Beitrag des Programms zum Klimaschutz und zur Klimaanpassung

Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020, verlängert bis 2022

Wolfgang Roggendorf, Friederike Rorig, Stefan Schwarze

5-Länder-Evaluation 20/2026

Finanziell unterstützt durch:

EUROPÄISCHE UNION

HESSEN
Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat

EPLR 2014 - 2020

Publiziert:

DOI-Nr.: 10.3220/253-2026-172
www.eler-evaluierung.de

Der nachfolgende Text wurde in geschlechtergerechter Sprache erstellt. Soweit geschlechtsneutrale Formulierungen nicht möglich sind, wird mit dem Doppelpunkt im Wort markiert, dass Frauen, Männer und weitere Geschlechtsidentitäten angesprochen sind. Feststehende Begriffe aus Richtlinien und anderen Rechtstexten bleiben unverändert.

Thünen-Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen
Wolfgang Roggendorf

Bundesallee 64, 38116 Braunschweig
Telefon: 0531 2570 2207
E-Mail: wolfgang.roggendorf@thuenen.de

Johann Heinrich von Thünen-Institut
Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 64
38116 Braunschweig

Braunschweig, Juli 2026

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis **III**

Tabellenverzeichnis **IV**

Abkürzungsverzeichnis **VI**

0 Zusammenfassung und Summary **1**

Zusammenfassung 1

Summary 5

1 Einleitung **9**

1.1 Bewertungsauftrag 10

1.2 Aufbau des Berichtes 12

2 Relevanz der Förderung **13**

2.1 Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen 13

2.1.1 Handlungsbedarf 13

2.1.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung 17

2.1.3 Kontext der Förderung 17

2.2 Erhaltung und Bindung von Kohlenstoff in der Land- und Forstwirtschaft 19

2.2.1 Handlungsbedarf 19

2.2.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung 21

2.2.3 Kontext der Förderung 21

2.3 Verbesserung der Energieeffizienz 22

2.3.1 Handlungsbedarf 22

2.3.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung 24

2.3.3 Kontext der Förderung 24

2.4 Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien 25

2.4.1 Handlungsbedarf 25

2.4.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung 26

2.4.3 Kontext der Förderung 27

2.5 Anpassung an den Klimawandel 28

2.5.1 Handlungsbedarf 28

2.5.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung 29

2.5.3 Kontext der Förderung 29

3 Relevante Maßnahmen und Umsetzung **30**

4 Daten und Methoden **33**

5 Wirkungen und Wirksamkeit **36**

5.1 Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen 36

5.1.1 Agrarinvestitionsförderprogramm (TM 4.1) 37

5.1.2 Vielfältige Kulturen im Ackerbau (TM 10.1) und Ökologischer Landbau (M 11) 55

5.2 Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken 64

5.2.1 Forstlicher Wegebau (VA 4.3-1) 64

5.2.2 Flurbereinigung (VA 4.3-2) 66

5.2.3 Bodenschutzkalkung (TM 8.5) 67

5.2.4 Vielfältige Kulturen im Ackerbau und Ökologischer Landbau 69
5.2.5 Beantwortung der Bewertungsfrage 15 71
5.3 Verbesserung der Energieeffizienz 71
5.3.1 Agrarinvestitionsförderung (TM 4.1) 72
5.3.2 Beantwortung der Bewertungsfrage 12 73
5.3.3 Verarbeitung und Vermarktung (TM 4.2) 74
5.3.4 Flurbereinigung (VA 4.3-2) 75
5.4 Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien 76
5.4.1 Forstwirtschaftlicher Wegebau (VA 4.3-1) 76
5.4.2 Beantwortung der Bewertungsfrage 13 78
5.5 Maßnahmen mit qualitativer Wirkungseinschätzung – SPB übergreifend 79
5.5.1 Basisdienstleistungen (TM 7.4) 79
5.5.2 Europäische Innovationspartnerschaften (TM 16.1) 82
5.5.3 LEADER (M 19) 83
5.6 Anpassung an den Klimawandel 87
5.7 Beitrag des Programms zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel 88
5.7.1 Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen 89
5.7.2 Beitrag zur Sicherung und Verbesserung von Kohlenstoffvorräten in landwirtschaftlich genutzten Böden 92
5.7.3 Beitrag zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch 93
5.7.4 Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz 93
5.7.5 Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel 93
6 Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung (Effizienz) 93
7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen 96
Literaturverzeichnis 104

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	ELER-spezifische Bewertungsanforderungen des CMEF für den Zielbereich Klimaschutz und Klimafolgenanpassung	11
Abbildung 2:	Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Hessen in den Jahren 2015 bis 2022	14
Abbildung 3:	Ammoniakemissionen der Landwirtschaft in Hessen in den Jahren 2015 bis 2022	17
Abbildung 4:	Entwicklung der Emissionen im Sektor LULUCF in den Jahren 2014 bis 2022 in Hessen	20
Abbildung 5:	Energieverbrauch in der Land-und Forstwirtschaft sowie der Ernährungsindustrie 2014 bis 2023 in Deutschland (Kontextindikator C44)	23
Abbildung 6:	Energieverbrauch in der Ernährungsindustrie 2014 bis 2022 in Hessen	23
Abbildung 7:	Untersuchungsdesign	34
Abbildung 8:	Mögliche Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung	65
Abbildung 9:	Anteil der Maßnahmen zur Energieverbesserung bei geförderten Bestandsgebäuden (TM 7.4)	80
Abbildung 10:	Selbsteinschätzung zum Umfang der Energieeinsparung bei Bestandsgebäuden (TM 7.4)	81
Abbildung 11:	Anteil der Maßnahmen zur Energieverbesserung bei LEADER-geförderten Bestandsgebäuden	85
Abbildung 12:	Selbsteinschätzung zum Umfang der Energieeinsparung bei LEADER-Bestandsgebäuden	85

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Relevante Teilmaßnahmen und programmierte Ziele im Themenfeld Klima	31
Tabelle 2:	Zielgrößen und Umsetzungsstand relevanter Maßnahmen für den Klimaschutz	32
Tabelle 3:	Überblick zu Methoden und Daten der maßnahmenbezogenen Wirkungsanalysen	35
Tabelle 4:	Verteilung der bewilligten Stallbauvorhaben nach Tierarten	39
Tabelle 5:	Eingesetzte Minderungsfaktoren der geförderten Ausbringungstechniken im Vergleich zu Breitverteiler und Schleppschlauch	45
Tabelle 6:	Veränderung von NH_3-Emissionen durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Schweinemast bei AFP-geförderten Betrieben	46
Tabelle 7:	Veränderung von NH_3-Emissionen durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Milchviehhaltung bei AFP-geförderten Betrieben	47
Tabelle 8:	Zuwachs der Stallplätze in der Haltung von Legehennen bei Betrieben mit AFP-Förderung und daraus resultierende Ammoniak- und Treibhausgasemissionen	48
Tabelle 9:	Veränderung von CH_4-Emissionen aus Stall und Lager durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Milchviehhaltung bei AFP-geförderten Betrieben	49
Tabelle 10:	Veränderung von N_2O-Emissionen durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Milchviehhaltung bei AFP-geförderten Betrieben	50
Tabelle 11:	Abdeckung von Güllelagern (separat oder im Rahmen von Stallbauvorhaben): Geschätzte Lagermengen und eingesparte Ammoniakemissionen	51
Tabelle 12:	Geschätzte Zu- und Abnahmen der THG- und Ammoniakemissionen infolge der AFP-Förderung	54
Tabelle 13:	Inanspruchnahme Vielfältiger Kulturen im Ackerbau (TM 10.1) und Ökologischem Landbau (M 11) in den Jahren 2016 bis 2022	56
Tabelle 14:	Mit-Ohne-Vergleich von N-Düngungsparametern beim Ökolandbau in 2019/2020	58
Tabelle 15:	Besatzdichte im Ökologischen Landbau und im konventionellen Landbau in Hessen	60
Tabelle 16:	Minderung der Lachgasemissionen durch Anbau vielfältiger Kulturen und Ökolandbau	62
Tabelle 17:	Einsparung von N-Dünger durch VK und Ökolandbau und resultierende Verringerung der Ammoniakemissionen	63
Tabelle 18:	Ist- und Soll-Output der Bodenschutzkalkung (TM 8.5) 2015 bis 2022	68
Tabelle 19:	Potenzielle Verringerung von THG-Emissionen durch C-Sequestrierung in Ackerböden	71
Tabelle 20:	Output der Förderung der forstlichen Infrastruktur: Weglänge in Metern (VA 4.3-1)	77

Tabelle 21: Übersicht der Schätzergebnisse zur Verringerung von THG- und Ammoniakemissionen durch wirksame Maßnahmen des EPLR 90

Tabelle 22: Kosten-Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verminderung von Ammoniakemissionen 95

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Bedeutung
AFP	Agrarinvestitionsförderungsprogramm
AL	Ackerland
Art.	Artikel
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
AWK	Auswahlkriterium/Auswahlkriterien
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMU	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit
C	Chemisches Zeichen für Kohlenstoff
CH_4	Chemisches Zeichen für Methan
CMEF	common monitoring and evaluation framework
CO_2	Chemisches Zeichen für Kohlendioxid
CO_2-Äq	Kohlenstoffäquivalente
Corg	Organischer Kohlenstoff
DAS	Deutsche Anpassungsstrategie
DESTATIS	Statistisches Bundesamt
DG Agri	Generaldirektion Landwirtschaft und ländliche Entwicklung der EU-Kommission
DüV	Düngeverordnung
DVO	Durchführungsverordnung
eDFB	Erweiterter Durchführungsbericht
EE	Erneuerbare Energie(n)
EEA	Europäische Umweltagentur
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EF	Emissionsfaktor(en)
EFRE	Europäischer Fonds für regionale Entwicklung
EIF	Europäischer Investitionsfonds
EIP	Europäische Innovationspartnerschaft
ELER	Europäischer Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums
ELER-VO	ELER-Verordnung
EPLR	Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum
EU	Europäische Union
EU-COM/EU-KOM	Europäische Kommission
EURI	Mittel des Aufbauinstrumentes NextGenerationEU zur Abmilderung der COVID-19-Folgen in der Europäischen Union
FP	Förderperiode
GAK	Gemeinschaftsaufgabe Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GAP-SP	GAP-Strategieplan
GD	Generaldirektion
Gg	Gigagramm
GL	Grünland
GVE	Großvieheinheiten

Abkürzung	Bedeutung
GWP	Global Warming Potential
ha	Hektar
HALM	Hessisches Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maßnahmen
HE	Hessen
HLUG	Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie
HMLU	Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Verbraucherschutz
HMUKLV	Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz
I.07	Wirkungsindikator Emissionen aus der Landwirtschaft
IK	Implementationskosten
IKSP	Integrierter Klimaschutzplan (Hessen)
InVeKoS	Integriertes Verwaltungs- und Kontrollsystem
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
IuZ	Investitions- und Zukunftsprogramm
KAnG	Klimaanpassungsgesetz
kg	Kilogramm
km	Kilometer
km^2	Quadratkilometer
KMU	Kleine und mittelständische Unternehmen
KSG	Bundes-Klimaschutzgesetz
kt	Kilotonnen
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.
ktoe	Kilotonne Öleinheiten
l	Liter
LEADER	„Liaison entre actions de développement de l'économie rurale“: Verbindung zwischen Aktionen zur Entwicklung der ländlichen Wirtschaft
LF	Landwirtschaftlich genutzte Fläche
LULUCF	Land use, land-use change and forestry
m	Meter
m^3	Kubikmeter
Max	Maximum
Min	Minimum
Mio.	Million
Mtoe	Megatonnen Erdöläquivalente
MW	Mittelwert
N	Chemisches Zeichen für Stickstoff
n	Statistisches Zeichen für Stichprobe
NABIS	Nationale Biomassestrategie
NEC-RL	National Emission Ceeling-Richtlinie
NH_3	Chemisches Zeichen für Ammoniak
NIR	Nationales Emissionsinventar
NO	Chemisches Zeichen für Stickstoffmonoxid
N_2O	Chemisches Zeichen für Distickstoffoxid = Lachgas
NUTS	Nomenclature of territorial units for statistics (Systematik der Gebietseinheiten für die Statistik)

Abkürzung	Bedeutung
PV	Photovoltaik
R18 / R19	Ergebnisindikatoren R18 und R19 (aus EU-KOM-Framework)
RED II	Renewable Energy Directive II (EU-Richtlinie)
RL	Richtlinie
SIUK	Spezifische Investitionen zum Umwelt- und Klimaschutz
SPB	Schwerpunktbereich(e)
SPB 5B	Schwerpunktbereich Energienutzung in der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelverarbeitung
SPB 5C	Schwerpunktbereich Ausbau der Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien
SPB 5D	Schwerpunktbereich Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen
SPB 5E	Schwerpunktbereich Förderung der Kohlenstoffspeicherung und Bindung in der Land- und Forstwirtschaft
s. o./s. u.	siehe oben / siehe unten
SWOT	Strengths (Stärken), Weaknesses (Schwächen), Opportunities (Chancen) und Threats (Risiken)
t	Tonnen
TAN	Total ammonia nitrogen (gesamter Ammonium-Stickstoff)
THG	Treibhausgas(e)
TI	Thünen-Institut
toe	Tonnen Öleinheiten
TA Luft	Technische Anleitung Luft
TAN	Total Ammonium Nitrogen (Ammonium-Stickstoff)
TM	Teilmaßnahme
UBA	Umweltbundesamt
UNECE	United Nations Economic Commission for Europe
UNFCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
V&V	Verarbeitung und Vermarktung
VA	Vorhabenart
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VO	Verordnung
WBAE	Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz
WBW	Wissenschaftlicher Beirat für Waldpolitik
ZWE	Zuwendungsempfänger:innen

0 Zusammenfassung und Summary

Zusammenfassung

In diesem Bericht wurde der Beitrag des Entwicklungsplans für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020 (EPLR), verlängert bis 2022, zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel untersucht und bewertet. Insbesondere wurde der Beitrag des Programms zur Erreichung des Kernziels der Strategie Europa 2020 ermittelt, die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um mindestens 20 % zu verringern, den Anteil erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch auf 20 % zu erhöhen und die Energieeffizienz um 20 % zu verbessern. Auf dieses 20-20-20-Kernziel ist die Gemeinsame Bewertungsfrage 24 ausgerichtet, die anhand der Ergebnisse dieses Berichts beantwortet wird.

Im EPLR Hessen wurde auf den Handlungsbedarf im Hinblick auf das klimaschutzbezogene Kernziel der Strategie Europa 2020 hingewiesen. Das Thema Klimaschutz wurde in der Programmstrategie aber nicht mit Primärzielen versehen, sondern es wurde auf Sekundäreffekte von Teilmaßnahmen (TM) mit anderen prioritären Zielen verwiesen. Die TM 4.1 Agrarinvestitionsförderung (AFP) sollte zur Reduzierung der Treibhausgas- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft und zur Verbesserung der Energieeffizienz beitragen, der forstliche Wegebau (VA 4.3-1) zur Verbesserung der Erzeugung erneuerbarer Energie. Über Kooperationen zum Klimaschutz (TM 16.5) sollten Projekte in allen vier Schwerpunktbereichen der ELER-VO mit Klimaschutzbezug gefördert werden. Der Umsetzungsstand ist sehr heterogen; von den eingeplanten Mitteln konnten ca. 84 % verausgabt werden. Beim AFP (TM 4.1) mussten die Mittel wegen der anhaltend hohen Nachfrage nach der Verlängerung der Förderperiode aufgestockt werden, bei TM 16.5 wurden hingegen keine Projekte realisiert. Für die drei Maßnahmen mit sekundären Klimaschutzzielen waren mit knapp 106 Mio. Euro nur rund 12 % der indikativen Mittel eingeplant.

Darüber hinaus relevant im Hinblick auf den Klimaschutz und die Klimafolgenanpassung waren neun weitere Maßnahmen des EPLR mit anderen Zielsetzungen, die aber über Nebenwirkungen ebenfalls zur Erreichung der europäischen Klimaschutzziele beigetragen haben. Auf diese Maßnahmen entfielen mit rund 471,5 Mio. Euro knapp 58 % der verausgabten öffentlichen Mittel. Allerdings trugen nicht alle unter diesen Maßnahmen geförderte Vorhaben zum Klimaschutz bei.

Der Bericht baut auf den Umsetzungs- und Wirkungsanalysen auf, die für alle relevanten EPLR-Maßnahmen mit und ohne Klimaschutzziel durchgeführt wurden. Die Klimaschutzwirkungen wurden auf der Mikroebene, d. h. auf der Ebene von Begünstigten oder geförderter Flächen, ermittelt. Über einen Bottom-up-Ansatz wurden detaillierte Analysen auf Ebene der relevanten Maßnahmen durchgeführt, um deren Wirkung bezogen auf die verschiedenen Handlungsfelder zu berechnen oder qualitativ einzuschätzen. Für den seitens der EU-KOM vorgegebene Wirkungsindikator I.07 wurde die Programmwirkung als Summe der quantifizierbaren Wirkungen der einzelnen Maßnahmen berechnet. Der Wirkungsindikator bildet die Emissionen aus der Landwirtschaft anhand mehrerer Teilindikatoren ab (Treibhausgas- (CO_2, CH_4, N_2O) und Ammoniakemissionen (NH_3) aus der Landwirtschaft inklusive landwirtschaftlicher Böden). Weitere Wirkungen, z. B. bezogen auf die Verbesserung der Energieeffizienz, wurden über zusätzliche Indikatoren erfasst.

Zur Ermittlung der Programmwirkungen kam ein sehr heterogener Mix aus Methoden und Daten auf der Mikroebene zum Einsatz. Wesentliche Datengrundlagen waren vorhabenbezogene Förderdaten sowie Daten aus dem InVeKoS von Hessen. Bei den relevanten Vorhabenarten, für die eine Wirkungsquantifizierung im Hinblick auf Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen vorgenommen werden konnte, erfolgte die Berechnung – soweit möglich – angelehnt an die nationale Treibhausgas-Berichterstattung für Landwirtschaft des Thünen-Instituts (Submission 2024).

Gemessen an den europäischen Reduktionszielen, später auch an den deutschen Zielen laut Klimaschutzgesetz, war der Handlungsbedarf zu Beginn der Förderperiode 2014 bis 2020 besonders bezogen auf Treibhausgas- und Ammoniakemissionen hoch. Der Ausstoß an **Treibhausgasen (THG) aus der Landwirtschaft** lag seit Mitte der 2000er Jahre bis zu Beginn der Förderperiode, von leichten Schwankungen abgesehen, auf einem etwa gleichbleibenden Niveau von rund 1.960 kt CO2-Äq. Seit dem Jahr 2016 sanken die THG-Emissionen der Landwirtschaft in Hessen deutlich; sie lagen im Jahr 2022 bei rund 1.680 kt CO_2-Äq, also 22 % unter dem Wert des Referenzjahres 1990. Das EU-2020-Ziel wurde damit bereits erreicht. In Hessen hatte die Landwirtschaft während der Förderperiode besonders hohe Anteile am Ausstoß der klimarelevanten Gase Methan (CH_4, 60 % in 2015 und 71 % in 2021), das vor allem aus der Tierhaltung stammt, sowie Lachgas (N_2O, 60,5 % bis 53,5 %), das stark mit der Höhe der Stickstoffdüngung in Beziehung steht.

Nur halb so hoch wie die zuvor genannten Emissionen fielen zu Beginn der Förderperiode in Hessen die **Emissionen** aus, die auf die **Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Böden** zurückzuführen sind und überwiegend als CO_2 emittiert werden. Diese Emissionen werden in der Klimaberichterstattung als Teil des Sektors Landnutzung, Landnutzungswandel und Forstwirtschaft (LULUCF) behandelt. Diese CO_2-Emissionen waren im Vergleich zur Förderperiode 2007 bis 2013 angestiegen und blieben trotz erheblicher Schwankungen auch während der Förderperiode 2014 bis 2020 auf diesem hohen Niveau. Hauptquelle im Programmgebiet waren anhaltende Kohlenstoffverluste nach Landnutzungsänderungen von Mineralböden. Bedeutender für den LULUCF-Sektor war aber darüber hinaus, dass infolge von Witterungsextremen, vor allem durch die Trockenjahre ab 2018 und deren Folgen, sich der Wald in Hessen ab 2018 von einer Kohlenstoffsenke zu einer Kohlenstoffquelle entwickelt hatte. Der zu Beginn schon gegebene Handlungsbedarf bezogen auf den gesamten LULUCF-Sektor war in der Förderperiode also deutlich angestiegen.

Betrachtet man zunächst die **Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft** gemäß der Definition des Wirkungsindikators I.07, wurde im Mittel der Förderperiode eine Verringerung der THG-Emissionen in Höhe von knapp 52,2 kt CO_2-Äq im Vergleich zu einer Referenzsituation ohne Förderung erreicht. Die geschätzte Minderungswirkung laut I.07 bezieht sich auf Emissionen aus zwei Sektoren (Landwirtschaft und LULUCF). Dabei entfallen 25,1 kt CO_2-Äq pro Jahr bzw. 50 % der Wirkungen auf die Verringerung der Lachgasemissionen infolge der Reduktion des düngebasierten Stickstoffinputs. Methanemissionen haben infolge der Aufstockung von Tierbeständen durch die Agrarinvestitionsförderung hingegen um 3,43 kt CO_2-Äq zugenommen (Sektor Landwirtschaft). Durch Sicherung und Verbesserung der Kohlenstoffspeicherung in landwirtschaftlich genutzten Böden (Sektor LULUCF) konnten wiederum die CO_2-Emissionen bei Nutzung von Acker und Grünland im Programmgebiet im Mittel um 30,5 kt CO_2-Äq reduziert werden.

Im Laufe der Förderperiode war ein deutlicher Anstieg der Wirkungen des EPLR in Höhe von 38 kt CO_2-Äq im Jahr 2015 auf 68 CO_2-Äq im Jahr 2022 verzeichnen (+79 %), der auf die Zunahme wirksamer Förderflächen sowohl bei Vielfältigen Kulturen im Ackerbau als auch beim Ökolandbau zurückgeht. Gemessen am Verlauf der Basistrends haben die Maßnahmen des EPLR nur einen geringen, aber kontinuierlich wachsenden Wirkungsbeitrag erzielt. Bei Lachgasemissionen der Landwirtschaft entspricht der Wirkungsbeitrag des EPLR im Durchschnitt der Förderperiode einer Verringerung von rund 4,7 % der landesweiten Emissionen. Auf die Entwicklung der CO_2-Emissionen im LULUCF-Sektor haben die Maßnahmen des EPLR einen ähnlichen Einfluss gehabt. Bei diesem Sektor entspricht die geschätzte Minderungswirkung einem Anteil von im Mittel 4,5 %.

Bei der Verringerung von Emissionen aus der Landwirtschaft hat mit gut 84 % der Ökologische Landbau den weitaus größten Beitrag geleistet, der bei allen drei THG ein Reduktionseffekt erzielte. Der Anbau Vielfältiger Kulturen kommt auf einen Wirkungsanteil von knapp 16 %. Da die Umstellung auf Ökolandbau zumeist mit einer größeren betrieblichen Anpassung verbunden ist, kann von einer mittelfristig andauernden Wirkung ausgegangen werden. Die errechneten Effekte gehen – begründet in der standortbezogenen Schätzmethode der nationalen THG-Berichterstattung – auf Vorhabenarten zurück, die mit Extensivierung oder Produktionsrückgang verbunden sind. Bei einer produktbezogenen Bewertung würde die Reduktionswirkung z. T. geringer ausfallen.

Neben der über den Wirkungsindikator I.07 gemessenen Verringerung der Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft haben Maßnahmen des EPLR zusätzlich eine Verringerung von Treibhausgasemissionen in anderen Sektoren bewirkt. Die Einsparung von Dünger (Herstellung) sowie von Kraftstoff (Flächenzusammenlegung) führen zu einer zusätzlichen Minderung von CO2-Emissionen von gut 41 kt CO2-Äq pro Jahr, die im Industrie- und im Energiesektor verbucht werden.

Hinsichtlich der **Ammoniakemissionen** wurden die Zielwerte laut internationaler Vereinbarungen zur Luftreinhaltung (nationale Höchstmengen nach NEC-Richtlinie) zu Beginn der Förderperiode deutlich überschritten; die Emissionen zeigten bis 2014/2015 sogar eine steigende Tendenz. In Hessen lagen die Ammoniakemissionen der Landwirtschaft bei 21,5 kt NH_3; das entsprach einem Anteil von 3,5 % an den gesamtdeutschen NH_3-Emissionen. Der Handlungsbedarf zu Beginn der Förderperiode war auch in diesem Bereich hoch. In Hessen sind die Ammoniakemissionen im Laufe der Förderperiode um gut 23 % auf 16,5 kt im Jahr 2022 gesunken. Die Ziele der NEC-Richtlinie konnten 2021/2022 in Deutschland eingehalten werden.

Über Maßnahmen aus dem EPLR wurde eine Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in Höhe von insgesamt 0,9 kt NH_3 im Mittel der Förderperiode erreicht. Das Förderprogramm hatte damit einen geringen Einfluss auf die insgesamt zurückgegangenen NH_3-Emissionen des Landwirtschaftssektors. Die Minderungswirkung des Programms stieg von 3,1 % des emittierten Ammoniaks in Hessen im Jahr 2015 auf 4,8 % in 2021. Die Reduktion düngebasierter Ammoniakemissionen (AUKM, Ökolandbau) machte mit 73 % den größten Teil der geschätzten Gesamtwirkung aus. Rund 27 % des Effektes wird über das AFP erzielt, da im Saldo die Wirkung emissionsreduzierender Fördergegenstände (Abdeckung von Güllelagerbehältern, emissionsarme Ausbringungstechnik) die ansteigenden Emissionen infolge wachsender Tierbestände deutlich überstiegen. Die emissionsarmen Ausbringungstechniken hat mit Abstand die beste Kosten-Wirksamkeitsrelation der wirksamen Fördergegenstände, die Wirkung investiver Förderung ist zudem dauerhafter als die der Flächenmaßnahmen.

Konsistente Daten zur Entwicklung der **Energieeffizienz in Landwirtschaft und Ernährungsindustrie** lagen nicht vor, sodass der Handlungsbedarf und der Beitrag des Programms bei der Entwicklung der Baseline nicht eindeutig zu bestimmen war. Eine Verbesserung der Energieeffizienz konnte im Rahmen der vorliegenden Evaluierung für die Förderung der Verarbeitung und Vermarktung nachgewiesen werden. Durch die 45 geförderten Vorhaben ergab sich lt. Hochrechnung insgesamt zwar ein Anstieg im Energieverbrauch von rund 149 t Erdöläquivalente (toe), aber die Energieeffizienz konnte im Mittel um 1,8 toe/Mio. Euro Umsatz gesteigert werden. Durch die Förderung des forstlichen Wegebaus ergab sich für die nächsten zehn Jahre ein Beitrag zur **Steigerung des Angebots an erneuerbarer Energie** in Höhe von grob geschätzt rund 26 toe.

Schon weit vor Beginn der Förderperiode wurden die Auswirkungen des globalen Klimawandels beschrieben und der Bedarf zur **Anpassung an den Klimawandel** aufgezeigt. Teile des Programmgebietes gehören zu den Regionen in Deutschland mit besonders hoher Vulnerabilität gegenüber den Wirkungen des Klimawandels. Das Tempo des Klimawandels hatte sich seit Beginn der Förderperiode nachweislich beschleunigt, zum Teil sogar stärker als frühere Prognosen vorausgesagt haben. Als Ausdruck dessen war die Förderperiode durch eine Serie von Extremwetterereignissen geprägt (Dürrejahre, Temperatur- und Hitzerekorde, Hochwasserereignisse).

In Hessen war die Anpassung an den Klimawandel bereits vor der Förderperiode ein Schwerpunkt der Klimaschutzpolitik, der EPLR sah aber keine spezifischen Maßnahmen dafür vor. Dennoch trugen einige geförderte Vorhaben potenziell zur Problemlösung bei. Die Wirkungen sind jedoch oft erst langfristig und schwer messbar, da entsprechende Indikatoren fehlen. Zur Abwehr von Hochwassergefahren setzte das Land auf national finanzierte Förderprogramme. ELER-kofinanzierten Flurbereinigungsverfahren unterstützen z. T. die Umsetzung der entsprechenden wasserwirtschaftlicher Maßnahmen für den Hochwasserschutz. Zur Bewältigung von Trocken- und Hitzeperioden wurden über den EPLR Vorhaben gefördert, die zur effizienten Nutzung von Beregnungswasser beitragen sollen (AFP-, EIP- und LEADER-Projekte). Der Ökologische Landbau und die Förderung Vielfältiger Kulturen gelten als wichtige Anpassungsmaßnahmen im Ackerbau, da sie die Humusversorgung und damit die Wasserspeicherkapazität der Böden verbessern. In der Forstwirtschaft ist die Bodenschutzkalkung eine Anpassungsmaßnahme zur Entwicklung stabiler Wälder.

Für einige wirksame Maßnahmen des EPLR war nur eine **qualitative Wirkungseinschätzung** im Hinblick auf den Klimaschutz möglich. Die Teilmaßnahmen Basisdienstleistungen sowie LEADER-Umsetzung und -kooperationen trugen mit der Förderung von Projekten zu energetischen Sanierungen und Umnutzung von Gebäuden zur Verbesserung der Energieeffizienz bei, wobei Umnutzungsprojekte die höchsten Einsparungen erzielten. Die Energieeinsparung bewegte sich laut Selbsteinschätzung im Mittel bei 10-30 %. Weitere wirksame LEADER-Projekte setzten bei der Förderung von Elektromobilität oder Gewinnung erneuerbarer Energien an. Andere dienten der Induzierung klimagerechten Verhaltens über Qualifizierung/Bildung oder zur Erstellung von Konzepten zu klimarelevanten Themen. Von den im Rahmen der Europäische Innovationspartnerschaften im Agrarbereich geförderten Projekten zeigten 50 % Potenziale für Klimaschutz und Klimaanpassung. Beispiele sind Projekte zur Reduzierung der Spätdüngung, Gärrestedüngung, torffreie Anzuchterde und die Einführung klimaresilienter Kulturarten. Die tatsächliche Wirkung vieler Projekte ist erst mittel- bis langfristig zu erwarten.

Resümierend betrachtet hat der EPLR Hessen nur wenige klimaschutzrelevante Maßnahmen umgesetzt, während viele Instrumente mit nationaler Finanzierung realisiert wurden, deren Wirkung oft unklar bleibt. Als **Empfehlung** ergibt sich daraus, ein umfassendes Monitoring und eine Evaluierung sämtlicher Klimaschutzinstrumente, insbesondere aus dem Klimaschutzplan, zu etablieren, um insbesondere für die Sektoren Landwirtschaft und LULUCF weitere Handlungsbedarfe systematisch abzuleiten zu können.

Die Reduktion von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen in der Landwirtschaft ist hauptsächlich auf externe Faktoren wie sinkende Tierzahlen und reduzierte Stickstoffdüngung zurückzuführen. Der EPLR Hessen leistete einen geringen, aber nicht unbedeutenden Beitrag, insbesondere zur Reduzierung von Ammoniakemissionen. Es wird empfohlen, die Agrarinvestitionsförderung für emissionsmindernde Technologien kontinuierlich zu überprüfen und an den besten Stand der Technik anzupassen, beispielsweise bei der Güllevergärung und Stallbauförderung.

Die Verringerung der Treibhausgasemissionen erfolgte überwiegend durch AUKM Vielfältige Kulturen und Ökolandbau. Eine weitere Senkung durch freiwillige AUKM wird als nicht sinnvoll erachtet, da deren Wirkung nicht dauerhaft ist. Stattdessen sollte der Fokus auf der Verbesserung der Düngeeffizienz liegen, die insbesondere durch Umsetzung ordnungsrechtlicher Maßnahmen erreicht werden kann. Eine investive Förderung zur Reduzierung gasförmiger N-Verluste und spezifische Beratungsleistung können unterstützend etabliert werden. Zur Senkung von Methanemissionen sind weitere moderate Rückgänge des Tierbesatzes notwendig, wobei ein Gesamtkonzept zur Tierhaltung und begleitende Maßnahmen auf der Konsumseite erforderlich sind. Die Agrarinvestitionsförderung sollte an der Begrenzung der Tierbestände festhalten.

Die Erhaltung und Verbesserung von Kohlenstoffsenken im LULUCF-Sektor sind entscheidend, da diese sich von einer Senke zu einer Quelle entwickelt haben. Eine dauerhafte Umstellung und Entwicklung neuer Landnutzungssysteme zur Steigerung der Kohlenstoffgehalte im Boden wird empfohlen, AUKM mit fünfjähriger Bindung bieten keine nachhaltige Lösung. Auch der Ökolandbau trägt neben der Verringerung von THG-Emissionen zur Verbesserung von Kohlenstoffsenken bei. Es wird empfohlen, den Ökolandbau weiterhin als multifunktionale Maßnahme zu fördern, die positive Effekte für mehrere Schutzgüter hat. Von großer Bedeutung sind ausreichend Finanzmittel zur Schaffung klimastabiler Wälder sowie von Agroforstsystemen.

Im Bereich Energieeffizienz besteht weiterhin Handlungsbedarf, da der Energieverbrauch in der Landwirtschaft stagniert. Es wird empfohlen, die Förderung der Energieeffizienz im Bundesprogramm zu bündeln, wobei die Integration energetischer Mindeststandards in bestehende Förderprogramme wie das Agrarinvestitionsförderprogramm zu diskutieren sind. Im Gebäudesektor im ländlichen Raum sollte die Sanierungsquote erhöht werden, um Klimaziele zu erreichen. Die Anpassung an den Klimawandel erfordert resilientere Anbausysteme, umfassende Beratung und die Förderung von Wasserrückhalt in der Landschaft.

Summary

This report examined and assessed the contribution of the Hesse Rural Development Plan 2014–2020 (EPLR), extended until 2022, to climate protection and adaptation to climate change. In particular, the programme's contribution to achieving the core objective of the Europe 2020 Strategy – to reduce greenhouse gas emissions by at least 20% compared to 1990, increase the share of renewable energy in final energy consumption to 20%, and improve energy efficiency by 20% – was assessed. Common Evaluation Question 24 focuses on this 20-20-20 core objective and is answered on the basis of the findings of this report.

The EPLR for Hesse highlighted the need for action with regard to the climate protection-related core target of the Europe 2020 strategy. However, the issue of climate protection was not assigned primary targets in the programme strategy; instead, reference was made to secondary effects of sub-measures (TM) with other priority targets. The TM 4.1 'Agricultural Farm Investment Support' (AFP) was intended to contribute to reducing greenhouse gas and ammonia emissions from agriculture and to improving energy efficiency, whilst 'Forest Road Construction' (VA 4.3-1) was intended to improve renewable energy production. Through 'Cooperation on Climate Protection' (TM 16.5), projects on climate protection were intended to be supported the four climate-related focus areas in Priority 5 of the EAFRD Regulation. The level of implementation is very mixed; approximately 84 % of the budgeted funds were spent. For the AFP (TM 4.1), funds had to be increased due to the persistently high demand during the extension of the funding period; for TM 16.5, however, no projects were implemented. For the three measures with secondary climate protection objectives, almost €106 million was budgeted – representing only around 12 % of the indicative funds.

In addition, nine further measures of the EPLR with other objectives were relevant in terms of climate protection and adaptation to climate change, which also contributed to the achievement of European climate protection targets through their side effects. These measures accounted for around €471.5 million, corresponding to just under 58 % of the public funds spent. However, not all projects funded under these measures contributed to climate protection.

The report builds on the implementation and impact analyses carried out for all relevant EPLR measures, both with and without climate protection targets. The climate protection impacts were determined at the micro-level, i. e. at the level of beneficiaries or funded areas. Using a bottom-up approach, detailed analyses were carried out at the level of the relevant measures to calculate or qualitatively assess their impact in relation to the various fields of action. For impact indicator I.07, as specified by the European Commission, the programme's impact was calculated as the sum of the quantifiable impacts of the individual measures. The impact indicator captures emissions from agriculture using several sub-indicators (greenhouse gas (CO_2, CH_4, N_2O) and ammonia (NH_3) emissions from agriculture, including agricultural soils). Further impacts, e. g. relating to improvements in energy efficiency, were assessed using additional indicators.

A highly diverse mix of methods and data at micro level was used to determine the programme's impacts. Key data sources included project-specific funding data and data from the Integrated Administration and Control System (IACS) in Hesse. For the relevant project types for which an impact quantification regarding the reduction of greenhouse gas and ammonia emissions could be carried out, the calculation was based – as far as possible – on the Thünen Institute's national greenhouse gas reporting for agriculture (Submission 2024).

Measured against European reduction targets, and later also against the German targets set out in the Climate Protection Act, the need for action at the start of the 2014–2020 funding period was particularly acute with regard to greenhouse gas and ammonia emissions. **Greenhouse gas (GHG)** emissions **from agriculture** remained at a relatively constant level of around 1,960 kt CO_2-eq from the mid-2000s until the start of the funding period, apart from slight fluctuations. Since 2016, THG-emissions from agriculture in Hesse have fallen significantly; standing at around 1,680 kt CO_2-eq in 2022, which is 22 % below the 1990 reference year level. The EU 2020 target has thus already been achieved. In Hesse, agriculture accounted for a particularly high proportion of emissions of the climate-relevant gases methane (CH_4, 60 % in 2015 and 71 % in 2021), which originates primarily

from livestock farming, and nitrous oxide (N_2O, 60.5 % to 53.5 %), which is strongly linked with the level of nitrogen fertilisation.

At the start of the funding period in Hesse, **emissions** attributable to the **management of agricultural land** – which are predominantly emitted as CO_2– were only half as high as the emissions mentioned before. In climate reporting, these emissions are treated as part of the Land Use, Land-Use Change and Forestry (LULUCF) sector. These CO_2-emissions had risen compared with the 2007–2013 funding period and, despite significant fluctuations, remained at this high level during the 2014–2020 funding period as well. The main source in the programme area was ongoing carbon losses following land-use changes in mineral soils. However, what was even more significant for the LULUCF sector was that, as a result of extreme weather events – particularly the dry years from 2018 onwards and their consequences – the forest in Hesse had evolved from a carbon sink to a carbon source from 2018 onwards. The need for action, which was already evident at the outset with regard to the entire LULUCF sector, had therefore increased significantly during the funding period.

Looking first at **greenhouse gas emissions from agriculture** as defined by impact indicator I.07, a reduction in GHG emissions of just under 52.2 kt CO_2-eq was achieved on average over the funding period compared with a reference scenario without funding. The estimated mitigation effect according to I.07 relates to emissions from two sectors (agriculture and LULUCF). Of this, 25.1 kt CO_2-eq per year, or 50% of the effects, is attributable to the reduction in nitrous oxide emissions resulting from the reduction in fertiliser-based nitrogen inputs. Methane emissions, however, have increased by 3.43 kt CO_2-eq as a result of the expansion of livestock numbers due to Agricultural Investment Support (agriculture sector). By securing and improving carbon sequestration in agricultural soils (LULUCF sector), CO_2-emissions from the use of arable land and grassland were reduced in the programme area by an average of 30.5 kt CO_2-eq.

