

Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen – Fördereffekte im Schwerpunktbereich 5D

NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020

Wolfgang Roggendorf

5-Länder-Evaluation

15/2020

Finanziell unterstützt durch:



EUROPÄISCHE UNION

**Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft,
Natur- und Verbraucherschutz
des Landes Nordrhein-Westfalen**



Publiziert:

DOI: 10.3220/5LE1603973608000

www.eler-evaluierung.de

Impressum:

Thünen-Institut für Ländliche Räume
Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 64, 38116 Braunschweig
Tel.: 0531 596-5217
Fax: 0531 596-5199

Dipl.-Ing. agr. Wolfgang Roggendorf
E-Mail: wolfgang.roggendorf@thuenen.de

Braunschweig, im Oktober 2020

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	II
Abkürzungsverzeichnis	III
0 Zusammenfassung	1
1 Einführung – Gemeinsame Bewertungsfrage	2
2 Ausgangslage und Programmstrategie	3
3 Beurteilungskriterien und gemeinsame sowie zusätzliche Ergebnisindikatoren zur Beantwortung der Bewertungsfrage	6
4 Beantwortung der Bewertungsfrage	8
4.1 Quantifizierbare Wirkungen	9
4.1.1 THG-Emissionen (R18)	9
4.1.2 Ammoniakemissionen (R19)	13
4.1.3 Weitere Minderungseffekte	18
4.2 Nicht quantifizierbare Effekte	20
5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen	21
6 Daten und Methoden	25
6.1 Datenquellen	25
6.2 Quantitative Methoden	26
6.2.1 Verringerung von THG-Emissionen	27
6.2.2 Verringerung von Ammoniakemissionen	32
6.3 Qualitative Methoden	38
Literaturverzeichnis	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Besatzdichteänderung bei Inanspruchnahme verschiedener Maßnahmen des NRW-Programms Ländlicher Raum	13
--------------	--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ammoniakemissionen der Landwirtschaft in NRW 2015-2018	5
Tabelle 2:	Beurteilungskriterien und Indikatoren	7
Tabelle 3:	Quantitative Indikatorenwerte	9
Tabelle 4:	Mittlere Minderung der Lachgasemissionen durch AUKM und Ökolandbau in der laufenden Förderperiode	11
Tabelle 5:	Geschätzte Einsparung von Methanemissionen durch Ökologischen Landbau (M11) in der laufenden Förderperiode	12
Tabelle 6:	Geschätzte Minderungseffekte emissionsarmer Ausbringtechniken	15
Tabelle 7:	Förderung emissionsarmer Lagerung von Wirtschaftsdünger (M4.4): Beantragte Lagermengen und eingesparte Ammoniakemissionen	16
Tabelle 8:	Einsparung von N-Dünger durch AUKM und Ökolandbau und resultierende Verringerung von NH ₃ - und indirekten N ₂ O-Emissionen	18
Tabelle 9:	Minderung von Ammoniakemissionen durch Abdeckung neu errichteter Güllelager bei Stallbauvorhaben des AFP (M4.11)	19
Tabelle 10:	Wirksame Fläche von AUKM und Ökolandbau mit Klimaschutzzielen	26
Tabelle 11:	Geschätzte Einsparung üblicher Stickstoffdüngergaben durch AUKM (M10) und Ökolandbau (M11) mit Klimaschutzzielen	30
Tabelle 12:	Besatzdichte des Rinder- und Schweinebestands NRWs im Ökologischen Landbau im Vergleich zur LF mit Besatzdichteauflagen gemäß Ordnungsrecht	31
Tabelle 13:	Methanemissionen von Rindern und Schweinen in NRW 2015 bis 2018	32
Tabelle 14:	Angesetzte Minderungsfaktoren der geförderten Ausbringungstechniken im Vergleich zu Breitverteiler und Schleppschlauch	35

Abkürzungsverzeichnis

A	
AFP	Agrarinvestitionsförderung
AHL	Ammoniumnitrat-Harnstofflösung
AUKM	Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme
B	
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BLU	Anlage von Blüh- und Schonstreifen
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
C	
CO ₂	Kohlendioxid
CO ₂ -Äq	Kohlendioxid-Äquivalente (= Treibhausgaspotenzial)
CH ₄	Methan
D	
D	Deutschland
DüV	Düngeverordnung
DVO	Durchführungsverordnung
E	
eDFB	Erweiterter Durchführungsbericht
EF	Emissionsfaktor
EIP	Europäische Innovationspartnerschaft(en)
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EMA	Umwelt- und klimagerechte Ausbringung von Wirtschaftsdünger
EML	Umwelt- und klimagerechte Lagerung von Wirtschaftsdünger
EPLR	Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum
EU	Europäische Union
EU-COM/EU-KOM	EU-Kommission
EXG	Extensive Grünlandnutzung
G	
g	Gramm
Gg	Gigagramm = 10 ⁹ g =Kilotonne
H	
ha	Hektar
I	
IK	Investitionskonzept
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
K	
kg	Kilogramm
kt	Kilotonne
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz

L	
LANUV	Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LWK NRW	Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen
LULUCF	Englische Abkürzung für Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft
M	
M	Maßnahme
m ³	Kubikmeter
MULNV	Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen
N	
N	Chemisches Zeichen für Stickstoff
NEC	National Emission Ceilings Directive der EU (Richtlinie über nationale Emissionshöchstmengen für bestimmte Luftschadstoffe)
NH ₃ / NH ₄	Chemische Formel für Ammoniak/Ammonium
NIR	National Inventory Report (Nationaler Inventarbericht)
N ₂ O	Chemische Formel für Distickstoffmonoxid = Lachgas
NRW	Nordrhein-Westfalen
O	
OEK	Einführung/Beibehaltung Ökologischer Landbau
R	
RL	Richtlinie
S	
s. o.	siehe oben
SPB	Schwerpunktbereich
T	
t	Tonne
TAN	Total ammonia nitrogen (gesamter Ammonium-Stickstoff)
TM	Teilmaßnahme
TN	Teilnehmer*in
THG	Treibhausgas(e)
U	
UFE	Anlage Uferrand-/Erosionsschutzstreifen
UN	United Nations
UNECE	The United Nations Economic Commission for Europe
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
V	
VA	Vorhabenart
VK	Vielfältige Kulturen im Ackerbau
VO	Verordnung
VNS	Vertragsnaturschutzmaßnahmen
Z	
ZWF	Anbau von Zwischenfrüchten

0 Zusammenfassung

Der vorliegende Bericht geht der Frage nach, in welchem Umfang die im Schwerpunktbereich 5D (SPB 5D) geförderten Maßnahmen des NRW-Programms Ländlicher Raum zur Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen beigetragen haben. NRW hat besonderen Handlungsbedarf in diesem ELER-Zielfeld. Dieser wird detailliert im Bericht hergeleitet. Laut Klimaschutzgesetz NRW sollen die THG-Emissionen der Landwirtschaft bis 2020 gegenüber dem Referenzwert von 1990 um 28 % gesenkt werden, steigen seit Jahren aber leicht an. Bei Ammoniakemissionen ist die Situation ähnlich. Deutschland überschreitet seit Jahren die in internationalen Luftreinhalteabkommen festgelegten Höchstmengen. NRW hat einen Anteil von 12 % an den Ammoniakemissionen in Deutschland, die zu 95 % aus der Landwirtschaft stammen.

Als Maßnahmen mit Primärziel für die Emissionsminderung werden die umwelt- und klimagerechte Lagerung (M4.4) und Ausbringung (M4.12) von Wirtschaftsdünger analysiert und bewertet. Sekundäre Wirkungsbeiträge zum SPB 5D sollen alle Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (M10.1) sowie der Ökologische Landbau (M11) erzielen.

Im Vordergrund des Berichts stehen die Schätzergebnisse zu den Minderungseffekten der bis Ende 2019 geförderten Vorhaben. Sehr detailliert sind im zweiten Teil auch die der Schätzung zugrunde liegenden Daten und Methoden beschrieben.

Alle angebotenen Maßnahmen des SPB 5D erzielen eine Verringerung von THG-Emissionen der Landwirtschaft (ohne LULUCF). In der Summe wird eine Minderung in Höhe von 125 kt CO₂-Äq erreicht (Wertespanne 71-191 kt CO₂-Äq). Das entspricht einem Anteil von 1,6 % an den THG-Emissionen des Sektors. Rund 62 % der THG-Emissionen gehen auf die Minderungseffekte bei Lachgas zurück, die zum überwiegenden Teil über Einsparungen bei der Stickstoffdüngung durch Sekundärwirkungen der Flächenmaßnahmen erzielt werden. Die investiven Maßnahmen steuern mit 6 kt CO₂-Äq bzw. knapp 5 % zum Minderungseffekt der ELER-Förderung bei. Der höchste Einzelbeitrag mit im Mittel gut 78 kt CO₂-Äq wird durch den Ökologischen Landbau erzielt.

Bei Ammoniak erreichen die im Berichtszeitraum abgeschlossenen Vorhaben im SPB 5D eine Emissionsminderung im Umfang von knapp 1.805 t NH₃ im Vergleich zur Referenzsituation. Das entspricht einer Minderungsrate von 2,3 %. Die beiden Vorhabenarten mit Primärziel trugen gut 86 % zu dieser Wirkung bei. Durch M4.4 (Lagerung) wurden geschätzt rund 440,5 t NH₃, durch M4.12 (Ausbringung) 1.116,6 t NH₃ eingespart. Die von Beginn an hohe Inanspruchnahme der beiden Vorhabenarten ist im Laufe der Förderperiode weiter gestiegen.

Bei der investiven Förderung besteht dennoch vor allem bezüglich der Minderung von Ammoniakemissionen fortgesetzt Förderbedarf, um in den nächsten Jahren bundesdeutsche Zielwerte im Bereich der Luftreinhaltung erreichen zu können. Es wird empfohlen, die Förderung dann besser auf die effektivsten Technologien zu lenken und erwartete Techniksprünge einzubeziehen.

Auch bei den THG-Emissionen sind bezogen auf die nationalen Emissionsminderungsziele höhere Wirkungsbeiträge erforderlich. Aussagen zu einer sinnvollen Ausgestaltung einer Flächenförderung sind zum aktuellen Zeitpunkt allerdings nicht möglich, da Effekte der zukünftigen Baseline noch nicht abzuschätzen sind (Düngeverordnung, Ausgestaltung der 1. Säule). Über die nationalen Zielsetzungen bezogen auf den Ökolandbau hinaus muss ggf. auch im politischen Aushandlungsprozess der zukünftige Umfang einer Extensivierung der Produktion bestimmt werden.

Im Rahmen der Förderung europäischer Innovationspartnerschaften (M16) sowie lokaler Entwicklungsstrategien im Rahmen von LEADER (M19) wurden bisher keine Vorhaben mit sekundären Wirkungsbeiträgen im SPB 5D beantragt.

1 Einführung – Gemeinsame Bewertungsfrage

Der vorliegende Bewertungsbericht ist Teil der Evaluation des NRW-Programms Ländlicher Raum 2014 bis 2020 (MKULNV, 2015a). Berichtsgegenstand sind Bewertungsschritte zur Beantwortung der Bewertungsfrage 14 (Methodik, Daten und Ergebnisse) nach ELER-DVO (DVO (EU) Nr. 808/2014), die auf den Beitrag von Maßnahmen zur Erreichung des Förderziels von Schwerpunktbereich (SPB) 5D ‚Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen‘ abzielt. Ziel des Berichts ist also die Beantwortung ebendieser Bewertungsfrage:

Frage 14: In welchem Umfang haben die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums zur Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen beigetragen?

Zur Beantwortung der Bewertungsfrage konzentriert sich der Bericht auf die Maßnahmen, die mit primärer Zielsetzung im SPB 5D gefördert werden. In NRW sind dies die Vorhabenart M4.12 Umwelt- und klimagerechte Ausbringung von Wirtschaftsdünger und die Teilmaßnahme M4.4 Umwelt- und klimagerechte Lagerung von Wirtschaftsdünger. Darüber hinaus werden die Maßnahmen berücksichtigt, die gemäß Kapitel 11.3 des Förderprogramms sekundäre Beiträge zu dem Förderziel leisten sollen.

Weitere Maßnahmen, Teilmaßnahmen oder Vorhabenarten mit ggf. relevanten Wirkungen, aber ohne programmierte Zielsetzung, werden mit der im nächsten Absatz erwähnten Ausnahme in diesem Bericht nicht dargestellt. Solche Maßnahmen finden allerdings Eingang in die Berechnung des Wirkungsindikators I.7 und in die Beantwortung der Bewertungsfrage 24 zu Minderungseffekten von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen des NRW-Programms insgesamt, wie sie im erweiterten Durchführungsbericht 2018 (eDFB 2018) enthalten sind (MULNV, 2019).

Eine Ausnahme bildet die Teilmaßnahme M4.11 Agrarinvestitionsförderung, die laut NRW-Programm u. a. der Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen dienen soll. Daraus abgeleitet wurde für die Vorhabenart nach Absprache mit dem

Fachreferat ein Landesziel im SPB 5D festgelegt (vgl. auch Feinkonzept zum Bewertungsplan, Bathke et al., 2018). Abweichend von der Beantwortung der Bewertungsfrage 14 im erweiterten Durchführungsbericht 2018 (eDFB 2018) wird diese Maßnahme in diesem Bericht daher mit betrachtet und bewertet.

Der Bericht ist auf der aktuellsten verfügbaren Datenbasis erstellt worden (siehe im Detail Kapitel 6.1). Er aktualisiert somit die Ausführungen im eDFB 2018 (vgl. MULNV, 2019) und liefert umfassende Herleitungen und Begründungen zum besseren Verständnis der Fördereffekte, die aufgrund der Zeichenbegrenzung im eDFB 2018 sehr knapp gehalten werden mussten.

Nach Einführung in das Thema in Kapitel 1 wird in Kapitel 2 die Problemlage in NRW hinsichtlich Treibhausgas- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft beschrieben und die Förderstrategie des NRW-Programms zu diesem Themenfeld skizziert. Kapitel 3 listet die der Evaluation zugrunde liegenden Bewertungskriterien und -indikatoren auf. In Kapitel 4 werden diesen folgend die Bewertungsergebnisse dargestellt und die Bewertungsfrage beantwortet. Daraus sind in Kapitel 5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen abgeleitet. In sehr detaillierter Form werden in Kapitel 6 die in die Bewertung eingeflossenen Daten und Methoden aufgeführt.

2 Ausgangslage und Programmstrategie

Die für die Beantwortung der Bewertungsfrage relevante Ausgangslage wird anhand des Kontextindikators C.45 ‚Emissionen aus der Landwirtschaft‘ der ELER-Verordnung beschrieben. Dieser beinhaltet gemäß der Indikatordefinition der EU-COM (2018) die Teilindikatoren

- (1) Treibhausgase der Landwirtschaft inklusive landwirtschaftlicher Böden und
- (2) Ammoniakemissionen (NH₃) der Landwirtschaft.

Der Ausstoß an **Treibhausgasen (THG) aus der Landwirtschaft** lag in NRW laut nationaler Berichterstattung in den Jahren 2015 bis 2018 im Mittel bei 7.660 kt CO₂-Äq (vgl. auch Kontextindikator C.45). Der vom Thünen-Institut (Haenel et al., 2020) berechnete Wert entspricht 11,7 % der gesamtdeutschen Emissionen des Sektors und 2,8 % der THG-Emissionen in NRW (vgl. LANUV, 2019). Der Wert ist zwar gegenüber dem Bezugsjahr 1990 zunächst um 20 % bis zum Jahr 2006 gesunken, aber gegenüber dem niedrigsten Stand um 7 % angestiegen. Auch seit Beginn der Förderperiode 2014 steigen die THG-Emissionen der Landwirtschaft, wenngleich sehr langsam, weiterhin an, während andere Sektoren in NRW einen Rückgang der Emissionen verzeichnen.

Der Kontextindikator C.45 beinhaltet im ersten Teilindikator auch die Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden. Diese werden nur bezogen auf Lachgas (N₂O) und Methan (CH₄) im Sektor Landwirtschaft berichtet, sind also in den o. a. Werten enthalten. Die Freisetzung von CO₂-Emissionen bei der Nutzung landwirtschaftlicher Böden (Grünland und Ackerland) hingegen wird nach der UN-Klimarahmen-Konvention (UNFCCC) im Emissionssektor 5.A berichtet (Landnutzung,

Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft – engl. abgekürzt LULUCF). Wegen aktuell noch vorhandener Unsicherheiten in den Datengrundlagen werden in Deutschland für diesen Teilindikator im Rahmen der Berechnungen für das nationale THG-Inventar keine Werte auf Länderebene ausgewiesen. Der Kontextindikator kann daher nur unvollständig beziffert werden.

Die Landwirtschaft hat in NRW hohe Anteile am Ausstoß der klimarelevanten Treibhausgase Methan und Lachgas (48 % bzw. 60 %). Methanemissionen (54 % der THG-Emissionen der Landwirtschaft in NRW) korrespondieren mit der Viehhaltung und Biogaserzeugung. Die Lachgas-Emissionen der Landwirtschaft gehen vor allem auf die Düngung mit Stickstoff (mineralisch und organisch) sowie die Bewirtschaftung organischer Böden zurück.

NRW hat mit seinem Klimaschutzgesetz (Klimaschutzgesetz NRW) und dem darauf aufbauenden Klimaschutzplan (MKULNV, 2015b) quantitative Minderungsziele für THG-Emissionen gegenüber 1990 mit schrittweiser Absenkung zwischen 2020 und 2050 festgelegt. Als Ziel für den Bereich Landwirtschaft, Forst und Boden wurde für NRW eine Absenkung der THG-Emissionen bis 2020 um 28 % und bis 2050 um weitere 27 % beschlossen. Es liegen bisher keine Monitoringergebnisse vor, die die Zielerreichung für sämtliche im Ziel genannten Bereiche abbilden. Ausgehend von dem oben dargestellten Trendverlauf ist jedenfalls bezüglich der THG-Emissionen der Landwirtschaft weiterhin von deutlichem **Handlungsbedarf** auszugehen.

