

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

Landesprogramm Ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020

Wolfgang Roggendorf

5-Länder-Evaluation

15/2019

Finanziell unterstützt durch:



EUROPÄISCHE UNION



Publiziert:

DOI: 10.3220/5LE1568120416000
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 5171
Fax: 0531 596 5599

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



Braunschweig, im Oktober 2019

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	V
1 Einführung – Gemeinsame Bewertungsfrage	1
2 Ausgangslage und Programmstrategie	1
3 Beurteilungskriterien und gemeinsame sowie zusätzliche Ergebnisindikatoren zur Beantwortung der Bewertungsfrage	4
4 Methoden und Daten	6
4.1 Datenquellen	6
4.2 Quantitative Methoden	7
4.3 Qualitative Methoden	13
5 Beantwortung der Bewertungsfrage	13
5.1 Quantifizierbare Wirkungen	14
5.2 Nicht quantifizierbare Effekte	17
6 Schlussfolgerungen	20
Anhang	23
Literaturverzeichnis	39

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein	2
--------------	--	---

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Ammoniakemissionen der Landwirtschaft – differenziert nach Quellgruppen	3
Tabelle 2:	Beurteilungskriterien und Indikatoren	5
Tabelle 3:	Teilnehmer und wirksame Fläche der AUKM mit Klimaschutzziel	7
Tabelle 4:	Minderungsfaktoren für die drei geförderten Ausbringungstechniken im Vergleich zu Breitverteiler und Schleppschlauch	10
Tabelle 5:	Quantitative Indikatorenwerte	14
Tabelle 6:	Einsparung von N-Dünger durch AUKM und resultierende Verringerung von NH ₃ -Emissionen und indirekter N ₂ O-Emissionen	16

Abkürzungsverzeichnis

A	
AFP	Agrarinvestitionsförderung
AUKM	Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahme
B	
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
C	
CO ₂	Chemische Formel für Kohlendioxid
CO ₂ -Äq	Kohlendioxid-Äquivalente (= Treibhausgaspotenzial)
CH ₄	Chemische Formel für Methan
D	
D	Deutschland
DüV	Düngeverordnung
DVO	Durchführungsverordnung
E	
eDFB	Erweiterter Durchführungsbericht
EF	Emissionsfaktor
EIP	Europäische Innovationspartnerschaft(en)
EIP Agri	Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
EU	Europäische Union
EU-KOM	EU-Kommission
EWKG	Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein
G	
g	Gramm
GV (auch GVE)	Großvieheinheit
H	
ha	Hektar
HP	Halligprogramm
I	
IK	Investitionskonzept
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
K	
kg	Kilogramm
kt	Kilotonne

L

LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LK SH	Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
LPLR	Landesprogramm Ländlicher Raum
LULUCF	Engl. Abkürzung für Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft

M

m ³	Kubikmeter
----------------	------------

N

N	Chemisches Zeichen für Stickstoff
NH ₃ / NH ₄	Chemische Formel für Ammoniak / Ammonium
N _{min}	Mineralisierter Stickstoff
N ₂ O	Chemische Formel für Distickstoffmonoxid = Lachgas
NRW	Nordrhein-Westfalen
NSG	Naturschutzgebiet

P

P	Chemisches Zeichen für Phosphor
P ₂ O ₅	Chemische Formel für Phosphorpentoxid (Phosphatdünger)

R

RL	Richtlinie
----	------------

S

SH	Schleswig-Holstein
SPB	Schwerpunktbereich

T

t	Tonne
TM	Teilmaßnahme
TN	TeilnehmerIn
THG	Treibhausgas(e)

U

UNECE	The United Nations Economic Commission for Europe
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change

V

VA	Vorhabenart
VNS	Vertragsnaturschutzmaßnahme(n)
VO	Verordnung

1 Einführung – Gemeinsame Bewertungsfrage

Der vorliegende Bewertungsbericht ist Teil der Evaluation des Landesprogramms Ländlicher Raum Schleswig-Holstein 2014 bis 2020 (LPLR). 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 Berichtes ist die Beantwortung der 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?

Der Bericht konzentriert sich auf die Maßnahmen, die mit sekundärer Zielsetzung für den SPB 5D gefördert werden. Das schleswig-holsteinische LPLR weist für den SPB 5D keine Maßnahmen mit primärer Zielsetzung aus (vgl. Kapitel 11.3 des LPLR). Maßnahmen mit relevanten Wirkungen, aber ohne programmierte Zielsetzung, werden in diesem Bericht nicht dargestellt. Diese finden allerdings Eingang in die Berechnung des Wirkungsindikators I.7 und in die Beantwortung der Bewertungsfrage 24 für Minderungseffekte von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen des gesamten LPLR.

Eine Ausnahme bildet die Teilmaßnahme 4.1 Agrarinvestitionsförderung, für die ein Landesziel im SPB 5D festgelegt ist. Im Gegensatz zur Beantwortung der Bewertungsfrage 14 wird diese Teilmaßnahme hier mit betrachtet und bewertet.

2 Ausgangslage und Programmstrategie

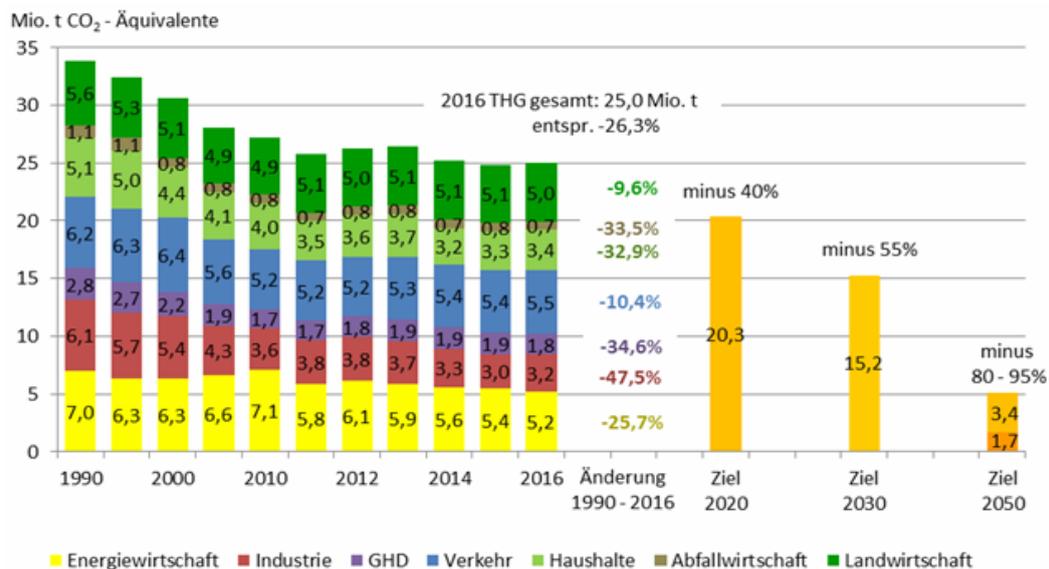
Die für die Beantwortung der Bewertungsfrage relevante Ausgangslage wird anhand des Kontextindikators C.45 ‚Emissionen aus der Landwirtschaft‘ der ELER-Verordnung beschrieben. Dieser beinhaltet gemäß der Indikatorbeschreibung der EU-KOM (2018) die Teilindikatoren

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

Der Ausstoß an **Treibhausgasen aus der Landwirtschaft** lag in Schleswig-Holstein laut Inventarbericht des Thünen-Instituts für Agrarklimaschutz im Jahr 2016 bei 6.118 kt CO₂-Äq und nach einer Revision dieser Berechnungen durch die Universität Kiel und dem Statistikamt Nord in Abstimmung mit dem Thünen-Institut bei insgesamt 5.050 kt CO₂-Äq (vgl. Meyer et al., 2019). Der von Haenel et al. (2018) berechnete Wert entspricht rund 9 % der gesamtdeutschen Emissionen des Sektors und gut 20 % der gesamten THG-Emissionen in Schleswig-Holstein. Die Emissionen errei-

chen im Jahr 2016 einen ähnlichen Wert wie zum Berichtsjahr 2014, also zum Start der Förderperiode. Sie befinden sich seit ca. 15 Jahren auf konstant hohem Niveau (vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1: Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein



Quelle: Meyer et al. (2019).

Der Kontextindikator C.45 beinhaltet im ersten Teilindikator auch die Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden. Diese werden nur bezogen auf Lachgas und Methan im Sektor Landwirtschaft berichtet. Die Freisetzung von CO₂-Emissionen bei landwirtschaftlich genutzten Böden (Grünland und Ackerland) wird nach UNFCCC-Konvention im Emissionssektor 5.A berichtet (Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft – LULUCF). Wegen aktuell noch vorhandener Unsicherheiten in den Datengrundlagen werden für diesen Teilindikator in Deutschland im Rahmen der Berechnungen für das nationale THG-Inventar keine Werte auf Länderebene ausgewiesen. Der Kontextindikator kann daher nur unvollständig beziffert werden.

In Schleswig-Holstein hat die Landwirtschaft besonders hohe Anteile am Ausstoß der beiden klimarelevanten Gase Methan (CH₄, 83 %) und Lachgas (N₂O, 93 %). Methanemissionen (54 % der THG-Emissionen der Landwirtschaft) korrespondieren mit der Viehhaltung und Biogaserzeugung und sind seit 1990 weniger gesunken als im Bundesdurchschnitt. Die N₂O-Emissionen der Landwirtschaft sind in Schleswig-Holstein entgegen dem bundesdeutschen Trend sogar angestiegen (Meyer et al., 2019). Als Ursachen wird ein Zuwachs des Düngemittleinsatzes sowie eine Intensivierung der Bewirtschaftung organischer Böden angeführt (Landtagsdrucksache 18/4389).

Schleswig-Holstein hat quantitative Minderungsziele für THG-Emissionen festgelegt, die eine schrittweise Absenkung der Emissionen zwischen 2020 und 2050 vorsehen (Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein – EWKG, 2017). Ein Sektorziel für die Landwirtschaft wurde

nicht beschlossen. Demgegenüber strebt der Klimaschutzplan des Bundes an, die THG-Emissionen der Landwirtschaft bis 2030 um 34-31 % gegenüber 1990 zu reduzieren (BMU, 2016).

Den Belastungen durch **Ammoniakemissionen** kommt im Rahmen internationaler Vereinbarungen zur Luftreinhaltung eine besondere Bedeutung zu. Zur Verbesserung sind in der UNECE-Luftreinhaltekonvention nationale Höchstmengen festgelegt, die Deutschland in der Vergangenheit deutlich überschritten hatte. Die Aktualisierung der Höchstmengen im Jahr 2012 sieht eine Reduktion der Ammoniakemissionen in Deutschland bis 2020 um 5 % gegenüber dem Wert von 2005 vor. Die auf EU-Ebene gültige Richtlinie legt zusätzlich ein Minderungsziel für das Jahr 2030 von 29 % gegenüber 2005 fest (RL (EU) 2016/2284).

95 % der Ammoniakemissionen stammen aus der Landwirtschaft (UBA, 2018). Die sektorbezogenen NH₃-Emissionen in Schleswig-Holstein lagen im Jahr 2016 bei 55,1 kt (Haenel et al., 2018), das entspricht einem Anteil von 8,8 % an den gesamtdeutschen NH₃-Emissionen der Landwirtschaft. Die Verteilung auf die verschiedenen Quellgruppen stellt sich folgendermaßen dar:

Tabelle 1: Ammoniakemissionen der Landwirtschaft – differenziert nach Quellgruppen

Positionen	SH	D	Anteil SH an D
	Gg a ⁻¹ NH ₃		%
Tierhaltung (Stall und Wirtschaftsdüngerlager)	19	265	7
Weidegang	1	8	14
Wirtschaftsdüngerausbringung	15	193	8
Synthetische Dünger	15	100	15
Klärschlamm	0	2	8
Vergärung von Energiepflanzen (Ausbringung)	5	58	9
Vergärung von Energiepflanzen (Lagerung)	0	3	9
<i>Gesamt</i>	<i>55</i>	<i>629</i>	<i>9</i>

Gg = Gigagramm, entspricht Kilotonnen

Quelle: Haenel et al. (2018).

Als wichtigste Emissionsquellen sind die Tierhaltung und das Wirtschaftsdüngermanagement samt -ausbringung mit gut 60 % aller NH₃-Emissionen in Schleswig-Holstein sowie der Einsatz synthetischer Dünger mit knapp 27 % anzuführen.

Die auch im Vergleich zu anderen Bundesländern hohen THG- und NH₃-Emissionen werden im LPLR des Landes beschrieben und deren Verringerung wird in der Bedarfsanalyse als relevantes Handlungsfeld identifiziert. In der Programmstrategie wurde dennoch keiner Maßnahme oder Vorhabenart ein primäres Ziel für SPB 5D zugeordnet. Folgende Teilmaßnahmen bzw. Vorhabenarten sollen sekundäre Wirkungsbeiträge zum SPB 5D leisten:

Sekundär beitragende Teilmaßnahmen/Vorhabenart zum SPB

- TM 1.1 Fort- und Weiterbildung, VA 2.1.1 Beratung für eine nachhaltige Landwirtschaft, TM 16.1 Umsetzung der Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP Agri)
- VA 10.1.1 Winterbegrünung, VA 10.1.2 Emissionsarme und gewässerschonende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Nicht programmiertes Ziel (Landesziel)

- TM 4.1 Agrarinvestitionsförderung (AFP)

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, 2015). Dem Schwerpunktbereich 5D sind durch die Evaluierungsvorgaben 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 = 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 Fort- und Weiterbildung, Beratung und EIP Gebrauch gemacht. In Tabelle 2 sind die zur Beantwortung der Bewertungsfrage vorgegebenen und zusammen mit den zuständigen Fachbereichen festgelegten Bewertungskriterien und -indikatoren zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 2: Beurteilungskriterien und Indikatoren

Beurteilungskriterien	Gemeinsame Ergebnisindikatoren	Zusätzliche Ergebnisindikatoren und Informationen
Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft (Methan- und/oder Distickstoff) wurden verringert.	R18: Verringerte Methan- und Distickstoffoxidemissionen	
Ammoniakemissionen der Landwirtschaft wurden verringert.	R19: Verringerte Ammoniakemissionen	
Treibhausgas- und Ammoniakemissionen wurden verringert.		Treibhausgas- und Ammoniakemissionen von Güllelagern (TM 4.1)
Das Bildungsangebot vermittelt auf die Reduzierung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen ausgerichtete Inhalte.		Relevante Bildungsangebote, differenziert nach Umfang und Inhalt/Themen
Beratungsmodule vermitteln auf die Reduzierung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen ausgerichtete Inhalte.		Inanspruchnahme relevanter Beratungsangebote, differenziert nach Umfang und Inhalt
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

Quelle: Eigene Darstellung, Feinkonzept (unveröffentlicht).