Over the course of the funding period, there was a significant increase in the effects of the EPLR, from 38 kt CO_2-eq in 2015 to 68 kt CO_2-eq in 2022 (+79%), which is attributable to the increase in effective funding areas for both measures ‘Crop Diversification’ and ‘Organic Farming’. Measured against the baseline trends, the EPLR measures have achieved only a small but steadily growing impact. For agricultural nitrous oxide emissions, the EPLR’s impact over the average of the funding period corresponds to a reduction of around 4.7 % in emissions from Hesse. The EPLR measures have had a similar impact on the development of CO_2-emissions in the LULUCF sector. In this sector, the estimated reduction effect corresponds to an average share of 4.5%.

When it comes to reducing emissions from agriculture, ‘Organic Farming’ has made by far the largest contribution, accounting for over 84 % of the total, and has achieved a reduction effect in all three GHGs. The funding of ‘Crop Diversification’ accounts for just under 16 % of the total impact. As the transition to organic farming usually involves significant operational adjustments, a medium-term impact can be expected. The calculated effects – based on the location-specific estimation method used in national GHG reporting – stem from project types associated with extensification or a decline in production. In a product-based assessment, the reduction effect would be partly lower.

In addition to the reduction in greenhouse gas emissions from agriculture measured by impact indicator I.07, EPLR measures have also led to a reduction in greenhouse gas emissions in other sectors. The savings in fertiliser (production) and fuel (land consolidation) result in an additional reduction in CO2 emissions of just over 41 kt CO2-eq per year, which are attributed to the industrial and energy sectors.

With regard to **ammonia emissions**, the target values set out in international air quality agreements (national ceilings under the NEC Directive) were significantly exceeded at the start of the funding period; emissions even showed an upward trend until 2014/2015. In Hesse, ammonia emissions from agriculture stood at 21.5 kt NH_3; this corresponded to a 3.5 % share of total German NH_3 emissions. There was also a significant need for action in this area at the start of the funding period. In Hesse, ammonia emissions fell by over 23 % during the course of the funding period to 16.5 kt in 2022. The targets of the NEC Directive were met in Germany in 2021/2022.

Measures under the EPLR resulted in a reduction in ammonia emissions from agriculture totalling 0.9 kt NH_3 on average over the funding period. The funding programme thus had a minor impact on the overall decline in NH_3-emissions from the agricultural sector. The programme's reduction effect rose from 3.1 % of ammonia emissions in Hesse in 2015 to 4.8 % in 2021. The reduction in fertiliser-based ammonia emissions ('Agri-environment-climate Payments' (AECM) and 'Organic Farming') accounted for the largest share of the estimated total effect, at 73 %. Around 27 % of the effect is achieved through the AFP, as the net impact of emission-reducing funding measures (covering slurry storage tanks, low-emission application techniques) clearly outweighed the rising emissions from growing livestock numbers. Low-emission application techniques have by far the best cost-effectiveness ratio of the effective funding measures; moreover, the impact of investment funding is more lasting than that of area-based measures.

Consistent data on the development of **energy efficiency in agriculture and the food industry** were not available, so the need for action and the programme's contribution to the development of the baseline could not be clearly determined. An improvement in energy efficiency was demonstrated within the scope of this evaluation in the funding measure 'Processing and Marketing'. According to projections, the 45 funded projects resulted in a total increase in energy consumption of around 149 tonnes of oil equivalent (toe), but energy efficiency was increased by an average of 1.8 toe per million euros of turnover. The funding of Forest Road Construction is expected to contribute to **an increase in the supply of renewable energy by an estimated 26 toe** over the next ten years.

Long before the funding period began, the impacts of global climate change had been described and the need to **adapt to climate change** highlighted. Parts of the programme area are among the regions in Germany that are particularly vulnerable to the effects of climate change. The pace of climate change had demonstrably accelerated since the start of the funding period, in some cases even more so than earlier forecasts had predicted. As a reflection of this, the funding period was marked by a series of extreme weather events (years of drought, record temperatures and heatwaves, flooding).

In Hesse, adaptation to climate change was already a priority of climate protection policy prior to the funding period, but the EPLR did not provide for any specific measures in this regard. Nevertheless, some funded projects potentially contributed to solving the problem. However, the effects are often only long-term and difficult to measure, as relevant indicators are missing. To mitigate flood risks, the state relied on national funding programmes. EAFRD-co-financed 'Land Consolidation Schemes' partly support the implementation of relevant water management measures for flood protection. To cope with periods of drought and heat, projects were funded that are intended to contribute to the efficient use of irrigation water (AFP, EIP and LEADER projects). 'Organic Farming' and the 'Promotion of crop diversification' are considered as important adaptation measures in arable farming, as they improve the humus content and thus the water storage capacity of the soil. In forestry, 'Soil Liming' is an adaptation measure for the development of stable forests.

For some effective EAFRD measures, only a **qualitative impact assessment** with regard to climate protection was possible. The sub-measures 'Basic Services' and 'LEADER implementation and cooperation' contributed to improving energy efficiency by funding projects for the energy-efficient refurbishment and conversion of buildings, with conversion projects achieving the highest savings. According to self-assessments, energy savings averaged between 10 % and 30 %. Further effective LEADER- projects focused on promoting electric mobility or the generation of renewable energy. Others served to encourage climate-friendly behaviour through training/education or to develop concepts on climate-related topics. Of the projects funded under the 'European Innovation Partnerships' in the agricultural sector, 50 % demonstrated potential for climate protection and climate adaptation. Examples include projects to reduce late-season fertilisation, the use of digestate as fertiliser, peat-free growing media and the introduction of climate-resilient crop varieties. The actual impact of many projects is only expected in the medium to long term.

In summary, the EPLR Hessen has implemented only a few measures relevant to climate protection, whilst many instruments funded at national level have been put in place, the impact of which often remains unclear. The resulting **recommendation** is to establish comprehensive monitoring and evaluation of all climate protection

instruments, particularly those from the Climate Protection Plan, in order to systematically identify further areas for action, especially for the agriculture and LULUCF sectors.

The reduction in greenhouse gas and ammonia emissions in agriculture is mainly attributable to external factors such as declining livestock numbers and reduced nitrogen fertilisation. The Hesse EPLR made a small but not insignificant contribution, particularly to the reduction of ammonia emissions. It is recommended that agricultural investment support for emission-reducing technologies be continuously reviewed and adapted to the state of the art, for example in slurry fermentation and livestock housing funding.

The reduction in greenhouse gas emissions was achieved predominantly through AECM such as crop diversification and organic farming. A further reduction through voluntary AECM is not considered advisable, as their effect is not permanent. Instead, the focus should be on improving fertilizer application efficiency, which can be achieved in particular through the implementation of regulatory measures. Investment subsidies to reduce gaseous N losses and specific advisory services can be established to provide support. To reduce methane emissions, further moderate reductions in livestock numbers are necessary, whereby an overall concept for livestock farming and accompanying measures on the consumer side are required. Agricultural investment support should adhere to the limit on livestock numbers.

The preservation and improvement of carbon sinks in the LULUCF sector are crucial, as these have evolved from a sink to a source. A permanent transition and the development of new land-use systems to increase soil carbon content are recommended; AECM with a five-year commitment do not offer a sustainable solution. In addition to reducing GHG emissions organic farming also contributes to improving carbon sinks. It is recommended that organic farming continue to be promoted as a multifunctional measure with positive effects on multiple environmental objectives. Sufficient funding for the creation of climate-resilient forests and agroforestry systems is also of great importance.

There remains a need for action in the area of energy efficiency, as energy consumption in agriculture is stagnating. It is recommended that energy efficiency funding should be consolidated within the federal programme, whilst the integration of minimum energy standards into existing funding programmes, such as the Agricultural Farm Investment Support Programme, should be discussed. In the building sector in rural areas, the refurbishment rate should be increased in order to achieve climate targets. Adaptation to climate change requires more resilient cropping systems, comprehensive consultancy services and the promotion of water retention in the landscape.

1 Einleitung

Die Ländliche Entwicklungspolitik ist die 2. Säule der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der Europäischen Union (EU). Mit dem Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020 (EPLR), verlängert bis 2022, wird die Ländliche Entwicklungspolitik der GAP in Hessen umgesetzt.[1]

Die GAP soll zur nachhaltigen Entwicklung des ländlichen Raums beitragen, indem sie folgende drei Hauptziele unterstützt (VO (EU) Nr. 1305/2013):

(1) Die Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit von Land- und Forstwirtschaft,

(2) die Gewährleistung der nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen und Klimaschutz sowie

(3) eine ausgewogene räumliche Entwicklung der ländlichen Wirtschaft und der ländlichen Gemeinschaften, einschließlich Schaffung und Erhalt von Arbeitsplätzen.

Mit der GAP-Reform war eine Neuausrichtung der Agrarpolitik u. a. auf Ziele der Umwelt- und Klimaagenda der EU und damit auch auf die in der Europa-2020-Strategie (Rat der Europäischen Union, 2010) festgeschriebenen Klimaschutzziele verbunden[2]. Diese übergeordneten Zielsetzungen spiegeln sich in den gemeinsamen Bewertungsfragen der Common Monitoring Evaluation Framework (CMEF) der GAP wider. Die Bewertungsfragen wurden – basierend auf dem damaligen Stand der Programmumsetzung – in den Jährlichen Durchführungsberichten für 2016 (HMUKLV, 2017b) und 2018 (HMUKLV, 2019) beantwortet und müssen zur Ex-post Bewertung 2026 rückblickend auf die Förderperiode abschließend beantwortet werden.

In diesem Bericht wird untersucht, welchen Beitrag der EPLR Hessen

- zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel
- sowie zur Erreichung des Kernziels der Strategie Europa 2020,
  - die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um mindestens 20 % (30 % unter den richtigen Voraussetzungen) zu verringern,
  - den Anteil erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch auf 20 % zu erhöhen und
  - die Energieeffizienz um 20 % zu verbessern,

geleistet hat. Auf dieses Kernziel ist die Gemeinsame Bewertungsfrage 24 ausgerichtet[3].

Der EPLR Hessen adressierte Klimaschutz (Priorität 5 des Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums [ELER]) laut Ausführungen in der Programmstrategie nicht direkt durch Maßnahmen mit prioritärem Klimaschutzziel, sondern setzt auf sekundäre Wirkungen durch Maßnahmen anderer ELER-Prioritäten bzw. Schwerpunktbereiche (SPB). Für drei Maßnahmen wurden Sekundärziele zur Verringerung der Treibhausgasemissionen, zur Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken, zur Steigerung des Anteils erneuerbarer Energien und zur Verbesserung der Energieeffizienz programmiert. Auf die Anpassung an den Klimawandel war keine Maßnahme des EPLR explizit ausgerichtet. Darüber hinaus hatten aber auch weitere Umwelt- und Klimaschutzmaßnahmen, Maßnahmen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit und

---

[1] Die Förderperiode 2014 bis 2020 umfasst die Förderjahre 2015 bis 2022, da die Förderperiode ein Jahr verspätet begann und um zwei Jahre verlängert wurde. Auszahlungen sind bis 2025 möglich.

[2] Die Unionsstrategie für intelligentes, nachhaltiges und integratives Wachstum (Europa 2020) war ein auf zehn Jahre angelegtes Wirtschaftsprogramm der Europäischen Union, das von 2010 bis 2020 verfolgt wurde.

[3] Die Bedeutung des Politikfelds Klima spiegelte sich auch in der Vorgabe der GD Haushalt wider, dass mindestens 20 % des EU-Budgets für klimarelevante Aktionen auszugeben waren. Mit der Beantwortung der gemeinsamen Bewertungsfrage 24 wird gleichzeitig ein Aspekt der Bewertungsfrage 28 beantwortet, der auf den Programmbeitrag zum GAP-Ziel „Nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen und Klimaschutzmaßnahmen“ ausgerichtet ist und sich thematisch mit Frage 24 überschneidet.

Maßnahmen der ländlichen Entwicklung Einfluss auf Treibhausgas- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft, Erhaltung und Verbesserung von Kohlenstoffsenken, Verbesserung der Energieeffizienz, Erzeugung erneuerbarer Energien und die Anpassung an den Klimawandel.

Die Wirkungsevaluation des EPLR baut daher auf den Umsetzungs- und Wirkungsanalysen aller Maßnahmen auf, die einen Wirkungsbeitrag zu den oben genannten Fragestellungen leisten. In der Maßnahmenevaluation zeigte sich beispielsweise, welche Maßnahmen überhaupt Wirkungen für den Klimaschutz oder die Anpassung an den Klimawandel erzielen konnten. In diesem Bericht werden daher die entsprechenden Wirkungen des gesamten EPLR bewertet und insbesondere ermittelt, welchen Einfluss der Entwicklungsplan insgesamt auf die Entwicklung des Wirkungsindikators I.07 Emissionen aus der Landwirtschaft hatte.

1.1 Bewertungsauftrag

Aufgabe der Ex-post-Bewertung ist es, die Evaluierungskriterien-Wirkungen (*impacts*), Wirksamkeit (*effectivness*), Kosten-Wirksamkeit /Effizienz (*efficiency*) sowie die Zweckdienlichkeit (*relevance*) der Politik zu überprüfen (Art. 57, VO (EU) Nr. 1303/2013; Art. 68, VO (EU) Nr. 1305/2013). Unter Wirkungen werden alle mittel- bis langfristigen Veränderungen gefasst, die infolge der Interventionen entstanden sind. Die Wirksamkeit setzt die erreichte Wirkung ins Verhältnis zu gesetzten Zielen. Die Kosten-Wirksamkeit oder gleichbedeutend auch Effizienz setzt die für die Förderung aufgewendeten Mittel ins Verhältnis zu den erreichten Wirkungen. So soll ermittelt werden, ob mit denselben Mitteln eine größere Zahl an Wirkungen hätte erzielt werden können oder ob dieselben Wirkungen kostengünstiger zu erreichen gewesen wären (EU-KOM, 2021). Relevant ist die Förderung, wenn es einen Handlungsbedarf im Programmgebiet gibt und die betreffenden Interventionen geeignet sind, einen Beitrag zur Problemlösung bzw. zur Zielerreichung zu leisten.

Spezifische Anforderungen für die Ex-post-Bewertung des *Europäischen Landwirtschaftsfonds* für die *Entwicklung* des *ländlichen* Raums (ELER) sind im CMEF festgelegt (Anhang IV und V, DVO (EU) Nr. 808/2014). Der CMEF enthält 30 Gemeinsame Bewertungsfragen, die unter Nutzung EU-weit einheitlicher Output-, Ergebnis- und Wirkungsindikatoren sowie einheitlicher Bewertungskriterien zu beantworten sind (EU-COM, 2018). Die Bewertungsanforderungen des CMEF für diesen Zielbereich sind in Abbildung 1 dargestellt.

Der vorliegende Bericht stellt die Grundlagen und die Ergebnisse der Ex-post-Bewertung für den Zielbereich Klimaschutz dar. Der Zielbereich ist Teil des zweiten Hauptziels der ELER-VO, demgemäß die Förderung der Entwicklung des ländlichen Raums zur Gewährleistung der nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen und zum Klimaschutz beitragen soll (siehe Kapitel 1.1). Zur Verwirklichung dieses Zieles wurde als Priorität 5 der ELER-VO die Förderung der Ressourceneffizienz und die Unterstützung des Agrar-, Nahrungsmittel- und Forstsektors beim Übergang zu einer kohlenstoffarmen und klimaresistenten Wirtschaft angestrebt.

Abbildung 1 zeigt, dass dem Zielbereich Klimaschutz aus der Priorität 5 in der ELER-VO mehrere SPB zugeordnet sind. Der vorliegende Bericht für den Zielbereich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel hat zum einen die Aufgabe, die Bewertungsfragen auf Ebene dieser SPB zu beantworten. Dazu wird der Blick ausschließlich auf die Maßnahmen gerichtet, die mit prioritärem Ziel diesem Zielbereich zugeordnet wurden oder als Sekundärziel einen Wirkungsbeitrag in den klimaschutzbezogenen SPB leisten sollen.

Abbildung 1: ELER-spezifische Bewertungsanforderungen des CMEF für den Zielbereich Klimaschutz und Klimafolgenanpassung

Bewertung des EPLR in Bezug zu den Schwerpunktbereichszielen (Focus area-related evaluation questions)

Ziele Priorität 5	**Förderung der Ressourceneffizienz und Unterstützung des Übergangs zu einer kohlenstoffarmen und klimaresistenten Wirtschaft in den Sektoren Landwirtschaft, Lebensmittel und Forstwirtschaft**	
Schwerpunktbereich 5B	**Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und der Lebensmittelverarbeitung**	
Frage 12	**In welchem Umfang haben die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums zur Effizienzsteigerung bei der Energienutzung in der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelverarbeitung beigetragen?**	
Beurteilungskriterium	Die Effizienz der Energienutzung in der Landwirtschaft und der Lebensmittelverarbeitung ist gestiegen.	
Gemeinsame Ziel- und Ergebnisindikatoren	T15: Gesamtinvestitionen in Energieeffizienz	R14: Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und der Lebensmittelverarbeitung im Rahmen geförderter Projekte

Schwerpunktbereich 5C	**Versorgung mit und stärkeren Nutzung von erneuerbaren Energien**	
Frage 13	**In welchem Umfang wurden durch die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums zur Versorgung mit und stärkeren Nutzung von erneuerbaren Energien, Nebenerzeugnissen, Abfällen und Rückständen und anderen Ausgangserzeugnissen außer Lebensmitteln für die Biowirtschaft beigetragen?**	
Beurteilungskriterium	Das Angebot an erneuerbarer Energie ist gestiegen. Die Nutzung erneuerbarer Energien ist gestiegen.	
Gemeinsame Ziel- und Ergebnisindikatoren	T16: Gesamtinvestitionen in die Erzeugung erneuerbarer Energie	R15: Erzeugung erneuerbarer Energie aus geförderten Projekten

Schwerpunktbereich 5D	**Verringerung der Treibhausgas- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft**	
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?**	
Beurteilungskriterium	Treibhausgas- und Ammoniakemissionen wurden verringert.	
Gemeinsame Ziel- und Ergebnisindikatoren	R16/T17: Prozentsatz der Großvieheinheiten (GVE), die von Investitionen in die Tierhaltung zur Verringerung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen betroffen sind R18: Verminderte Emissionen von Methan und Distickstoffoxid	R17/T18: Prozentsatz der landwirtschaftlichen Flächen, für die Bewirtschaftungsverträge zur Reduzierung von Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen abgeschlossen wurden R19: Verminderte Ammoniakemissionen

Schwerpunktbereich 5E	**Förderung der Erhaltung und Bindung von Kohlenstoff in der Land- und Forstwirtschaft**	
Frage 15	**In welchem Umfang wurden durch die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums die Erhaltung und Bindung von Kohlenstoff in der Land- und Forstwirtschaft gefördert?**	
Beurteilungskriterien des CMEF	Die Erhaltung und Bindung von Kohlenstoff in der Land- und Forstwirtschaft hat zugenommen. Die land- und forstwirtschaftlichen Flächen, die über einen Vertrag zur verbesserten Bewirtschaftung zur Kohlenstoffbindung beitragen, wurden ausgeweitet.	
Gemeinsame Ergebnisindikatoren	R20/T19: Prozentsatz der land- und forstwirtschaftlichen Flächen mit Bewirtschaftungsverträgen, die zur Kohlenstoffbindung und -erhaltung beitragen	

Bewertung des EPLR in Bezug zu den EU-Zielen (Evaluation questions related to EU level objectives)

EU-2020-Ziele	**Senkung der Treibhausgasemissionen um mindestens 20 % gegenüber 1990 bzw. um 30 %, wenn die richtigen Voraussetzungen gegeben sind; Erhöhung des Anteils der erneuerbaren Energiequellen an unserem Endenergieverbrauch auf 20 % und Steigerung der Energieeffizienz um 20 %.**		
GAP-Ziele	**Gewährleistung der nachhaltigen Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen und Klimaschutz**		
Frage 24 (EU-2020-Ziele)	**In welchem Umfang hat das Programm zur Entwicklung des ländlichen Raums zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beigetragen sowie zur Erreichung des Kernziels der Strategie Europa 2020, die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um mindestens 20 % (30 % unter den richtigen Voraussetzungen) zu verringern, den Anteil erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch auf 20 % zu erhöhen und die Energieeffizienz um 20 % zu verbessern?**		
Frage 28 (GAP-Ziele)	**In welchem Umfang hat das Programm zur Entwicklung des ländlichen Raums zum Ziel der GAP beigetragen, die nachhaltige Bewirtschaftung der natürlichen Ressourcen und Klimaschutzmaßnahmen zu gewährleisten?**		
Beurteilungskriterien	Der Umweltzustand wurde verbessert.	Die Treibhausgas- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft wurden verringert.	Der Gehalt an Bodenkohlenstoff wurde erhöht.
Gemeinsamer Wirkungsindikator	I.07 Emissionen aus der Landwirtschaft		

Quelle: Eigene Darstellung nach EU-COM (2018).

Der Bericht hat daher die Fragen zu beantworten, inwieweit der EPLR zur Effizienzsteigerung bei der Energienutzung in der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelverarbeitung (SPB 5B) zur Erleichterung der Versorgung mit und der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (SPB 5C) und zur Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen (SPB 5D) beigetragen hat.[4] Zu jedem klimaschutzrelevanten SPB ist im CMEF eine Bewertungsfrage zugeordnet (Bewertungsfragen 12 bis 15 in Abbildung 1). Da im EPLR keine Maßnahme mit prioritärem oder sekundärem Ziel im SPB 5E (Förderung der Kohlenstoffspeicherung und Bindung in der Land- und Forstwirtschaft) programmiert wurde, wird Frage 15 nicht beantwortet.

Zum anderen liefert der Bericht Grundlagen und Ergebnisse zur Beantwortung der Bewertungsfragen auf Programmebene, in denen nach dem Wirkungsbeitrag des EPLR insgesamt zu den übergeordneten EU-Zielen gefragt wird, also nach dem Beitrag zu den Zielen der GAP und zur EU-2020-Strategie. Dabei sind somit alle Maßnahmen einzubeziehen, sofern sie einen Wirkungsbeitrag leisten.

Die Eindämmung des Klimawandels und die Anpassung an seine Auswirkungen wurden demgemäß als ein Ziel der Förderung der ländlichen Entwicklung durch den ELER definiert. Auf dieses GAP- bzw. ELER-Ziel bezieht sich die Bewertungsfrage 28. Da die Klimaschutzziele in der EU-2020-Strategie und der 2. Säule der GAP weitgehend übereinstimmen, sind die Bewertungsfragen 24 und 28 zusammenhängend zu beantworten (vgl. Abbildung 1). Allerdings werden entsprechend der Abstimmung in den Workshops von Helpdesk (15.02.2018) und dem deutschen Monitoring und Evaluierungsnetzwerk (16.02. und 29.10.2018) alle Beiträge des EPLR zur Erreichung der klimarelevanten EU-2020-Ziele abschließend in Frage 24 bearbeitet. In Frage 28 wird an erforderlicher Stelle auf Frage 24 verwiesen.

Frage 24 gibt auch Hinweise zur Operationalisierung des Themas. Zur Beantwortung der Frage sind demnach fünf Handlungsbereiche abzuarbeiten, von denen vier mit Themen der SPB 5B bis 5E korrespondieren: Energieeffizienz, Erneuerbare Energien, THG-Reduktion sowie Kohlenstoffbindung. Zusätzlich zu behandeln ist das Thema Anpassung an den Klimawandel. Die Beantwortung der Bewertungsfragen auf der SPB-Ebene und der Programmwirkungsfrage hängen inhaltlich also eng zusammen.

Auf diesen Zusammenhang und die in der Abbildung 1 aufgeführten Ziel-, Ergebnis- und Wirkungsindikatoren wird im Kapitel 4 zu Daten und Methoden näher eingegangen. Die Zielindikatoren werden im EU-Monitoringsystem der umsetzenden Verwaltung erfasst. Die meisten Ergebnisindikatoren des Zielbereichs Klimaschutz und der Wirkungsindikator I.07 sind durch die Evaluator:innen zu bearbeiten.

1.2 Aufbau des Berichtes

Kapitel 2 beleuchtet die Relevanz der ELER-Förderung für den Zielbereich Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel und ordnet diese vor dem Hintergrund weiterer Instrumente dieses Zielbereiches ein. Kapitel 3 stellt die für Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel relevanten Maßnahmen dar, die in der Wirkungsanalyse berücksichtigt werden. Die verwendeten Daten und Methoden für die Analyse der Wirkungen und der Kosten-Wirksamkeit sind in Kapitel 4 sowie maßnahmenbezogen auch im Kapitel 5 dargestellt.

In Kapitel 5 werden die relevanten Wirkungen des EPLR indikatorbasiert ermittelt. Auf dieser Basis wird die Wirksamkeit des EPLR im Hinblick auf die Klimaschutzziele bewertet und die Bewertungsfragen beantwortet.

Kapitel 6 wirft einen Blick auf die Kosten-Wirksamkeit der Förderung und vergleicht verschiedene Maßnahmen mit Klimaschutzziel hinsichtlich der eingesetzten Kosten und der erreichten Wirkungen. Kapitel 7 kondensiert die

[4] Der SPB 5A zielt auf die Effizienzsteigerung bei der Wassernutzung. Die Beantwortung der auf diesen SPB abzielenden Bewertungsfrage 11 wird im Themenfeldbericht Wasser behandelt (s. dazu Schweiger und Fynn 2025).

empirischen Befunde zur Relevanz, Wirkung, Wirksamkeit sowie Kosten-Wirksamkeit und endet mit Empfehlungen für die Ausgestaltung einer zukünftigen Förderpolitik.

2 Relevanz der Förderung

2.1 Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen

2.1.1 Handlungsbedarf

Treibhausgasemissionen – Beschreibung der Ausgangslage

Vorbemerkung: Zur Beschreibung der Ausgangslage im Programmgebiet kann nicht auf die Datenquellen zurückgegriffen werden, die für den Kontextindikator C.45 bei der Europäischen Umweltagentur (EEA) oder bei Eurostat zur Verfügung gestellt werden (vgl. EU-COM, DG AGRI, 2023a). Die dort veröffentlichten Daten enthalten nur Werte für Deutschland insgesamt und erlauben daher keine spezifischen Aussagen für Hessen. In der Ausgangslagenbeschreibung des EPLR Hessen wurden veraltetet Werte aus 2010 ohne Quelle angegeben (HMUKLV, 2015). Aus diesem Grund werden hier, auch um eine adäquate Bewertung der Programmwirkungen zu ermöglichen, differenziertere Werte aus dem deutschen Inventarbericht für Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft herangezogen (Vos et al., 2024), die spezifisch für Hessen berechnet worden sind (vgl. Abbildung 2). Die hessischen Werte sind also mit gleicher Methodik und Datenquellen anhand der UNFCC-Vorgaben berechnet worden wie die für Gesamtdeutschland und folglich Teil der deutschen Berichterstattung gemäß der Governance-Verordnung der EU (VO (EU) 2018/1999).[5]

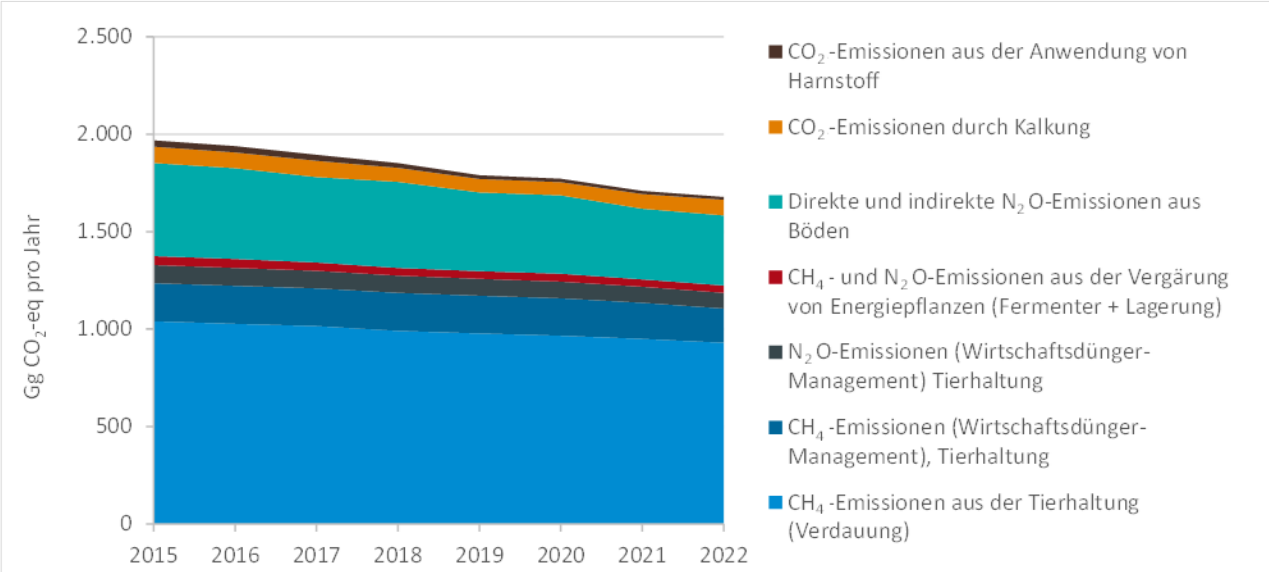
Der Ausstoß an Treibhausgasen (THG) aus der Landwirtschaft bewegte sich in Hessen laut nationaler THG-Berichterstattung seit Mitte der 2000er Jahre bis zum Beginn der Förderperiode 2014 bis 2022 bei rund 1.960 kt CO_2-Äq auf einem nur ganz leicht absinkenden Niveau und lag damit rund 12 % unter dem Referenzwert aus dem Jahr 1990. Gemessen an den Reduktionszielen der Europa-2020-Strategie war gerade zu Beginn der Förderperiode damit ein Handlungsbedarf gegeben, auch wenn in der Europa-2020-Strategie kein explizites Ziel für den Sektor Landwirtschaft genannt war. Seit dem Jahr 2016 sanken die THG-Emissionen der Landwirtschaft in Hessen deutlicher ab; sie lagen im Jahr 2022 bei rund 1.680 kt CO_2-Äq, also gut 480 kt CO_2-Äq oder 22 % weniger als zu Beginn der Förderperiode. Das EU-2020-Ziel wurde damit in Hessen erreicht.

Die vom Thünen-Institut berechneten Werte für Hessen (vgl. Vos et al., 2024) entsprechen im Mittel der betrachteten Zeitspanne lediglich rund 3,2 % der gesamtdeutschen Emissionen des Sektors Landwirtschaft mit leicht abnehmender Tendenz und 4,8 % der THG-Emissionen in Hessen insgesamt (DESTATIS, 2024).

In Hessen hatte die Landwirtschaft während der Förderperiode 2014 bis 2022 besonders hohe Anteile am Ausstoß der klimarelevanten Gase Methan (CH_4, 60 % in 2015, trotz Rückgang lag der Anteil in 2021 bei 71 % der THG-Emissionen der Landwirtschaft) und Lachgas (N_2O, 60,5 % in 2015, Rückgang auf 53,5 % im Jahr 2022). Methanemissionen, die in Hessen im Mittel zwei Drittel der THG-Emissionen der Landwirtschaft ausmachen, korrespondieren sehr stark mit der Viehhaltung und Biogaserzeugung und sind seit 1990 stärker gesunken als im Bundesdurchschnitt. Die N_2O-Emissionen aus der Landwirtschaft blieben in Hessen entgegen dem ansteigenden bundesdeutschen Trend zwischen 2005 und 2015 – von leichten Schwankungen abgesehen – auf ungefähr gleichem Niveau. Sie gingen vor allem in den letzten Jahren der Förderperiode messbar zurück.

[5] Der nationale Inventarbericht verfolgt den internationalen Vereinbarungen entsprechend einen territorialen Ansatz, ist also nicht geeignet für einen produktbezogene Betrachtung von Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft, wie sie etwa in Ökobilanzanalysen üblich sind.

Abbildung 2: Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Hessen in den Jahren 2015 bis 2022



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Daten aus Vos et al. (2024).

Der Rückgang der Emissionen ab 2017 ist laut Vos et al. (2024) vor allem auf den sinkenden Tierbestand (sowohl Rinder, zuletzt aber besonders in der Schweinehaltung) und den rückläufigen Einsatz von synthetischen Düngern zurückzuführen. Als Ursachen sind vor allem externe Faktoren anzuführen. In der Düngung kamen die verschärften Vorschriften nach den Änderungen der Düngemittelverordnung (DüV) in den Jahren 2017 und 2021 zum Tragen (besonders auch bezüglich Harnstoffdünger), aber auch die schwerwiegenden Auswirkungen der Dürre ab 2018 sowie gestiegene Düngemittelpreise. Der deutliche Rückgang der Schweinebestände von 2020 bis 2022 ist auf eine Kombination aus gestiegenen Produktionskosten, sinkenden Preisen und Absatzmöglichkeiten zurückzuführen, mitverursacht durch Ausbrüche der Afrikanischen Schweinepest. Ein weiterer Grund für den Rückgang der THG-Emissionen aus der Viehhaltung, insbesondere von CH_4, ist die zunehmende Wirkung der Vergärung von Gülle und der teilweise gasdichten Lagerung der Rückstände.

Treibhausgasemissionen – Nationale Ziele, Landesziele und Programmziele

Programmziele: Auch im Zuge der Programmerstellung des EPLR Hessen wurde bezogen auf die Reduzierung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft nach den Ergebnissen der SWOT ein Handlungsbedarf gesehen, vor allem bei der Verringerung der N_2O-Emissionen aus der Bewirtschaftung der Böden (Bedarf 16). Bezogen auf die in der SWOT als Bedrohung eingestufte Intensivierung der Veredelungswirtschaft in einigen Regionen wurde kein Handlungsbedarf abgeleitet, eine Extensivierung der Tierhaltung wurde hingegen als Chance eingestuft.

In der Programmstrategie wird zwar Unterstützung bei der Umstellung zu energieeffizienteren, emissionsarmen Bewirtschaftungsweisen als Unterziel der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit im Sektor angeführt, aber Klimaschutz nicht als eigenes Ziel definiert. Vielmehr ist für die gesamte Priorität 5 vorgesehen, dass sekundäre Wirkungen durch Maßnahmen anderer Prioritäten und SPB entstehen sollen.

Im Maßnahmenportfolio werden positive Wirkungen bei der Verringerung von THG-Emissionen insbesondere bei der TM 4.1 Investitionen in landwirtschaftliche Betriebe (AFP) sowie TM 16.5 Unterstützung von Aktionen zur Minderung oder Anpassung an den Klimawandel erwartet, für die sekundäre Ziele im Hinblick auf den SPB 5D gesetzt wurden. Darüber hinaus bieten laut Aussagen im EPLR die Agrarumweltmaßnahmen (Vielfältige Kulturen im Ackerbau) sowie das System des Ökologischen Landbaus Ansatzpunkte zur Reduzierung der besonders klimaschädlichen Methan- und Lachgasemissionen. Ein quantifiziertes Ziel für den EPLR zur Reduzierung von THG-Emissionen wurden nicht festgelegt, daher wird im Folgenden auf nationale Ziele zurückgegriffen (s. u.).

Zielsetzungen auf EU-, nationaler Ebene und Landesebene, die im Laufe der Förderperiode etabliert wurden:

Zu Beginn der Förderperiode waren auf allen politischen Ebenen die klimaschutzbezogenen Zielsetzungen noch vergleichsweise wenig ambitioniert. Im Laufe der Förderperiode hat sich dies erheblich verändert – mitverursacht durch Proteste in der Bevölkerung, das gestiegene Bewusstsein, den Beschlüssen auf der Weltklimakonferenz 2015 in Paris und auch infolge einer Reihe von Extremwetterereignissen. Auf allen Ebenen wurden die Ziele bezogen auf Senkung der Treibhausgasemissionen besonders in der zweiten Hälfte der Förderperiode und besonders ab 2020 erheblich verschärft.

EU-Ziele: Zur Umsetzung der Klimarahmenkonvention hatte sich die Europäische Union 2009 zu der klima- und energiepolitischen Zieltrias für den Klimaschutz im Jahr 2020 verpflichtet, die der Bewertungsfrage zugrunde liegt (30-20-20-Ziel). Daran anknüpfend hatte im Jahr 2014 der Europäische Rat zusätzlich einen Rahmen für die Klima- und Energiepolitik bis 2030 mit deutlich höheren Zielbeiträgen beschlossen (40-27-27-Ziel).

In den Folgejahren wurden die Klimaschutzziele über eine Reihe von Verordnungen mehrfach angehoben. Mit dem EU-Klimagesetz aus 2021 hat die EU zuletzt das Langfristziel für das Jahr 2050 nochmals erhöht. Anstatt des zwischenzeitlich festgelegten Minderungsziels von 80 % bis 95 % strebt sie nun Klimaneutralität bis 2050 an (netto-Null Treibhausgas-Emissionen). Zudem wurde das Zwischenziel für das Jahr 2030 von 40 % auf 55 % Emissionsminderung gegenüber 1990 angepasst. Ein Sektorziel für die Landwirtschaft wurde nicht konkret festgelegt; vielmehr gilt für diese zusammen mit anderen Sektoren, die nicht im EU-Emissionshandel integriert sind, seit dem Jahr 2018 die Lastenteilungsverordnung (VO (EU) 2018/842), die verbindliche Minderungsziele auf Ebene der Mitgliedsstaaten für den Zeitraum 2021 bis 2030 festlegt, die über eine Novellierung im Jahr 2023 nochmals verschärft wurden.

Das EU-Ziel für die Treibhausgasminderung im Jahr 2020 ist übererfüllt worden. Diese Zielerreichung geht in wesentlichen Teilen auf den wirtschaftlichen Einbruch während der COVID-19-Pandemie zurück. Anders sieht es bei den mittel- und langfristigen Zielen aus. Um das Ziel von 55 % weniger Treibhausgasemissionen im Jahr 2030 zu erreichen, müssten die jährlichen Minderungen gegenüber den Projektionen für die Auswirkungen bestehender Maßnahmen deutlich erhöht werden (EEA, 2024). Gemessen an den EU-Zielen besteht also weiterhin hoher Handlungsbedarf.

Ziele in Deutschland: Auf Bundesebene war für die erste Hälfte der Förderperiode die Zielsetzung im Klimaschutzplan des Bundes relevant, nach dem die THG-Emissionen der Landwirtschaft bis 2030 um 34 bis 31 % gegenüber 1990 zu reduzieren waren (BMUB, 2016). Im Jahr 2019 wurden Ziele für die Landwirtschaft durch das Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) rechtsverbindlich. Darin war vorgegeben, dass die THG-Emissionen der Landwirtschaft von 70 Mio. t CO_2-Äq im Jahr 2020 auf 58 Mio. t CO_2-Äq im Jahr 2030 zu reduzieren sind (entspricht gut 17 %)[6]. Mit einer Gesetzesnovelle im Jahr 2021 wurde das Sektorziel auf 56 Mio. t CO_2-Äq im Jahr 2030 gesenkt, mit einer erneuten Novelle wurde die Verbindlichkeit der Erreichung des Sektorzieles im Hinblick auf zu ergreifende Maßnahmen aufgehoben. Bestand hat aber weiterhin das Ziel der Klimaneutralität für das Jahr 2045 und die Minderung der Treibhausgasemissionen in Deutschland insgesamt im Vergleich zum Jahr 1990 bis zum Jahr 2030 um mindestens 65 %. Der Expertenrat für Klimafragen hat in seinem letzten Gutachten festgestellt, dass der Sektor Landwirtschaft seine zulässige Jahresemissionsmenge in den Jahren 2022 und 2023 einhalten konnte. Er macht aber auch darauf aufmerksam, dass die Zielwerte noch auf der Grundlage veralteter Berechnungsmethoden festgelegt wurden und eine notwendige Anpassung der Zielwerte nicht erfolgt ist. Der Expertenrat weist außerdem darauf hin, dass bezogen auf die Langfristziele nach KSG weiterhin Handlungsbedarf für eine weitere deutlich Emissionsminderung im Sektor gegeben ist (Expertenrat für Klimafragen, 2025).