Auf Bundesebene ist seit Ende 2019 durch das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) vorgegeben, dass die THG-Emissionen der Landwirtschaft von 70 Mio. t CO₂-Äq im Jahr 2020 auf 58 Mio. t CO₂-Äq im Jahr 2030 zu reduzieren sind (entspricht gut 17 %).

Den Belastungen durch **Ammoniakemissionen** kommt im Rahmen internationaler Vereinbarungen zur Luftreinhaltung eine besondere Bedeutung zu. Zur Verbesserung sind in der UNECE-Luftreinhaltkonvention nationale Höchstmengen festgelegt, die Deutschland in der Vergangenheit deutlich überschritten hatte. Die Novellierung des zugrunde liegenden Protokolls 2012 sieht eine Reduktion der Ammoniakemissionen bis 2020 um 5 % gegenüber dem Jahr 2005 vor. Die in der EU gültige Richtlinie legt für Deutschland zusätzlich als Minderungsziel für das Jahr 2030 29 % Reduktion gegenüber 2005 fest (RL (EU) 2016/2284). Zielwerte auf Ebene der Bundesländer wurden nicht festgesetzt.

95 % der NH₃-Emissionen in Deutschland stammen aus der Landwirtschaft (UBA, 2018). Die sektorbezogenen NH₃-Emissionen in NRW lagen in den Jahren 2015 bis 2018 im Mittel bei 81 kt; das entspricht einem Anteil von knapp 13 % an den gesamtdeutschen Emissionen der Landwirtschaft. Die Verteilung auf die verschiedenen Quellgruppen stellt sich folgendermaßen dar:

Tabelle 1: Ammoniakemissionen der Landwirtschaft in NRW 2015-2018

Positionen	NW	D	Anteil NW an D
	Gg a ⁻¹ NH ₃		%
Tierhaltung (Stall und Wirtschaftsdüngerlager)	45,7	273	16,8
Weidegang	1,3	9	14,7
Wirtschaftsdüngerausbringung	23,7	199	11,9
Synthetische Dünger	6,1	93	6,6
Klärschlamm	0,2	2	8,6
Vergärung von Energiepflanzen (Ausbringung)	3,8	56	6,8
Vergärung von Energiepflanzen (Lagerung)	0,3	3	7,7
<i>Gesamt</i>	<i>81,1</i>	<i>635</i>	<i>12,8</i>

Quelle: Haenel et al. (2020).

Als wichtigste Emissionsquellen in NRW sind mit gut 56 % die Tierhaltung samt Wirtschaftsdüngermanagement und mit knapp 30 % die Wirtschaftsdüngerausbringung anzuführen. Die Ammoniakemissionen sind zuletzt etwas gesunken, was auf den Rückgang der verkauften Mineraldüngermengen infolge der extremen Witterungsbedingungen, besonders im Trockenjahr 2018, sowie auf gesunkene Tierzahlen in NRW zurückzuführen ist (s. Tab. 1, Haenel et al., 2020).

Die auch im Vergleich zu anderen Bundesländern hohen THG- und NH₃-Emissionen werden im NRW-Programm beschrieben, deren Verringerung wird in der Bedarfsanalyse angeführt (B504 THG-Reduktionsmaßnahmen) und in der Programmstrategie als relevantes Handlungsfeld aufgegriffen. Als Fördermaßnahmen mit **Primärziel im SPB 5D**, die eine Reduktion der THG- und vor allem von NH₃-Emissionen erreichen sollen, werden in der Programmstrategie aufgeführt:

- M4.12 Umwelt- und klimagerechte Ausbringung von Wirtschaftsdünger (EMA),
- M4.4 Umwelt- und klimagerechte Lagerung von Wirtschaftsdünger (EML).

Förderfähig sind laut Richtlinie (AFP-RL 2016) bei M4.12 Geräte zur bodennahen Ausbringung oder zur Injektion von flüssigen Wirtschaftsdüngern oder flüssigen Gärresten in den Boden. Hierzu zählen Schleppschuhverteiler sowie Schlitz- oder Injektionstechnik. Zuwendungsfähig sind nur die Ausgaben für das Verteilsystem zur bodennahen Ausbringung beziehungsweise Injektion, nicht die für Güllefässer oder selbstfahrende Maschinen. Unter M4.4 wird die Nachrüstung von bestehenden Lagerbehältern für flüssige tierische Exkremate mit einer festen Abdeckung oder einer Schwimmfolie mit Auftriebskörper gefördert. Die Förderung wird als Zuschuss gewährt.

Zuwendungsempfänger sind Unternehmen der Landwirtschaft mit Sitz und Investitionsstandort in NRW. Über die RL werden zudem Investitionen in emissionsarme Ausbringungstechnik bei

Lohnunternehmen aus NRW gefördert, jedoch ohne ELER-Kofinanzierung als reine Landesmaßnahme. Die Förderung von Lohnunternehmen wird im vorliegenden Bericht nicht betrachtet.

Für folgende Maßnahmen sind laut Tabelle 11.3 des NRW-Programms **sekundäre Wirkungsbeiträge** zum SPB 5D denkbar (MKULNV, 2015a):

- Alle Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (M10.1) sowie der Ökologische Landbau (M11), die insbesondere über eine Einschränkung oder einen völligen Verzicht auf N-Düngung zu verringerten Lachgasemissionen führen sollen.
- Über die Förderung Europäischer Innovationspartnerschaften (EIP) können innovative Verfahren oder Methoden u. a. zur Emissionsminderung entwickelt und erprobt werden (M16.1/2).
- Über die Förderung lokaler Entwicklungsstrategien im Rahmen von LEADER (M19) können Maßnahmen umgesetzt werden, die zur Sicherung der natürlichen Lebensgrundlagen beitragen.

Bei EIP und LEADER kommt es auf die Schwerpunktsetzung der Gruppen (Operationelle Gruppe oder Lokale Aktionsgruppe) an, ob Vorhaben mit Klimabezug durchgeführt werden.

Der M4.11 Agrarinvestitionsförderung (AFP) ist auf Maßnahmenebene u. a. auch ein Klimaschutzziel zugeordnet, welches nicht in die EU-Zielsystematik des NRW-Programms eingeordnet ist (= Landesziel). Zur Verringerung von Emissionen von Ammoniak und THG soll das AFP durch Förderauflagen beitragen, indem bei der Förderung von Stallbauvorhaben neu zu errichtende, freie Lagerbehälter für flüssige tierische Exkrememente mit einer festen Abdeckung (Betondecke) oder einem festen Zeltdach abzudecken sind.¹

Die Förderangebote stehen im Kontext der Reform der Düngeverordnung (DüV), von der u. a. eine Verringerung der Emissionen aus der Landwirtschaft erwartet wird. Von Bedeutung in diesem Handlungsfeld ist zudem die landwirtschaftliche Beratung, vor allem die Wasserschutzberatung, die in NRW nicht über den ELER finanziert wird.

3 Beurteilungskriterien und gemeinsame sowie zusätzliche Ergebnisindikatoren zur Beantwortung der Bewertungsfrage

Die Evaluation folgt den von der EU-KOM vorgegebenen Bewertungskriterien und -indikatoren (EU-COM, DG AGRI, 2015). Dem Schwerpunktbereich 5D sind durch die Evaluationsvorgaben der EU-KOM (EEN, 2014; DVO (EU) Nr. 808/2014) die in der folgenden Tabelle dargestellten gemeinsamen Ergebnisindikatoren R18 = Verringerte Methan- (CH₄) und Lachgas- (N₂O) Emissionen und R19 =

¹ Beim Wirkansatz des AFP unter Klimaschutzgesichtspunkten wird daneben auch auf die Verbesserung der Energieeffizienz abgezielt – insbesondere im Gartenbau – also auf das Förderziel des Schwerpunktbereichs 5B. Dieser Aspekt wird im vorliegenden Bericht ebenfalls nicht betrachtet.

Verringerte Ammoniakemissionen (NH₃) und entsprechende Beurteilungskriterien direkt zugeordnet. Von der Möglichkeit, zusätzlich Indikatoren und Beurteilungskriterien zu definieren, wird bei der Bewertung nicht quantifizierbarer Effekte der Fördermaßnahmen EIP und LEADER Gebrauch gemacht. In Tabelle 2 sind die zur Beantwortung der Bewertungsfrage vorgegebenen und zusammen mit den zuständigen Fachreferaten festgelegten Bewertungskriterien und -indikatoren samt Maßnahmenzuordnung zusammenfassend dargestellt.

Die beiden ergänzenden Ergebnisindikatoren R18 und R19 sind laut Vorgaben der EU-KOM von den Evaluator*innen zu ermitteln, die Emissionsminderungseffekte von abgeschlossenen Vorhaben sind direkt bei den Begünstigten zu messen (EU-KOM, GD AGRI, 2014). Quantifiziert werden beide Indikatoren für die beiden investiven Maßnahmen mit primären Emissionsminderungszielen, also für umwelt- und klimagerechte Ausbringung (M4.12) und Lagerung von Wirtschaftsdünger (M4.4). Sie werden im Folgenden aber auch für die Flächenmaßnahmen AUKM (M10.1) und Ökolandbau (M11) berechnet, die mit Sekundärzielen zur Verringerung von THG- und Ammoniakemissionen verbunden sind. Dieses Vorgehen entspricht den Empfehlungen im Evaluationsleitfaden, geht aber deutlich über die Vorgaben der EU-KOM für den eDFB 2018 hinaus (MEN-D, 2018).

Tabelle 2: Beurteilungskriterien und Indikatoren

Beurteilungskriterien	Gemeinsame Ergebnisindikatoren	Zusätzliche Ergebnisindikatoren und Informationen	Maßnahme
Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft (Methan- und/oder Distickstoffoxid) wurden verringert.	R18: Verringerte Methan- und Distickstoffoxidemissionen		M4.12, M4.4, M10 M11.1/2
Ammoniakemissionen der Landwirtschaft wurden verringert.	R19: Verringerte Ammoniakemissionen		M4.12, M4.4, M10 M11.1/2
Treibhausgas- und Ammoniakemissionen wurden verringert.		Treibhausgas- und Ammoniakemissionen von Güllelagern	M4.11
Im Rahmen von EIP wurden Projekte durchgeführt, die zur Verringerung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen der Landwirtschaft beitragen.		Durchgeführte Projekte mit erwarteter Verringerung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen	M16.1/2
Im Rahmen von LEADER wurden Projekte durchgeführt, die zur Verringerung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen beitragen.		Umgesetzte Projekte mit potenziellem Beitrag zur Reduzierung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen (Art, Anzahl, Finanzvolumen)	M19

Quelle: Eigene Darstellung, Feinkonzept (unveröffentlicht).

Die Verringerung von THG-Emissionen (R18) steht bei den AUKM und beim Ökolandbau im Vordergrund. Diese können einen Wirkungsbeitrag zur Reduktion von Lachgasemissionen über eine Effizienzsteigerung und/oder Einsparung bei der Stickstoffdüngung (Stickstoff = N) erzielen. Bei investiven Maßnahmen resultiert aus der Reduzierung der Ammoniakemissionen (s. u.) eine Minderung

indirekter Lachgasemissionen, die ebenfalls in die Schätzung der THG-Emissionsminderung einzu-beziehen ist. Auf die wichtigste Stellschraube zur Verringerung von Methanemissionen - den Vieh-besatz - nehmen über entsprechende Förderauflagen unter den AUKM die extensive Grünlandnut-zung (EXG) und die Vertragsnaturschutzmaßnahmen (VNS) Einfluss, ebenso setzt hier der Ökoland-bau (OEK) an.

Verringerte Ammoniakemissionen (R19) sind mit der emissionsarmen Lagerung (EML) und Ausbrin-gung von Wirtschaftsdüngern (EMA) zu erzielen. Erfolgt die oben erwähnte Reduzierung der Dün-germengen vor allem beim Einsatz synthetischer Stickstoffdünger, hat dies auch eine Minderung von Ammoniakemissionen zur Folge, die zum eDFB 2018 erstmalig ermittelt und hier aktualisiert wurde.

Schließlich werden relevante Wirkungen – wie dargestellt – bei Stallbauvorhaben im Rahmen der Agrarinvestitionsförderung (AFP, M4.11) durch die verpflichtende Abdeckung von neu errichteten Güllelagern erwartet. Allerdings werden Effekte dieser Vorhabenart nicht in die ergänzenden Er-gebnisindikatoren einbezogen, da diese laut Vorgaben der EU-KOM nur für Maßnahmen mit pro-grammierten Klimaschutzziele zu ermitteln sind. Die Wirkung der Abdeckung von Güllelagern im Rahmen vom AFP wird aber für den vorliegenden Bericht und gemäß den Vereinbarungen im Fein-konzept vergleichbar mit der Herangehensweise für die ergänzenden Ergebnisindikatoren R18 und R19 quantifiziert. Der ermittelte Effekt wird dann beim Wirkungsindikator I.07 auf der Programm-ebene angerechnet (vgl. Bewertungsfrage 24 im eDFB 2018).

4 Beantwortung der Bewertungsfrage

In Tabelle 3 sind die Ergebnisse zur Quantifizierung der o. a. Indikatoren zusammengefasst. In den anschließenden Ausführungen werden die Ergebnisse im Detail besprochen, getrennt nach quan-tifizierbaren und nicht quantifizierbaren Wirkungen. Die Werte für die beiden Ergebnisindikatoren R18 und R19 stellen Nettoeffekte dar, da Mitnahmen bei den Maßnahmen mit Zielsetzung im SPB 5D (EMA, EML, AUKM, Ökolandbau) weitgehend ausgeschlossen werden.

Tabelle 3: Quantitative Indikatorenwerte

Indikator		Berechneter Nettowert		
		Primäre Beiträge	Sekundäre Beiträge	Gesamtwert
Gemeinsame Ergebnisindikatoren	R18: Verringerte Methan- und Lachgasemissionen (kt CO ₂ -Äq)	6 kt	119 kt	125 kt
	R19: Verringerte Ammoniakemissionen (t NH ₃)	1.557 t	248 t	1.805 t
Zusätzliche Ergebnisindikatoren	Minderung der Ammoniakemissionen von Güllelagern bei M 4.11 (t NH ₃)			4,56 t
	Minderung der Lachgasemissionen von Güllelagern bei M 4.11 (t CO ₂ -Äq)			0,06 t
	Anzahl EIP-Projekte mit erwarteter Verringerung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen	Nicht programmiert	0	0
	Umgesetzte LEADER-Projekte mit potenziellem Beitrag zur Verringerung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen	Nicht programmiert	0	0
Gemeinsame Kontextindikatoren	C.45 Emissionen aus der Landwirtschaft - Treibhausgase (1.000 t CO ₂ -Äq)			7.660 kt
	C.45 Emissionen aus der Landwirtschaft - Ammoniak (1.000 t NH ₃)			81 kt

Quelle: Eigene Auswertungen, für C.45 Haenel et al. (2020) bzw. LANUV (2019).

4.1 Quantifizierbare Wirkungen

4.1.1 THG-Emissionen (R18)

Alle angebotenen Maßnahmen, die mit primärer oder sekundärer Zielsetzung für den SPB 5D gefördert werden, also aus dem investiven Bereich die emissionsarme Lagerung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern und bei den Flächenmaßnahmen die AUKM und der Ökolandbau, erzielen eine Verringerung von THG-Emissionen der Landwirtschaft (ohne LULUCF). In der Summe wird durch diese Maßnahmen bis 2018 eine Verringerung der THG-Emissionen des Sektors in NRW in Höhe von 125 kt CO₂-Äq erreicht (Wertespanne 71-191 kt CO₂-Äq). Das entspricht einem Minderungsanteil von 1,64 % (Wertespanne 0,9-2,5 %).

Der höchste Einzelbeitrag mit im Mittel gut 78 kt CO₂-Äq wird durch den Ökologischen Landbau erzielt. Der Beitrag aller wirksamen AUKM-Vorhaben zusammen beläuft sich auf rund 41 kt CO₂-Äq. Die mit primärer Zielsetzung im SPB 5D angebotenen Maßnahmen aus dem investiven Bereich steuern mit 6 kt CO₂-Äq vergleichsweise geringfügig, also insgesamt knapp 5 %, zum Minderungseffekt der ELER-Förderung bei. Im Folgenden werden die Ergebnisse differenzierter dargestellt.

Dabei wird gemäß der Definition des ergänzenden Ergebnisindikators R18 zwischen Lachgas- und Methanemissionen unterschieden.

Lachgasemissionen

In der Summe resultiert aus der Inanspruchnahme der Maßnahmen mit Klimaschutzziel insgesamt eine Verringerung von Lachgasemissionen in Höhe von 78 kt CO₂-Äq pro Förderjahr (Wertespanne 27-139 kt CO₂-Äq). Bezogen auf die N₂O-Emissionen der Landwirtschaft in NRW wird durch die ELER-Maßnahmen im Mittel der Förderperiode eine Minderung von 2,8 % pro Jahr erreicht (Wertespanne 1,0-5,0 %). Bei Lachgas konnte folglich über Düngeeinsparung mehr erreicht werden als im Mittel aller THG-Emissionen der Landwirtschaft (s. oben).

Flächenmaßnahmen: Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen sowie Ökolandbau

Die AUKM und der Ökolandbau tragen zusammen mit im Mittel rund 72 kt CO₂-Äq zur Minderung der Lachgasemissionen bei. Das entspricht 92 % des Wirkungsbeitrags der ELER-Maßnahmen. Der Minderungseffekt der Flächenmaßnahmen ist – wie in Kapitel 6.2 sowie bei Roggendorf und Schwarze (2020) dargestellt – größtenteils auf eine anhand betrieblicher Daten berechneten Verringerung des Stickstoffeinsatzes zurückzuführen. Die Minderung der Lachgasemissionen wurde aus einem maßnahmenspezifischen Minderungsfaktor und der im Mittel der Förderperiode erzielten Wirkfläche berechnet². Tabelle 4 fasst die Ergebnisse der pro Vorhabenart geschätzten Minderungseffekte zusammen. Angegeben sind die Ergebnisse analog zu den Minderungsfaktoren als Wertespannen mit Minimum, Maximum sowie den Mittelwerten.