Die beiden Ergebnisindikatoren R18 und R19 sind laut Vorgaben der EU-KOM von den EvaluatorInnen zu ermitteln, die Emissionsminderungseffekte sind direkt bei den Begünstigten zu messen. Quantifiziert werden beide Indikatoren für die AUKM mit Emissionsminderungszielen, also für Winterbegrünung (VA 10.1.1) und emissionsarme und gewässerschonende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (VA 10.1.2). Beide Fördermaßnahmen können potenziell einen Wirkungsbeitrag zur Reduktion von Lachgasemissionen über eine Effizienzsteigerung und damit verbundene Einsparung bei der Stickstoffdüngung (Stickstoff = N) erzielen. Da kein Einfluss der beiden AUKM auf den Viehbesatz als wichtigste Stellschraube zur Verringerung von Methanemissionen besteht, wird keine Emissionsminderung für dieses Treibhausgas berechnet. Aus der Reduzierung der Ammoniakemissionen resultiert wiederum eine Minderung indirekter Lachgasemissionen, die ebenfalls in die Schätzung für die THG-Emissionsminderung einbezogen werden.

Verringerte Ammoniakemissionen (R19) sind zum einen bei der emissionsarmen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern zu erzielen. Erfolgt die oben erwähnte Reduzierung der Düngermengen vor allem beim Einsatz synthetischer Stickstoffdünger, hat dies ebenfalls eine Minderung von Ammoniakemissionen zur Folge, die zum erweiterten Durchführungsbericht 2018 (eDFB 2018) erstmalig ermittelt werden konnte.

Schließlich werden relevante Wirkungen bei Stallbauvorhaben durch die verpflichtende Abdeckung von Güllelagern erwartet (feste Abdeckung für neue Lager = Dach, Zeltdach oder künstliche Schwimmdecke, für bestehende Behälter alle Arten der Abdeckung außer natürlicher Schwimmdecke, also auch Granulat oder Strohhäcksel). Allerdings werden Effekte der Abdeckung von Güllelagern nach AFP nicht in die ergänzenden Ergebnisindikatoren einbezogen, da diese laut Vorgaben der EU-KOM nur für Vorhabenarten mit programmierten Klimaschutzzielen ermittelt werden.

Die Wirkung der Abdeckung von Güllelagern wird für den vorliegenden Bericht und gemäß den Vereinbarungen im Feinkonzept aber ebenfalls quantifiziert, weil die Teilmaßnahme mit einer landespezifischen Zielsetzung verbunden ist. Der ermittelte Effekt wird beim Wirkungsindikator I.07 auf der Programmebene angerechnet (vgl. Bewertungsfrage 24 im eDFB 2018).

4 Methoden und Daten

4.1 Datenquellen

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

- Einzelbetriebliche InVeKoS- und Förderdaten für die beiden AUKM mit Klimaschutzzielen. Zur Berechnung eines mittleren Effektes pro Jahr für die laufende Förderperiode wurden für die Vorhabenart VA 10.1.1 die Förderfläche bzw. für die Vorhabenart VA 10.1.2 die als wirksam eingeschätzte Fläche¹ der beiden Förderjahre 2016 und 2017 gemittelt. Die einzelnen Flächenangaben sind in Tabelle 3 zusammengestellt.
- Ausbringungsbelege aller teilnehmenden Betriebe an der emissionsarmen und gewässerschonenden Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (VA 10.1.2) mit Angaben zur ausgebrachten Menge, zur eingesetzten Ausbringtechnik und zu den Ausbringungsflächen.
- Stickstoffbilanzen von AUKM-Teilnehmern und nicht geförderten Vergleichsbetrieben, erhoben auf Beratungs- und Pilotbetrieben der Gewässerschutzberatung in Schleswig-Holstein (VA 2.1.2), sowie aus der Fachrechtskontrolle zur Düngeverordnung in Niedersachsen (s. Factsheet im Anhang).

¹ Je nach Vorhabenart wird die gesamte Förderfläche oder nur ein Teil davon als wirksam eingeschätzt. Im Kapitel 4.2 (Methodik) wird erläutert, dass für die VA 10.1.2 der Minderungseffekt bezogen auf die Fläche, auf der die Gülle emissionsarm ausgebracht wurde, zu ermitteln ist. Diese Fläche ist hier für die Förderjahre 2016 und 2017 sowie für das Mittel der beiden Jahre gelistet. Sie wurde den Ausbringungsbelegen der teilnehmenden Betriebe entnommen (s. zweites Tired).

Tabelle 3: Teilnehmer und wirksame Fläche der AUKM mit Klimaschutzziel

Maßnahmen		2016		2017		Mittel der Förderperiode
Code	Langname	Wirksame Fläche [ha]	Anzahl Betriebe [N]	Wirksame Fläche [ha]	Anzahl Betriebe [N]	Wirksame Fläche [ha]
VA 10.1.1	Winterbegrünung	4.172	130	8.101	216	6.136
VA 10.1.2	Emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern	4.716	35	7.882	56	6.299

Quelle: InVeKoS-Daten 2016 und 2017.

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

- Kurslisten zur Bildungsmaßnahme mit Angaben zu den Kursthemen und zur Kursdauer in Stunden bzw. Tagen sowie zur Zahl und Herkunft der TeilnehmerInnen,
- Teilnehmerlisten der Betriebsberatung mit Angaben zu den Beratungsmodulen bzw. -themen, Beratungsdauer in Stunden (h) und Angaben zu Betriebstyp und -größe,
- Projeklisten zu den EIP-Vorhaben mit ausführlicher Projektbeschreibung,
- Bewilligungs- und Auszahlungsdaten zu den geförderten AFP-Vorhaben (TM 4.1) sowie ergänzend Investitionskonzepte der relevanten Vorhaben und für die Abschätzung des Ist-Zustandes Befragungsdaten für bewilligte Vorhaben aus den Jahren 2014 bis 2016.

4.2 Quantitative Methoden

Die Verringerungen der THG- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft werden angelehnt an die nationale Emissionsberichterstattung Deutschlands und damit nach den Richtlinien des IPCC 2006 berechnet. Allerdings beschränkt sich der dem SPB 5D zugeordnete ergänzende Ergebnisindikator R18 für THG-Emissionen auf Methan- und Lachgasemissionen und umfasst damit nicht alle Bereiche des nationalen Emissionsinventars des Sektors Landwirtschaft. Laut der Definition des Indikators R18 sind Methan und Lachgas entsprechend IPCC (2007) mit folgenden Faktoren für das Treibhausgaspotenzial eines Zeithorizonts von 100 Jahren in CO₂-Äquivalente (CO₂-Äq) umzurechnen: CH₄ = 25; N₂O=298.

THG-Emissionen

Lachgasemissionen: Die Verringerung der N₂O-Emissionen wird bei den AUKM ausgehend von der mittleren Einsparung der eingesetzten Stickstoffdüngermenge in kg N/ha Förderfläche berechnet. In der nationalen THG-Berichterstattung für die Landwirtschaft werden ausgehend von der ausgebrachten Düngermenge verschiedene Emissionspfade für Lachgas und verwandte Stick-

oxide betrachtet. Diese zusammenfassend gehen Flessa et al. (2012) im Hinblick auf die Minderungswirkung vereinfachend davon aus, dass pro kg eingespartem Stickstoff (N) im Mittel 5,92 kg CO₂-Äq Lachgas eingespart werden. Rechnet man zusätzlich die Einsparung von THG-Emissionen bei der Herstellung chemisch-synthetischer Dünger in der Vorkette ein, ergibt sich nach Flessa et al. (2012) eine Einsparung von rund 13,4 kg CO₂-Äq je eingespartem kg N (vgl. auch Sander et al., 2016).

Im Feinkonzept war für den Durchführungsbericht zum Förderjahr 2018 vorgesehen, die Düngereinsparung über einen Teilnehmer-Nichtteilnehmer-Vergleich anhand von Daten aus den Pilot- und Beratungsbetrieben der Gewässerschutzberatung (VA 2.1.2) zu ermitteln. Zu diesem Zweck hat das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) die von den Beratern erhobenen Daten im Herbst 2018 zur Verfügung gestellt. Es zeigte sich allerdings, dass unter den zu diesem Zeitpunkt erfassten Betrieben nur sehr wenige Teilnehmer an den beiden AUKM zu finden waren, sodass eine statistische Auswertung entfallen musste (vgl. Factsheet im Anhang).

Es wurde stattdessen im vorliegenden Bericht die mittlere Düngereinsparung für Stickstoff in kg N/ha aus verschiedenen Quellen abgeleitet (vgl. Factsheet im Anhang), wobei sowohl auf Ergebnisse vergleichbarer Auswertungen zur Ex-post-Bewertung des ZPLR, für vergleichbare Förderangebote in Niedersachsen sowie auf Standardliteratur zu diesem Thema zurückgegriffen wird (vor allem auch Osterburg und Runge, 2007; Holsten et al., 2012).

- **Winterbegrünung (VA 10.1.1):** Neben Ergebnissen der Ex-post-Bewertung (vgl. Roggendorf und Franz, 2016) und Auswertungen aus Niedersachsen konnten auch bei den wenigen teilnehmenden Betrieben in der Datenschlange des LLUR deutliche Unterschiede gegenüber Betrieben ohne Zwischenfruchtanbau gefunden werden. Aufgrund der geringen Fallzahl sind die Ergebnisse statistisch nicht belastbar, fügen sich aber in das auch auf zahlreichen Literaturquellen basierende Gesamtbild (EU-KOM, 2017). Resümierend wird für die Fördermaßnahme in Schleswig-Holstein von einem mittleren Einspareffekt bei der N-Düngergabe von 20 kg N/ha ausgegangen (Spanne 0 bis 40 kg/ha).
- **Emissionsarme und gewässerschonende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (VA 10.1.2):** Ein Düngereinspareffekt ist für das vergleichbare Förderangebot in Niedersachsen/Bremen nachweisbar. Der Effekt wurde über eine Auswertung betrieblicher Nährstoffvergleiche aus der Fachrechtskontrolle der Düngeverordnung (DüV) ermittelt, die als Teilnehmer-Nichtteilnehmer-Vergleich durchgeführt und deren Vergleichsgruppen über Matchingverfahren gebildet wurden. Überschlägig liegt die ermittelte Reduktion des Düngereinsatzes in einer Größenordnung von rund 25 kg N/ha Ausbringungsfläche. Nach Angaben in den Ausbringungsbelegen umfasst die Ausbringungsfläche bei den Teilnehmern in Schleswig-Holstein im Mittel 81 % der betrieblichen LF.
- Die emissionsarme Ausbringungstechnik hat auf die direkten Lachgasemissionen keinen Einfluss. Allerdings vermindern sich die indirekten N₂O-Emissionen aus Deposition, da weniger NH₃-N bei der Ausbringung emittiert wird (s. unten). Nach IPCC (2006) beträgt der im Emissi-

onsinventar verwendete Emissionsfaktor 0,01 kg N₂O-N pro kg emittiertes NH₃-N und NO-N (die NO-Emissionen ändern sich ebenfalls nicht durch veränderte Ausbringungstechniken).

- Die mittlere Einsparung je ha wird im letzten Schritt über Hochrechnungsverfahren auf die gesamte wirksame Fläche der relevanten AUKM übertragen. Um einen mittleren Effekt pro Förderjahr berechnen zu können, wird im Falle der Winterbegrünung die in Tabelle 2 dargestellte mittlere Förderfläche herangezogen, bei der emissionsarmen Ausbringung von Wirtschaftsdüngern hingegen die dargestellte Ausbringungsfläche.

Bei der Förderung von Stallbauvorhaben im Rahmen des **AFP** sollen Ammoniakemissionen verringert werden, indem neu errichtete Güllelager mit fester Abdeckung zu versehen sind (s. unten). Theoretisch ist durch diese Auflage eine zusätzliche Einsparung von Mineraldünger möglich, wenn aufgrund der Minderung der NH₃-Verluste mehr kurzfristig verfügbarer Stickstoff bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern vorhanden ist 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.

Keine der beiden AUKM hat Einfluss auf **Methanemissionen**. Auch die mit AFP-Stallbauvorhaben verbundene Abdeckung von Güllelagern führt zu keiner Verringerung von Methanemissionen. Der im nationalen Emissionsinventar verwendete Methanumwandlungsfaktor fällt bei fester Schwimmdecke am geringsten aus (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).² Die Förderaufgabe zur Abdeckung hat an diesen Faktoren gemessen sogar eine geringfügige Verschlechterung der Methanemissionen zur Folge, die im vorliegenden Bericht aufgrund der geringen Fallzahl nicht berechnet wird.

Ammoniakemissionen

Emissionsarme Ausbringungstechnik (VA 10.1.2)

Für die AUKM-Vorhabenart 10.1.2 wurde die Verringerung von Ammoniakemissionen analog zum Vorgehen für den eDFB 2016 berechnet. Für die unterschiedlichen Ausbringungstechniken wurden die in der nationalen Treibhausgasberichterstattung genutzten Emissionsfaktoren angewendet (Haenel et al., 2018). Basierend auf den Untersuchungen von Döhler et al. (2002) unterscheiden sich die Emissionsfaktoren der Technikvarianten (Breitverteiler, Schleppschlauch, Schleppschuh, Schlitzverfahren, Güllegrubber und Injektionsverfahren) und bezüglich der Vegetation auf den Ausbringungsflächen (Grünland oder Acker, mit oder ohne Vegetation) sowie abhängig von den Einarbeitungszeiten auf unbestelltem Acker. Auch wird zwischen Rinder- und Schweinegülle unterschieden. Es wurden die in Tabelle 4 gelisteten Minderungsfaktoren angesetzt.

² Ähnlich sieht es bei Lachgas aus, wobei insgesamt nur sehr geringe Mengen emittiert werden und die EF entsprechend niedrig ausfallen.

Tabelle 4: Minderungsfaktoren für die drei geförderten Ausbringungstechniken im Vergleich zu Breitverteiler und Schleppschlauch

	<i>Referenz Breitverteiler</i>			
	Einarbeitung < 4 h	Acker		Grünland
		Vegetation		
Rindergülle				
Schleppschuh	-0,10	0,14		0,24
Grubber/Injektion	0,22	0,46		0,56
Schlitzverfahren	0,02	0,26		0,36
Schweinegülle				
Schleppschuh	-0,03	0,13		0,18
Grubber/Injektion	0,07	0,23		0,28
Schlitzverfahren	0,03	0,19		0,24
	<i>Referenz Schleppschlauch</i>			
	Einarbeitung < 4 h	Acker		Grünland
		Vegetation kurz	unterhalb Vegetation	
Rindergülle				
Schleppschuh	-0,21	0,14	0,00	0,18
Grubber/Injektion	0,11	0,46	0,31	0,50
Schlitzverfahren	-0,09	0,26	0,11	0,30
Schweinegülle				
Schleppschuh	-0,06	0,13	0,01	0,09
Grubber/Injektion	0,04	0,23	0,15	0,19
Schlitzverfahren	0,00	0,19	0,07	0,15

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Haenel et al. (2018).

