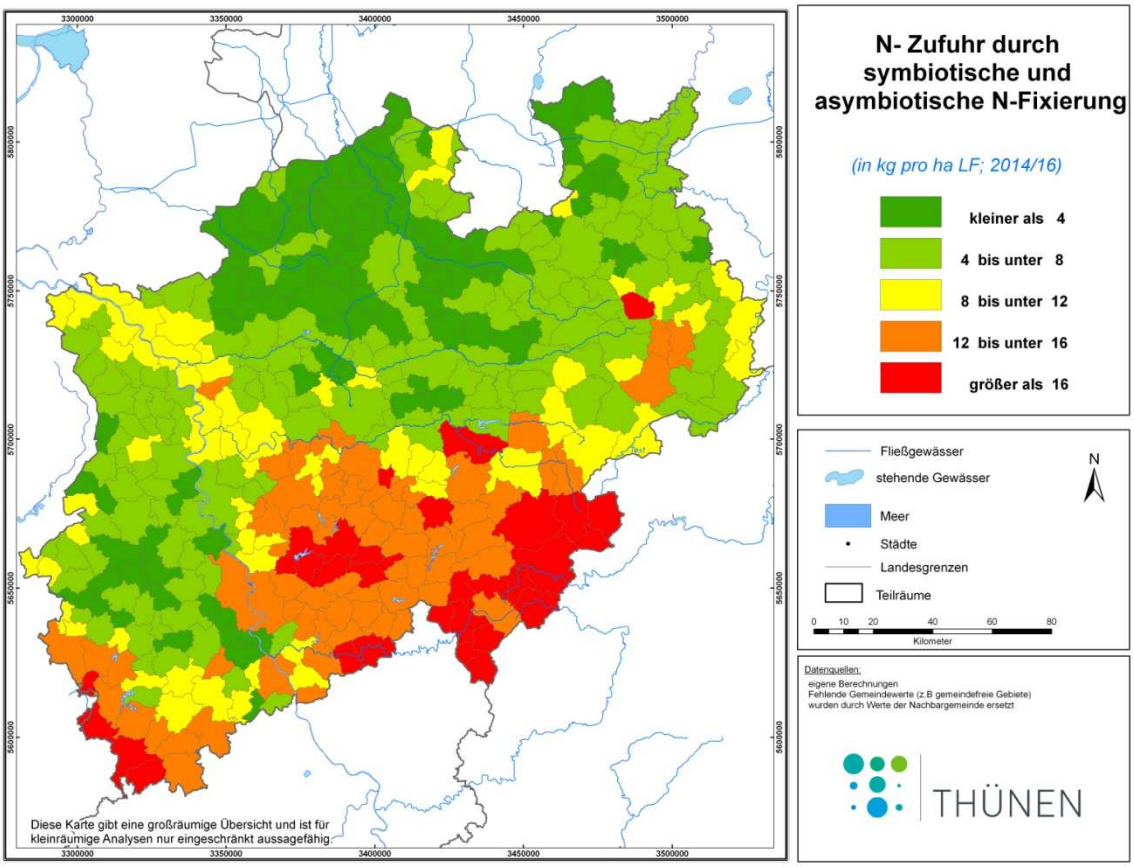

Abbildung 4-9: Symbiotische und asymbiotische N-Fixierung im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

4.1.7 Mineralische Stickstoffdüngung

In der Regel kann der regionale Nährstoffbedarf der Pflanzenproduktion nicht vollständig über den Wirtschaftsdüngeranfall abgedeckt werden, sodass eine ergänzende mineralische Düngung notwendig ist. Die Abschätzung des regionalen Mineraldüngereinsatzes gestaltet sich schwierig, da diesbezüglich keine geeigneten Statistiken vorliegen und der Mineraldüngereinsatz somit normativ abgeschätzt werden muss. Der Abschätzung des mineraldüngenden Stickstoffeinsatzes kommt eine besondere Bedeutung zu, da der mineralische Stickstoffeinsatz nach dem Stickstoffentzug das größte Bilanzglied darstellt. Eine detaillierte Beschreibung der hier gewählten Vorgehensweise findet sich in Kapitel 3.3.3.

Im Rahmen dieses Projekts wurde eine Verteilung der bundesweit insgesamt eingesetzten mineralischen Stickstoffmenge auf die Kreisebene mithilfe von RAUMIS vorgenommen. In Abbildung 4-10 wird der Inlandsabsatz von mineralischem Stickstoffdünger für die Wirtschaftsjahre 1989/90-2017/18 dargestellt. Dieser stellt die Grundlage für die zu verteilende Gesamtmenge dar. Es zeigt sich, dass die Absatzmengen zwischen den Jahren erheblich variieren. Betrug der Inlandsabsatz von Stickstoffdünger Anfang der 90er Jahre rund 1,5 Mio. t N, so stieg dieser in den darauffolgenden Jahren bis 2000 auf rund zwei Millionen

Tonnen an. Seit dem Jahr 2000 ist eine sinkende Tendenz des Inlandsabsatzes von Stickstoffdünger zu beobachten. Im Wirtschaftsjahr 2017/18 wurde wieder das Niveau von Anfang der 90er Jahre mit 1,5 Mio. t N erreicht. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings, dass das Jahr 2018 durch eine extreme Trockenheit gekennzeichnet war, sodass derzeit nicht abzusehen ist, ob es in den kommenden Jahren nicht wieder zu einem Anstieg des Inlandsabsatzes von Stickstoffdünger kommen wird.

Im Rahmen der Modellierung soll eine durchschnittliche Situation für den Zeitraum 2014-016 modelliert werden. Aus diesem Grund wurden auch die Absatzmengen für mineralischen Stickstoff für diesen Zeitraum gemittelt und von einer durchschnittlichen Gesamteinsatzmenge für die Bundesrepublik Deutschland für den Betrachtungszeitraum von 1,7 Mio. t N ausgegangen und normativ auf die gesamte Bundesrepublik mithilfe von RAUMIS verteilt. Auf diesem Wege wurde für NRW eine mineralische Stickstoffeinsatzmenge auf landwirtschaftlich genutzten sowie auf privat genutzter Landwirtschaftsfläche in Höhe von 179.000 Tonnen ermittelt. Zu berücksichtigen ist hierbei, dass in Abstimmung mit dem Projektbeirat bei den gasförmigen Stall-, Lager- und Ausbringungsverlusten organischer Dünger von den Koeffizienten der DüV 2005 ausgegangen wurde. Diese Koeffizienten stellen die im Rahmen der Düngebedarfsermittlung maximal erlaubten Abzüge von gasförmigen Verlusten dar. Hinsichtlich der tatsächlichen gasförmigen Verluste bestehen größere Unsicherheiten. Mit der Übernahme der Koeffizienten aus der DüV wird von relativ hohen gasförmigen Verlusten ausgegangen. Je höher die Annahmen bzgl. der gasförmigen Verluste sind, desto geringer fällt, unter sonst gleichen Bedingungen, die Höhe des auf den Düngebedarf anzurechnenden organischen Dünger aus. Dies wiederum erhöht bei gleichem Düngebedarf die mineralisch notwendige Düngung. Würde bei den Berechnungen von geringeren gasförmigen Verlusten ausgegangen werden, so würde auch die Höhe der mineralischen Düngung signifikant niedriger ausfallen.

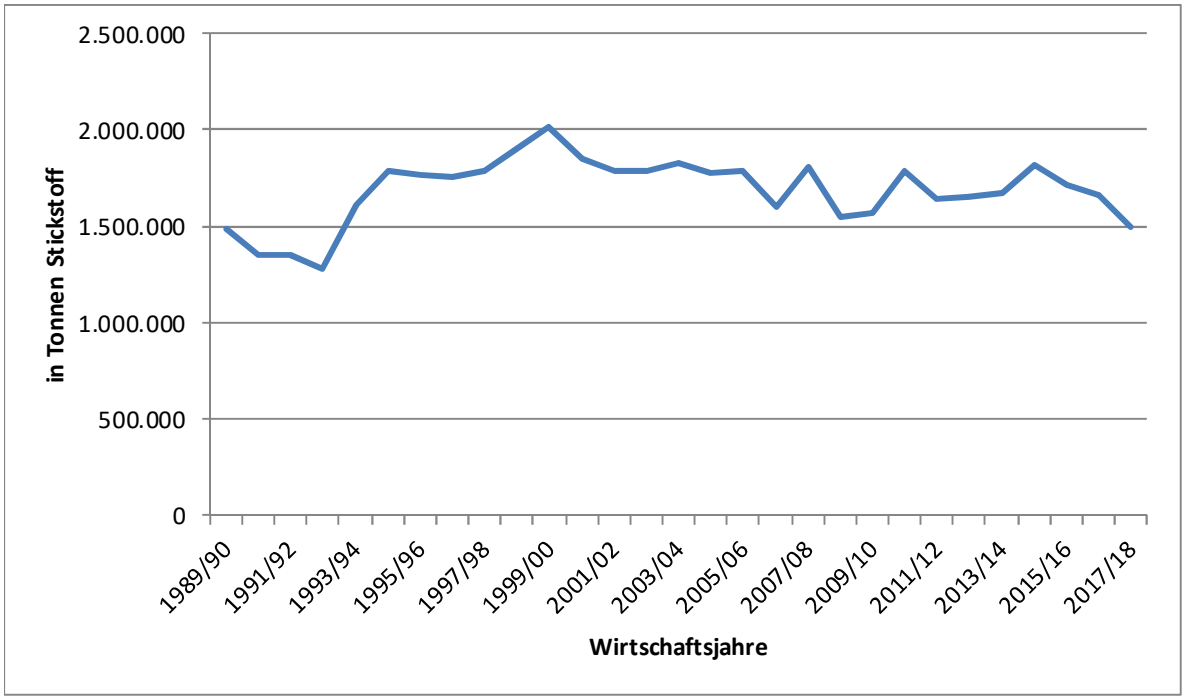

Abbildung 4-10: Deutschlandweiter Inlandsabsatz von mineralischem Stickstoffdünger in den Jahren 1989/90-2017/18

Quelle: Datengrundlage https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tabellen-zur-landwirtschaft/#c7004; letzter Abruf 26.06.2019; eigene Darstellung

Die Höhe des regionalen Mineraldüngereinsatzes wird durch eine Vielzahl von Einflussgrößen bestimmt. So erklärt sich der Nährstoffbedarf im Wesentlichen über die Ertragshöhe und die Zusammensetzung der angebauten Kulturen. Die Abdeckung des Bedarfs wiederum erklärt sich u. a. aus der regionalen Tierhaltungsstruktur, dem Import und Export von Nährstoffen, der Existenz von Biogasanlagen, dem Anbau von Leguminosen und dem Einsatz von Klärschlamm. Entsprechend heterogen ist der zu beobachtende regionale Einsatz von mineralischem Stickstoff in NRW.

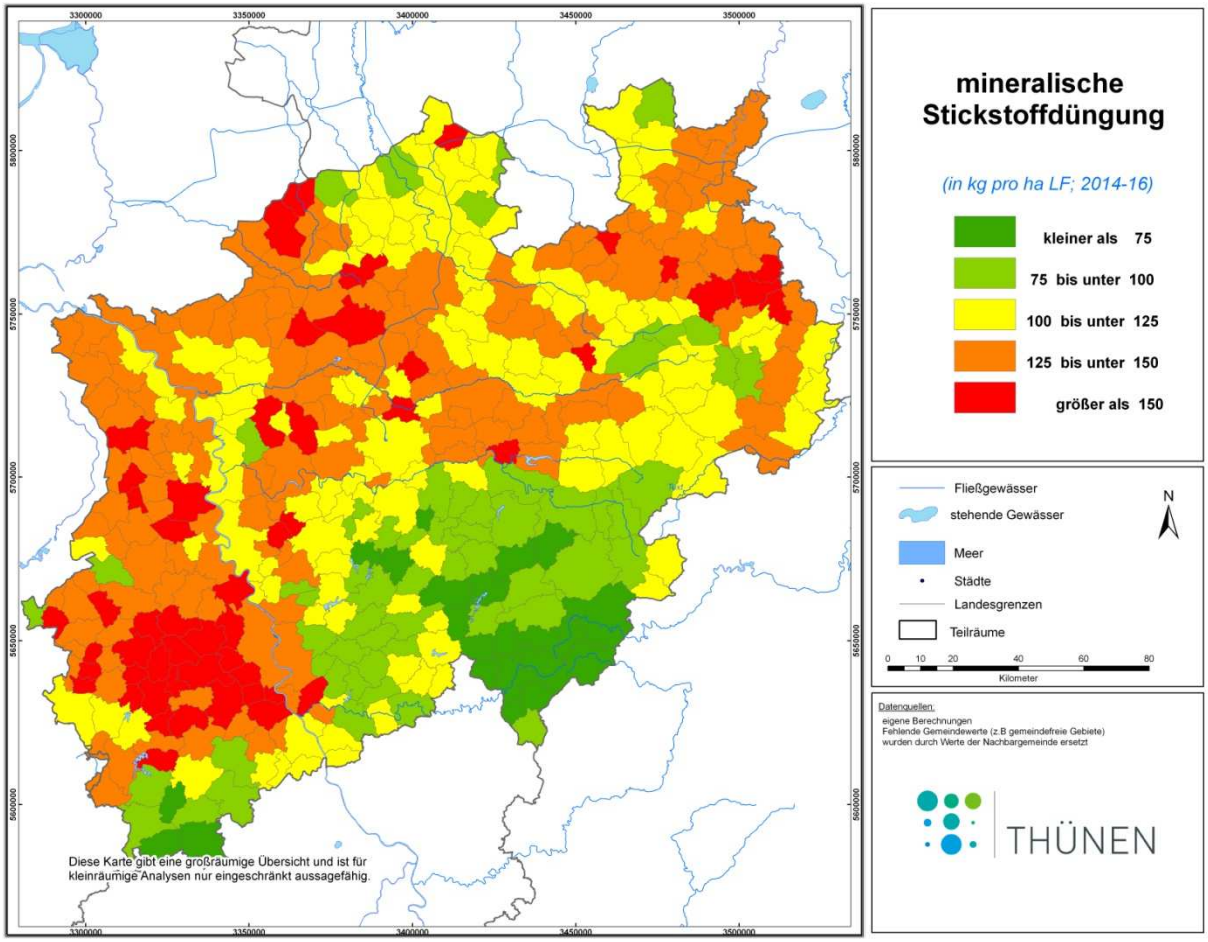

Abbildung 4-11: Mineralische Stickstoffdüngung im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

Dennoch lassen sich Cluster von Gemeinden mit überdurchschnittlichem und mit unterdurchschnittlichem Stickstoffmineraldüngereinsatz unterscheiden. So finden sich die höchsten Einsatzmengen an mineralischem Stickstoff in den intensiven Ackerbauregionen, die gleichzeitig durch eine geringe Viehbesatzdichte gekennzeichnet sind, wie beispielsweise in der Köln-Aachener Bucht (Abbildung 4-11). Hier erreicht die mineralische Düngung von Stickstoff eine Höhe von mehr als 150 kg N pro ha im Durchschnitt der LF.