Zwei Drittel des Minderungseffektes werden durch den Ökologischen Landbau, die extensive Grünlandnutzung und durch Vertragsnaturschutzmaßnahmen erzielt. Da wiederum zwei Drittel des Ökolandbaus auf Grünland stattfinden, tragen Grünlandflächen insgesamt gut zur Hälfte der Minderungswirkung bei. Der Einspareffekt pro Hektar Förderfläche fällt allerdings bei Ackerflächen, die komplett aus der Produktion genommen oder nicht gedüngt werden, am höchsten aus (Streifenmaßnahmen und Blühflächen). Abgeleitet aus der Düngung der Ackerbaukulturen, die vor Beginn der Verpflichtung auf den geförderten Flächen angebaut wurden, vermindert sich der N-Input bei diesen im Mittel um rund 180 kg N/ha. Mit rund 60 kg N/ha liegt der geschätzte Effekt pro Hektar bei Extensivierung von Grünland deutlich niedriger (sowohl extensive Grünlandnutzung als Betriebszweig als auch Vertragsnaturschutz auf Grünland). Der Ökolandbau liegt mit im Mittel 80 kg N/ha etwas darüber, wobei Minderungseffekte des Ökolandbaus auf Acker und Grünland methodisch bedingt nicht unterscheidbar sind.

² Entspricht nicht bei allen Vorhabenarten der Förderfläche, s. dazu Kapitel 6.1.

Tabelle 4: Mittlere Minderung der Lachgasemissionen durch AUKM und Ökolandbau in der laufenden Förderperiode

Maßnahmen		THG-Minderung durch N-Einsparung (Lachgas)			Anteil am Gesamteffekt
		Min	Mean	Max	
Code	Langname	t CO ₂ -Äq/a	t CO ₂ -Äq/a	t CO ₂ -Äq/a	%
M10.1.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau ¹⁾	3,49	7,55	11,62	10,5
M10.1.2	Anbau von Zwischenfrüchten	0,00	2,67	3,56	3,7
M10.1.3	Anlage von Blüh- und Schonstreifen	2,79	4,74	6,97	6,6
M10.1.4	Anlage Uferrand-/Erosionsschutzstreifen	1,59	3,02	3,97	4,2
M10.1.5	Extensive Grünlandnutzung	0,23	13,89	23,15	19,3
M10.1.6	Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen ²⁾	0,92	1,84	2,76	2,6
M10.1.6	Umwandlung von Acker in Grünland	0,01	0,03	0,09	0,0
M10.1.7/8	Vertragsnaturschutz auf Grünland ³⁾	2,47	7,42	19,79	10,3
M11	Einführung/Beibehaltung Ökolog. Landbau	15,38	30,77	61,53	42,8
Summe		26,89	71,93	133,45	

1) Fläche mit konventionell angebauten Leguminosen.

2) Ext. Ackerfläche, Ackerlebensgemeinschaften.

3) inkl. Streuobst-, aber ohne spez. Biotopschutz, Zusatzverpflichtungen und Heckenpflege.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der InVeKoS-Daten M10.1 und M11.

Beim Anbau von Zwischenfrüchten wird der N-Input in geförderten Betrieben im Mittel um 30 kg N/ha verringert. Eine Einsparung von N-Dünger bei vielfältiger Fruchtfolge konnte empirisch in Betriebsbilanzen zwar erneut nicht nachgewiesen werden (s. Roggendorf und Schwarze, 2020). Aber bei konventionell wirtschaftenden Betrieben wird bei Einstieg in den Anbau vielfältiger Kulturen die Fruchtfolge zugunsten von Fruchtarten mit geringerem N-Bedarf verändert (s. Kapitel 6.2.1). Dieser hoch signifikante Effekt -so zeigen Daten der zahlreichen neuen Teilnehmer*innen in der aktuellen Förderperiode - wird durch vermehrt angebaute Leguminosen erzielt, die vor allem Getreidearten mit hohem Düngbedarf aus der Fruchtfolge verdrängen. Geringfügig steigt auch der Anteil von Getreidearten mit geringerem Düngbedarf, d. h. vor allem Sommergetreide. Die in Tabelle 4 dargestellte Schätzung des Minderungseffektes der VK beruht also auf Annahmen bezüglich des Düngeraufkommens in teilnehmenden Betrieben. Hier bedarf es in Zukunft noch einer empirischen Untermauerung auf Basis aktuellerer betrieblicher Daten.

Bei Lachgasemissionen fällt der Schätzwert für den Fördereffekt der genannten Vorhabenarten deutlich höher aus als in der letzten Förderperiode. Bei Sander et al. (2016) wurden Lachgasemissionen nicht im Einzelnen ausgewiesen; ein direkter Vergleich ist daher nicht möglich. Aber im vorliegenden Bericht sind durch Verbesserung des Schätzverfahrens für die Wirkung der Einzelmaßnahme durchweg höhere Effekte pro Hektar Förderfläche zum Tragen gekommen. Im Verhältnis dazu hat die Zunahme der Förderfläche einen eher geringen Anteil an dem deutlich höheren Schätzwert für die Minderung von Lachgasemissionen durch die Flächenmaßnahmen.

Investive Maßnahmen

Der Minderungseffekt der zum Berichtszeitpunkt geförderten Vorhaben zur emissionsarmen Lagerung und Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern beläuft sich bei Lachgasemissionen auf 6 kt CO₂-Äq. Er ist zurückzuführen auf vermiedene N-Deposition infolge verringerter NH₃-Emissionen, die weiter unten ausführlich dargestellt werden (s. Kap. 4.1.2). Knapp zwei Drittel davon entfallen auf die Emissionsminderung bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern. Ob die Minderung der NH₃-Verluste auch in der Düngeplanung geförderter Betriebe Berücksichtigung findet, konnte anhand der zur Verfügung stehenden Daten nicht geklärt werden. Dieser potenziell zusätzliche Minderungseffekt bei Lachgasemissionen musste in der durchgeführten Schätzung unberücksichtigt bleiben, sollte aber ggf. in einer späteren Evaluationsphase anhand einer Betriebsbefragung näher untersucht werden.

Methanemissionen

Eine Verringerung der Methanemissionen wird durch den Ökologischen Landbau erreicht. Im Vergleich zum konventionellen Landbau wurden auf der ökologisch bewirtschafteten Fläche in NRW insgesamt deutlich weniger Tiere pro Hektar gehalten als im übrigen Land. Bezogen auf die LF der Ökobetriebe von rund 67.830 ha im Mittel der drei Förderjahre resultiert eine Differenz der tierhaltungsbezogenen Methanemissionen in Höhe von 47,4 kt CO₂-Äq (Wertespanne 44-52 kt CO₂-Äq), wobei fast 80 % des Einspareffektes über die Differenz der Besatzdichte in der Schweinehaltung bewirkt werden. Der Einspareffekt fällt im Mittel um knapp fünf kt CO₂-Äq höher aus als der im eDFB 2018 berichtete Wert. Dies ist zum einen im Anstieg der Ökoförderfläche begründet. Zum anderen fallen aber auch aufgrund von Korrekturen in der nationalen THG-Berichterstattung die Pro-Kopf-Emissionen und in der Umkehrung der Einspareffekt vor allem bei Rindern merklich höher aus als in der Schätzung zum eDFB 2018. Die nach Einzeljahren differenzierten Ergebnisse sind in Tabelle 5 dargestellt.

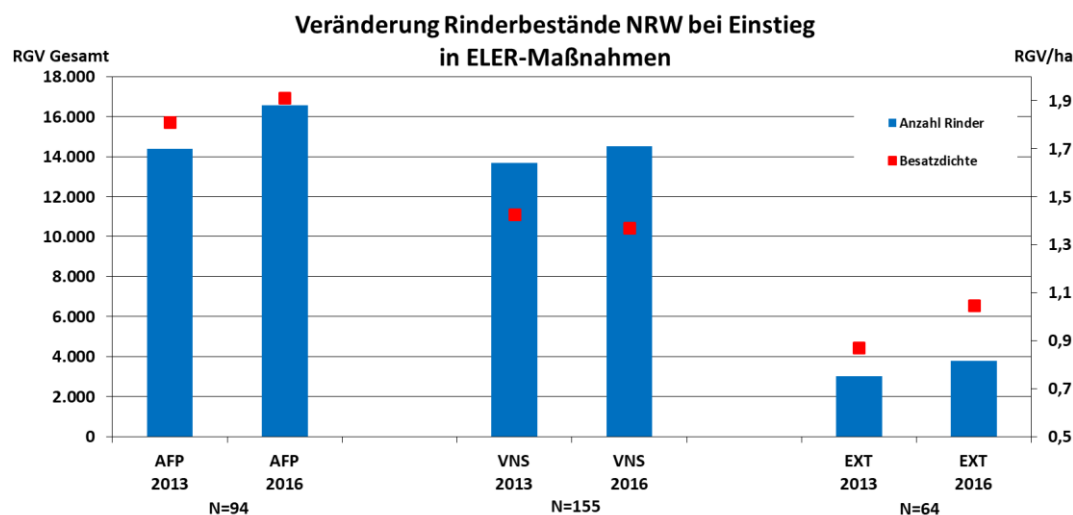
Tabelle 5: Geschätzte Einsparung von Methanemissionen durch Ökologischen Landbau (M11) in der laufenden Förderperiode

Jahr	CH ₄ -Einsparung Öko-Rinder- haltung	CH ₄ -Einsparung Öko-Schweine- haltung	CH ₄ -Einsparung Ökolandbau gesamt	CO ₂ - Äquivalente
	Gg	Gg	Gg	Gg
2016	0,51	1,33	1,84	46,06
2017	0,28	1,48	1,76	44,05
2018	0,47	1,60	2,07	51,70
Mittelwert 16-18	0,42	1,47	1,89	47,27

Quelle: Eigene Berechnungen.

Wie sich die Förderung auf den Umfang der Tierbestände in Betrieben auswirkt, die extensive Grünlandflächen (EXG, VNS) bewirtschaften, kann über die Methodik der Evaluation nicht befriedigend geschätzt werden. Maßnahmenbezogene Modellsimulationen sind derzeit (noch) nicht möglich (s. o.). Ein Difference-in-Difference-Vergleich für die Abschätzung eines Fördereffektes reicht im Gegensatz zum Ökolandbau bei diesen Vorhabenarten nicht aus. Dies lässt sich exemplarisch an den Neueinsteiger*innen beider Maßnahmen zeigen (vgl. Abb. 1). Im Zuge betrieblichen Wachstums nehmen bei allen Neueinsteiger*innen die Rinderbestände nach Einstieg in die Förderung zu. Bei Teilnehmer*innen am Vertragsnaturschutz wächst die Fläche aber stärker als der Tierbestand, sodass die Besatzdichte insgesamt abnimmt. Bei Einsteiger*innen in die extensive Grünlandnutzung als Betriebszweig ist dies nicht so, die Besatzdichte steigt sogar an (vgl. Abb. 1). Der abgeleitet aus den Förderauflagen theoretisch zu erwartende Einfluss dieser Vorhabenarten auf Methanemissionen kann aus den genannten Gründen nicht quantifiziert werden.

Abbildung 1: Besatzdichteänderung bei Inanspruchnahme verschiedener Maßnahmen des NRW-Programms Ländlicher Raum



Quelle: InVeKoS 2013/2016, eigene Auswertung.

4.1.2 Ammoniakemissionen (R19)

Die im Berichtszeitraum bis 2019 abgeschlossenen Vorhaben mit Zielen im SPB 5D erreichen zusammen eine Emissionsminderung im Umfang von knapp 1.805 t NH₃ im Vergleich zur Referenzsituation. Das entspricht einer Minderungsrate von 2,3 % des in NRW im Jahr 2018 von der Landwirtschaft emittierten NH₃. Aufgrund eines erneut deutlichen Anstiegs der Förderfälle im investiven Bereich sowie der Förderfläche bei AUKM und Ökolandbau, aber auch wegen der solideren Datenbasis bei EML und EMA sowie Verbesserungen in der Methodik der nationalen Berichterstattung, fällt der hier berichtete Schätzwert für die Emissionsminderung im Jahr 2019 mehr als doppelt so hoch aus wie der im eDfB 2018 dargestellte Wert. Die Verteilung auf die wirksamen

Maßnahmen ist den folgenden Unterkapiteln zu entnehmen, die Ergebnisse werden dort im Einzelnen besprochen.

Investive Maßnahmen

Die beiden Vorhabenarten mit Primärziel für SPB 5D trugen durch Förderung emissionsarmer Lager- und Ausbringungstechnik gut 86 % zu dieser Wirkung bei. Durch M4.4 (Lagerung) wurden in 2019 geschätzt rund 440,5 t NH₃, durch M4.12 (Ausbringung) 1.116,6 t NH₃ vermieden.

Die von Beginn an hohe Inanspruchnahme der beiden Vorhabenarten ist im Laufe der Förderperiode weiter gestiegen. Die Zahl der unterstützten Vorhaben bei emissionsarmer Lagerung betrug laut der jüngsten Zahlen des EU-Monitoring 725, bei der emissionsarmen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern wurden bis Ende 2019 755 Vorhaben (750 Betriebe) abgeschlossen. Zusammen entsprechen diese ca. 78 % des EPLR-Zielwertes. Wegen der sehr hohen Nachfrage wurde das Förderangebot bis Ende 2021 verlängert.

Emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Die geschätzte Minderungsmenge von zuletzt 1.117 t NH₃ (bzw. 920 t NH₄-N) durch emissionsarme Ausbringung wurde, wie im Methodenkapitel dargestellt, für die im Monitoring berichteten Förderfälle ausgehend von den Angaben in den Bewilligungsdaten und den Emissionsfaktoren des NIR berechnet. Tabelle 6 fasst die Berechnungsergebnisse für die Minderungseffekte der insgesamt 755 schlussgerechneten Förderfälle zusammen. Wie im Methodenkapitel erwähnt, ist die tatsächliche Verteilung emissionsarm ausgebrachter Wirtschaftsdünger auf Grünland und Ackerflächen nicht bekannt. Zur Wirkungsabschätzung wurden Angaben aus der Statistik verwendet (s. u.), was die Genauigkeit der Schätzung deutlich beeinträchtigt.

Geht man von den Angaben in den Antragsunterlagen aus, soll durch die wirksamen Vorhaben jährlich eine Güllemenge von knapp 3,3 Mio. m³ emissionsarm ausgebracht werden. Dies entspricht knapp 14 % der 2015 ausgebrachten Gesamtmenge in NRW (vgl. DESTATIS, 2016).³ Mit gut 75 % der beantragten Menge liegt der Schwerpunkt der im Rahmen von M4.12 geförderten Vorhaben bei der Ausbringung von Rindergülle. Bei dieser ist der Wirkungsgrad der Minderungstechniken deutlich höher als bei Schweinegülle (siehe Tabelle 6). Mit rund 85 % der projektierten Menge überwiegt die Ausbringung über Schleppschuhverteiler. Deren Anteil ist in der Förderperiode stetig angestiegen. Laut Bewilligungsdaten wurde 2018 und 2019 fast ausschließlich Schleppschuhtechnik beantragt.

³ Bezieht man noch die rein national finanzierte Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik für Lohnunternehmer*innen mit ein und legt die Mengenangaben in den Förderanträgen zugrunde, erreicht die Förderung unter Berücksichtigung der Bewilligungsdaten aus 2018 und 2019 zusammen mit den laut Statistik bereits 2015 vorhandenen Geräten einen Anteil besonders emissionsarmer Ausbringungstechniken von sogar 51 % an der insgesamt ausgebrachten Güllemenge.

Tabelle 6: Geschätzte Minderungseffekte emissionsarmer Ausbringtechniken

	Beantragte Güllemenge				Geschätzte Einsparmenge			
	Ausbringung verteilt nach DESTATIS 2016				Ausbringung verteilt nach DESTATIS 2016			
	Insgesamt	Grünland	Ackerland, bestellt	Ackerland, unbestellt	Insgesamt	Grünland	Ackerland, bestellt	Ackerland, unbestellt
	[in 1.000 m ³]				[t NH ₄ -N] ²⁾			
Rindergülle¹⁾								
Schleppschuh statt Breitverteiler	1.027	396	309	321	282	194	88	0
Schleppschuh statt Schlauch	1.062	102	668	293	126	37	89	0
Schlitz/Grubber statt Breitverteiler	179	69	54	56	151	78	50	24
Schlitz/Grubber statt Schlauch	185	18	117	51	117	18	89	10
<i>Summe</i>	2.453	584	1.147	721	676	326	316	34
Schweinegülle¹⁾								
Schleppschuh statt Breitverteiler	329	127	99	103	117	75	42	0
Schleppschuh statt Schlauch	341	33	214	94	57	10	47	0
Schlitz/Grubber statt Breitverteiler	65	25	19	20	41	22	14	4
Schlitz/Grubber statt Schlauch	67	6	42	18	28	4	22	2
<i>Summe</i>	802	191	375	236	243	111	126	6
Gesamtsumme abgeschlossener Vorhaben (755)	3.255	775	1.522	957	920	437	442	41

1) Geschätzte mittlere Ausgangsgehalte: Rindergülle 2,04 kg TAN/m³, Schweinegülle 3,27 kg TAN/m³.

2) Stöchiometrische Umrechnung NH₃-N zu NH₄-N: 17/14.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Auszahlungs-, Bewilligungs- und InVeKoS- Daten sowie DESTATIS (2016).

Besonders hoch sind die Verringerungseffekte der emissionsarmen Techniken bei der Ausbringung auf Grünland. Ausgehend von der o. a. statistischen Verteilung entfallen zwar nur knapp 24 % der insgesamt emissionsarm ausgebrachten Güllemenge auf Grünland (unbekannt ist der Anteil von Futtergrasanbau u. Ä., bei dem Gülle eingesetzt wird), allerdings liegt deren Anteil an der geschätzten Emissionsminderung bei 48 %.