Die benötigten Eingangsdaten für die Berechnung wurden Ausbringungsbelegen der teilnehmenden Betriebe entnommen. Die Belege aller 56 teilnehmenden Betriebe, die jährlich den Bewilligungsstellen vorzulegen sind, wurden den EvaluiererInnen für das Ausbringungsjahr 2017 als Scans zur Verfügung gestellt. Die meisten Belege enthielten auch Angaben zum Bewuchs bzw. zu den angebauten Kulturen auf den Ausbringungsflächen. Bei einigen Teilnehmern fehlten diese Angaben. Für diese wurden die Angaben zur Ausbringungsmenge auf die den InVeKoS-Daten der Teilnehmer entnommenen Kulturarten flächengewichtet verteilt.

Über die Angaben zum Ausbringungszeitpunkt in Verbindung mit der Angabe zur Anbaukultur wurde ermittelt, ob eine Ausbringung vor oder zur Saat oder nach der Ernte, also auf unbestelltem Acker, stattgefunden hat. Um bei der Referenz des Schleppschlauchs auch zwischen Ausbringung auf kurze Vegetation sowie Ausbringung unterhalb der Vegetation unterscheiden zu können, wurden die Angaben zum Ausbringungszeitpunkt zusätzlich mit Angaben zur Phänologie der Hauptkulturarten in den Naturräumen Schleswig-Holsteins abgeglichen.³

Ausgehend von den ausgebrachten Güllemengen wurde anhand der Emissionsfaktoren mit und ohne emissionsarme Ausbringungstechnik die Verringerung der Ammoniakemissionen in t NH₃-N berechnet. Die Berechnungen gehen von einem durchschnittlichen Ammoniumgehalt der Gülle nach Lagerung aus, der Erfahrungswerten der Landwirtschaftskammer entnommen ist und zwischen Rinder- und Schweinegülle sowie Gärsubstrat differiert (LWK SH, 2011). Es wurde mit folgenden Schätzwerten gerechnet: Rindergülle normal 2,0 kg NH₄-N/m³, Schweinegülle normal 2,8 kg NH₄-N/m³, Gärsubstrat 2,6 kg NH₄-N/m³.

Für Gärreste wurden in Anlehnung an die Vorgehensweise des nationalen Inventarberichts vereinfachend die Emissionsfaktoren für Rindergülle angesetzt (vgl. Haenel et al, 2018). Allerdings konnte der Anteil von Gärresten an der ausgebrachten Wirtschaftsdüngeremenge nur näherungsweise bestimmt werden, indem die nur von wenigen Teilnehmern in den Ausbringungsbelegen gemachten Angaben über die Herkunft der Wirtschaftsdünger berücksichtigt wurden.

Als Referenz ohne Förderung wurde bei den Schätzungen für ca. 60 % der Teilnehmer von Breitverteilung ausgegangen. Bei unbestelltem Acker ist dabei, der Baseline der in 2017 gültigen Fassung der Düngeverordnung folgend, von einer Einarbeitung innerhalb von 4 Stunden auszugehen. Die übrigen Betriebe haben, so zeigt ein Abgleich mit Förderdaten der letzten Förderperiode, in der vorangegangenen Förderperiode bereits an der Förderung zur verbesserten N-Ausnutzung flüssiger organischer Dünger teilgenommen. Für diese Betriebe wird als Referenz von Schleppschlauchausbringung ausgegangen, die in der vergangenen Förderperiode als Technikvarianten im Vordergrund stand, in der aktuellen Förderperiode aber nicht mehr förderfähig ist.

Einsparung von Mineraldüngung

Es wird davon ausgegangen, dass die für die beiden AUKM mit Klimaschutzziel beschriebene Einsparung bei der N-Düngung in erster Linie bei den Mineraldüngergaben erfolgt.⁴ Bei der Ausbringung von N-Mineraldüngern entstehen Ammoniakemissionen, deren Höhe von der Art des Düngers abhängt. Die meisten Ammoniakemissionen entstehen bei harnstoffhaltigen Düngern.

³ Siehe dazu <http://paradigmaps.geo.uni-halle.de/phase/phase-wms-dienste>

⁴ Dies kann in der Evaluierung vergleichbarer Förderangebote im Nachbarland Niedersachsen anhand der Analysen von betrieblichen Nährstoffbilanzen nachgewiesen werden (vgl. Factsheet im Anhang).

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 den Teilnehmern der AUKM eingesetzt und eingespart werden, wird pauschal die vom statistischen Landesamt veröffentlichte Verteilung der in SH insgesamt eingesetzten Mineraldünger den Schätzungen zugrunde gelegt. Auf dieser Basis erfolgte die Berechnung eines gewichteten mittleren Emissionsfaktors für Schleswig-Holstein, der bei $0,045 \text{ kg NH}_3/\text{kg N}$ liegt. Zur Berechnung der eingesparten Emissionen wird der Faktor dann mit der eingesparten Düngermenge in Verbindung gesetzt.

Abdeckung von Wirtschaftsdüngerlagern bei Stallbauvorhaben (TM 4.1)

Die Schätzung der förderbedingten Emissionsminderung bei der Wirtschaftsdüngerlagerung erfolgt ebenfalls in Anlehnung an die nationale THG-Berichterstattung. Diese weist, basierend auf den Arbeiten von Döhler et al. (2002), den Lagerverfahren und differenziert nach Art der anfallenden Wirtschaftsdünger (Rinder, Schweine, Gärreste) unterschiedliche Emissionsfaktoren zu. In der vorliegenden Arbeit wird eine Minderung der Ammoniakemissionen nur für die Lagerung von Gülle angenommen, da bei dieser durch die Art der Abdeckung die NH_3 -Emissionen beeinflusst werden. Bei Festmist bestehen durch Abdeckung keine Einflussmöglichkeiten. Der Einfluss der Haltungsformen wurde ebenfalls nicht bewertet.⁵

Die für die Berechnung der Emissionsminderung erforderlichen Angaben wurden im Rahmen einer Befragung der Teilnehmer erhoben, die bei ihren Stallbauvorhaben auch in Wirtschaftsdüngerlager investiert haben (Umbau/Sanierung oder Neubau: „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 verschiedenen Abdeckvarianten die Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung vor und nach der Investition berechnet.

Die Durchführung der Befragung wird ausführlich im AFP-Bericht dargestellt (in Vorbereitung). Befragt wurden alle Förderfälle mit Bewilligungen aus den Jahren 2015 und 2016. Aufgrund verhaltener Inanspruchnahme handelte es sich dabei in Schleswig-Holstein nur um 15 Betriebe. Die Rücklaufquote war sehr hoch, 13 von 15 Befragten haben geantwortet. Von den 13 Antworten haben drei laut eigenen Angaben in Güllelager investiert (alle Neubau), zwei davon in der Rinderhaltung, ein Förderfall in der Schweinemast.

In den Förderjahren 2017 und 2018 sind nur wenige relevante Förderfälle hinzugekommen. Aus den Bewilligungen 2017 sind vier Vorhaben schlussgezahlt worden. Deren Planzahlen der jeweiligen Investitionskonzepte (IK) zeigen, dass bei diesen Vorhaben keine zusätzlichen Emissionsmin-

⁵ Nach Flessa et al. (2012) ist festzustellen, dass Weidehaltung zu einer signifikanten Verringerung der NH_3 -Emissionen führt. Allerdings sind die im Rahmen der AFP-Befragung erhobenen Daten zu ungenau, um einen validen Vorher-Nachher-Vergleich durchführen und auf dieser Grundlage einen Maßnahmeneffekt schätzen zu können.

derungseffekte entstehen können, da bei drei Vorhaben Stallneubauten ohne Bestandsaufstockung und Veränderung der Gülleabdeckung erfolgten und im vierten Fall ein festmistbasiertes System realisiert wurde. Da zu den Bewilligungen 2018 noch keine IK vorliegen, können diese im vorliegenden Bericht nicht berücksichtigt werden.

4.3 Qualitative Methoden

Bei den ‚weichen‘ Instrumenten der Fördermaßnahmen TM 1.1, VA 2.1.1 und TM 16.1 geht es um indirekte Wirkungen. Für diese sind Schätzungen zu den ergänzenden Ergebnisindikatoren gar nicht oder nur mit erheblichem Aufwand und i. d. R. mit hohen Unsicherheiten ermittelbar. Über Bildung und Beratung werden Informationen und Anstöße gegeben, die u. a. auf Verhaltensänderungen im Hinblick auf emissionsverursachende Aktivitäten in der Landwirtschaft abzielen. Statt direkt mess- bzw. berechenbarer Emissionsminderung müssen Indikatoren und Kriterien vor allem auf die relevante Verhaltensänderung abzielen. Beim EIP werden innovative Verfahren und Techniken entwickelt und getestet, deren ggf. vorhandenes emissionsminderndes Potenzial sich erst bei einer breiten Praxiseinführung wirksam entfalten kann.

Im Rahmen des erweiterten Durchführungsberichts 2018 wird bei den relevanten Fördermaßnahmen zur Humankapitalbildung über ein Screening von Projektlisten (s. Kapitel 4.1) der Umfang relevanter Förderfälle mit Zielausrichtung auf SPB 5D erfasst. Die diesbezüglich definierten Indikatoren sind in Tabelle 2 aufgeführt. Vertiefende Untersuchungen zu verändertem Verhalten durch Bildungs- und Beratungsangebote bzw. zu emissionsmindernden Potenzialen von EIP sind für spätere Evaluierungsphasen vorgesehen.

5 Beantwortung der Bewertungsfrage

In der folgenden Tabelle 5 sind die Ergebnisse zur Quantifizierung der o. a. Indikatoren zusammengefasst. In den anschließenden Ausführungen werden die Ergebnisse im Detail besprochen, getrennt nach quantifizierbaren und nicht-quantifizierbaren Wirkungen. Die Werte für die beiden Ergebnisindikatoren R18 und R19 stellen Nettoeffekte dar, da Mitnahmen bei den beiden AUKM mit sekundärer Zielsetzung im SPB 5D weitgehend ausgeschlossen werden (Raue et al., 2017).

Tabelle 5: Quantitative Indikatorenwerte

Indikator		Berechneter Nettowert		
		Primäre Beiträge	Sekundäre Beiträge	Gesamtwert
Gemeinsame Ergebnisindikatoren	R18: Verringerte Methan- und Distickstoffoxidemissionen (kt CO ₂ -Äq)	Nicht programmiert	3,7	3,7
	R19: Verringerte Ammoniakemissionen (t NH ₃)	Nicht programmiert	96	96
Zusätzliche Ergebnisindikatoren	Anzahl relevanter Bildungsangebote		39	39
	Anzahl relevanter Beratungsangebote zur Grünlandnutzung		262	262
	Anzahl relevanter Beratungsangebote zu Öko-Umstellung		84	84
	Anzahl EIP-Projekte mit erwarteter Verringerung von Treibhausgas- und /oder Ammoniakemissionen		8	8
Gemeinsame Kontextindikatoren	C.45 Emissionen aus der Landwirtschaft - Treibhausgase (1000 t CO ₂ -Äq)			5.050
	C.45 Emissionen aus der Landwirtschaft - Ammoniak (1000 t NH ₃)			55,1

Quelle: Eigene Auswertungen, für C.45 Meyer et al. (2019) und Haenel et al. (2018).

5.1 Quantifizierbare Wirkungen

THG-Emissionen (R18)

Belegbare Effekte auf die Verringerung von THG-Emissionen gehen von den beiden AUKM mit sekundärer Zielsetzung für den SPB 5D aus. Mit beiden Vorhaben ist eine Verringerung des Stickstoffeinsatzes verbunden. Angelehnt an die Methoden der nationalen THG-Berichterstattung ergibt sich eine Minderung der Lachgasemissionen und anderer Stickoxide im Mittel der Förderjahre 2016 und 2017 in Höhe von 2,89 kt CO₂-Äq. Für das Jahr 2017 allein lag der Wert bei 3,7 kt CO₂-Äq. Aufgrund der Zunahme der Teilnehmer und Förderflächen beider AUKM ist gegenüber dem letzten Durchführungsbericht der Einspareffekt um 86 % gestiegen. Damit wird bezogen auf die düngungsbedingten Lachgasemissionen in Schleswig-Holstein eine Emissionsminderung von 0,25 % erreicht. Der geringe Minderungseffekt ist auf die insgesamt geringe Teilnehmerzahl bzw. den relativ geringen Umfang wirksamer Förderflächen der beiden Vorhabenarten zurückzuführen. Eine Neubeantragung ist bei beiden Vorhabenarten ab dem Jahr 2018 nicht mehr möglich, ein weiterer Zuwachs der Wirkung ist daher bis zum Ende der Förderperiode nicht mehr zu erwarten. Die THG-Emissionsminderung teilt sich auf die beiden Vorhaben wie folgt auf:

- Der Effekt bei der Winterbegrünung beläuft sich auf 1,67 kt CO₂-Äq im Mittel der Förderperiode (2,2 kt CO₂-Äq im Jahr 2017). Er beruht auf der Einsparung von N-Dünger durch Verringerung winterlicher N-Auswaschung. Es wird von einem mittleren Einspareffekt bei den

N-Düngergaben von 20 kg N/ha ausgegangen (Spanne 0 bis 40 kg/ha). Diese Wertespanne wird in Schleswig-Holstein auch bei der Schätzung der Einspareffekte von Wasserschutzmaßnahmen angenommen (vgl. Holsten et al., 2012). Im Jahr 2017 stieg die wirksame Förderfläche bei 216 teilnehmenden Betrieben von rund 4.200 ha auf 8.100 ha.

- Durch emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern ergibt sich gemittelt über die beiden Förderjahre eine Einsparung von 1,22 kt CO₂-Äq pro Jahr (2017: 1,49 kt). Über die Verringerung der NH₃-Emissionen bei der Gülleausbringung und resultierender N-Deposition entsteht ein Einspareffekt bei indirekten Lachgasemissionen in Höhe von 0,29 kt CO₂-Äq. Die deutlich größere Wirkung in Höhe von 0,93 kt CO₂-Äq wird aber durch die Einsparung von Mineraldünger erreicht, wenn aufgrund der Minderung der NH₃-Verluste mehr kurzfristig verfügbarer N über Wirtschaftsdünger vorhanden ist und dieser in der Düngplanung Berücksichtigung findet. Gemittelt über die beiden Förderjahre resultiert der Effekt aus einer wirksamen Fläche von rund 6.300 ha. Auch bei dieser Vorhabenart stieg die Teilnehmerzahl im Jahr 2017 deutlich an, die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) der 56 teilnehmenden Betriebe lag dann bei 9.730 ha, die Förderfläche belief sich auf 6.074 ha.