Ziele in Hessen: Während der ersten Hälfte der Förderperiode sahen unverbindliche Zielaussagen der hessischen Landesregierung vor, die THG-Emissionen bis 2025 um 40 % im Vergleich zum Jahr 1990 und, ähnlich wie im Bund

[6] Die im KSG angegebenen Zielsetzungen für den Sektor in Deutschland addieren zu den THG laut NIR die Emissionen aus dem Energieverbrauch in der Landwirtschaft. Diese werden im NIR aber unter dem Energiesektor berichtet.

an dem Leitziel der Industrieländer orientiert, bis zum Jahr 2050 um mindestens 90 % zur Erreichung der Klimaneutralität zu senken. Mit Einführung des hessischen Klimaschutzgesetzes im Jahr 2023 sind die Ziele, die durch Verabschiedung des Integrierten Klimaschutzplans Hessen im Jahr 2017 verbindlich wurden, nochmals verschärft worden. Vorgesehen ist, bezogen auf 1990, die Minderung der Gesamtemissionen bis zum Jahr 2030 um 65 %, bis zum Jahr 2040 um mindestens 88 % und Treibhausgasneutralität bis zum Jahr 2045.

Quantitative Minderungsziele für den Sektor Landwirtschaft sind laut Aussagen im hessischen Klimaplan aus 2023 (HMUKLV, 2023b) per Kabinettsbeschluss festgelegt worden. Demnach sollen die Methan- und Lachgasemissionen der Landwirtschaft um 32 % bis 2030 gegenüber dem Basisjahr 1990 reduziert werden. Der Plan ist spätestens nach fünf Jahr fortzuschreiben.

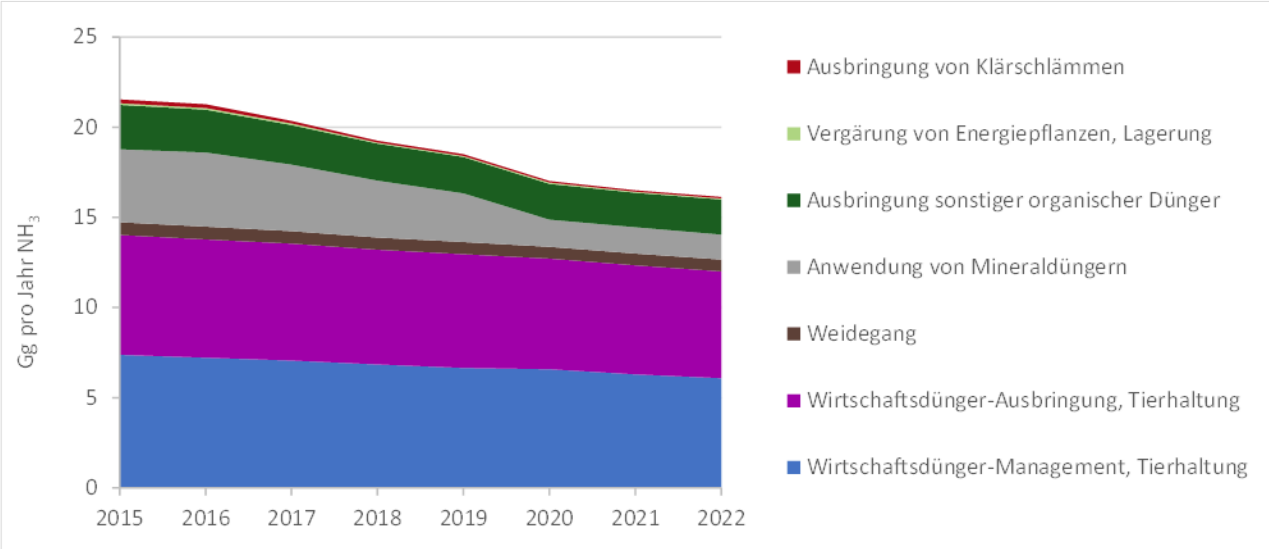
Ammoniakemissionen (NH_3)

Den Belastungen durch Ammoniakemissionen (NH_3) kommt im Rahmen internationaler Vereinbarungen zur Luftreinhaltung eine besondere Bedeutung zu. Zur Verbesserung sind in der UNECE-Genfer-Luftreinhaltekonvention nationale Höchstmengen festgelegt. Die Aktualisierung der Höchstmengen im Jahr 2016 sieht eine Reduktion der Ammoniak-Emissionen 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 (NEC-RL 2016/2284/EU).

In Deutschland wurden diese Ziele noch zu Beginn der Förderperiode deutlich überschritten, die NH_3-Emissionen zeigten bis zu den Jahren 2014/15 eine steigende Tendenz. Danach begannen die Emissionen zu fallen, im Laufe der Förderperiode bis 2022 immer deutlicher. Gegenüber 1990 fielen die Ammoniakemissionen in Deutschland um 30 %. Die Ziele der NEC-Richtlinie konnten 2021 und 2022 daher eingehalten werden. Etwa 92 % der NH_3-Emissionen stammen aus der Landwirtschaft (UBA, 2025a).

Die sektorbezogenen NH_3-Emissionen in Hessen lagen im Jahr 2015 bei 21,5 kt; das entsprach einem Anteil von knapp 3,5 % an den gesamtdeutschen NH_3-Emissionen der Landwirtschaft. Ähnlich wie auf bundesdeutscher Ebene sind auch in Hessen die Ammoniakemissionen gesunken, und zwar auf knapp 16,5 kt im Jahr 2022, in Hessen noch etwas stärker als im Bund (Abbildung 3). Als wichtigste Quellen im betrachteten Zeitraum sind die Tierhaltung samt Wirtschaftsdüngermanagement und -ausbringung zu nennen. Die Emissionen aus der Tierhaltung sind zwar ebenfalls gesunken, vor allem beim Wirtschaftsdünger-Management. Aber deren Anteil ist von 65 % im Jahr 2015 auf 75 % im Jahr 2021 angewachsen. Noch deutlicher gesunken sind die NH_3-Emissionen, die auf den Einsatz synthetischer Dünger zurückzuführen sind. Damit sank deren Anteil von 19 % auf 9 % der Gesamtemissionen.

Abbildung 3: Ammoniakemissionen der Landwirtschaft in Hessen in den Jahren 2015 bis 2022



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis der Daten aus Vos et al. (2024).

Der hessische Entwicklungsplan für den ländlichen Raum 2014 bis 2020 geht auf die Ammoniakemissionen in der Ausgangslagenbeschreibung und Entwicklung der Programmstrategie nicht ein. Im Klimaplan Hessen (2023) werden die Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft als eine der Quellen der Klimakrise aufgeführt.

2.1.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung

Über die ELER-Verordnung ist auf europäischer Ebene ein zentrales Förderinstrument etabliert worden, um die Treibhausgas- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft über freiwillige Maßnahmen zu reduzieren. Der SPB 5D zielt explizit auf dieses Handlungsfeld ab. Zur Zielerreichung waren im Anhang IV der ELER-VO für die Eindämmung des Klimawandels und die Anpassung an seine Auswirkungen und somit auch dem SPB 5D eine Reihe von Maßnahmen direkt zugeordnet (VO (EU) Nr. 1305/2013).

Die ELER-Förderung konnte folglich aufgrund der Ausgestaltung der ELER-VO potenziell einen hohen Beitrag zur Minderung der Treibhausgas- und Ammoniakemissionen leisten. In Kapitel 3 des vorliegenden Berichts wird aufgezeigt, dass Hessen im EPLR nur einen Teil dieser Maßnahmen zur EU-kofinanzierten Förderung angeboten hat. Daneben wird im EPLR aber auch darauf verwiesen, dass zur Deckung der in der SWOT des EPLR aufgezeigten Bedarfe in Hessen eine Reihe rein national finanzierte Maßnahmen außerhalb des EPLR zur Förderung angeboten werden, z. B. im Rahmen des Hessischen Programms für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maßnahmen HALM (HALM-RL 2015). Ein Überblick über klimarelevante Maßnahmen, die außerhalb des EPLR Hessen gefördert wurden, gibt das folgende Kapitel.

2.1.3 Kontext der Förderung

Neben dem ELER-kofinanzierten Förderangebot des EPLR wurden im Laufe der Förderperiode, besonders in der zweiten Hälfte, eine Reihe weiterer Instrumente eingeführt, sowohl auf Bundes- als auch auf Landesebene, die zur Minderung von Ammoniak- und Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft beitragen sollten oder sollen. Die Instrumente wurden geschaffen, um den oben aufgeführten, gestiegenen Anforderungen und Zielen im Klimaschutz gerecht werden zu können, auch einhergehend mit dem zunehmenden zivilgesellschaftlichen Druck. Zum einen wurden ordnungsrechtliche Instrumente geschärft und zum anderen wurde die ELER-Förderung um weitere national finanzierte Förderangebote ergänzt.

Auf Seiten des Ordnungsrechts ist bezüglich der Minderung düngebedingter Lachgasemissionen die mehrstufige Reform der Düngeverordnung zu erwähnen (siehe auch Themenfeldbericht Wasser), mit der die Effizienz des Düngemitteleinsatzes verbessert werden sollte. Bezogen auf die Minderung der Ammoniakemissionen ist die Novelle der Technischen Anleitung (TA) Luft anzuführen, über die ab 2021 u. a. eine Abdeckpflicht für Lagerbehälter für flüssige Wirtschaftsdünger ab einer bestimmten Größe eingeführt wurde.

Zur Umsetzung der Klimaschutzziele und Problembekämpfung sind mehrere Maßnahmenprogramme auf Bundes- und Landesebene aufgelegt worden, wobei innerhalb der in den Programmen enthaltenen Maßnahmenlisten auf die Umsetzung des Ordnungsrechtes und die ELER-Förderung Bezug genommen wird.

Auf Bundesebene ist hier der Klimaschutzplan 2050 anzuführen (BMUB, 2016), für dessen Umsetzung durch das Klimakabinett im Jahr 2019 das Klimaschutzprogramm 2030 verabschiedet und später noch erweitert wurde (Klimaschutzprogramm 2030). Klimaschutzplan und Klimaschutzprogramm enthalten bezogen auf die Minderung der THG- und Ammoniakemissionen für den Sektor folgende Maßnahmenschwerpunkte:

- Senkung der Stickstoffüberschüsse und Verbesserung der Effizienz des Stickstoffeinsatzes: Dazu gehörte die Reform der Düngeverordnung sowie die Förderung gasdichter emissionsarmer Güllelager und emissionsmindernder Ausbringtechnik.
- Energetische Nutzung von Wirtschaftsdüngern inkl. gasdichter Abdeckung von Gärrestelagern.
- Ausbau des Ökolandbaus.
- Emissionsminderungen in der Tierhaltung. Fördermaßnahmen für das Tierwohl sollen zur Emissionsminderung beitragen, Stärkung flächengebundener Tierhaltung.

Zur konkreten Umsetzung des Klimaschutzprogramms auf Bundesebene wurde vom BMEL[7] das Investitions- und Zukunftsprogramm (IuZ) geschaffen. Ziel war, die Landwirte in den anstehenden Transformationsprozessen, wie der Umsetzung der neuen Düngeverordnung, zu unterstützen. Damit wurden ab 2021 Fördergegenstände, die zuvor im Rahmen des AFP mit ELER-Mitteln gefördert wurden, durch eine rein nationale Förderung ohne GAK-Mittel ersetzt, wie z. B. die emissionsarme Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern. Die Förderung über den EPLR wurde für die Dauer der Förderung auf Bundesebene ausgesetzt.

Bereits frühzeitig in der Förderperiode wurden außerdem die GAK-Fördergrundsätze besonders im Bereich investiver Förderung ergänzt. Der Bund stellte auf diesem Weg Mittel zur nationalen Kofinanzierung von Maßnahmen des ELER zur Verfügung, die auch laut Klimaschutzprogramm zur Problemlösung beitragen sollen (z. B. Maschinen und Geräte der Außenwirtschaft). Dazu gehören auch die spezifischen Investitionen zum Umwelt- und Klimaschutz (SIUK), die mit dem Rahmenplan 2022 eingeführt wurden.

Der Klimaplan Hessen beinhaltet Klimaschutzmaßnahmen für neun Handlungsbereiche, die an den Integrierten Klimaschutzplan aus 2017 anknüpfen (HMUKLV, 2017a). Land- und Forstwirtschaft sind im Handlungsfeld Landnutzung zusammengefasst. Im Klimaschutzplan 2017 war neben einer Klimaschutzberatung die Steigerung der Stickstoffeffizienz durch technische Verbesserung der Lagerung und Ausbringung von Gülle und Gärresten als prioritäre Maßnahme vorgesehen. Diese wurde durch zusätzliche, z.T. rein national finanzierte Angebote der Agrarinvestitionsförderung (AFP) umgesetzt. Zur Verringerung der THG-Emissionen sollten des Weiteren die Ausweitung des Ökolandbaus sowie eine konsequente Umsetzung des Ordnungsrechts beitragen.

Im Rahmen des HALM wurden Maßnahmen ohne ELER-Kofinanzierung gefördert, die z. T. Auflagen zur Einschränkung der Düngung beinhalteten und damit ebenfalls zur Verringerung von THG-Emissionen beigetragen haben. Vollständige Förderzahlen liegen dazu nicht vor. Laut Angaben in der GAK-Berichterstattung wurden allein für die Förderung besonders nachhaltiger Verfahren auf Dauergrünland in den Jahren 2019 bis 2021 zusammen rund 40 Mio. Euro verausgabt.

[7] Jetzt BMLEH = Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Heimat.

2.2 Erhaltung und Bindung von Kohlenstoff in der Land- und Forstwirtschaft

2.2.1 Handlungsbedarf

Beschreibung der Ausgangslage

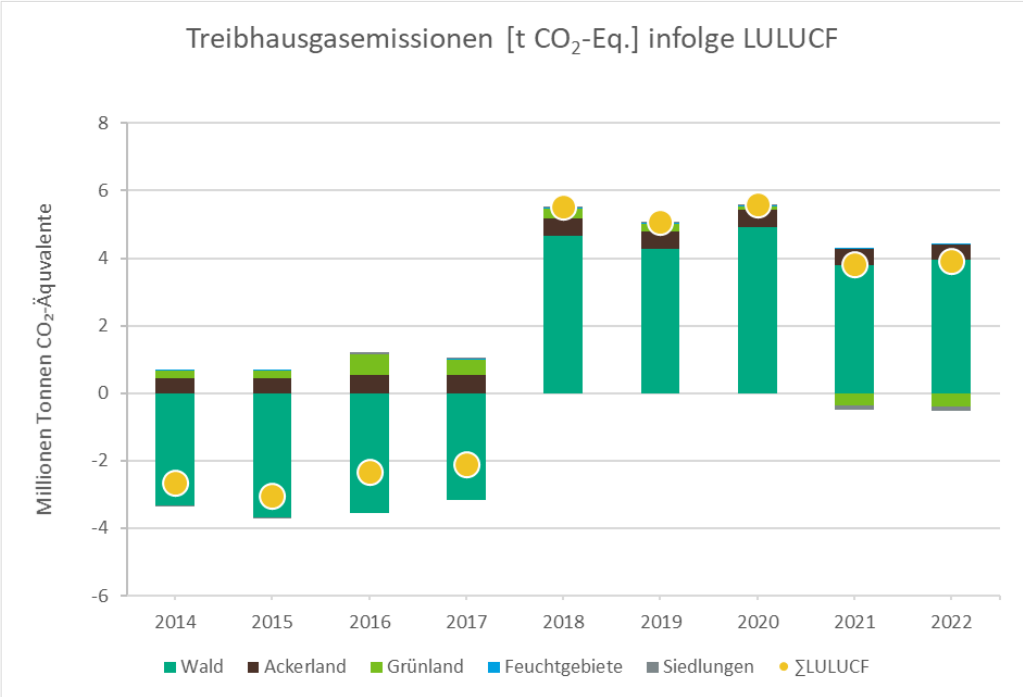
Die Zustandsbeschreibung bezüglich Erhaltung und Bindung von Kohlenstoff in Land- und Forstwirtschaft dient zunächst als Grundlage für die Bewertung der Interventionslogik zum SPB 5E, bei dem es um maßnahmenbedingte Änderung der mit diesen Landnutzungsformen verbundenen Kohlenstoffspeicher und der damit zusammenhängenden Zu- und Abnahme der THG-Emissionen von CO_2 geht. Darüber hinaus ist eine Schnittstelle zum Teilindikator des Wirkungsindikators I.07 (siehe Kapitel 4) gegeben, bei dem die Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden (Ackerland und Grünland) zu betrachten sind.

Damit sind mehrere Teilaspekte aus der Berichterstattung anthropogen verursachter Treibhausgasemissionen aus dem Sektor Landnutzung, Landnutzungswandel und Forstwirtschaft (Abkürzung gemäß englischsprachiger Nomenklatur: LULUCF) angesprochen, auf die hier näher eingegangen wird. Da aus Sicht der im deutschen Klimaschutzgesetz festgelegten Klimaschutzziele und des hessischen Klimagesetzes die Betrachtung des Sektors LULUCF insgesamt von Bedeutung ist, wird im Folgenden neben den Emissionen aus Nutzung von Acker und Grünlandböden auch die Situation im Gesamtsektor behandelt.

Zur Aktualisierung der Ausgangslagenbeschreibung werden dazu ebenfalls Daten aus der nationalen THG-Berichterstattung genutzt, da – aus oben genannten Gründen – die Daten der Europäischen Umweltagentur nicht hinreichend disaggregiert vorliegen. Für den vorliegenden Bericht hat die für den LULUCF-Sektor zuständige Arbeitsgruppe im Thünen-Institut unveröffentlichte Daten auf Ebene der Bundesländer (ohne Holzprodukte) und damit spezifisch für das Programmgebiet aus der Submission 2025 zur Verfügung gestellt (Gensior, 2025).

Auf Grundlage dieser Daten ist die Entwicklung der THG-Emissionen aus dem LULUCF-Sektor in Hessen im Berichtszeitraum in Abbildung 4 wiedergegeben. Grob unterteilt wird der Sektor dabei nach fünf Hauptnutzungsgruppen. Neben Ackerland und Grünland umfasst er den Wald (ohne Holzproduktion), Feuchtgebiete (inklusive Gewässer) und Siedlungen. Je nachdem, ob CO_2 gebunden oder als THG emittiert wird, werden die Kohlenstoffspeicher der Hauptnutzungsgruppen des Sektors in Senken oder Quellen eingeteilt. Die größte Quelle von THG-Emissionen war zu Beginn der Förderperiode das Grün- und Ackerland mit Emissionen in Höhe von im Mittel 0,43 Mio. CO_2-Äq, was z. T. auf die Langfristwirkung zuvor als Grünland genutzter Ackerflächen sowie auf die Nutzung der in Hessen wenig verbreiteten organischen Böden zurückzuführen ist (vgl. Wittnebel et al., 2023). Ab dem Jahr 2016 nahm dann auch die Grünlandnutzung als Quelle stetig ab. Im Verlauf wurde diese Landnutzung zusammen mit der Siedlungsfläche von zuvor als Quelle wirkend zur Senke mit rund 0,25 Mio. CO_2-Äq in den Jahren 2021 und 2022.

Abbildung 4: Entwicklung der Emissionen im Sektor LULUCF in den Jahren 2014 bis 2022 in Hessen



Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Thünen-AK, schriftliche Mitteilung Gensior (2025).

Der Wald stellte noch zu Beginn der Förderperiode und bis zum Jahr 2017 die größte Senke mit durchschnittlich -3,4 Mio. t CO_2-Äq jährlich dar. Wälder spielen eine zentrale Rolle im Klimaschutz, indem sie Kohlenstoff speichern und zur Minderung von Treibhausgasemissionen beitragen. Die nachhaltige Bewirtschaftung von Wäldern sowie eine verstärkte Nutzung von Holzprodukten können dazu beitragen, Kohlenstoff langfristig zu binden und fossile Rohstoffe zu substituieren. Unter anderem infolge zunehmend auftretender Witterungsextreme, vor allem die der Trockenjahre ab 2018, durch Schädlingsbefall und steigende Nutzungskonflikte (Kalamitätsholz führt zur gestiegener Holzentnahme) ist der Wald in den letzten Jahren in Deutschland insgesamt, aber auch in Hessen, von einer Kohlenstoffsenke zu einer Kohlenstoffquelle mit Emissionen in Höhe von im Mittel von 4.3 Mio. CO_2-Äq in den Jahren 2018 bis 2022 geworden. In Hessen war in den letzten Jahren ein hoher Anteil stark geschädigter Bäume und Baumbeständen festzustellen, was sich negativ auf die Widerstandsfähigkeit der Bestände in Stresssituationen (Dürre, Kalamitäten, etc.) auswirkt. Da sich die geschädigten Bäume nicht mehr ausreichend mit Nährstoffen und Wasser versorgen können, wird dadurch im Saldo in den Forstbeständen mehr CO_2 emittiert als aufgenommen (NW-FVA und HMUKLV, 2023).

In der Folge stiegen die Emissionen des LULUCF-Sektors ab dem Jahr 2018 deutlich an. Bei insgesamt starken Schwankungen lagen die Emissionen im Zeitraum 2018 bis 2022 im Mittel bei 4,8 Mio. t CO_2-Äq und damit knapp 8 Mio. t CO_2-Äq höher als zum Start der Förderperiode. Auch bundesweit ist der LULUCF-Sektor eine THG-Quelle geworden. Die Emissionen liegen laut der aktuellen Berichterstattung des Thünen-Instituts bei 68,7 Mio. CO_2-Äq. Damit war der LULUCF-Sektor im Jahr 2023 eine bedeutende Quelle für Treibhausgase (Gensior et al., 2025).

Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffspeicherung – Nationale Ziele, Landesziele und Programmziele

Programmziele: Auch bei der Programmerstellung des EPLR wurde im Zusammenhang mit der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft als Ergebnis der SWOT vor allem ein Bedarf für die Klimaadaption der Waldbestände gesehen (Bedarf 17). Der Bedarf wurde abgeleitet aus den als Schwäche bewerteten Schadstoffbelastungen der Wälder und ihrer Böden durch Immissionen, dem hohen Bedarf an Wiederaufforstungen infolge der Stürme seit dem Jahr 2007, der komparativen Nachteile bei der Energiegewinnung in Bioenergieanlagen und bei der Erzeugung von Biokraftstoffen aufgrund eines stark

begrenzten Rohstoffpotenzials. Insbesondere die Entwicklung stabiler, standortangepasster Wälder, der Herstellung einer standortgemäßen, klimaangepassten Baumartenmischung und der Erhaltung und Wiederherstellung der Filter-, Puffer- und Speicherfunktionen der Waldböden sollten diesen Bedarf decken.

Ziele in Deutschland: Auf Bundesebene wurde auch im oben bereits erwähnten Klimaschutzplan des Bundes auf die Bedeutung des LULUCF-Sektors als Senke, aber auch Quelle von Treibhausgasemissionen eingegangen. Eine quantifizierte Zielsetzung für den Sektor war darin nicht enthalten, wohl aber ein sektorbezogenes Leitbild. Zudem wurden sektorbezogen eine Reihe von Maßnahmen zur Erhaltung und nachhaltigen Verbesserung der Senkenleistung der Wälder, zum Erhalt von Dauergrünland, zum Schutz von Moorböden und zur Reduzierung des Flächenverbrauchs benannt. Unter den festgelegten Meilensteinen waren zu finden: Sicherung und Ausbau des Klimaschutzbeitrages der Forstwirtschaft durch Anpassung der Wälder an den Klimawandel mit Hilfe des Waldumbaus, Erarbeitung und Umsetzung einer Bund-Länder-Vereinbarung zum Moorschutz (Bundesrepublik Deutschland, 2021) und einer Strategie zum „Erhalt von Moorböden (organische Böden)“ (BMUV, 2022).

Durch das im Jahr 2021 novellierte Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) wurden auch für den Sektor LULUCF rechtsverbindliche Ziele festgelegt. In § 3a wurde festgelegt, dass der Beitrag des Sektors Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft zum Klimaschutz gestärkt werden soll. Des Weiteren gibt der Paragraph für den LULUCF-Sektor als Beitrag zu den Klimaschutzzielen absolute Nettoemissionsmengen für die Jahre 2030 (-25 Mio. t CO_2-Äq), 2040 (-35 Mio. t CO_2-Äq) und 2045 (-40 Mio. t CO_2-Äq) vor. Wie das Thünen-Institut festgestellt hat (Gensior et al., 2025), wird mit den aktuell zu veranschlagenden Netto-Emissionen (65 Mio. t CO_2-Äq) die im KSG geforderte Zielemission von -25 Mio. t CO_2-Äq für das Jahr 2030 deutlich verfehlt.

Ziele in Hessen: In Hessen bestehen keine quantifizierten Ziele für den LULUCF-Sektor. Hessen verfolgt aber im Rahmen des Klimaplans Hessen 2030 die bereits oben in Kapitel 2.1.1 dargestellten konkreten Ziele zur Reduktion von Treibhausgasemissionen sowie Maßnahmen, die den LULUCF-Sektor betreffen (siehe Kapitel 2.2.3).

2.2.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung

Auf europäischer Ebene ist zur Erhaltung und Verbesserung von Kohlenstoffsenken mit der ELER-VO ein Förderinstrument geschaffen worden, dass zur Problemlösung über freiwillige Maßnahmen beitragen soll. Der SPB 5E der ELER-VO zielt explizit auf dieses Handlungsfeld ab. Auch bezogen auf die Ziele dieses Förderschwerpunktes sind die Maßnahmen relevant, die im Anhang IV der ELER-VO dem Ziel der Eindämmung des Klimawandels und der Anpassung an seine Auswirkungen direkt zugeordnet worden sind (VO (EU) Nr. 1305/2013). Über die ELER-Förderung war folglich potenziell ein hoher Beitrag zur Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken in der Land- und Forstwirtschaft zu erzielen.

Der Förderung der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft sind im EPLR Hessen keine Maßnahmen prioritär zugeordnet. Gleichwohl werden positive Wirkungen in Bezug auf die Erreichung der Ziele des SPB durch Maßnahmen anderer ELER-Prioritäten erwartet (TM 8.4 Wiederherstellung von durch Waldbrand, Naturkatastrophen und Katastrophenereignisse geschädigter Wälder, TM 8.5 Investitionen zur Stärkung der Widerstandsfähigkeit und des ökologischen Wertes der Waldökosysteme, TM 10.1 AUKM – Vielfältige Kulturen im Ackerbau, TM 11.1 und 11.2 Ökologischer Landbau sowie TM 16.5 Unterstützung von Aktionen zur Minderung oder Anpassung an den Klimawandel).

2.2.3 Kontext der Förderung

Im Kontext der ELER-kofinanzierten Förderangebote des EPLR sind im Laufe der Förderperiode, auch bezogen auf das Förderziel Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken auf Bundes- und auch auf Landesebene, eine Reihe weiterer nationaler Förderangebote geschaffen worden.

Aus dem Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung sind bezogen auf den LULUCF-Sektor folgende Maßnahmenschwerpunkte zu nennen, deren Umsetzung unterschiedlich mit Förderangeboten unterlegt waren oder sind:

- Humuserhalt und Humusaufbau im Ackerland,
- Erhalt von Dauergrünland,
- Schutz von Moorböden/Reduktion von Torfeinsatz in Kultursubstraten,
- Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und Holzverwendung.

Zur Umsetzung land- und forstwirtschaftlicher Maßnahmen ist auf Bundesebene vor allem die Förderung über die Gemeinschaftsaufgabe "Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes" (GAK) von Bedeutung (s. u.). Der Grünlanderhalt wurde zudem gesetzlich geregelt. Bezogen auf den Humuserhalt in Ackerböden sind in den letzten Jahren der Förderperiode darüber hinaus verschiedene privatwirtschaftliche Initiativen entstanden, die über die Vergabe von CO_2-Zertifikaten für die Anreicherung von Bodenkohlenstoff im Ackerbau Anreize schaffen wollen, was fachlich umstritten ist (Wiesmeier et al., 2020).

In Hessen wurden zur Deckung der Bedarfe im Handlungsfeld Landnutzung bzw. im LULUCF-Sektor im Hessischen Klimaplan Hessen (HMUKLV, 2023b) sowie dem Vorläufer, dem Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025 (HMUKLV, 2017a), einige Maßnahmen aufgeführt. Zu nennen sind hier beispielhaft die Förderung des Ökolandbaus, der Erhalt und die Förderung von Dauergrünland über das HALM (siehe Kapitel 2.1.3), der Schutz von Moorböden, die Stabilisierung der Kohlenstoffspeicherung in hessischen Waldböden sowie Steigerung der Kohlenstoffbindung durch waldbauliche Maßnahmen.

In Hessen erfolgte die Finanzierung forstlicher Maßnahmen durch eine Kombination aus Bundes- und Landesmitteln. Eine zentrale Rolle spielte dabei die GAK-Finanzierung, über die insbesondere ab 2017 investive Maßnahmen im Bereich der Forstwirtschaft unterstützt wurden. Daneben sind Bundesprogramme zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel zu nennen, die über den Klimaschutz- und Transformationsfonds des Bundes finanziert waren oder sind. Ergänzend dazu stellte das Land Hessen eigene Fördermittel bereit, unter anderem im Rahmen der „Extremwetterrichtlinie-Wald“, mit der seit 2019 gezielt private und kommunale Waldbesitzende beim Umgang mit den Folgen des Klimawandels unterstützt wurden (Extremwetterrichtlinie-Wald). Ziel der Förderrichtlinie war sowohl die Bewältigung akuter Schadereignisse als auch die langfristige Anpassung und Stabilisierung der Wälder unter sich wandelnden klimatischen Bedingungen. Bis Ende 2023 hatte das Land Hessen laut GAK-Berichterstattung rund 67,4 Mio. Euro an Fördergeldern an Waldbesitzende ausgezahlt, weit mehr als ursprünglich eingeplant waren.

2.3 Verbesserung der Energieeffizienz

2.3.1 Handlungsbedarf

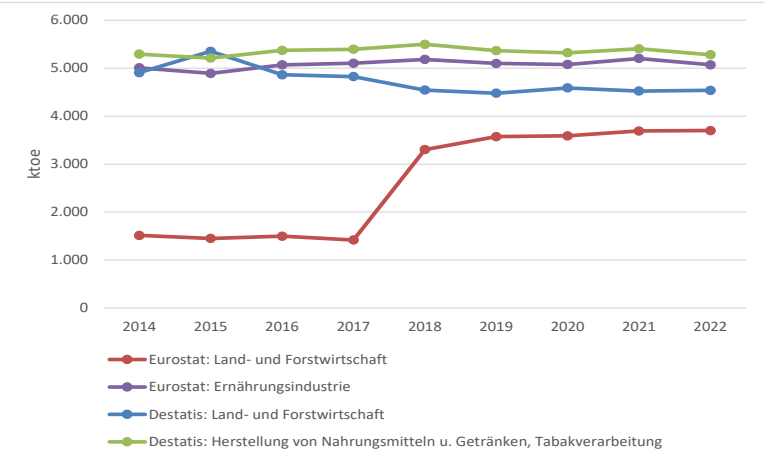
Beschreibung der Ausgangslagen – Energieverbrauch

Im Zuge der Programmerstellung des EPLR Hessen wurde nach den Ergebnissen der SWOT ein dringender Handlungsbedarf bei der Reduzierung von klimarelevanten Emissionen aus der Landwirtschaft gesehen. Die Land- und Ernährungswirtschaft kann einen Beitrag zum Klimaschutz leisten, indem sie sich einerseits verstärkt auf klimaverträgliche Produktionsmethoden umstellt und andererseits die Energieeffizienz der Anbau- und Verarbeitungsmethoden steigert (HMUKLV, 2015).

Zur Beschreibung der Ausgangslage dient der Kontextindikator C44 „Energieverbrauch in der Landwirtschaft, Forstwirtschaft und der Ernährungsindustrie“, der allerdings nur für das gesamte Bundesgebiet vorliegt. Danach blieb der Energieverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft sowie der Ernährungsindustrie relativ konstant (vgl.

Abbildung 5). Der Energieverbrauch in der Ernährungsindustrie lag zwischen 2014 und 2023 bei etwa 5.000 ktoe pro Jahr und in der Land- und Forstwirtschaft seit 2019 bei etwa 3.600 ktoe pro Jahr. Auffällig ist der sehr starke Anstieg in der Land- und Forstwirtschaft zwischen 2017 und 2018, der sich allerdings nicht in den Daten des Statistischen Bundesamtes (DESTATIS) zum Energieverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft finden lässt (vgl. Abbildung 5). Im Gegensatz zu den Daten von Eurostat ging in den Daten von DESTATIS der Energieverbrauch von etwa 5.000 ktoe im Jahr 2014 auf etwa 4.500 ktoe zurück.

Abbildung 5: Energieverbrauch in der Land-und Forstwirtschaft sowie der Ernährungsindustrie 2014 bis 2023 in Deutschland (Kontextindikator C44)

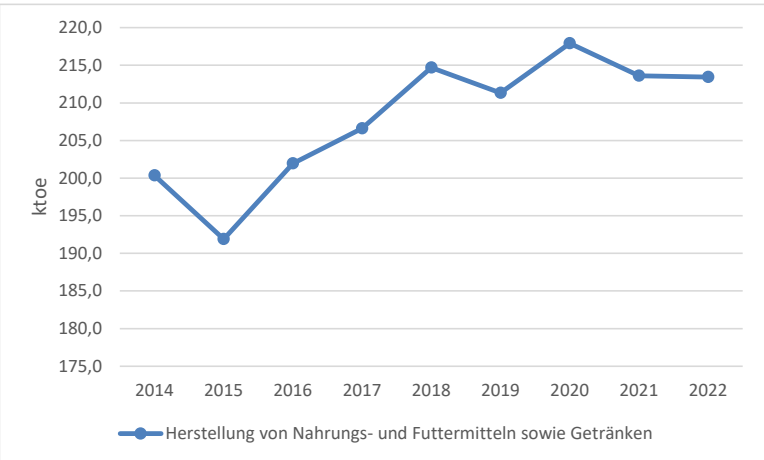


ktoe: kilotonne Öleinheiten; DESTATIS: Statistisches Bundesamt

Quelle: Destatis (2024) und Eurostat (2025).

Daten zum Energieverbrauch in Hessen sind nur für die Herstellung von Nahrungs- und Futtermitteln sowie Getränken, nicht aber für die Land- und Forstwirtschaft, erhältlich. Entgegen dem Bundestrend stieg der Energieverbrauch für die Herstellung von Nahrungs- und Genussmitteln sowie Getränken zwischen 2014 und 2022 um 6,5 % von 200,4 ktoe auf 213,4 ktoe an (vgl. Abbildung 6).

Abbildung 6: Energieverbrauch in der Ernährungsindustrie 2014 bis 2022 in Hessen



Quelle: HSL (2024).

Ziele auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene

Zu Beginn der Förderperiode waren auf allen politischen Ebenen die klimaschutzbezogenen Zielsetzungen noch vergleichsweise wenig ambitioniert. Im Laufe der Förderperiode hat sich dies erheblich verändert und auf allen

Ebenen wurden Ziele zum Energieverbrauch beziehungsweise zur Energieeffizienz entweder neu etabliert oder erheblich verschärft.

In der EU wurden mit der Richtlinie zur Energieeffizienz (RL 2012/27/EU) die ersten verbindlichen Energieeffizienzziele der EU festgelegt. Mit diesen Zielen sollte der Verbrauch an Primär- und Endenergie auf EU-Ebene bis 2020 um 20 % gegenüber den Prognosen aus dem Jahr 2007 gesenkt werden. Das bedeute, dass der Verbrauch für Primär- bzw. Endenergie nicht mehr als 1.474 mtoe bzw. 1.078 mtoe betragen dürfe. In 2023 wurde die Richtlinie novelliert (RL (EU) 2023/1791) und als Ziel festgelegt, den Primärenergie- und den Endenergieverbrauch der EU bis 2030 um 11,7 % gegenüber den Projektionen von 2020 zu senken. Dies entspricht einer Obergrenze von 992,5 mtoe bzw. 763 mtoe.

Für Hessen wurden sowohl im Integrierten Klimaschutzplan (IKSP) aus dem Jahr 2017 als auch im erweiterten IKSP aus dem Jahr 2025 zwar Ziele zur Reduktion von Treibhausgases festgelegt, jedoch keine Ziele zum Energieverbrauch oder zur Energieeffizienz (Arepo GmbH, 2021). Allerdings wird im Rahmen der SWOT im EPLR darauf Bezug genommen, dass die Industrie in Hessen im Vergleich zu Deutschland energieeffizienter produziert. Nach Aussagen des EPLR waren zu Beginn der Förderperiode die weitere Steigerung der Energieeffizienz und die Realisierung von Energieeinsparungen erklärte Ziele des hessischen Energiegipfels.

2.3.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung

Die ELER-Verordnung ist auf europäischer Ebene ein Förderinstrument, um über freiwillige Maßnahmen den Energieverbrauch in der Land- und Forstwirtschaft sowie in der Ernährungsindustrie zu senken und die Energieeffizienz zu erhöhen. Der SPB 5B zielt explizit auf dieses Handlungsfeld ab. Zur Zielerreichung waren im Anhang IV der ELER-VO für die Eindämmung des Klimawandels und die Anpassung an seine Auswirkungen und somit auch dem SPB 5B eine Reihe von Maßnahmen direkt zugeordnet (VO [EU] Nr. 1305/2013).

Die ELER-Förderung könnte folglich aufgrund der Ausgestaltung der ELER-VO potenziell einen Beitrag zur Reduzierung des Energieverbrauchs und der Steigerung der Energieeffizienz in Hessen leisten. Dazu zählen auch die Maßnahmen der ländlichen Entwicklung (Dorferneuerung /LEADER), die z. B. einen Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudebestand leisten können.

2.3.3 Kontext der Förderung

Im Handlungsfeld Energieverbrauch und Energieeffizienz gibt es auf Bundes-, Landes- und kommunaler Ebene neben dem ELER eine Reihe von weiteren Förderprogrammen. Aufgrund der Vielfältigkeit wird auf eine Darstellung der kommunalen Förderprogramme verzichtet.