Auf unbestelltem Acker sind Einsparmöglichkeiten im Vergleich zu herkömmlicher Ausbringungstechnik (bei vorgeschriebener Einarbeitung innerhalb von vier Stunden) nur bei Verwendung von Injektionstechnik bzw. Güllegrubbern gegeben. Wird Schleppschuhtechnik auf unbestelltem Acker eingesetzt, was laut Erhebung der Offizialstatistik für 29 % der ausgebrachte Güllemenge der Fall ist,⁴ schneidet die Schleppschuhtechnik laut den o. a. Untersuchungen von Döhler et al. (2002) schlechter ab als die Referenz mit Einarbeitung. Nach Vorgaben der Landwirtschaftskammer ist bei Einsatz der Schleppschuhtechnik auf unbestelltem Acker aber ebenfalls eine Einarbeitung in der nach DüV vorgegebenen Frist erforderlich (LWK NRW, 2019), sodass kein Unterschied mehr gegenüber der Referenz gegeben ist. Die Schätzung der Minderungswirkung über die Emissionsfaktoren des nationalen Emissionsinventars ist an dieser Stelle in der Vergangenheit also zu gering ausgefallen. Mit dem jüngst veröffentlichten Inventarbericht wurde dieses Manko behoben. Die Schätzungen im vorliegenden Bericht wurden entsprechend angepasst.

⁴ Dieser Anteil konnte über eine Auswertung von Ausbringungsbelegen von Betrieben aus Schleswig-Holstein bestätigt werden, die an der Förderung emissionsarmer Ausbringungsverfahren teilgenommen haben (vgl. Roggendorf (2019)).

Haben geförderte Betriebe vor Einstieg in die emissionsarmen Ausbringungsverfahren bereits Schleppschlauchtechnik eingesetzt, wurden geringere Minderungsfaktoren angesetzt als bei Umstieg vom Breitverteiler. Angaben zur verfügbaren Technik vor Investition liegen für die geförderten Betriebe allerdings auch nicht vor. Behelfsweise wurde zu diesem Punkt der Schätzung wieder die Verteilung entsprechend der Officialstatistik zugrunde gelegt. Danach lag 2015 der Anteil der Schleppschlauchtechnik bei den herkömmlichen Ausbringungsverfahren insgesamt schon bei rund 51 %; auf Ackerland (60 %) fiel er deutlich höher aus als auf Grünland (20 %). Mithin ist der erwähnte hohe Minderungseffekt auf Grünland zum Teil auch auf den deutlich höheren Technologiesprung im Vergleich zur Ausbringung auf Acker zurückzuführen.

Abdeckung von Güllelagern

Auch bei der Förderung der Abdeckung von Güllelagern über M4.4 wurde die Schätzung des Minderungseffektes der im Monitoring berichteten Förderfälle unter Einbeziehung der Bewilligungsdaten vorgenommen. Die in den Anträgen angegebenen voraussichtlichen Lagermengen, die Verteilung auf die förderfähigen Abdecktechniken sowie auf die aus InVeKoS abgeleitete Gülleherkunft (Rinder-/Schweinehaltung) und der sich daraus ergebende potenzielle Minderungseffekt sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Tabelle 7: Förderung emissionsarmer Lagerung von Wirtschaftsdünger (M4.4): Beantragte Lagermengen und eingesparte Ammoniakemissionen

	Emissionsfaktor [kg NH ₃ -N/kg TAN] ¹⁾	Beantragte Güllemenge [m ³]	Geschätzte Einsparmenge [t NH ₃] ³⁾
Rindergülle²⁾			
offen (mit natürlicher Schwimmdecke)	0,045		
feste Abdeckung: Zelt	0,015	365.108	31,92
feste Abdeckung: Betondecke	0,015	1.669	0,15
schwimmende Abdeckung (Folie)	0,023	288	0,02
<i>Summe</i>		367.065	32,09
Schweinegülle²⁾			
offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0,150		
feste Abdeckung: Zelt	0,105	610.515	406,23
feste Abdeckung: Betondecke	0,015	2.791	1,86
schwimmende Abdeckung (Folie)	0,023	481	0,30
<i>Summe</i>		613.788	408,39
Gesamtsumme abgeschlossener Vorhaben (725)		980.852	440,5

1) TAN = Total ammonia nitrogen (gesamter Ammonium-Stickstoff).

2) Mittlere Ausgangsgehalte laut LWK NW (2014): Rindergülle 2,4 kg TAN/m³, Schweinegülle 4,09 TAN/m³.

3) Stöchiometrische Umrechnung NH₃-N zu NH₃: 17/14.

Die abgeschlossenen Vorhaben erreichen einen Minderungseffekt von rund 440 t NH₃ pro Jahr. Das entspricht etwa 0,6 t NH₃ je Vorhaben. Insgesamt basieren fast 93 % des geschätzten Minderungseffektes auf der nachträglichen Abdeckung von Güllelagern der Schweinehaltung. Dies ist in der wesentlich höheren Minderungsrate begründet, die bei der Lagerung von Schweinegülle im Vergleich zur Referenzsituation erreicht wird. Der Anteil der Schweinegülle an der abgedeckten Menge liegt bei 63 %. Unter den geförderten Betrieben ist der Anteil an Schweinehalter*innen stetig angestiegen. Im ersten Antragsjahr wurden sogar vornehmlich Abdeckungen für Güllelager der Rinderhaltung beantragt. Der Minderungseffekt wird fast ausschließlich über die Installation von Zeltdächern erreicht, knapp 0,5 % über Betondecken. Der Folieneinsatz ist in der Antragspraxis fast bedeutungslos (zwei Anträge).

Über die abgeschlossenen Vorhaben wurde eine Lagermenge von rund 981.000 m³ flüssigem Wirtschaftsdünger projiziert. Bezogen auf die Gesamtmenge ausgebrachter, flüssiger Wirtschaftsdünger in NRW (DESTATIS, 2016) bedeutet dies einen Anteil von 4,2 %. Alle bewilligten Förderanträge bis 2019 zusammen machen einen Anteil abgedeckter Behälter an der Güllemenge in NRW von ca. 5,5 % aus. Die beantragenden Unternehmen halten, abgeleitet aus den Bestandsangaben im InVe-KoS, grob geschätzt rund 50.000 Rinder und 592.600 Schweine, das entspricht ca. 3,6 % des Rinder- bzw. 8,4 % des Schweinebestands in NRW im Mittel der letzten vier Jahre. Unklar bleibt aber der tatsächliche Anteil von Rinder- und Schweinegülle an den abgedeckten Lagern, weil entsprechende Angaben in den Antragsdaten nicht erfasst werden.

Flächenmaßnahmen: Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen und Ökolandbau

Bei AUKM (M10.1) und Ökolandbau (M11.1/2) entsteht eine Minderung von NH₃-Emissionen infolge der Einsparung von Mineraldüngern (s. o.). Umgerechnet über die mittlere Wirkungsfläche der ausgewerteten Förderjahre ergibt sich daraus eine jährliche Minderung der Ammoniakemissionen von im Mittel 248 t NH₃ oder 14 % des Gesamteffektes. Die durch AUKM und Ökolandbau eingesparten N-Mineraldüngermengen und die sich ergebenden Einsparungseffekte für Ammoniak- und indirekte Lachgasemissionen⁵ sind in Tabelle 8 dargestellt.

⁵ Die Minderung indirekter Lachgasemissionen ist in die in Kapitel 5.1.1 dargestellten Effekte mit einberechnet.

Tabelle 8: Einsparung von N-Dünger durch AUKM und Ökolandbau und resultierende Verringerung von NH₃- und indirekten N₂O-Emissionen

Maßnahmen		Einsparung N-Dünger	Verringerung NH ₃ -Emission	Verringerung indirekter N ₂ O-Emission
Code	Langname	[t N/a]	[t NH ₃ /a]	[t CO ₂ -Äq/a]
M10.1.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau ¹⁾	1.275	48,2	185,79
M10.1.2	Anbau von Zwischenfrüchten	450	17,0	65,60
M10.1.3	Anlage von Blüh- und Schonstreifen	400	15,1	58,26
M10.1.4	Anlage Uferrand-/Erosionsschutzstreifen	255	9,6	37,15
M10.1.5	Extensive Grünlandnutzung	2.344	30,5	117,54
M10.1.6	Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen ²⁾	155	5,9	22,63
M10.1.6	Umwandlung von Acker in Grünland	10	0,1	0,33
M10.1.7/8	Vertragsnaturschutz auf Grünland ³⁾	1.253	10,9	41,87
M11	Einführung/Beibehaltung Ökolog. Landbau	5.194	110,4	425,80
	Summe AUKM	11.337	247,6	954,97

1) Fläche mit konventionell angebauten Leguminosen.

2) Ext. Ackerfläche, Ackerlebensgemeinschaften.

3) inkl. Streuobst-, aber ohne spez. Biotopschutz, Zusatzverpflichtungen und Heckenpflege.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Minderungseffekte werden durch den Umfang der Förderfläche sowie durch Anteil und Art der eingesparten Mineraldünger bestimmt. Da Einzelangaben zur Düngereinsparung auf geförderten Betrieben nicht vorlagen, wurde mit Näherungswerten gearbeitet. Weitere methodische Ausführungen dazu finden sich in Kapitel 6.2.2. Generell fällt der Einspareffekt pro Hektar auf Grünlandflächen geringer aus, da davon ausgegangen wird, dass gemäß Beratungsempfehlungen auf Grünland weniger harnstoffhaltige Dünger eingesetzt bzw. eingespart werden als auf Ackerflächen. Harnstoffhaltige Mineraldünger erzeugen laut THG-Berichterstattung wesentlich mehr Ammoniakemissionen als andere Mineraldüngerarten (vgl. Haenel et al., 2020).

4.1.3 Weitere Minderungseffekte

Abdeckung von Güllelagern im Rahmen der AFP-Förderung

Die mit einem Emissionsminderungsziel verbundene, investive Förderung über M4.11 (AFP) führt über eine Abdeckung neu errichteter Güllelager im Rahmen von Stallbauvorhaben zu einer Vermeidung von Ammoniakemissionen in Höhe von rund 4,6 t NH₃ pro Jahr. Dadurch werden zusätzlich indirekte Lachgasemissionen im Umfang von rund 59 kg N₂O pro Jahr vermieden (=17,6 t CO₂-Äq). Diese Werte werden nicht bei den Ergebnisindikatoren R18 und R19 angerechnet, aber in die Schätzung des Wirkungsindikators I.7 auf Programmebene einbezogen (s. u.).

Unter den ausgewerteten 98 Förderfällen von Stallbauvorhaben mit Investitionen in Güllelagerstätten wurden insgesamt 27 Vorhaben ermittelt, die eine emissionsmindernde Abdeckung eingebaut haben und damit als wirksam eingestuft wurden. Befragungsergebnisse zur Güllelagerung bei den Stallbauvorhaben zeigen, dass bei 31 % der Investitionen in die Rinderhaltung und bei 55 % der Investitionen in Schweineställe die Emissionsfaktoren im Rahmen des Bauvorhabens verbessert wurden (vgl. Tabelle 9). In diesen Fällen wurde gemäß der RL emissionsmindernde Abdecktechnik in Form von festen Decken oder Zeltdächer installiert.⁶ Bei den übrigen Vorhaben in der Rinderhaltung mit Neu- oder Umbau von Güllelagern entstand keine Verbesserung der Emissionssituation, weil die Gülle im Neubau unter Flur gelagert wird (Gülle Keller). Diese Variante ist förderfähig, der Emissionsfaktor wird bei Rindergülle aber gegenüber der Referenz einer offenen Lagerung mit Ausbildung einer natürlichen Schwimmdecke nicht verändert. Zum Teil wurden auch, besonders in der Schweinehaltung, alte durch neue Lager unter Flur ersetzt, die dann ebenfalls keine Verbesserung der Emissionssituation bewirken.

Tabelle 9: Minderung von Ammoniakemissionen durch Abdeckung neu errichteter Güllelager bei Stallbauvorhaben des AFP (M4.11)

	Emissionsfaktor [kg NH ₃ -N/kg TAN]*	Geförderte Betriebe		Güllemenge		NH ₃ -Emissionen	
		Vorher [N]	Nachher [N]	Vorher [m ³]	Nachher [m ³]	Vorher [kg NH ₃]**	Nachher [kg NH ₃]**
Rindergülle							
offen (mit natürlicher Schwimmdecke)							
oder Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0,045	17	16	23.724	24.250	2.644	2.703
feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0,015	11	19	5.059	43.480	188	1.616
schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0,030	0	1	0	977	0	73
<i>Summe (Nettozahl Betriebe)</i>		21	21	28.782	68.707	2.832	4.391
<i>Potenzielle Emissionen ohne zusätzliche Abdeckung</i>	0,040						6.761
Einsparung	0,014						2.370
Schweinegülle							
offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0,150	4	3	2.584	1.688	1.638	1.070
Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0,105	1	2	720	2.010	319	892
feste Abdeckung (inkl. Zelt)	0,015	2	5	991	6.382	63	405
schwimmende Abdeckung (Strohhäcksel)	0,030	1	1	450	447	57	57
<i>Summe (Nettozahl Betriebe)</i>		6	6	4.745	10.526	2.077	2.423
<i>Potenzielle Emissionen ohne zusätzliche Abdeckung</i>	0,104						4.608
Einsparung	0,049						2.185
Nettozahl der Betriebe bzw. Gesamtsumme		27	27	33.527	79.233	4.910	6.814
Einsparung gesamt							4.555

* TAN = Total ammonia nitrogen (gesamter Ammonium-Stickstoff). Mittlere Ausgangsgehalte laut LWK NRW (2014): Rindergülle 2,4 kg TAN/m³, Schweinegülle 4,09 kg TAN/m³.

** Stöchiometrische Umrechnung NH₃-N zu NH₃: 17/14.

Quelle: Emissionsfaktoren nach Haenel et al. (2020); ansonsten Auswertung der ZWE-Befragung.

⁶ In die Auswertung mit einbezogen und in Tabelle 9 dargestellt sind – soweit in der Befragung angegeben – der emissionsmindernde Einsatz von Strohhäcksel für die Abdeckung bestehender Güllelager.

Auf den Betrieben mit wirksamer Abdeckung entstehen aufgrund der mit den Investitionen meist verbundenen Bestandsaufstockung im Saldo mehr THG-Emissionen aus der Güllelagerung als vor der Investition (6.814 kg NH₃ bei 79.233 m³ Gülle nach Investition, 4.910 kg NH₃ bei 33.527 m³ Gülle vor Investition). Die anfallende Güllemenge wird auf den Betrieben durch Bestandsaufstockung mehr als verdoppelt. Allerdings führt bei den wirksamen Förderfällen die Abdeckung zu einer Minderung der Ammoniakemissionen pro Kubikmeter gelagerter Gülle. Wie an den in Tabelle 9 gelisteten Emissionsfaktoren zu erkennen ist, fällt die Einsparung pro Kubikmeter bei Schweinegülle höher aus als bei Rindergülle. Im Mittel der Förderfälle wird eine Emissionsminderung bei Rindergülle um rund 0,01 kg NH₃ je Kubikmeter erreicht, bei Schweinegülle hingegen knapp 0,05 kg NH₃ je Kubikmeter. Für die bei wirksamen Vorhaben nach Investition anfallende Güllemenge errechnet sich anhand dieser Faktoren im Vergleich zum Zustand ohne Abdeckung eine Vermeidung von Ammoniakemissionen in Höhe von rund 4,56 t NH₃ pro Jahr.

Anzumerken ist, dass auch bei den Betrieben, die eine feste Abdeckung oder ein Zeltdach auf neue Güllebehälter installiert haben, noch ein beträchtlicher Teil der anfallenden Güllemenge entweder ohne Abdeckung in Altanlagen oder in Güllekellern gelagert wird, also in aus Emissionsschutzsicht weniger geeigneten Varianten der Güllelagerung.

Flächenmaßnahmen: Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen und Ökolandbau

Ein Teil der Minderungseffekte bei AUKM und Ökolandbau basiert – wie oben dargestellt – auf der Verringerung des Stickstoffinputs über Mineraldünger. Dies führt grob geschätzt zu einer zusätzlichen Einsparung von CO₂-Emissionen im Umfang von 85 kt CO₂-Äq, die bei der Produktion chemisch-synthetischer Dünger anfallen (vgl. Flessa et al., 2012). Diese werden in der THG-Berichterstattung des Industriesektors verbucht und können laut Vorgaben der EU-KOM daher nicht beim Wirkungsindikator I.7 angerechnet werden.

4.2 Nicht quantifizierbare Effekte

Das für den vorliegenden Bericht durchgeführte Screening von Projektlisten zur Identifizierung relevanter Fördervorhaben, von denen ein potenzieller Emissionsminderungseffekt ausgehen kann, zeigt für die betrachteten Maßnahmen folgendes Bild:

Unter den acht abgeschlossenen Projekten der Förderung Europäischer Innovationspartnerschaften (M16.1/2) war keines, das auf die Minderung von THG- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft abzielt oder diese als relevanten Sekundäreffekt adressiert. Auch beim Screening der LEADER-Projektlisten (M19) konnte kein potenziell wirksames Vorhaben identifiziert werden.

5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Ammoniakemissionen

Das NRW-Programm zielt mit seinem Maßnahmenportfolio vor allem auf die Minderung von Ammoniakemissionen. Über die geförderten Maßnahmen wird aktuell eine Minderungsrate von 2,3 % des in NRW von der Landwirtschaft emittierten Ammoniaks erreicht. Die Minderungsrate ist im Laufe der Förderperiode vor allem durch die stetig wachsende Nachfrage nach der investiven Förderung emissionsarmer Lager- und Ausbringungstechnik für flüssige Wirtschaftsdünger deutlich angestiegen. Mit der sehr guten Akzeptanz der Förderung von EML und EMA hat das NRW-Programm das Förderziel bezogen auf die Minderung vor allem von Ammoniakemissionen in hohem Maß erreicht. Die laut nationaler Berichterstattung zuletzt sinkenden NH₃-Emissionen in NRW (vgl. Haenel et al., 2020) können allerdings (noch) nicht auf den Fördereffekt zurückgeführt werden, weil das deutsche Emissionsinventar noch mit veralteten Eingangswerten berechnet ist und den Techniksprung in NRW nicht adäquat abbildet.