Ammoniakemissionen

Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen (R19)

Gegenüber dem eDFB 2016 ist der jährliche Minderungseffekt bei emissionsarmer Ausbringung von Wirtschaftsdüngern aufgrund zusätzlicher Teilnehmer angewachsen. Wie die Auswertung der Ausbringungsbelege des Jahres 2017 ergeben hat, werden durch die zuletzt 56 Teilnehmer mit emissionsarmer Ausbringungstechnik NH₃-Emissionen im Umfang von 83,5 t NH₃ im Vergleich zur Referenzsituation eingespart, das entspricht einem Anteil an den NH₃-Gesamtemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein von 0,15 %.

Mit den 56 Teilnehmern sind nur rund 0,7 % aller Rinder- und Schweinhalter in Schleswig-Holstein in die Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik eingestiegen. Allerdings handelt es sich, u. a. bedingt durch die Auflage zur Fremdausbringung, mit durchschnittlich 174 ha LF um deutlich größere Betriebe als das Mittel aller tierhaltenden Betriebe im Land. Der Ackeranteil liegt im Mittel bei 77 % (Median 86 %). Durch die neuen Teilnehmer in 2017 ist der Unterschied zum Landesmittel noch angestiegen. Die emissionsarm ausgebrachte Güllemenge macht entsprechend etwa 1,5 % der statistisch für das Jahr 2015 ermittelten Ausbringungsmenge in Schleswig-Holstein aus. Sieben Betriebe erhalten zusätzlich eine Förderung für ökologischen Landbau.

Mit gut 300 g NH₃/m³ Gülle fällt der mittlere Einspareffekt in Schleswig-Holstein etwas höher aus als im Nachbarland Niedersachsen, das ebenfalls eine Minderungsmaßnahme als AUKM anbietet. Dies ist vor allem darin begründet, dass bei den Teilnehmern in Schleswig-Holstein der Anteil der Rinderhalter deutlich überwiegt. Rindergülle und Gärreste, die aktuell in der THG-Berichterstattung der Rindergülle im Emissionsverhalten gleichgestellt sind, weisen deutlich höhere Emissionsfaktoren und damit verbunden auch höhere Minderungsraten auf als Schweinegül-

le. Rindergülle macht 57 % der 2017 ausgebrachten Menge aus, der Anteil der Schweinegülle liegt bei knapp 22 % und der von Gärresten bei 21 %.

Besonders hoch sind die Verringerungseffekte durch emissionsarme Ausbringungstechniken auf Grünland und bei Futtergrasanbau, wo etwa 38 % der Ausbringungsmenge einen Anteil von 57 % an der Emissionsminderung erzielt hat. Auf unbestelltem Acker sind die Einsparmöglichkeiten der eingesetzten Technologien im Vergleich zur Referenz herkömmlicher Ausbringungstechnik (bei vorgeschriebener Einarbeitung innerhalb von vier Stunden) hingegen relativ gering. Die Schleppschuhtechnik, die die emissionsarmen Ausbringungsverfahren zunehmend dominiert, schneidet in dieser Konstellation im Hinblick auf das Emissionsverhalten laut THG-Berichterstattung sogar schlechter ab als die genannte Referenz.

Zudem fällt der Minderungseffekt bei Betrieben geringer aus, die in der letzten Förderperiode bereits die Förderung der Schleppschlauchtechnik in Anspruch genommen haben. Gesichert konnte dies durch Abgleich der Förderdaten für 21 der aktuell geförderten Betriebe und damit für 38 % der aktuellen Ausbringungsmenge nachgewiesen werden, sodass der Technologiesprung insgesamt als relativ gering eingeschätzt werden muss.

Beide AUKM mit Sekundärziel für den SPB 5D bewirken zusätzlich eine Minderung von Ammoniakemissionen über die Einsparung von Mineraldüngung (s. oben). Umgerechnet auf die mittlere Wirkungsfläche der beiden Förderjahre 2016 und 2017 ergibt sich daraus eine jährliche Minderung der Ammoniakemissionen in Höhe von 12,5 t. Die durch AUKM eingesparten N-Düngermengen und die sich daraus ergebenden Einsparungseffekte für Ammoniak- und Lachgasemissionen sind in Tabelle 6 dargestellt.

Tabelle 6: Einsparung von N-Dünger durch AUKM und resultierende Verringerung von NH₃-Emissionen und indirekter 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]
VA 10.1.1	Winterbegrünung	123	5,5	21,1
VA 10.1.2	Emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern	157	7,0	27,0
	Summe AUKM	280	12,5	48,1

Quelle: Eigenen Berechnungen.

Zusammen erreichen also die Vorhabenarten mit Klimaschutzziel eine jährliche Minderung der Ammoniakemissionen von 96 t NH₃ oder eine Minderungsrate von 0,17 % des in der Landwirtschaft emittierten Ammoniaks in SH.

Abdeckung von Güllelagern

Auf den zwei Betrieben, die Investitionsförderung für Stallbauvorhaben erhalten und dabei auch in Güllelager mit Abdeckung investiert haben, entstehen aufgrund der mit den Investitionen verbundenen Bestandsaufstockungen insgesamt mehr THG-Emissionen aus Lagerung der Wirtschaftsdünger als vor der Investition (493 kg NH₃ bei 4.450 m³ Gülle nach Investition, 335 kg NH₃ bei 2.250 m³ Gülle vor Investition).

Die anfallende Güllemenge der beiden Betriebe hat sich infolge der Bestandsaufstockungen fast verdoppelt. Allerdings führt die mit den Förderauflagen vorgeschriebene Abdeckung zu einer Minderung der Ammoniakemissionen pro Kubikmeter produzierter Gülle (0,038 kg NH₃ je m³).⁶ Für die anfallende Güllemenge nach Investition wird somit im Vergleich zu herkömmlichen Abdecketechniken eine Vermeidung von Ammoniakemissionen in Höhe von rund 170 kg NH₃ pro Jahr geschätzt. Da zudem die Investitionen gerade bei den Wirtschaftsdüngerlagern – wie in der Zuwendungsempfängerbefragung ermittelt – ohne Förderung nicht oder in anderer Form durchgeführt worden wären, kann der über die verpflichtende Abdeckung erzielte Vermeidungseffekt vollumfänglich als Fördereffekt angerechnet werden.

5.2 Nicht quantifizierbare Effekte

Drei der Teilmaßnahmen, die mit primärer Zielsetzung für den Schwerpunktbereich 2A Wettbewerbsfähigkeit angeboten werden, sollen über Wissenstransfer die Fähigkeiten von Betriebsleitern oder Angestellten in der landwirtschaftlichen Praxis verbessern oder über Innovationspartnerschaften neue Verfahren und Methoden in die Praxis einführen. Gemäß der Programmplanung zielen die Maßnahmen u. a. auf Sekundäreffekte zur Verringerung von THG- und NH₃-Emissionen der Landwirtschaft. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Effekte bei den Teilmaßnahmen zum Wissenstransfer nur bei einem Teil der geschulten bzw. beratenen Personen und zumeist auch mit Zeitverzug einstellen werden (= indirekte Effekte) und sich zudem nur über aufwendige Erhebungen in den Treatmentgruppen nachweisen lassen. Auch die für den Erfolg einer Innovationsförderung entscheidende Diffusion neuer Verfahren und Techniken in die Praxis kann erst nach einer gewissen Zeitspanne erfasst werden.

Das vom Feinkonzept stattdessen für den aktuellen Evaluierungszeitpunkt vorgesehene Screening von Projektlisten zu Identifizierung relevanter Fördervorhaben, von denen ein potenzieller Emis-

⁶ Beide Investitionen haben in der Rinderhaltung stattgefunden, mithin gilt die Schätzung für Rindergülle mit einem Gehalt von 2,1 kg NH₄-N/m³.

sionsminderungseffekt ausgehen kann, zeigt für die Teilmaßnahmen/Vorhabenart folgendes aktuelle Bild:

TM 1.1 Fort- und Weiterbildung

Unter TM 1.1 sind 39 Kursangebote⁷ zu finden, die durch Verhaltensänderung bei den Teilnehmenden eine Verringerung von THG- und/oder NH₃-Emissionen der Landwirtschaft zur Folge haben können. Einigen der in den Jahren 2015 bis 2018 durchgeführten Kurse wurden von den Bewilligungsstellen potenzielle Sekundäreffekte für den SPB 5D zugeordnet.

Eine Zuordnung zum SPB 5D wurde vor allem für die Kurse vorgenommen, die an Betreiber von Biogasanlagen gerichtet waren. In den Kursbeschreibungen sind kaum Inhalte mit Emissionsminderungsaspekten zu finden sind. In diesen Kursen stehen die Themen Anlagensicherheit sowie Wartung der Anlagen im Vordergrund. Bezogen auf THG resultiert maximal die Vermeidung störungs- und leckagebedingter Emissionen, also die Gewährleistung eines ordnungsgemäßen Betriebs. In den Jahren 2015/16 und 2018 wurden insgesamt fünf dieser Kurse im Umfang von jeweils 16 Stunden (2-tägig) angeboten, die Teilnehmerzahl (TN) lag bei insgesamt 102 Personen.

Veränderte Bewirtschaftungspraktiken, die zu Emissionsminderung führen können, sind eher im Kursangebot zur extensiven Grünlandbewirtschaftung (eintägig, 31 TN, Sekundäreffekte unter SPB 5D verbucht) sowie zur Weidehaltung (1 x eintägig, 1 x dreitägig, jeweils 18 TN, Sekundäreffekte unter SPB 4A verbucht) zu erwarten. Zu erwähnen sind auch Kurse zum effizienteren Stickstoffeinsatz im Pflanzenbau und zur neuen Düngeverordnung, insbesondere zum Umgang mit Wirtschaftsdüngern (vgl. Empfehlungen zum erweiterten Durchführungsbericht 2016). Letztere sind nicht dem SPB 5D zugeordnet worden, sondern allesamt gebucht unter Sekundäreffekte für SPB 4B (31 Veranstaltungen, 29 für Betriebsleiter und 2 als Beraterschulungen konzipiert, vier- bis achtstündig, 514 TN, überwiegend Betriebsleiter, 68 Arbeiter/Angestellte, 40 Berater).

Damit ist die Relevanz der Bildungsmaßnahme für die Ziele des SPB 5D insgesamt eher gering.

VA 2.1.1 Beratung für eine nachhaltige Landwirtschaft

Potenzielle Ansatzstellen mit Einfluss auf THG- und NH₃-Emissionen sind bei mehreren Beratungsmodulen gegeben:

- Vonseiten des Landes werden den beiden Modulen zur Grünlandberatung Sekundäreffekte in Bezug auf den SPB 5D zugeschrieben. In den Jahren 2016 bis 2018 sind in diesem Bereich 262 Beratungen im Umfang von 1.462 Stunden durchgeführt worden, zum Großteil über das Grünlandgrundmodul (82 % der Grünlandberatungsstunden). Dafür sind rund 30 % der in den beiden Jahren für Beratung eingesetzten öffentlichen Mittel verausgabt worden. Potenzielle Effekte können in erster Linie über die angebotene Beratungsleistung ‚Erfassung des Einspar-

⁷ Dies entspricht rund 7 % der bis 2018 angebotenen Kurse.

potenzials beim Betriebsmitteleinsatz besonders hinsichtlich Dünge- und Futtermitteln' entstehen. Tatsächlich Einspareffekte können zum derzeitigen Zeitpunkt nicht quantifiziert werden, sondern sollen – wie im Feinkonzept beschrieben – zu einem späteren Zeitpunkt über eine Befragung der an den Beratungsmodulen teilnehmenden Betriebe ermittelt werden. Eine weitergehende Optimierung der Grünlanddüngung dürfte durch das Modul ‚Grünland-Spezialberatung‘ erreicht werden, wenn die Beratungsleistung ‚Standort- und bestandsgerechter Einsatz von Wirtschafts- und Mineraldünger‘ in Anspruch genommen wird.

- Minderungspotenzial besitzt aufgrund der angebotenen Beratungsthemen auch die spezifische Klima- und Energieberatung, die in drei Module aufgeteilt ist (Grundmodul, Pflanzenproduktion, Tierproduktion). Auch bei dieser wurde überwiegend das Grundmodul in Anspruch genommen, zum größten Teil von Betrieben mit der Ausrichtung Futterbau, zumeist von Milchvieh-, selten von Ackerbau-, aber 12-mal auch von Gartenbaubetrieben. In diesen Beratungen ist überwiegend die Energieeffizienz (ca. 2/3 der Beratungen) thematisiert worden (Anrechnung unter SPB 5B), seltener die Reduzierung von Treibhausgasemissionen.
- Indirekte positive Effekte sind auch durch die Beratung zum Ökolandbau zu erwarten (132 Betriebe, 1.160 Stunden), für die anteilig die meisten der für Beratung eingesetzten öffentlichen Mittel verausgabt wurden (33 %). Wirksame Effekte wurden in diesem Modul primär durch die Umstellungsberatung erzielt (84 Beratungen), für die gut 50 % der Beratungsstunden aufgebracht wurden. Der ökologische Landbau ist in der Ex-post-Bewertung zum Vorgängerprogramm als die AUM mit den höchsten Minderungseffekten je Hektar Förderfläche bewertet worden (vgl. Sander et al., 2016). Bei produktbezogener Bewertung schneidet hingegen der Ökolandbau nach dem Stand der Literatur nur minimal besser ab als die konventionelle Landwirtschaft (Meyer et al., 2019). Indirekt werden die Minderungseffekte der Beratung in diesem Bereich auf Programmebene miterfasst, da durch steigende Teilnehmerzahlen und Förderflächen der quantitativ ermittelte Beitrag des Ökolandbaus zum Wirkungsindikator zugenommen hat.

TM 16.1 Europäische Innovationspartnerschaft „Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit“ (EIP Agri)

Im 1. Call wurden nach Durchsicht der 17 ausgewählten Innovationspartnerschaften sechs Projekte identifiziert, die potenziell zu den Zielen des SPB 5D beitragen können. Im 2. Call konnten von den zwölf ausgewählten Innovationspartnerschaften zwei weitere Projekte mit potenziellem Wirkungsbeitrag identifiziert werden. Für die acht relevanten Projekte sind rund 45 % der bis Ende 2018 gezahlten öffentlichen Mittel für EIP verausgabt worden (1,7 Mio. Euro).