Das Bundesprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz und CO_2-Einsparung in der Landwirtschaft und im Gartenbau wurde 2016 gestartet. Seit 2020 wird es aus dem Energie- und Klimafonds der Bundesregierung finanziert. Im Zuge dessen wurde die Mittelausstattung deutlich erhöht und es standen für 2020 bis 2023 insgesamt 156 Millionen Euro zur Verfügung[8]. Die Maßnahmenförderung setzt in zwei Bereichen an. Zum einen werden Beratungen und Wissenstransfer sowie Informationsmaßnahmen gefördert und zum anderen werden Investitionen für langlebige Wirtschaftsgüter gefördert, die die CO_2-Emissionen des Produktionsprozesses landwirtschaftlicher Primärerzeugnisse maßgeblich reduzieren sollen. Investitionen in die Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse sind allerdings mit Ausnahme von Investitionen in erneuerbare Energieerzeugung und Abwärmenutzung von der Förderung ausgeschlossen. Außerdem gibt es einen Kumulierungsausschluss für Vorhaben, die integraler Bestandteil eines Gesamtsystems sind, aus dem gleichzeitig Investitionen im Rahmen des Agrarinvestitionsförderprogramms (AFP) der Gemeinschaftsaufgabe

[8] Für das AFP in Hessen waren allein 94 Mio. Euro an indikativen Mitteln vorgesehen.

„Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) gefördert werden. Eine Ausnahme hiervon ist jedoch möglich, wenn der Antragsteller nachweist, dass die Investitionsvorhaben klar voneinander abgrenzbar sind und jede einzelne Ausgabe bzw. Leistung zweifelsfrei ausschließlich einem der beteiligten Förderungsprogramme zugewiesen werden kann (BMEL, 2016).

Neben diesem sektoralen Programm gibt es seit 2019 auch die Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft. Dieses Programm ist branchenübergreifend und besteht aus mehreren Modulen. In 2022 waren dies fünf Module: Querschnittstechnologien, Prozesswärme aus Erneuerbaren Energien, Sensorik und Energiemanagement-Software, Energie- und ressourcenbezogene Optimierung von Anlagen und Prozessen sowie Transformationskonzepte. Die Förderung erfolgt wahlweise als Zuschuss oder in Form eine Kredits mit Tilgungszuschuss (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2023).

Seit 2017 unterstützt das Land Hessen mit dem Programm PIUS-Invest Investitionsvorhaben von kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMU), die mit Prozess- oder Organisationsinnovationen zu einer Reduzierung des CO_2-Ausstoßes beitragen (Technologieland Hessen, 2020). Darunter fallen auch Maßnahmen zur Reduzierung des Energieverbrauchs. Finanziert wird die Förderung aus Mitteln des Landes Hessen, des EFRE und des EIF. KMU konnten dabei einen Zuschuss von bis zu 30 % (bis 2020) bzw. 40 % (seit 2021) zur Umsetzung von Maßnahmen beantragen. Im Zeitraum 2017 bis 2020 wurden insgesamt 34 Vorhaben mit 8 Mio. Euro gefördert. Allerdings sind landwirtschaftliche Betriebe nicht Zielgruppe dieser Fördermaßnahme.

2.4 Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien

2.4.1 Handlungsbedarf

Zur Beschreibung der Ausgangslage dient der Kontextindikator C43 „Erzeugung erneuerbarer Energien aus Land- und Forstwirtschaft“, der in zwei Teilindikatoren aufgeteilt ist, jeweils einer für die Land- und einer für die Forstwirtschaft (EU-COM, DG AGRI, 2023a). In der Ausgangslage vor Programmbeginn trug die Landwirtschaft 8,9 kt RÖE und die Forstwirtschaft 12,2 kt RÖE zur Erzeugung von erneuerbaren Energien (EE) bei (in 2011). Die Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien lag 2016 in Hessen bei einem Anteil von 17 % am Bruttostromverbrauch (HMWEVL, 2018). Feste Biomasse machte dabei zwischen 2015 und 2021 im Durchschnitt jährlich rund 7 % des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms aus (hessen.de, 2024). Bei der Wärmeversorgung durch EE dominieren deutschlandweit die verschiedenen Formen der Bioenergie. Feste Biomasse, also Holz, liefert den größten Anteil an erneuerbarer Wärme. Die Produktion von erneuerbarer Energie aus der Forstwirtschaft umfasst unter anderem Holzpellets, Brennholz, Holzabfälle und Nebenprodukte. Allerdings hat der Anteil an Holz an der gesamten erneuerbaren Wärme im Laufe der Zeit kontinuierlich abgenommen (von 86 % im Jahr 2000 auf 61 % im Jahr 2024) (UBA, 2025b).

Programmziele

Die im Rahmen der Strategieentwicklung für den EPLR durchgeführte SWOT Analyse hat daher bezüglich der Förderung von erneuerbaren Energien in Hessen einen klaren Handlungsbedarf für die Förderung der Nutzung von Bioenergie (B15) sowie der Förderung zur Schaffung klimaresilienter Wälder (B16) in Hessen aufgezeigt, um den Beitrag der Wälder zur Nutzung von Holz im Bereich der erneuerbaren Energien zu sichern. Hessen hat einen komparativen Vorteil bei der Energiegewinnung aus fester Biomasse aufgrund des hohen Waldanteils, jedoch standen diesem auch Herausforderungen gegenüber, wie die Konkurrenz zwischen stofflicher und energetischer Verwertung biogener Rohstoffe und die nicht nachhaltige Nutzung der Wälder, die zu überwinden sind.

Als Querschnittsziele im Bereich Umwelt- und Klimaschutz gilt laut EPLR die verstärkte Nutzung landwirtschaftlicher Rest- und Abfallstoffe (z. B. Baum- und Heckenschnitt) als Maßnahme zur Steigerung der Ressourceneffizienz. Der Einsatz von Bioenergie anstelle fossiler Brennstoffe soll maßgeblich zur Reduktion von

CO_2-Emissionen beitragen. Gleichzeitig eröffnet die Effizienzsteigerung in der Bioenergieerzeugung selbst Chancen durch die Unterstützung einer effizienten Holznutzung zur Wärmeversorgung und die Steigerung der stofflichen Verwertung von Holz durch eine Holzbauquote.

Europäische und nationale Ziele

Zu Beginn der Förderperiode 2014 bis 2022 war der Ausbau erneuerbarer Energien bereits politisch etabliert, doch seitdem wurden die Ausbauziele auf nationaler Ebene deutlich verschärft. Im Rahmen des novellierten Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG), insbesondere der Fassungen von 2014 und 2021, wurden verbindliche Ausbaupfade für erneuerbare Energieträger wie Windkraft, Photovoltaik und Biomasse definiert. Ziel war es, den Anteil erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch bis 2020 auf mindestens 35 % und bis 2030 auf 65 % zu steigern (EEG 2021). Auf europäischer Ebene wurden diese nationalen Ziele durch die Vorgaben der EU-Klimapolitik und der Erneuerbare-Energien-Richtlinien flankiert. Diese europäischen Zielvorgaben sind zentral, da die Fördermittel für den ländlichen Raum (u. a. ELER) aus dem EU-Haushalt stammen und die nationalen Programme mit den EU-Strategien zur Energiewende und Klimaschutz in Einklang gebracht werden mussten. Bereits mit der Richtlinie 2009/28/EG („Renewable Energy Directive I“) wurde für Deutschland verbindlich ein Ziel von 18 % erneuerbaren Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2020 festgelegt (RL 2009/128/EG). Mit der überarbeiteten Richtlinie 2018/2001/EU („Renewable Energy Directive II“) wurde für die EU insgesamt ein verbindliches Ziel von mindestens 32 % erneuerbarer Energien am Bruttoendenergieverbrauch bis 2030 vorgegeben, das im Rahmen des European Green Deal inzwischen auf 42,5 % angehoben wurde (EE-RL; RL (EU) 2023/1791). Im Jahr 2020 lag der Anteil bei rund 45,3 % (BMWi, 2021). Die Forstwirtschaft spielte dabei insbesondere im Bereich fester Biomasse (z. B. Scheitholz, Hackschnitzel, Pellets) eine zentrale Rolle für die Bereitstellung erneuerbarer Wärme. Eine nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder ist hierfür essenziell, da nur resiliente, naturnahe Wälder langfristig Holz zur energetischen Nutzung liefern können. Die Nationale Biomassestrategie (NABIS)[9] und das Förderprogramm Klimaangepasstes Waldmanagement tragen diesem Aspekt durch die Förderung klimaresilienter Waldstrukturen sowie durch Vorgaben zur nachhaltigen Holznutzung Rechnung. In der zurückliegenden Förderperiode wurde zudem verstärkt darauf geachtet, dass Investitionen in bioenergetische Anlagen (z. B. Holzhackschnitzel-Heizwerke oder Pelletheizungen) an Kriterien der Nachhaltigkeit, Effizienz und regionalen Wertschöpfung gekoppelt werden (RED II).

Der Ausbau erneuerbarer Energien stellt auch im Land Hessen ein wichtiges klimapolitisches Ziel dar. Der Anteil der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien soll bis zum Jahr 2050 bei 100 % liegen (HMUKLV, 2017a).

2.4.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung

Auf europäischer Ebene ist zur Erleichterung der Versorgung mit und stärkeren Nutzung von erneuerbaren Energien mit der ELER-VO ein Förderinstrument geschaffen worden, dass zur Problemlösung über freiwillige Maßnahmen beitragen soll. Der SPB 5C der ELER-VO zielt explizit auf dieses Handlungsfeld ab. Auch bezogen auf die Ziele dieses Förderschwerpunktes sind die Maßnahmen relevant, die im Anhang IV der ELER-VO dem Ziel der Eindämmung des Klimawandels und der Anpassung an seine Auswirkungen und somit auch dem SPB 5C Maßnahmen direkt zugeordnet (VO (EU) Nr. 1305/2013). Über die ELER-Förderung war folglich potenziell ein Beitrag zur Nutzung von erneuerbaren Energien zu erzielen.

[9] https://www.thuenen.de/media/ti/Newsroom/Aktuelles/2025/Nationale_Biomassestrategie/Abschlussbericht_BIOSTRAT.pdf

https://www.thuenen.de/media/ti/Newsroom/Aktuelles/2025/Nationale_Biomassestrategie/Hintergrundinformationen-NABIS.pdf

Weil mit dem EEG und weiteren Angeboten auf Bundes- und Landesebene spezifische Fördermöglichkeiten gegeben sind, hat der ELER insgesamt geringe Relevanz für den Ausbau von EE. Allerdings wird im EPLR im Zusammenhang mit der Interventionslogik des SPB 5C ein Bedarf für die Unterstützung der energetischen Nutzung von landwirtschaftlichen Rest- und Abfallstoffen, einer effizienten Holznutzung zur Wärmeversorgung und zur Steigerung der stofflichen Verwertung von Holz gesehen. Entsprechend sollen sekundäre Wirkungsbeiträge für den SPB 5C durch den forstlichen Wegebau (VA 4.3-1) erzielt werden.

2.4.3 Kontext der Förderung

Im hessischen Klimaschutzplan finden sich konkrete Maßnahmen für den Energiesektor, wozu unter anderem die „Ausbauoffensive erneuerbarer Energien (insbesondere Photovoltaik und Windkraft)“ zählt. Es wurde neben der ELER Förderung auch auf Landesebene eine Reihe weiterer Programme zur Förderung erneuerbarer Energien und der Energieeffizienz angeboten. Dazu zählten u. a. Programme zur Förderung von Solarenergie (z. B. das Landesprogramm „Solaroffensive Hessen“), Fördermittel für die energetische Sanierung und effiziente Wärmeversorgung in Kommunen (u. a. über die hessische Ausgestaltung der Bundes Kommunalrichtlinie) sowie Programme zur Förderung von Biomasse und Holzenergie. Ziel dieser Programme war es, die regional erzeugte erneuerbare Energie möglichst vor Ort zu nutzen und die Energieeffizienz in Gebäuden und Wärmenetzen zu steigern. Parallel dazu fördert das Land seit 2014 über die Kommunalrichtlinie Energie Photovoltaik-Anlagen, Solarabsorber, Batteriespeicher sowie energieeffiziente Modernisierungen in öffentlichen Gebäuden mit Förderquoten von 30 bis 80 % und in Klimakommunen bis zu 90 %. Ergänzend unterstützt die Richtlinie kommunale Energiekonzepte, Wärmeplanung nach Hessischem Energiegesetz (seit 2021), Quartiersansätze und Energiemanagement über Zuschüsse von 50 bis 75 % (daher auch zu beachten als Kontext für SPB 5B).

Seit 2014 unterstützt das Land Hessen über die Landes-Energie-Agentur (LEA) und Förderprogramme des Hessischen Ministeriums für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Wohnen gezielt Investitionen in erneuerbare Energien. Förderfähig waren insbesondere Vorhaben zur Errichtung von Photovoltaik-Anlagen, Wärmenetzen mit hohem regenerativem Anteil sowie zur Nutzung von Biomasse, Solarthermie und Umweltwärme. Ergänzend wurden über das Programm „Hessen aktiv: Die Klima-Kommunen“ kommunale Maßnahmen zur Umstellung auf erneuerbare Energien bezuschusst. Ab 2021 wurde mit der Einführung der landeseigenen PV-Darlehensförderung für private Haushalte ein zusätzlicher Anreiz zur Eigenstromerzeugung geschaffen.

Unter den Maßnahmen der Förderung von erneuerbaren Energien ist auch die Förderung waldbaulicher Maßnahmen zur Erhöhung der Stabilität gegen Risiken des Klimawandels von Wichtigkeit, um die Versorgung durch Holz zu sichern.

Die Erhaltung und Anpassung der Wälder in Hessen an die Herausforderungen des Klimawandels ist auch für die Wirtschaft von Bedeutung, insbesondere für die Holzverarbeitende Industrie, die in Hessen eine wichtige Rolle spielt. Durch die Nutzung von Holz als nachwachsendem Rohstoff kann die Branche nicht nur ihre eigene Energieeffizienz steigern, sondern auch einen Beitrag zur Erzeugung von erneuerbarer Energie leisten und die Ziele des hessischen Energiegipfels unterstützen. Durch die Kombination von Waldumbaumaßnahmen, effizienter Holzverarbeitung und der Nutzung von Holz als Energiequelle will Hessen seine Position als Vorreiter in der Energieeffizienz und erneuerbaren Energien weiter stärken.

Das Bundesprogramm zur Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft wurde 2016 gestartet und 2019 novelliert, welches unter anderem Heizen mit erneuerbaren Energien förderte (endete 2021). Dieses Programm ist branchenübergreifend und besteht aus mehreren Modulen. Die Förderung erfolgt wahlweise als Zuschuss oder in Form eine Kredits mit Tilgungszuschuss (Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle, 2023).

2.5 Anpassung an den Klimawandel

2.5.1 Handlungsbedarf

Schon lange vor Beginn der Förderperiode 2014 bis 2022 haben entsprechende Analysen gezeigt, dass alle Gesellschaftsbereiche und Regionen in Deutschland von den Auswirkungen des globalen Klimawandels betroffen sind und auch weiterhin sein werden, allerdings in sehr unterschiedlichem Umfang und in sehr unterschiedlicher Art und Weise, auch abhängig von den zugrunde gelegten Klimaszenarien. In den Berichten des Weltklimarates wurden regelmäßig und sehr ausführlich die Auswirkungen des Klimawandels sowie erforderliche Anpassungsmaßnahmen beschrieben (z.B. IPCC, 2007). Zu den Regionen in Deutschland mit besonders hoher Vulnerabilität gegenüber den Auswirkungen des Klimawandels wurden schon in den 2000er-Jahren im Gebiet des EPLR Hessen die Land- und Forstwirtschaft im Oberrheingraben gezählt (BMU, 2009).

Das Tempo des Klimawandels hat sich in den zehn Jahren seit Beginn der zu bewertenden Förderperiode nachweislich beschleunigt (Brasseur et al., 2023), zum Teil sogar stärker als frühere Prognosen vorausgesagt haben. Als Ausdruck dessen war die Förderperiode 2014 bis 2022 durch eine Serie von Extremwetterphasen oder -ereignissen geprägt (Dürrejahre, Temperatur- und Hitzerekorde, Hochwasserereignisse). Für Hessen sind die Folgen des Klimawandels schon in der 2012 beschlossenen Anpassungsstrategie auf dem damaligen Kenntnisstand beschrieben worden (HMUELV, 2012). Auf die Entwicklung der letzten Jahre und insbesondere die noch anwachsende Gefährdung durch Dürreperiode weist etwa das Hessische Landesamt für Umwelt und Geologie (HLUG) hin (HLUG, 2022). Der durch den fortschreitenden Klimawandel ohnehin ständig ansteigende Handlungsbedarf für Anpassungsmaßnahmen ist durch die Entwicklungen des Klimas weltweit, in Europa und im Programmgebiet im Verlauf der Förderperiode 2014 bis 2022 stärker angewachsen als ursprünglich erwartet.

Auf bundesdeutscher Ebene wurde zur Umsetzung einer Verpflichtung aus der Klimarahmenkonvention der UN bereits 2008 die Deutsche Anpassungsstrategie (DAS), die mit Unterstützung der Länder über einen Bund-Länder-Arbeitskreis erarbeitet wurde, von der damaligen Bundesregierung verabschiedet (Bundesregierung, 2008). Die meisten der dort aufgeführten Handlungsfelder weisen unmittelbar Bezüge zu den Fördermöglichkeiten im ELER auf. Die DAS ist seitdem stetig fortgeschrieben, mit Aktionsplänen hinterlegt und evaluiert worden. Ein entsprechend aufgebautes Monitoring bestätigt die im Absatz zuvor aufgezeigte Entwicklung auf Bundesebene. Im Jahr 2023 wurde schließlich mit dem deutschen Klimaanpassungsgesetz ein strategischer Rahmen für die künftige Klimaanpassung in Bund, Ländern und Kommunen gesetzt (KAnG). Aufgrund des gestiegenen Handlungsdrucks, insbesondere aufgrund der in den Trockenjahren 2018 und 2019 entstandenen Schäden, wurde vom BMEL nach Beschlüssen einer Agrarministerkonferenz ein Maßnahmenprogramm zur Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel erstellt (BMEL, 2020), welches insbesondere bei der Risikovorsorge und bei Maßnahmen zum Wiederaufbau der Wälder ansetzt.

Wie im EPLR herausgestellt wurde, hat Hessen sich schon frühzeitig mit dem Thema Anpassung an den Klimawandel in seiner Klimaschutzpolitik beschäftigt. Die Anpassung an den Klimawandel bildete einen der drei Schwerpunkte des in 2007 beschlossenen Klimaschutzkonzeptes. In der Folge wurde 2012 eine Anpassungsstrategie mit zwölf Handlungsfeldern entwickelt (HMUELV, 2012). In Bezug auf den EPLR waren die Handlungsfelder Land- und Forstwirtschaft von Bedeutung. Für die Landwirtschaft wurde die Gefahr zunehmender Ertragsunsicherheiten aufgrund der Wetterextreme herausgestellt, auf die einerseits durch Anpassungsmaßnahmen im Pflanzenbau und in der Pflanzenzüchtung reagiert werden soll (Bedarf 11 im EPLR: Standort- und klimaangepasste Bewirtschaftungsformen). Bei Problemen infolge zunehmender Trockenheitsphasen soll auch durch verbesserte Bewässerungstechnik entgegengewirkt werden. In der Forstwirtschaft wurde infolge des Klimawandels eine Gefahr für die Stabilität und Leistungsfähigkeit der Wälder gesehen. In der SWOT des EPLR wurde dementsprechend ein Bedarf zur Klimaadaption der Waldbestände (Bedarf 17) formuliert, dem durch Entwicklung stabiler, standortangepasster Wälder und entsprechender Baumartenmischungen mittels Waldumbaumaßnahmen begegnet werden sollte.

Es wurde auch betont, dass die Anpassung an die Folgen des Klimawandels als kontinuierliche Aufgabe zu verstehen ist und die Anpassungsstrategien regelmäßig entsprechend dem aktuellen Stand der Klimafolgenforschung fortgeschrieben werden müssen (HMUKLV, 2015).

2.5.2 Eignung der ELER-VO zur Problemlösung

Während Klimaschutzmaßnahmen immer global Wirkung zeigen, können Anpassungsmaßnahmen direkt auf die regionalen Gegebenheiten und Gefährdungen hin ausgestaltet werden. In der ELER-VO hat das Handlungsfeld Anpassung an den Klimawandel als eines der Querschnittsziele eine sehr hohe und breite Bedeutung bekommen, alle Prioritäten haben diesen übergreifenden Zielsetzungen Rechnung zu tragen. Die meisten Maßnahmen der ELER-VO bieten Ansatzpunkte, um Maßnahmen mit Hilfe der ELER-Förderung umzusetzen, die in den oben zitierten Anpassungsstrategien gelistet sind. Allerdings ist kritisch anzumerken, dass bei der Förderung nach ELER-VO immer der Bezug zum ländlichen Raum oder zur Land- und Forstwirtschaft Grundvoraussetzung sind.

2.5.3 Kontext der Förderung

Einhergehend mit der Aufstellung der oben aufgeführten Anpassungsstrategien an den Klimawandel auf den verschiedenen politischen Ebenen entstand während der zurückliegenden Förderperiode ein breites Feld an z. T. sehr spezifischen Förderangeboten oder -programmen für die verschiedenen in der DAS genannten Handlungsfelder der Klimafolgenanpassung. Einen sehr detaillierten Überblick über die Instrumente und Maßnahmen auf Bundesebene enthält der Zweite Fortschrittsbericht zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel (UBA, 2019). Für den Sektor Land-, Forstwirtschaft und Fischerei wurde 2020 auf Bundesebene das o. a. Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel ins Leben gerufen (BMEL, 2020). Spezifisch auf Klimafolgenanpassung auf kommunaler Ebene war auf Bundesebene das Sofortprogramm Klimaanpassung und die Förderrichtlinie ‚Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (DAS)‘ mit entsprechenden Fördermöglichkeiten ausgerichtet (BMUV, 2024).

In Hessen werden eine Reihe von Handlungsfeldern zur Anpassung an den Klimawandel ohne den ELER bedient. Dazu gehört vor allem der Hochwasserschutz. Auch eine Reihe forstlicher Maßnahmen zur Anpassung der Waldbestände an den Klimawandel wie z. B. der Waldumbau wurden in der Förderperiode 2014 bis 2022 nur mit nationaler Förderung finanziert.

In der Landwirtschaft wurde als Reaktion auf die während der Förderperiode eingetretenen Dürrejahre, insbesondere 2018, auch in Hessen Steuererleichterungen und Soforthilfen bei Existenzgefährdung gewährt, die vom Bund kofinanziert waren. Dafür standen 17,8 Mio. Euro bereit, welche jedoch nur verhalten abgerufen wurden. Besonders betroffen waren seinerzeit Futterbaubetriebe im Norden und Osten des Landes. In Hessen wird keine landwirtschaftliche Ausfallversicherung als Maßnahme zur Risikovorsorge und Anpassung an den Klimawandel in der Landwirtschaft (Mehrgefahrenversicherung) subventioniert (Schmitt et al., 2024). Das Land gewährt aber aktuell eine Schadensausgleichszahlung, um die Verluste der betroffenen landwirtschaftlichen Betriebe abzumildern (Extremwetterschäden- und ASP-Nothilfe 2024/2025).

Schon im Jahr 2015 wurde zudem eine an den kommunalen Bereich adressierte Förderrichtlinie geschaffen, die neben der Förderung von Klimaschutzmaßnahmen auch auf kommunale Maßnahmen zur Begrenzung der negativen Auswirkungen des Klimawandels abzielt (Kommunale Klimarichtlinie). Förderfähig waren neben diversen baulichen Maßnahmen auch Studien zur Durchführung von Gefährdungsanalysen.

3 Relevante Maßnahmen und Umsetzung

Hessen hat das Thema Klimaschutz nicht mit Primärzielen versehen, sondern in der Programmstrategie auf Sekundäreffekte anderer Maßnahmen verwiesen. Für die SPB 5B bis 5E wird im Indikatorplan des EPLR entsprechend darauf hingewiesen, dass für diese Schwerpunktbereiche in der Strategie keine Maßnahmen ausgewählt wurden. In der Strategie wird aber auch textlich darauf eingegangen, welche Maßnahmen sekundäre Wirkungen erzielen sollen.

Im folgenden Kapitel werden die Maßnahmen aus dem EPLR Hessen aufgelistet, die in Bezug auf die fünf Handlungsfelder des Themenfeldes als relevant eingestuft wurden und daher in den folgenden Kapiteln einer detaillierten Bewertung unterzogen werden (vgl. Tabelle 1). Als relevant werden zunächst alle Maßnahmen betrachtet, für die im EPLR bezogen auf die SPB 5B, 5C, 5D und 5E ein sekundäres Förderziel festgelegt wurde. Primärziele für die SPB mit Klimaschutzbezug wurden, wie o. a., nicht vergeben (HMUKLV, 2015; Pufahl et al., 2023). In Tabelle 1 sind die Maßnahmen mit Sekundärziel mit „X“ kenntlich gemacht. Im Folgenden werden zu den relevanten Maßnahmen auch die geplanten Output- und Inputziele angegeben. Um die für die Evaluierung wichtigen, fachlichen Ziele darstellen zu können, wird auf den EPLR nach dem 6. Änderungsantrag (ÄA) zurückgegriffen (HMUKLV, 2021a). Der EPLR (Version 7.1) aus dem Juni 2021 bildet den Planungsstand nach Integration der EURI-Mittel und nach Integration der Verlängerungsmittel ab.

Folgende Maßnahmen mit Sekundärzielen wurden angeboten:

- Mit Sekundärzielen im SPB 5B zur Verbesserung der Energieeffizienz als auch im SPB 5D zur Verringerung der Treibhausgas- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft war die TM 4.1 Agrarinvestitionsförderung (AFP) programmiert. Als Output waren 572 mit ELER-Mitteln unterstützte Betriebe vorgesehen, davon sollten 22 mit EURI-Mitteln finanziert werden. Das entspricht 3,4 % aller Betriebe in HE zum Zeitpunkt der Programmerstellung (Zielindikator T4). Laut Planungsstand nach dem 6. ÄA sollten gut 94 Mio. Euro verausgabt werden, 4,5 Mio. davon aus EURI-Mitteln. Rund 646,9 Mio. Euro Gesamtinvestitionen wurden erwartet. Die Teilmaßnahmen wurde mit dem Primärziel angeboten, einen Beitrag im SPB 2A zur Verbesserung der Wirtschaftsleistung der landwirtschaftlichen Betriebe zu leisten.[10]
- Mit Sekundärziel im SPB 5C war die VA 4.3-1 Förderung der forstwirtschaftlichen Infrastruktur programmiert (Forstlicher Wegebau). Für die VA 4.3-1 sind keine Zielindikatoren im EPLR enthalten. Eingeplant waren ursprünglich Mittel in Höhe von 21 Mio. Euro, die später auf 11,2 Mio. abgesenkt wurden (siehe Kapitel 5.4.1).
- Die TM 16.5 Förderung der Zusammenarbeit im Hinblick auf die Eindämmung des Klimawandels oder die Anpassung an dessen Auswirkungen (Kooperationen Klimaanpassung) hatte Sekundärziele in allen klimaschutzrelevanten Schwerpunktbereichen der Priorität 5 (SBP 5B bis SPB 5E). Für TM 16.5 allein sind keine eigenen Zielindikatoren im EPLR enthalten, für die Maßnahme 16 insgesamt war die Förderung von 43 Kooperationen inklusive EIP eingeplant, davon 10 für die Vorhabenarten 16.2 bis 16.9 (Zielindikator T2 Gesamtzahl der Kooperationsvorhaben, die im Rahmen der Maßnahme „Zusammenarbeit“ unterstützt werden). Die Maßnahme 16.5 war mit Primärziel im SPB A4 programmiert zur Entwicklung und/oder die Umsetzung von gemeinsamen Konzepten für ökologische Verfahren zum Schutz der Biologischen Vielfalt.

Für das Handlungsfeld Anpassung an den Klimawandel war nach der ELER-VO keine Festlegung von Zielen auf Programmebene erforderlich. Als Bewertungsgrundlage wird für dieses Handlungsfeld stattdessen auf die Zielaussagen aus der Programmstrategie des EPLR sowie in der Maßnahmenbeschreibung Bezug genommen.

[10] Es handelt sich um die Mittel des Aufbauinstrumentes NextGenerationEU zur Abmilderung der COVID-19-Folgen.

Tabelle 1: Relevante Teilmaßnahmen und programmierte Ziele im Themenfeld Klima

		Handlungsfelder				
ELER-Code	**Teilmaßnahme**	**Minderung THG-/NH_3-Emissionen (SPB 5D)**	**Erhaltung / Verbesserung Kohlenstoff-senken (SPB 5E)**	**Verbesserung Energieeffizienz (SPB 5B)**	**Erzeugung / Verbrauch erneuerbarer Energie**	**Anpassung an den Klimawandel**
4.1	AFP	X		X		
4.2	Verarbeitung und Vermarktung			Ø		
4.3-1	Wegebau Forst				X	
4.3-2	Flurbereinigung	Ø	Ø			
6.4	Diversifizierung				Ø	
7.4	Basisdienstleistungen			Ø		
8.4	Flächenräumung				Ø	Ø
8.5	Bodenschutzkalkung		Ø			Ø
10.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau	Ø	Ø			
11	Ökologischer Landbau	Ø	Ø			
16.1	Europäische Innovationspartnerschaften	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø
16.5	Kooperationen Klimaanpassung	X	X	X	X	Ø
19.2/3	LEADER-Vorhaben / Kooperationen	Ø	Ø	Ø	Ø	Ø

Legende: X = Sekundäres Ziel
Ø = Mögliche Wirkung ohne programmiertes Ziel (Einschätzung der Evaluator:innen und/oder des Landes)

Quelle: Eigene Darstellung nach EPLR Hessen (HMUKLV, 2015) und Feinkonzept (Pufahl et al., 2023).

Als relevant werden des Weiteren die Maßnahmen eingestuft, von denen auch ohne explizite Zielsetzung ein wesentlicher Beitrag zur Problemlösung in den fünf betrachteten Handlungsfeldern erwartet wird, also bezogen auf die Verringerung der Treibhausgas- und Ammoniakemissionen, Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken, Verbesserung der Energieeffizienz, Erzeugung und Verbrauch erneuerbarer Energie und Anpassung an den Klimawandel. Dabei wird anders als in den SPB 5B bis 5E, nicht nur der Fokus auf die Land- und Forstwirtschaft gelenkt, sondern auch auf Maßnahmen, die keinen Einfluss auf den Wirkungsindikator I.07 haben und deren Wirkung über zusätzliche Indikatoren erfasst werden muss (siehe Kapitel 4). Diese Maßnahmen sind in Tabelle 1 mit „Ø“ gekennzeichnet.

Die Einstufung dieser Maßnahmen als relevant, weil von ihnen mögliche Wirkungen zu erwarten waren, beruht zum einen auf den fachlichen Einschätzungen der Evaluator:innen, z. T. auch basierend auf früheren Evaluierungsstudien (vgl. etwa Sander et al., 2016). Aber auch in den Begründungen zur Auswahl der Maßnahmen im EPLR, die zu den einzelnen SPB der ELER-VO beitragen sollen, sind Maßnahmen aufgeführt, für die keine expliziten Ziele programmiert wurden, von denen gleichwohl positive Wirkungen in Bezug auf die Erreichung der Ziele der SPB von Seiten der Programmverantwortlichen des Landes erwartet wurden.

Tabelle 2 gibt einen Überblick zu den indikativen Zielen und zum Umsetzungsstand der für das Themenfeld Klima insgesamt als relevant eingestuften Maßnahmen. Detaillierter wird auf den Umsetzungsstand der einzelnen Maßnahmen in den Kapiteln zur Wirkungsanalyse (Kapitel 5) eingegangen.

Tabelle 2: Zielgrößen und Umsetzungsstand relevanter Maßnahmen für den Klimaschutz

Code/ Kürzel	Teilmaßnahme/Vorhabenart	physischer Output: Indikative Zielgröße[1] Wert	Einheit	Förderhöchststand[2] Wert	Einheit	Zielwert-erreichung [%]	finanzieller Output: Indikative Zielgröße[1] [Euro]	Stand 2024 Öffentliche Ausgaben [Euro]	Zielwert-erreichung [%]
Physische Flächen zum Förderhöchststand, Öffentliche Ausgaben zum Ende 2024									
mit programmiertem Klimaschutzziel									
TM 4.1	Agrarinvestitionsförderung	572	Betriebe	553	Betriebe	97	94.089.549	78.047.950	83
VA 4.3-1	Forstliche Infrastruktur	k.A.		-		-	11.200.000	10.780.398	96
TM 16.5	Zusammenarbeit Klimaanpassung	k.A.		-		-	300.000	-	-
Summe öffentliche Mittel (oben)							**105.589.549**	**88.828.348**	84
ohne programmiertes Klimaschutzziel									
TM 4.2	Verarbeitung und Vermarktung	47	Untern.	45	Untern.	96	48.142.124	39.606.730	82
VA 4.3-2	Flurneuordnung	k.A.		k.A.		-	24.800.000	22.158.212	89
TM 7.4	Basisdienstleistungen	779	Vorhaben	384	Vorhaben	49	82.350.000	69.752.452	85
TM 8.4	Flächenräumung	k.A.		-		-	100.000	-	-
TM 8.5	Bodenschutzkalkung	21.000	ha	22.918	ha	109	6.000.000	5.190.593	87
TM 10.1	Vielfältige Kulturen[3]	100.000	ha	96.580	ha	97	45.666.667	42.123.677	92
M 11	Ökolandbau[3]	121.500	ha	116.962	ha	96	189.909.657	192.628.538	101
TM 16.1	EIP-Agri	33	Gruppen	34	Gruppen	103	12.050.000	9.340.723	78
M 19	LEADER	24	LAG	24	LAG	100	91.164.315	90.679.523	99
Gesamtsumme öffentliche Mittel							**500.182.763**	**471.480.449**	94

1) Indikative Zielgrößen lt. 6. Änderungsantrag, EPLR Version 7.1

2) Monitoringdaten für das Jahr 2024.

3) Wert zeigt den Höchststand im Jahr 2022 (InVeKoS).

Quelle: Eigene Zusammenstellung nach EPLR Hessen, Version 7.1 (HMUKLV, 2021a) und Finanzdaten zum Jahresbericht für 2024 (HMLU, 2025b).

Wie bereits erläutert, hatten die Programmverantwortlichen aus Hessen im EPLR drei Maßnahmen mit einem sekundären Klimaschutzziel vorgesehen. Mit rund 105,6 Mio. Euro waren entsprechend gut 12 % der indikativen Mittel für die betreffenden Maßnahmen eingeplant. Der Umsetzungsstand der Maßnahmen mit Klimaschutzziel ist sehr heterogen, verausgabt werden konnten bis Ende 2024 ca. 88,8 Mio. Euro oder 84 % der eingeplanten Mittel. Bei der Agrarinvestitionsförderung (TM 4.1) mussten die Mittel wegen der anhaltenden Nachfrage nach der Verlängerung der Förderperiode aufgestockt werden und wurden dann bis Ende 2023 zu 83 % verausgabt, der materielle Zielwert wurde fast erreicht. Der Mittelabfluss bei den anderen beiden Maßnahmen mit Klimaschutzziel entspricht hingegen nicht den Erwartungen. Beim forstlichen Wegebau (VA 4.3-1) musste der indikative Mittelansatz aus der Einreichversion des EPLR infolge der im Laufe der Förderperiode aufgetretenen Kalamitäten im Forst um fast die Hälfte eingekürzt werden (siehe Kapitel 5.4.1). Die nach Planänderung vorgesehenen Mittel wurden dann fast vollständig verausgabt. Bei TM 16.5 Zusammenarbeit zur Klimaanpassung wurden keine Projekte bewilligt (vgl. HMLU, 2025a). Auf diese Teilmaßnahme wird daher im Bericht nicht mehr näher eingegangen.

Beim AFP waren 14 Mio. Euro des Planbudgets aus zusätzlichen nationalen Mitteln vorgesehen, bei der Förderung Vielfältiger Kulturen im Ackerbau 28 Mio. Euro, bei der Flurneuordnung 7,2 Mio. Euro.

Für die übrigen Maßnahmen mit Relevanz für den Klimaschutz waren gut 500 Mio. Euro bzw. knapp 55 % der Programmmittel vorgesehen. Der Umsetzungsstand ist auch in dieser Maßnahmengruppe heterogen. Der Mittelabfluss schwankt zwischen 78 % bei EIP-Agri und bis zu 101 % beim Ökolandbau, im Mittel liegt er bei 94 % der eingeplanten Mittel, also deutlich besser als bei den Maßnahmen mit Klimaschutzziel. Im Hinblick auf die materiellen Output-Ziele liegt der Grad der Zielerreichung – soweit Angaben vorliegen – im Mittel bei 93 %. Von den neun aufgelisteten Maßnahmen haben sechs ihr Ziel fast oder in Gänze erreicht, zwei davon überschritten. Die Förderung für die Wiederherstellung des ursprünglichen Zustands von Wäldern nach Waldbränden, Naturkatastrophen und Katastrophenereignissen (TM 8.4) wurde nicht in Anspruch genommen, da auf die Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten

Folgen im Wald in Hessen (Extremwetterrichtlinie-Wald) zurückgegriffen wurde. Auf diese Teilmaßnahme wird im Folgenden ebenfalls nicht weiter eingegangen.