Verglichen mit den Reduktionszielen, die Deutschland schon sehr kurzfristig bis 2020 erreichen muss, ist der bislang erzielte Beitrag der ELER-Förderung bei der Minderung von NH₃-Emissionen infolge der **Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger** allerdings nicht ausreichend. An dem von Osterburg et al. (2018) berechneten Reduktionsumfang, der zur Zielerreichung in Deutschland insgesamt erforderlich wäre, macht der Beitrag des EPLR lediglich knapp 2,6 % aus. Geht man von einem Minderungsbedarf aus, der bezogen ist auf den Anteil von 13 %, den NRW zu den NH₃-Emissionen in Deutschland beiträgt, wäre mit den ELER-Maßnahmen bis zum Berichtszeitpunkt ein Minderungsanteil von knapp 22 % erreicht.

Die Minderungsrate der ELER-Vorhaben zur emissionsarmen Ausbringung bildet aber nur einen Ausschnitt der aktuellen Fördersituation ab. Investitionen von Lohnunternehmer*innen in emissionsarme Ausbringungstechnik wurde in erheblichem Umfang außerhalb des ELER gefördert. Deren Fördereffekt ist nicht Gegenstand der Evaluation und daher nicht berechnet worden. Bezieht man aus Bewilligungsdaten aber die Mengenangaben dieser rein national finanzierten Förderfälle mit ein, erreicht die Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik bereits einen Anteil von knapp 40 % der insgesamt ausgebrachten Wirtschaftsdüngermenge in NRW. Inklusive der Baseline zu Beginn der Förderung sind dies sogar gut 52 %. NRW hat also schon einen beträchtlichen Teil des Reduktionspotenzials durch emissionsarme Ausbringungstechnik ausgeschöpft.

Von landwirtschaftlichen Betrieben wurde überwiegend Schleppschuhtechnik beantragt (laut Bewilligungsdaten gut 86 % der projektierten Menge, inklusive Lohnunternehmer*innen sind es rund 75 % der anvisierten Ausbringungsmenge). Mit der Konzentration auf Schleppschuhtechnik wird aber der im Luftreinhalteprogramm angestrebte Techniksprung zur Emissionsminderung bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern nur unzureichend möglich. Die Projektionen zum erforderlichen Minderungsbedarf für die Erreichung der NEC-Ziele gehen von einer anzustrebenden Ausbringung mit Injektion bzw. Schlitztechnik auf bestelltem Acker bzw. Grünland aus, die höhere Einspareffekte erzielen als Schleppschuhverteiler.

Mit Konzentration auf Schleppschuhverteiler in der aktuellen Investitionswelle können die anvisierten Minderungsmengen nicht erreicht werden. Um hier gegenzusteuern, sollte bei zukünftigen Förderprogrammen nach Wegen gesucht werden, die Attraktivität für Investitionen in noch effektivere Minderungstechniken zu erhöhen. Dabei sind die technischen Entwicklungen inklusive Ansäuerung von Gülle im Lager und bei der Ausbringung zu beobachten und ggf. einzubeziehen.

Bei der **Abdeckung vorhandener Güllelager** kann wegen veralteter statistischer Grundlagen nicht abgeschätzt werden, wie weit das Förderpotenzial in NRW bereits ausgeschöpft wird. Gemessen am von Osterburg et al. (2018) bundesweit geschätzten Bedarf für Emissionsminderung durch Abdeckung hat die Förderung in NRW bisher einen Anteil von 4,4 % erreicht. Bezogen auf den Emissionsanteil von NRW bei Stall und Lagerung (=17 %) liegt der Anteil bei 27 %. Wie von Expertenseite gefordert, wird neben der Ausbringung auch bezüglich der Lagerung von Gülle und Gärresten auch zukünftig ein Investitions- und Förderprogramm zur Unterstützung der notwendigen Anpassungen zur Umsetzung der neuen NEC-Richtlinie erforderlich sein (Osterburg et al., 2019).

Insgesamt sind höhere Anforderungen an (bauliche und technische) Lösungen zur Lagerung und Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern sowie an Abluftreinigung zu erwarten (siehe Luftreinhalte- sowie Klimaschutzprogramm der Bundesregierung). Es ist daher erforderlich, diesbezüglich Weiterentwicklungen im Hinblick auf eine möglichst emissionsfreie Lagerung und Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern zu forcieren und die Fördermaßnahmen entsprechend anzupassen. Investitionen in Stallbauten sollten möglichst emissionsarm ausgerichtet werden, vergleichsweise emissionsträchtige stallbauliche Lösungen (z. B. mit Unterflurlagerung von Flüssigmist im Stall) sollten soweit möglich von der Förderung ausgeschlossen werden.

Maßnahmen zur Emissionsminderung bei Ammoniak sollten generell im Verbund gesehen und gefördert werden. Die Förderung der Abdeckung von Güllelagern (sowie entsprechende Auflagen bei der Agrarinvestitionsförderung, M4.11) ist erst dann sinnvoll, wenn die resultierenden höheren Ammoniumgehalte der Gülle nicht wieder zu erhöhten Emissionen bei der Ausbringung führen und zudem in der Düngeplanung der Betriebe tatsächlich Berücksichtigung finden. Letzteres wäre in späteren Evaluationsphasen unbedingt noch zu untersuchen.

THG-Emissionen

Der Umfang der Emissionsminderung bei Treibhausgasen aus der nordrhein-westfälischen Landwirtschaft in Höhe von 1,6 %, der durch das NRW-Programm im Mittel der Förderperiode erreicht werden konnte, ist gemessen am Zielwert des NRW-Klimaschutzplanes zu gering (s. o.). Der Wirkungsbeitrag ist seit Beginn der Förderperiode geringfügig angestiegen, vor allem aufgrund des Flächenzuwachses bei den AUKM und beim Ökolandbau. Die investive Förderung hat trotz der sehr guten Akzeptanz für die Minderung von THG-Emissionen wenig Bedeutung.

Der Einfluss des NRW-Programms auf den Trend der THG-Emissionen aus der Landwirtschaft war entsprechend marginal. Bei insgesamt ansteigenden Emissionen der Landwirtschaft in NRW im Laufe der Förderperiode war das EPLR lediglich in der Lage, den Effekt gegenläufiger Treiber

geringfügig abzuschwächen. Eine Zielerreichung bei den THG-Minderungszielen bis 2020 ist daher trotz des bis dato zu verzeichnenden Zuwachses bei der Inanspruchnahme von ELER-Maßnahmen äußerst unwahrscheinlich.⁷ Bei dieser Vorausschau ist wichtig zu beachten, dass sich der in den Zielwert eingerechnete Sektor LULUCF mit seinen Einflüssen auf die Kohlenstoffspeicherung aufgrund der massiven Beeinträchtigung der Wälder zuletzt von einer Senke in eine Quelle von THG-Emissionen entwickelt hat.

Das NRW-Programm hat das Potenzial des ELER in Teilen ausgeschöpft, zur THG-Minderung beizutragen. Es setzt diesbezüglich konsequent auf sekundäre Effekte von Maßnahmen, die primär anderen Zielen dienen. Der Maßnahmenmix setzt an den zentralen Stellen an, bei dem der ELER in NRW im Hinblick auf THG-Emissionen der Landwirtschaft Wirkpotenzial besitzt.

Längerfristig sind folgende Ansatzpunkte im Hinblick auf Senkung der THG-Emissionen der Landwirtschaft herauszustellen, vor allem im Kontext des neuen Klimaschutzgesetzes:

Als einer der wichtigsten Ansatzpunkte für die **Minderung der Lachgasemissionen** wird im Klimaschutzprogramm der Bundesregierung die von Expertenseite vielfach geforderte Verbesserung der sektoralen N-Effizienz gesehen (vgl. WBAE und WBW, 2016). Effekte werden vor allem von der Reform des Düngerechts erwartet. Aussagen zur zukünftigen Ausgestaltung einer Flächenförderung sind vor diesem Hintergrund zum aktuellen Zeitpunkt nicht möglich, da der Effekt der neuen Baseline derzeit noch nicht abzuschätzen ist. Unbekannt sind die Wirkungen der jüngsten DüV-Reform, aber auch die zukünftige Ausgestaltung der 1. Säule mitsamt Konditionalitäten und Eco-Schemes wird das zukünftige Spektrum der Flächenmaßnahmen mitbestimmen.

Allerdings wird es aus Klimaschutzsicht nicht reichen, die N-Effizienz zu verbessern. Eine Reihe von ELER-Maßnahmen setzt auf die Senkung des N-Inputs, nicht nur der N-Effizienz. An dieser Stelle bedarf es der gesellschaftlichen Aushandlung, in welchem Umfang Flächen für den Klimaschutz extensiviert oder aus der Produktion genommen werden. Sinnvoll sind Maßnahmen, die auch anderen Zielen dienen. Mit dem Klimaschutzplan der Bundesregierung festgelegt ist bereits das zukünftige Ziel für den Ökologischen Landbau. Extensivierungsmaßnahmen können zu Verlagerungseffekten führen. In die Entscheidung über den Extensivierungsgrad sollten daher auch produktspezifische Bewertungen einbezogen sein, die im vorliegenden Bericht aufgrund methodischer Vorgaben nicht zum Tragen kamen.

Ein nationaler GAP-Strategieplan bietet aus Sicht der Evaluation die Chance, Extensivierung nach Effizienzgesichtspunkten räumlich zu steuern. Das Thünen-Institut spricht sich zudem dafür aus, eine gesellschaftlich gewünschte Senkung des N-Einsatzes eher über ökonomische Instrumente umzusetzen, wobei dem Emissionshandel aus verschiedenen Gründen der Vorzug gegeben werden sollte (Isermeyer et al., 2019).

⁷ Wegen des Zeitverzugs in der THG-Berichterstattung wird eine Beurteilung der Emissionssituation in 2020 erst in zwei Jahren möglich sein, wenn die entsprechenden Daten vorliegen werden.

Bei Maßnahmen im Pflanzenbau ist insbesondere aus Klimaschutzsicht die Kohlenstoffspeicherung mitzubedenken, die im vorliegenden Bericht ebenfalls nicht thematisiert wird. Gerade der Schutz von organischen Böden, in NRW weniger von Moorböden, birgt ein hohes Minderungspotenzial. Eine umfassende Bewertung von ELER-Maßnahmen im Hinblick auf ihre Klimaschutzwirkung und -potenziale ist nur unter Einbeziehung der Wirkung auf Kohlenstoffspeicherung möglich, was Gegenstand eines Berichts zur Ex-post-Bewertung sein wird.

Zur Verbesserung der N-Effizienz beim Einsatz flüssiger Wirtschaftsdünger hat das NRW-Programm über spezifische Investitionsförderangebote (EML, EMA) mit hoher Akzeptanz beitragen können. Ob diese Potenziale auf betrieblicher Ebene auch genutzt werden und tatsächlich der Düngereinsatz gesenkt wird, ist offen und muss seitens der Evaluation noch untersucht werden (s. o.). Welchen Beitrag die Beratung, die in NRW überwiegend außerhalb des ELER angeboten wird, leistet oder leisten sollte, wäre in die o. g. Untersuchung einzubeziehen.

Das Langfristziel zur Steigerung der Ökolandbaufläche wird auch verbunden sein mit einer Reduzierung von Viehbeständen und damit weiter zur **Minderung von Methanemissionen** beitragen. Auch über den Ökolandbau hinaus ist die Absenkung der Viehbestände ein wirksamer Ansatz zur Minderung der Methanemissionen, bedarf aber ebenfalls eines gesellschaftlichen Aushandlungsprozesses, der bezüglich der Zukunft der Tierhaltung bereits auf vielen Ebenen intensiv geführt wird. Das NRW-Programm hat in diesem Zusammenhang mit der Besatzdichtebegrenzung beim AFP bereits einen potenziell wirksamen Ansatz zur Minderung von Methanemissionen eingeführt, der sich überdies in die Leitlinien der Bundesregierung im Klimaschutzplan einfügt. Der Klimaschutzeffekt dieser Auflage konnte für den vorliegenden Bericht noch nicht untersucht werden.

Laut Klimaschutzplan ist ein weiterer wichtiger Ansatzpunkt zur Reduzierung von Methanemissionen die Vergärung und gasdichte Lagerung von Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft. Langfristig wird daraus eine Zukunftsaufgabe investiver Förderung erwachsen, wenn rechtliche Hürden überwunden sind. Trotz Aufwand für Gülletransporte sind laut Experteneinschätzung größere Anlagen wirtschaftlicher als die derzeit geförderten Güllekleinanlagen (Osterburg et al., 2019).

Über M16.1/2 und M19 konnten bislang keine Wirkungsbeiträge für den SPB 5D erzielt werden. Im Hinblick auf Klimaschutz sind in anderen Bundesländern einige Innovationspartnerschaften entstanden, oft mit Fokus auf die oben erwähnte Verbesserung der N-Effizienz. Ggf. können über das bundesdeutsche Innovationsnetzwerk Erkenntnisse aus anderen Ländern für NRW nutzbar gemacht werden. LEADER-Projekte mit Wirkungsbeitrag zu den Zielen des SPB 5D wurden auch in anderen Bundesländern kaum umgesetzt.

6 Daten und Methoden

6.1 Datenquellen

Zur Berechnung der Minderungseffekte der beiden Ergebnisindikatoren R18 und R19 wurden folgende Datenquellen genutzt:

- Emissionsarme Lagerung (EML) und Ausbringung (EMA) von Wirtschaftsdüngern: Eine Liste der schlussgezählten Vorhaben beider Maßnahmen, deren Anzahl in Tabelle B1 des aktuellen EU-Monitoring 2020 berichtet wird, wurde seitens der Landwirtschaftskammer NRW im Mai 2020 zur Verfügung gestellt. Aus den jährlich abgerufenen Bewilligungsdaten zu den genannten Vorhaben wurden Angaben zu den geplanten Lagervolumina bzw. Ausbringungsmengen sowie zur beantragten Abdeck- bzw. Ausbringtechnik ergänzt. Dabei fanden Daten der Antragsjahre 2016 bis 2019 Berücksichtigung.
- InVeKoS-Daten zum Tierbestand der geförderten Betriebe der EML oder EMA. In die Auswertungen wurden Rinder- und Schweinebestände als vierjähriges Mittel der Kopfzahlen aus den InVeKoS-Daten 2015 bis 2018 einbezogen⁸. Im InVeKoS NRW werden innerhalb der Rinder nur die Kälber und innerhalb der Schweine nur Zuchtschweine separat erfasst.
- Statistische Angaben zu den Ausbringungsflächen aus dem Jahr 2015 (DESTATIS, 2016).
- Einzelbetriebliche InVeKoS- und Förderdaten für die AUKM und den Ökolandbau samt Tierdaten des InVeKoS (s.o.). Zur Berechnung eines mittleren Effektes der laufenden Förderperiode wurden die Förderfläche bzw. die als wirksam eingeschätzte Flächen⁹ für die AUKM 10.1.1 bis 10.1.5 sowie für M11.1/2 aus den Förderjahren 2016 bis 2018 gemittelt. Für die AUKM 10.1.6, 10.1.7, 10.1.8 wurde das Mittel aus den vier Förderjahren 2015 bis 2018 berechnet. Die einzelnen Flächenangaben sind in Tabelle 10 zusammengestellt.
- Stickstoffbilanzen von AUKM-Teilnehmer*innen und – in anonymisierter Form – von nicht geförderten Betrieben, inklusive einzelner Bilanzpositionen, erhoben im Rahmen der Fachrechtskontrolle zur Düngeverordnung in NRW und von der Landwirtschaftskammer (LWK NRW) um Strukturparameter aus dem InVeKoS ergänzt (siehe auch Factsheet Auswertung von Nährstoffbilanzen, Roggendorf und Schwarze, 2020).

⁸ Turnusgemäß werden die InVeKoS-Daten für das Jahr 2019 erst im Sommer 2020 abgerufen.

⁹ Je nach Vorhabenart wird die gesamte Förderfläche oder nur einen Teil davon als wirksam eingeschätzt, nähere Erläuterungen dazu finden sich in Kapitel 4.2.

Tabelle 10: Wirksame Fläche von AUKM und Ökolandbau mit Klimaschutzzielen

Maßnahmen		2015	2016	2017	2018	Mittel der ⁴⁾ Förderperiode
Code	Langname	Wirksame Fläche [ha]	Wirksame Fläche [ha]	Wirksame Fläche [ha]	Wirksame Fläche [ha]	Wirksame Fläche [ha]
M10.1.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau ¹⁾		73.375	99.823	121.086	98.095
M10.1.2	Anbau von Zwischenfrüchten	26.527	13.955	15.154	15.915	15.008
M10.1.3	Anlage von Blüh- und Schonstreifen	3.652	4.173	4.714	5.228	4.705
M10.1.4	Anlage Uferstrand-/Erosionsschutzstreifen	2.498	2.205	2.605	3.242	2.684
M10.1.5	Extensive Grünlandnutzung	37.892	38.292	38.804	40.120	39.072
M10.1.6	Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen ²⁾	1.676	2.351	2.777	3.552	2.589
M10.1.6	Umwandlung von Acker in Grünland	136	92	68	104	100
M10.1.7/8	Vertragsnaturschutz auf Grünland ³⁾	19.071	20.262	21.300	22.882	20.879
M11.1/2	Einführung/Beibehaltung Ökolog. Landbau	55.418	57.660	66.459	70.651	64.923

1) Förderfläche konventionell wirtschaftender Teilnehmer*innen.

2) Ext. Ackerfläche, Ackerlebensgemeinschaften.

3) inkl. Streuobst-, aber ohne spez. Biotopschutz, Zusatzverpflichtungen und Heckenpflege.

4) M10.1.1 bis 10.1.5, M11.1/2 als Mittel aus 2016 bis 2018. Für M10.1.6, M10.1.7/8 als Mittel aus 2015 bis 2018.

Quelle: InVeKoS-Daten 2015 bis 2018.

Für die Ermittlung der zusätzlichen Ergebnisindikatoren zu SPB 5D standen zur Verfügung:

- Projektlisten zu den EIP-Vorhaben mit ausführlicher Projektbeschreibung,
- Projektlisten zu den LEADER-Projekten samt Projektbeschreibung.