Geringe Einsatzmengen an mineralischem Stickstoff finden sich hingegen in Mittelgebirgslagen mit geringer Viehbesatzdichte, wie beispielsweise im Siegerland oder in der Eifel im Südwesten von NRW. Hier ist der mineralische Stickstoffeinsatz mit weniger als 75 kg N pro ha LF nicht einmal halb so hoch wie in den intensiven Ackerbauregionen.

4.1.8 Stickstoffentzug über das Erntegut

Der regionale Stickstoffentzug über das Erntegut erklärt sich hauptsächlich über die Ertragshöhe der angebauten Kulturen, die Erntequalität sowie über die Zusammensetzung der angebauten Kulturen. Während im Ackerbau die Erträge in einem starken Maße durch die Standortbedingungen erklärt werden können, werden die Grünlanderträge im Wesent-

lichen durch die Nutzungsform bestimmt. So weisen Grünlandstandorte, in denen die extensive Rinderhaltung vorwiegt, meist unterdurchschnittliche Grünlanderträge auf, während in den Grünlandregionen, in denen die Milchproduktion vorherrscht, häufig überdurchschnittliche Grünlanderträge zu beobachten sind. Vor dem Hintergrund dieser Einordnung lässt sich die nachfolgende Abbildung 4-12 interpretieren.

Durchschnittlich liegt der Stickstoffentzug pro Hektar LF in NRW bei rund 170 kg, wobei auf der regionalen Ebene große Unterschiede zu beobachten sind.

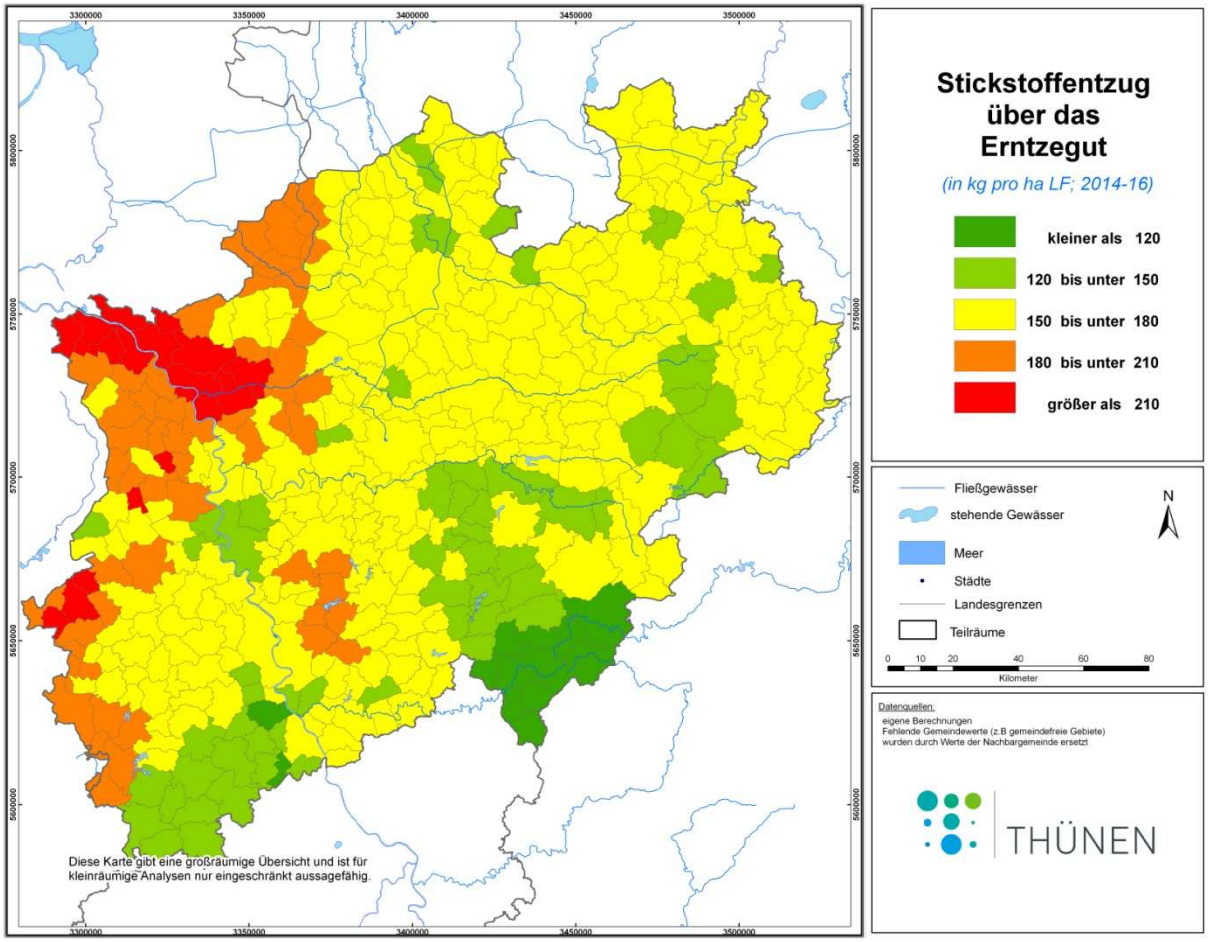

Abbildung 4-12: Stickstoffentzug durch das Erntegut im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

Die höchsten Stickstoffentzüge über das Erntegut auf der regionalen Ebene finden sich im Nordwesten sowie in Teilen der Köln-Aachener Bucht. Diese Regionen sind durch einen hohen Anteil an Ackerbau bei gleichzeitig guten Standortbedingungen gekennzeichnet. Mit 210 kg N pro ha LF sind die Stickstoffentzüge auf Gemeindeebene entsprechend hoch. Die geringsten Stickstoffentzüge über das Erntegut finden sich hingegen im Siegerland. Hier herrscht die extensive Grünlandnutzung vor. Die Stickstoffentzüge sind mit 120 kg pro ha LF im Vergleich zu den intensivsten Standorten in NRW nur gut halb so hoch.

4.1.9 Stickstofffflächenbilanzüberschuss

Zur Ermittlung des Flächenbilanzüberschusses werden alle oben beschriebenen Teilbilanzglieder zusammengeführt. Im Durchschnitt über alle Regionen von NRW liegt der Stickstofffflächenbilanzüberschuss bei fast 60 kg pro ha LF. Zu berücksichtigen ist, dass hierbei die atmosphärische Deposition noch nicht enthalten ist, da diese später bei der hydrologischen Modellierung flächendeckend eingeht.

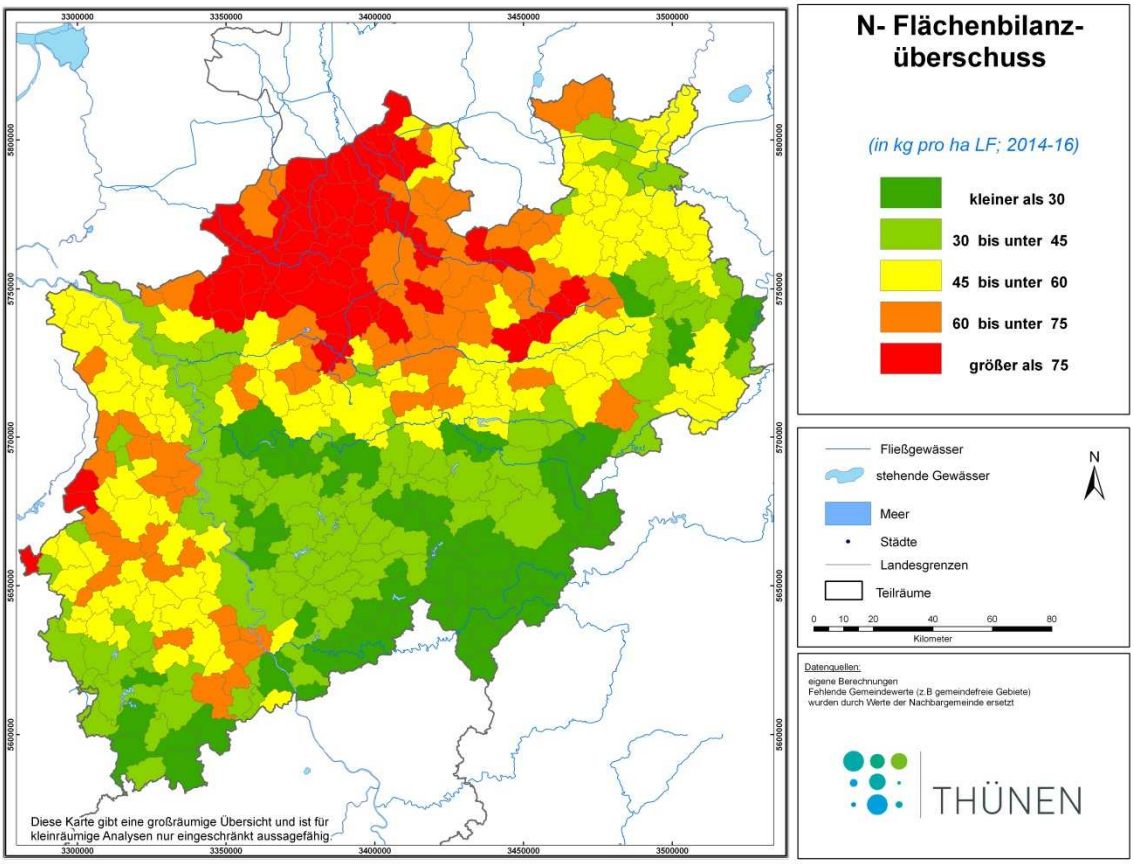

Abbildung 4-13: Stickstofffflächenbilanzüberschuss im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

Hohe Flächenbilanzüberschüsse finden sich in den viehstarken Regionen im nördlichen NRW (siehe Abbildung 4-13). Hier belaufen sich die Überschüsse auf mehr als 75 kg N pro ha LF. Relativ hohe Flächenbilanzüberschüsse finden sich mit 45 bis 75 kg N pro ha LF auch in den intensiven Ackerbaugebieten, wie der Köln-Aachener Bucht und der Soester Börde. Hingegen finden sich in den extensiven Grünlandregionen mit weniger als 30 kg N pro ha LF die geringsten Flächenbilanzüberschüsse.

4.2 Phosphor

4.2.1 Phosphorbedarf der Pflanzenproduktion

Die Schätzung des Phosphorbedarfs in RAUMIS basiert in der Regel auf linearen, ertragsabhängigen Bedarfsfunktionen (siehe Kapitel 3.2). Der Abschätzung des Phosphorbedarfs kommt wie beim Stickstoff eine besondere Rolle zu. Aus dieser Größe leitet sich unter Berücksichtigung vom Wirtschaftsdüngereinsatz der Einsatz von mineralischem Dünger ab. Wesentliche Bestimmungsgrößen für die regionale Phosphorbedarfshöhe sind die Ertragshöhe, die Anbaustruktur sowie die Standortbedingungen.

In Abbildung 4-14 wird für NRW der regionale Phosphorbedarf pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche für das Durchschnittsjahr 2014-16 dargestellt. Relativ hohe Phosphorbedarfe sind entsprechend der oben genannten Einflussgrößen in der Köln-Aachner Bucht sowie im Nordwesten von NRW zu finden. Es handelt sich also um intensive Ackerbauregionen, die durch ein überdurchschnittliches Ertragsniveau gekennzeichnet sind. Darüber hinaus werden in den genannten Regionen pflanzliche Produktionsverfahren wie z. B. Winterweizen, Raps und Mais realisiert, die einen relativ hohen Nährstoffbedarf ausweisen. Die Phosphorbedarfe liegen in diesen Regionen im Durchschnitt der Region oberhalb von 35 kg P pro Hektar und Jahr.

Geringe Phosphorbedarfe finden sich hingegen in einigen Mittelgebirgslagen wie z. B. im Siegerland oder der nordwestlichen Eifel. Vorwiegend werden diese Landwirtschaftsflächen in Form von extensivem Grünland genutzt, da der Viehbesatz in diesen Regionen unterdurchschnittlich gering ist. Die Phosphorbedarfe betragen hier im Durchschnitt weniger als 25 kg P pro Hektar und Jahr.

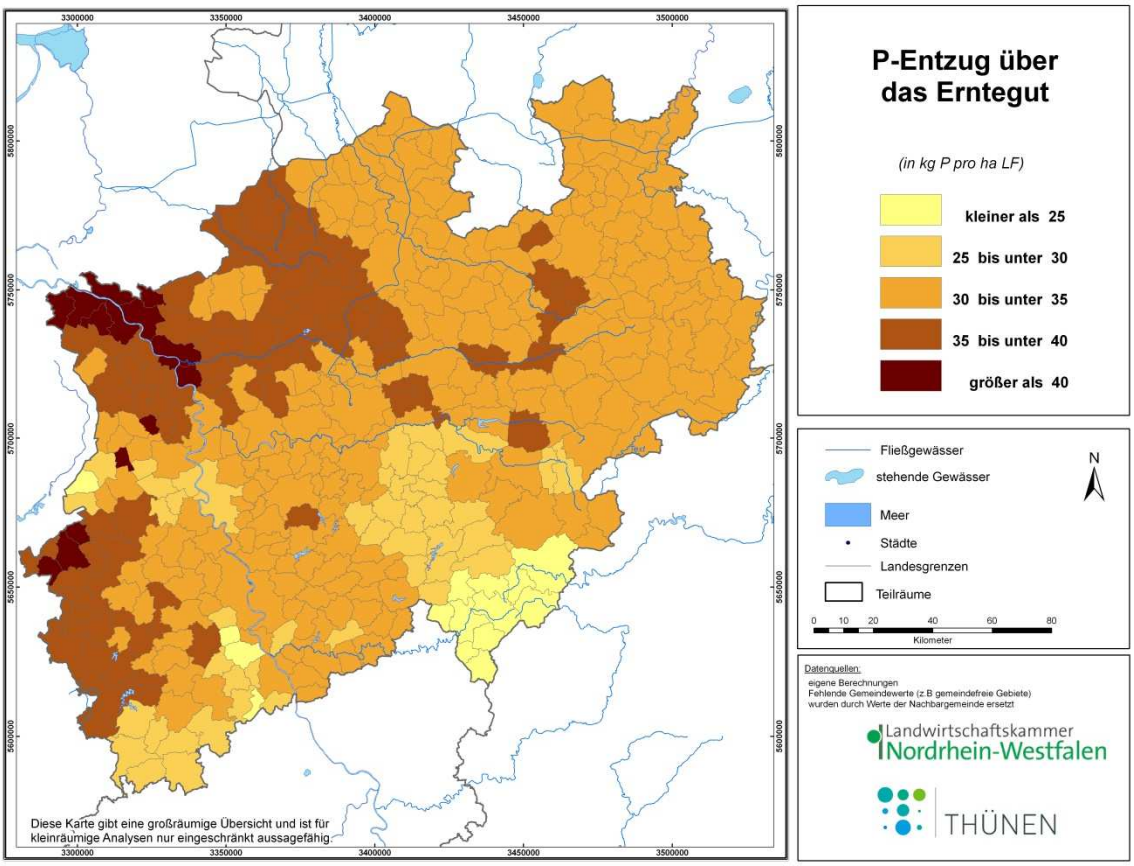

Abbildung 4-14: Phosphorbedarf der Pflanzenproduktion im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

4.2.2 Phosphoranfall aus Wirtschaftsdünger

Der regionale Wirtschaftsdüngeranfall setzt sich wie beim Stickstoff aus verschiedenen Komponenten zusammen. An erster Stelle ist der Wirtschaftsdünger, der durch die regionale Tierhaltung anfällt, zu nennen. Diese Menge verändert sich durch die Berücksichtigung des Ex- bzw. Imports von Wirtschaftsdünger aus anderen Regionen. Darüber hinaus wurde bei den Analysen die Ausbringung von Gärsubstraten berücksichtigt. In Abbildung 4-15 wird der regionale Phosphoranfall aus der Tierhaltung und aus Gärsubstraten im Durschnitt der Jahre 2014-2016 vor der Berücksichtigung von Importen und Exporten an Wirtschaftsgütern. Durchschnittlich fallen in NRW rund 24 kg P pro ha LF aus Wirtschaftsdünger an, wobei regional große Unterschiede herrschen (siehe Abbildung 4-15).