Die Ansatzpunkte zur potenziellen Verringerung von THG- und Ammoniakemissionen sind in vier Projekten des 1. Calls bei einer Verbesserung des Nährstoffmanagements und der N-Effizienz im Ackerbau bzw. der Grünlandwirtschaft zu finden.⁸ Die Verbesserung der Nährstoffeffizienz, insbe-

⁸ Zwei davon zielen zusätzlich auf Erhalt und Verbesserung der klimarelevanten Humusvorräte im Boden (SPB 5E).

sondere von Stickstoff, steht auch bei den beiden relevanten Projekten des 2. Calls im Vordergrund, von denen eines der Fortsetzung und Vertiefung der im 1. Call bearbeiteten Optimierung der Grünlandbewirtschaftung dient. Ein Projekt im 1. Call zielt auf nachhaltige Stallssysteme/Haltungsverfahren und ein weiteres Projekt will über Veränderungen in der Fütterung zur Reduzierung der Stickstoffausscheidung von Milchvieh und den damit verbundenen THG-Emissionen beitragen.

Da zum Berichtszeitpunkt nur zu einem der relevanten Projekte ein Abschlussbericht vorlag, kann noch keine Einschätzung zur tatsächlichen Wirksamkeit oder zu Wirkpotenzialen der entwickelten bzw. getesteten Verfahren und Techniken vorgenommen werden. Diese Frage kann erst in der Ex-post-Bewertung beantwortet werden.

6 Schlussfolgerungen

Der quantifizierbare Umfang der Emissionsminderung bei Treibhausgasen, der auf die beiden AUKM mit Sekundärzielen zurückgeführt werden kann, ist im Vergleich zum Referenzwert der Baseline für **THG-Emissionen** der Landwirtschaft mit 0,06 % äußerst gering. Auf den Verlauf des Basistrends in der aktuellen Förderperiode dürften die beiden AUKM keinen Einfluss haben. Dies ist auf die vergleichsweise geringe Inanspruchnahme zurückzuführen. Da keine Neubeartragung in der laufenden Förderperiode mehr vorgesehen ist, verbleibt der Beitrag zum Schwerpunktbereich auf marginalem Niveau.

Hinzuweisen ist aber in diesem Zusammenhang darauf, dass über Maßnahmen im LPLR ohne Klimaschutzziel oder mit Landesziel ein deutlich höherer Wirkungsbeitrag erzielt wird als der hier berichtete (vgl. Bewertungsfrage 24 des eDFB 2018). Relevante Maßnahmen mit Wirkungsbeitrag sind vor allem der Ökolandbau, weitere AUKM und die Gewässerschutzberatung (s. Factsheet im Anhang). Wie unter Bewertungsfrage 24 festgestellt, ist aber auch der Beitrag des LPLR insgesamt bei weitem nicht ausreichend, um merklich zu dem beizutragen, was der Sektor im Hinblick auf die mittel- und langfristigen THG-Minderungsziele in Deutschland leisten müsste.

Auch die Minderungsrate von Maßnahmen zur Reduktion von **Ammoniakemissionen** fällt mit 0,17 % sehr gering aus. Verglichen mit den Reduktionszielen, die Deutschland laut internationaler Verpflichtungen schon sehr kurzfristig erzielen muss, ist der Beitrag der ELER-Förderung in diesem Handlungsfeld viel zu gering. Da bei der Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik laut Osterburg et al. (2018) aber weit mehr Reduktionspotenzial vorhanden ist, wird begrüßt, dass SH mittlerweile eine (national finanzierte) investive Förderung etabliert hat, die laut Auswertungen im Ländervergleich nachweislich effizienter ist (Roggendorf, 2019) und wie das Beispiel aus Nordrhein-Westfalen (NRW) zeigt, eine deutliche höhere Inanspruchnahme erzielen kann.

Im Bereich der Abdeckung von Gülleaußenlagern hat das AFP aufgrund der insgesamt geringen Inanspruchnahme bisher wenig bewirken können. Bei diesem Ansatzpunkt besteht aber ebenfalls

erhebliches Potenzial zur Verringerung von Ammoniakemissionen, wobei die Emissionsminderung durch Abdeckung bei Schweinegülle effektiver ist als bei Rindergülle. Das Beispiel NRW zeigt auch hier, dass eine investive Förderung nachträglicher Abdeckung von Gülleaußenlagern eine hohe Nachfrage induzieren kann.

Maßnahmen zur Emissionsminderung bei NH_3 müssen im Verbund angeboten werden. Auflagen zur Abdeckung von Güllelagern wie im AFP oder eine investive Förderung sind erst dann sinnvoll, wenn die resultierenden erhöhten Ammoniumgehalte der Gülle nicht zu erhöhten Emissionen bei der Ausbringung führen, falls keine emissionsarme Ausbringungstechnik eingesetzt wird.

Im Sinne der Empfehlungen verschiedener Experten (vgl. etwa WBAE und WBW, 2016) ist zu begrüßen, dass bei den Vorhabenarten zur Verbesserung des Humankapitals das Thema ‚Verbesserung der Düngeneffizienz‘ zu einem der zentralen Themenschwerpunkte geworden ist, verursacht auch durch die Reform der Düngeverordnung 2017. In der Ex-post-Bewertung soll versucht werden, das Ausmaß dieser indirekten Effekte besser einschätzen zu können. Ein Erkenntnisinteresse in diesem Zusammenhang besteht in der Klärung der Frage, wie eigentlich im Bereich der Humankapitalmaßnahmen ein effizientes Begleitangebot zur Einführung eines neuen gesetzlichen Standards (Bsp. DüV) gestaltet sein sollte. Bei den EIP gilt das Erkenntnisinteresse der Frage der Weiterverbreitung (Dissemination) erfolgreicher, innovativer Ansätze, die eine Schlüsselrolle für deren Breitenwirksamkeit einnimmt.

Anhang

Factsheet: Auswertung betrieblicher Nährstoffbilanzen

Das vorliegende Factsheet dient als methodisches Hintergrundpapier zum erweiterten Durchführungsbericht 2018. Im Factsheet werden die Schätzgrößen für die Quantifizierung von Wasser- und Klimaschutzeffekten der Maßnahmen mit entsprechenden Zielen im LPLR hergeleitet, also vor allem für die Agrarumwelt- und Klimaschutzmaßnahmen – AUKM (TM 10.1) sowie für den Ökolandbau (TM 11.1/11.2). Es befasst sich zu diesem Zweck mit der im Feinkonzept vorgesehenen Auswertung betrieblicher Nährstoffbilanzen, die im Rahmen der Gewässerschutzberatung (VA 2.1.2) auf Beratungsbetrieben erhoben worden sind. Da die Auswertungen nur sehr eingeschränkt in der geplanten Form durchführbar waren (näheres dazu unten), sind im Folgenden neben Ergebnissen dieser Auswertungen noch weiterführende Überlegungen im Hinblick auf das Quantifizierungsziel enthalten. Die Quantifizierungsergebnisse selbst sind im vorliegenden Modulbericht sowie in Texten zur Beantwortung der Bewertungsfragen 9 (Schwerpunktbereich 4B) und 14 (Schwerpunktbereich 5D) des erweiterten Durchführungsberichts zu finden.

Grundsätzliches zur Datenbasis und Methodik

Fördermaßnahmen mit dem Ziel, den Einsatz von Dünger, insbesondere den von Stickstoffgaben, effizienter zu machen, können damit sowohl eine Verringerung von Nährstoffbilanzüberschüssen zur Verbesserung der Wasserqualität (Schwerpunktbereich 4B) als auch, bezogen auf den Stickstoffeinsatz, eine Verringerung von Treibhausgasemissionen (Schwerpunktbereich 5D)⁹ und damit Klimaschutzeffekte bewirken. Daran anknüpfend war im Rahmen der Erstellung des Feinkonzeptes zum Evaluierungsdesign des LPLR Schleswig-Holstein 2014-2020 geplant, für AUKM und Ökolandbau bei Zielsetzung in den Schwerpunktbereichen 4B und 5D wasser- und klimaschutzbezogene Wirkungen mit einer einheitlichen Methode und anhand einer gemeinsamen Datenbasis zu schätzen. Vorgesehen war ein statistischer Vergleich der Nährstoffbilanzsalden bzw. des Stickstoffeinsatzes teilnehmender und nicht teilnehmender Betriebe (Mit-Ohne-Vergleich).

Aufgrund guter Erfahrungen mit vergleichbaren Auswertungen in der vorangegangenen Förderperiode sollte nach Absprachen mit den Fachreferaten wieder auf Daten aus den Erfolgskontrollen der Gewässerschutzberatung zurückgegriffen werden („Datenschablone“). Bis zum Jahr 2014 wurde die Gewässerschutzberatung als rein landesseitig finanzierte Maßnahme durchgeführt. Daten zu Nährstoffbilanzen und andere Parameter zur Erfolgskontrolle der Beratung wurden bis zu diesem Zeitpunkt auf ca. 120 Pilotbetrieben in der Beratungskulisse erhoben. Mit Beginn der laufenden Förderperiode wird die Gewässerschutzberatung als ELER-kofinanzierte Maßnahme angeboten (VA 2.1.2). Vergleichbare Daten werden in der laufenden Förderperiode hingegen auf allen Betrieben erhoben, die an einer Intensivberatung teilnehmen (Beratungsmodul 1.3), an die verbindlich eine Datenerhebung im Rahmen des Beratungsmoduls 1.5 zur Schwachstellenanalyse gekoppelt ist. Die Daten werden von den Gewässerschutzberatern erhoben, anonymisiert und

⁹ Vor allem im Hinblick auf die Reduktion von Lachgasemissionen (= zusätzlicher Ergebnisindikator R18).

zentral im Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume (LLUR) für landesweite Auswertungen zusammengeführt.

Auf den Beratungsbetrieben werden zum einen neben betrieblichen Kennziffern (z. B. Betriebsgröße und Flächennutzung) Daten mit gesamtbetrieblichen Parametern von Nährstoffbilanzen erfasst (Nährstoffbilanzsalden in Form von Feld-Stall- als auch als Hoftorbilanzen, Bilanzpositionen zur Nährstoffzu- und -abfuhr), sowohl für Stickstoff (N) als auch für Phosphor (P). Des Weiteren werden Daten von einzelnen Beprobungsflächen erfasst, die neben Bilanzsalden vor allem Erfolgsparameter in Form der N_{\min} -Beprobung enthalten (werden hier nicht weiter betrachtet).

In dem Datensample aus den Beratungsbetrieben sind die Teilnahme an den AUKM zur Reduzierung von Stoffeinträgen in Gewässer (VA 10.1.1 Winterbegrünung und 10.1.2 Emissionsarme und gewässerschonende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern) sowie die Art der Flächenbewirtschaftung (konventionell/ökologisch) über entsprechende Variablen gekennzeichnet, sodass die erfassten Erfolgsparameter zu Nährstoffbilanzen für die beiden genannten Vorhabenarten und für Teilnehmer am ökologischen Landbau ausgewertet werden sollten. Teilnehmer an anderen AUKM wie etwa den Vertragsnaturschutzmaßnahmen (VA 10.1.8) sind nicht kenntlich gemacht.¹⁰

Methodisch war für Flächenmaßnahmen geplant, anhand der auf den Beratungsbetrieben erfassten Daten einen quantitativen Teilnehmer-Nichtteilnehmer-Vergleich im Sinne des Bewertungsleitfadens des EU-Helpdesk (ENRD, 2018) durchzuführen, bei dem über statistische Verfahren (Vergleichsgruppenbildung über z. B. Propensity-Score-Matching oder Euklidische Distanz, vgl. Roggendorf, 2016) eine möglichst große Ähnlichkeit zwischen den Vergleichsgruppen angestrebt wird. Voraussetzung ist eine genügend große Fallzahl von Teilnehmern in der Stichprobe.

Zu erwähnen ist, dass ein Mit-Ohne-Vergleich anhand dieser Datenbasis einem Bias unterliegt. Alle berechneten Ergebnisse beinhalten den Einfluss der Beratung und können nicht ohne Einschränkungen auf die Grundgesamtheit aller Teilnehmer der Flächenmaßnahmen übertragen werden. Allerdings ist aufgrund der Erhebung der Parameter durch Berater eine Prüfinstanz eingeschaltet, was die Qualität der Angaben verbessern sollte. Zudem haben Auswertungen mit vergleichbaren Daten aus Schleswig-Holstein und Niedersachsen im Rahmen der Ex-post-Bewertung zur vergangenen Förderperiode gezeigt, dass Effekte von Fördermaßnahmen auf diesem Weg zufriedenstellend nachweisbar waren. Vor dem Hintergrund dieser Erfahrungen und mangels alternativer Sekundärdatenbestände in Schleswig-Holstein wurden im Austausch mit den Fachreferaten die skizzierten Auswertungen als geeignet im Hinblick auf das Analyseziel eingeschätzt.

Für die Evaluierung der Maßnahmen in der aktuellen Förderperiode konnten die Daten aus den Beratungsbetrieben für die Jahre 2015 bis 2017 im August 2018 durch das LLUR zur Verfügung gestellt werden. Nach Einlesen und erster Inaugenscheinnahme der Daten wurde festgestellt,

¹⁰ Vor diesem Hintergrund ist die Bildung von Vergleichsgruppen für die AUKM 10.1.1 und 10.1.2 sowie für Ökolandbau (s. nächster Absatz) erschwert und mit einer erhöhten methodischen Unsicherheit verbunden.

dass für die geplanten statistischen Auswertungen zum erweiterten Durchführungsbericht 2018 zu wenig Datensätze von an den AUKM teilnehmenden Betrieben im Datensample enthalten waren (VA 10.1.1: vier Betriebe, VA 10.1.2: kein Teilnehmer). Dies ist u. a. darin begründet, dass landesweit insgesamt nur relativ wenige Betriebe die beiden Förderangebote zur Reduzierung von Stoffeinträgen in Gewässer in Anspruch genommen haben. Mit insgesamt acht Betrieben ist auch der Ökologische Landbau (TM 11.1/11.2) nicht in statistisch ausreichend großer Fallzahl in der Stichprobe vertreten (s. u.).

Um dennoch für die Berichtslegung im Frühjahr 2019 Ergebnisse bereitzustellen zu können, wurde zur Schätzung der Maßnahmeneffekte für die AUKM und den Ökolandbau auf verschiedene andere Quellen und Methoden zurückgegriffen. Zum einen wurde die für die Teilnehmer an den Vertragsnaturschutzmaßnahmen (VNS) alternativ gewählte Methodik angewendet, d. h., es erfolgte eine indikatorbezogene Wirkungsabschätzung anhand der Förderauflagen und entsprechender Literaturangaben.¹¹ Des Weiteren wurden Analyseergebnisse der vorangegangenen Förderperiode einbezogen und Rückschlüsse aus Auswertungen betrieblicher Daten anderer Bundesländer sowie Daten von Betrieben aus dem Datensample der Gewässerschutzberatung gezogen, die keine Kennung für eine AUKM-Teilnahme aufwiesen. Für die wenigen in den Daten der Beratungsbetriebe zu findenden Teilnehmer an der Winterbegrünung (VA 10.1.1) und des Ökolandbaus (TM 11.1/2) wurden einfache, nicht repräsentative Mit-Ohne-Auswertungen durchgeführt, bei der die Vergleichsgruppen – wie dargestellt – komplett den Beratungsbetrieben entstammen.