Für die Ermittlung der Effekte der hier mit dargestellten Maßnahme mit Landesziel (M4.11):

- Bewilligungs- und Auszahlungsdaten zu den geförderten AFP-Vorhaben sowie für die Abschätzung des Ist-Zustandes Befragungsdaten zu den bewilligten Vorhaben aus den Jahren 2014 bis 2016.

6.2 Quantitative Methoden

Die Verringerung der THG- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft werden gemäß der Definition der beiden ergänzenden Ergebnisindikatoren R18 und R19 der EU-KOM angelehnt an die nationale Emissionsberichterstattung Deutschlands und damit nach den Richtlinien des IPCC 2006 berechnet. Den Vorgaben der EU-KOM folgend werden beide Indikatoren für abgeschlossene Vorhaben ermittelt. Die Berechnungswege werden im Folgenden grob umrissen.

6.2.1 Verringerung von THG-Emissionen

Der dem SPB 5D zugeordnete ergänzende Ergebnisindikator R18 für THG-Emissionen aus der Landwirtschaft ist auf Methan- und Lachgasemissionen beschränkt. Er umfasst damit nicht alle THG des nationalen Emissionsinventars für den Sektor Landwirtschaft. Es fehlen die CO₂-Emissionen aufgrund von Kalkung sowie Harnstoffanwendung. Laut der Definition des Indikators R18 sind Methan und Lachgas entsprechend IPCC (2006) mit folgenden Faktoren für das Treibhausgaspotenzial eines Zeithorizonts von 100 Jahren in CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq) umzurechnen: CH₄ = 25 CO₂-Äq; N₂O=298 CO₂-Äq.

Lachgasemissionen

Flächenmaßnahmen: AUKM und Ökolandbau

Die Verringerung der N₂O-Emissionen wird bei den Flächenmaßnahmen ausgehend von der mittleren Einsparung der eingesetzten Stickstoffdüngermenge in kg N/ha Förderfläche geschätzt.

Für den vorliegenden Bericht wurde den Vorgaben des EU-Helpdesk für Wirkungsanalysen auf der Maßnahmen- bzw. Mikroebene folgend (ENRD, 2018) die mittlere Düngereinsparung je ha Förderfläche soweit möglich über einen Teilnehmer-Nichtteilnehmervergleich (Mit-Ohne-Vergleich) ermittelt. Auf der Basis verfügbarer Daten konnte dieser Vergleich für einen Teil der AUKM, nämlich die flächenstarken Vorhabenarten Anbau von Zwischenfrüchten (M10.1.2), extensive Grünlandbewirtschaftung (M10.1.5), für Vertragsnaturschutz auf Grünland (M10.1.7/8) sowie für den Ökolandbau (M11) nachgewiesen werden. In den entsprechenden Analysen wurden Matchingverfahren eingesetzt, um die Zielgröße, also die Düngereinsparung, als Differenz zwischen ansonsten möglichst gut vergleichbaren Gruppen mit und ohne Förderung zu ermitteln. Nähere Ausführungen zur Vorgehensweise und den jeweils für die Maßnahmen gewählten Matchingparametern finden sich in Roggendorf und Schwarze (2020).

Als Datenquelle wurde gemäß Absprache mit dem Fachreferat auf Daten aus der Fachrechtskontrolle zur Düngeverordnung in NRW zurückgegriffen. Zu diesem Zweck stellte die LWK NRW als zuständige Düngebehörde die erfassten Daten aus den Wirtschaftsjahren 2014/15 und 2015/16 im Sommer 2018 zur Verfügung (vgl. Roggendorf und Schwarze 2020). Ergänzt war das Datensample aus der Fachrechtskontrolle durch Daten von ca. 320 Betrieben mit freiwilligen Angaben für wissenschaftliche Zwecke.¹⁰

¹⁰ Die Daten bilden zwar nicht die Förderbedingungen der Flächenmaßnahmen in der aktuellen Förderperiode ab, wurden aber dennoch genutzt, weil sich die Auflagen bei den einzelnen AUKM oder beim Ökolandbau nur graduell geändert haben. Es ist davon auszugehen, dass Erkenntnisse aus dem Abbildungszeitraum des Datensamples zumindest auf die ersten Jahre der Förderperiode übertragbar sind, also bis zur Reform der Düngeverordnung in 2017. Die festgestellten Unterschiede zwischen Teilnehmer*innen und Nichtteilnehmer*innen im Datensample dürften weitgehend denen der zurückliegenden Förderperiode ähneln. Im Feinkonzept zur Evaluation ist vorgesehen, für die Ex-post-Bewertung eine entsprechende Auswertung mit Daten aus dem Zeitraum nach DüV-Reform von 2017 zu wiederholen.

Die Klimaberichterstattung berechnet die Lachgasemissionen sowohl für die Stickstoffdüngung aus mineralischen bzw. chemisch-synthetischen wie auch aus organischen Quellen. Die eben genannten Daten sind zwar mit einzelnen Bilanzgrößen der Nährstoffvergleiche nach DüV geliefert worden. Sie enthalten daher auch Angaben zum N-Input über Wirtschaftsdünger aus der eigenen Tierhaltung sowie Angaben zu den N-Mengen von Wirtschaftsdüngerimporten und -exporten. Diese Bilanzgrößen wurden aber als Nettowerte nach Abzug von Verlusten geliefert. Wegen fehlender Hintergrunddaten (z. B. differenzierte Tierzahlen) ist intransparent, wie die Verluste zustande kommen. Auch innerbetriebliche Wirtschaftsdüngerkreisläufe, insbesondere bei Betrieben mit Biogasanlagen, sind kaum nachzuvollziehen. Daher stößt eine Interpretation der N-Flüsse im Bereich der organischen Dünger auf erhebliche Schwierigkeiten. Die Daten sind damit für einen validen Vergleich von ausgebrachten Stickstoffmengen aus organischen Düngern bei Teilnehmer*innen und Nichtteilnehmer*innen nur eingeschränkt aussagekräftig.

Um diese Unsicherheiten bei der Interpretation der Auswertungsergebnisse zu berücksichtigen, wird im vorliegenden Bericht für die Schätzungen in Anlehnung an die Methodik der THG-Berichterstattung mit Wertespanssen gearbeitet. Diese umfassen bei den Maßnahmen, deren Düngereinsparung über die Auswertung der Nährstoffvergleiche hergeleitet wird (Ökolandbau, Grünlandextensivierung, Vertragsnaturschutz auf Grünland, Zwischenfruchtanbau), als Mittelwert die in den Analysen nachgewiesene N-Einsparung über Mineraldünger und als Maximalwert die Summe der N-Zufuhr über Mineraldünger und organische Dünger (Saldo aus dem N-Anfall aus der eigenen Tierhaltung plus Wirtschaftsdüngerimporten minus Wirtschaftsdüngerexporten). Bei Vertragsnaturschutz auf Grünland wurde pauschal nur die Hälfte der nachgewiesenen Einsparung angesetzt, da laut Reiter und Sander (2010) auf mehr als der Hälfte der NSG-Flächen in NRW düngerelevante Schutzgebietsauflagen greifen und Förderflächen überwiegend auch in NSG zu finden sind (Sander et al., 2019). Bei allen Vorhabenarten wurde vereinfachend mit stark gerundeten Werten gearbeitet.¹¹

Für einige der ackerbaulichen Maßnahmen, insbesondere die Streifenmaßnahmen, konnten die Schätzgrößen nicht durch Mit-Ohne-Vergleiche aus den Nährstoffvergleichen der LWK ermittelt werden. Stattdessen wurde in den meisten Fällen mit Bedarfswerten gemäß DüV für die Kulturen gearbeitet, die bei der Ohne-Referenz einer gewöhnlichen ackerbaulichen Nutzung wahrscheinlich auf den Förderflächen angebaut würden. Diese wurden, soweit möglich, über eine Vorher-Nachher-Auswertung aus den InVeKoS-Flächenverzeichnissen der teilnehmenden Betriebe gewonnen. Für die Förderung vielfältiger Kulturen im Ackerbau wurden anhand von InVeKoS-Daten die

¹¹ Die Reduzierung oder Vermeidung des Stickstoffinputs über die Mineraldüngergaben steht bei einigen Maßnahmen im Vordergrund. Für AUKM (EXG, tlws. VNS Grünland) und Ökolandbau, die auflagenseitig auch eine Begrenzung von Tierbesatzzahlen vorsehen, wird aber der Minderungseffekt über den angegebenen Mittelwert vermutlich unterschätzt. Der tatsächliche Minderungseffekt dürfte bei diesen eher den oberen Grenzwerten entsprechen. Allerdings steht dem eine Überschätzung entgegen, die dadurch zustande kommt, dass für jede Vorhabenart jeweils die gesamte Förderfläche in die Berechnung mit einbezogen wird, obwohl häufig Förderkombinationen auf einem Schlag zu finden sind (Doppelzählungen). Förderkombinationen wirken in der Regel aber nicht additiv, sondern der Effekt der höherwertigen Auflage dominiert zumeist. Wegen der Vielfalt möglicher Kombinationen und des hohen Berechnungsaufwandes wurden Doppelzählungen in der vorliegenden Auswertung nicht bereinigt.

Fruchtfolgen vor und seit dem Einstieg in die Förderung über einen Difference-in-Difference-Vergleich (Vorher-/Nachher und Mit-/Ohne-Vergleich) analysiert. Der mittlere N-Bedarfswert der Fruchtfolgen neu teilnehmender Betriebe verringerte sich bei Einstieg in die Förderung vielfältiger Kulturen signifikant um rund 13 kg N/ha, während er in der Gruppe vergleichbarer Kontrollbetriebe nahezu unverändert blieb. In wenigen Fällen wurde auch auf eine Literaturrecherche (z.B. Osterburg und Runge, 2007) sowie auf Ergebnisse der Ex-post-Bewertung zurückgegriffen (Reiter et al., 2016).

In Tabelle 11 sind maßnahmenbezogen die Minderungswerte als Mittelwert sowie die Wertespannen für die in die Berechnung eingeflossene Düngereinsparung in kg N je ha Förderfläche, die Quellen zur Ableitung der Schätzwerte sowie nähere Begründungen aufgelistet.

In der nationalen THG-Berichterstattung werden ausgehend von der ausgebrachten Düngermenge verschiedene Emissionspfade für Lachgas und verwandte Stickoxide berechnet. Bei der hier durchgeführten Schätzung wird aber den Angaben von Flessa et al. (2012) folgend vereinfachend davon ausgegangen, dass pro kg eingespartem Stickstoff im Mittel 5,92 kg CO₂-Äq durch Lachgasemissionen eingespart werden (vgl. auch Flessa, 2019).¹²

Die Einsparung von CO₂-Äq je ha wird im abschließenden Schritt auf die gesamte wirksame Fläche der jeweiligen Maßnahmen hochgerechnet. Es wird ein mittlerer Effekt pro Förderjahr ausgewiesen. Dazu wird bei den meisten AUKM und beim Ökolandbau die in Tabelle 10 dargestellte mittlere Förderfläche herangezogen. Bei der vielfältigen Fruchtfolge wird als Wirkfläche hingegen die Förderfläche konventionell wirtschaftender Teilnehmer*innen angesehen. Wegen des i. d. R. gegebenen N-Defizits im Ökolandbau (vgl. auch Roggendorf und Schwarze 2020) wird für Ökobetriebe kein zusätzlicher Minderungseffekt durch VK angenommen.

¹² Zusätzlich können noch die in der THG-Berichterstattung im Kapitel Industrie berichteten THG-Emissionen bei der Herstellung chemisch-synthetischer Dünger berechnet werden. Bezieht man diese mit ein, ergibt sich nach Flessa et al. (2012) insgesamt eine Einsparung von rund 13,4 kg CO₂-Äq je eingespartem kg N (vgl. auch Sander et al., 2016). Allerdings muss dieser Effekt der Vorkette laut Indikatordefinitionen hier unberücksichtigt bleiben. Er wird aber bei der Schätzung des Programmeffektes auf den Wirkungsindikator I.7 mit einberechnet (siehe Bewertungsfrage 24).

Tabelle 11: Geschätzte Einsparung üblicher Stickstoffdüngergaben durch AUKM (M10) und Ökolandbau (M11) mit Klimaschutzzielen

Maßnahmen		Düngereinsparung			Herleitung / Begründung
Code	Langname	Min	Mean	Max	
		kg N/ha			
M 10.1.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau	6	13	20	Unterschied des mittleren N-Bedarfswertes nach DüV der Fruchtfolge vor und nach Einführung der Maßnahme, ermittelt bei Neueinsteigern über einen Mit-Ohne- und Vorher-Nachher-Vergleich (2015 vs. 2018), Min und Max = Standardabweichung.
M 10.1.2	Anbau von Zwischenfrüchten	0	30	40	Auswertung Nährstoffvergleiche DüV (vgl. Roggendorf und Schwarze 2020)
M 10.1.3	Anlage von Blüh- und Schonstreifen	100	170	250	BLU und UFE: Mittelwert differenziert über N-Bedarf der Vorkulturen gemäß DüV
M 10.1.4	Anlage Uferrand-/Erosionsschutzstreifen	100	190	255	BLU und UFE: Mittelwert differenziert über N-Bedarf der Vorkulturen gemäß DüV
M 10.1.5	Extensive Grünlandnutzung	30	60	100	Auswertung Nährstoffvergleiche DüV (vgl. Roggendorf und Schwarze 2020)
M 10.1.6	Vertragsnaturschutz auf Ackerflächen	60	120	180	Gegenüber BLU und UFE Abzüge wegen z.T. geringerer Auflagen bzgl. Düngereinsatz (keine Düngungsauflagen auf ca. 1/3 der Förderfläche, bei 7 % nur Einschränkung der organischen Düngung, Nulldüngungseffekt nur auf 55 % der Förderfläche), 7 % der Förderfläche unter Ökoanbau, dort geringere Minderungswirkung.
M 10.1.6	Umwandlung von Acker in Grünland	30	50	80	vgl. Osterburg und Runge (2007)
M 10.1.7 / 8	Vertragsnaturschutz auf Grünland	20	60	160	Auswertung Nährstoffvergleiche DüV (vgl. Roggendorf und Schwarze 2020), pauschal werden 50% des ermittelten Effektes als Wirkung der Maßnahme angenommen, die übrigen 50% als Wirkung der Schutzgebietsauflagen (vgl. Reiter und Sander 2010).
M 11.1/2	Einführung/Beibehaltung Ökolog. Landbau	40	80	160	Laut Flessa et al. (2012) wird für Ökolandbau der Gesamteffekt zur Minderung von THG-Emissionen über den Pauschalwert 1,75 t CO ₂ -Äq/ha geschätzt. Dieser umfasst auch die Methanemissionen und C-Sequestrierung durch Humusaufbau (s. Reiter et al. 2016). Schätzung der einzelnen Treibhausgasanteile bestätigt den Pauschalwert für NRW in etwa, Lachgasminderung durch Düngereinsparung über Auswertung Nährstoffvergleiche DüV nachgewiesen (vgl. Roggendorf und Schwarze 2020).

Quelle: Eigene Berechnungen sowie die in den Begründungen angegebenen Literaturquellen.

Investive Maßnahmen

Die Förderung emissionsarmer Lagerung und Ausbringung von Gülle (M4.4 und M4.12) hat zwar auf die direkten Lachgasemissionen keinen Einfluss. Allerdings vermindern sich die indirekten N₂O-Emissionen aus der Deposition von Ammoniak, da weniger NH₃-N emittiert wird. In den Berechnungen für Minderungseffekte des NRW-Programms wird der im Emissionsinventar verwendete Emissionsfaktor (EF) genutzt. Danach ist von 0,01 kg N₂O-N pro kg emittiertem NH₃-N und NO-N auszugehen. Dieser Faktor wird auch bei der Schätzung der Fördereffekte des AFP (M4.1) genutzt. Bei geförderten Stallbauvorhaben werden durch die Auflage, neu errichtete Güllelager mit einer Abdeckung zu versehen (feste Betondecke oder Zeltdach), ebenfalls Ammoniakemissionen und damit indirekt Lachgasemissionen verringert (siehe Kapitel 6.2.2).

Theoretisch können die investiven Maßnahmen eine zusätzliche Einsparung von Mineraldünger zur Folge haben, wenn aufgrund der Minderung der NH₃-Verluste mehr kurzfristig verfügbarer Stickstoff in den Wirtschaftsdüngern verbleibt und dieser in der Düngeplanung Berücksichtigung findet. Ob ein solcher Effekt bei geförderten Betrieben auftritt, konnte anhand der zur Verfügung stehenden Daten nicht ermittelt werden. Er wird aber als eher unwahrscheinlich eingeschätzt, eine Schätzgröße wird daher nicht berechnet. Dieser Punkt wird in späteren Evaluationsphasen über eine bessere Datenbasis noch zu klären sein.

Methanemissionen

Eine Berechnung der Minderungseffekte bei Methanemissionen analog zur Vorgehensweise der THG-Berichterstattung müsste über eine Modellsimulation inklusive Kopplung mit einem Agrarsektormodell erfolgen (vgl. etwa Offermann et al., 2018). Da diese Modelle aber derzeit nicht in der Lage sind, ELER-Maßnahmen differenziert abzubilden, wurde für den vorliegenden Bericht eine stark vereinfachte Schätzung durchgeführt, bei der der Einfluss der Fördermaßnahme auf die Aktivitätsdaten des Klimamodells berechnet wird, also auf die Zahl gehaltener Tiere. Eine solche vereinfachte Schätzung kann ohne Modellunterstützung plausibel nur für den Ökologischen Landbau vorgenommen werden.