Der höchste Phosphoranfall aus Wirtschaftsdünger ist im Nordwesten von NRW zu beobachten. Hier finden sich Regionen mit einem Phosphoranfall aus Wirtschaftsdünger der über 30 kg und teilweise über 50 kg P pro ha LF liegt. Geringe Mengen an Phosphor aus Wirtschaftsdünger fallen mit weniger als 15 kg P proha LF in Teilen der Köln-Aachener Bucht, in weiten Teilen der Eifel, im Siegerland sowie im Osten von Westfalen an.

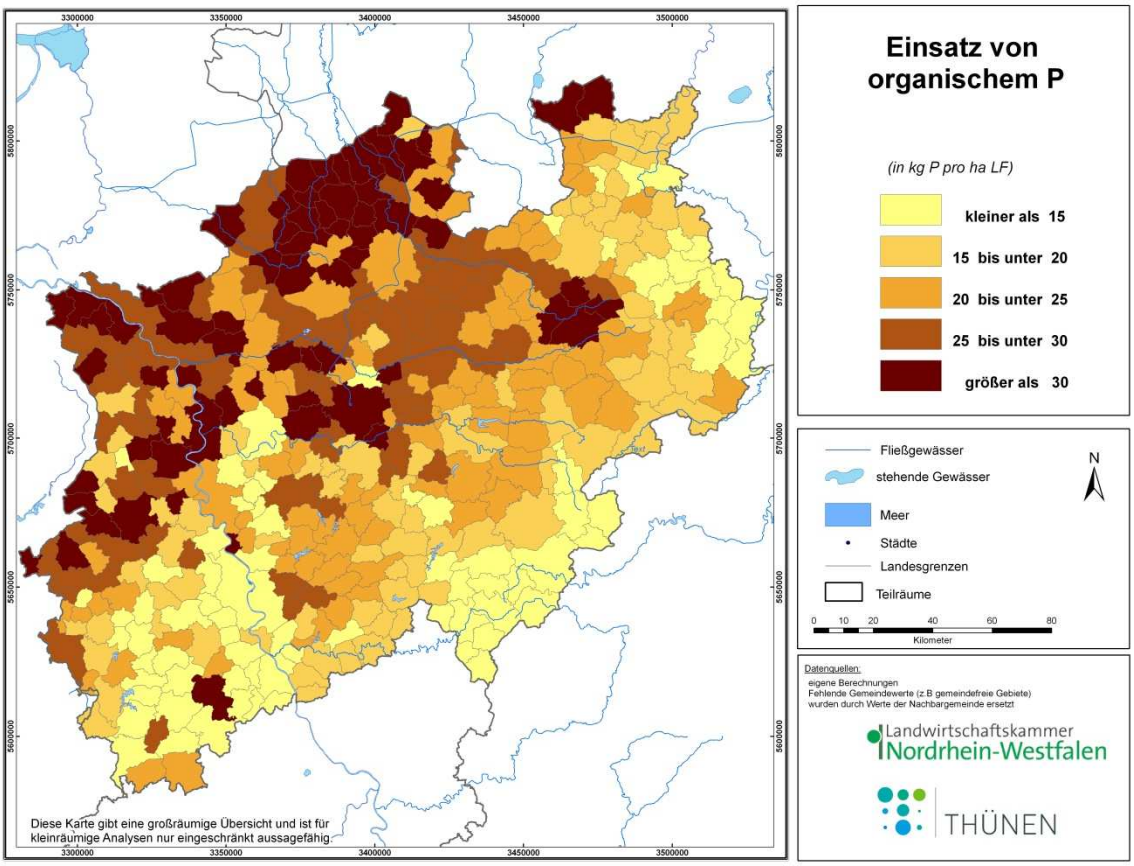

Abbildung 4-15: Organischer Phosphoranfall aus der Tierhaltung und dem Gärsubstrat im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 (in kg P pro ha LF)

4.2.3 Mineralische Phosphordüngung

In der Regel kann der regionale Nährstoffbedarf der Pflanzenproduktion nicht vollständig über den Wirtschaftsdüngeranfall abgedeckt werden, sodass eine ergänzende mineralische Düngung notwendig ist. Die Abschätzung des regionalen mineralischen P-Einsatzes gestaltet sich schwierig, da diesbezüglich keine geeigneten Statistiken vorliegen und der mineralische P-Einsatz somit normativ abgeschätzt werden muss. Eine detaillierte Beschreibung der hier gewählten Vorgehensweise findet sich in Kapitel 3.3.3.

Bezüglich des mineralischen Phosphoreinsatzes wurde im Rahmen dieses Projekts eine Verteilung der bundesweit insgesamt eingesetzten mineralischen Phosphormenge auf die Kreisebene mithilfe von RAUMIS vorgenommen. In Abbildung 4-16 wird der Inlandsabsatz von mineralischem Phosphordünger für die Wirtschaftsjahre 1989/90-2017/18 dargestellt. Dieser stellt die Grundlage für die zu verteilende Gesamtmenge dar. Es zeigt sich, dass die Absatzmengen zwischen den Jahren erheblich variieren können. Betrug der Inlandsabsatz von Phosphordünger Anfang der 90er Jahre mehr als 250.000 Tonnen Phosphor, so ist er in den darauffolgenden Jahren bis 2017/18 (abgesehen von kleinen Schwankungen) kontinuierlich um mehr als 60 % gesunken. Zu berücksichtigen ist hierbei allerdings,

dass das Jahr 2018 durch eine extreme Trockenheit gekennzeichnet war, sodass derzeit nicht abzusehen ist, ob sich der Rückgang der vergangenen Jahre derart fortsetzen wird.

Im Rahmen der Modellierung soll wie beim Stickstoff eine durchschnittliche Situation für den Zeitraum 2014/2016 modelliert werden. Aus diesem Grund wurden die Absatzmengen für mineralischen Phosphor für diesen Zeitraum gemittelt und von einer durchschnittlichen Gesamteinsatzmenge für die Bundesrepublik Deutschland für den Betrachtungszeitraum von 125.000 Tonnen Phosphor ausgegangen und normativ auf die gesamte Bundesrepublik mithilfe von RAUMIS verteilt. Auf diesem Wege wurde für NRW eine mineralische Phosphoreinsatzmenge in Höhe von 8.000 Tonnen ermittelt.

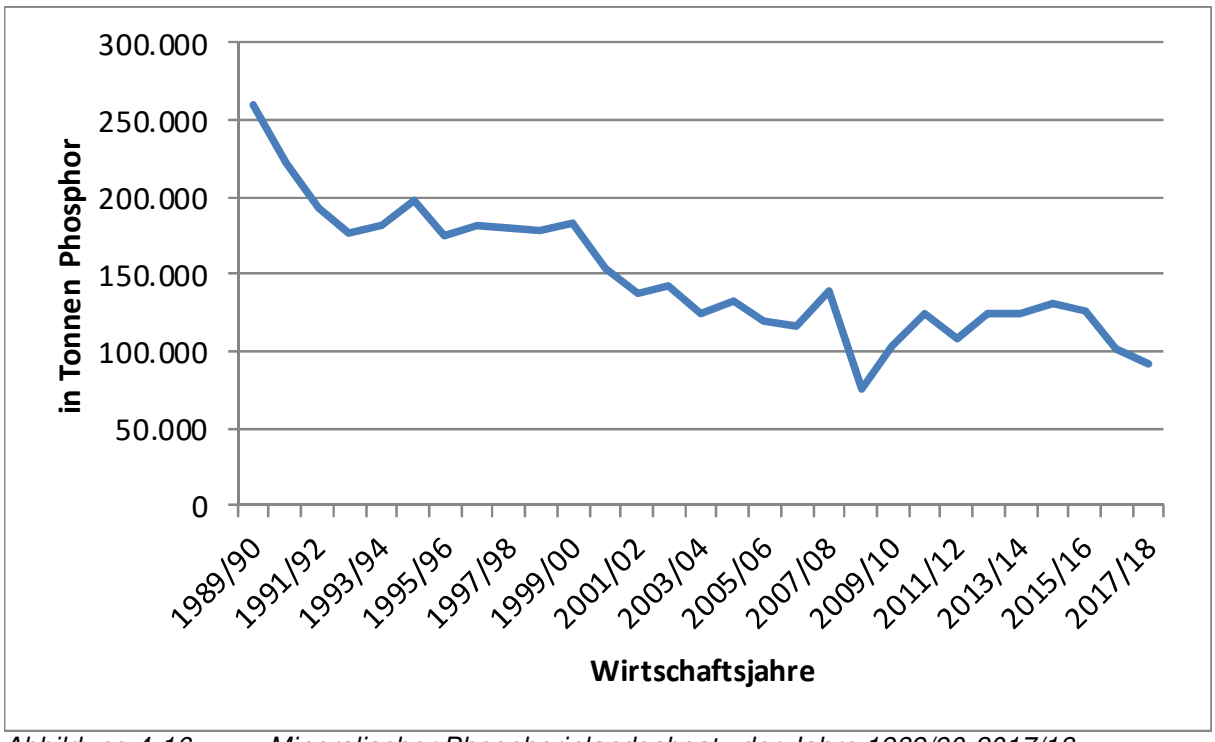

Abbildung 4-16: Mineralischer Phosphorinlandsabsatz der Jahre 1989/90-2017/18

Quelle: https://www.bmel-statistik.de/landwirtschaft/tabellen-zur-landwirtschaft/#c7004; letzter Abruf 20.07.2019

Die regionale Höhe des mineralischen P-Einsatzes wird durch eine Vielzahl von Einflussgrößen bestimmt. So erklärt sich der P-Bedarf im Wesentlichen über die Ertragshöhe, der Erntequalität und der Zusammensetzung der angebauten Kulturen. Die Abdeckung des Bedarfs wiederum erklärt sich u. a. aus der regionalen Viehhaltung, dem Import und Export von Nährstoffen, der Existenz von Biogasanlagen und dem Einsatz von Klärschlamm. Entsprechend heterogen ist der zu beobachtende regionale Einsatz von mineralischem Phosphor in NRW.

Dennoch lassen sich Cluster von Gemeinden mit überdurchschnittlichem und mit unterdurchschnittlichem Phosphormineraldünger abgrenzen. So finden sich in Abbildung 4-17 die höchsten Einsatzmengen an mineralischem Phosphor in den intensiven Ackerbauregionen, die gleichzeitig durch eine geringe Viehbesatzdichte gekennzeichnet sind, wie in der

Köln-Aachener Bucht oder im Osten Westfalens. Hier erreicht die mineralische Düngung von Phosphor eine Höhe von mehr als 9 kg P pro ha im Durchschnitt der LF.

Geringe Einsatzmengen an mineralischem Phosphor finden sich hingegen in Regionen mit hoher Viehbesatzdichte, wie dem Münsterland, den Mittelgebirgslagen mit geringer Viehbesatzdichte wie dem Siegerland oder in Teilen der Eifel im Südwesten von NRW. Hier beträgt der mineralische Phosphoreinsatz mit weniger als 2 kg P pro ha LF nur rund 25 % des Phosphoreinsatzes der intensiven Ackerbauregionen.

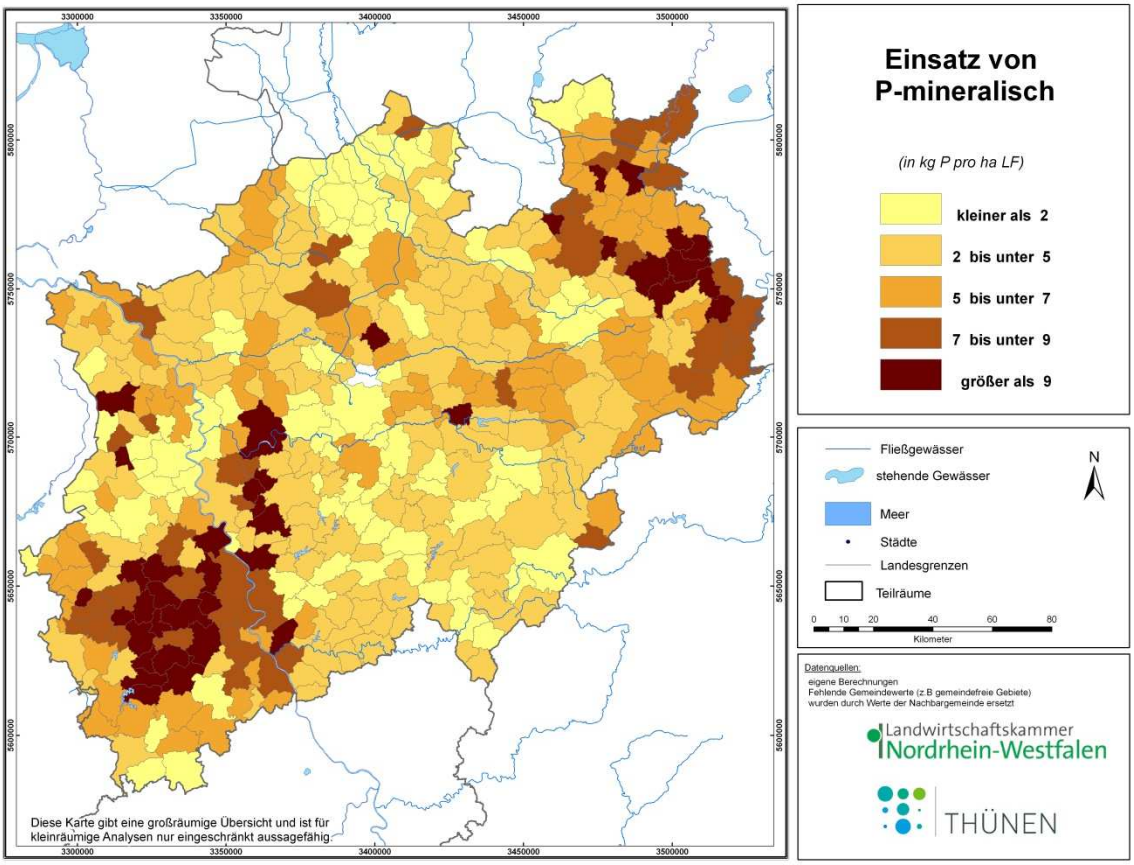

Abbildung 4-17: Mineralische Phosphordüngung im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

4.2.4 Phosphorentzug über das Erntegut

Der regionale Phosphorentzug über das Erntegut erklärt sich hauptsächlich durch die Ertragshöhe, den Inhaltsstoffen sowie der Zusammensetzung der angebauten Kulturen. Während im Ackerbau die Erträge in einem starken Maße durch die Standortbedingungen erklärt werden können, werden die Grünlanderträge (siehe auch Kapitel 4.1.8) im Wesentlichen durch die Nutzungsform bestimmt. So weisen Grünlandstandorte, in denen die extensive Rinderhaltung vorherrscht, meist unterdurchschnittliche Grünlanderträge auf, wäh-

rend in den Grünlandregionen, in denen die Milchproduktion vorherrscht, häufig überdurchschnittliche Grünlanderträge zu beobachten sind. Vor dem Hintergrund dieser Einordnung lässt sich die nachfolgende Abbildung 4-18 interpretieren.