Die Erkenntnisse aus den verschiedenen Quellen werden nebeneinandergestellt und in einem Resümee für die Quantifizierungen im Rahmen der Beantwortung der Bewertungsfragen zusammengefasst. Die Ergebnisse sind im Folgenden kurz umrissen.

Winterbegrünung (VA 10.1.1)

Nach dem Stand der Literatur ist hinlänglich belegt (vgl. auch Osterburg und Runge, 2007; Holsten et al., 2012) und in einer europaweiten Literatursynopse der EU-KOM im Hinblick auf Greeningeffekte bestätigt (EU-KOM, 2017), dass nach Zwischenfruchtanbau zur Winterbegrünung ein Minderungseffekt beim N-Input erwartet werden kann. Hingegen hat die Vorhabenart keinen Einfluss auf die betrieblichen Phosphorbilanzsalden.

Im Datensample sind vier Betriebe als Teilnehmer an der Förderung der Winterbegrünung gekennzeichnet, repräsentative statistische Analysen sind mit dieser geringen Zahl nicht möglich. Drei dieser Betriebe sind in den 2015 erfassten Daten zu finden. Da keine Verknüpfung mit den Förderdaten möglich ist, konnte nicht bestimmt werden, ob diese Betriebe noch unter den Förderauflagen der vorangegangenen Förderperiode gefördert wurden oder Förderung für die aktuelle Förderperiode unter der ab 2015 gültigen Richtlinie (MSL-RL) beantragt hatten. Die vier Betriebe weichen im Hinblick auf die wenigen Strukturparameter, die in der Datenschemata enthal-

¹¹ Aufwendige Primärerhebungen sind aber für Fördermaßnahmen mit Sekundärzielen nicht zu rechtfertigen.

ten sind, relativ deutlich von der Grundgesamtheit der Teilnehmer im Jahr 2017 ab. Zudem fällt bei den vier Betrieben mit 5-9 % der Anteil des Zwischenfruchtanbaus an der LF deutlich geringer aus als in der Grundgesamtheit. Rückschlüsse auf die Grundgesamtheit können daher aus dieser Stichprobe definitiv nicht abgeleitet werden.

Anzumerken ist aber, dass bei einem Vergleich der vier Teilnehmer mit Beratungsbetrieben gleichen Betriebstyps und mit identischen Hauptkulturgruppen deutliche Unterschiede bei den Erfolgsparametern für Stickstoffbilanzen zu erkennen sind. Dass die N-Salden sowohl in der Feld-Stall-Bilanz als auch in der Hoftorbilanz bei den Teilnehmern deutlich niedriger als bei ähnlichen Betrieben ohne Förderung ausfallen, dürfte auf mehrere Faktoren zurückzuführen sein. Die insgesamt bessere Stickstoffeffizienz (Verhältnis N-Abfuhr zur N-Zufuhr) ist sehr wahrscheinlich auch auf die Berücksichtigung vermiedener N-Verluste in der Düngeplanung zurückzuführen, die ja auf Betrieben in der Gewässerschutzberatung als sicher erwartet werden kann. Die Differenzen zwischen den Gruppen werden noch größer, wenn man über Matchingverfahren die Vergleichsgruppen ähnlicher macht und dabei auch den Bilanzparameter Abfuhr kontrolliert (vgl. Tabelle A1). Interessant ist, dass die vier teilnehmenden Betriebe bei gleicher Besatzdichte wie in der Kontrollgruppe und ergo ähnlichem Wirtschaftsdüngeraufkommen beim N-Input eher auf Mineraldünger setzen und im Gegenzug den N-Überhang vermutlich durch N-Exporte verringern.

Tabelle A1: Mittelwertvergleich der Bilanzkennziffern von Teilnehmern an VA 10.1.1 Winterbegrünung mit einer ähnlich strukturierten Kontrollgruppe

Merkmal	Einheit	Teilnehmer VA 10.1.1	Kontrollgruppe Nichtteilnehmer	Differenz
Anzahl Betriebe	n	4	8	
Betriebsfläche	ha	180,5	190,2	-9,7
Ackeranteil	%	76,7	76,8	0,0
Viehbesatz	GV/ha	83,0	83,0	0,0
N-Aufkommen organische Dünger	kg N/ha	116,3	136,9	-20,6
N-Aufkommen mineralische Dünger	kg N/ha	117,3	106,6	10,6
Feld-Stall-Bilanz: N-Zufuhr	kg N/ha	212,3	233,7	-21,4
Feld-Stall-Bilanz: N-Abfuhr	kg N/ha	200,8	200,5	0,2
Feld-Stall-Bilanz: Saldo	kg N/ha	11,0	33,5	-22,5

Quelle: Betriebsdaten aus dem Monitoring der Gewässerschutzberatung (Erfassungsjahre 2015 bis 2017).

Schließlich konnte ein Maßnahmeneffekt für das ähnlich ausgestaltete Förderangebot in Niedersachsen¹² im Mit-Ohne-Vergleich statistisch nachgewiesen werden. Auswertungen von Daten der Fachrechtskontrollen nach DüV (Feld-Stall-Bilanzen) zeigten einen signifikanten Einfluss der Maßnahme in Höhe von 10 kg N/ha LF bzw. bei Umrechnung auf die Förderfläche von rund 22 kg N/ha Einsparung auf teilnehmenden Betrieben im Vergleich zur Kontrollgruppe. Die Ergebnisse sind nicht direkt übertragbar, da die Betriebsparameter der Teilnehmer im niedersächsischen Datensatz recht deutlich von denen der Teilnehmer in Schleswig-Holstein abweichen (geringere Betriebsfläche, geringerer Viehbesatz, höherer Ackeranteil).

Resümee: Die Erkenntnis der verschiedenen Quellen zusammenfassend, wird von einem mittleren Einspareffekt bei der N-Düngergabe und bei der Verringerung des Stickstoffbilanzsaldos in Höhe von 20 kg N/ha ausgegangen (Spanne 0 bis 40 kg N/ha). Dies entspricht der Einschätzung, die schon für das vergleichbare Förderangebot in der letzten Förderperiode getroffen wurde. Trotz der angegebenen Wirkungsspanne aus der Literatur dürfte in der Praxis aufgrund der Förderauflagen, nur leguminosenfreie Zwischenfrüchte anzubauen, kaum ein höherer Einspareffekt über 20 kg N/ha hinaus zu erwarten sein. Dass ein Einspareffekt mittlerweile als wahrscheinlich angenommen werden kann, liegt zudem in der Novellierung der Düngeverordnung 2017 begründet. Bei der vorgeschriebenen Düngung nach Sollwert ist bei Zwischenfruchtanbau die N-Zufuhr in der Folgekultur¹³ um bis zu 20 kg N/ha zu reduzieren (vgl. auch Richtwerte zur Düngung der Landwirtschaftskammer SH).

Emissionsarme und gewässerschonende Ausbringung von Wirtschaftsdüngern (VA 10.1.2)

Bei der Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik ist sowohl im Hinblick auf das Primärziel Wasserschutz als auch für die Klimaschutzeffekte (vgl. Modulbericht 5D) von besonderer Bedeutung, ob infolge der verringerten Ammoniakverluste und des damit vermehrt in den Boden gelangenden reaktiven Stickstoffs eine Reduzierung der Stickstoffgaben und ggf. auch eine Verringerung von Bilanzüberschüssen bei den teilnehmenden Betrieben festzustellen ist. Da laut RL der gesamte flüssige Wirtschaftsdünger eines Betriebes emissionsarm und gewässerschonend ausgebracht werden muss, eignen sich gesamtbetriebliche Stickstoffbilanzen gut, um eine Veränderung im Düngeverhalten nachweisen zu können. Auf die Phosphordüngung hat die Vorhabenart keinen Einfluss, der Effekt bezogen auf den Wirkungsindikator P-Bilanzsaldo ist null.

Im Datensatz des LLUR sind zu dieser Vorhabenart keine teilnehmenden Betriebe verzeichnet. Es wurden landesweit auch nach der Erstbeantragung in 2016 lediglich 35 Betriebe und seit 2017 56 Betriebe gefördert. Die in der laufenden Förderperiode zulässige emissionsarme Ausbringungstechnik (Schleppschuh, Gülleinjektion, -grubber, -scheibenegge) ist nicht vergleichbar mit der in der vergangenen Förderperiode, in der auf den geförderten Betrieben fast ausschließlich

¹² Vorhabenart AL 2.1 Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten auf mind. 5 % der Ackerfläche eines Betriebes, Zeitraum 01.10. bis 15.02., Startdüngung erlaubt.

¹³ Hauptkulturen, die dem geförderten Zwischenfruchtanbau als Sommerung folgen, sind laut InVeKoS-Daten auf 90 % der Bindungsfläche der Silomais, auf 3-3,5 % Hackfrüchte (Zuckerrüben, Kartoffeln) und auf 3-4% Sommergetreide.

Schleppschlauchtechnik eingesetzt wurde (Roggendorf und Franz, 2016). Daher können Ergebnisse aus der Ex-post-Bewertung nicht zur Wirkungseinschätzung herangezogen werden. Auch die Angaben aus der Literatur (Osterburg und Runge, 2007) beziehen sich nur eingeschränkt auf die aktuell geförderte Technik.

Anhaltspunkte für die Ermittlung von Einspareffekten bieten Auswertungen für ein vergleichbares Förderangebot in Niedersachsen/Bremen. Eine Übertragung der Ergebnisse ist statthaft, da die Ausgestaltung dieses Förderangebotes bezogen auf die geförderte, emissionsrelevante Ausbringungstechnik mit der in Schleswig-Holstein identisch ist. Die Auflagen unterscheiden sich zwar im Detail (keine Mindestlagerkapazität, Zeitraumbegrenzung nur bei wachsenden Gras- oder Getreidebeständen, nur Fremdausbringung, aber Mindestschardruck bei Schleppschuhverteiler und Begrenzung der Bewilligung auf im Betrieb selbst erzeugt Gülle), was sich aber nur geringfügig auf die Emissionsminderungseffekte auswirken dürfte. Einschränkend muss in diesem Zusammenhang darauf hingewiesen werden, dass aber in betriebsstrukturellen Merkmalen die Stichprobe der DüV-Nährstoffvergleiche aus Niedersachsen (Daten der Fachrechtskontrolle) nur begrenzt mit den Teilnehmern aus Schleswig-Holstein vergleichbar ist.¹⁴

Die Auswertung der niedersächsischen Nährstoffvergleiche erfolgte mit der oben beschriebenen Methodik in einem Teilnehmer-Nichtteilnehmer-Vergleich. Die gebildeten Vergleichsgruppen mit und ohne Technikeinsatz zeigten bei den zum Matching herangezogenen Parametern „Betriebsgröße“ (102 LF), „Ackeranteil an der LF“ (86 %), „Wirtschaftsdüngeraufwand“ und „N-Abfuhr über die Ernte“ (jeweils in kg N/ha) eine sehr hohe Übereinstimmung. Bei den Prüfparametern hingegen traten im Gruppenvergleich deutliche Unterschiede auf, allesamt in den statistischen Tests als signifikant ausgewiesen. Die Mineraldüngung lag auf den geförderten Betrieben um 14,3 kg N/ha niedriger als in der Vergleichsgruppe (hoch signifikant), die Unterschiede fielen beim N-Saldo mit 8,5 kg N/ha und beim N-Aufwand mit 7,3 kg N/ha etwas niedriger aus, waren aber beide ebenfalls signifikant auf dem 95 %-Niveau. Laut Ausbringungsbelegen bringen die teilnehmenden Betriebe ihre Gülle in Niedersachsen nur auf 57 % ihrer LF aus. Umgerechnet auf die Ausbringungsfläche ergibt sich im Mittel ein Minderungsbetrag von rund 25 kg N/ha bei den N-Mineraldüngergaben und von rund 15 kg N/ha beim N-Saldo.

Resümee: Da weder andere Datenquellen zur Verfügung stehen, noch die Angaben aus der Literatur auf die aktuell geförderte Technik übertragbar sind, werden trotz der deutlichen betriebsstrukturellen Unterschiede die Ergebnisse aus Niedersachsen als erste Annäherung für die Schätzung der Vorhabeneffekte in Schleswig-Holstein herangezogen. Anzumerken ist, dass in Schles-

¹⁴ Bei den Teilnehmern in Schleswig-Holstein handelt es sich um weitaus größere Betriebe als in Niedersachsen. Mit im Mittel rund 175 ha LF sind diese auch gemessen an der vorherrschenden Agrarstruktur in Schleswig-Holstein als sehr große Betriebe einzuordnen. Allein 16 Teilnehmer weisen eine Betriebsgröße von > 200 ha auf (drei davon Ökobetriebe), sechs davon eine LF von > 400 ha. Der mittlere Ackeranteil liegt mit 77 % deutlich unter dem der Stichprobe aus Niedersachsen (Median aber bei 85 % Ackeranteil). Rund 68 % der Teilnehmer bauen Mais an mit einem mittleren Anteil von 38 % an der Ackerfläche. Rinder- (28 Betriebe) und Schweinehaltung (25 Betriebe) sind etwa im gleichen Umfang vertreten, drei Betriebe kombinieren Rinder- und Schweinehaltung.

wig-Holstein die emissionsarme und gewässerschonende Ausbringung der Gülle nach Auswertung der Ausbringungsbelege auf ca. 81 % der LF teilnehmender Betriebe erfolgt. Daher müssen zur Schätzung der landesweiten Minderungseffekte die o. g. Minderungsbeträge pro Hektar auf eben diese Bezugsfläche hochgerechnet werden.

Vertragsnaturschutz (VA 10.1.8)

Eine Reihe der Vertragsmuster im Vertragsnaturschutz, die mit Dünge- und Viehbesatzaufgaben verbunden sind, verfolgen Sekundärziele im Wasserschutz¹⁵. Einspareffekte bei den Stickstoffgaben und eine Viehbesatzbegrenzung sind zudem klimawirksam und bei der Beantwortung der Bewertungsfrage 24 nach den Klimaschutzeffekten des Programms zu berücksichtigen.