4 Daten und Methoden

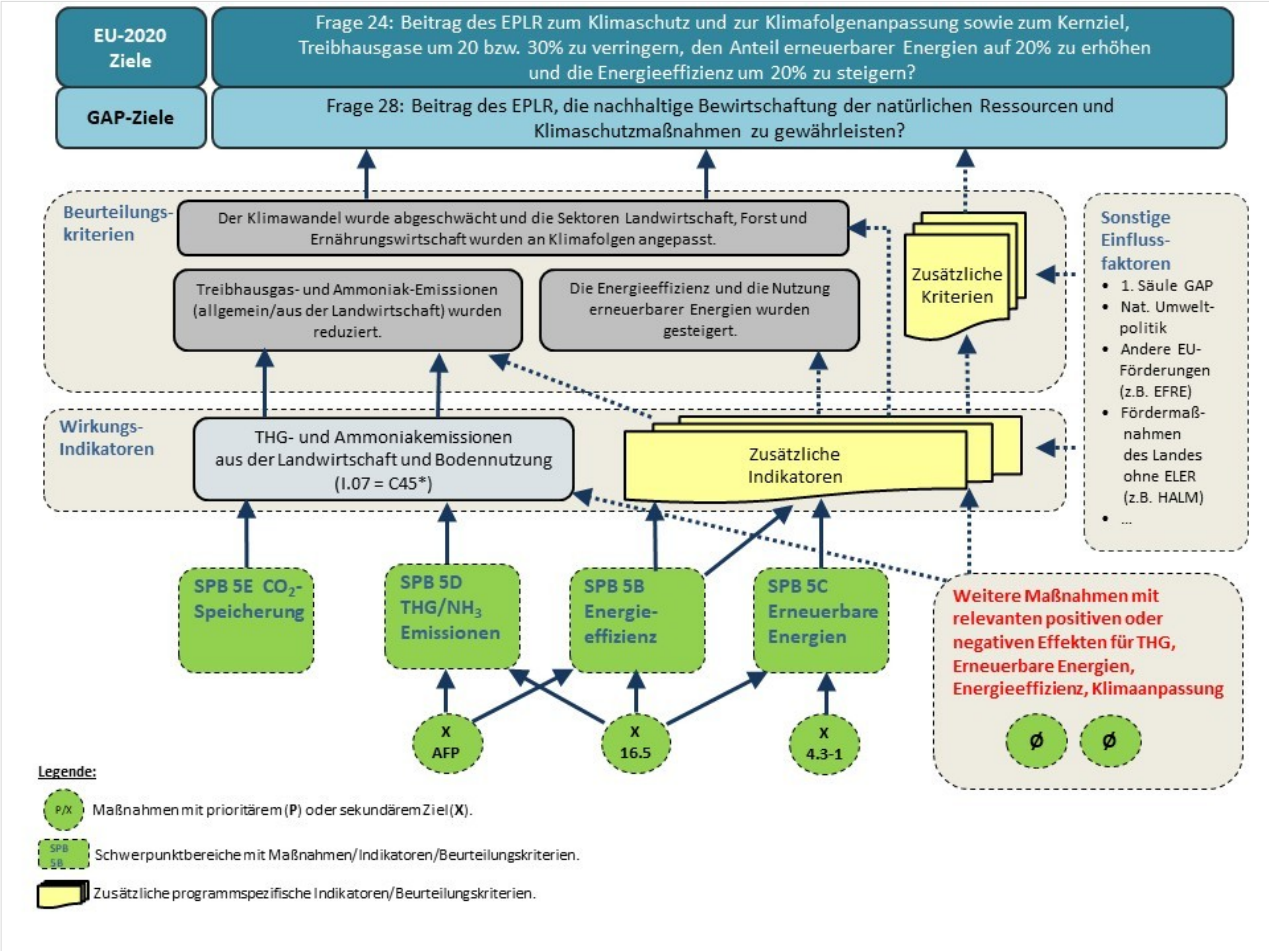
Die Klimaschutzwirkungen des EPLR Hessen wurden gemäß den Vorschlägen des European Evaluation Helpdesk auf der Mikroebene ermittelt (Approach A, vgl. ENRD, 2018). Bei diesem Bottom-up-Ansatz wurden detaillierte Analysen auf Ebene der relevanten Maßnahmen durchgeführt (vgl. Abbildung 7), um deren Wirkung bezogen auf die verschiedenen Handlungsfelder und Wirkungsindikatoren zu berechnen oder, wenn keine Quantifizierung möglich war, qualitativ einzuschätzen. Die Programmwirkung wurde dann als Summe der quantifizierbaren Wirkungen der einzelnen Maßnahmen berechnet. Ein Makroansatz ist aufgrund des komplexen, auf verschiedenen Teilindikatoren aufbauenden Wirkungsindikators und der für eine umfassende Bewertung aller in der Bewertungsfrage angesprochenen Handlungsfelder zusätzlich erforderlichen Indikatoren nicht möglich.

Die Basis dieses additiven Bewertungsansatzes zur Beantwortung der Frage 24 stellt der seitens der EU-KOM vorgegebene Wirkungsindikator I.07 (vgl. Abbildung 7) und der korrespondierende Kontextindikator C.45 dar. Beide von der Definition her gleichen Indikatoren fokussieren auf Emissionen aus der Landwirtschaft und umfassen laut EU-KOM (EU-COM, 2015) mehrere Teilindikatoren. Die Indikatoren beinhalten THG- (CO_2, CH_4, N_2O) und Ammoniakemissionen (NH_3) aus der Landwirtschaft inklusive landwirtschaftlicher Böden. Bei den beiden Treibhausgasen Methan (CH_4) und Lachgas (N_2O) geht es um die Emissionen aus der Tierhaltung samt Wirtschaftsdüngermanagement sowie Emissionen aus der Flächenbewirtschaftung, speziell im Zusammenhang mit der Düngung. Als zweiter Teilindikator wird bei I.07 auch die jährliche Veränderung der Kohlenstoffvorräte in landwirtschaftlich genutzten Böden als Quelle oder Senke von CO_2 und (sofern diese nicht im Rahmen des Inventars der Landwirtschaft gemeldet werden) von Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O) aus landwirtschaftlichen Nutzflächen erhoben. Dieser Teilindikator wird in der Klimaschutzberichterstattung gemäß den IPCC-Vorgaben als Teil des Sektors LULUCF behandelt.

Die auf Programmebene über I.07 ermittelte Wirkung speist sich u. a. aus den auf Ebene der SPB 5D und SPB 5E ermittelten Wirkungen für landwirtschaftliche Maßnahmen mit Klimaschutzziel. Die für die ergänzenden Ergebnisindikatoren für SPB 5D (R18 und R19) ermittelten Ergebnisse (verminderte Methan- und Lachgasemissionen und verminderte Ammoniakemissionen) sind direkt übertragbar, weil diese Ergebnisindikatoren identisch sind mit Teilindikatoren von I.07. Sofern vergleichbare Wirkungsketten vorliegen, werden diese Indikatoren auch für die Wirkungsbewertung der landwirtschaftlichen Maßnahmen ohne Klimaschutzziele herangezogen, sind der CMEF-Logik folgend aber als zusätzliche Indikatoren anzusehen. Der ergänzende Ergebnisindikator R18 für THG-Emissionen aus der Landwirtschaft ist laut EU-Definition auf Methan- und Lachgasemissionen beschränkt. Er umfasst damit nicht alle THG des nationalen Emissionsinventars für den Sektor Landwirtschaft. Es fehlen die CO_2-Emissionen aufgrund von Kalkung sowie Harnstoffanwendung.

Für den SPB 5E ist für den im CMEF vorgegebenen Ergebnisindikator nur der Flächenumfang von Bewirtschaftungsverträgen zu ermitteln, die zur Kohlenstoffbindung und -erhaltung beitragen. Eine Quantifizierung der Wirkungen von Maßnahmen mit Zielen im SPB 5E für den Wirkungsindikator muss daher zusätzlich erfolgen. Werden für nicht-landwirtschaftliche Maßnahmen mit Ziel im SPB 5E die Kohlenstoffbindung oder -erhaltung quantifiziert, z. B. für Maßnahmen im Forstsektor, sind diese als zusätzliche, programmspezifische Indikatoren auf Programmebene zu behandeln, da sie dem Wirkungsindikator per Definition nicht zuzurechnen sind. Diese Zuordnungsproblematik trifft für den EPLR Hessen nicht zu, da keine Maßnahmen mit Ziel im SPB 5E programmiert sind.

Abbildung 7: Untersuchungsdesign



Quelle: Eigene Darstellung.

Zur Beantwortung der Bewertungsfrage 12 im CMEF zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und der Lebensmittelverarbeitung (SPB 5B) ist der ergänzende Ergebnisindikator R14 vorgegeben. Dieser wird für geförderte Betriebe über den Energieverbrauch vor und nach der Investition im Verhältnis zum Standardoutput berechnet. Ähnlich wird im vorliegenden Bericht auch für vergleichbare Maßnahmen ohne Ziel im SPB 5B vorgegangen, etwa zur Verringerung des Energieverbrauchs in der Landwirtschaft (z. B. über den Kraftstoffverbrauch). Für Maßnahmen mit Wirkungen zur Verbesserung der Energieeffizienz außerhalb der Landwirtschaft werden zusätzliche, maßnahmenspezifische Indikatoren benötigt (siehe Kapitel 4).

Emissionen aus der Landwirtschaft gemäß der Definition des Wirkungsindikators I.07 berücksichtigen keine Emissionen aus den Vorleistungsketten (z. B. Düngerproduktion), die im vorliegenden Bericht ebenfalls über zusätzliche programmspezifische Indikatoren in die Bewertung einbezogen werden müssen. Werden Düngereinsparungen über die Reduzierung von Mineraldüngung erreicht, wird pauschal anhand der probas-Datenbank des Umweltbundesamtes (UBA) davon ausgegangen, dass bei einem kg eingespartem Mineraldünger-Stickstoff zusätzlich 6,48 kg CO_2-Äq aus der Herstellung von Düngemitteln weniger emittiert wurden.

Tabelle 3: Überblick zu Methoden und Daten der maßnahmenbezogenen Wirkungsanalysen

Maßnahmen	Quanti-fizierung	Bewertungs-aspekte	Methoden	Datenquellen
TM 4.1	Ja	NH_3/N_20-Emissionen	Vorher-Nachher-Vergleich der Emissionsmengen infolge Einsatz emissionsmindernder Technikvarianten bei Lagerung und Ausbringung von Gülle auf teilnehmenden Betrieben anhand EF des NIR	Zuwendungsempfängerbefragung, AFP-Bewilligungsdaten, Investitionskonzepte
TM 4.1	Ja	NH_3/N_20/CH_4-Emissionen	Vorher-Nachher-Vergleich der Emissionsmengen infolge Veränderung der Aufstallungsform und der Tierbestände auf teilnehmenden Betrieben anhand EF des NIR	Zuwendungsempfängerbefragung, AFP-Bewilligungsdaten, Investitionskonzepte
TM 4.2	Ja	Energie-effizienz	Vorher-Nachher-Vergleich des Energieverbrauchs im Verhältnis zu den Umsatzerlösen geförderter Unternehmen	Erhebnungsbögen geförderter Unternehmen
VA 4.3-1	Ja	Erneuerbare Energien	Schätzung des Mehreinschlags für die durch Neubauwege erschlossenen Quartiere, Umrechnung der Festmeter anhand von TI-Statistiken zur Holzverwendung in Erdöläquivalente bei ernergetischer Verwertung	Angaben der Revierförster:innen in Antragsbögen, Förderzahlen
VA 4.3-2	Ja	CO_2-Bindung, Energie-einsparung	Schätzung der Nettofläche von neu angelegten Gehölzstrukturen bzw. der Kraftstoffersparnis in den Verfahrensgebieten auf Grundlage von Erhebungen in Fallstudiengebieten, Hochrechnung anhand Förderzahlen und unter Verwendung literaturbasierten Wirkungsfaktoren	Fallstudienergebnisse, Förderzahlen
M10/M11	Ja	N_20/NH_3-Emissionen	Bestimmung der düngebedingten Minderungswirkung je Hektar Förderfläche über statistischen Mit-Ohne-Vergleich des Düngereinsatzes teilnehmender und nichtteilnehmender Betriebe, vereinzelt ergänzt um Angaben aus der Literatur, Hochrechnung anhand regionalisierter EF des NIR	Betriebliche Nährstoffvergleiche nach Düngeverordnung, Testbetriebsnetzdaten, Förderflächen aus InVeKoS
M10/M11	Ja	CH_4-Emissionen	Mit-Ohne-Vergleich auflagebedingter Tierbesatzdichten, Berechnung der CH4-Emissionen mittels tierartspezifischer EF aus dem NIR, Hochrechnung über Tierzahlen	Tierzahlen aus dem InVeKoS teilnehmender und nichtteilnehmender Betriebe
M10/M11	Ja	Erhaltung/ Bindung CO_2	Differenz-in Differenz-Analyse zur Veränderung fruchtfolgebedingter Humusgehalte bzw. zur maßnahmenbedingten Steigerung der Bodenkohlenstoffgehalte bei Einstieg in die Förderung	InVeKoS-Daten
TM 8.5	Nein	CO_2-Emissionen, Energie-effizienz	Schätzung der kalkungsbedingten CO_2-Emissionen anhand der EF des NIR, literaturbasierte Bewertung des Kalkungseffektes bezüglich Vitalität und CO_2-Speichervermögens gekalkte Waldbestände	Förderzahlen
TM 7.4, TM 19.2/3	Nein	CO_2-Emissionen, Energie-effizienz	Befragung ausgewählter Vorhaben mit Förderung energetischer Maßnahmen im Gebäudebestand sowie der Förderung von Neubauvorhaben	Zuwendungsempfängerbefragung
TM 19	Nein	Alle	Durchführung von Fallstudien zur Identifizierung relevanter Wirkungspfade, stichwortbasiertes Screening der Vorhabenbeschreibungen in den Projektlisten	Eigene Fallstudien, vorhabenbezogene Förderdaten
TM 16.1	Nein	Alle	Screening von Projektlisten zur Identifikation relevanter Projekte, Dokumentenanalyse zur Einschätzung potenzielle Wirkungen für Klimaschutz und -folgenanpassung	Projektlisten, Abschlussberichte der operationellen Gruppen

EF = Emissionsfaktoren, NIR = Nationaler Inventarbericht (National Inventory Report)

Quelle: Eigene Zusammenstellung.

Auch für den Handlungsbereich Anpassung an den Klimawandel sind vom CMEF keine Indikatoren vorgegeben und zusätzliche programmspezifische Indikatoren erforderlich. Insgesamt wird also zur Beantwortung der Bewertungsfrage 24 auf Programmebene neben I.07 ein breites Set an programmspezifischen Indikatoren durch die Evaluator:innen genutzt, die z. T. bereits im Feinkonzept zum Bewertungsplan bei den relevanten Fördermaßnahmen angesprochen wurden (Pufahl et al., 2023). Soweit sich Klimaschutzwirkungen relevanter Maßnahmen über die genannten Indikatoren quantifizieren lassen, werden diese in CO_2-Äquivalente umgerechnet und dann zu einem Gesamteffekt des Förderprogramms aufsummiert. Die berechnete

Gesamtwirkung stellt dann in Relation zum Basistrend der THG-Emissionen in Hessen die Klimaschutzwirkung des gesamten Förderprogramms dar.

Zur Ermittlung der Programmwirkungen über das breite Set an Indikatoren kam daher ein sehr heterogener Mix aus Methoden und Daten auf der Mikroebene zum Einsatz. Tabelle 3 gibt dazu stichwortartig einen ersten Überblick; die konkrete Beschreibung der jeweils eingesetzten Daten und Methoden findet sich in den einzelnen Wirkungskapiteln. Zum Teil wurden die Wirkungsanalysen auch schon im Rahmen der Evaluierung in maßnahmenbezogenen Bewertungsberichten veröffentlicht.

Bei den relevanten Teilmaßnahmen und Vorhabenarten, für die eine Wirkungsquantifizierung im Hinblick auf Verringerung von THG- und NH_3-Emissionen vorgenommen werden konnte, erfolgte die entsprechende Berechnung der Wirkungen – soweit möglich – eng angelehnt an die nationale THG-Berichterstattung für Landwirtschaft des Thünen-Instituts für Agrarklimaschutz, Submission 2024 (Vos et al. 2024), auch als Nationales Emissionsinventar (NIR) bezeichnet. Das bedeutet, dass dabei die Emissionsquellen und Emissionspfade den Definitionen des NIR folgend und im Einklang mit den Vorgaben des IPCC betrachtet werden und die Emissions- und Umrechnungsfaktoren der Submission 2024 genutzt werden. Als Emissionsfaktor bezeichnet man einen Parameter, der angibt, wie groß eine Emission pro Einheit der emissionserzeugenden Größe (Aktivitätsgröße) ist. Aktivitätsgrößen können laut Vos et al. (2024) z. B. Flächen sein, aber auch Tierzahlen oder Stickstoffmengen (z. B. aufs Feld ausgebrachte Mengen an Düngerstickstoff).

Anders als im aktuellen Emissionsinventar werden im vorliegenden Bericht den Definitionen des Wirkungsindikators I.07 und des Ergebnisindikators R18 folgend Methan und Lachgas entsprechend IPCC (2006) mit folgenden Faktoren für das Treibhausgaspotenzial eines Zeithorizonts von 100 Jahren (Global Warming Potential = GWP) in CO_2-Äquivalente (CO_2-Äq) umgerechnet: CH_4 = 25 CO_2-Äq; N_2O = 298 CO_2-Äq. Im nationalen Emissionsinventar hingegen erfolgt seit der Submission 2023 die Umrechnung von CH_4- und N_2O-Einheiten in CO_2-Äq-Einheiten auf Grundlage von IPCC (2014) durch Multiplikation mit folgendem GWP: 28 kg CO_2 für 1 kg CH_4 und 265 kg CO_2 für 1 kg N_2O.

5 Wirkungen und Wirksamkeit

5.1 Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen

In Kapitel 3 sind in Tabelle 1 sechs Maßnahmen des EPLR als relevant im Hinblick auf die Verringerung der THG- und NH_3-Emissionen aufgeführt, zwei davon mit sekundärem Ziel im entsprechenden SPB 5D. Wie bereits erwähnt, wurde TM 16.5 nicht umgesetzt, Wirkungsanalysen sind deshalb entfallen.

In den folgenden Kapiteln werden – in der Reihenfolge der ELER-Codes – die Maßnahmen behandelt, für die eine quantitative Wirkungseinschätzung möglich war. Unter diesen wird zunächst das Agrarinvestitionsförderprogramm (AFP) behandelt, das mit Sekundärziel zur Verringerung vor allem von Ammoniakemissionen und indirekt zur Verringerung von Treibhausgasen beitragen sollte. Für diese Maßnahme wird als Fazit im abschließenden Unterkapitel die Bewertungsfrage 14 beantwortet. Dann werden die Maßnahmen Vielfältige Kulturen im Ackerbau und Ökologischer Landbau zusammen in Kapitel 5.1.2 besprochen, die kein Programmziel haben, für die aber Wirkungen im Hinblick auf das Handlungsfeld Treibhausgas- und Ammoniakemissionen erwartet wurden. Die Teilmaßnahmen TM 16.1 und TM 19.2/19.3, für die nur eine qualitative Wirkungsabschätzung erfolgen konnte, werden handlungsfeldübergreifend in Kap. 5.5 bewertet.

5.1.1 Agrarinvestitionsförderprogramm (TM 4.1)

5.1.1.1 Wirkungspfade

Das AFP in der Förderperiode 2014 bis 2022 diente gemäß der nationalen Rahmenregelung (NRR) der Unterstützung einer wettbewerbsfähigen, nachhaltigen, besonders umweltschonenden, besonders tiergerechten und multifunktionalen Landwirtschaft. Laut der NRR (2019b) war die Teilmaßnahme neben dem Ziel der Verbesserung der Lebensfähigkeit der landwirtschaftlichen Betriebe und der Wettbewerbsfähigkeit aller Arten von Landwirtschaft nach SPB 2A auch auf die Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen gemäß Schwerpunktbereich D der Priorität 5 ausgerichtet. Hessen hat für die Teilmaßnahme entsprechend in seinem EPLR ein sekundäres Ziel beim SPB 5D vergeben. Ebenfalls wurde gemäß Vorgaben der NRR ein Sekundärziel bezogen auf die Effizienzsteigerung bei der Energienutzung in der Landwirtschaft gemäß SPB 5B vergeben, auf das in Kapitel 5.3.1 näher eingegangen wird.

Laut Richtlinie mussten AFP-Vorhaben besondere Anforderungen in mindestens einem der Bereiche Verbraucher-, Umwelt- oder Klimaschutz und zusätzlich, im Falle von Stallbauinvestitionen, im Bereich Tierschutz erfüllen. Bei den Förderanträgen wurden solche Vorhaben über die Projektauswahlkriterien besonders berücksichtigt. Die besonderen Anforderungen des Umwelt- und Klimaschutzes waren laut NRR in geeigneter Weise, insbesondere durch eine Verbesserung der Effizienz des Ressourceneinsatzes (z. B. von Wasser und/oder Energie) oder durch eine Verringerung der Stoffausträge oder der Emissionen nachzuweisen.

Bei der Ausgestaltung der Fördermaßnahme bezogen auf das Ziel, Treibhausgas- und Ammoniakemissionen in der Tierhaltung zu reduzieren, setzte das Land an mehreren Stellen an: Zum einen wurde mit einem Erlass im Jahr 2016 die verpflichtende Abdeckung bzw. Überdachung zu fördernder und vorhandener Lagerstätten für flüssige Wirtschaftsdünger eingeführt (HMUKLV, 2016). Neue zu fördernde Lagerstätten mussten mit einem festen Dach oder Zeltdach ausgestattet werden, bei vorhandenen Behältern war auch die Abdeckung mit künstlichen Schwimmdecken (Schwimmfolie, Schwimmkörper) zugelassen. Die Abdeckpflicht für Altbehälter galt aber nur, wenn die Tierhaltung im Zuge des Investitionsvorhabens ausgebaut wurde.

Des Weiteren wurden Fördergegenstände in die AFP-Förderung aufgenommen, die unmittelbar der Emissionsminderung dienten. Anzuführen sind hier die investive Förderung emissionsmindernder Ausbringungstechnik als Teil der Förderung von Maschinen und Geräten der Außenwirtschaft, die Förderung neuer, separater und ebenfalls abzudeckender Lagerstätten für flüssige Wirtschaftsdünger sowie die Nachrüstung stallbauintegrierter Abluftreinigungsanlagen. Diese Geräte und Lager konnten seit 2016 im Rahmen der GAK durch das AFP gefördert werden. Auch wenn die Finanzierung dieser Förderung rein national als Top-ups erfolgte, werden deren Wirkungen im Folgenden mit betrachtet. Zu nennen ist hier auch die seit 2022 mögliche Förderung unterschiedlicher emissionsmindernder Techniken im Rahmen von Stallbauvorhaben, u. a. auch die nachträgliche Abdeckung von Güllelagerbehältern.

Die im Rahmen der Agrarinvestitionsförderung geförderten Vorhaben können auf unterschiedliche Weise Auswirkungen auf die Ammoniak- und Treibhausgasemissionen der geförderten Betriebe sowie auf die Gesamtemissionen des Agrarsektors haben. Es kann dabei sowohl zu emissionsmindernden als auch zu emissionssteigernden Wirkungen kommen. Wirkrichtung, Höhe und Art der Emissionsänderung ist entscheidend von der Art und Dimensionierung des jeweiligen Vorhabens abhängig. Mitunter werden emissionsmindernde und emissionssteigernde Maßnahmen bei einem Vorhaben gleichzeitig umgesetzt.

Folgenden mit den Förderauflagen und Fördergegenständen verbundenen Wirkungspfaden wird in der Wirkungsanalyse zur Minderung der Ammoniak- und THG-Emissionen im Rahmen dieses Kapitels nachgegangen (zur Energieeffizienz siehe Kapitel 5.3.1):

- Veränderung der Emissionen aus Stall und Lager:

– Veränderung der von der Tierzahl abhängigen Emissionen: Stallbauvorhaben sind häufig mit einer Aufstockung der Tierbestände verbunden. Dadurch erhöhen sich zwangläufig THG- und Ammoniakemissionen der geförderten Betriebe.

– Veränderung der von den Haltungsverfahren (Stallform/Weidehaltung) abhängigen Emissionen: Auch die mit den Stallbauvorhaben meist verbundene Veränderung der Haltungsverfahren hat Auswirkungen auf die NH_3-Emissionen und auf die direkten und indirekten Treibhausgasemissionen. Die Änderung des Haltungsverfahrens verfolgt im Sinne der Richtlinie das Ziel einer Verbesserung der Haltungsbedingungen und dient damit dem Tierwohlziel des AFP. Den in der nationalen Treibhausgasberichterstattung genutzten Emissionsfaktoren folgend kann dies mit einer Verringerung, aber auch mit einer Steigerung der Emissionen pro Stallplatz verbunden sein, ja nach Tierart.

– Veränderung der bei der Lagerung von Wirtschaftsdüngern entstehenden Emissionen: Bei diesen spielen zum einen die Unterschiede der mit den Haltungsverfahren verbundenen Art des anfallenden Wirtschaftsdüngers sowie dessen Lagerung eine Rolle (Festmist, Jauche und Gülle). Bei güllebasierten Systemen ist vor allem die o. a. verpflichtende Abdeckung von neu errichteten oder vorhandenen Güllelagern als emissionsmindernde Maßnahme anzuführen. Die Wirksamkeit der Abdeckung von Festmistlagerstätten wird in Fachkreisen noch sehr heterogen eingestuft, es liegen zu diesen noch keine allgemein anerkannten Emissionsfaktoren vor. Daher finden diese in der nationalen THG-Berichterstattung noch keine Berücksichtigung und auch im Folgenden wird auf diese nicht näher eingegangen.

– Spezifische Investitionen zum Umwelt- und Klimaschutz (SIUK): Durch Richtlinienergänzung sind seit 2022 besondere bauliche Maßnahmen, die spezifisch auf die Emissionsminderung abzielen und in die GAK-Fördergrundsätze aufgenommen wurden, im Rahmen von Stallbauvorhaben förderfähig. Die Liste der wirksamen, förderfähigen Maßnahmen wurde vom KTBL veröffentlicht und mehrfach aktualisiert (Christ et al., 2024). Förderfähig in Hessen waren die Kot-Harn-Trennung, verkleinerte Güllekanäle, emissionsarme Stallböden, System zur nährstoffreduzierten Phasenfütterung und die Güllekühlung. Die o. a., national finanzierten Abluftreinigungsanlagen gehören seit 2023 zu den SIUK-Fördergegenständen.

- Verminderung der Emissionen bei Ausbringung: Zur Minderung der Emissionen bei der Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger wurden im Rahmen der 2016 eingeführten, national finanzierten Förderung von Maschinen und Geräten der Außenwirtschaft bis zum Jahr 2020 Investitionen von besonders emissionsarmen Ausbringungstechniken förderfähig, die deutlich über den Stand der Technik hinaus gehen.

5.1.1.2 Output und Zielerreichung

Laut Monitoringdaten aus 3/2025 für das Jahr 2024 haben 553 Betriebe für 630 Vorhaben eine Förderung erhalten (s. Tabelle 2). Die öffentlichen Ausgaben belaufen sich zu diesem Zeitpunkt auf 78,05 Mio. Euro, das entspricht 83 % der zur Verlängerung der Förderperiode eingeplanten Mittel[11]. Die Maßnahme hat mehr Mittel in Anspruch genommen, als ursprünglich geplant war, sodass die zur Verfügung stehenden Mittel über die Programmänderungsanträge mehrfach aufgestockt werden mussten. Das Förderziel von 572 Betrieben wurde nicht ganz erreicht.

Im Folgenden erfolgt eine differenzierte Darstellung der geförderten Vorhaben, die an den oben skizzierten Wirkungspfaden orientiert ist und als Datengrundlage der anschließenden Wirkungsanalyse dient. Die

[11] Die Zielerreichung wird am Planungsstand nach dem 6. ÄA gemessen. Nähere Begründung dazu in Kapitel 3.

Klassifizierung der verschiedenen Vorhabentypen basiert auf Angaben in den Bewilligungsdaten, wobei z. T. auch eine Auswertung der Vorhabenbeschreibung erforderlich war.

Laut der Bewilligungsdaten sind bis Ende 2022 insgesamt 642 Vorhaben auf 550 landwirtschaftlichen Betrieben bewilligt worden, die mit ELER- bzw. EURI-Mitteln kofinanziert werden sollten. Vorgesehen waren nach Angaben in den Bewilligungsdaten dabei Gesamtausgaben in Höhe von rund 437,8 Mio. Euro. Davon waren 287,3 Mio. Euro förderfähige Kosten, die bewilligten Zuschüsse beliefen sich auf insgesamt rund 81,2 Mio. Euro.

Hinzu kamen laut Angaben in den Bewilligungsdaten 303 Vorhaben auf 277 Betrieben, die rein national ohne EU-Mittel über die GAK oder rein mit Landesmitteln finanziert wurden und teilweise ebenfalls für das Themenfeld Klimaschutz als relevant einzustufen sind (s. u.). Bei diesen Vorhaben waren Gesamtinvestitionen von 45,5 Mio. Euro geplant, es wurden Zuschüsse in Höhe von 6,67 Mio. Euro bewilligt.

Unter den insgesamt 945 bewilligten Vorhaben waren die meisten mit Auswirkungen auf die Treibhausgas- und Ammoniakemissionen und/oder auf den Energieverbrauch der geförderten Betriebe verbunden. Orientiert an den Wirkungspfaden im Hinblick auf die betrachteten Ammoniak- und Treibhausgasemissionen (siehe Kapitel Wirkungen) sind folgende Vorhabenarten für das Themenfeld Klima von Relevanz:

Stallbauvorhaben Rind, Schwein, Geflügel, andere Tierarten

Laut Auswertung der AFP-Bewilligungsdaten bis 2022 wurden insgesamt 422 Stallbauvorhaben bewilligt. Die förderfähigen Kosten der Stallbauvorhaben belaufen sich auf 222,3 Mio. Euro, die geplanten Investitionskosten insgesamt auf 331,5 Mio. Euro. Die bewilligten Zuschüsse haben einen Umfang von gut 64 Mio. Euro. Die Verteilung der bewilligten Stallbauvorhaben auf die unterschiedlichen Tierarten gibt die folgende Tabelle 4 wieder. Der Fokus des AFP im Programmgebiet lag auf der Förderung von Rinder- und Geflügelställen. Auf den Bereich Rinderställe entfielen 56 % der geförderten Vorhaben und 57 % der bewilligten Zuwendungen. Bei diesen überwiegen Laufställe für Milchvieh und Aufzuchtrinder. Der Bereich Geflügel hatte einen Anteil von 27 % an den Vorhaben und 19,6 % an den Zuwendungen, mit deutlichem Schwerpunkt bei der Freilandhaltung von Legehennen. In zunehmendem Umfang wurden dabei Mobilställe beantragt (ca. 50 %), der Großteil der Legehennen-Stallplätze entfällt aber auf feste Stallbauten. Etwa 12,5 % der bewilligten Vorhaben machen Stallbauten für die Schweinhaltung aus, mit Schwerpunkt in der Schweinemast. Andere Tierarten machen nur knapp 5 % der beantragten Stallbauvorhaben aus.

Tabelle 4: Verteilung der bewilligten Stallbauvorhaben nach Tierarten

Haltungsverfahren	Anzahl [n]	Investitions-kosten [Mio. Euro]	Zuwendung [Mio. Euro]
Rinder	235	199,40	36,67
Schweine	53	59,98	11,92
Schafe und Ziegen	13	7,71	2,13
Pferde	8	5,10	1,03
Geflügel	113	59,33	12,60
Gesamt	422	331,52	64,34

Quelle: Bewilligungsdaten 2014 bis 2022.

Einzelne, besonders aufwändige bauliche Maßnahmen zur Emissionsminderung innerhalb von Stallbauvorhaben konnten im Jahr 2022 gesondert als SIUK-Maßnahmen beantragt werden, ein Zuschuss von 40 % der förderfähigen Kosten wurde gewährt. Laut schriftlicher Auskunft seitens des Fachreferats im HMLU wurden keine

Fördervorhaben mit SIUK-Anteilen beantragt. Vor Einführung der SIUK-Förderung wurde im Rahmen eines Stallbauvorhabens ein emissionsarmer Stallboden in einem Laufstall verbaut.

Weitere Investitionstypen

- Wirtschaftsdüngerlager (Neubau von Güllelagern unabhängig von Stallbauvorhaben und/oder nachträgliche Abdeckung vorhandener Behälter).

  Neben den im Rahmen von Stallbauvorhaben neu errichteten Güllelagebehältern sind aus Klima- und Emissionsschutzsicht die **separat errichteten Lagerstätten** von Relevanz. Die emissionsmindernde Wirkung war besonders im Hinblick auf Ammoniak gegeben und wurde, wie bei neu errichteten Güllelagern im Rahmen der Stallbauvorhaben (s. o.), über die Verpflichtung zum Abdecken durch ein festes Dach oder ein Zeltdach erzielt. Separate Lagerstätten gehörten zu den baulichen Investitionen in landwirtschaftlichen Betrieben, die zu einer emissionsmindernden bzw. Umweltbelastungen vermeidenden Wirtschaftsweise beitragen sollten und durch RL-Änderung in 2016 nach Änderung der GAK-Grundsätze förderfähig wurden. Zur Inanspruchnahme und Wirkung dieser rein national finanzierten Fördervorhaben (GAK oder rein über Landesmittel) liegt ein eigenständiger Evaluierungsbericht vor (Roggendorf, 2022). Ab dem Jahr 2021 wurden diese (wie Geräte zur emissionsarmen Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger, s. u.) in das vom BMEL geförderte Investitionsprogramm Landwirtschaft als Teil des Investitions- und Zukunftsprogramms (IuZ 2021) übernommen.

  Bei der Errichtung von Lagerstätten für flüssige Wirtschaftsdünger war mindestens eine neunmonatige Lagerkapazität sicherzustellen. Die Abdeckung musste ab Schlussabnahme des Vorhabens vorhanden sein und war bis zum Ablauf der Zweckbindungsfrist zu gewährleisten (HMUKLV, 2016). Soweit die vorhandenen Förder- und Befragungsdaten diesbezüglich Rückschlüsse erlauben, war keine der geförderten Güllelager genehmigungspflichtig nach der 4. BImSchV, auch keine von denen im Rahmen von Stallbauvorhaben.

  Die nachträgliche Abdeckung vorhandener Güllelager ohne die Anpassung betrieblicher Lagerkapazitäten war im Rahmen der national finanzierten Fördergegenstände ebenfalls förderfähig. Nach dem Jahr 2022 wurde die Abdeckung bestehender Lagerbehälter dann als eigener Fördergegenstand in die AFP-Richtlinie aufgenommen (als Bestandteil der SIUK-Maßnahmen).

  Ausgehend von den Bewilligungsdaten wurden bis 2022 insgesamt 27 Vorhaben gefördert, die – z. T. auch neben anderen Fördergegenständen – die Errichtung separater Lagerstätten für flüssige Wirtschaftsdünger und/oder die nachträgliche Abdeckung vorhandener Behälter beinhalteten (sechzehnmal Neubau, neunmal Abdeckung, zweimal beides). Das förderfähige Investitionsvolumen belief sich auf rund 4,9 Mio. Euro und die bewilligten Zuschüsse auf 1,5 Mio. Euro (30 % Zuwendungsquote). Neun dieser Vorhaben wurden 2022 bewilligt. Diese konnten noch nicht in der Auswertung von Roggendorf (2022) berücksichtigt werden, wurden aber in die Befragung zur Wirkungsanalyse für die Ex-post-Bewertung mit aufgenommen (siehe Kapitel 5.1.1.3).

- Ebenfalls als bauliche Investition mit emissionsminderndem bzw. Umweltbelastungen vermeidendem Beitrag zählte der **Bau und Abdeckung von Festmistlagerstätten**. Wie oben erwähnt, kann deren Klimaschutzwirkung derzeit nicht belastbar eingeschätzt werden. Auf diese wird daher hier nicht näher eingegangen.
- Für die in diesem Rahmen ebenfalls förderfähigen **Abluftreinigungsanlagen** wurde nur ein Förderantrag gestellt. Dieses Fördervorhaben wird im Wirkungskapitel gesondert behandelt.
- Maschinen und Geräte der Außenwirtschaft: Ebenfalls klimarelevant ist die Förderung **emissionsarmer Ausbringungstechniken für flüssigen Wirtschaftsdünger**, die übrigen förderfähigen Maschinen und Geräte (Pflanzenschutzspritzen, Maschinenhacken) werden als nicht relevant eingestuft. Es konnten Vorhaben kombiniert werden.

  Maschinen und Geräte der Außenwirtschaft waren, wie oben dargestellt, ab 2016 förderfähig, wurden aber rein über nationale Mittel finanziert. Durch Änderung der GAK-Fördergrundsätze im gleichen Jahr stellte der Bund zusätzliche Mittel für solche Vorhaben zur Verfügung, die der nachhaltigen Verbesserung des

Umwelt-, Klima- und Ressourcenschutzes dienen sollten. Anträge zur Investitionsförderung für Geräte zur emissionsarmen Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger wurden bis zum Jahr 2020 bewilligt. Danach wurde die investive Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik in die im Kapitel 2.1.3 erwähnte nationale Förderung über das 2021 neu angebotene Investitionsprogramm Landwirtschaft integriert.

Sowohl die o. a. Förderung der Emissionsminderung bei der Lagerung als auch die Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik war auch in dem 2017 veröffentlichten Integrierten Klimaschutzplan Hessen 2025 als prioritäre Maßnahme im Handlungsfeld Landwirtschaft aufgelistet. Sie trug dort den Titel: „Steigerung der Stickstoffeffizienz durch technische Verbesserung für die Lagerung und Ausbringung von Gülle und Gärresten“ (HMUKLV, 2017a). Ab 2019 wurden einzelne Vorhaben zum Teil auch aus Mitteln des IKSP 2025 gefördert und GAK-Mittel für die Unterstützung anderer Investitionen des AFP eingesetzt.

Laut RL aus 2016 war eine Mindestauslastung nachzuweisen. Zum Erreichen der Mindestauslastung war ein überbetrieblicher Einsatz im Rahmen von Kooperationen mit anderen Landwirt:innen möglich. Eine entsprechende Kooperationsvereinbarung musste vorliegen.

Die rein national finanzierten Vorhaben wurden in einem eigenen Evaluierungsbericht ausführlich hinsichtlich ihrer Inanspruchnahme und Wirkung bewertet (Roggendorf, 2022). In den dem Thünen-Institut für die Evaluierung zur Verfügung gestellten Bewilligungsdaten waren laut Vorhabenbeschreibungen 122 Betriebe zu finden, die die Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik beantragt hatten. Die Zahl war von Jahr zu Jahr stetig angestiegen. Laut der Bewilligungsdaten wurde ein förderfähiges Investitionsvolumen von rund 10,23 Mio. Euro beantragt, die bewilligten Zuschüsse beliefen sich auf rund 2,03 Mio. Euro (20 % Zuwendungsquote).

Insgesamt wurde infolge der Kooperationsvereinbarungen zur Mindestauslastung die im Rahmen investiver Förderung eingeführte emissionsarme Ausbringtechnik ab 2020 von 182 Betrieben in Hessen genutzt. Laut Auswertung der Vorhabenbeschreibung wurde fast ausschließlich die Anschaffung von Schleppschuhverteilern gefördert (wenige auch als Kombigeräte mit Scheibenegge). Laut Angaben in den Verpflichtungserklärungen der Antragssteller wurde eine Mindestausbringmenge pro Jahr von rund 608.850 m^3 flüssiger Wirtschaftsdünger erwartet. Das entsprach rund 11,5 % der laut Statistik in Hessen im Jahr 2020 ausgebrachten Gesamtmenge flüssiger Wirtschaftsdünger (Destatis, 2021). Zusammen mit den vor Förderbeginn bereits vorhandenen oder in den letzten Jahren ohne Inanspruchnahme von Fördermitteln eingeführten emissionsarmen Verfahren konnten damit im Jahr 2020 rund 25 % der Gesamtmenge in Hessen emissionsarm ausgebracht werden.

5.1.1.3 Daten und Methoden

Eine ausführliche Beschreibung der verwendeten Daten und Methoden finden sich in den weiter unten folgenden Absätzen zu den einzelnen Vorhabenarten. Als Datenquelle für alle Vorhabenarten des AFP sind zum einen die schon im Outputkapitel angesprochenen Bewilligungsdaten zu nennen, die insbesondere über die darin enthaltene Vorhabensbeschreibung der Kategorisierung der relevanten Vorhaben diente.

Des Weiteren dienten die im Rahmen des Bewilligungsverfahrens vorzulegenden Investitionskonzepte (IK) als Datengrundlage, vor allem für Angaben zu den mit den Stallbauten im Zusammenhang stehenden Tierbeständen, zur Abdeckung von Güllelagern und zur geförderten emissionsarmen Ausbringungstechnik vor und nach der Investition. Allerdings sind diese Rubriken sämtlich nur unbefriedigend ausgefüllt gewesen und z. T. unzureichend differenziert. Berechnungen auf dieser Datengrundlage liefern daher nur grobe Schätzwerte, in der Regel dürften die tatsächlichen Werte deutlich höher ausfallen.