Im Durchschnitt von NRW liegt der Phosphorentzug pro ha LF bei rund 28 kg, wobei auf der regionalen Ebene große Unterschiede zu beobachten sind.

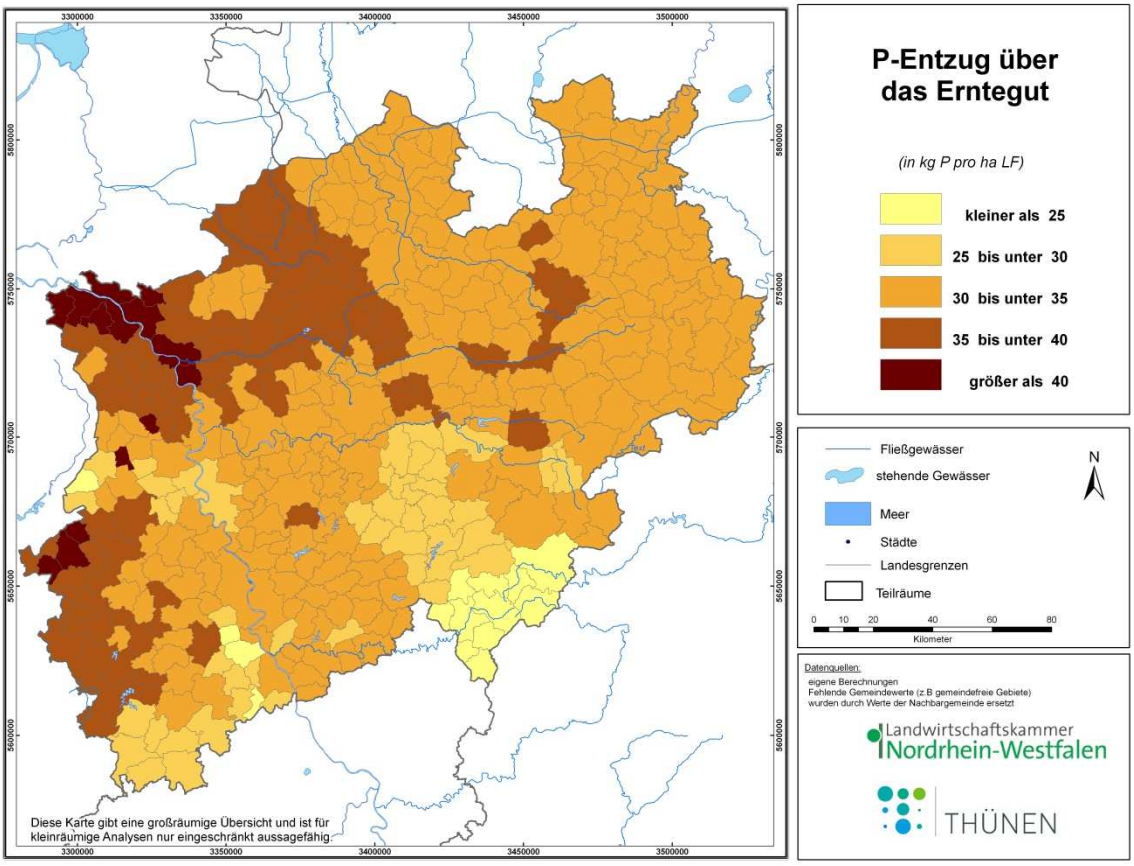

Abbildung 4-18: Phosphorentzug durch das Erntegut im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

Die höchsten Phosphorentzüge über das Erntegut auf der regionalen Ebene finden sich im Nordwesten von NRW sowie in Teilen der Köln-Aachener Bucht. Diese Regionen sind durch einen hohen Anteil an Ackerbau bei gleichzeitig guten Standortbedingungen gekennzeichnet. Entsprechend hoch sind auf der Gemeindeebene mit mehr als 35 kg P pro ha LF die Phosphorentzüge.

Die geringsten Phosphorentzüge über das Erntegut finden sich hingegen im Siegerland. Hier herrscht die extensive Grünlandnutzung vor. Die Phosphorentzüge sind mit weniger als 25 kg pro ha LF im Vergleich zu den intensivsten Standorten in NRW deutlich niedriger.

4.2.5 Phosphorbilanzüberschuss

Zur Ermittlung des Flächenbilanzüberschusses werden alle oben beschriebenen Teilbilanzglieder zusammengeführt. Die Anzahl der Bilanzglieder ist im Vergleich zur Stickstoffbilanzierung geringer, da es beim Phosphor keine biologische Bindung des Nährstoffs aus der Luft gibt.

Im Durchschnitt aller Regionen von NRW liegt der Phosphorflächenbilanzüberschuss bei rund 2 kg pro ha LF. Zwischen den Regionen sind jedoch große Unterschiede zu beobachten. Neben Regionen, die um mehr als das Vierfache vom Durchschnitt abweichen, werden zahlreiche Regionen mit negativen P-Flächenbilanzüberschüssen ausgewiesen.

Relativ hohe P-Flächenbilanzüberschüsse finden sich in den viehstarken Regionen im Norden von NRW bzw. in Regionen, in die bedeutende Wirtschaftsdüngermengen importiert wurden (siehe Abbildung 4-19). Hier belaufen sich die Überschüsse teilweise auf mehr als 8 kg P pro ha LF. Relativ geringe Flächenbilanzüberschüsse finden sich auch mit leicht negativen P-Bilanzüberschüssen in den intensiven Ackerbaugebieten wie beispielsweise der Köln-Aachener Bucht und der Soester Börde.

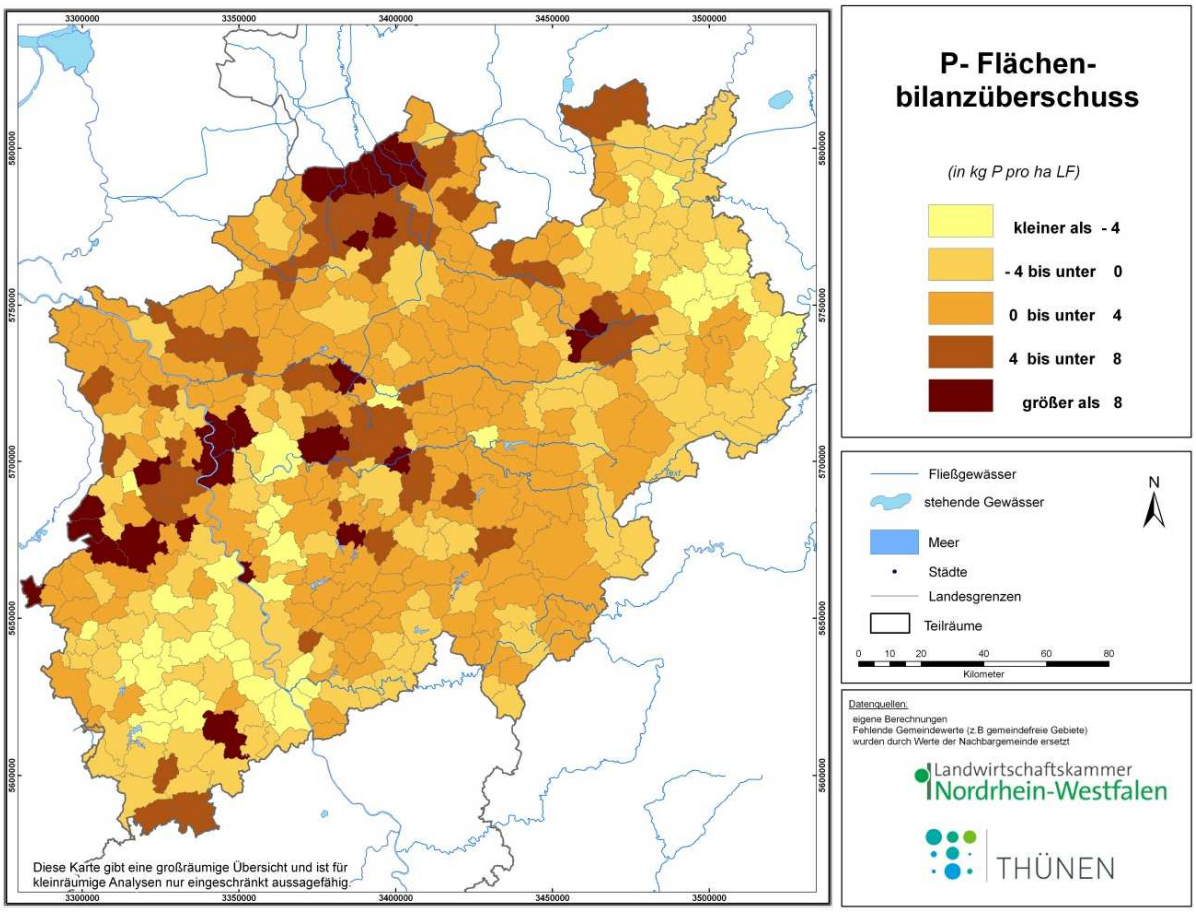

Abbildung 4-19: Phosphorflächenbilanzüberschuss im Durchschnitt der Jahre 2014-2016

4.3 Auswirkungen der Veränderung in Methodik und Eingangsdaten

Der in diesem Vorhaben angewandte Modellverbund wurde bereits in früheren Studien für die Jahre 2003 und 2010 in NRW angewandt. Allerdings konnten in den Vorgängerprojekten nicht alle Bereiche in dem Detail, wie es in dieser Studie gemacht wurde, analysiert werden. Das hier beschriebene Forschungsvorhaben hatte neben der Ergebnisgenerierung zum Ziel, den Modellierungsansatz in verschiedenen Bereichen weiterzuentwickeln. So konnten im Rahmen dieser Studie die Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Produktionsstruktur, die Berücksichtigung von Gärsubstraten, die Georeferenzierung der ermittelten Bilanzüberschüsse, die regionale Abbildung von Grünlanderträgen sowie die Berücksichtigung von Wirtschaftsdüngertransporten erheblich verbessert werden.

Diese Weiterentwicklungen des Modellierungsansatzes haben zu einer Verbesserung der Ergebnisse geführt. Gleichzeitig schränken diese Verbesserungen eine direkte Vergleichbarkeit der Ergebnisse aus früheren Studien ein. Nachfolgend wird versucht, die Auswirkungen der Weiterentwicklungen auf die Ergebnisse einzuordnen.

4.3.1 Verbesserung der Datengrundlage zur landwirtschaftlichen Produktionsstruktur

Im Kapitel 2 wird detailliert auf die in dieser Studie verwendete Datengrundlage eingegangen. So bestand für dieses Vorhaben die Möglichkeit, auf Daten des „Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKos)“ zurückzugreifen. Die gemeinsame Agrarpolitik der Europäischen Union (GAP) sieht vor, dass landwirtschaftliche Betriebe Agrarzahlungen beantragen können. Im Rahmen dieses Beantragungsverfahrens werden zahlreiche betriebliche Informationen, u. a. zur landwirtschaftlichen Produktionsstruktur erhoben (InVeKos 2015). Die erhobenen Daten unterliegen einer starken Kontrolle, da diese u. a. die Grundlage für die Auszahlung der Direktzahlungen im Rahmen der GAP sind. Falschangaben werden in einem relativ starken Maße monetär sanktioniert. Es ist davon auszugehen, dass es sich bei diesen Daten, insbesondere im Vergleich zur übrigen Agrarstatistik, um realitätsnahe Informationen handelt.

In den vorhergehenden Analysen konnte nicht auf eine solche qualitativ hochwertige Datengrundlage gesetzt werden. Hier musste auf die Agrarstrukturerhebung zurückgegriffen werden, die Erfassungsgrenzen aufweist und zusätzlich auf der Gemeindeebene mit erheblichen datenschutzbedingten Lücken behaftet ist.

Die Auswirkungen der geänderten Datengrundlage auf die Ergebnisse lassen sich nicht sicher abschätzen, da für keines der untersuchten Jahre beide Datengrundlagen zur Verfügung stehen.

4.3.2 Berücksichtigung von Gärsubstraten

Mit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im August 2004 wurde ein Boom in der Biogaserzeugung ausgelöst (siehe Abbildung 4-20).