Dazu werden in einem Mit-Ohne-Vergleich anhand von InVeKoS-Daten die durchschnittlichen Besatzdichten der Rinder- und Schweinebestände von Teilnehmer*innen am Ökologischen Landbau denen aller anderen Betriebe in NRW gegenübergestellt, die nicht an AUKM mit Auflagen bezüglich der Besatzdichte teilnehmen (EXG, VNS auf Grünland)¹³. Im zweiten Schritt wird dann der Minderungseffekt der Maßnahme ausgehend von der ermittelten Differenz der Tierbestandszahlen je Hektar über die Methanemissionsrate der jeweiligen Tiergruppen im aktuellen Emissionsbericht geschätzt (Haenel et al., 2020). Die ermittelten Besatzdichteunterschiede und die Methanemissionsraten sind in den Tabellen 12 und 13 dargestellt. Die Berechnung wird jeweils für die Förderjahre 2016 bis 2018 durchgeführt. Die Methanemissionen in NRW gehen im Laufe der Förderperiode laut THG-Berichterstattung erkennbar zurück, was in erster Linie auf sinkende Tierzahlen zurückzuführen ist. Allerdings nimmt bei den Rindern die Emissionsmenge pro Tier über die Jahre hinweg betrachtet zu.

Tabelle 12: Besatzdichte des Rinder- und Schweinebestands NRWs im Ökologischen Landbau im Vergleich zur LF mit Besatzdichteauflagen gemäß Ordnungsrecht

Betriebe, die teilnehmen an...	2016			2017			2018		
	LF	Besatz Rinder	Besatz Schweine	LF	Besatz Rinder	Besatz Schweine	LF	Besatz Rinder	Besatz Schweine
	ha	Zahl/100 ha	Zahl/100 ha	ha	Zahl/100 ha	Zahl/100 ha	ha	Zahl/100 ha	Zahl/100 ha
Ökologischer Landbau	36.996	81,0	50,1	42.295	84,9	50,1	44.181	81,5	42,1
Ökologischer Landbau komb. mit Vertragsnaturschutz	23.991	82,4	11,4	27.243	85,2	13,2	28.795	81,6	19,8
Keine Maßnahme mit Besatzdichteauflage	1.224.102	91,1	425,4	1.202.027	89,6	415,0	1.174.025	88,7	420,1

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von InVeKoS-Daten sowie Haenel et al. (2020).

¹³ Da im InVeKoS (Sammelantrag) keine ausreichend differenzierten Tierangaben der Betriebe in NRW vorliegen, kann im Gegensatz zum nationalen Emissionsinventar aber nur näherungsweise eine sehr grobe Berechnung über Stückzahl Rinder bzw. Schweine je Hektar erfolgen (s.o.).

Tabelle 13: Methanemissionen von Rindern und Schweinen in NRW 2015 bis 2018

	2015	2016	2017	2018
Σ CH ₄ -Emissionen aus der Tierhaltung (Verdauung), Rinder, in Gg a ⁻¹ CH ₄	108,6	107,8	106,8	106,0
Σ CH ₄ -Emissionen aus der Tierhaltung (Verdauung), Schweine, in Gg a ⁻¹ CH ₄	6,9	6,9	7,0	6,7
Σ CH ₄ -Emissionen aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), Rinder, in Gg a ⁻¹ CH ₄	18,0	17,9	17,8	17,6
Σ CH ₄ -Emissionen aus der Tierhaltung (Wirtschaftsdünger-Management), Schweine, in Gg a ⁻¹ CH ₄	27,2	27,3	27,5	26,6
Rinder insgesamt, Anzahl, in 1000	1.458	1.442	1.419	1.382
Schweine insgesamt ohne Saugferkel (wie im Inventar verwendet), Anzahl, in 1000	6.187	6.116	6.142	5.884
CH ₄ -Emissionen aus der Tierhaltung Rinder, kg/Rind	86,7	87,3	87,8	89,5
CH ₄ -Emissionen aus der Tierhaltung Schweine, kg/Schwein	5,5	5,6	5,6	5,7

Quelle: Haenel et al. (2020).

Eine Mit-Ohne-Abschätzung der Tierbestandsentwicklung auf extensiven Grünlandflächen (EXG, VNS) ist mit großer Unsicherheit verbunden. Der theoretisch mögliche Einfluss entsprechender Vorhabenarten auf Methanemissionen kann derzeit nicht bestimmt werden.

Die bei AFP-Stallbauvorhaben geforderte Abdeckung von Güllelagern führt nicht zur Verringerung von Methanemissionen. Der im nationalen Emissionsinventar verwendete Methanumwandlungsfaktor fällt bei fester Schwimmdecke geringer aus als bei abgedeckten Lagerstätten (0,1 m³ CH₄ je m³ Rindergülle, 0,15 m³ CH₄ je m³ Schweinegülle), ansonsten besteht kein Unterschied zwischen den Abdeckvarianten (0,17 m³ CH₄ je m³ Rindergülle, 0,25 m³ CH₄ je m³ Schweinegülle).¹⁴ Die Förderauflage zur Abdeckung hat folglich eine geringfügige Steigerung der Methanemissionen zur Folge, die wegen des geringen Umfangs allerdings vernachlässigt wird.

6.2.2 Verringerung von Ammoniakemissionen

Die Verringerung von Ammoniakemissionen wird für die Teilmaßnahmen M4.12 und M 4.4 berechnet, die mit primärer Zielsetzung für den SPB 5D im NRW-Programm Ländlicher Raum angeboten werden, aber auch für die mit Landesziel Klimaschutz geförderte Agrarinvestitionsförderung (M4.11). Dabei werden die in der nationalen Treibhausgasberichterstattung genutzten Emissionsfaktoren für Lagerung und Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern herangezogen. Basierend auf den Arbeiten von Döhler et al. (2002) unterscheiden sich die Emissionsfaktoren der geförderten emissionsärmeren Technikvarianten sowohl bei der Güllelagerung als auch bei der Ausbringung im Vergleich zu herkömmlichen Verfahren hinsichtlich der in die Atmosphäre entweichenden Ammoniakmengen.

¹⁴ Ähnlich sieht es bei Lachgas aus, wobei insgesamt nur vernachlässigbare Mengen emittiert werden, die EF fallen entsprechend niedrig aus.

Emissionsarme Lagerung von Wirtschaftsdüngern (M4.4)

Über die Teilmaßnahme wird die Nachrüstung von bestehenden Lagerbehältern für flüssige tierische Exkremate mit einer festen Abdeckung (Betondecke oder Zeltdach) oder einer Schwimmfolie mit Auftriebskörper gefördert. Die nationale THG-Berichterstattung weist den Lagerverfahren je nach Art der Abdeckung (ohne Abdeckung bzw. mit natürlicher Schwimmdecke vs. Zeltdach, fester Betondecke oder Folienabdeckung) und differenziert nach Art der anfallenden Wirtschaftsdünger (Rinder, Schweine) unterschiedliche Emissionsfaktoren zu. Die Emissionsfaktoren der Lagerverfahren sind in Tabelle 7 in Kapitel 4.1.2 dargestellt.

Die Verringerung der NH_3 -Emissionen aus Wirtschaftsdüngerlagern durch nachträgliche Abdeckung wird als einfacher Vorher-Nachher-Vergleich über die Emissionsfaktoren für die jeweilige Abdeckungstechnik in Verbindung mit den Lagermengen berechnet. Die Lagermengen wurden für die im Monitoring 2020 berichteten (schlussgerechneten) Förderfälle den Bewilligungsdaten der Förderjahre 2016 bis 2019 entnommen und stellen den jeweiligen Planstand bei der Beantragung dar.¹⁵ Da die Bewilligungsdaten keine Angaben zu den Anteilen von Schweine- bzw. Rindergülle enthalten, wurden diese näherungsweise über Angaben zum Tierbestand im InVeKoS-Antrag der geförderten Unternehmen geschätzt. Dazu wurden Mittelwerte der Tierbestände aus den Daten 2015 bis 2018 berechnet.

Bei Schweinegülle werden als Referenz vor Investition Güllelager ohne jegliche Abdeckung angenommen, bei Rindergülle hingegen ist i. d. R. eine natürliche Schwimmdecke vorhanden. Für den $\text{NH}_4\text{-N}$ -Gehalt der ins Lager gelangenden Gülle werden folgende mittlere Werte gemäß LWK NRW (2014) eingesetzt: Rinder $2,4 \text{ kg NH}_4\text{-N/m}^3$, Schweine $4,09 \text{ kg NH}_4\text{-N/m}^3$.¹⁶

Emissionsarme Ausbringungstechnik (M4.12)

Auch für die Ermittlung der Minderungswirkung emissionsarmer Ausbringungsverfahren werden die Emissionsfaktoren der nationalen Treibhausgasberichterstattung genutzt (Haenel et al., 2020). Nach Döhler et al. (2002) sind die deutlich höheren Emissionsfaktoren der zur Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger eingesetzten, herkömmlichen Technikvarianten Breitverteiler und Schleppschlauch zu unterscheiden von denen der geförderten emissionsärmeren Techniken Schleppschuh, Schlitzverfahren und Güllegrubber bzw. Injektionsverfahren.

Zudem unterscheiden sich die Emissionsfaktoren von Rinder- und Schweinegülle sowie von Gärresten. Zusätzlich ist der Vegetationszustand auf den Ausbringungsflächen (Grünland oder Acker, mit oder ohne Vegetation) und bei unbestelltem Acker die Einarbeitungszeit zu berücksichtigen.

¹⁵ Angaben zur tatsächlich gelagerten Menge liegen nicht vor.

¹⁶ Tierbestände sind – wie in Kapitel 4.1 erwähnt – im InVeKoS NRW nur sehr undifferenziert erfasst. Näherungsweise wird daher bei Schweinegülle über die Angaben geförderter Betriebe im InVeKoS für Mastschweine und Sauen, die sehr unterschiedliche NH_4 -Gehalte aufweisen, ein mittlerer Gehalt über die Anteilswerte beider Gruppen geschätzt. Da Milchvieh und Mastbullen im InVeKoS nicht unterschieden werden können, wird ein einfacher Mittelwert beider Gruppen ohne Anteilswerte berechnet.

Da entsprechende Angaben für die geförderten Betriebe nicht vorliegen, wurde näherungsweise zur Schätzung der Emissionsminderungseffekte angenommen, dass bei geförderten Betrieben die Ausbringungsmengen hinsichtlich der Vegetation auf den vorgesehenen Ausbringungsflächen entsprechend den im Jahr 2015 statistisch erhobenen Daten verteilt sind (DESTATIS, 2016).

Bei Ausbringung auf unbestelltem Acker mittels Breitverteiler oder Schleppschlauch wurde dabei, der Baseline der in 2017 gültigen Fassung der Düngeverordnung folgend, eine Einarbeitung innerhalb von vier Stunden angenommen. Zu beachten ist, dass aufgrund einer Korrektur in der nationalen Berichterstattung der Einsatz von Schleppschuhtechnik auf unbestelltem Acker mit den gleichen EF zu berechnen ist wie der von Breitverteilern oder Schleppschlauch, da auch bei dieser Variante laut Vorgaben der Düngebehörden eine Einarbeitung binnen vier Stunden zu erfolgen hat. Die Berechnungen der Einspareffekte zu den eDFB 2016 und 2018 basierten noch auf den veralteten Annahmen des NIR. Der Einspareffekt wurde dabei zu gering geschätzt.

Abgeleitet aus den EF der aktuellen nationalen THG-Berichterstattung (Haenel et al., 2020) wurden also für die Berechnungen zum vorliegenden Bericht die in Tabelle 14 gelisteten Minderungsfaktoren angesetzt. Anzumerken ist, dass in den Förderdaten Schlitzverfahren und Injektionstechnik/Güllegrubber nicht unterschieden werden, obwohl sie verschiedene Emissionsfaktoren aufweisen. Um eine Schätzung für diese gemischte Gruppe zu ermöglichen, wurden die teilweise in den Bewilligungsdaten mitgelieferten Vorhabenbeschreibungen ausgewertet. Demnach ist davon auszugehen, dass in dieser Gruppe in der Mehrzahl in Injektionstechnik bzw. Güllegrubber investiert wurde, in wenigen Fällen auch in Maschinen, die flexibel auf unbestellten Acker und auf Grünland einsetzbar sind, in reine Schlitztechnik aber so gut wie gar nicht. Näherungsweise wurden daher in unseren Schätzungen für die als Gruppe Schlitz/Injektion ausgewiesenen Förderfälle Minderungsfaktoren angesetzt, die denen der Injektionstechnik bzw. Güllegrubber deutlich näherkommen als denen der geringer wirksamen Schlitzverfahren. Diese Annahme erscheint außerdem plausibel, weil es sich bei den Förderfällen dieser Gruppe um Betriebe mit einem sehr hohen Ackeranteil handelt (im Mittel 86 %).

Ausgehend von den ausgebrachten Güllemengen kann dann anhand der Emissionsfaktoren mit und ohne emissionsarme Ausbringungstechnik die Verringerung der Ammoniakemissionen in t NH₃-N berechnet werden. Da aber tatsächlich ausgebrachte Mengen nicht vorliegen¹⁷, wurde näherungsweise für die im Monitoring 2020 berichteten Vorhaben die Planmengen aus den Bewilligungsdaten herangezogen, getrennt nach den Technikvarianten. Die Berechnungen gehen von einem durchschnittlichen Ammoniumgehalt der Gülle nach Lagerung aus, der mangels genauerer Daten den o. a. Erfahrungswerten der Landwirtschaftskammer (LWK NRW, 2014) abzüglich der Verlusten nach DüV entspricht. Es wurde mit folgenden Schätzwerten gerechnet: Rindergülle normal 2,04 kg NH₄-N/m³, Schweinegülle normal 3,27 kg NH₄-N/m³.

¹⁷ Genauere Daten zur tatsächlich ausgebrachten Menge und zur Vegetation auf den Ausbringungsflächen, die bei der Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik als AUKM in anderen Bundesländern über Ausbringungsbelege erfasst werden, stehen in NRW nicht zur Verfügung.

Tabelle 14: Angesetzte Minderungsfaktoren der geförderten Ausbringungstechniken im Vergleich zu Breitverteiler und Schleppschlauch

	<i>Breitverteiler</i>		
	Acker		Grünland
	Einarbeitung < 4 h	Vegetation	
Rindergülle			
Schleppschuh	0,00	0,14	0,24
Schlitzverfahren/ Injektion-Grubber	0,21	0,45	0,55
Schweinegülle			
Schleppschuh	0,00	0,13	0,18
Schlitzverfahren/ Injektion-Grubber	0,065	0,225	0,275
	<i>Schleppschlauch</i>		
	Acker		Grünland
	Einarbeitung < 4 h	Vegetation	
Rindergülle			
Schleppschuh	0,00	0,065	0,18
Schlitzverfahren/ Injektion-Grubber	0,10	0,375	0,49
Schweinegülle			
Schleppschuh	0,00	0,0675	0,09
Schlitzverfahren/ Injektion-Grubber	0,035	0,1625	0,185

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Haenel et al. (2020).

Als Referenz für den Zustand vor Investition in emissionsarme Technik wurde die Verteilung der beiden herkömmlichen Ausbringungsverfahren Breitverteiler und Schleppschlauch ebenfalls gemäß der statistischen Erhebung des Jahres 2015 angesetzt. Demnach wurde bei den Schätzungen für ca. 49 % der Teilnehmer*innen als Referenz von Breitverteilung und für rund 51 % von Schleppschlauchausbringung ausgegangen.¹⁸

Bei der Ermittlung der Anteile von Rinder- und Schweinegülle wurde wie bei emissionsarmer Lagerung auf Tierbestandsangaben aus dem InVeKoS zurückgegriffen. Für die Schätzung des Anteils von Gärresten, die über die geförderten Geräte ausgebracht werden, liegen keinerlei Anhaltspunkte vor. Da für Gärreste allerdings im nationalen Inventarbericht derzeit mangels genauerer Daten ohnehin

¹⁸ Bei der Berechnung für das nationale Emissionsinventar werden bei Einsatz der Schleppschlauchtechnik auf mit Vegetation bedecktem Acker die Emissionsfaktoren für kurze und höhere Vegetation unterschieden. Die veröffentlichten statistischen Daten bilden diesen Unterschied nicht ab. Vereinfachend werden an dieser Stelle daher mittlere Minderungsfaktoren der beiden Varianten angesetzt (vgl. Tabelle 14).

Emissionsfaktoren für Rindergülle angesetzt werden (vgl. Haenel et al., 2020), wurden für die Schätzung der Minderungseffekte Gärreste nicht separat berechnet.

Zusammenfassend ist zu beachten, dass aufgrund der diversen, aufgezählten Einschränkungen bei den zur Verfügung stehenden Daten die Schätzung insgesamt eine recht hohe Unschärfe aufweist. Ähnliches gilt auch für die Effekte der emissionsarmen Lagerung (EML).

Abdeckung von Wirtschaftsdüngerlagern bei Stallbauvorhaben des AFP (M4.11)

Die Schätzung der förderbedingten Emissionsminderung bei Investitionen in die Güllelagerung im Rahmen von Stallbauvorhaben erfolgt ebenfalls in Anlehnung an die nationale THG-Berichterstattung. Eine Minderung der Ammoniakemissionen durch die Art der Abdeckung wird nur für die Lagerung von Gülle und Jauche angenommen. Bei Festmistlagern besteht keine Minderungsmöglichkeit durch die Art der Abdeckung. Der theoretische Einfluss der Haltungsformen auf Ammoniakemissionen, die sich infolge der Investitionen auf den geförderten Betrieben ggf. verändern, kann mit den vorliegenden Daten nicht ermittelt werden.¹⁹

Die für die Berechnung der Emissionsminderung erforderlichen Angaben wurden im Rahmen einer Befragung der Teilnehmer*innen erhoben, die bei ihren Stallbauvorhaben auch in Güllelagerstätten investiert haben (Umbau/Sanierung oder Neubau der Lagerstätten: Antwort „Ja“). Um die investitionsbedingte Veränderung der Emissionen berechnen zu können, wurden folgende Angaben für den Zustand vor und nach der Investition erfasst: Kapazität der Güllelager, Technik der Abdeckung, gülleproduzierender Tierbestand. Anhand dieser Angaben wurden über die Emissionsfaktoren der unterschiedlichen Abdeckvarianten die Emissionen aus der Güllelagerung vor und nach der Investition berechnet (vgl. Tabelle 9).