Als wichtigste Datenquelle diente die Befragung der Zuwendungsempfänger:innen 2024 (ZWE-Befragung), die ausführlich in Schwarze et al. (2025) beschrieben ist. Von der Grundgesamtheit der 579 befragten Betriebe in Hessen sind in 345 Förderfällen vollständig ausgefüllte Fragebögen zurückgeschickt worden. Auch für die ZWE-Befragung aus 2024 gilt, dass die Antworten teilweise sehr lückenhaft gegeben wurden. So fehlen z. B. bei

Stallbauvorhaben Angaben zu den Tierbeständen, bei Investitionen in Güllelagerstätten die Mengenangaben oder Angaben zur Art der Abdeckung. Auch für diese Art von Vorhaben gilt daher, dass Berechnungsergebnisse mit einer hohen Unsicherheit einhergehen und vorsichtig zu interpretieren sind. Die tatsächlichen Wirkungen dürften in der Regel höher ausfallen (sowohl positiv als auch negativ). Soweit sinnvoll, fließen auch die Ergebnisse der Auswertungen der ZWE-Befragung aus dem Jahr 2019 (Forstner et al., 2020) sowie die Analysen von Roggendorf (2022) zu rein national finanzierten Vorhaben in die Maßnahmenbewertung mit ein.

Angewendete Methode: Durchgeführt wurden in der Regel Vorher-Nachher Vergleiche anhand der Emissionsfaktoren der nationalen Berichterstattung, Submission 2024 (Vos et al., 2024). Die erforderlichen Aktivitätsdaten bzw. Daten zu den Technikvarianten wurden den genannten Datenquellen entnommen. Ein Mit-Ohne-Vergleich musste weitgehend entfallen, da für nicht geförderte Betriebe keine entsprechenden Daten zur Verfügung standen. An einigen Stellen wird jedoch auf die Grundgesamtheit aller Betriebe in Hessen referenziert. Für diese wurde als Datenquellen die im Wesentlichen auf der amtlichen Statistik beruhende nationale Treibhausgasberichterstattung, Submission 2024 (Vos et al., 2024), oder InVeKoS-Daten herangezogen.

Stallbauvorhaben

Veränderung der von den Haltungsverfahren (Stallform/Weidehaltung) abhängigen Emissionen

Die Veränderung der Emissionen pro Stallplatz durch Änderung der Haltungsverfahren wurde exemplarisch auf Basis der Befragungsergebnisse bei Milchvieh und Mastschweinen berechnet, getrennt für Ammoniak-, Methan- und Lachgasemissionen. Diese beiden Gruppen stellen jeweils das Gros der geförderten Stallbauten in der Rinder- bzw. Schweinhaltung dar. Die Berechnungswege bei Milchvieh und Schweinemast entsprachen weitgehend denen der nationalen THG-Berichterstattung, die Emissionsfaktoren wurden dieser entnommen (vgl. Vos et al., 2024). Die erforderlichen Aktivitätsdaten wurden in der ZWE-Befragung erhoben, bei der auch nach den jeweiligen Haltungsformen gefragt wurde. Allerdings waren die erhobenen Haltungs-Kategorien je Tierart geleitet von der Erfassung von Tierwohleffekten und stimmten nur z. T. mit denen überein, die die nationale Berichterstattung unterschiedet. Emissionsrelevante Daten wurden in der Befragung tierartspezifisch zu den Haltungsverfahren im Stall inklusive Einstreu, zur Gebäudehülle, zum Weidegang (nur Ja/Nein, nicht zur Dauer) sowie zur Zahl der von der Investition betroffenen Tier bzw. Stallplätze erhoben (vgl. Schwarze et al., 2025).

Da die Änderung der Haltungsverfahren bei Rindern Einfluss haben auf den Weidegang, wurde die Emissionen über die gesamte Prozesskette berechnet, um die haltungsbedingten Emissionen vor und nach der Investition vergleichbar zu machen. Für Ammoniak und die Treibhausgase Methan und Lachgas wurden daher die Emissionen im Stall, im Lager, bei der Ausbringung (nicht für Methan) und beim Weidegang berechnet und aufsummiert. Bei Mastschweinen entfiel die Berechnung für die Freilandhaltung, weil in der nationalen Berichterstattung diese noch nicht berücksichtigt ist und entsprechende Emissionsfaktoren daher fehlen.

Veränderung der von der Tierzahl abhängigen Emissionen

Wie oben schon erwähnt, sind die Investitionen in Stallbauten in vielen Fällen mit einem Anstieg der Tierbestände und der damit verbundenen Emissionen auf den geförderten Betrieben verbunden. Neben dem Anstieg der Bestände steigt auch die Tierbesatzdichte in der Gruppe teilnehmender Betriebe an, während sie bei den übrigen Tierhaltern im Land im Laufe der Förderperiode gesunken ist. Nachweisbar war dieser Trend anhand von Vorher-Nachher-Mit-Ohne-Vergleichen (Differenz-von-Differenzen-Analyse) von InVeKoS-Daten. Der Befund war sowohl bei den Rinder- als auch bei Schweine- und Geflügelhaltern festzustellen.

Die Berechnung der Emissionen infolge steigender Tierzahlen im Vorher-Nachher-Vergleich wurde für alle Betriebe durchgeführt, für die Bewilligungen von Investitionen für Milchvieh-, Mastrinder-, Mastschweine- oder Legehennenställe erteilt worden sind. Als Datengrundlage für die Tierbestände vor und nach der Investition wurden, da die Zahl und Qualität der Antworten in der ZWE-Befragung auch unbefriedigend waren, stattdessen

Angaben den Investitionskonzepten entnommen. Für eine überschlägige Berechnung der mit der Tierbestandsveränderung verbundenen Emissionen wurden für Milchvieh und Mastschweine die in der oben beschriebenen Berechnung der Emissionen pro Stallplatz vor und nach Änderung der Haltungsverfahren ermittelten Emissionsfaktoren herangezogen. Für die Schätzung bezogen auf Investitionen in die Haltung von Mastrindern und Legehennen wurden einzelplatzbezogene Emissionsfaktoren aus gemittelten Ergebnissen der nationalen Emissionsberichterstattung für die Jahre 2015 bis 2022 genutzt (Vos et al., 2024). Berechnet wurden die Emissionen zunächst für alle Tiere vor und nach der Investition. Um die reine Förderwirkung ohne Mitnahmen zu bestimmen, wurden als Teilmenge dann auf Grundlage der Befragungsergebnisse die Emissionen für die Betriebe ermittelt, die die Investition nur aufgrund der Förderung durchgeführt haben (ohne Mitnahmen). Bei den Rinderhaltern (Milchvieh, Rindermast) waren das 8,4 % der geförderten Betriebe, in der Schweinemast 12,5 % und bei der Haltung von Legehennen 22,1 % der geförderten Betriebe.

Abdeckung von Wirtschaftsdüngerlagern

Die Verringerung der NH_3-Emissionen aus der Güllelagerung durch Abdeckung als Teil des Wirtschaftsdüngermanagements wird als einfacher Vorher-Nachher-Vergleich über die Emissionsfaktoren für die jeweilige Abdecktechnik in Verbindung mit den Lagermengen berechnet. Die Emissionsfaktoren für die unterschiedlichen Abdeckvarianten wurden der nationalen Berichterstattung entnommen (siehe Vos et al., 2024). Da sich zudem die Emissionsfaktoren bei der Lagerung von Rinder- und Schweinegülle unterscheiden, waren entsprechende Angaben über die gülleerzeugenden Tierbestände erforderlich.

Für Investitionen in Güllelagerstätten im Rahmen von Stallbauvorhaben mit Erweiterung der Lagerkapazität auf der einen Seite und für den rein mit nationalen Mitteln finanzierten Neubau von Güllelagerstätten sowie die Abdeckung von Bestandbehältern auf der anderen Seite wurden die Wirkungen auf etwas unterschiedliche Weise und auf Grundlage unterschiedlicher Datenbestände ermittelt.

Für die Schätzung der Emissionsminderungswirkung beider Vorhabengruppen waren grundsätzlich aufgrund der Unterschiede in den Emissionsfaktoren die Herkunft der Gülle (Rinder-, Schweinegülle), Umfang und Technik der Abdeckvarianten sowie die jeweiligen Lagermengen vor und nach Durchführung des Investitionsvorhabens zu ermitteln. Eine dritte Auswertungsvariante wurde erforderlich, weil in der ZWE-Befragung (durchgeführt für Stallbauvorhaben) zu wenig valide Antworten für die im Output-Kapitel aufgelisteten relevanten Neubauvorhaben gegeben wurden. Die folgenden drei Auswertungsvarianten zur Ermittlung der Güllelagermenge und Abdeckvarianten kamen daher zum Einsatz:

- Beim Bau neuer Güllelager im Rahmen von Stallbauvorhaben wurden die zur Schätzung der Minderungswirkung erforderlichen Daten im Rahmen der ZWE-Befragung erhoben. Abgefragt wurden – wie bereits bei der Befragung zu den Vorhaben aus den Bewilligungen der Jahr 2014 bis 2016, die Güllelagerkapazität sowie Art und Umfang der Abdeckung der vorhandenen Güllelager vor und nach Durchführung der Baumaßnahme.
- Betriebe, die an der Befragung nicht teilgenommen haben oder die Frage zum Neubau von Güllelagerraum nicht beantwortet haben: Für die bewilligten Förderfälle, die nicht an der Befragung teilgenommen oder die Frage zur Güllelagerung nicht beantwortet hatten, war die Frage zu klären, ob diese im Rahmen der Investition Güllelager zur Erweiterung der Lagerkapazität neu errichtet haben, für die dann die Abdeckpflichten inklusive Altbehälter bestanden oder – z. B. bei Umbauten für Tierwohlzwecke ohne Bestandaufstockung – vorhandene Lagerkapazitäten weiter genutzt wurden, für die keine Abdeckpflicht bestand. Nicht wenige Förderfälle hatten zudem auf Strohhaltung umgestellt. Eine diesbezügliche, vorhabenspezifische Einschätzung erfolgte über die Sichtung aller vorhandenen Daten (Vorhabensbeschreibung und IK), z. T. aber auch unter Zuhilfenahme von Luftbildauswertungen. Bei neu errichteten Güllelagern, die in der Vorhabenbeschreibung erwähnt wurden oder im Luftbild zu erkennen waren, wurde gemäß der Förderauflagen von einer festen Abdeckung oder Abdeckung mit Zeltdach ausgegangen. Bei den übrigen Neubauten wurde eine Güllelagerung unter Flur angenommen. Waren keine brauchbaren Infos zu finden,

wurde die statistische Verteilung von Lagerverfahren ersatzweise herangezogen. Zur Schätzung der Güllelagerkapazitäten wurden die Tierangaben aus dem Betriebsspiegel in den Investitionskonzepten herangezogen. Getrennt nach Rinder- und Schweinebeständen wurden dann die theoretisch anfallende Güllemenge über gemittelte Umrechnungsfaktoren aus der Lagerkapazitätenberechnung laut Vorgaben des Landesbetriebs Landwirtschaft Hessen (LLH) geschätzt (Verfahren nach Verband der Landwirtschaftskammern).

- Das Vorgehen bei der Schätzung der Minderungswirkung durch Bau separater Güllebehälter sowie der nachträglichen Abdeckung vorhandener Behälter bei Vorhaben, die nicht in Stallbauten investiert hatten, ist ausführlich in Roggendorf (2022) beschrieben. Die in den Bewilligungsdaten aus dem Jahr 2022 zusätzlich gefundenen relevanten Förderfälle wurden in die ZWE-Befragung aufgenommen. Deren Wirkung wurde also nach der gleichen Methode berechnet, wie in den beiden Absätzen zuvor beschrieben ist.

Bei allen Berechnungsweisen wurden für den TAN-Gehalt[12] der zur Lagerung anfallenden Gülle mittlere Werte nach Angaben des LLH für Gehalte bei Ausbringung zuzüglich der laut Vos et al. (2024) in Anrechnung zu bringenden Lagerverluste angesetzt (Rinder 2,3 kg NH_4-N/m^3, Schweine 4,2 kg NH_4-N/m^3).

Anhand der TAN-Gehalte, der gelagerten Güllemengen vor und nach Abdeckung und der Emissionsfaktoren der Abdeckvarianten vorher und nachher wurden dann die Reduzierung der Ammoniakemissionen pro Kubikmeter Rinder- und Schweinegülle berechnet. Der so ermittelte Einsparfaktor wurde zur Berechnung der eingesparten Emissionen dann auf die Güllemengen nach Durchführung des Investitionsvorhabens bezogen.

Emissionsarme Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger

Die Verringerung von Ammoniakemissionen durch investive Förderung emissionsarmer Ausbringungstechniken wurde ebenfalls über die Emissionsfaktoren der nationalen Treibhausgasberichterstattung bestimmt. Wie erwähnt ist die Wirkungsanalyse auch zu diesem Vorhabentyp in einem gesonderten Evaluierungsbericht beschrieben. Detaillierte Hinweise zur Vorgehensweise sind daher in Roggendorf (2022) zu finden.

Bei der Gülleausbringung unterscheiden sich die Emissionsfaktoren in Abhängigkeit von den eingesetzten Technikvarianten. Dann ist auch der Vegetationszustand auf den Ausbringungsflächen (Grünland oder Acker, mit oder ohne Vegetation) und bei unbestelltem Acker die Einarbeitungszeit zu berücksichtigen. Zudem ist zwischen Rinder-, Schweinegülle und Gärresten aus der Fermentierung zu unterscheiden.

Bezüglich der Vegetation auf den Ausbringungsflächen wurde angenommen, dass bei den bewilligten Förderfällen die geschätzten Ausbringungsmengen entsprechend der vorliegenden Ausbringungsstatistiken verteilt wurden (Destatis, 2016, 2021). Für das nationale Emissionsinventar stehen dem Thünen-Institut aus diesen Datenquellen unveröffentlichte Anteilswerte auf Ebene des Landes Hessen jeweils für Rinder-, Schweinegülle und Gärreste zur Verfügung, die für die vorliegende Berechnung genutzt werden konnten.

Als Referenz für den Zustand vor Investition in emissionsarme Technik wurde die Verteilung der beiden herkömmlichen Ausbringungsverfahren Breitverteiler und Schleppschlauch ebenfalls entsprechend der veröffentlichten Daten in der amtlichen Statistik angenommen. Zur Berechnung der Emissionen vor und nach der Investition wurden die in Tabelle 5 aufgelisteten Minderungsfaktoren eingesetzt.

Diese Minderungsfaktoren werden dann mit der auf den geförderten Betrieben anfallenden Gülle- und Gärrestemengen unter der Annahme multipliziert, dass diese komplett über die neuen Maschinen ausgebracht werden. Die Güllemengen wurden anhand der Tierzahlen aus dem InVeKoS grob geschätzt. Da keine Angaben zu den Haltungsverfahren vorlagen, wurde pauschal davon ausgegangen, dass alle im InVeKoS aufgeführten Rinder

[12] TAN = Total Ammonium Nitrogen (Ammonium-Stickstoff)

und Schweine in güllebasierten Stallsystemen gehalten wurden. Wenn geförderte Betriebe in der vom BMEL laut VO (EG) Nr. 1069/2009 veröffentlichten Liste der Unternehmen enthalten waren, die tierische Exkremente in Biogasanlagen vergären, wurde pauschal davon ausgegangen, dass die in der Verpflichtungserklärung angegebenen Wirtschaftsdüngermenge als Gärreste entstanden sind.

Tabelle 5: Eingesetzte Minderungsfaktoren der geförderten Ausbringungstechniken im Vergleich zu Breitverteiler und Schleppschlauch

	Acker		Grünland
	unbestellt	Vegetation	
Rindergülle			
Schleppschuh statt Breitverteiler	0,11	0,14	0,24
Schleppschuh statt Schleppschlauch	0,00	0,065	0,18
Schweinegülle			
Schleppschuh statt Breitverteiler	0,03	0,13	0,18
Schleppschuh statt Schleppschlauch	0,00	0,0675	0,09

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis von Rösemann et al. (2021).

5.1.1.4 Wirkungen

Wirkungen der Stallbauvorhaben

Ammoniakemissionen

Mastschweineställe: Die Auswertung der Befragungsergebnisse für Investitionen in Mastschweineställe ist in Tabelle 6 zusammengefasst. Zunächst wird auf die Emissionen pro Stallplatz eingegangen.

Durch die teilweise Umstellung auf Offen- bzw. Außenklimaställe sinken die Ammoniakemissionen pro Stallplatz. Laut der nationalen Berichterstattung fallen die Emissionsfaktoren für Außenklimaställe in der Schweinmast geringer aus als für geschlossene, wärmegedämmte Ställe, sowohl bei güllebasierten Systemen mit Spaltenböden als auch bei strohbasierten Systemen (Eurich-Menden et al., 2011). Neuere Untersuchungen an verschiedenen Außenklimaställen bestätigen z. T. diese Emissionsfaktoren (Broer und Becker, 2024), allerdings wurden gerade in einem Forschungsprojekt des KTBL bei eingestreutem planbefestigtem Auslauf auch höhere Werte gefunden als die derzeit in der Berichterstattung genutzten (Eurich-Menden et al., 2024).

Bei Anwendung dieser Emissionsfaktoren leitet sich aus den Angaben in der Befragung durch die geförderten Vorhaben eine Verringerung der NH_3-Emissionen aus dem Stall von knapp 0,2 kg NH_3-N je Stallplatz und Jahr ab.

Diese Einsparung der Ammoniakemissionen hebt sich auch in der Prozesskette nicht wieder auf. Dies ist allerdings dadurch bedingt, dass der Anteil güllebasierter Haltungssysteme an den Stallplätzen fast konstant bleibt. Strohbasierte Haltungsverfahren, die für mehr Tierwohl sorgen würden, und die dabei anfallenden Mengen an Festmist und Jauche weisen im Vergleich zur Lagerung und Ausbringung von Gülle höhere Emissionsfaktoren auf. Da für die Ammoniakemissionen bei der Lagerung und Ausbringung von Festmist kaum technische Minderungsmaßnahmen zur Verfügung stehen, ist an dieser Stelle ein Zielkonflikt zwischen den Förderzielen Tierwohl und Emissionsminderung gegeben.

Tabelle 6: Veränderung von NH_3-Emissionen durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Schweinemast bei AFP-geförderten Betrieben

Haltungsverfahren	Anzahl Stallplätze		NH_3-N-Emissionen pro Jahr					
			Stall		Stall und Lager		Stall+ Lager+Ausbringung	
	Vorher	Nachher	Vorher [t NH_3-N]	Nachher [t NH_3-N]	Vorher [t NH_3-N]	Nachher [t NH_3-N]	Vorher [t NH_3-N]	Nachher [t NH_3-N]
Güllebasiert, geschlossener Stall	1.768	4.510	5,12	13,1	6,5	14,0	7,6	17,6
Güllebasiert, Offenfront-/Außenklimastall	520	810	1,00	1,6	1,5	1,8	1,9	2,5
Strohbasiert, geschlossener Stall	346	0	1,34	0,0	2,1	0,0	3,0	0,0
Strohbasiert, Offenfront-/Außenklimastall	374	1.848	0,72	3,6	1,8	9,2	2,9	15,0
Summe	**3.008**	**7.168**	**8,18**	**18,20**	**11,88**	**24,92**	**15,31**	**35,11**
Emissionen je Stallplatz (in kg NH_3-N-pl -a)			**2,72**	**2,54**	**3,95**	**3,48**	**5,09**	**4,90**

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der ZWE-Befragung und Emissionsfaktoren aus Vos et al. (2024).

In Tabelle 6 ist außerdem als Ergebnis der Befragung erkennbar, dass sich in den geförderten Betrieben die Anzahl an Stallplätzen infolge der Investition in der Summe mehr als verdoppelt hat. Der Anstieg der Tierzahlen schlägt sich entsprechend nieder in einem vergleichbaren Anstieg der Ammoniakemissionen. Bei den an der Befragung teilnehmenden Betrieben mit Mastschweinehaltung steigen die NH_3-Emissionen um rund 24 t NH_3 pro Jahr an, hochgerechnet auf alle geförderten Betriebe, die in die Mastschweinehaltung investiert haben, ergibt sich ein Anstieg von knapp 65 t NH_3 pro Jahr. In der Befragung haben 12,5 % der Befragten angegeben, dass sie den Stall ohne Förderung nicht gebaut hätten (Schwarze et al., 2025). Die Wirkung der Maßnahme kann nur für diese Förderfälle angenommen werden, da die übrigen zwei Drittel die Stallbauvorhaben auch ohne Förderung in mindestens ähnliche Weise umgesetzt hätten. Von den ansteigenden NH_3-Emissionen sind entsprechend dann nur rund 8,1 t NH_3 pro Jahr der AFP-Förderung zuzuschreiben.

Milchviehställe: Der Widerspruch zwischen den Zielen Tierwohl und Emissionsminderung ist bei Rinderställen noch ausgeprägter. Hier ist er schon bezüglich der Ammoniakemissionen im Stall gegeben, weil die Anbindehaltung deutlich geringere Emissionsfaktoren aufweist als die Haltung in Laufställen, bei denen sich güllebasierte und strohbasierte Systeme nicht unterscheiden. Nur die Haltung auf Tretmist führt zu noch höheren Emissionen als die übrigen Stallformen. Emissionssenkend wirkt sich hingegen aus, wenn die Rinder zeitweise auf der Weide gehalten werden. Die Differenz ist dabei abhängig von der Weidedauer.

In der Befragung wurden die in Tabelle 7 dargestellten Stallformen erfasst und zusätzlich gefragt, ob ein Weidegang vorgesehen ist (Ja/Nein-Antwort). Die Ergebnisse der Berechnungen für die Ammoniakemissionen, ebenfalls in Tabelle 7 zu finden, bilden wieder die gesamte Prozesskette Stall – Lager – Ausbringung und bei Milchvieh zusätzlich – wenn vorhanden – den Weidegang ab.

Tabelle 7: Veränderung von NH_3-Emissionen durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Milchviehhaltung bei AFP-geförderten Betrieben

Haltungsverfahren	Anzahl Stallplätze		NH_3-N-Emissionen pro Jahr					
			Stall		Stall und Lager		Stall+ Lager+ Ausbringung+Weide	
	Vorher	Nachher	Vorher [t NH_3-N]	Nachher [t NH_3-N]	Vorher [t NH_3-N]	Nachher [t NH_3-N]	Vorher [t NH_3-N]	Nachher [t NH_3-N]
Anbindehaltung, strohbasiert, ohne Weide	159	0	0,6	0	5,8	0	7,2	0
Anbindehaltung, strohbasiert, mit Weide	30	0	0,1	0	0,8	0	1,1	0
Anbindehaltung, güllebasiert, mit Weide	224	0	0,6	0	1,0	0	5,0	0
Boxenlaufstall, strohbasiert, ohne Weide	1.671	2.179	20,3	26,5	23,3	30,4	53,7	70,0
Boxenlaufstall, strohbasiert, mit Weide	554	1.051	5,1	9,7	5,9	11,1	14,4	27,3
Boxenlaufstall, güllebasiert, ohne Weide	1.463	866	16,5	9,8	19,3	11,4	46,3	27,4
Boxenlaufstall, güllebasiert, mit Weide	450	1.088	3,8	9,1	4,4	10,6	11,5	27,8
Tiefstreu, ohne Weide	32	253	0,3	2,5	1,0	7,5	1,3	10,5
Tiefstreu, mit Weide	101	156	1,3	2,0	4,0	6,2	5,4	8,3
Summe	**4.684**	**5.593**	**49**	**60**	**66**	**77**	**146**	**171**
Emissionen je Stallplatz (in kg NH_3-N-pl -a)			**10,39**	**10,64**	**13,99**	**13,83**	**31,13**	**30,61**

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der ZWE-Befragung und Emissionsfaktoren aus Vos et al. (2024).

Im Ergebnis sinken die Ammoniakemissionen pro Stallplatz und Jahr über die Prozesskette hinweg betrachtet bei den befragten Milchviehbetrieben durch Veränderungen in den Haltungsverfahren ab und zwar im Mittel um rund 0,64 kg NH_3 pro Stallplatz und Jahr. Daraus resultiert eine Verringerung indirekter Lachgasemissionen in Höhe von knapp 0,01 kg N_2O pl-1 a-1. Bei den geförderten Milchviehbetrieben findet zwar ein Anstieg der NH_3-Emissionen im Stall statt, der vor allem durch die Aufgabe der Anbindehaltung verursacht wurde. Die Vorher-Nachher-Differenz setzt sich aber nicht bis zum Ende der Prozesskette fort. Schon im Bereich der Lagerverfahren sinken die Emissionen pro Stallplatz nach der Investition leicht durch die Auflage zur Abdeckung von Außenlagern bei güllebasierten Systemen. Das Ergebnis wird dann vor allem dadurch beeinflusst, dass der Anteil der Tiere mit Weidehaltung bei den befragten Betrieben ansteigt, von vorher knapp 28 % auf 43 % nach Durchführung der Investition. Der höhere Anteil von Tieren in strohbasierten Systemen schlägt sich bei Milchvieh nicht so deutlich im Ergebnis nieder wie in der Schweinemast, weil der Anteil auch schon vor der Investition relativ hoch war (vorher ca. 51 %, nach Investition ca. 65 %).

In der Summe steigen aber auch bei befragten Betrieben der Milchviehhaltung die NH_3-Emissionen infolge der größeren Tierbestände nach Investition um fast 31 t NH_3 pro Jahr an. Rechnet man die ermittelten Emissionen pro Tierplatz und Jahr vor und nach Investition hoch auf die Stallplätze aller Betriebe (Zielwerte laut IK), die in Milchviehställe ab 2015 investiert haben, ergibt sich eine Differenz von 197,5 t NH_3 pro Jahr. Jedoch wäre der Anstieg der Emissionen zum Großteil auch ohne Förderung entstanden, da die Befragung gezeigt hat, dass nur 8,4 % der Befragten das Stallbauvorhaben nicht ohne Förderung durchgeführt hätten. Also verbleibt nach Abzug von Mitnahmen als Wirkung der AFP-Förderung in der Milchviehhaltung eine Zunahme der Ammoniakemissionen von insgesamt gut 16,6 t NH_3 pro Jahr.

Legehennenhaltung: Da sich laut Befragung die NH_3-Emissionsfaktoren der Haltungsverfahren vor und nach Investition pro Stallplatz nicht oder in Einzelfällen nur marginal unterschieden und zudem sehr häufig die Haltung von Legehennen als Betriebszweig neu etabliert wurde, konnte auf eine gesonderte Berechnung der Emissionen pro Stallplatz verzichtet werden. Tabelle 8 fasst vielmehr den Anstieg der Emissionen durch die sehr deutliche Zunahme der Tierbestände zusammen. Durch die fast 290.000 über die AFP-Förderung neu geschaffenen Stallplätze in der Legehennenhaltung entstehen Ammoniakemissionen im Umfang von knapp 132 t NH_3 pro Jahr.

Da aber nur gut 22 % der geförderten Betriebe die Investition nicht ohne Förderung durchgeführt hätte, liegt in der Nettobetrachtung die dem AFP anzulastenden Emissionssteigerung bei 29,1 t NH_3 pro Jahr.

Tabelle 8: Zuwachs der Stallplätze in der Haltung von Legehennen bei Betrieben mit AFP-Förderung und daraus resultierende Ammoniak- und Treibhausgasemissionen

Legehennen (Anzahl und Emissionenpfade)	Einheit	Werte
Zuwachs an Stallplätzen in AFP-Vorhaben	N	**288.823**
NH3-Emissionen (Wirtschaftsdünger-Management und Ausbringung), Mittelwert laut NIR 2015-2022	kg NH_3 -pl -a	0,46
NH3-Emissionen durch AFP-geförderte Vorhaben (brutto)	t NH_3 -a	**131,6**
N2O-Emissionen (Wirtschaftsdünger-Management), Mittelwert laut NIR 2015-2022	kg N_2O -pl -a	0,0018
N2O-Emissionen (Wirtschaftsdünger-Management) durch AFP-geförderte Vorhaben	kg N_2O -a	511,3
N2O-Emissionen (indirekt infolge NH3-Emissionen) durch AFP-geförderte Vorhaben	kg N_2O -a	1.703,5
N2O-Emissionen (Summe) durch AFP-geförderte Vorhaben	t N_2O -a	2,21
Umrechnung in CO2-Äquivalente pro Jahr	t CO_2 -a	660
CH4-Emissionen (Wirtschaftsdünger-Management), Mittelwert laut NIR 2015-2022	kg CH_4 -pl -a	0,04
CH4-Emissionen (Wirtschaftsdünger-Management) durch AFP-geförderte Vorhaben	t CH_4 -a	12,6
Umrechnung in CO2-Äquivalente pro Jahr	t CO_2 -a	314
Treibhausgas-Emissionen durch AFP geförderte Vorhaben (brutto)	t CO_2 -a	**974**
Treibhausgas-Emissionen durch AFP geförderte Vorhaben (netto)	t CO_2 -a	**215**

-pl = je Stallplatz, -a = pro Jahr

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis der Bewilligungsdaten und der Emissionsfaktoren bei Vos et al. (2024).

Treibhausgasemissionen

Auch auf die Treibhausgasemissionen hat die Veränderung der Haltungsverfahren Auswirkungen. Dabei treten sowohl emissionssenkende als auch -steigernde Wirkungen auf. Die Ergebnisse der Berechnungen auf Basis der Befragungsergebnisse für die Methan- und Lachgasemissionen sind z. T. in Tabelle 9 und Tabelle 10 dargestellt. Für die beiden Treibhausgase Methan und Lachgas wurden wieder die Emissionen für die gesamte Prozessketten berechnet.

Mastschweineställe: Bei **Methan** wird angenommen, dass die Emissionen aus der Verdauung nicht direkt von der Haltungsform beeinflusst werden. Daher hängen diese allein von der Zahl der gehaltenen Tiere bzw. Zahl an Stallplätzen ab und wurden hier über den für Hessen bei Vos et al. (2024) veröffentlichten Emissionsfaktoren der Jahre 2015 bis 2022 berechnet. Bezogen auf den Einfluss der Haltungsverfahren ist von Bedeutung, dass die Methanumsetzungsrate und die davon abhängigen CH_4-Emissionen aus Stall und Lager bei Festmistsystemen (außer Tiefstreuverfahren, die aber laut Statistik einen Anteil nahe 0 % ausmachen) deutlich geringer ausfallen als bei güllebasierten Systemen. Durch die oben erwähnte leichte Zunahme des Anteils strohbasierter Haltungsformen sinken daher die CH_4-Emissionen pro Stallplatz geringfügig um rund 0,1 kg CH_4 je Stallplatz und Jahr. Durch die Zunahme der Stallplätze insgesamt steigen aber die Methanemissionen auf den geförderten Betrieben um gut 97,5 t CH_4 pro Jahr oder umgerechnet 2,4 kt CO_2-Äq pro Jahr an. Bei der Berechnung der Nettowirkung der Förderung (nach Abzug von Mitnahmen) verbleiben 12,2 t CH_4 bzw. 0,3 kt CO_2-Äq pro Jahr.

Bei **Lachgas** ist kein direkter Einfluss der Haltungsverfahren gegeben. Zur Berechnung von Lachgasemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement in der Schweinehaltung sind die Emissionsfaktoren der nationalen Berichterstattung bei der Abdeckung von Güllelagern und Festmist sehr ähnlich. Allerdings werden der Lagerung ohne Abdeckung nach dieser Methode keine N_2O-Emissionen zugeschrieben, sodass die mit der Durchführung von Stallbauvorhaben verbundene Abdeckpflicht von Güllelagern (auch bei der Lagerung unter Flur im Stall) und

die Produktion von Festmist zu mehr N_2O-Emissionen führen als bei güllebasierten Systemen ohne Abdeckpflicht. Eine entsprechende Berechnung für die befragten Betriebe hat zum Ergebnis, dass die Emissionen pro Stallplatz und Jahr nach Durchführung des Bauvorhabens höher sind als davor.

Abzurechnen sind die indirekten Lachgasemissionen infolge des Absinkens von Ammoniakemissionen (s. o.). Im Saldo der Prozesskette ergibt dies eine geringfügige Verringerung der N_2O-Emissionen von 0,9 kg CO_2-Äq pro Stallplatz und Jahr. Insgesamt resultiert aus der steigenden Tierzahl eine Zunahme der N_2O-Emissionen bei den befragten Betrieben von knapp 120 t CO_2-Äq pro Jahr. Hochgerechnet für alle geförderten Betriebe mit Investitionen in Mastschweineställe steigen die Lachgasemissionen um 566,5 t CO_2-Äq pro Jahr. Netto sind als Wirkung der AFP-Förderung davon aber nur knapp 71 t CO_2-Äq pro Jahr am Ende der Förderperiode anzurechnen.

Milchviehställe: In der Milchviehhaltung entsteht der Großteil der **Methanemissionen** durch die enterische Fermentation bei der Verdauung der Tiere. Die Höhe der Emissionen ist damit nicht direkt vom Haltungssystem beeinflusst, sondern in erster Linie abhängig von der Zahl, der Leistungsfähigkeit und dem entsprechenden Futterbedarf sowie der Gesundheit der gehaltenen Tiere. Hingegen haben die mit den Stallbauvorhaben verbundenen Änderungen der Haltungssysteme Einfluss auf die CH_4-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement, die im Mittel aber nur einen Anteil von 15 bis 20 % aller CH_4-Emissionen ausmachen. Tabelle 9 gibt die Ergebnisse der Schätzungen für die Methanemissionen bei den befragten Betrieben vor und nach Durchführung der Stallbauinvestitionen in der Milchviehhaltung wieder. Bei den befragten Betrieben erhöht sich im Saldo die Methanemission pro Stallplatz und Jahr um 5,1 kg CH_4 pro Stallplatz und Jahr (entspricht gut 127 kg CO_2-Äq pro Stallplatz und Jahr). Als Hauptgrund für die Zunahme ist die Abdeckung von Güllelagerstätten anzuführen. Diese im Hinblick auf Ammoniakemissionen wichtige Minderungsmaßnahme schätzt die Emissionsberichterstattung konservativ mit höherer Methanumwandlungsrate und daher höheren Methanemissionen ein als eine Güllelagerung bei offenen Behältern mit natürlicher Schwimmdecke (Vos et al., 2024). Hier ist also ein Zielkonflikt bei den Wirkungspfaden der Emissionsminderung gegeben. Laut der Emissionsfaktoren aus dem nationalen Emissionsinventar fallen zudem die Methanemissionen geringer aus bei Lagerstätten von strohbasierten Haltungssystemen und bei Ausscheidungen auf der Weide, was auf die berechneten Ergebnisse aber nur einen geringen Einfluss hatte.

Tabelle 9: Veränderung von CH_4-Emissionen aus Stall und Lager durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Milchviehhaltung bei AFP-geförderten Betrieben

Haltungsverfahren	Anzahl Stallplätze		EF	CH_4-Emissionen pro Jahr	
	Vorher	Nachher		Vorher	Nachher
			[kg CH_4 pl-1 a-1]	[kg CH_4 pl-1 a-1]	
Gülle mit Schwimmdecke, ohne Weide	1.304	73	21,91	28.561	1.601
Gülle mit Schwimmdecke, mit Weide	511	51	16,79	8.575	862
übrige Gülle+ Tretmist, ohne Weide	1.931	3.128	37,24	71.924	116.490
übrige Gülle+ Tretmist, mit Weide	749	2.341	28,14	21.080	65.864
Festmist, ohne Weide	159	0	4,38	697	0
Festmist, mit Weide	30	0	3,81	114	0
Summe	4.684	5.593		130.952	184.817
Emissionen je Stallplatz (in kg CH_4 -pl -a)				27,96	33,04

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der ZWE-Befragung und Emissionsfaktoren (EF) aus Vos et al. (2024).

Hinzu kommt noch Methan aus der Verdauung, das bei Milchvieh in Hessen in der Förderperiode 2015 bis 2022 im Mittel bei 133,72 kg CH_4 pl-1 a-1 lag. Durch zusätzliche Bestandsaufstockung im Rahmen der getätigten

Investitionen steigen daher insgesamt die CH_4-Emissionen von um rund 1.200 t CH_4 pro Jahr an (entspricht rund 30 kt CO2-Äq pro Jahr).

Lachgas: Auch bei Milchvieh kommt es analog zur Mastschweinehaltung aus den o. g Gründen zu einem Anstieg der N_2O-Emissionen aus Stall und Lager. Betrachtet man zusätzlich aber auch die Emissionen bei der Ausbringung und Weidehaltung, bleibt der Wirkeffekt in etwa gleich. In der gesamten Prozesskette kommt es pro Stallplatz und Jahr zu keiner Einsparung der N_2O-Emissionen wegen der Zunahme der Weidehaltung, da diese im Vergleich zur Wirtschaftsdüngerausbringung in den pro Kopf-Emissionen in allen Fällen deutlich höher lag als Haltungsverfahren ohne Weidezeiten. Vom Stall bis zur Ausbringung resultiert daraus eine geringe Zunahme um 0,07 kg N_2O-N pl-1 a-1, das entspricht 20,8 kg CO_2-Äq pl-1 a-1. Wegen der Zunahme der Stallplätze steigen zudem die N_2O-Emissionen bei den befragten Betrieben insgesamt an, und zwar um 0,73 t N_2O pro Jahr oder umgerechnet von 0,22 kt CO_2-Äq pro Jahr. Rechnet man davon die oben schon erwähnte Minderung indirekter Lachgasemissionen infolge der geringfügigen Abnahme von Ammoniakemissionen dagegen, bleibt es im Saldo bei einer Zunahme der Lachgasemissionen pro Stallplatz und Jahr, mit 0,064 kg N_2O-N pl-1 a-1 fällt diese nur sehr geringfügig niedriger aus. Hochgerechnet auf die Zunahme der Stallplätze bei Milchvieh bei den geförderten Betrieben ergibt sich eine Zunahme der Lachgasemissionen in Höhe von 5,73 kt CO_2-Äq, von denen aber nur 8,4 % oder 0,48 kt CO_2-Äq durch die Förderung entstanden sind.

Tabelle 10: Veränderung von N_2O-Emissionen durch Umstellung der Haltungsverfahren in der Milchviehhaltung bei AFP-geförderten Betrieben

Haltungsverfahren	Anzahl Stallplätze		EF	N_2O-N-Emissionen pro Jahr			
				Stall und Lager		Stall+ Lager+ Ausbringung(+Weide)	
	Vorher	Nachher		Vorher	Nachher	Vorher	Nachher
	[n]	[n]		[kg N_2O-N -a]		[kg N_2O-N -a]	
Güllelager unter Flur, ohne Weide	940	883	0,002	245,7	230,7	882,4	828,8
Güllelager unter Flur, mit Weide	368	620	0,002	71,3	120,0	486,3	818,8
Abdeckung mit Folie, ohne Weide	125	152	0	0,0	0,0	85,1	103,3
Abdeckung mit Folie, mit Weide	49	107	0	0,0	0,0	55,4	120,6
alle anderen Abdeckungen, ohne Weide	2.068	2.010	0,005	1.351,2	1.312,8	2.747,3	2.669,3
alle anderen Abdeckungen, ohne Weide	810	1.412	0,005	391,9	682,7	1.303,6	2.270,8
Tiefstreu/Tretmist, ohne Weide	101	156	0,01	137,5	212,3	189,8	293,1
Tiefstreu/Tretmist, mit Weide	32	253	0,01	32,2	254,9	64,3	508,6
Festmist Anbindung, ohne Weide	159	0	0,005	103,9	0,0	189,9	0,0
Festmist Anbindung, mit Weide	30	0	0,005	14,5	0,0	45,1	0,0
Summe	4.684	5.593		2.348	2.813	6.049	7.613
Emissionen je Stallplatz (in kg N_2O-N-pl -a)				0,50	0,60	1,29	1,36

Quelle: Eigene Berechnung auf Basis der ZWE-Befragung und Emissionsfaktoren aus Vos et al. (2024).