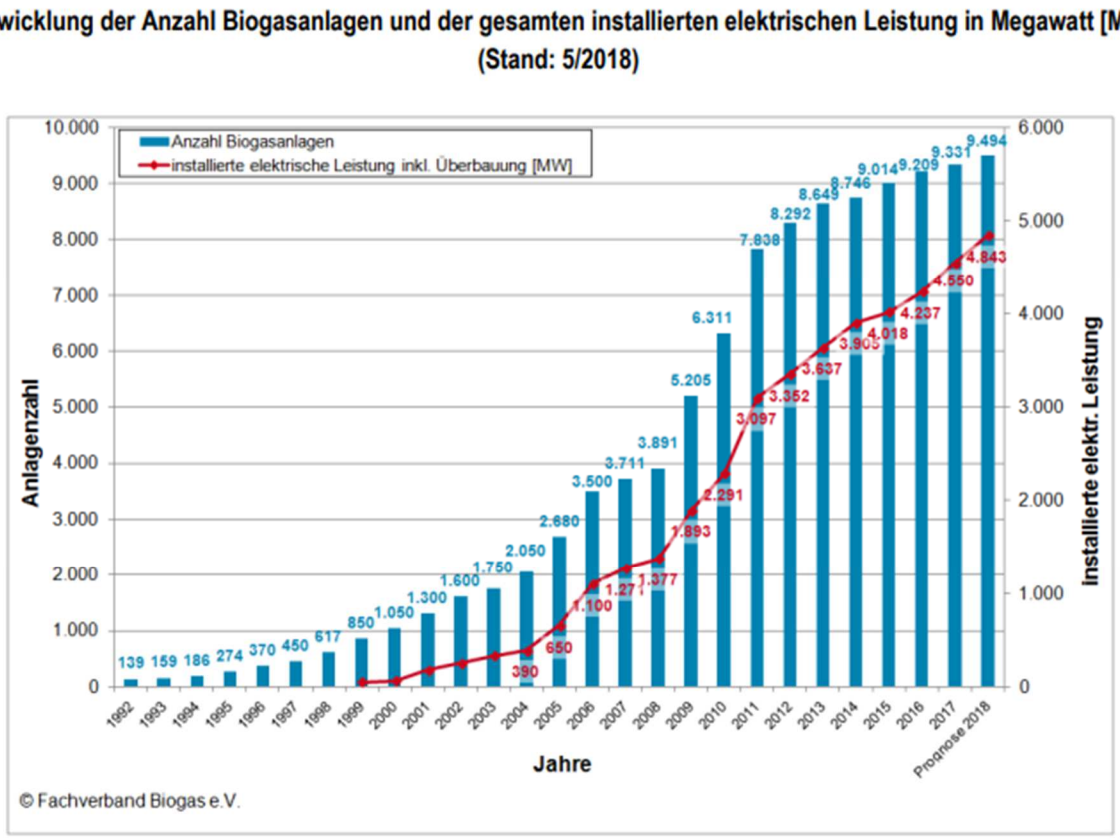

Abbildung 4-20: *Entwicklung der Anzahl der Biogasanlagen und der gesamten installierten elektrischen Leistung in Megawatt (MW); Quelle: https://www.biogas.org/edcom/webfvb.nsf/id/DE_Branchenzahlen/$file/18-05-25_Biogas_Branchenzahlen-2017_Prognose-2018_end.pdf*

Für die Erzeugung von Biogas kommen unterschiedliche Gärsubstrate zum Einsatz, wie z. B. Wirtschaftsdünger, Nahrungsmittelabfälle oder nachwachsende Rohstoffe. Nachwachsende Rohstoffe haben die größte Bedeutung und stellen nach der Biogaserzeugung in Form von Gärresten eine relevante Nährstoffquelle dar, die es im Rahmen der Flächenbilanzierung zu berücksichtigen gilt.

Eine Abschätzung des regionalen Gärsubstrataufkommens wurde auf Basis der Wirtschaftsdüngernachweisdatenbank vorgenommen.

Über Gärreste werden dem landwirtschaftlichen Nährstoffsystem im Durchschnitt über die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche in NRW rund 14 kg N pro ha zugeführt. Nach Abzug der gasförmigen Verluste verbleiben im Durchschnitt rund 10 kg N pro ha LF, die für eine Flächenbilanzierung relevant sind. Eine Nichtberücksichtigung der Gärreste würde, da der Gesamteinsatz der mineralischen Düngung über die Absatzstatistik festge-

legt ist und der Nährstoffbedarf unverändert bleiben würde, zu einer vermeintlichen Steigerung des Ausnutzungsgrades für Wirtschaftsdünger und somit zu einer entsprechenden Reduzierung der Stickstoffflächenbilanzüberschüsse führen.

Die Gärreste sind als N-Quelle mit rund 14 kg N pro ha im Durchschnitt der landwirtschaftlich genutzten Fläche als bedeutsam einzustufen, wobei die Bedeutung auf regionaler Ebene sehr unterschiedlich sein kann. Hier variiert die N-Zufuhr über Gärsubstrate von 0 kg bis rund 40 kg in Regionen mit einer hohen regionalen Biogasproduktionsdichte.

4.3.3 Georeferenzierung der ermittelten Bilanzüberschüsse

Mit den Nutzungsmöglichkeiten der InVeKos-Daten konnte nicht nur auf eine verbesserte Datengrundlage (siehe Kapitel 4.3.1) zurückgegriffen werden, sondern es wurde hierdurch auch die Möglichkeit der Entwicklung einer verbesserten Schnittstelle zwischen den Modellen RAUMIS und GROWA/WEKU eröffnet.

Wie in Kapitel 4.3.1 erläutert, wird die Agrarstrukturstatistik nach dem Betriebssitzprinzip erhoben. Dies bedeutet, dass alle Flächen eines landwirtschaftlichen Betriebes unabhängig davon, in welcher Gemeinde sie verortet sind, der Gemeinde des Betriebsstandorts zugeordnet werden. Dies führt auf der Gemeindeebene in vielen Regionen zu einer erheblichen Über- oder auch Unterschätzung des Umfangs der LF. Im Gegensatz hierzu wird bei den InVeKos-Daten die genaue Lage der Anbaukulturen durch Koordinaten miterfasst. Somit besteht bei den InVeKos-Daten die Möglichkeit, diese zum einen nach dem Betriebssitzprinzip und zum anderen nach dem sogenannten Belegenheitsprinzip auszuwerten. Eine Verortung der Bilanzüberschüsse ist auf diesem Wege mit einer deutlich höheren Genauigkeit möglich und erlaubt die Entwicklung einer erheblich verbesserten Schnittstelle zur hydrologischen Modellierung.

Mit der Erhebung der InVeKos-Daten werden zusätzlich zur Erfassung der Anbaustruktur die Anbaukulturen mithilfe geographischer Koordinaten genau verortet. Dies ermöglicht die Daten sowohl nach dem Betriebssitzprinzip als auch dem Belegenheitsprinzip auszuwerten.

Die Berechnung der Nährstoffbilanzierung erfolgt zunächst auf einem nach dem Betriebssitzprinzip ausgewerteten InVeKos-Datensatz. Hierdurch wird sichergestellt, dass die Anbaustruktur, die Tierhaltung sowie die Importe und Exporte konsistent auf der betrieblichen Ebene betrachtet werden können. In einem sich anschließenden Schritt werden die Flächenbilanzen, die auf einer Datenbasis nach dem Betriebssitzprinzip erhoben wurden, anteilig den zugehörigen Gemeinden zugeordnet. Insgesamt verändert sich die durchschnittliche Bilanzüberschusshöhe hierdurch nicht. Allerdings treten auf der Gemeindeebene Veränderungen der Bilanzüberschüsse in Höhe von bis zu 60 % auf.

Eine Verortung der Bilanzüberschüsse ist auf diesem Wege mit einer deutlich höheren Genauigkeit möglich und erlaubte die Entwicklung einer deutlich verbesserten Schnittstelle zur hydrologischen Modellierung.

4.3.4 Korrektur der regionalen Grünlanderträge

Die regionalen Grünlanderträge bestimmen sich im Wesentlichen, anders als bei den meisten Ackerbaukulturen, nicht über die jeweilige Standortgüte, sondern vielmehr durch die tierische Nutzungsform des Grünlandaufwuchses. So benötigen beispielsweise Milchkühe aus ernährungsphysiologischen Gründen ein hochwertiges Grundfutter, um bei limitierender Gesamtfutteraufnahmekapazität möglichst viel Energie und Eiweiß aus dem Grundfutter aufnehmen zu können. Hierbei spielt der Preis pro Energieeinheit bzw. Eiweißeinheit nur eine relativ untergeordnete Rolle. Anders verhält es sich bei der eher extensiven Rindfleischproduktion. Hier haben die Futterkosten unter ökonomischen Gesichtspunkten eine relativ hohe Bedeutung. Dies führt dazu, dass das Grünland zur Rindfleischerzeugung eher extensiv bewirtschaftet wird. Hingegen ist das Grünland zur Milcherzeugung oft durch 3-5 Schnitte pro Jahr gekennzeichnet. Zur Sicherstellung eines hohen Eiweiß- und Energiegehalts weist es darüber hinaus ein hohes Düngeniveau auf. Entsprechend groß sind die Ertragsunterschiede, selbst unter gleichen Standortbedingungen. Diese Heterogenität der Grünlanderzeugung innerhalb einer Region erschwert die Abschätzung der durchschnittlichen regionalen Grünlanderträge. Diese sind somit mit größeren Unsicherheiten im Vergleich zu den Erträgen der meisten Ackerbaukulturen behaftet.

Gleichzeitig haben die Grünlanderträge in den meist grünlandgeprägten Mittelgebirgslagen über die Nährstoffentzüge einen relativ großen Einfluss auf die Nährstoffbilanzüberschüsse. Die Nähstoffentzüge stellen in der Regel das größte Nährstoffbilanzglied dar. Angesichts der Bedeutung der Grünlanderträge auf den Bilanzüberschuss und der gleichzeitig relativ hohen Unsicherheiten der Grünlanderträge, wurde in diesem Projekt eine Plausibilisierung der Grünlanderträge vorgenommen.

In Abhängigkeit der Raufutterfresser sowie der Biogasproduktion wurde der regionale Bedarf an Biomasse ermittelt. Demgegenüber wurde der Anfall an Biomasse aus der Feldfutterproduktion und den Grünlandverfahren ermittelt. Mithilfe eines Grünlandkorrekturfaktors wurde anschließend eine Plausibilisierung des Grünlandertrags vorgenommen.

5. Zusammenfassung/Schlussfolgerung/Ausblick

Nährstoffbilanzierungsinstrument

Das entwickelte regionale Nährstoffbilanzierungsinstrument wurde zur Berechnung der Nährstoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor verwendet. Die Nährstoffbilanzüberschüsse sowie alle Zwischenergebnisse lassen sich quantitativ und regional differenziert als Karten darstellen. Die Ergebniskarten beschreiben die regionalen Nährstoffbilanzen für das Jahr 2014-2016 und erlauben Schlussfolgerungen auf regionale Nährstoffaustragspotenziale. Die regionale Quantifizierung der Nährstoffbilanzen kann als unterstützende Information für politische Entscheidungsprozesse und als Basis für das Umwelt-Monitoring sowie das Nährstoffmanagement genutzt werden.

Das RAUMIS-basierte Nährstoffbilanzierungsinstrument für NRW bildet die Nährstoffsituation realitätsnah ab. Ergebnisse des entwickelten Bilanzierungsansatzes konnten anhand von Vergleichsstudien regional differenziert für das Jahr 2014-2016 validiert werden. Die Sektorergebnisse des Nährstoffbilanzierungsansatzes sind konsistent zur Offizialstatistik.

Die räumliche Auflösung auf Gemeindeebene erlaubt eine regional differenzierte Quantifizierung der Nährstoffbilanzen für Stickstoff und Phosphor. Die Ergebnisse lassen sich über die regionale landwirtschaftliche Produktion erklären und ermöglichen es, Gemeinden mit geringem und hohem Nährstoffüberschuss zu unterscheiden. In Kombination mit zusätzlichen geographischen, naturräumlichen Informationen lassen sich regionale Austragsspotenziale abschätzen (Nitratauswaschung, Phosphaterosion).

Datengrundlage

Für die Abbildung der regionalen Produktionsstruktur konnte, im Vergleich zu den Vorläuferprojekten, auf eine deutlich verbesserte Datengrundlage zurückgegriffen werden. So konnten für die Analysen die Daten des „Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems (InVeKos)“ und hinsichtlich der Bestandsdaten der Rinder die Grundlage des Herkunftssicherungs- und Informationssystems Tier (HI-Tier) genutzt werden.

Zur Abbildung des Wirtschaftsdüngerhandels mit dem Ausland oder anderen Bundesländern sowie dem Wirtschaftsdüngertransports innerhalb von NRW konnte auf mehrere Datenbanken, die die Einzeltransporte über mehrere Jahre beschreiben, zurückgegriffen werden.

Die Zufuhr von Stickstoff und Phosphor über die Ausbringung von Klärschlamm oder Gärresten konnte ebenfalls regional differenziert berücksichtigt werden.

Um den Anbau von Gärsubstrat, als weitere Nährstoffquelle regional differenziert berücksichtigen zu können, wurde auf die Wirtschaftsdüngernachweisdatenbank zurückgegriffen, die eine realitätsnahe Abbildung dieser Nährstoffquelle in hoher regionaler Auflösung erlaubt.

Insgesamt konnte somit in diesem Projekt auf die bestverfügbare Datengrundlage hinsichtlich der Analyse der landwirtschaftlichen Nährstoffsituation zurückgegriffen werden, die eine realitätsnahe Abbildung bei gleichzeitig hoher regionaler Auflösung erlaubte.

Methode

Die grundsätzliche Methode, die zur Ermittlung der Flächenbilanzüberschüsse zum Einsatz gekommen ist, basiert auf der Grundlage, wie sie im RAUMIS-Modell seit vielen Jahren verwendet wird und die in zahlreichen Vorläuferprojekten, z. B. in NRW aber auch in vielen anderen Bundesländern, stetig weiterentwickelt wurde.

In diesem Projekt wurden insbesondere methodische Weiterentwicklungen vorgenommen, die sich durch die verbesserte bereitgestellte Datengrundlage umsetzen ließ. Durch die Nutzung von georeferenzierten InVeKos-Daten sowie den bereitgestellten Informationen zum einzelbetrieblichen Wirtschaftsdüngertransport konnten georeferenzierte Nährstoffbilanzen gerechnet und nach dem Belegenheitsprinzip den Gemeinden entsprechend zugeordnet werden. Des Weiteren erlaubte diese Datengrundlage es, die Schnittstelle zwischen der landwirtschaftlichen und der hydrologischen Modellierung zu verbessern. So konnten die landwirtschaftlichen Bilanzüberschüsse konkret der landwirtschaftlich genutzten Fläche zugeordnet werden, während bei der Landwirtschaftsfläche, die nicht von landwirtschaftlichen Erwerbsbetrieben genutzt wird, von einer entsprechend geringeren Nutzungsintensität ausgegangen wurde.

Ergebnisse

Über die Ausscheidungen der Tierhaltung in NRW fallen insgesamt rund 190 Tsd. t N an. Hiervon gehen über Stall-, Lager und Ausbringungsverluste ein bedeutender Teil gasförmig verloren, sodass rund 115 Tsd. t N als sogenannter anrechenbarer Stickstoff überbleibt. Die gasförmigen Verluste werden über die atmosphärische Deposition wieder auf die Fläche aufgetragen. Dieser Eintragspfad wird bei der landwirtschaftlichen Modellierung zunächst nicht berücksichtigt, sodass die hydrologische Modellierung diese Einträge flächendeckend, also auch für nicht landwirtschaftlich genutzte Flächen, zu einem späteren Zeitpunkt berücksichtigt.