Die Durchführung der Befragung wird ausführlich im AFP-Bericht dargestellt (Forstner et al., 2020). Befragt wurden alle Förderfälle mit Bewilligungen aus den Jahren 2014 bis 2016. Von den insgesamt 198 befragten Betrieben gaben 101 an, in Güllelager investiert zu haben, 98 Betriebe haben die Güllelagerstätten neu gebaut. Mit dem Investitionsvorhaben verbunden war zumeist eine erhebliche Steigerung der Viehbestände und infolgedessen eine erhebliche Ausweitung der Güllelagerkapazität, die im Mittel um das 3,3-fache erhöht wurde. Die Antworten von neun Betrieben waren nicht auswertbar, da Angaben zur Art der Abdeckung fehlten. Mit 80 Betrieben lag der Investitionsschwerpunkt der ausgewerteten Förderfälle eindeutig in der Rinderhaltung, elf verwertbare Antworten gab es von Betrieben mit Investitionen in der Schweinehaltung, ein Förderfall weist einen gleich hohen Gülleanfall beider Tiergruppen auf.

Unter den in den Jahren 2017 bis 2019 bewilligten Förderfällen sind ebenfalls Stallbauvorhaben zu finden, die mit Investitionen in Güllelager verbunden sein können. Jedoch können die Neubauten

¹⁹ Nach Flessa et al. (2012) ist festzustellen, dass Weidehaltung zu einer signifikanten Verringerung der NH₃-Emissionen führt. Allerdings sind die im Rahmen der Befragung erhobenen Daten zu ungenau, um einen validen Vorher-Nachher-Vergleich durchführen und auf dieser Grundlage einen Maßnahmeneffekt schätzen zu können.

mit Abdeckverpflichtung nur in den Fällen eindeutig identifiziert werden, in denen der Fördergegenstand ‚Güllebehälter‘ explizit in der Vorhabenbeschreibung erwähnt wird. Im Jahr 2017 traf dies für 17 Förderfälle zu, im Jahr 2018 wurden 16 und in 2019 14 entsprechende Bewilligungen ausgesprochen. Durch Änderung der Vorlagen für die im Rahmen der Bewilligung zu erstellenden Investitionskonzepte (IK) werden aber ab 2017 – anders als in den Vorjahren – von den Antragsteller*innen weder valide Angaben zu Art und Volumen der Güllelagerung und -abdeckung noch Angaben zu den Tierhaltungen vor und nach der Investition erhoben. Die Emissionsfaktoren können ohne diese Angaben nicht ermittelt werden. Die eingesparten Emissionen können also auf Grundlage der ab dem Jahr 2017 zur Verfügung gestellten Daten nicht berechnet werden, die Effekte relevanter Förderfälle sind in den vorliegenden Bericht nicht einbezogen. Um die Effekte des AFP zur Ex-post-Bewertung schätzen zu können, muss mit dem Fachreferat gemeinsam über die Erhebung geeigneter Daten beraten werden.

Einsparung von Mineraldüngung

Die für die AUKM und den Ökolandbau beschriebene Einsparung bei der N-Düngung wird in Teilen über die Mineraldüngergaben erreicht. Die Einsparung von N-haltigen Mineraldüngern hat eine Einsparung von Ammoniakemissionen zur Folge, die bei Ausbringung von N-Mineraldüngern entstehen können.

Die Höhe dieser Emissionen ist von der Art des Düngers abhängig, die höchsten NH_3 -Emissionen entstehen bei harnstoffhaltigen Düngern. In der nationalen THG-Berichterstattung werden Emissionsfaktoren für die NH_3 -Emissionen bei Mineraldüngergaben nach sechs Mineraldünger-kategorien unterschieden. Da nicht bekannt ist, welche Art von Mineraldünger bei AUKM-Teilnehmer*innen eingesetzt bzw. eingespart werden, wurde bei Maßnahmen auf Ackerflächen pauschal die vom statistischen Bundesamt veröffentlichte Verteilung der in NRW insgesamt eingesetzten Mineraldünger den Schätzungen zugrunde gelegt.²⁰ Bei Maßnahmen auf Grünland (EXG, VNS-Grünland, Ökolandbau auf Grünland) hingegen wird davon ausgegangen, dass den Empfehlungen der Beratung folgend kaum harnstoffhaltige Dünger eingesetzt werden (kein AHL-Dünger, ein Drittel des statistisch erfassten Harnstoffs)²¹. Auf Basis dieser Annahmen erfolgte die Berechnung eines gewichteten mittleren Emissionsfaktors für Ackerland von $0,038 \text{ kg NH}_3/\text{kg N}$ und für Grünland von $0,013 \text{ kg NH}_3/\text{kg N}$. Zur Berechnung der eingesparten Emissionen werden diese Faktoren dann mit der eingesparten Düngermenge verrechnet.

Die Düngereinsparung fällt bei den einzelnen Teilmaßnahmen unterschiedlich hoch aus. Für einige Maßnahmen konnte die Mineraldüngereinsparung – wie oben dargestellt – anhand der Analysen von betrieblichen Nährstoffbilanzen gesichert nachgewiesen werden (vgl. Roggendorf und Schwarze, 2020). Für die nicht über gesamtbetriebliche Daten analysierbaren Streifenmaßnahmen

²⁰ Fachserie 4 Reihe 8.2, div. Hefte, Jahrgang 2019.

²¹ Stattdessen wurde von einem deutlich höheren Anteil an Kalkammonsalpeter ausgegangen (rd. 65 %) und die Anteile der anderen drei Dünger-Gruppen in der Verbrauchsstatistik wurden jeweils um 1 % erhöht.

wurde vereinfachend angenommen, dass 50 % der eingesparten Düngermenge, die bei ackerbau-licher Nutzung diesen Flächen zugeführt würde, auf Mineraldünger entfällt. Dieser geschätzte Anteil von 50 % ergibt sich auf gesamtbetrieblicher Ebene in etwa auch, wenn man die Daten der an Streifenmaßnahmen teilnehmenden Betriebe in der Stichprobe der DüV-Kontrolldaten auswertet (vgl. Kapitel 6.2.1 Lachgasemissionen).

Theoretisch können Einspareffekte beim Mineraldüngereinsatz auch infolge investiver Maßnahmen entstehen. Wie in Kapitel 6.2.1 schon ausgeführt, liegen dazu keine Erkenntnisse vor; eine Schätzgröße wird nicht berechnet.

6.3 Qualitative Methoden

Bei den Fördermaßnahmen M16.1/2 und M19 geht es um die Wirkung einzelner, sehr unterschiedlich ausgerichteter Projekte mit vielgestaltigen Wirkungspfaden. Eine Verringerung von THG- oder Ammoniakemissionen kann dabei Zielsetzung einzelner Vorhaben sein. Z. T. entstehen durch relevante Projekte nur indirekte Wirkungen oder Effekte, die sich erst mit erheblichem Zeitverzug einstellen. Bei der EIP werden innovative Verfahren und Techniken entwickelt und getestet, deren ggf. vorhandenes emissionsminderndes Potenzial sich erst bei einer breiten Praxiseinführung wirksam entfalten kann. Für solche Maßnahmen sind daher Schätzungen zu den ergänzenden Ergebnisindikatoren nicht oder nur mit erheblichem Aufwand und i. d. R. mit hohen Unsicherheiten ermittelbar.

Im Rahmen der Vereinbarungen zum Feinkonzept war daher vorgesehen, zunächst über ein Screening von Projektlisten (siehe Kapitel 3) den Umfang relevanter Förderfälle mit potenziellen Wirkungen im SPB 5D zu erfassen. Die diesbezüglich definierten Indikatoren sind oben in Tabelle 2 aufgeführt. Werden relevante EIP- oder LEADER-Projekte tatsächlich in größerem Umfang gefördert, sollten passgenaue Untersuchungsdesigns zu emissionsmindernden Potenzialen entwickelt und ggf. konkrete Einsparungen für die Ex-post-Evaluation ermittelt werden.

Literaturverzeichnis

- AFP-RL 2016: Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen für Investitionen in landwirtschaftlichen Betrieben im Rahmen des Agrarinvestitionsförderungsprogramms (AFP) RdErl. d. Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz vom 25.04.2016
- Bathke M, Bergschmidt A, Ebers H, Eberhardt W, Fähmann B, Fengler B, Flint L, Forstner B, Franz K, Grajewski R, Pollermann K, Pufahl A, Raue P, Reiter K, Roggendorf W, Sander A (2018) Feinkonzept zum Bewertungsplan: NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. Version 3, Stand 12/2018 (unveröffentlicht). Braunschweig, 237 p
- DESTATIS [Statistisches Bundesamt] (2016) Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben - Erhebung zur Wirtschaftsdüngerausbringung. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (DESTATIS), Fachserie 3 Reihe 2.2.2, zu finden in <<https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/wirtschaftsduenger-2030222169004.pdf>> [zitiert am 28.3.2019]
- Döhler H, Eurich-Menden B, Dämmgen U, Osterburg B, Lüttich M, Bergschmidt A, Berg W, Brunsch R (2002) BMVEL/UBA-Ammoniak-Emissionsinventar der deutschen Landwirtschaft und Minderungszenarien bis zum Jahre 2010. Berlin: Eigenverlag. UBA-Texte 05
- DVO (EU) Nr. 808/2014: Durchführungsverordnung (EU) Nr. 808/2014 der Kommission vom 17. Juli 2014 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) (2014), zu finden in <<http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014R0808&from=en>> [zitiert am 2.9.2019]
- EEN [Evaluation Expert Network] (2014) Working Document, draft January 2014: Common Evaluation Questions for Rural Development Programmes 2014-2020. Brüssel, 17 p
- ENRD [European Evaluation Network for Rural Development] (2018) Guidelines. Assessing RDP Achievements and Impacts in 2019, zu finden in <https://enrd.ec.europa.eu/file/14074/download_en?token=iVbOn5cn> [zitiert am 2.9.2019]
- EU-COM, DG AGRI [European Commission, DG Agriculture and Rural Development] (2015) Common Evaluation Questions for Rural Development Programmes 2014-2020. Working Paper. European Commission, zu finden in <https://enrd.ec.europa.eu/sites/enrd/files/uploaded-files/wp_evaluation_questions_2015.pdf> [zitiert am 12.10.2015]
- EU-COM [European Commission] (2018) Common context indicators for rural development programs (2014-2020). Stand 2018. Brüssel, zu finden in <https://ec.europa.eu/agriculture/cap-indicators/context/2018_en> [zitiert am 2.9.2019]
- EU-KOM, GD AGRI [Europäische Kommission, GD Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung] (2014) Complementary Result Indicator fiches for Pillar II, zu finden in <https://ec.europa.eu/info/sites/info/files/food-farming-fisheries/key_policies/documents/complementary-result-indicators-pillar-ii_en.pdf> [zitiert am 29.10.2020]
- Flessa H (2019) Treibhausgasemissionen der deutschen Landwirtschaft: Quellen, Entwicklungen, Minderungen. Braunschweig, zu finden in <<https://www.lwk-niedersachsen.de/download.cfm/file/32321.html>> [zitiert am 9.6.2020]

- Flessa H, Müller D, Plassmann K, Osterburg B, Techen AK, Nitsch H, Nieberg H, Sanders J, Meyer zu Hartlage O, Beckmann E, Ansprach V (2012) Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Landbauforschung, Sonderheft
- Forstner B, Ebers H, Roggendorf W, Bergschmidt A (2020) Evaluation des Agrarförderungsprogramms (AFP-TM 4.1 des EPLR): Befragungsergebnisse der AFP-Zuwendungsempfänger: NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. 5-Länder-Evaluation, zu finden in <www.eler-evaluierung.de> [zitiert am 29.10.2020]
- KSG: Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetzes und zur Änderung weiterer Vorschriften vom 12. Dezember 2019 (2019)
- Klimaschutzgesetz NRW: Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes in Nordrhein-Westfalen (2013), zu finden in <https://recht.nrw.de/lmi/owa/br_vbl_detail_text?anw_nr=6&vd_id=13718&vd_back=N33&sg=2&menu=1> [zitiert am 2.9.2019]
- Haenel H-D, Rösemann C, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B, Fuß R (2020) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2018 : Report on methods and data (RMD) Submission 2020: Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2018 Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2020, Thünen-Institut (TI), 448 p. Thünen Report, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn062152.pdf> [zitiert am 8.6.2020]
- IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In: Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K (eds) General Guidance and Reporting. IGES, Japan, zu finden in <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html>> [zitiert am 2.9.2019]
- Isermeyer F, Heidecke C, Osterburg B (2019) Einbeziehung des Agrarsektors in die CO₂-Bepreisung. Braunschweig, Thünen Working Paper 136, zu finden in <https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_136.pdf> [zitiert am 15.6.2020]
- LANUV [Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen] (2019) Treibhausgas-Emissionsinventar Nordrhein-Westfalen 2017. LANUV-Fachbericht, zu finden in <https://www.lanuv.nrw.de/fileadmin/lanuvpubl/3_fachberichte/LANUV-Fachbericht_95_WEB.pdf> [zitiert am 9.6.2020]
- LWK NRW [Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen] (2014) Mittlere Nährstoffgehalte organischer Dünger (Richtwerte, Stand: Januar 2014), zu finden in <<http://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/pdf/naehrstoffgehalte-organischer-duenger.pdf>> [zitiert am 16.4.2020]
- LWK NRW [Landwirtschaftskammer Nordrhein-Westfalen] (2019). E-Mail vom 22.05.2019
- MEN-D (2018) MEN-D Workshop „Ergänzende Ergebnisindikatoren – Methodische Herangehensweisen: Diskussion der ergänzenden Ergebnisindikatoren (R13, R14, R15, R18/R19) – Protokoll
- MKULNV [Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (2015a) Germany – Rural Development Programme (Regional) - North Rhine-Westphalia. Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen, zu finden in <https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/landwirtschaft/laendl_entwicklung/NRW-Programm_Laendlicher_Raum.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- MKULNV [Ministerium für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (2015b) Klimaschutzplan NRW

- MULNV [Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen] (2019) NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. Jährlicher Durchführungsbericht 2018. Düsseldorf, zu finden in <https://www.umwelt.nrw.de/fileadmin/redaktion/PDFs/landwirtschaft/programm_laendl_raum/durchfuehrungsbericht_jaehrlich_nrw_programm_de.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- Offermann F, Banse M, Freund F, Haß M, Kreins P, Laquai V, Osterburg B, Hansen J, Rösemann C, Salamon P (2018) Thünen-Baseline 2017-2027: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 4353 p. Thünen Report 56
- Osterburg B, Heidecke C, Bolte A, Braun J, Dieter M, Dunger K, Elsasser P, Fischer R, Flessa H, Fuß R, Günter S, Jacobs A, Offermann F, Rock J, Rösemann C, Rüter S, Schmidt T, Schröder JM, Schweinle J, Tiemeyer B, Weimar H, Welling J, Witte Td (2019) Folgenabschätzung für Maßnahmenoptionen im Bereich Landwirtschaft und landwirtschaftliche Landnutzung, Forstwirtschaft und Holznutzung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Braunschweig, Hamburg, Eberswalde. Thünen Working Paper 137, zu finden in <https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_137.pdf> [zitiert am 15.7.2019]
- Osterburg B, Rösemann C, Fuß R, Wulf S (2018) Ammoniak geht alle an. DLG-Mitteilungen 2018(4):14-17
- Osterburg B, Runge T (2007) Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, 302 p. Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft
- Reiter K, Roggendorf W, Sander A, Liebersbach H, Schmelmer K, Techen AK (2016) Ex-post-Bewertung NRW-Programm Ländlicher Raum 2007 bis 2013 : Modulbericht 6.4_MB Agrarumweltmaßnahmen (ELER-Code 214). Braunschweig: Thünen-Institut. Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/NRW/NRW_6_4_MB_AUM.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- Reiter K, Sander A (2010) Halbzeitbewertung des NRW-Programms Ländlicher Raum, Teil II – Kapitel 10 – Zahlungen im Rahmen von Natura 2000 und Zahlungen im Zusammenhang mit Richtlinie 2000/20/EG. Braunschweig
- RL (EU) 2016/2284: RICHTLINIE (EU) 2016/ 2284 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES – vom 14. Dezember 2016 – über die Reduktion der nationalen Emissionen bestimmter Luftschadstoffe, zur Änderung der Richtlinie 2003/ 35/ EG und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/ 81/ EG (2016), zu finden in <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32016L2284&from=DE>> [zitiert am 2.9.2019]
- Roggendorf W (2019) Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen – Fördereffekte im Schwerpunktbereich 5D – Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020, Thünen-Institut (TI), 5-Länder-Evaluation, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/15_2019-SH_SPB5D_Modulbericht_final.pdf> [zitiert am 19.2.2020]
- Roggendorf W, Schwarze S (2020) Effekte auf Wasser- und Klimaschutz – Eine Analyse betrieblicher Nährstoffvergleiche für ausgewählte Flächenmaßnahmen – NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020, Thünen-Institut (TI), 5-Länder-Evaluation 14/2020, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2020/14_2020_NRW_Wasser_und_Klimaschutz.pdf> [zitiert am 29.10.2020]

- Sander A, Bathke M, Franz K (2019) NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. Beiträge zur Evaluation des Schwerpunktbereichs 4A Biologische Vielfalt. Hannover. 5-Länder-Evaluation 10/19, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/10_19_NRW_Schwerpunktbereich-Biodiversitaet.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- Sander A, Schmelmer K, Roggendorf W, Franz K (2016) Ex-post-Bewertung NRW-Programm Ländlicher Raum 2007 bis 2013 : Modulbericht 9.7_MB Klimaschutz. Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/NRW/NRW_9_7_MB_Klima.pdf> [zitiert am 2.9.2019]
- UBA [Umweltbundesamt] (2018) Ammoniak-Emissionen, zu finden in <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#text-part-1>> [zitiert am 12.4.2019]
- WBAE [Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz], WBW [Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik] (2016) Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung. BMEL, zu finden in <http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ministerium/Beiraete/Agrarpolitik/Klimaschutzgutachten_2016.pdf?__blob=publicationFile> [zitiert am 21.4.2017]