Sekundärziele für den Wasserschutz weisen fünf Vertragsmuster für das Grünland (601 bis 605)¹⁶ und das ebenfalls grünlandbezogene Halligprogramm (HP) auf. Vertragsnaturschutz auf Acker soll über das Vertragsmuster Ackerlebensräume zum Wasserschutz beitragen. Mit den übrigen Vertragsmustern sind weder Wasser- noch Klimaschutzziele verbunden, Wirkungen auf diese Schutzgüter werden nicht erwartet.¹⁷

Die RL sieht eine sehr differenzierte Ausgestaltung der jeweiligen Förderverträge der einzelnen Vertragsmuster in vielen unterschiedlichen Variationen vor. Im Rahmen der Evaluierung können aber nur pauschale Einschätzungen erfolgen.¹⁸ Düngeauflagen greifen nach Erkenntnissen der Evaluierung auch bei Förderflächen in Naturschutzgebieten (NSG), da – so haben Analysen zur Ex-post-Evaluierung gezeigt (Pollermann et al., 2016) – in den NSG-Verordnungen kaum düngungsbezogene Auflagen zu finden waren.

Vertragsnaturschutzteilnehmer sind wie dargestellt in der Datenschablone nicht identifizierbar. Allerdings können aus diesen Daten auch für Wirkungseinschätzungen von VNS-Maßnahmen wichtige Erkenntnisse abgeleitet werden, was im Folgenden näher ausgeführt ist.

Vertragsmuster auf Grünland: Da aufgrund der Förderauflagen zur Viehbesatzdichte und zur Düngung Grünlandflächen des Vertragsnaturschutzes eher einen geringen Nährstoffinput aufweisen, können aus den einzelflächenbezogenen Daten der Datenschablone näherungsweise Nähr-

¹⁵ Sekundäre Zielsetzung für SPB 4B bei den Vertragsmustern Weidewirtschaft, Weidewirtschaft Moor, Weidewirtschaft Marsch, Weidelandschaft Marsch, Grünlandwirtschaft Moor, Halligprogramm, Ackerlebensräume.

¹⁶ Die fünf Vertragsmuster auf Grünland erzielten laut InVeKoS-Daten im Jahr 2016 zusammen eine Fläche von rund 15.800 ha mit Vertragsbindungen (ohne HP). Davon entfallen 1.856 ha (11,75%) auf Betriebe des Ökolandbaus. Die Inanspruchnahme der Maßnahmen ist ähnlich wie die der anderen AUKM kontinuierlich gewachsen.

¹⁷ Bezogen auf die beiden Vertragsmuster Weidegang und Rastplätze für wandernde Vogelarten wurden bereits zur Ex-post-Bewertung 2016 vergleichbare Förderangebote der letzten Förderperiode ohne entsprechende Wirkungen eingeschätzt (Roggendorf und Franz, 2016). Das Vertragsmuster Kleinteiligkeit im Ackerbau wird nur für Betriebe des ökologischen Landbaus angeboten und beinhaltet keine wirksamen Verpflichtungen über die des Ökolandbaus hinaus.

¹⁸ Eine vertiefte Analyse – etwa anhand von einzelflächenbezogenen Daten aus den teilnehmenden Betrieben – ist für Maßnahmen mit Sekundärzielen vom Aufwand her nicht gerechtfertigt.

stoffsalden und Düngergaben auf extensiv genutzten Flächen selektiert werden. Anhaltspunkte für den Umfang von Minderungseffekten wiederum ergibt dann ein Vergleich mit Werten intensiver genutzter Flächen.

Im Datensample der Beratungsbetriebe sind 30 Datensätze für konventionell genutzte Grünlandfläche enthalten, die eine breite Palette von Bewirtschaftungsintensitäten abbilden. Im Mittel liegt der Flächenbilanzsaldo dieser Flächen bei 17 kg N/ha, die N-Zufuhr bei 220 kg N/ha (105 kg N/ha über organische Dünger, rund 115 kg N/ha zusätzlich über Mineraldüngung). Die mittlere N-Zufuhr in dieser Stichprobe liegt damit leicht über dem in der aktuellen Düngeverordnung festgelegten Bedarf einer als Wiese oder Mähweide (20 % Weide) genutzten Grünlandfläche mittlerer Intensität (s. auch DLG-Merkblatt 433, Elsässer et al., 2018).

Wertet man aber die 25 % Beobachtungen mit den niedrigsten N-Mineraldüngergaben aus (Null-Düngung tritt nicht auf), liegt im Mittel die N-Zufuhr bei 110 kg N/ha auf den zumeist als Mähweiden gekennzeichneten Flächen und damit, gemessen am Bedarf, zwischen mittlerer bis extensiver Nutzungsintensität. Als mittlerer N-Saldo ergibt sich in diesem Quartil ein Defizit von -8 kg N/ha. In der Stichprobe zeigt also eine eher extensive, weidebetonte Grünlandnutzung, die typisch für Vertragsnaturschutzflächen sein dürfte, gegenüber mittelintensiver Schnittnutzung einen um 25 kg N/ha geringeren N-Saldo und rund 110 kg N/ha geringeren N-Input.

Ähnliche Befunde ergibt eine vergleichbare Auswertung von Bilanzdaten auf Betriebsebene. Dazu wurden aus den Angaben der Beratungsbetriebe in der Datenschablone 28 Datensätze von konventionell wirtschaftenden Futterbaubetrieben mit einem Grünlandanteil von $\geq 90\%$ selektiert. Auch diese zeigen eine breite Streuung und eine deutliche Differenz zwischen dem Mittel aller Beobachtungen und dem Quartilmittel der Betriebe mit den geringsten Mineraldüngergaben. Die Werte sind in folgender Tabelle A2 gegenübergestellt:

Tabelle A2: Mittelwertvergleich der Bilanzkennziffern von Futterbaubetrieben mit Hauptkultur Grünland, gruppiert nach Intensitätsgraden

Merkmal	Einheit	Alle Betriebe	Unteres Quartil	Differenz
Anzahl Betriebe	n	28	7	
Betriebsfläche	ha	72,2	70,2	2,0
Anteil Grünland	%	89,2	93,1	-3,9
Viehbesatz	GV/ha	4,1	3,6	0,5
N-Aufkommen organische Dünger	kg N/ha	159,8	128,4	31,4
N-Aufkommen mineralische Dünger	kg N/ha	88,5	25,6	63,0
N-Input gesamt	kg N/ha	248,4	154,0	94,4
Feld-Stall-Bilanz: N-Abfuhr	kg N/ha	244,1	197,5	46,6
Feld-Stall-Bilanz: Saldo	kg N/ha	27,2	-24,1	51,3
Brutto-Hoftorbilanz: Saldo	kg N/ha	105,6	62,1	43,5

Quelle: Betriebsdaten der Datenschlablone des LLUR (Erfassungsjahre 2015 bis 2017).

Die Unterschiede im N-Saldo fallen hier noch deutlicher aus als bei den Flächendaten, da auch Beobachtungen im Datensample vertreten sind, die keine oder äußerst geringe Mineraldüngergaben aufweisen. Ohnehin ist bemerkenswert, dass ähnlich wie in vielen früheren Untersuchungen des Thünen-Instituts (vgl. dazu etwa Osterburg und Techen, 2012) die Höhe der N-Überschüsse in den erhobenen Daten hoch korreliert ist mit der Höhe der N-Mineraldüngergaben (Korrelationskoeffizient 0,89 bei der Feld-Stall-Bilanz, 0,8 bei der Hoftorbilanz).

Des Weiteren kann wieder auf Auswertungen von Nährstoffvergleichsdaten aus Niedersachsen Bezug genommen werden, die allerdings nur tendenzielle Aussagen zu extensiv wirtschaftenden Grünlandbetrieben erlauben, da sich die Ausgestaltung der Förderangebote beider Länder (Vertragsvarianten, Besatzdichte- und Düngungsauflagen) sowie die Teilnehmerstruktur deutlich unterscheiden: Bei Konzentration auf Betriebe mit >20 % Anteil Vertragsnaturschutzgrünland an der LF zeigen sich sehr deutliche Minderungseffekte¹⁹. Es handelt sich um ausgeprägt extensiv wirtschaftende Betriebe mit einem mittleren VNS-Anteil an der LF von 63 %, mit sehr geringer Besatzdichte und entsprechend mit einem Aufkommen organischen Stickstoffs aus der Tierhaltung in Höhe von nur gut 40 kg N/ha (40 kg geringer als in der Vergleichsgruppe), aber auch deutlich niedrigeren Erträgen (128 kg N/ha Entzug, 36 kg N unterhalb der Vergleichsgruppe). Der Bilanzüberschuss fällt entsprechend mit 36 kg N/ha signifikant geringer aus als in der Vergleichsgruppe, die Mineraldüngung um 51 kg N/ha, der N-Aufwand je ha liegt sogar um 72 kg N/ha niedriger.

¹⁹ Allerdings finden sich bei dieser Selektionsbedingung nur 20 Fälle in der Stichprobe.

Resümee: Zur Schätzung der Verringerung von THG-Emissionen durch Vertragsnaturschutzgrünland werden – vergleichbar mit den Wertespannen aus den Beratungsbetrieben – die N-Inputs von Grünland mit mittlerer bis intensiver Nutzungsintensität nach Elsässer et al. (2018) dem N-Bedarf von extensiv genutztem Grünland gegenübergestellt. Für die einzelnen Vertragsmuster werden dabei die N-Inputs als flächengewichtete Mittel der Nutzungsformen Weide, Mähweide mit hohem sowie mit geringem Weideanteil ermittelt. Die Verteilung der Nutzungsformen wurde den Angaben im Flächennutzungsnachweis teilnehmender Betriebe entnommen. Für die beiden Vertragsmuster auf Moorböden wurde zudem die Nachlieferung aus dem Bodenvorrat gemäß DüV, Anlage 4, Tab. 11 berücksichtigt²⁰. Daraus ergeben sich die in folgender Tabelle A3 dargestellten Unterschiede in der Düngungsintensität für die Grünlandvarianten.

Tabelle A3: Unterschiede des N-Düngerinputs grünlandbezogener Vertragsmuster im Vergleich zu Grünland mittlerer bis intensiver Nutzung

Code	Vertragsmuster Grünland	Verringerter N-Input [kg/ha]		
		Minimum	Mittelwert	Maximum
FP601	Weidewirtschaft (Geest)	30	70	115
FP602	Weidewirtschaft Moor	0	15	50
FP603	Weidewirtschaft Marsch	30	60	100
FP604	Weidelandschaft Marsch	30	70	115
FP605	Grünlandwirtschaft Moor	0	20	50
FP606	Halligprogramm (HP)	30	60	100

Quelle: Eigene Einschätzung auf Basis der Auswertung von InVeKoS-Daten in Verbindung mit Elsässer et al. (2018).

Im Hinblick auf die Minderung der N-Salden werden, wie schon zur Ex-post-Bewertung der letzten Förderperiode, die von Osterburg und Runge (2007) angegebenen Wertespannen für Grünlandextensivierung verwendet (modifiziert für Schleswig-Holstein von Holsten et al. (2012)). Diese werden durch die zuvor skizzierten Auswertungsergebnisse bestätigt. Ein Einfluss auf die P-Salden kann anhand der vorliegenden Daten nicht ermittelt werden. Ein Rückgriff auf Auswertungsergebnisse aus Niedersachsen wird wegen deutlicher Differenzen in der Maßnahmenausgestaltung nicht vorgenommen.

Ackerlebensräume (ALR): Hinweise zu Minderungseffekten des Vertragsmusters Ackerlebensräume können aus den Flächendaten der Datenschlange abgeleitet werden. Anhand der Daten aus den Beratungsbetrieben wurde ein mittlerer Nährstoffinput für Kulturarten berechnet, die als

²⁰ Bei der Berechnung der Klimaschutzwirkungen der Vertragsmuster auf Moorstandorten für den Wirkungsindikator auf Programmebene werden zusätzlich vermiedene N₂O-Emissionen aus bewirtschafteten Moorflächen gemäß der nationalen Treibhausgasberichterstattung berechnet.

Vorkultur auf Vertragsflächen angebaut wurden²¹. Das sind vor allem Getreide (48 %) und Mais (35 %), daneben noch Ackerfutter (13 %) und Raps (4 %). Die Bilanzparameter liegen auf den mit diesen Kulturen bestellten Flächen im Mittel bei 174 kg N/ha beim N-Input (62 % als Mineraldünger) und bei 33 kg N/ha für den Flächenbilanzsaldo. Des Weiteren kann hilfreich sein, betriebliche Bilanzüberschüsse von Fällen mit annähernd reiner Ackernutzung als Referenz heranzuziehen. Bei den 65 Betrieben in der Stichprobe mit mehr als 95 % Ackeranteil liegt der mittlere N-Saldo der Feld-Stall-Bilanz bei knapp 50 kg N/ha und der Hoftorbilanz bei gut 80 kg N/ha N-Überschuss. Diese Daten bestätigen also die Annahme, dass bei Nutzung der Flächen als Brache oder begrünte Fläche ohne Nährstoffinput ein N-Überschuss vermieden werden kann. Allerdings sind wegen der gegebenen Streuung und fehlender betrieblicher Informationen zur Übertragbarkeit auf die ALR-Förderflächen die absoluten Größen nicht verwendbar.

Resümee: Zur Berechnung des Minderungseffektes der Maßnahme für den Wasserschutz (SPB 4B) wird weiterhin der Literaturwert nach Osterburg und Runge (2007) in Höhe von im Mittel 60 kg N/ha in Anrechnung gebracht, der in seiner Höhe durch die dargestellten Auswertungen bestätigt wurde. Beim Klimaschutz werden hingegen mangels Alternativen die o. g. Werte für den N-Input in die Schätzung des Effektes auf Programmebene übernommen.

Ökolandbau (TM 11.1/TM 11.2)

Die Förderung des ökologischen Landbaus ist mit einem Primärziel für Wasserschutz verbunden. Im Programmplanungsdokument wird in der Interventionslogik des Ökolandbaus dazu die Verringerung von Nährstoffüberschüssen angeführt (MELUR, 2015). Neben weiteren Umweltzielen ist in der Interventionslogik explizit auch der Klimaschutz genannt. Es wird angestrebt, durch ökologischen Landbau Treibhausgasemissionen zu verringern und CO₂ im Boden zu binden. In den korrespondierenden Schwerpunktbereichen 5D und 5E sind hingegen keine entsprechenden Ziele gesetzt. In der Evaluierung findet der Ökolandbau daher (nur) bei der Schätzung der Klimaschutzeffekte auf Programmebene (Bewertungsfrage 24) Berücksichtigung.