Mit der Abbildung des Anbaus von Gärsubstrat und der Ausbringung von Gärresten wird eine weitere bedeutsame Quelle von organischem Stickstoff bei der landwirtschaftlichen Bilanzierung berücksichtigt. Über diese Quelle werden dem „landwirtschaftlichen System“ weitere rund 21 Tsd. t N zugeführt. Rund ein Viertel hiervon werden gasförmig in die Atmosphäre eingetragen, sodass direkt gewässerschutzrelevant knapp 15 Tsd. t N verbleiben, die in der Bilanzierung angerechnet werden.

Durch den Wirtschaftsdüngerhandel, überwiegend mit den Niederlanden, werden netto weitere rund 8 Tsd. t N importiert. Der Leguminosen auf Ackerflächen und insbesondere auf dem Grünland binden in NRW fast 14 Tsd. t N. Weitere 0,5 Tsd. t N werden über die Klärschlammausbringung aufgebracht. Insgesamt fallen somit in NRW rund 230 Tsd. t or-

ganischer Stickstoff vor Abzug der gasförmigen Verluste an. Auf landwirtschaftlich genutzten Flächen sowie auf Landwirtschaftsflächen, die nicht von landwirtschaftlichen Betrieben bewirtschaftet werden, werden rund 185 Tsd. t N mineralisch gedüngt. Die Gesamtzufuhr an Stickstoff beläuft sich somit auf rund 420 Tsd. t N in NRW. Hiervon werden etwa 85 Tsd. t N gasförmig in die Atmosphäre eingetragen. Bei einem Entzug über das Erntegut in Höhe von etwa 250 Tsd. t N verbleibt ein Flächenbilanzüberschuss für NRW von insgesamt rund 85 Tsd. t N.

In den Regionen fallen die N-Flächenbilanzüberschüsse sehr unterschiedlich aus. Hohe Flächenbilanzüberschüsse mit mehr als 70 kg N pro ha LF finden sich insbesondere in den viehstarken Regionen im nördlichen NRW, aber auch in den intensiven Ackerbaugebieten, wie der Köln-Aachener Bucht und der Soester Börde. Hingegen finden sich in den extensiven Grünlandregionen mit weniger als 30 kg N pro ha LF die geringsten Flächenbilanzüberschüsse.

Hinsichtlich der Phosphorbilanzen wurde für NRW ein Anfall an organischem Phosphor aus der Tierhaltung, aus den Gärresten der Biogaserzeugung sowie aus den Nettoimporten von Wirtschaftsdünger von insgesamt rund 37 Tsd. t P ermittelt. Hiervon stammen gut 80 % aus der Tierhaltung in NRW und jeweils knapp 10 % aus Wirtschaftsdüngernettoimporten sowie aus Gärresten.

Im Durchschnitt der Jahre 2014-2016 wurden in NRW nach den Analysen rund 8 Tsd. t P in mineralischer Form gedüngt. Die Gesamtzufuhr an Phosphor betrug demnach für den Untersuchungszeitraum durchschnittlich rund 45 Tsd. t P pro Jahr. Dieser Zufuhr steht ein Entzug an Phosphor über das Erntegut in Höhe von ca. 42 Tsd. t P gegenüber. Der Flächenbilanzüberschuss beträgt somit etwas mehr als 2,5 Tsd. t P pro Jahr und liegt auf die landwirtschaftlich bezogene Fläche bei rund 2 kg P pro ha LF und Jahr.

Die regionale Verteilung der P-Überschüsse ist dabei sehr heterogen. Relativ hohe P-Flächenbilanzüberschüsse finden sich beispielweise mit 8 kg P pro ha LF in den viehstarken Regionen im Norden von NRW, während relativ geringe Flächenbilanzüberschüsse bzw. auch leicht negative P-Bilanzüberschüsse in den intensiven Ackerbaugebieten, wie beispielsweise der Köln-Aachener Bucht und der Soester Börde, zu finden sind.

Literaturverzeichnis

DüV (2017): Novellierung der Düngeverordnung: Nährstoffüberschüsse wirksam begrenzen: Kurzstellungnahme. Wissenschaftliche Beiräte für Agrarpolitik (WBA) und für Düngungsfragen (WBD) beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV).

Erhard, M., Everink, C., Julius, C. & P. Kreins (2002): Bundesweite Betrachtung der Zusammenhänge zwischen Agrarstatistikdaten und aktuellen Daten zur Bodennutzung. UBA-Texte, Nr. 71, Berlin.

Henrichsmeyer, W., Ch. Cypris, W. Löhe, et al. (1996): Entwicklung Eines Gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht Zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht Für Das BML (94 HS 021), Vervielfältigtes Manuskript Bonn/Braunschweig. Entwicklung Eines Gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS96. Endbericht Zum Kooperationsprojekt. Forschungsbericht Für Das BML (94 HS 021), BML (94 HS 021). vervielfältigtes Manuskript Bonn/Braunschweig.

InVeKosV (2015): Verordnung über die Durchführung von Stützungsregelungen und des Integrierten Verwaltungs- und Kontrollsystems; http://www.gesetze-im-internet.de/invekosv_2015/ (letzter Zugriff 25.06.2019).

it.nrw (2019): Bodennutzung und Ernte; Amtliche Statistiken zum Thema: Bodennutzung und Ernte; https://www.it.nrw/statistik/wirtschaft-und-umwelt/land-und-forstwirtschaft/bodennutzung-und-ernte (letzter Zugriff 25.06.2019).

Kreins, P., Behrendt, H., Gömann H., et al. (2010): Analyse von Agrar- Und Umweltmaßnahmen Im Bereich Des Landwirtschaftlichen Gewässerschutzes Vor Dem Hintergrund Der EG-Wasserrahmenrichtlinie in Der Flussgebietseinheit Weser. Landbauforsch SH 336. Braunschweig(Germany): Johann Heinrich von Thünen-Institut.

Kreins, P., Gömann, H., Herrmann, S., Kunkel, R. & Wendland, F. (2007): Integrated Agricultural and Hydrological Modeling within an Intensive Livestock Region. Adv Econ Environ Resources 7: 113–142.

Krüll, H. (1988): Erstellung Einer Stickstoffbilanz in den Kreisen Der BRD. In: Henrichsmeyer, W., Strotmann, B., Krüll, H., Britz, W. Dehio, J., Aigner, F., Witzke, H.P. & Ibels, E.: Endbericht Zum Forschungsvorhaben „Wirkungen Agrarpolitischer Maßnahmen Auf Ziele von Umwelt-, Natur- Und Landschaftsschutz“. P. S. 8-39. Bonn (Germany).

Landwirtschaftskammer NRW (2017): NÄHRSTOFFBERICHT 2017 über Wirtschaftsdünger und andere organische Düngemittel für Nordrhein-Westfalen; https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/naehrstoffbericht-2017.pdf (letzter Zugriff 15.05.2019).

Schleef, K. & Sothen, F. (1996): Nährstoffbilanzierung Im Modellsystem RAUMIS. In Henrichsmeyer et al.: Endbericht Zum Kooperationsprojekt ”Entwicklung Des Gesamtdeutschen Agrarsektormodells RAUMIS 96”, pp. 115-136. Bonn / Braunschweig.

Schmidt, Th., Osterburg, B. & Laggner, A. (2007): Datenauswertung Zur Quantifizierung Diffuser Stickstoffemissionen Aus Der Landwirtschaft. Arbeitsbericht FAL 02/2007; Braunschweig.

Statistisches Bundesamt (Destatis) (2019): Produzierendes Gewerbe –Düngemittelversorgung- Fachserie 4 Reihe 8.2; Vj.2018.

WBA, WBD & SRU (2013): Novellierung der Düngeverordnung: Nährstoffüberschüsse wirksam begrenzen: Kurzstellungnahme. Wissenschaftliche Beiräte für Agrarpolitik (WBA) und für Düngungsfragen (WBD) beim Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV), Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU). Retrieved from http://journals.cedis.fu-berlin.de/index.php/buel/article/view/28 (letzter Zugriff 25.06.2019).

Anlage 1: Abkürzungen der pflanzlichen Produktionsverfahren

WWEI =Winterweizen
SWEI = Sommerweizen
ROGG = Roggen
WGER = Wintergerste
SGER = Sommergerste
HAFE = Hafer und Sommermenggetreide (89-91 f. NL: hier)
KMAI = Körnermais (einschl. CCM)
SGET = Sonstiges Getreide (Triticale, Kanariengras)
HUEL = Hülsenfrüchte
RAPS = Raps und Rüben
NRRA = NR-Raps auf Stilllegungsflächen
SOEL = Sonstige Ölfrüchte
FKAR = Frühkartoffeln
SKAR = Spätkartoffeln (mittel, spät)
ZRUE = Zuckerrüben
GEMU = Gemüse, Erdbeeren und Gartengewächse
OBST = Obstanlagen (ohne Erdbeeren)
REBL = Rebland
SHAN = Sonstige Handelsgewächse (ohne Ölsaaten)
SOPF = Sonstige pflanzliche Produktion (ohne Feldfutter)
KLEE Klee und -gras
LUZE Luzerne und -gras
FEGR = Feldgras (inkl. aller anderen Feldfutterpflanzen)
SMAI Grün- und Silomais
SHAC = Sonstige Hackfrüchte
WIES Wiesen (ohne Streuwiesen) und Mähweiden
WEID = Dauerweiden (ohne Hutungen)
HUTU = Streuwiesen und Hutungen
EXGR = Extensives Grünland
FLST Flächenstilllegung (prämiert + sanktioniert)
BRAC = Ungenutzte landwirtschaftliche Fläche

Anlage 2: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren

Tabelle A-1: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren zu den untersuchten Bilanzierungsverfahren

2014		2015		2016	
CODE	AGGR	CODE	AGGR	CODE	AGGR
I. Getreide		**I. Getreide**		**I. Getreide**	
		112 Winterhartweizen/Durum	WWEI	112 Winterhartweizen/Durum	WWEI
		113 Sommerhartweizen/Durum	SWEI	113 Sommerhartweizen/Durum	SWEI
		114 Winter-Dinkel	WWEI	114 Winter-Dinkel	WWEI
		115 Winterweichweizen	WWEI	115 Winterweichweizen	WWEI
		116 Sommerweichweizen	SWEI	116 Sommerweichweizen	SWEI
		118 Winter-Emmer/ -Einkorn	WWEI	118 Winter-Emmer/ -Einkorn	WWEI
		119 Sommer-Emmer/ -Einkorn	SWEI	119 Sommer-Emmer/ -Einkorn	SWEI
				120 Sommer-Dinkel	SWEI
		121 Winterroggen	ROGG	121 Winterroggen	ROGG
		122 Sommerroggen	ROGG	122 Sommerroggen	ROGG
		125 Wintermenggetreide	ROGG	125 Wintermenggetreide	ROGG
		131 Wintergerste	WGER	131 Wintergerste	WGER
		132 Sommergerste	SGER	132 Sommergerste	SGER
		142 Winterhafer	HAFE	142 Winterhafer	HAFE
		143 Sommerhafer	HAFE	143 Sommerhafer	HAFE
		144 Sommermenggetreide	ROGG	144 Sommermenggetreide	ROGG
		156 Wintertriticale	TRIT	156 Wintertriticale	TRIT
		157 Sommertriticale	TRIT	157 Sommertriticale	TRIT
171 Körnermais	KMAI	171 Mais (ohne Zucker-/Silomais)	KMAI	171 Mais (ohne Zucker-/Silomais)	KMAI
172 CCM	KMAI	172 Zuckermais	KMAI	172 Zuckermais	KMAI
174 Zuckermais	KMAI				
175 Mischanbau Mais u Sonnenblumen	KMAI				
		181 Rispenhirse (Panicum)	SOPF	181 Rispenhirse (Panicum)	SOPF
		182 Buchweizen	SOPF	182 Buchweizen	SOPF
		183 Sorghumhirse (Körnersorghum)	SOPF	183 Möhren-/Zuckerhirse	SOPF
		186 Amarant (Amarant/Fuchsschwanz)	SOPF	186 Amarant (Amarant/Fuchsschwanz)	SOPF
				187 Quinoa	SOPF
190 Getreide (außer Mais)	GETR				
II. Eiweißpflanzen		**II. Eiweißpflanzen**		**II. Eiweißpflanzen**	
210 Erbsen zur Körnergewinnung	ERBS	210 Erbsen zur Körnergewinnung	ERBS	210 Erbsen zur Körnergewinnung	ERBS
		211 Gemüseerbse	ERBS	211 Gemüseerbse	ERBS
				212 Platterbse	ERBS
220 Acker-,Puff-,Pferdebohnen z_K_	ABOH	220 Acker-/Puff-/Pferdebohne	ABOH	220 Acker-/Puff-/Pferdebohne	ABOH
		221 Wicken (Pannoni_/Zottel/Saat)	SHUE	221 Wicken (Pannoni_/Zottel/Saat)	SHUE
		222 Dicke Bohne	ABOH	222 Dicke Bohne	ABOH
230 Süßlupinen zur Körnergewinnung	LUPI	230 Lupinen	LUPI	230 Lupinen	LUPI
290 Andere Hülsenfrüchte zur K_	SHUE	240 Gemenge Erbsen/Bohnen	SHUE	240 Gemenge Erbsen/Bohnen	SHUE
		250 Gemenge Leguminosen / Getreide	SHUE	250 Gemenge Leguminosen / Getreide	SHUE

Fortsetzung der Tabelle A-1: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren zu den untersuchten Bilanzierungsverfahren