Für beide Treibhausgase zusammengerechnet ergeben die Schätzungen für die befragten Betriebe der Milchviehhaltung im Saldo einen Anstieg von 0,16 t CO_2-Äq je Stallplatz und Jahr. Wegen der mit der Investition verbundenen Zunahme der Stallplätze bei allen geförderten Betrieben – wie in Tabelle 10 dargestellt – resultiert ein Anstieg der THG-Emissionen von insgesamt 35,8 kt CO_2-Äq pro Jahr. Nach Abzug der Mitnahmen (s. o.) ist aber die für den Klimaschutz negative Wirkung in der Milchviehhaltung daher nur zu 8,4 % dem AFP anzulasten; sie liegt rechnerisch dann bei 3,0 kt CO_2-Äq pro Jahr. Es handelt sich also überwiegend um eine Investitionswirkung, nicht um eine Förderwirkung.

Legehennenhaltung: In Tabelle 8 ist die Zunahme der Treibhausgasemissionen infolge des deutlichen Anstiegs der Stallplätze in der Haltung von Legehennen aufgelistet. Die Lachgasemissionen steigen um knapp 2,2 t N_2O pro Jahr, die Methanemissionen um 12,6 t CH_4 pro Jahr. In der Summe ergibt sich, umgerechnet auf CO_2-Äquvalente brutto ein Zuwachs von 974 t CO_2-Äq pro Jahr. Zieht man die Emissionen ab, die auch ohne Förderung angefallen wären, verbleibt ein AFP-bedingter Anstieg von knapp 215 t CO_2-Äq pro Jahr.

Wirkungen der Abdeckung von Güllelagern

Im folgenden Unterkapitel werden zunächst die Schätzergebnisse für die Veränderung der Ammoniakemissionen und der daraus entstehenden, indirekten Lachgasemissionen dargestellt. Diese gingen zurück auf Güllelagerstätten, die im Rahmen von Stallbauvorhaben in der Rinder- und Schweinehaltung entstanden sind, auf separat errichtete Güllebehälter mit verpflichtender Abdeckung oder auf eine nachträgliche Abdeckung bestehender Güllelagerstätten.

Insgesamt konnten über die ZWE-Befragung und ergänzenden Datenrecherchen für geförderte Vorhaben, deren Zuwendungsempfänger:innen nicht geantwortet hatten, 70 wirksame Vorhaben identifiziert werden. Der überwiegende Anteil davon, nämlich 53 Vorhaben, sind Stallbauvorhaben der Rinderhaltung sowie sieben weitere Vorhaben mit separaten Güllelagern mit Bewilligung im Jahr 2022. Tabelle 11 gibt die anhand der Befragungsergebnisse, Angaben in den Investitionskonzepten oder – wenn beides nicht vorhanden – anhand der Tierzahlen geschätzten Lagermengen vor und nach Durchführung der Investition bei den wirksamen Förderfällen an. Deutlich wird, dass aufgrund des mit den Investitionsvorhaben verbundenen Anstiegs der Tierzahlen sich die zu lagernde Güllemenge fast verdoppelt hat. Nur knapp 7,6 % der angegebenen Lagermenge entfällt auf die Schweinhaltung. Die aufgrund steigender Tierzahlen angestiegenen Ammoniakemissionen wurden oben schon dargestellt. Insgesamt werden durch die mit den Investitionsvorhaben eingegangen Verpflichtungen knapp 202.000 m^3 Gülle emissionsärmer gelagert. Bezogen auf die Gesamtmenge ausgebrachter Gülle und Jauche in Hessen (Destatis, 2021) bedeutet dies einen Anteil von gut 3,8 %.

Tabelle 11: Abdeckung von Güllelagern (separat oder im Rahmen von Stallbauvorhaben): Geschätzte Lagermengen und eingesparte Ammoniakemissionen

	Emissionsfaktor	Güllemengen[1]		Geschätzte Einsparmenge
		vorher	nachher	
	[kg NH_3-N/kg TAN][2]	[m^3]	[m^3]	[kg NH_3][4]
Rindergülle[3]				
feste Abdeckung: Zelt oder Betondecke	0,015	6.175	116.043	3.545
schwimmende Abdeckung (Folie)	0,023	0	11.477	326
Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0,045	32.209	49.701	0
offen (mit natürlicher Schwimmdecke)	0,045	77.373	9.250	0
Summe		*115.758*	*186.471*	*3.872*
Schweinegülle[3]				
feste Abdeckung: Zelt oder Betondecke	0,015	625	9.702	2.850
schwimmende Abdeckung (Folie)	0,023	5	2.850	543
Lager unter Spaltenboden > 1 Monat	0,105	2.075	2.851	686
offen (ohne natürliche Schwimmdecke)	0,150	2.852	0	0
Summe		*5.557*	*15.403*	*4.079*
Gesamtsumme der Vorhaben 2017-2022 (70 Vorhaben)		***121.314***	***201.874***	***7.951***

[1] Angaben laut Befragung oder geschätzt [2] TAN = Total ammonia nitrogen (gesamter Ammonium-Stickstoff)

[3] Mittlere Ausgangsgehalte laut eigener Berechnungen: Rindergülle 2,3 kg TAN/m^3, Schweinegülle 4,2 TAN/m^3. 4) Stöchiometrische Umrechnung NH_3 -N zu NH_3: 17/14.

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Befragungs-, Bewilligungsdaten und Investitionskonzepten.

Durch die verpflichtende oder nachträgliche Abdeckung bei den wirksamen Vorhaben werden geschätzt 7,95 t NH_3-Emissionen pro Jahr vermieden. Wie in Tabelle 11 ersichtlich, entsteht der größte Teil der

Emissionsminderung (gut 80 %) gegenüber einer offenen Lagerung durch eine feste Abdeckung, die zugleich den höheren Wirkungsgrad der beiden geförderten Technikvarianten mit dem geringsten Emissionsfaktor aufweist. Laut der Befragung wurden in der Regel Zeltdächer installiert. Die Abdeckung mit Folien macht lediglich knapp 11 % des Minderungseffektes aus. Die Lagerung unter Spaltenboden ist nur in der Schweinhaltung wirksam; sie erreicht einen Reduktionsanteil von weiteren 8,6 %. In der Rinderhaltung werden nach der Investition fast 27 % der abzudeckenden Lagermengen unter Spaltenböden gelagert, die aber nach den in der nationalen Berichterstattung genutzten Emissionsfaktoren gegenüber der Referenz einer festen Schwimmdecke keine Wirkung aufweisen. Insgesamt sind verpflichtende Abdeckungen bei der Lagerung von Schweinegülle wirksamer, sodass in der Summe durch die Abdeckung der 7,6 % Schweinegülle ein Anteil von gut 51 % der vermiedenen Ammoniakemissionen erreicht werden konnte. Durch die vermiedenen Ammoniakemissionen können zusätzlich 0,103 Tonnen pro Jahr oder umgerechnet 30,7 t CO_2-Äq indirekter Lachgasemissionen vermieden werden.

Hinzuzurechnen sind als weitere Wirkung der Abdeckung von Güllelagerstätten in der Förderperiode 2014 bis 2022 die bereits im erweiterten Durchführungsbericht 2018 berichteten Einsparmengen in Höhe von 14,71 t NH_3 pro Jahr. Diese sind auf Grundlage der ersten Zuwendungsempfängerbefragung im Jahr 2018 berechnet worden. Datengrundlage, Berechnungsweg und Ergebnisse sind im maßnahmenbezogenen Evaluierungsbericht von Forstner et al. (2020) ausführlich erläutert.

Darüber hinaus wurden die Wirkungen der rein national finanzierten Vorhaben zum Bau separater Güllelager sowie zur Abdeckung vorhandener Behälter berücksichtigt, die bis 2020 bewilligt und von Roggendorf (2022) in einem weiteren Bericht aus der Evaluierung hinsichtlich ihres Wirkungsbeitrags analysiert wurden. Durch die insgesamt 18 Vorhaben (16 Neubauten und zwei Abdeckungen vorhandener Behälter) wurde eine geschätzte Verringerung der Ammoniakemissionen in Höhe von 14,70 t NH_3 pro Jahr erzielt. Es ist anzumerken, dass die Schätzung zu diesen Vorhaben weit weniger belastbar ist als die beiden zuvor beschriebenen, die auf Basis von ZWE-Befragungen durchgeführt wurden. Bei der von Roggendorf (2022) durchgeführten Schätzung lagen keine Angaben zu den Lagermengen und zur Herkunft der Gülle vor. Als Datengrundlage für die Mengenermittlung dienten näherungsweise die Tierangaben der teilnehmenden Betriebe im InVeKoS.

Durch die im Rahmen des AFP bis Ende 2022 bewilligten Vorhaben, die mit einer Abdeckung von Güllelagestätten verbunden waren, konnten nach den in drei Analysen erfolgten Schätzungen insgesamt 37,4 t Ammoniakemissionen und 144 t CO_2-Äq pro Jahr infolge indirekter Lachgasemissionen eingespart werden. Es wird davon ausgegangen, dass die baulichen Maßnahmen zur Erzielung der über die gute fachliche Praxis und das Fachrecht hinausgehenden Umweltstandards aufgrund der erheblichen zusätzlichen Kosten nicht ohne Förderung durchgeführt worden wären. Die Wirkung ist daher in vollem Umfang der Gewährung der entsprechenden Fördermittel anzurechnen.

In diesem Zusammenhang ist noch der Hinweis erforderlich, dass laut der aktuell gültigen Emissionsfaktoren in der TGH-Berichterstattung die Abdeckung von Güllelagerstätten mit Zelt oder Betondecke verglichen zu einer natürlichen Schwimmdecke zu erhöhten Methanemissionen und verglichen zu offenen Lagerstätten ohne Schwimmdecke zu erhöhten Lachgasemissionen führt. Nach überschlägigen Schätzungen würden diese erhöhten THG-Emissionen die Verringerung indirekter Lachgasemissionen als Folge von Ammoniakverlusten deutlich übersteigen. Im Saldo in Tabelle 12 bleiben letztere daher unberücksichtigt.

Laut eines Literaturreviews sind aber auch gegenteilige, bei Methanemissionen z. T. signifikante Effekte gemessen worden (Kupper et al., 2020). Auch wird darauf hingewiesen, dass die Studienlage zur Wirkung der Abdeckung bezogen auf Treibhausgasemissionen unbefriedigend ist. Da zudem keinerlei Informationen zur Situation vor Abdeckung der Lagerstätten bei zwei Gruppen der o.a. Förderfälle vorlagen, wurde auf eine stattdessen stark annahmebasierte Berechnung der durch Abdeckung veränderten THG-Emissionen verzichtet.

Wirkungen der emissionsarmen Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger

Die Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik über die AFP-Richtlinie in Hessen in den Jahren 2016 bis 2020 ist, wie oben beschrieben, ebenfalls rein über nationale Mittel erfolgt. Datengrundlage, Vorgehensweise zur Schätzung der Wirkungen und die Ergebnisse sind ebenfalls in Roggendorf (2022) ausführlich dargestellt.

Durch die geförderten Vorhaben für Investitionen in emissionsarme Ausbringungsverfahren konnte eine deutliche Minderung von Ammoniakemissionen erzielt werden. Die bewilligten Vorhaben erreichten zusammen eine Emissionsminderung im Umfang von rund 265 t NH_3 pro Jahr im Vergleich zur Referenzsituation ohne Förderung. Die eingesparten Ammoniakemissionen entsprechen einer Minderungsrate von 4 % der in Hessen im Berichtszeitraum pro Jahr bei der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern im Mittel emittierten NH_3-Emissionen. Aus der Minderung der Ammoniakemissionen resultiert zusätzlich eine Minderung indirekter Lachgasemissionen. Dieser Minderungseffekt beläuft sich auf 3,43 t N_2O pro Jahr, das entspricht gut 1.023 t CO_2-Äq pro Jahr. Wie unter Methoden erwähnt, ist für die Förderfälle die tatsächliche Verteilung der emissionsarm ausgebrachten Wirtschaftsdünger auf Grünland und Ackerflächen nicht bekannt. Zur Wirkungsabschätzung wurden Angaben aus der Statistik verwendet (s. o.), was die Genauigkeit der Schätzung deutlich beeinträchtigt. Die Schätzungen beruhen außerdem auf Angaben der Betriebe zu den erwarteten Ausbringungsmengen im Antragsverfahren, eine Überschätzung ist dadurch gut möglich.

Die Emissionsminderung wurde durch insgesamt 122 bewilligte Vorhaben erzielt, an denen inklusive der Kooperationspartner 172 Betriebe beteiligt waren. Wie bei Roggendorf (2022) dargestellt, wurde bei der investiven Förderung fast ausschließlich die Schleppschuhtechnik beantragt. Der größte Teil des geschätzten Minderungseffektes, nämlich knapp 95 %, wurde im Laufe der Förderperiode durch die Substitution der ab 2025 komplett wegfallenden Ausbringung über Breitverteiler erreicht. Zudem fallen die Reduktionseffekte bei der Ausbringung von Rindergülle und Gärresten (84 % des Gesamteffektes) deutlich höher aus als bei Schweinegülle. Auch ergibt sich wegen der höheren Minderungsfaktoren trotz eines Mengenanteils von lediglich 33 % bei der Ausbringung auf Grünland ein Anteil an der Emissionsreduktion von gut 51 %. Auf unbestelltem Acker ist mit der Schleppschuhtechnik im Vergleich zu herkömmlicher Ausbringungstechnik (bei vorgeschriebener Einarbeitung innerhalb von vier Stunden) keine bzw. nur eine geringe Reduzierung von Ammoniakemissionen möglich. Diese ist nur bei Verwendung von Injektionstechnik bzw. Güllegrubbern zu erreichen.[13]

Mithin war der größte Minderungseffekt infolge investiver Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik bei der Ausbringung von Rindergülle auf Grünland zu erzielen, was auf den deutlich höheren Technologiesprung im Vergleich zur Ausbringung auf Acker zurückzuführen ist.

Der Kauf von neuen Maschinen und Geräten der Außenwirtschaft sollte eine deutliche Verminderung von Umweltbelastungen bei der Ausbringung von Wirtschaftsdünger bewirken. Die förderfähigen, neuen Technikvarianten Schleppschuhverteiler und Geräte zur Direkteinarbeitung (Injektion) flüssiger Wirtschaftsdünger wie Güllegrubber, Scheibeneggen und Scheibenschlitzgeräte gingen über die gesetzlichen geforderten Standards deutlich hinaus. Dies galt zu Anfang der Förderung dieser Geräte im Jahr 2016, hatte aber auch nach zwischenzeitlicher Änderung des Fachrechts (DüV) im Jahr 2017 weiterhin Gültigkeit. In der vorliegenden Evaluierung wurden Mitnahmen bei solchen Vorhabentypen daher ausgeschlossen.

[13] Wird Schleppschuhtechnik auf unbestelltem Acker eingesetzt, ist gemäß der Verwaltungsvorschrift zur DüV ebenfalls eine Einarbeitung nach vorgegebener Frist von vier Stunden erforderlich, sodass kein Unterschied gegenüber der Referenz Schleppschlauch und nur ein geringer Unterschied zur Ausbringung mit Breitverteiler gegeben ist. Dies wird entsprechend auch seit 2020 bei den Emissionsfaktoren in der nationalen Berichterstattung berücksichtigt.

5.1.1.5 Fazit und Beantwortung der Bewertungsfrage 14

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?

Um die Gesamtwirkung des AFP im Hinblick auf Treibhausgas- und Ammoniakemissionen einschätzen zu können, sind die Ergebnisse für die verschiedenen Wirkungspfade in Tabelle 12 zusammengefasst. Dabei sind zum einen die Wirkungen der einzelnen Fördergegenstände jeweils brutto angegeben. Für die Bewertung des AFP relevant ist jedoch die berechnete Nettowirkung, die nach Abzug der Emissionsmengen von Betrieben entsteht, die ihre Stallbauvorhaben auch ohne Förderung umgesetzt hätten.

Vor allem durch die bei Umsetzung einer Reihe von Stallbauvorhaben wachsenden Tierbestände sind auf den geförderten Betrieben sowohl die Ammoniak- und deutlich stärker die Treibhausgasemissionen angestiegen. Zwar konnten durch die Umstellung der Haltungsverfahren in Teilen die Emissionen pro Stallplatz und Jahr gesenkt werden, wie z. B. bei den NH_3-Emissionen aus Stall und Lager in der Milchvieh- und Mastschweinehaltung oder bei Lachgasemissionen in der Mastschweinehaltung bei Betrachtung der Produktionskette insgesamt. Im Saldo übersteigen aber selbst bei Nettobetrachtung die durch Aufstockung der Tierbestände gestiegenen THG-Emissionen geringfügig die erreichten Minderungswirkungen je Stallplatz durch Umstellung der Haltungsverfahren. Im Hinblick auf die Emissionen von Treibhausgasen hatte die Agrarinvestitionsförderung im Saldo also eine negative Wirkung, die Emissionen steigen im Umfang von rund 3,03 kt CO_2-Äq pro Jahr.

Tabelle 12: Geschätzte Zu- und Abnahmen der THG- und Ammoniakemissionen infolge der AFP-Förderung

Fördergegenstand	Ammoniak		Lachgas		Methan		Summe Treibhausgase	
	NH_3 brutto	NH_3 netto	N_2O brutto	N_2O netto	CH_4 brutto	CH_4 netto	THG brutto	THG netto
	[t NH3 -a]		[t CO2-Äq/a]		[t CO2-Äq/a]		[t CO2-Äq/a]	
Milchvieh	197,45	16,59	5.733	482	30.066	2.526	35.798	3.007
Mastrinder	55,52	4,66	432	36	6.812	572	7.244	608
Mastschweine	64,76	8,10	567	71	2.099	262	2.666	333
Geflügelställe	131,63	29,09	154	34	314	69	468	103
Abdeckung von Güllelagern (Befragung)	-14,28	-14,28	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Abdeckung Güllelager ohne Stallbau[1)]	-14,70	-14,70	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Emissionsarme Ausbringungstechnik[1)]	-265,30	-265,30	-1.023	-1.023	n.r.	n.r.	-1.023	-1.023
Abdeckung Güllelager eDFB 2019	-13,17	-13,17	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Saldo	**141,91**	**-249,02**	**5.862**	**-400**	**39.292**	**3.430**	**45.153**	**3.029**

[1)] rein national finanzierte Vorhaben n. b. = nicht bewertet bzw. nicht berechnet, n.r. = nicht relevant.

Brutto: Absolute Veränderungen, Netto: Veränderung nach Abzug von Mitnahmen (ohne Mitnahmen: Rinderhaltung 8,4 %, Mastschweine 12,5 %, Legehennen 22,1 %). Negativer Wert: Emissionsminderung.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Ammoniakemissionen und daraus folgende indirekte Lachgasemissionen konnten auf der anderen Seite durch die investive Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik sowie durch Förderung bzw. Auflagen zur Abdeckung von Güllelagerstätten erheblich verringert werden. In der Nettobetrachtung konnte die emissionsmindernde Wirkung dieser Fördergegenstände den Anstieg der Ammoniakemissionen durch Aufstockung der Tierbestände ausgleichen, sodass im Saldo eine deutliche emissionsmindernde Wirkung der AFP-Förderung insgesamt in Höhe von gut 249 t NH_3 pro Jahr entstanden ist.

Zur adäquaten Bewertung des AFP im Hinblick auf die Entwicklung der Tierbestände und der damit verbundenen Treibhausgasemissionen wäre ein Vergleich mit der kontrafaktischen Situation erforderlich gewesen, für die aber keine entsprechenden Befragungsdaten vorlagen. Zur kontrafaktischen Situation kann also nur eine Einschätzung

aufgrund verfügbarer Daten aus dem InVeKoS gegeben werden. Wie in Kapitel 2.1 dargestellt, war die Tierhaltung in Hessen durch eine sehr dynamische Entwicklung geprägt, die auf eine Reihe marktbeeinflussender Faktoren zurückzuführen war. Die Rinder- und Schweinezahlen waren besonders in der zweiten Hälfte der Förderperiode stark rückläufig. Auch die Zahl der rinder- und schweinehaltendenen Betriebe nahm ab, eine Ausnahme bildete lediglich die Geflügelhaltung. Auf der anderen Seite fand eine fortgesetzte Konzentration auf weniger tierhaltende Betriebe mit höherer Spezialisierung und wachsenden Tierbeständen statt, die durch Produktivitätssteigerungen die volatile Marksituation auszugleichen versuchten.

Aus den Befragungsergebnissen war abzuleiten, dass AFP-geförderte Betriebe, die Stallbauvorhaben umgesetzt haben, zu dieser Konzentration in der Tierhaltung beigetragen haben. Diese Entwicklung war gewollt und dem Ziel der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit geschuldet. Die geförderten Betriebe haben im Zuge dieses Strukturwandels Marktanteile von Betrieben übernommen, die aus der Tierhaltung ausgestiegen sind oder die Produktion ganz aufgegeben haben. Zwar fand die Konzentration auch bei nicht geförderten Betrieben statt. Dies konnte über eine Differenz-von-Differenzen-Betrachtung aller Betriebe in Hessen mit Haltung von Milchvieh oder Mastschweinen anhand von InVeKoS-Daten aus 2022 und 2015 belegt werden. Eine Mehrheit der nicht geförderten Betriebe hat jedoch die Bestände abgestockt (und damit zur Absenkung der THG- und NH_3-Emissionen beigetragen), sodass die oben dargestellte Berechnung der Nettowirkung anhand der Befragungsergebnisse als belastbar eingeschätzt werden kann. In der Geflügelhaltung stiegen die Tierzahlen und die Zahl der Haltungen landesweit an. Der Anstieg der Tierzahlen in der Haltung von Legehennen zwischen 2015 und 2022 ist laut InVeKoS-Daten fast vollständig auf AFP-geförderte Betriebe zurückzuführen.

5.1.2 Vielfältige Kulturen im Ackerbau (TM 10.1) und Ökologischer Landbau (M 11)

5.1.2.1 Wirkungspfad

Die Förderung der Vorhabenart **Vielfältige Kulturen im Ackerbau (VK)** im EPLR Hessen wurde in der Förderperiode 2014 bis 2022 gemäß der Nationalen Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland (NRR) in der jeweils gültigen Fassung durchgeführt. Laut NRR diente die Vorhabenart der Anwendung besonders nachhaltiger Produktionsverfahren durch ein vielfältiges Anbauspektrum im Ackerbau. Mit weiter gestellten Fruchtfolgen unter Einbeziehung von Leguminosen wurden umfangreiche positive Umweltwirkungen verfolgt, u. a. infolge der Nachfruchtwirkung der Leguminosen sollte der Stickstoffdüngeraufwand reduziert werden und zudem der Anbau heimischer Eiweißfuttermittel gefördert werden (BMEL, 2019b).

Der **Ökologische Landbau** folgt laut EPLR Hessen dem Prinzip eines weitgehend in sich geschlossenen Systems der Bodennutzung und Viehhaltung, das durch zyklische Prozesse und Kreislaufwirtschaft bestimmt ist. Die Vielfalt der angebauten Kulturen und Tierarten soll die Stabilität und Belastbarkeit der Agrar-Öko-Systeme erhalten. Dadurch kann mit einem Förderverfahren gleichzeitig zur Erfüllung der Biodiversitäts-, Klimaschutz-, Wasser- und Bodenschutzziele beigetragen werden. Programmiert war der Ökolandbau mit Primärziel im SPB 4A (Biologische Vielfalt) und Sekundärzielen in den SPB 4B (Wasserschutz) und 4C (Bodenschutz).

Der Interventionslogik des EPLR folgend ist von diesen Maßnahmen ein Wirkungsbeitrag zum Klimaschutz auch ohne explizite Zielsetzung, zu erwarteten. Laut EPLR wurde durch diese Maßnahmen insbesondere eine Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und der Aufbau von Humus angestrebt – mit positiven Auswirkungen für den Klimaschutz. Damit haben die Maßnahmen das Potenzial, zusätzliche CO_2-Emissionen zu binden. Für die Klimabilanz der Ökologischen Landwirtschaft sollte sich weiterhin der grundsätzlich geringere Viehbesatz je Hektar und die überwiegend betriebseigene bzw. regionale Futterproduktion positiv auswirken. Durch Verzicht auf die Anwendung von mineralischen Düngemitteln sollten die CO_2- und N_2O- Emissionen verringert und zusammen mit der flächengebundenen Tierhaltung eine Minderung von Nährstoffüberschüssen erzielt werden.

5.1.2.2 Output und Zielerreichung

Die Inanspruchnahme der Förderung der Vielfältigen Kulturen im Ackerbau und des Ökolandbaus in der Förderperiode 2014 bis 2022 ist ausführlich im Bericht zur Akzeptanzanalyse beschrieben (Roggendorf et al., 2024). In Tabelle 13 ist die Inanspruchnahme im Zeitverlauf auf Basis des EU-Monitorings dargestellt. Die vertiefenden, zum Teil auf regionaler Ebene durchgeführten, Wirkungsanalysen in Kapitel 5.1.2.4 und Kapitel 5.2.4 beruhen hingegen auf InVeKoS-Daten. Die Daten des InVeKoS weichen in der Summe aus mehreren Gründen, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann, von den maßnahmenbezogenen Flächenangaben im EU-Monitoring ab[14].

Die Förderung der Vielfältigen Kulturen im Ackerbau wurde ausschließlich in den Jahren 2014 und 2019 zur Erstbeantragung geöffnet; 2014 wurde die Maßnahme wegen Mittelausschöpfung nach dem ersten Antragsjahr wieder geschlossen (Schnaut et al., 2018). Ab dem Antragsjahr 2019 wurde die Finanzierung auf eine reine Landesförderung umgestellt, weshalb eine erneute Antragstellung wieder möglich wurde (HMUKLV, 2020). Die Förderfläche zum Förderhöchststand im Jahr 2022 entsprach rund 20,4 % des Ackerlandes in Hessen. Rund 25 % der Förderfläche der VK in 2022 wurde von Teilnehmenden am Ökologischen Landbau bewirtschaftet.

Teilnahmeanträge für den Ökologischen Landbau konnten in allen Jahren der Förderperiode gestellt werden. In der Folge sind die Teilnehmendenzahl und die Förderfläche kontinuierlich angestiegen. Laut den Daten des EU-Monitorings erreichte der Ökolandbau im Jahr 2023 mit einer Förderfläche von 116.141 ha einen Anteil von 15,05 % an der landwirtschaftlich genutzten Fläche (LF) in Hessen (Zielindikator T9).

Die beiden Vorhabenarten haben das zu Beginn der Förderperiode festgelegte Output-Ziel im Laufe der Förderperiode erreicht und deutlich übertroffen. Wie Tabelle 2 im Kapitel 3 zeigt, wurden die im Laufe der Förderperiode angehobenen Output-Ziele zum Zeitpunkt des Förderhöchststands zu etwa 95 % erreicht.

Tabelle 13: Inanspruchnahme Vielfältiger Kulturen im Ackerbau (TM 10.1) und Ökologischem Landbau (M 11) in den Jahren 2016 bis 2022

EU-Code	(Teil-)Maßnahme	2016		2017		2018		2019		2020		2021		2022	
		Anzahl Betriebe	Hektar	Anzahl Betriebe	Hektar	Anzahl Betriebe	Hektar	Anzahl Betriebe	Hektar	Anzahl Betriebe	Hektar	Anzahl Betriebe	Hektar	Anzahl Betriebe	Hektar
M 10.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau	419	30.106	424	29.884	428	30.724	414	29.660	417	28.863	910	84.249	1.136	95.310
TM 11.1	Ökologischer Landbau (Neueinsteiger)	1.668	6.364	1.750	10.820	1.873	14.292	1.984	23.676	2.153	30.456	2.161	32.319	2.238	30.374
TM 11.2	Ökologischer Landbau (Beibehalter)		78.328		71.150		70.378		81.236		77.021		79.386		84.760

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Monitoring-Daten, unterschiedliche Jahrgänge.

5.1.2.3 Daten und Methoden zur Wirkungsanalyse

Die Verringerung der N_2O-Emissionen wird bei den Flächenmaßnahmen ausgehend von der mittleren Einsparung der eingesetzten Stickstoffdüngermenge in kg N je Hektar Förderfläche geschätzt. Die eingesparte Stickstoffdüngermenge wird dazu anhand der Emissionsfaktoren der nationalen THG-Berichterstattung in die vermiedene Lachgasemissionen umgerechnet. Bei dieser Methode werden, ausgehend von der ausgebrachten Düngermenge, verschiedene Emissionspfade für Lachgas und verwandte Stickoxide betrachtet (direkte Lachgasemissionen, indirekte Lachgasemissionen infolge von Deposition und Auswaschung).[15]

In der nationalen THG-Berichterstattung werden **direkte N_2O-Emissionen** als Folge der Ausbringung von N-haltigen Substraten sowie aus Ernterückständen seit dem Inventarbericht 2022 allerdings mit einem

[14] Nähere Ausführungen dazu sind in Roggendorf et al. (2024) in Kapitel 1 zu finden.

[15] Bei den für die erweiterten Durchführungsberichte 2017 und 2019 durchgeführten Schätzungen wurden diese Pfade nicht getrennt berechnet, sondern den Angaben von Flessa et al. (2012) folgend vereinfachend davon ausgegangen, dass pro Kilogramm eingespartem Stickstoff im Mittel 5,92 kg CO_2-Äq durch Lachgasemissionen eingespart wurden.

genaueren Verfahren auf NUTS-3 Ebene mittels der Emissionsfaktoren von Mathivanan et al. (2021) berechnet. Die Emissionsfaktoren der NUTS-3-Regionen (gewichtet gemittelt für mineralische und organische Böden) wurden für die hier vorliegende Ex-post-Bewertung des EPLR Hessen von dem für die nationale Berichterstattung im Thünen-Institut verantwortlichen Team zur Verfügung gestellt. Die regionalen Emissionsfaktoren werden jährlich neu ermittelt. Für die vorliegende Schätzung wurden die Emissionsfaktoren der Submission 2024 genutzt. Sie liegen in Hessen zwischen 0,00385 und 0,00744 kg N_2O-N je kg ausgebrachtem Stickstoff (Max = Groß-Gerau) und damit deutlich unterhalb des bis 2021 genutzten deutschlandweiten Emissionsfaktors von 0,01 kg N_2O-N je Kilogramm ausgebrachtem Stickstoff. Die Folge ist, dass die im vorliegenden Bericht berechneten Einspareffekte somit deutlich geringer ausfallen als diejenigen, die noch in den erweiterten Durchführungsberichten 2017 und 2019 veröffentlicht wurden.

Die Verringerung der Stickstoffdüngermengen bei Teilnehmenden am Anbau vielfältiger Kulturen und am Ökolandbau wurden für den vorliegenden Bericht, den Vorgaben des EU-Helpdesk für Wirkungsanalysen auf der Maßnahmen- bzw. Mikroebene folgend (ENRD, 2018), soweit möglich über einen Teilnehmer-Nichtteilnehmervergleich (Mit-Ohne-Vergleich) ermittelt (als die mittlere N-Düngereinsparung je Hektar Förderfläche). In den Wirkungsanalysen für beide Teilmaßnahmen wurden Matchingverfahren eingesetzt, um die Zielgröße, also die Einsparung von N-Dünger, als Differenz zwischen ansonsten möglichst ähnlichen Gruppen mit und ohne Förderung zu ermitteln (Treatment- und Kontrollgruppe). Nähere Ausführungen zur Vorgehensweise und verwendeten Software finden sich z. B. in Roggendorf und Schwarze (2020).

Geeignete Daten für betriebsbezogene Auswertungen des Maßnahmeneinflusses auf den Stickstoffeinsatz, aus denen dann die Minderung von Lachgasemissionen berechnet werden können, liegen in Hessen nicht vor. Die Daten aus betrieblichen Nährstoffvergleichen, die in Fachrechtskontrollen zur Düngeverordnung vom Regierungspräsidium Kassel erhoben wurden und für die Beantwortung der wasserschutzbezogenen Bewertungsfragen im eDFB 2018 genutzt wurden, enthielten nur Werte zu Nährstoffbilanzüberschüssen und waren daher für die Berechnung von Klimaschutzwirkungen nicht nutzbar.[16] Zur Ermittlung der Minderungswirkung bei Lachgasemissionen mussten andere Datenquellen herangezogen werden. Für die beiden Teilmaßnahmen wurde unterschiedlich vorgegangen, je nach Aussagegehalt der alternativ zur Verfügung stehenden Daten.

Für die **Vielfältigen Kulturen** im Ackerbau wurde die Stickstoffminderung über zwei unterschiedliche Wirkungspfade anhand von InVeKoS-Daten ermittelt. Zum einen wurde pauschal für die Anbaufläche von Leguminosen in der Fruchtfolge die laut Düngeverordnung verpflichtend in der Düngeplanung zu berücksichtigende Vorfruchtwirkung angerechnet, also für Körnerleguminosen 10 kg N/ha und für Leguminosen aus dem Feldfutterbau 20 kg N/ha. Diese Werte wurden mit den Flächenumfängen aus dem InVeKoS für die entsprechenden Kulturartencodes bei teilnehmenden Betrieben und nichtteilnehmenden Betrieben verrechnet. Durch die Differenz in den Anbauanteilen ergibt sich die eingesparte Menge Stickstoff in kg/ha, die für die gesamte Förderfläche umgerechnet wurde.

Zum zweiten wurde der mittlere Düngebedarf der Kulturartenanteile bei teilnehmenden und nichtteilnehmenden Betrieben bestimmt. Durch die nachweislich erfolgte Aufweitung der Fruchtfolge (siehe Ausführungen im Akzeptanzbericht, Roggendorf et al. 2024) mit zusätzliche Kulturarten nimmt auch der Anteil von Kulturarten mit geringerem Düngebedarf zu, sodass auf der Anbaufläche der teilnehmenden Betriebe weniger N-Dünger pro Hektar eingesetzt werden muss als in der Gruppe der nichtteilnehmenden Betriebe. Für die Berechnungen der beiden Analysewege wurden identische Vergleichsgruppen über ein Matchingverfahren aus Daten des Jahres 2019 bestimmt (s. Vorgehensweise bei den Analysen für den Ökolandbau weiter unten).

[16] Zudem entfielen durch die erneute Reform der Düngeverordnung ab dem Jahr 2020 die Nährstoffvergleiche als Datenquelle für die Schätzung von Minderungseffekten in den letzten Jahren der Förderperiode.

Diese Auswertungen wurden allerdings nur für die teilnehmenden VK-Betriebe aus konventionellem Anbau durchgeführt, damit die Wirkung der Ökoanbauflächen nicht doppelt angerechnet wird. Eine synergistische Wirkung ist, wie die Ergebnisse der Akzeptanzanalyse gezeigt haben, auszuschließen (Roggendorf et al. 2024).

Die Auswertung ergab eine Differenz von insgesamt 13 kg N/ha zwischen den beiden Vergleichsgruppen, die bei Teilnahme an der VK weniger gedüngt werden musste als in der Kontrollgruppe.[17] Im Einzelnen: Die bei der VK angebauten Kulturarten wiesen einen über die Fläche gemittelten Stickstoffbedarf von 180,9 kg N/ha auf (ohne die Fläche der angebauten Leguminosen), der N-Düngebedarf in der Kontrollgruppe lag bei 191,6 kg N/ha, daraus ergab sich eine Differenz von 11,7 kg N/ha. Der mittlere Vorfruchtwert laut DüV für die bei der VK angebauten Kulturarten lag bei 3,6 kg N/ha und der in der Kontrollgruppe bei 2,3 kg N/ha, die Differenz lag also bei 1,3 kg N/ha. Diese mittlere Reduktionswirkung wird pauschal für alle Förderjahre angenommen. Dabei wird ebenfalls pauschalierend von einer Wirkungsspanne zwischen 5 und 25 kg N/ha ausgegangen.

Für die Analysen zum **Ökologischen Landbau** wurden hilfsweise Daten aus dem Testbetriebsnetz des Bundes (TBN) herangezogen, die jedoch deutlich weniger aussagekräftig sind als die betrieblichen Daten aus den Nährstoffvergleichen. Die Daten aus dem Testbetriebsnetz enthalten zwar seit dem Jahr 2017 den Stickstoffinput über Mineraldünger als physische Größe sowie die Anbaufläche der Kulturen und differenzierte Werte für den Tierbestand. Der Input über organische Dünger kann allerdings nur über die von Löw (2023) entwickelte Methode näherungsweise geschätzt werden, wobei insbesondere die Schätzgrößen zu Im- und Exporten organischen Stickstoffs mit unsicheren Annahmen verbunden sind.

Teilnehmende mit Zahlungen für Ökolandbaus sind im Testbetriebsnetz über eine eigene Buchungsangabe identifizierbar. Ausgewertet wurden Daten aus dem Wirtschaftsjahr 2019/2020. Darin konnten 49 Betriebe mit Zahlungen für den Ökologischen Landbau selektiert werden. Als Matchingpartner zur Bildung der Kontrollgruppe wurden nur Betriebe herangezogen, bei denen keine Zahlungen für Agrarumweltmaßnahmen verbucht waren. Zur Bildung einer möglichst ähnlichen Kontrollgruppe wurde der Umfang der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LF) der Betriebe sowie der Anteil der Ackerfläche gewählt. Gesucht wurden zwingend Kontrollbetriebe gleichen Betriebstyps und aus der gleichen Region (aus dem gleichen Kreis). In einer zweiten Variante wurde noch als Matchingvariable der Brutto-Anfall organischer Düngemittel auf den Betrieben hinzugenommen. Tabelle 14 enthält die Ergebnisse des Gruppenvergleichs.

Tabelle 14: Mit-Ohne-Vergleich von N-Düngungsparametern beim Ökolandbau in 2019/2020

Bilanzparameter		Mittelwert		Effekt		Standard-abweichung
		Teilnehmende (n=35)	Kontrollgruppe (n=62)			
Stoffstrombilanz	kg N/ha	23,9	61,3	-37,5	***	80,1
Brutto-Anfall organischer Düngemittel	kg N/ha	56,7	83,2	-26,5	***	62,1
N-Input insgesamt (netto)	kg N/ha	45,5	128,4	-82,9	***	76,5
Bewirtschaftete Fläche	[ha]	112,7	103,5	9,2		26,1
Anteil Ackerland	%	44,2	44,3	0,0		9,5

Kontrollvariablen: Bewirtschaftete Fläche, Anteil Ackerland; Exakt-Matching: Betriebstyp, Kreis, *** sehr hoch signifikant

Quelle: Eigene Berechnungen.