Im Datensample der Beratungsbetriebe sind in den Erfassungsjahren 2015 bis 2017 acht Ökoberetriebe zu finden. Fünf davon sind dem Produktionstyp ‚Gemischt‘ zugeordnet, mit Hauptkultur Getreide/Raps und Zweitkultur Futterbau/Grünland sowie einer mittleren LF von 118 ha und einem Ackeranteil von 67 %. Drei Betriebe sind als Futterbaubetriebe ausgewiesen, mit Hauptkultur Grünland bzw. Feldfutterbau, einer mittleren LF von 102 ha und einem Grünlandanteil von 65 %. Im Mittel der Stichprobe liegt der Grünlandanteil bei 45 %. In der Grundgesamtheit der 533 Betriebe mit Förderung des Ökolandbaus (2017) liegt die LF bei 90 ha und der mittlere Grünlandanteil bei 59 %, allein 136 der Teilnehmer bewirtschaften ausschließlich Grünland. Die Stichprobe der acht Ökoberatungsbetriebe bildet die Grundgesamtheit daher nur unzureichend ab und ist insgesamt zu klein, um belastbare Ergebnisse für die Maßnahme insgesamt liefern zu können.

²¹ Rund 76 % der Bindungsfläche im Jahr 2016 weisen als Vornutzung wieder Blühstreifen auf, sind also ortsfest angelegt.

Die acht Betriebe wurden dennoch einem Mit-Ohne-Vergleich innerhalb der Stichprobe der Gewässerschutzberatung unterzogen, um literaturbasierte Wirkungseinschätzungen mit betrieblichen Daten aus Schleswig-Holstein ansatzweise verifizieren zu können. Da ökologischer Landbau als Produktionsverfahren einen gesamtbetrieblichen Ansatz verfolgt, wurden die Betriebe der Kontrollgruppe nur über die Variablen Betriebsgröße und Betriebstyp selektiert. Beim Matching wurden daher als kategoriale Variable der Betriebstyp und als metrische Variablen die LF und zusätzlich noch der Ackeranteil kontrolliert.

Zu den acht Ökobetrieben werden insgesamt 14 Vergleichsbetriebe in der Stichprobe der Datenschlussschablone gefunden, die zu validen Matching-Ergebnissen führen. Bei den Prüfparametern zeigen sich statistisch signifikante Differenzen, ähnlich wie schon bei den Auswertungen in der letzten Förderperiode (Roggendorf und Franz, 2016). Die Hoftorbilanz fällt in den Ökobetrieben um 73 kg N/ha und die N-Zufuhr sogar um ca. 90 kg N/ha geringer aus als in der Vergleichsgruppe, die Differenz bei der Feld-Stall-Bilanz liegt allerdings bei nur 18 kg N/ha. Noch signifikanter – und bei der Feld-Stall-Bilanz auch größer – werden die Unterschiede, wenn Vergleichsbetriebe zwingend mit gleicher Hauptkultur oder gleichem Grundwasserkörper gesucht werden. Allerdings gelingt das Matchen dann nur noch für sieben bzw. fünf Beobachtungen. Die Unterschiede in der Hoftorbilanz fallen – wie schon 2016 – deutlicher aus als in den von Hülsbergen und Rahmann (2013) bundesweit verglichenen Betrieben, liegen aber eng bei den Ergebnissen, die Taube et al. (2007) in Hoftorbilanzen für Vergleichsgruppen aus Schleswig-Holstein berechnet haben. Beim P-Saldo ergab der Gruppenvergleich innerhalb der Pilotbetriebe eine signifikante Differenz von knapp 26 kg P₂O₅/ha in der Hoftor-Bilanz und bei knapp 8 kg P₂O₅/ha bei der Feld-Stall-Bilanz.

Resümee: Aufgrund der starken Abweichung zwischen Stichprobe und Grundgesamtheit werden für Schätzungen zur Minderung der Stickstoffbilanzsalden, wie schon zu Ex-post-Bewertung 2016, Literaturwerte herangezogen (Osterburg und Runge, 2007), die aber durch das Auswertungsergebnis von der Tendenz her wieder bestätigt werden. Zur Schätzung der Minderung von Phosphorsalden werden mangels Alternativen die Ergebnisse des Mit-Ohne-Vergleichs genutzt. Die Schätzung des Klimaschutzeffektes auf Programmebene, berichtet unter Frage 24, erfolgt – wie zur Ex-post-Bewertung 2016 – ebenfalls auf Literaturbasis (Sander et al., 2016).

Gewässerschutzberatung für die Landwirtschaft (VA 2.1.2)

Zum Nachweis der Wirkung der Gewässerschutzberatung war bezogen auf das Bewertungskriterium „Verringerung von Nährstoffbilanzüberschüssen“ laut Feinkonzept geplant, in einem Vorher-Nachher-Vergleich jene Beratungsbetriebe in der Datenschlussschablone zu analysieren, die wiederholt an einer Intensivberatung teilgenommen haben, auf denen also die Erfolgsparameter zur Wirkungsabschätzung mit einem zeitlichen Abstand wiederholt erhoben werden konnten. Da Betriebe laut Beratungsvorgaben an der Intensivberatung mit verbundener Datenerfassung nur mit einem Abstand von zwei Jahren teilnehmen können, wurden im Betriebsdatensample des LLUR die Betriebe selektiert, für die Daten der Erfolgskontrolle in den Jahren 2015 und 2017 er-

hoben wurden.²² Es konnten aber insgesamt nur drei Betriebe mit Beratungen in den beiden Jahren identifiziert werden. Damit ist die Fallzahl zu gering, um auf dem derzeitigen Stand statistisch valide Aussagen zum Erfolg der Beratung in der laufenden Förderperiode ableiten zu können.

Resümee: Für Einschätzungen zu den Wirkungsindikatoren wird für Betriebe in der Intensivberatung daher näherungsweise auf Ergebnisse aus der Ex-post-Bewertung von Beratungsangeboten in Niedersachsen (Trinkwasserschutzberatung) aus der letzten Förderperiode zurückgegriffen (Roggendorf, 2016). Es wird mit einem Minderungsbetrag beim N-Saldo von 15 kg N/ha gerechnet (vgl. Beantwortung der Bewertungsfrage 9).

Gesamtfazit

Das im Feinkonzept festgelegte Evaluierungsdesign für Wasser- und Klimaschutzziele von AUKM auf Basis des Datensamples der Gewässerschutzberatung hat nicht zu den erwarteten Ergebnissen geführt. Auch im Hinblick auf die Effekte der Gewässerschutzberatung selbst waren zu wenig Prüffälle in den Daten zu finden, um valide statistische Auswertungen durchführen zu können.

Es ist nunmehr erforderlich, die Eignung dieser Datenquelle zu überprüfen und ggf. besser geeignete Datenquellen zu identifizieren, mit denen in den weiteren Evaluierungsphasen die tatsächlichen Fördereffekte in Schleswig-Holstein gemäß den Anforderungen der EU-KOM bezüglich Wirkungsanalysen belegt werden können. Zu diesem Zweck werden entsprechend der Vereinbarung für die Weiterentwicklung des Feinkonzeptes im kommenden Halbjahr Absprachen über das Vorgehen und die geeignete Datengrundlage für die Ex-post-Bewertung erfolgen.

Es ist zu betonen, dass die als Näherung durchgeführten Schätzungen auf Grundlage von Auswertungsergebnissen aus Niedersachsen oder aus Literaturquellen bezüglich der tatsächlichen Maßnahmenwirkungen in Schleswig-Holstein mit großen Unsicherheiten behaftet und daher nur geeignet sind, ungefähre Größenordnungen für potenzielle Minderungseffekte der Förderung anzugeben. Insbesondere im Hinblick auf eine landesweite Hochrechnung der Ergebnisse, wie von der EU-KOM zur Beantwortung der Bewertungsfragen gefordert, sind belastbare Daten erforderlich.

²² Es wird davon ausgegangen, dass es sich bei den Betrieben mit jährlicher Erfassung (erfasste Daten für die Jahresreihe 2015 bis 2017) um die schon langjährig beratenen Pilotbetriebe handelt, die daher für den geplanten Vorher-Nachher-Vergleich für Gewässerschutzberatung in der laufenden Förderperiode nicht geeignet sind.

Literaturverzeichnis

- BMU [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit] (2016) Klimaschutzplan 2050 – Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, 92 p, zu finden in <https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf> [zitiert am 25.3.2019]
- 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 11.1.2015]
- EEN [Evaluation Expert Network] (2014) Working Document, draft January 2014: Common Evaluation Questions for Rural Development Programmes 2014-2020. Brüssel, 17 p
- Elsäßer M, Benke M, Berendonk C, Greiner B, Jaenicke H, Kivelitz H, Komainda M, Neff R, Pickert J, Riehl G, Taube F, Messner J (2018) Düngung von Wiesen, Weiden und Feldfutter. Deutsche Landwirtschaftsgesellschaft e.V. (DLG), DLG-Merkblatt 433, zu finden in <<https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/pflanzenbau/dlg-merkblatt-433/>> [zitiert am 22.5.2019]
- 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 17.10.2018]
- 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 15.4.2019]
- EU-COM [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-KOM [Europäische Kommission, GD Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung] (ed) (2017) Literature reviews on the effects of farming practices associated with the CAP greening measures on climate and the environment
- EWKG [Gesetz zur Energiewende und zum Klimaschutz in Schleswig-Holstein] (2017) Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein, zu finden in <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Landesregierung/IV/Service/GVOBl/GVOBl/2017/gvobl_04_2017.pdf> [zitiert am 25.3.2019]
- 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

- Haenel HD, Rösemann C, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B (2018) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990-2016: Report on methods and data (RMD) submission 2018 = Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2016 ; Report zu Methoden und Daten (RMD) Berichterstattung 2018. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 1428 p, Thünen Report 57, zu finden in <<http://hdl.handle.net/10419/176574>> [zitiert am 16.10.2019]
- Holsten B, Ochsner S, Schäfer A, Trepel M (2012) Praxisleitfaden für Maßnahmen zur Reduzierung von Nährstoffausträgen aus dränierten landwirtschaftlichen Flächen. Kiel, zu finden in <http://www.ecosystems.uni-kiel.de/bilder/218_150/praxisleitfaden_interaktiv.pdf> [zitiert am 23.8.2016]
- 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) Agriculture, Forestry and Other Land Use. IGES, Japan, zu finden in <<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>> [zitiert am 25.4.2019]
- Landtagsdrucksache 18/4389: Energiewende und Klimaschutz in Schleswig-Holstein – Ziele, Maßnahmen und Monitoring 2016 (2016)
- LWK SH [Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein] (2011) Hauptnährstoffgehalte in Wirtschaftsdüngern (in kg/t bzw. m³ Frischmasse). Rendsburg, zu finden in <https://www.lksh.de/fileadmin/dokumente/Landwirtschaft/Pflanze/Teaser/Duengung/Naehrstoffgehalte_organischer_Duenger.pdf> [zitiert am 19.6.2019]
- MELUR [Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein] (2015) Programm zur Entwicklung des ländlichen Raums (Stand: 27.04.2015) (CCI 2014DE06RDRP021), zu finden in <http://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/F/foerderprogramme/MELUR/LPLR/Downloads/Entwicklungsprogramm_2014_7_14.pdf?__blob=publicationFile&v=2> [zitiert am 1.11.2015]
- Meyer B, Wollmer AC, Schleuß U (2019) Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein auch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt, hg. v. Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (MELUND), 45 p, zu finden in <https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/Downloads/2019_THG_Bericht_lang.pdf?__blob=publicationFile&v=1> [zitiert am 6.3.2019]
- MSL-RL, Richtlinien für die Förderung einer markt- und standortangepassten Landbewirtschaftung (MSL) als Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ in der Fassung vom 22.11.2016, zu finden in <http://www.gesetze-rechtsprechung.sh.juris.de/jportal/portal/t/hbf/page/bsshoprod.psml/screen/JWPDFScreen/filename/22_11_2016__VVSH-VVSH000006159.pdf> [zitiert am 30.5.2017]
- Osterburg B, Runge T (2007) Maßnahmen zur Reduzierung von Stickstoffeinträgen in Gewässer – eine wasserschutzorientierte Landwirtschaft zur Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, 302 p, Landbauforschung Völkenrode, Sonderheft
- Osterburg B, Techen AK (2012) Evaluierung der Düngeverordnung – Ergebnisse und Optionen zur Weiterentwicklung : Abschlussbericht ; Bund-Länder-Arbeitsgruppe zur Evaluierung der Düngeverordnung ; Bericht im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut. Braunschweig, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn051542.pdf> [zitiert am 23.5.2019]

- Osterburg B, Rösemann C, Fuß R, Wulf S (2018) Ammoniak geht alle an. DLG-Mitteilungen 2018(4):14-17
- Pollermann K, Grajewski R, Bathke M, Bergschmidt A, Dickel R, Eberhardt W, Ebers H, Fähmann B, Fengler B, Forstner B, Franz K, Moser A, Pufahl A, Reiter K, Roggendorf W, Sander A, Schnaut G, Schwarz G, Spengler M, Tietz A (2016) Ex-post-Bewertung. Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein 2007 bis 2013. Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/SH/Ex-post-ZPLR_Bericht.pdf> [zitiert am 26.9.2018]
- Raue P, Bathke M, Eberhardt W, Ebers H, Fähmann B, Fengler B, Flint L, Forstner B, Franz K, Grajewski R, Pollermann K, Reiter K, Roggendorf W, Sander A (2017) Landesprogramm ländlicher Raum (LPLR) des Landes Schleswig-Holstein 2014 bis 2020 – Analyse der Inanspruchnahme und Umsetzung, hg. v. Johann Heinrich von Thünen-Institut, 197 p, 5-Länder-Evaluation, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2017/SH_Inanspruchnahme_Endversion.pdf> [zitiert am 16.5.2019]
- 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 25.3.2019]
- Roggendorf W (2016) Ex-post-Bewertung PROFIL 2007 bis 2013 : Modulbericht 9.8_MB Wasser. Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/NI/9-8_MB_Wasser.pdf> [zitiert am 26.9.2018]
- Roggendorf W (2019) Evaluierung von Klimaeffekten des ELER – Ergebnisse für den eDFB 2019. Workshop „Über den Tellerrand geschaut“, 5-Länder-Evaluierung. Braunschweig
- Roggendorf W, Franz K (2016) Ex-post-Bewertung Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein 2007 bis 2013 : Modulbericht 9.8_MB Beitrag des Programms zur verbesserten Wasserbewirtschaftung. Braunschweig, Hamburg, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/SH/9-8_MB_SH_Wasser.pdf> [zitiert am 26.9.2018]
- Sander A, Häußler J, Franz K, Roggendorf W (2016) Ex-post-Bewertung Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum des Landes Schleswig-Holstein 2007 bis 2013 : Modulbericht 9.7_MB Beitrag des Programms zum Klimaschutz. Hannover, Braunschweig, Hamburg, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/SH/9-7_MB_SH_Klima.pdf> [zitiert am 26.9.2018]
- UBA [Umweltbundesamt] (2018) Ammoniak-Emissionen, zu finden in <<https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschaedstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#textpart-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]