III. Ölsaaten		**III. Ölsaaten**		**III. Ölsaaten**	
311 Raps zur Körnergewinnung	RAPS	311 Winterraps	RAPS	311 Winterraps	RAPS
		312 Sommerraps	RAPS	312 Sommerraps	RAPS
		315 Winterrübsen (auch Rübsamen)	RAPS	315 Winterrübsen (auch Rübsamen)	RAPS
		316 Sommerrübsen (auch Rübsamen)	RAPS	316 Sommerrübsen (auch Rübsamen)	RAPS
		320 Sonnenblumen	SOEL	320 Sonnenblumen	SOEL
		330 Sojabohnen	SOJA	330 Sojabohnen	SOJA
		341 Lein (Flachs, Leinsamen)	SOEL	341 Lein (Flachs, Leinsamen)	SOEL
342 Faserflachs	SOEL				
390 Alle anderen Ölfrüchte	SOEL				
		393 Leindotter	SOEL	393 Leindotter	SOEL
IV. Ackerfutter		**IV. Ackerfutter**		**IV. Ackerfutter**	
411 Silomais	SMAI	411 Silomais (als Hauptfutter)	SMAI	411 Silomais (als Hauptfutter)	SMAI
412 Futterhackfr_	SHAC				
413 Runkelfutterrüben	SHAC	413 Futterrübe/Runkelrübe	SHAC	413 Futterrübe/Runkelrübe	SHAC
414 Kohlsteckrüben	SHAC	414 Kohl-/Steckrüben	SHAC	414 Kohl-/Steckrüben (Winter)	SHAC
421 Klee	KLEE	421 Klee (stickstoffbindend, ÖVF)	KLEE	421 verschiedene Klee Sorten	KLEE
422 Kleegras	KLEE	422 Kleegras	KLEE	422 Kleegras	KLEE
423 Luzerne	LUZE	423 Luzerne	LUZE	423 Luzerne	LUZE
424 Ackergras	FEGR	424 Ackergras	FEGR	424 Ackergras	FEGR
		425 Klee-Luzerne-Gemisch	KLEE	425 Klee-Luzerne-Gemisch	KLEE
		426 Klee (nicht stickstoffb_/ÖVF)	KLEE	426 Bockshorn-, Schabzieger Klee	KLEE
429 Alle and_ Ackerfutterpflanzen	SOPF				
		431 Esparsette	SHUE	429 Esparsette	SHUE
		432 Serradella	KLEE	430 Serradella	KLEE
				431 Steinklee	KLEE
				432 Kleemischung (o_Buchshornklee)	KLEE
				433 Luzerne-Gras-Gemisch	LUZE
V. Dauergrünland		**V. Dauergrünland**		**V. Dauergrünland**	
459 Alle DGL-Nutzungen	INGR	459 Grünland (Dauergrünland)	INGR	459 Grünland (Dauergrünland)	INGR
		461 Dauergrünland(aus Ackerfutter)	INGR		
480 Streuobst mit DGL-Nutzung	EXGR	480 Streuobst mit DGL-Nutzung	EXGR	480 Streuobst mit DGL-Nutzung	EXGR
		492 etablierte lokale Praktiken	EXGR	492 etablierte lokale Praktiken	EXGR
		50 Mischkulturen Saatgutmischung	SOPF	50 Mischkulturen Saatgutmischung	SOPF
		51 Mischkulturen in Reihenanbau	SOPF	51 Mischkulturen in Reihenanbau	SOPF
				513 Braunellen	SOPF
				515 Mühlenbeckia/Drahtsträucher	SOPF
				517 Garten-Petunie	SOPF
				518 Polygonum	SOPF
VI. Stilllegung (i. S. Ländlicher Raum)		**VI. Stilllegung** (i. S. Ländlicher Raum)		**VI. Stilllegung** (i. S. Ländlicher Raum)	
		54 Streifen am Waldrand ÖVF	GREE	54 Streifen am Waldrand ÖVF	GREE
		56 Pufferstreifen ÖVF AL	GREE	56 Pufferstreifen ÖVF AL	GREE
556 Aufforstung nach Aufforst_prä_	WALD				
563 Langj_ o_ 20 j_ Stilll_ AF	BRAC	563 Langj_ o_ 20 j_ Stilll_ AL	BRAC	563 Langj_ o_ 20 j_ Stilll_ AL	BRAC
564 Aufgeforst_ AF 1257/99 Art 31	WALD	564 Aufforstung Ländl_Raum	WALD	564 Aufforstung Ländl_Raum	WALD
567 Langj_ o_ 20 j_Stilll_ DGL	BRAC	567 Langj_ o_ 20 j_Stilll_ DGL	BRAC	567 Langj_ o_ 20 j_Stilll_ DGL	BRAC
568 Aufgeforst_ DGL 1257/99 Art 31	WALD				
		57 Pufferstreifen ÖVF DGL	GREE	57 Pufferstreifen ÖVF DGL	GREE
		572 Uferrandstreifenprogramm (DGL)	GREE	572 Uferrandstreifenprogramm (DGL)	GREE
573 Uferrandstreifen	GREE	573 Uferrandstreifenprogramm (AL)	GREE	573 Uferrandstreifenprogramm (AL)	GREE
574 Blühstreifen (MSL)	GREE	574 Blühstreifen (MSL-Maßnahme)	GREE	574 Blühstreifen (MSL-Maßnahme)	GREE
575 Blühfläche (MSL)	GREE	575 Blühfläche (MSL-Maßnahme)	GREE	575 Blühfläche (MSL-Maßnahme)	GREE
576 Schutzstreifen Erosion	GREE	576 Schutzstreifen Erosion	GREE	576 Schutzstreifen Erosion	GREE
		58 Feldrand ÖVF	GREE	58 Feldrand ÖVF	GREE
583 Naturschutz 73/09 Art 34 (2bi)	BRAC	583 Naturschutz (1307/2013-32-2bi)	BRAC	583 Naturschutz (1307/2013-32-2bi)	BRAC
VII. Aus der Produktion genommen		**VII. Aus der Produktion genommen**		**VII. Aus der Produktion genommen**	
				590 Brache (Blühmischungen)	BRAC
591 AF aus Erzeugung genommen	BRAC	591 AL aus Erzeugung genommen	BRAC	591 AL aus Erzeugung genommen	BRAC
592 DGL aus Erzeugung genommen	BRAC	592 DGL aus Erzeugung genommen	BRAC	592 DGL aus Erzeugung genommen	BRAC
		593 Brachefläche Vertragsnaturs_	BRAC	593 Brachefläche Vertragsnaturs_	BRAC
				594 DK aus Erzeugung genommen	BRAC
VIII. Hackfrüchte		**VIII. Hackfrüchte**		**VIII. Hackfrüchte**	
619 Kartoffeln	KART	602 Kartoffeln	KART	602 Kartoffeln	KART
620 Zuckerrüben	ZRUE	603 Zuckerrüben	ZRUE	603 Zuckerrüben	ZRUE
621 Zichorien zur Inulinproduktion	SHAC	604 Topinambur	SHAC	604 Topinambur	SHAC
630 Topinambur	SHAC				

Fortsetzung der Tabelle A-1: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren zu den untersuchten Bilanzierungsverfahren

IX. Gemüse und sonstige Handelsgewächse		IX. Gemüse und sonstige Handelsgewächse		IX. Gemüse und sonstige Handelsgewächse	
710 Gemüse (Freiland)	GEMU	612 Gemüserübsen	SGEM		
715 Spargel	SPAR	613 Gemüsekohl (auch Zierkohl)	KOHL	613 Gemüsekohl (auch Zierkohl)	KOHL
722 Blumen, Zierpfl_ (Freiland)	ZIER	614 Brauner Senf (Sareptasenf)	SGEM	614 Brauner Senf (Sareptasenf)	SGEM
723 Erdbeeren (Freiland)	ERDB	616 Senfrauke (Garten-S_, Rucola)	SGEM	616 Senfrauke (Garten-S_, Rucola)	SGEM
731 Gemüse und Pilze unter Glas	SGEM	617 Gartenkresse	SGEM	617 Gartenkresse	SGEM
732 Blumen, Zierpfl_ u_ Glas	SGEM	618 Gartenrettiche	SGEM	618 Gartenrettiche	SGEM
		619 Weißer Senf	SGEM	619 Weißer Senf	SGEM
		620 Gemüserübe	SGEM	620 Gemüserübe	SGEM
770 Heil-, Duft- u_ Gewürzpflanzen	ZIER	622 Tomaten	SGEM	622 Tomaten	SGEM
771 Küchenkräuter	ZIER	623 Auberginen	SGEM	623 Auberginen	SGEM
790 Sonstige Handelsgewächse	SOPF	624 Paprika, Chilli, Peperoni	SGEM	624 Paprika, Chilli, Peperoni	SGEM
791 Gartenbausämerei (Zierpfl_)	SOPF	627 Salatgurke (auch Einlegegurke)	SGEM	627 Salatgurke (auch Einlegegurke)	SGEM
792 Gartenbausämerei (Obst/Gemüse)	SOPF	628 Zuckermelone (cucumis melo)	SGEM		
793 Hanf	SOPF	629 Riesenkürbis (auch Hokkaido)	SGEM	629 Riesenkürbis (auch Hokkaido)	SGEM
		630 Gartenkürbis (Zucchini, Zier_)	SGEM	630 Gartenkürbis (Zucchini, Zier_)	SGEM
		631 Melone (Citrullus) (Wasserm_)	SGEM	631 Melone (Citrullus) (Wasserm_)	SGEM
		633 Zwiebeln/Lauch	ZWIE	633 Zwiebeln/Lauch	ZWIE
		634 Möhre (auch Futtermöhre)	MOEH	634 Möhre (auch Futtermöhre)	MOEH
		635 Gartenbohne	ABOH	635 Gartenbohne	ABOH
		636 Feldsalate (auch Rapunzel)	SGEM	636 Feldsalate (auch Rapunzel)	SGEM
		637 Salat (Garten, Lollo Rosso_)	SALT	637 Salat (Garten, Lollo Rosso_)	SALT
		638 Spinat	SPIN	638 Spinat	SPIN
		639 Mangold, Rote Beete/Rote Rübe	SGEM	639 Mangold, Rote Beete/Rote Rübe	SGEM
				640 Melde (Garten-Melde)	SGEM
		641 Sellerie (Knoll/Bleich/Stang)	SGEM	641 Sellerie (Knoll/Bleich/Stang)	SGEM
		642 Ampfer (Wiesen-Sauerampfer)	SGEM	642 Ampfer (Wiesen-Sauerampfer)	SGEM
		643 Pastinaken	SGEM	643 Pastinaken	SGEM
		644 Zichorien/Wegwarten	SGEM	644 Zichorien/Wegwarten	SGEM
		645 Kichererbsen	SGEM	645 Kichererbsen	SGEM
		647 Schwarzwurzeln	SGEM	647 Schwarzwurzeln	SGEM
		648 Fenchel (Gemüse/Körner)	ZIER	648 Fenchel (Gemüse/Körner)	ZIER
		651 Anethum (Dill, Gurkenkraut)	ZIER	651 Anethum (Dill, Gurkenkraut)	ZIER
		652 Kerbel (auch Wiesenkerbel)	ZIER	652 Kerbel (auch Wiesenkerbel)	ZIER
		654 Kümmel (Echter Kümmel)	ZIER		
		656 Schwarzkümmel	ZIER		
		657 Koriander	ZIER	657 Koriander	ZIER
		659 Petroselinum (Petersilie)	ZIER	659 Petroselinum (Petersilie)	ZIER
		660 Basilikum	ZIER	660 Basilikum	ZIER
		661 Rosmarin	ZIER	661 Rosmarin	ZIER
		662 Salbei (auch Buntschopf)	ZIER	662 Salbei (auch Buntschopf)	ZIER
		663 Borretsch	SGEM	663 Borretsch	SGEM
		664 Oregano (Majoran, Dost)	ZIER	664 Oregano (Majoran, Dost)	ZIER
		665 Bohnenkräuter	ZIER		
		667 Verbenen (Echtes Eisenkraut)	ZIER	667 Verbenen (Echtes Eisenkraut)	ZIER
		668 Lavendel	ZIER	668 Lavendel	ZIER
		669 Thymian (auch Gartenthymian)	ZIER	669 Thymian (auch Gartenthymian)	ZIER
		670 Melissen (Zitronenmelisse)	ZIER	670 Melissen (Zitronenmelisse)	ZIER
		671 Enziane	ZIER	671 Enziane	ZIER
		672 Minzen (Pfefferm_, Grüne M_)	ZIER	672 Minzen (Pfefferm_, Grüne M_)	ZIER
		673 Artemisia (Wer_, Estr_, Beif_)	ZIER	673 Artemisia (Wer_, Estr_, Beif_)	ZIER
		674 Ringelblumen (Garten-R_)	ZIER	674 Ringelblumen (Garten-R_)	ZIER
		675 Sonnenhut (Schmalbl_, Purpur)	ZIER	675 Sonnenhut (Schmalbl_, Purpur)	ZIER
		676 Wegeriche (Spitzwegerich)	ZIER		
		677 Kamillen (Echte Kamille)	ZIER	677 Kamillen (Echte Kamille)	ZIER
		678 Schafgarben (Gelbe Schafgarbe)	ZIER	678 Schafgarben (Gelbe Schafgarbe)	ZIER
		679 Baldriane (Echter Baldrian)	ZIER	679 Baldriane (Echter Baldrian)	ZIER
		680 Johanniskräuter (Echtes J_)	ZIER	680 Johanniskräuter (Echtes J_)	ZIER
		681 Frauenmantel	ZIER	681 Frauenmantel	ZIER
		682 Mariendisteln	ZIER	682 Mariendisteln	ZIER
		684 Löwenzahn	ZIER		
		686 Malven (Wilde Malve)	ZIER	686 Malven (Wilde Malve)	ZIER
		701 Hanf	SOPF	701 Hanf	SOPF
		702 Rollrasen	SOPF	702 Rollrasen	SOPF

Fortsetzung der Tabelle A-1: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren zu den untersuchten Bilanzierungsverfahren

IX. Gemüse und sonstige Handelsgewächse		IX. Gemüse und sonstige Handelsgewächse		IX. Gemüse und sonstige Handelsgewächse	
				703 Färber-Waid	SOPF
		704 Glanzgräser	SOPF	704 Glanzgräser	SOPF
		706 Mohn (Schlafmohn, Backmohn)	SOPF	706 Mohn (Schlafmohn, Backmohn)	SOPF
		707 Erdbeeren	ERDB	707 Erdbeeren	ERDB
		708 Färberdisteln	ZIER	708 Färberdisteln	ZIER
		709 Brennnesseln (Große Brennn_)	ZIER	709 Brennnesseln (Große Brennn_)	ZIER
		722 Einjähriges Silberblatt	ZIER	722 Einjähriges Silberblatt	ZIER
		723 Garten-/ Sommerlevkoje	ZIER	723 Garten-/ Sommerlevkoje	ZIER
		726 Lilien (Türkenbund)	ZIER	726 Lilien (Türkenbund)	ZIER
		727 Narzissen / Osterglocken	ZIER	727 Narzissen / Osterglocken	ZIER
		728 Knorpelmöhren (Bischofskraut)	ZIER	728 Knorpelmöhren (Bischofskraut)	ZIER
		732 Milchstern (Kap-Milchstern)	ZIER		
		733 Astern (Sommeraster)	ZIER	733 Astern (Sommeraster)	ZIER
		734 Chrysantheme, Winteraster	ZIER	734 Chrysantheme, Winteraster	ZIER
		735 Strohblumen (Garten)	ZIER	735 Strohblumen (Garten)	ZIER
				736 Edelweiß (Alpen-Edelweiß)	ZIER
		737 Margeriten	ZIER	737 Margeriten	ZIER
		738 Rudbeckien (Sonnenhut)	ZIER	738 Rudbeckien (Sonnenhut)	ZIER
		739 Tagetes	ZIER	739 Tagetes	ZIER
		740 Wucherblumen (Mutterkraut)	ZIER		
		741 Strandflieder (Geflügelter S_)	ZIER	741 Strandflieder (Geflügelter S_)	ZIER
		743 Zinnien	ZIER		
		744 Taubnesseln (Weiße Taubnessel)	ZIER	744 Taubnesseln (Weiße Taubnessel)	ZIER
		745 Gladiolen (Gartengladiole)	ZIER	745 Gladiolen (Gartengladiole)	ZIER
		746 Tulpen (Garten-Tulpe)	ZIER	746 Tulpen (Garten-Tulpe)	ZIER
		747 Christophskräuter	ZIER	747 Christophskräuter	ZIER
		748 Feldrittersporne	ZIER	748 Feldrittersporne	ZIER
		749 Scabiosen (Samt, Kugel)	ZIER		
		750 Dahlien (Garten-Dahlie)	ZIER	750 Dahlien (Garten-Dahlie)	ZIER
		753 Hibiskus	ZIER	753 Hibiskus	ZIER
		754 Strauch-/Bechermalven	ZIER		
		755 Wolfsmilch (Weißrand)	ZIER	755 Wolfsmilch (Weißrand)	ZIER
		756 Löwenmäulchen	ZIER	756 Löwenmäulchen	ZIER
		757 Garten-Montbretie	ZIER	757 Garten-Montbretie	ZIER
		758 Halskräuter (Blaues Halskraut)	ZIER		
		759 Gipskräuter (Schleierkraut)	ZIER		
		760 Amerikanisches Pampasgras	ZIER	760 Amerikanisches Pampasgras	ZIER
		761 Kosmeen (Schmuckkörbchen)	ZIER	761 Kosmeen (Schmuckkörbchen)	ZIER
		763 Nachtkerzen (Gewöhnliche N_)	ZIER		
		765 Kapuzinerkressen	ZIER		
		766 Pfingstrosen (auch Strauch)	ZIER	766 Pfingstrosen (auch Strauch)	ZIER
		769 Zieste (Deutscher, Knollen)	ZIER	769 Zieste (Deutscher, Knollen)	ZIER
				770 Vergissmeinnicht (Wald-Verg_)	ZIER
		771 Portulak	ZIER	771 Portulak	ZIER
		772 Nelken (Bartn_, Land/Edel)	ZIER	772 Nelken (Bartn_, Land/Edel)	ZIER
		773 Ageratum (Gew_ Leberbalsam)	ZIER		
		775 Kornblumen	ZIER	775 Kornblumen	ZIER
		776 Veilchen und Stiefmütterchen	ZIER	776 Veilchen und Stiefmütterchen	ZIER
				777 Phacelia	ZIER
				778 Alpendistel	ZIER
				780 Begonien	ZIER
				782 Glockenblumen (Campanula)	ZIER
				783 Schildblume (Chelone)	ZIER
				784 Korischer Nieswurz, Rosen	ZIER
				785 Eukalyptus	ZIER
				787 Fuchsien	ZIER
				788 Geranien	ZIER
				789 Veronica/Hebe/Ehrenpreis	ZIER
				792 Kornrade	ZIER
				795 Pelargonien	ZIER
				796 Fetthenne, Mauerpfeffer	ZIER
				797 Rhizinus	ZIER
				798 Ramtillkraut	ZIER
				799 Husarenknopf (Sanvitalia)	ZIER

Fortsetzung der Tabelle A-1: Zuordnung der pflanzlichen Produktionsverfahren laut ELAN-Antragsverfahren zu den untersuchten Bilanzierungsverfahren

X. Mehrjährige und Dauerkulturen		**X. Mehrjährige und Dauerkulturen**		**X. Mehrjährige und Dauerkulturen**	
		802 Silphium (Durchwachs_, Becher)	NRRA	802 Silphium (Durchwachs_, Becher)	NRRA
		803 Sudangras, Zuckerhirse	NRRA	803 Sudangras, Zuckerhirse	NRRA
		804 Sida (Virginiamalve)	NRRA	804 Sida (Virginiamalve)	NRRA
811 Kern- u_ Steinobst Ertragsanl_	OBST	822 Streuobst (ohne Wiesennutzung)	OBST	822 Streuobst (ohne Wiesennutzung)	OBST
812 Streuobst ohne Grünlandnutzung	OBST	825 Kernobst z_B_ Äpfel, Birnen	OBST	825 Kernobst z_B_ Äpfel, Birnen	OBST
		826 Steinobst	OBST	826 Steinobst	OBST
817 Beerenobst	OBST	827 Beerenobst	OBST	827 Beerenobst	OBST
819 Sonstige Obstanlagen	OBST	829 Sonstige Obstanlagen	OBST	829 Sonstige Obstanlagen	OBST
824 Haselnüsse	OBST	833 Haselnüsse	OBST	833 Haselnüsse	OBST
825 Walnüsse	OBST	834 Walnüsse	OBST	834 Walnüsse	OBST
830 Baumschulen (ohne Vermehrung)	OBST	838 Baumschulen (ohne Beerenobst)	OBST	838 Baumschulen (ohne Beerenobst)	OBST
831 Baumschulen (Vermehr_ Beeren)	OBST	839 Beerenobst zur Vermehrung	OBST	839 Beerenobst zur Vermehrung	OBST
845 Korbweiden	OBST	840 Korbweiden	OBST	840 Korbweiden	OBST
846 Weihnachtsbäume	WBAU				
848 Niederwald mit Kurzumtrieb	WALD	841 Niederwald mit Kurzumtrieb	WALD	841 Niederwald mit Kurzumtrieb	WALD
850 Rebland	REBL	842 Rebland	REBL	842 Rebland	REBL
890 Sonstige Dauerkulturen	NRRA	850 Sonstige Dauerkulturen	NRRA	850 Sonstige Dauerkulturen	NRRA
892 Rhabarber	SGEM	851 Rhabarber	SGEM	851 Rhabarber	SGEM
896 Chinaschilf (Miscanthus)	NRRA	852 Chinaschilf/Miscanthus	NRRA	852 Chinaschilf/Miscanthus	NRRA
		853 Riesenweizengras/Szarvasi-Gras	NRRA	853 Riesenweizengras/Szarvasi-Gras	NRRA
		854 Rohrglanzgras	ZIER	854 Rohrglanzgras	ZIER
		860 Spargel	SPAR	860 Spargel	SPAR
		861 Artischocke	SGEM	861 Artischocke	SGEM
				862 Heidekraut	SOPF
				863 Rosen, Schnittrosen	ZIER
				865 Trüffel	SGEM
897 So_ Pflanzen energ_ Verwertung	NRRA				
XI. Sonstige Flächen		**XI. Sonstige Flächen**		**XI. Sonstige Flächen**	
901 Intern-nicht beantragterSchlag	BRAC				
		907 Höhere Gewalt (Zuweisung)	BRAC	907 Höhere Gewalt (Zuweisung)	BRAC
		910 Wildacker auf lw_ Fläche	BRAC	910 Wildacker auf lw_ Fläche	BRAC
		911 Rübensamenvermehrung	SOPF	911 Rübensamenvermehrung	SOPF
912 Grassamenvermehrung	SOPF	912 Grassamenvermehrung	SOPF	912 Grassamenvermehrung	SOPF
913 Leguminosensamenvermehrung	SOPF	913 Klee-/Luzernesamenvermehrung	SOPF	913 Klee-/Luzernesamenvermehrung	SOPF
914 Versuchsflächen (nur BP)	SOPF	914 Versuchsflächen (nur BP-fähig)	SOPF	914 Versuchsflächen (nur BP-fähig)	SOPF
920 Haus- und Nutzgarten					
924 Vertragsnaturs_ ohne landw_ N_		924 Vertragsnaturs_ ohne landw_ N_		924 Vertragsnaturs_ ohne landw_ N_	
970 Heide (Grünlandnutzung)	EXGR			956 Aufforstung	WALD
971 NFF DGL (Keine Betriebsprämie)		972 NFF: Dauergrünlandnutzung		972 NFF: Dauergrünlandnutzung	
993 sonstige vorüberg_ Ackerbrache	BRAC	973 NFF: Ackernutzung		973 NFF: Ackernutzung	
		983 Weihnachtsbäume	WBAU	983 Weihnachtsbäume	WBAU
994 Unbefestigte Mieten DGL		994 Unbefestigte Mieten DGL		994 Unbefestigte Mieten DGL	
995 Forstflächen	WALD	995 Forstflächen	WALD	995 Forstflächen	WALD
996 Unbefestigte Mieten AF		996 Unbefestigte Mieten AL		996 Unbefestigte Mieten AL	
		999 Gattung/Art (nicht in Liste)	BRAC	999 Gattung/Art (nicht in Liste)	BRAC

Anlage 3: Anteil der Güllehaltung

Tabelle A-3: Haltung von Rindern und Schweinen auf Gülle (% der Tiere)

Region	Milchvieh	Bullenmast	Jungvieh	Mutterkuh	Sauen	Mastschw.
DUESSELDORF	90	40	81	10	87	79
DUISBURG	90	40	81	10	87	79
ESSEN	90	40	81	10	87	79
KREFELD	96,4	90	90	45	75	80
MOENCHENGLADBACH	96,4	90	90	45	75	80
MUEHLHEIM A. D. RUHR	90	40	81	10	87	79
OBERHAUSEN	90	40	81	10	87	79
REMSCHEID	90	40	81	10	87	79
SOLINGEN	90	40	81	10	87	79
WUPPERTAL	90	40	81	10	87	79
KLEVE	96,4	90	90	45	75	80
METTMANN	90	40	81	10	87	79
NEUSS	96,4	90	90	45	75	80
VIERSEN	96,4	90	90	45	75	80
WESEL	96,4	90	90	45	75	80
AACHEN (STADT)	93,2	65	85,5	27,5	81	79,5
BONN	90	40	81	10	87	79
KOELN	90	40	81	10	87	79
LEVERKUSEN	90	40	81	10	87	79
REGION AACHEN	93,2	65	85,5	27,5	81	79,5
DUEREN	96,4	90	90	45	75	80
RHEIN-ERFT-KREIS	96,4	90	90	45	75	80
EUSKIRCHEN	90	40	81	10	87	79
HEINSBERG	96,4	90	90	45	75	80
OBERBERGISCHER KREIS	90	40	81	10	87	79
RHEIN.-BERG. KREIS	90	40	81	10	87	79
RHEIN-SIEG-KREIS	90	40	81	10	87	79
BOTTROP	76	29	72	6	84	87
GELSENKIRCHEN	76	29	72	6	84	87
MUENSTER	86	88	78	5	92	97
BORKEN	97	90	100	10	99,9	99
COESFELD	97	90	100	10	99,9	99

Quelle: Landwirtschaftskammer NRW (2017)

Fortsetzung der Tabelle A-3: Haltung von Rindern und Schweinen auf Gülle (% der Tiere)

Region	Milchvieh	Bullenmast	Jungvieh	Mutterkuh	Sauen	Mastschw.
RECKLINGHAUSEN	76	29	72	6	84	87
STEINFURT	86	88	78	5	92	97
WARENDORF	86	88	78	5	92	97
BIELEFELD	76	29	72	6	84	87
GUETERSLOH	86	88	78	5	92	97
HERFORD	76	29	72	6	84	87
HOEXTER	76	29	72	6	84	87
LIPPE	76	29	72	6	84	87
MINDEN-LUEBBECKE	81	58,5	75	6	88	92
PADERBORN	76	29	72	6	84	87
BOCHUM	90	40	81	10	87	79
DORTMUND	76	29	72	6	84	87
HAGEN	90	40	81	10	87	79
HAMM	76	29	72	6	84	87
HERNE	90	40	81	10	87	79
ENNEPE-RUHR-KREIS	90	40	81	10	87	79
HOCHSAUERLAND-KREIS	90	40	81	10	87	79
MAERKISCHER KREIS	96,4	90	90	45	75	80
OLPE	78	22	72	10	18	35
SIEGEN-WITTGEN-STEIN	78	22	72	10	18	35
SOEST	76	29	72	6	84	87
UNNA	76	29	72	6	84	87

Quelle: Landwirtschaftskammer NRW (2017)

Anlage 4: Regionale Stickstoffanrechnungsfaktoren

Tabelle A-4: Regionale Stickstoffanrechnungsfaktoren in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (% der Tiere)

Region	Milchvieh	Jungvieh	Färsen	Bullenmast	Sauen	Mastschw.	Geflügel	son. Tiere
DUESSELDORF	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
DUISBURG	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
ESSEN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
KREFELD	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
MOENCHENGLADBACH	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
MUEHLHEIM A. D. RUHR	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
OBERHAUSEN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
REMSCHEID	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
SOLINGEN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
WUPPERTAL	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
KLEVE	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
METTMANN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
NEUSS	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
VIERSEN	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
WESEL	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
AACHEN (STADT)	60	60	60	60	55	55	50	50
BONN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
KOELN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
LEVERKUSEN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
REGION AACHEN	69,32	60	68,55	66,5	58,975	59,05	50	50
DUEREN	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
RHEIN-ERFT-KREIS	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
EUSKIRCHEN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
HEINSBERG	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
OBERBERGISCHER KREIS	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
RHEIN.-BERG. KREIS	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
RHEIN-SIEG-KREIS	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
BOTTROP	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
GELSENKIRCHEN	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
MUENSTER	68,6	60	67,8	68,8	59,85	59,6	50	50
BORKEN	69,7	60	70	69	59,95	59,995	50	50
COESFELD	69,7	60	70	69	59,95	59,995	50	50

Fortsetzung der Tabelle A-4: Regionale Stickstoffanrechnungsfaktoren in % der Ausscheidungen an Gesamtstickstoff in Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft (% der Tiere)

Region	Milchvieh	Jung-vieh	Fär-sen	Bullen-mast	Sauen	Mast-schw.	Geflü-gel	son. Tiere
COESFELD	69,7	60	70	69	59,95	59,995	50	50
RECKLINGHAUSEN	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
STEINFURT	68,6	60	67,8	68,8	59,85	59,6	50	50
WARENDORF	68,6	60	67,8	68,8	59,85	59,6	50	50
BIELEFELD	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
GUETERSLOH	68,6	60	67,8	68,8	59,85	59,6	50	50
HERFORD	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
HOEXTER	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
LIPPE	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
MINDEN-LUEBBE-CKE	68,1	60	67,5	65,85	59,6	59,4	50	50
PADERBORN	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
BOCHUM	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
DORTMUND	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
HAGEN	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
HAMM	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
HERNE	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
ENNEPE-RUHR-KREIS	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
HOCHSAUERLAND-KREIS	69	60	68,1	64	58,95	59,35	50	50
MAERKISCHER KREIS	69,64	60	69	69	59	58,75	50	50
OLPE	67,8	60	67,2	62,2	56,75	55,9	50	50
SIEGEN-WITTGEN-STEIN	67,8	60	67,2	62,2	56,75	55,9	50	50
SOEST	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50
UNNA	67,6	60	67,2	62,9	59,35	59,2	50	50