Bei dem Mit-Ohne-Vergleich zeigten sich signifikante Unterschiede zwischen den teilnehmenden Betrieben und den Kontrollgruppen in Höhe von knapp 83 kg N/ha. Die Größenordnung fällt etwas geringer aus als bei ähnlichen Analysen, die anhand von Nährstoffvergleichsdaten für teilnehmende Betriebe aus Nordrhein-Westfalen in den

[17] Der Wert von 13 kg N/ha entspricht exakt dem Ergebnis, das bei vergleichbaren Analysen für die inhaltlich fast identische Maßnahme in Nordrhein-Westfalen gefunden werden konnte (siehe Roggendorf und Schwarze 2020).

Jahren 2017 bis 2019 durchgeführt wurden (vgl. Schwenger und Roggendorf). Da der Ökolandbau in Hessen, ähnlich wie in NRW, sehr auf die Mittelgebirgsregionen konzentriert ist und in beiden Ländern von teilweise vergleichbaren Betriebsstrukturen ausgegangen werden kann (vgl. Reiter et al., 2024), erscheinen die Ergebnisse der Analysen auf Basis der Testbetriebsdaten für Hessen insgesamt plausibel. Allerdings ist zu beachten: Die Betriebe in der Stichprobe des TBN sind nicht sehr repräsentativ für die Grundgesamtheit der geförderten Betriebe in Hessen, besonders die Bewirtschaftungsfläche (LF) und der Ackerlandanteil fällt in der Stichprobe deutlich höher aus als in der Grundgesamtheit der hessischen Ökobetriebe (vgl. Roggendorf et al., 2024). Mangels alternativer Datenquellen wird der Wert von 83 kg N/ha für die Schätzung der Minderungseffekte beim N-Input in den Jahre 2017 bis 2019 im Folgenden verwendet.

Auf die ersten beiden Jahre der Förderperiode bis 2016 sind die Ergebnisse der o. a. TBN-Daten-Auswertung allerdings nicht übertragbar.[18] Wie Analysen der Nährstoffvergleichsdaten aus NRW (und auch aus Niedersachsen) zeigen, fallen vor der ersten Reform der DüV in 2017 die Unterschiede zwischen Ökolandbau und konventionellen Betrieben bezüglich der N-Düngung signifikant höher aus als in der Zeitspanne 2017 bis 2019. Daher wird auch in Hessen für die Jahre 2015/2016 pauschal und konservativ geschätzt von einer um 10 % höheren Wirkung ausgegangen, also von rund gut 90 kg N/ha.

Die Auswertungen der Testbetriebsdaten belegen hingegen für den Zeitraum ab dem Jahr 2020 den Trend des allgemein zurückgehenden Stickstoff-Inputs infolge marktbedingt sinkender Mineraldüngergaben und Tierbestände (siehe Beschreibung der Ausgangslage, Kapitel 2.1), die aber auch durch die zweite Stufe der DüV-Reform ab 2020 mitbeeinflusst sein dürften. Dieser Trend wirkt sich entsprechend auch auf die Betriebe in der Kontrollgruppe aus, sodass die Differenz zwischen den gematchten Betriebsgruppen und damit auch die Wirkung der Förderung geringer wird. Da in den TBN-Daten für die Wirtschaftsjahre 2020/2021 ff. nicht mehr alle analysierten Betriebe aus 2017 bis 2019 zu finden sind, wird nicht die berechnete Differenz als Schätzwert für die Folgejahre herangezogen, sondern die Wirkung je Hektar pauschal um 10 % reduziert. Für die Jahre 2020 bis 2022 wird daher ein Schätzwert für die Minderung des N-Inputs von 75 kg N/ha in den Berechnungen eingesetzt.

Die Verringerung der N-Düngung wurde für beide (Teil-) Maßnahmen (TM 10.1 und M 11) anhand der aus den InVeKoS-Daten bestimmten Lage der förderfähigen Flächen teilnehmender Betriebe für jede NUTS-3-Region, also für die Kreise in Hessen, berechnet. Die Verringerung der direkten Lachgasemissionen pro Kreis und Jahr wurde dann mit den o. a. regionalen Emissionsfaktoren aus dem nationalen Emissionsinventar ermittelt. Zur Berechnung des Wirkungsbeitrags wurde schließlich die Summe aus den kreisbezogenen Ergebnissen gebildet, und zwar für drei Zeitpunkte in der Förderperiode, also für die Jahre 2015, 2018 und 2021.

Die Berechnung der Verringerung **indirekter Lachgasemissionen** erfolgte für die beiden Emissionspfade Deposition des reaktiven Stickstoffs sowie Auswaschung und Oberflächenabfluss in Anlehnung an das nationale Emissionsinventar (Vos et al, 2024) über ein Tier-1-Verfahren. Das heißt, die eingesparten Lachgasmengen werden jeweils mit landesweit gültigen Emissionsfaktoren aus den eingesparten Düngermengen (s. o.) berechnet.

Indirekte N_2O-Emissionen infolge der Deposition von reaktivem Stickstoff entstehen durch die Emissionen von NH_3 und NO bei Anwendung von synthetischen Düngern, der Ausbringung jeglicher Art von Wirtschaftsdüngern inklusive Klärschlämmen sowie beim Weidegang. Indirekte N_2O-Emissionen, die im Bereich Stall/Lager und bei der Vergärung von Energiepflanzen entstehen, werden im Emissionsinventar an anderer Stelle berichtet und bei den Flächenmaßnahmen daher nicht weiter betrachtet (Vos et al., 2024). Der N_2O-N-Emissionsfaktor für die Deposition von reaktivem Stickstoff (EF N_2O-N, dep) wird im nationalen Emissionsinventar gemäß der Vorgaben des IPCC (2006) mit 0,01 kg kg-1 angesetzt. Der Emissionsfaktor ist mit dem Anteil des Stickstoffdüngers, der als NH_3-N und NO-N emittiert wird, zu multiplizieren. In Vos et al. (2024) liegt dieser Wert für Mineraldünger in Hessen im Mittel der Förderperiode bei 0,048 kg N je kg ausgebrachtem Stickstoff (0,036 für NH_3-N und 0,012

[18] Die TBN-Daten der Jahre 2015 und 2016 sind wegen fehlender Angaben zur Mineraldüngung nicht zur Auswertung geeignet.

für NO-N), für die Anwendung von Wirtschaftsdüngern bei 0,194 kg N je kg (0,182 für NH_3-N und 0,012 für NO-N). Detailliertere Erläuterungen zu den NH_3-Emissionsfaktoren sind im Unterkapitel zu Ammoniakemissionen weiter unten zu finden.

Bei der Berechnung indirekter Lachgasemissionen durch Auswaschung und Oberflächenabfluss wird seit der Submission 2024 ebenfalls ein neues Schätzverfahren eingesetzt, das auf die Modellanalysen von Eysholdt et al. (2022) aufbaut und Auswaschungsfaktoren[19] auf Ebene der Bundesländer nutzt. Außerdem sind diese Auswaschungsfaktoren, anders als in älteren Inventaren, keine Konstanten mehr, sondern variieren jährlich in Abhängigkeit von den Witterungsbedingungen. Zur Berechnung der Minderungseffekte der Flächenmaßnahmen wird im vorliegenden Bericht allerdings für Hessen vereinfachend ein mittlerer Auswaschungsfaktor der Jahre 2015 bis 2022 genutzt, der sich auf 0,10 kg N je kg in den Boden eingetragenen Stickstoff beläuft (s. IPCC, 2019). Die indirekten Lachgasemissionen durch Auswaschung und Oberflächenabfluss werden berechnet über das Produkt aus ausgewaschener Stickstoffmenge und dem N_2O-Emissionsfaktor.

Methanemissionen

Für die Vielfältigen Kulturen im Ackerbau ist nicht von einer Minderungswirkung bei den Methanemissionen auszugehen, da diese eng an die Tierhaltung gekoppelt sind. Eine Berechnung der Minderungseffekte des Ökolandbaus analog zur Vorgehensweise der THG-Berichterstattung müsste über eine Modellsimulation samt Kopplung mit einem Agrarsektormodell erfolgen (vgl. etwa Haß et al., 2024). Da diese Modelle aber noch nicht in der Lage sind, die ELER-Maßnahmen differenziert abzubilden, wurde für die Ex-post-Bewertung des EPLR eine vereinfachte Schätzung zum Einfluss der Förderung des Ökologischen Landbaus auf die Aktivitätsdaten des Klimamodells der nationalen Berichterstattung durchgeführt, also auf die Zahl gehaltener Tiere.

Dazu wurden in einem Mit-Ohne-Vergleich anhand von InVeKoS-Daten die durchschnittlichen Besatzdichten der Rinder- und Schweinebestände von Teilnehmenden am Ökologischen Landbau denen aller anderen Betriebe in Hessen gegenübergestellt. Diese Auswertung wurde mit InVeKoS-Daten aus 2015 und 2019 durchgeführt. Da für die Wirkungsanalyse keine einzelbetrieblichen Daten zu Betrieben vorlagen, die an rein mit Landesmitteln finanzierten Agrarumweltmaßnahmen des HALM teilnahmen, konnte bei der Bildung der Kontrollgruppe dieser Aspekt nicht berücksichtigt werden, z. B. um Betriebe mit Auflagen bezüglich der Besatzdichte aufgrund der HALM-Förderung auszuschließen. Tabelle 15 gibt das Ergebnis der Auswertung wieder.

Tabelle 15: Besatzdichte im Ökologischen Landbau und im konventionellen Landbau in Hessen

Jahr	Teilnahme Ökolandbau	LF	Großvieh-einheiten	Besatzdichte	
				flächengewichtet	einzelbetrieblich
		[ha]	[GVE]	[GVE/ha]	[GVE/ha]
2015	ja	83.894	51.846	0,62	0,64
	nein	717.284	405.375	0,57	0,53
2022	ja	124.955	64.773	0,52	0,51
	nein	680.783	333.528	0,49	0,71

Quelle: Eigene Berechnungen auf Grundlage von InVeKoS-Daten 2015 und 2022.

Es zeigt sich, dass anders als z. B. in Niedersachsen, in hessischen Ökobetrieben nicht weniger Tiere (in GVE) pro Hektar landwirtschaftlicher Nutzfläche gehalten werden als im konventionellen Landbau. Das flächengewichtete

[19] Auswaschungsfaktor wird hier synonym benutzt für alle Austragspfade, also für Auswaschung und Oberflächenabfluss.

Mittel der Besatzdichte pro Hektar liegt im Ökolandbau am Anfang und am Ende der Förderperiode leicht über dem des Durchschnitts aller Betriebe. Allerdings zeigen die Ergebnisse zwei weitere Tendenzen. Zum einen ist in der Tabelle zu erkennen, dass – wie im Kapitel 2.1.1 beschrieben – insgesamt im Land die Tierzahlen und damit auch die Methanemissionen im Laufe der zurückliegenden Förderperiode leicht gesunken sind. Zum anderen weist der deutliche Anstieg der mittleren Besatzdichte pro Betrieb im konventionellen Landbau zwischen 2015 und 2022 auf eine zunehmende Konzentration in der Tierhaltung hin. Diese ist aber für den Klimaschutz nicht von Bedeutung. Beim Ökolandbau sinkt hingegen auch die einzelbetriebliche Besatzdichte.

Aufgrund dieser Ergebnisse wurde auf den zweiten Schritt, die Berechnung der Minderungseffekte ausgehend von der ermittelten Differenz der Tierbestandszahlen je Hektar beider Gruppen über die Methanemissionsrate des nationalen Emissionsinventars (Vos et al., 2024), verzichtet. Eine Verringerung der tierhaltungsbezogenen Methanemissionen (Verdauung) durch die Förderung des Ökolandbaus in Hessen ist nicht gegeben.

Ammoniakemissionen

Die für die VK und den Ökolandbau oben beschriebene Einsparung bei der N-Düngung hat eine Einsparung von Ammoniakemissionen zur Folge. Die Ammoniakemissionen fallen bei der Ausbringung von Stickstoff in Form von Mineraldünger und Wirtschaftsdünger unterschiedlich hoch aus. Beim Anbau vielfältiger Kulturen wird angenommen, dass die Düngereinsparung komplett bei den Mineraldüngergaben erfolgt, da die o. a. Vergleichsgruppen u. a. über den Anfall des organischen Stickstoffs bestimmt wurden. Beim Ökologischen Landbau wurde der Anteil des Mineraldüngers an der eingesparten Stickstoffdüngermenge in der konventionellen Vergleichsgruppe über zwei unterschiedliche Matchingansätze geschätzt, bei denen die Kontrollgruppe einmal mit und einmal ohne Anfall organischer Dünger bestimmt wurde und dann die beiden Ergebniswerte ins Verhältnis gesetzt wurden.

Die Höhe der Emissionen ist bei den Mineraldüngern wiederum abhängig von der Art des ausgebrachten Düngers. Die meisten NH_3-Emissionen entstehen bei harnstoffhaltigen Düngern, deren Ausbringung durch die Reform der DüV seit 2020 Restriktionen unterworfen und daher seitdem stark rückläufig ist. In der nationalen THG-Berichterstattung werden Emissionsfaktoren für die NH_3-Emissionen bei Mineraldüngergaben nach sechs Mineraldüngerkategorien unterschieden. Da nicht bekannt ist, welche Art von Mineraldünger bei der Teilnahme an den Maßnahmen eingespart wurde, werden für die Schätzungen im vorliegenden Bericht Pauschalwerte herangezogen. Laut Auswertung der Daten der nationalen Berichterstattung (Vos et al. 2024) liegt dieser Wert für Mineraldünger in Hessen zu den drei Berechnungszeitpunkten bei 0,056 kg N je kg in 2015, 0,051 kg N je kg in 2018 und nur noch bei 0,021 kg N je ausgebrachtem Kilogramm Stickstoff in 2021 wegen des erwähnten Rückgangs bei der Harnstoffdüngung.

Auch für die unterschiedlichen Wirtschaftsdüngerarten und in Abhängigkeit von den Ausbringungsverfahren fallen die bei der Ausbringung entstehenden Ammoniakemissionen unterschiedlich hoch aus. Zur überschlägigen Schätzung wird für den Anteil der Düngereinsparung, der auf eine Verringerung der Wirtschaftsdüngergaben zurückzuführen ist (25 %), mit einem Pauschalwert für die ganze Förderperiode gerechnet. Laut Vos et al. (2024) liegt dieser Wert in Hessen für Wirtschaftsdünger bei 0,182 kg N je kg ausgebrachtem Stickstoff.

5.1.2.4 Wirkungen

Lachgasemissionen

Der Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau sowie der Ökologische Landbau tragen zur Verringerung der Lachgasemissionen in Hessen bei, allerdings in sehr unterschiedlichem Umfang. Der Minderungseffekt der Maßnahmen ist – wie im vorherigen Kapitel dargestellt – auf die nachweisbare Verringerung des Stickstoffeinsatzes zurückzuführen. Bei den VK wurde die Minderungswirkung nur für Betriebe berechnet, die nicht gleichzeitig am Ökolandbau teilnehmen. Die Minderung der Lachgasemissionen wurde, wie oben

dargestellt, aus einem maßnahmenspezifischen N-Minderungsfaktor und der Wirkfläche der Maßnahmen in den Landkreisen anhand der regionalisierten Emissionsfaktoren der Treibhausgasberichterstattung berechnet. In Tabelle 16 sind für beide Maßnahmen die mittleren Schätzwerte für die Verringerung der aufsummierten direkten und indirekten Lachgasemissionen zu drei Zeitpunkten in der Förderperiode aufgelistet.

Tabelle 16: Minderung der Lachgasemissionen durch Anbau vielfältiger Kulturen und Ökolandbau

Relevante Maßnahmen in Hessen ohne programmiertes Klimaschutzziel		Minderung von Lachgasemissionen (direkte und indirekte Emissionen)				Anteil an Mittelwert	Mitnahme
		in t N_2O pro Jahr				%	
Code	Maßnahmenbezeichnung	2015	2018	2021	Mittelwert		
TM 10.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau (ohne TN Ökolandbau)	2,49	2,15	8,13	4,26	5,1	-
M 11	Ökologischer Landbau	72,22	81,61	82,21	78,68	94,9	-
Minderung Lachgas insgesamt		**74,71**	**83,76**	**90,34**	**82,93**		
Umrechnung in CO_2-Äquivalente (in kt CO2-Äq pro Jahr)		**22,26**	**24,96**	**26,92**	**24,71**		

n.q. = Mitnahmen wahrscheinlich, nicht quantifizierbar, netto = Ergebnis nach Abzug von Mitnahmen

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die wirksamen Flächenmaßnahmen des EPLR erreichen zusammen eine Verringerung der Lachgasemissionen von im Mittel rund 83 Tonnen N_2O pro Jahr, das entspricht knapp 25 kt CO_2-Äq. Bei beiden Maßnahmen stieg der Wirkungsbeitrag durch Zuwachs der wirksamen Fläche im Lauf der Förderperiode an. Insgesamt wuchs der Minderungseffekt zwischen 2015 und 2021 um 15,64 Tonnen N_2O und damit um knapp 21 % an. Entsprechend stieg die Minderung der Lachgasemissionen im Verhältnis zu den gesamten Lachgasemissionen aus Böden im Programmgebiet in der Förderperiode von 4,5 % im Jahr 2015 auf 6,9 % im Jahr 2021 an. Die Maßnahmen haben also zu dem Trend insgesamt fallender Lachgasemissionen während der Förderperiode (siehe Kapitel 2.1.1) in ansteigendem Umfang beigetragen.

Fast 95 % der Minderungswirkung wurde allein durch den Ökologischen Landbau im Vergleich zur Referenz ohne Förderung erzielt. Zudem fiel der nachweisbare Einspareffekt pro Hektar Förderfläche beim Ökolandbau deutlich höher aus (s. o). Der Flächenzuwachs beim Ökolandbau kompensierte im Ergebnis den im Laufe der Förderperiode zurückgehenden Minderungseffekt beim Stickstoffinput pro Hektar Förderfläche. Wie in Kapitel 5.1.4.3 dargelegt, nimmt die Wirkung der Maßnahme pro Hektar Förderfläche im Vergleich zur Referenz ohne Förderung infolge der Änderungen in der Düngeverordnung geringfügig ab.

Anzumerken ist, dass der Ökologische Landbau auch schon vor Beginn der Förderperiode eine ähnliche Wirkung pro Hektar erzielt haben dürfte. Ein quantitativer Vergleich ist zwar nicht möglich, da die Wirkungsabschätzung in der Ex-post-Bewertung 2016 (Sander et al., 2016) auf anderen Daten und Methoden beruhte. Beachtet man aber, dass gegen Ende der Förderperiode 2007 bis 2013 der Ökolandbau nur rund 3.000 ha weniger Förderfläche aufwies als 2015, lag die Minderungswirkung vermutlich nur geringfügig unter der zu Beginn der Förderperiode. In der Nettobetrachtung sind nach grober Schätzung über Extrapolation also lediglich knapp 4 kt CO_2-Äq durch die Neueinsteiger in den Ökolandbau im Laufe der Förderperiode 2014 bis 2022 hinzu gekommen.

Der Anteil der Vielfältigen Kulturen im Ackerbau an der Gesamtwirkung nahm mit dem starken Anstieg der Förderfläche nach der erneuten Öffnung der Maßnahme für die Neubeantragung im Jahr 2019 deutlich zu, vor allem, weil der als wirksam angenommene Flächenanteil konventionell wirtschaftender Betriebe danach anstieg. Bei der Wirkung der Vielfältigen Kulturen ist zu beachten, dass diese nicht von Dauer ist, sondern gesichert nur für die Dauer der Verpflichtung angenommen werden kann. Wie sich in vertiefenden Analysen der teilnehmenden Betriebe bei Roggendorf et al. (2024) gezeigt hat, entspricht das Anbauspektrum sehr vieler Betriebe nach Ausstieg aus der Förderung fast wieder dem vor Einstieg in die VK-Förderung.

Methanemissionen

Durch die beiden Fördermaßnahmen wird keine Verringerung der tierhaltungsbezogenen Methanemissionen (Verdauung) bewirkt. Nähere Begründungen dazu finden sich in Kapitel 5.1.2.3.

Ammoniakemissionen

Durch den Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau und durch den Ökolandbau entsteht eine Minderung von NH_3-Emissionen infolge der Einsparung von Stickstoffdüngern (s. o.). Umgerechnet über die Wirkungsfläche der ausgewerteten Förderjahre und die mittleren Minderungsfaktoren ergibt sich daraus eine jährliche Verringerung der Ammoniakemissionen zwischen 658 t NH_3 im Jahr 2015 und im Maximum 709 t NH_3 im Jahr 2018, im Mittel von 654 t NH_3/a. Gegen Ende der Förderperiode ging der Minderungseffekt beim Ökolandbau spürbar zurück, was zum einen auf die o. a. Düngereinsparungen auch bei nichtteilnehmenden Betrieben zurückzuführen ist. Vor allem liegt dies aber daran, dass gegen Ende der Förderperiode weniger harnstoffhaltige Dünger eingesetzt wurden und emissionsarme Ausbringungstechnik eine größere Verbreitung gefunden hatte. Beides wirkte sich auf die NH_3-Emissionsfaktoren im Zeitverlauf aus. Die Wirkung pro Hektar Förderfläche verringert sich bei den Ammoniakemissionen, wie oben gezeigt, gegen Ende der Förderperiode deutlich.

Die Schätzergebnisse der durch Teilnahme an VK und Ökolandbau eingesparten N-Düngermengen und die sich daraus ergebende Verringerung der Ammoniakemissionen sind in Tabelle 17 dargestellt. Die Anteile der beiden Maßnahmen an der Gesamtwirkung sind ähnlich derjenigen bei den o. a. N_2O-Emissionen. Weitere methodische Ausführungen zu den beeinflussenden Faktoren finden sich im Kapitel 5.1.4.3.

Tabelle 17: Einsparung von N-Dünger durch VK und Ökolandbau und resultierende Verringerung der Ammoniakemissionen

Relevante Maßnahmen in Hessen		Verringerung der NH_3-Emissionen			Anteil an Gesamt	Verringerung N-Düngung (im Mittel)
		in t NH_3 pro Jahr			%	t N pro Jahr
Kürzel	Maßnahmenbezeichnung	2015	2018	2021	2018	2015-2022
VK	Vielfältige Kulturen im Ackerbau	14,0	11,1	23,5	1,6	443
OEK	Ökologischer Landbau	644,3	698,2	569,7	98,4	7.800
Minderung	**Ammoniakemissionen insgesamt**	**658**	**709**	**593**		**8.243**

Quelle: Eigene Berechnungen.

Die Minderung der Ammoniakemissionen durch Düngereinsparungen bei VK und Ökolandbau haben im Laufe der Förderperiode in immer größerem Umfang zu dem insgesamt im Programmgebiet und Zeitraum fallenden Emissionen beigetragen. Bezogen auf die gesamten NH_3-Emissionen aus Böden in Hessen nach Vos et al. (2024), die mit in Abbildung 3 dargestellt sind, wurde in 2015 ein Minderungsanteil von 8,1 % und in 2021 ein Anteil von 12,6 % erzielt. Betrachtet man nur die Ammoniakemissionen infolge der Mineraldüngung, so lag der Reduktionseffekt der Maßnahmen in 2015 bei 11 %, bis 2021 stieg er dann sogar auf beachtliche 23,8 %.

CO_2-Emissionen

Von den in Tabelle 17 aufgeführten 8,24 kt eingespartem Dünger-N pro Jahr entstammen nach den Schätzungen für die Ex-post-Bewertung rund 6,3 kt oder rund zwei Drittel Mineraldüngergaben. Rechnet man diese anhand des im Kapitel 4 angegebenen Pauschalwerts um, wurden durch VK und Ökolandbau zusätzlich rund 40,8 kt CO_2-Äq pro Jahr eingespart, die bei der Herstellung der Dünger anfallen würden. Wie in Kapitel 4 erläutert, können diese CO_2-Emissionen laut der Definition der EU-KOM nicht beim Wirkungsindikator I.07 angerechnet

werden, sondern sind als zusätzlicher Indikator anzuführen. Sollten die Dünger in Deutschland hergestellt sein, würde diese Einsparung in der nationalen Berichterstattung beim Industriesektor verbucht.

5.2 Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken

Bei den Wirkungsanalysen für das Handlungsfeld Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken müssten zunächst – wie in Kapitel 4 ausgeführt – Maßnahmen mit einem Ziel im SPB 5E behandelt werden. In diesem Schwerpunktbereich wurde mit TM 16.5 „Kooperationen zur Klimaanpassung“ nur eine Teilmaßnahme mit sekundärem Ziel programmiert. In der TM 16.5 wurden jedoch keine Vorhaben beantragt. Gemäß Vereinbarung im Feinkonzept zum Bewertungsplan sind daher weitere Untersuchungsschritte entfallen.

Wie in Tabelle 1 im Kapitel 3 dargestellt, sind im Hinblick auf den Beitrag des Programms zur Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken weitere Maßnahmen zu betrachten, die aufgrund potenzieller Nebenwirkungen für das Handlungsfeld als relevant eingestuft wurden. Von diesen werden in den folgenden Kapiteln die drei (Teil-) Maßnahmen TM 4.3 Flurbereinigung, TM 10.1 Vielfältige Kulturen im Ackerbau und M 11 Ökologischer Landbau auf Grundlage einer quantifizierten Wirkungseinschätzung bewertet. Für den im Folgenden zuerst behandelten forstlichen Wegebau (VA 4.3_1) war eine Quantifizierung der Wirkung nicht möglich, ebenfalls nicht für TM 8.5 Bodenschutzkalkung im Forst. Eine qualitative Wirkungseinschätzung des EIP-Agri (TM 16.1) und von LEADER (M19 LEADER) erfolgt in Kapitel 5.5 handlungsfeldübergreifend.

5.2.1 Forstlicher Wegebau (VA 4.3-1)

Wirkungspfad laut Programm

Mit dem Forstlichen Wegebau (VA 4.3-1) wird die Grundinstandsetzung sowie der Ausbau/die Zweitbefestigung und in Einzelfällen auch der Neubau von Wegen im Wald gefördert, inklusive zugehöriger Anlagen (z. B. Brücken). Die Maßnahme dient damit vorrangig der Verbesserung bzw. Erhaltung der Produktionsbedingungen der Forstbetriebe. Durch die Verbesserung der forstlichen Infrastruktur soll auch die weitere Umsetzung des Waldumbaus gesichert werden. Der forstliche Wegebau ist zwar nicht explizit auf die Zielstellung des SPB 5E ausgerichtet, gleichwohl sind entsprechende Auswirkungen auf diese Ziele aufgrund der Unterstützung der Holzgewinnung und deren stoffliche Nutzung im Rahmen der Bioökonomie zu erwarten (s. o.). Die Holznutzung wird innerhalb des LULUCF-Sektors als Kohlenstoffsenke angerechnet.

Output und Zielerreichung

Da die Förderung des forstlichen Wegebaus ein Ziel im SPB 5C hat, wird im Kapitel zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien näher auf die Inanspruchnahme und die Zielerreichung des Förderangebotes eingegangen (Unterkapitel 5.4.1).

Daten und Methoden zur Wirkungsanalyse

Siehe Unterkapitel 5.4.1.

Wirkungen

Lange Zeit galt der Wald als Kohlenstoffsenke. Die vierte Bundeswaldinventur 2022 ergab, dass die Wälder in Deutschland nicht wie erwartet zur Speicherung von Kohlenstoff und somit zur Senkung des klimaschädlichen Treibhausgases CO_2 beitragen. Wie in Kapitel 2.2.1 aufgezeigt, ist der Wald in den letzten Jahren zur Kohlenstoffquelle geworden. Der Abgang durch Stürme und Dürre sowie Käferbefall ist größer als der Zuwachs

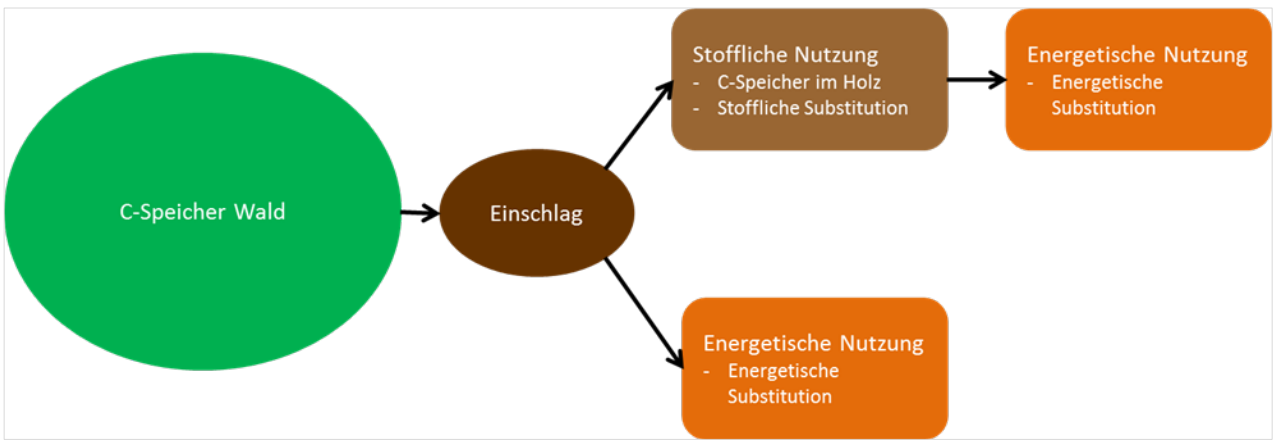
an lebender Biomasse. Seit 2017 hat sich der Kohlenstoffvorrat im Wald um 41,5 Millionen Tonnen verringert (BMEL und Thünen-Institut für Waldökosysteme, 2024).

Die Waldzustandsaufnahmen im Jahre 2021 zeigten für Hessen, dass sich der Wald seit 2019 anhaltend in einem schlechten Vitalitätszustand befindet. Der schlechte Vitalitätszustand führt zu einem höheren Schadniveau und einer starken Destabilisierung der hessischen Wälder (HMUKLV, 2021b). In den Jahren von 2019 bis 2023 verschlechterte sich die Gesundheit der hessischen Wälder deutlich (NW-FVA und HMUKLV, 2023).

Obwohl der forstliche Wegebau im Rahmen des EPLR Hessen keine spezifische Zielsetzung im SPB 5E hat, sind aufgrund der induzierten Förderung der Holzverwendung dennoch positive Wirkungen zu erwarten. Die Holzverwendung hat unterschiedliche klimarelevante Auswirkungen. Durch die stoffliche Nutzung von Holz wird die Kohlenstoffspeicherung im Wald über die Speicherung in Holzprodukten verlängert und es kommt zur sogenannten Materialsubstitution (Rüter, 2009, 2015). Das bedeutet, dass Nicht-Holzprodukte (z. B. Beton, Aluminium, Kunststoff) durch Holz ersetzt werden. Laut Knauf und Frühwald (2013) bezieht sich die Materialsubstitution auf den „Unterschied im Energieaufwand zur Herstellung von Produkten aus einem Material A [...] [z. B. Beton, Aluminium, Kunststoff] im Vergleich zu einem Produkt gleicher Leistung aus Material B (z. B. Holz)“. Da Holzprodukte in der Regel weniger Primärenergie für ihre Herstellung benötigen als Nicht-Holzprodukte, sind auch die CO_2-Emissionen geringer. Neben der stofflichen Nutzung spielt auch die energetische Nutzung von Holz eine wichtige Rolle, insbesondere im Hinblick auf die Substitution fossiler Energieträger (siehe Kapitel 5.4.1). Eine noch höhere Klimawirkung kann durch eine Kaskadennutzung erreicht werden, bei der sich an die stoffliche Nutzung des Holzes in Holzprodukten die energetische Nutzung des Produkts anschließt.

Abbildung 8 stellt die möglichen Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung schematisch dar. Es ist zu beachten, dass Nadelrohholz zu einem höheren Anteil stofflich genutzt wird, während Laubrohholz derzeit überwiegend energetisch genutzt wird (Jochem et al., 2015). Basierend auf der aktuellen Verwendungsstruktur von Rohholz laut Thünen-Institut für Waldwirtschaft (2025) ist daher die potenzielle Klimaschutzleistung von Nadelrohholz höher als die von Laubholz (Franz, 2019).

Abbildung 8: Mögliche Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung



Systemgrenzen:
- Betrachtung nur Wald: jede Holzernte impliziert eine Emission.
- Betrachtung zusätzlich C-Speicher in Holzprodukten: Emission findet erst bei Verlassen des C-Speichers im Holz statt.
- Betrachtung zusätzlich die Wirkungen auf andere Wirtschaftsektoren: Substitutionserwägungen kommen mit hinzu.

Quelle: Franz (2019).

Der Einfluss des forstlichen Wegebaus auf den Klimaschutz über den Umweg der Holzverwendung ist wesentlich indirekter und daher schwerer zu quantifizieren als die energetische Verwertung, weil der Substitutionseffekt stark durch die Art der stofflichen Verwendung beeinflusst wird. Auf eine quantitative Aussage zur Einsparung von Emissionen durch die auftretenden Substitutionseffekte infolge des induzierten Mehreinschlags wird hier

also verzichtet. Auch wenn allgemein anerkannt ist, dass die Materialsubstitution von Holzprodukten im Vergleich zu Nichtholzmaterialien wie Beton oder Kunststoff einen signifikanten Beitrag zur Reduktion von CO_2-Emissionen leisten kann, sollte beachtet werden, dass dieser Effekt oft erst langfristig zum Tragen kommt. Die tatsächliche Klimawirkung hängt im Einzelfall stark von der Nutzung und dem Lebenszyklus der Holzprodukte ab, da Substitutionseffekte z. T. erst nach mehrjähriger bis jahrzehntelanger Nutzung und anschließendem Recycling oder anschließender energetischen Verwertung sichtbar werden. Eine kurzfristige Betrachtung könnte diesen Effekt daher überbewerten und die unmittelbare Klimabilanz zu optimistisch darstellen.

Es bleibt abschließend festzustellen, dass durch die Förderung des forstlichen Wegebaus – wie in Kapitel 5.4.1 dargestellt – ein Mehreinschlag bei neu gebauten Wegen von ca. 3.500 Festmetern in den nächsten zehn Jahren zu erwarten ist (nach Abzug von vollständigen Mitnahmen rund 3.050 Festmeter), von dem – legt man die derzeitigen Verwendungsstruktur auf Bundesebene zugrunde – rund 2.450 Festmeter (netto rund 2.130 Festmeter) in die stoffliche Verwendung überführt und als nicht-quantifizierbarer Beitrag zur Verbesserung der Kohlenstoffspeicher im Sektor LULUCF angerechnet werden können.

5.2.2 Flurbereinigung (VA 4.3-2)

Das Instrument der Flurbereinigung (VA 4.3-2) dient prioritär der Verbesserung der Bewirtschaftungsbedingungen in der Landwirtschaft (SPB 2A). Die Neuordnung des ländlichen Grundbesitzes und die Gestaltung des ländlichen Raums zur Verbesserung der Agrarstruktur in Verfahren nach dem Flurbereinigungsgesetz und dem Landwirtschaftsanpassungsgesetz schließt aber ausdrücklich auch Maßnahmen zur Sicherung eines nachhaltig leistungsfähigen Naturhaushalts mit ein. Daher werden über die Flächenbereitstellung für andere Nutzende auch Wirkungen in verschiedenen umweltrelevanten Schwerpunktbereichen erreicht sowie nach Wegen gesucht, die vielfältigen, oftmals konkurrierenden Nutzungsansprüche an die Flächen im ländlichen Raum zu lösen.

Für die Maßnahme war ein Budget von rund 6,2 Mio. Euro im Finanzplan des EPLR vorgesehen. Zur Verlängerung der Förderperiode wurden die indikativen Mittel auf 24,8 Mio. Euro erhöht, zum Abschluss sogar auf 25,1 Mio. Euro. Laut EU-Monitoring wurden davon bis Ende 2024 22,16 Mio. verausgabt (vgl. Tabelle 2). Laut der im Rahmen der Maßnahmenevaluierung zur Verfügung stehenden Daten entfallen davon gut 4,9 Mio. Euro auf rein nationale Mittel, die neben der Kofinanzierung der EU-Mittel von Bund und Land verausgabt wurden.

Zur Abschätzung der Wirkungen kann auf Ergebnisse von Befragungen der Verfahrensbearbeiter in der Flurbereinigungsverwaltung sowie auf ergänzende Fallstudien zurückgegriffen werden, die in den vergangenen Förderperioden durchgeführt wurden (Bathke und Tietz, 2016). Aufgrund der generell langen Zeitdauer der Flurbereinigungsverfahren war eine Übertragung der Ergebnisse hier zulässig, zumal die Befragungen für zahlreiche Verfahrensgebiete durchgeführt wurden, die auch in der Förderperiode 2014 bis 2022 noch aktiv waren und in denen ELER-Mittel eingesetzt wurden.

Positive Wirkungen aus Sicht des Klimaschutzes entstehen dann, wenn in den Flurbereinigungsgebieten eine Anreicherung der Landschaft sowohl mit linienhaften Biotopstrukturen als auch mit nicht oder nur extensiv genutzten Landschaftsbestandteilen erfolgt. Als Anreicherung mit positiver Wirkung sind nur die tatsächlichen Netto-Effekte anzurechnen, die über die erforderlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen hinausgehen. Im Mittel über eine Stichprobe von 26 Verfahrensgebieten wurden netto (d. h. über die Kompensationsmaßnahmen nach Eingriffsregelung hinaus) 0,05 km linienhafte Gehölzstrukturen und 0,3 ha flächenhafte Biotopstrukturen pro Verfahrensgebiet etabliert (Bathke und Tietz, 2016). Führt man dazu – ausgehend von der genannten Stichprobe – eine Hochrechnung über die 82 Verfahrensgebiete durch, in denen in der aktuellen Förderperiode 2014 bis Ende 2023 EU-Mittel verausgabt wurden (Bathke, 2026), ergeben sich Werte von 24,6 ha für flächenhafte Biotopstrukturen und 4,1 km für linienhafte Biotopstrukturen ergeben. Diese Werte werden allerdings aufgrund der langen Dauer der Verfahren auf zwei Förderperioden aufgeteilt.

Nach Drexler et al. (2021) sowie Drexler (2023) können die Neuanlage von Hecken und Feldgehölze über einen Zeitraum von zwanzig Jahren rund 25 Tonnen CO_2 pro Hektar jährlich binden. Überträgt man diesen Wert auf die geschätzten Flächenangaben für die Neuanlage von Biotopstrukturen, ergibt sich als Wirkung der Flurbereinigung eine potenzielle jährliche Kohlenstoffbindung umgerechnet in CO_2-Äquivalente in Höhe von gut 123 t CO_2-Äq pro Jahr. Die Ergebnisse im Einzelnen:

- Erfahrungen aus Niedersachsen folgend wird angenommen, dass von den ca. 12,3 ha flächenhafter Biotopstrukturen rund 30 % auf Gehölzstrukturen entfallen (ca. 3,7 ha). Hochgerechnet mit den Werten von Drexler (2023) ergibt sich eine Kohlenstoffbindung von gut 92 t CO_2-Äq pro Jahr.
- Bei den 2,05 km linienhaften Gehölzen und einer angenommenen, mittleren Breite von drei Metern (= 1,23 ha) ergibt sich eine Kohlenstoffbindung in den ersten 20 Jahren von 30,75 t CO_2-Äq pro Jahr.

Auch wenn nicht davon ausgegangen werden kann, dass die Neuanpflanzungen nur auf zuvor landwirtschaftlich genutzten Flächen durchgeführt wurden, wird die Bindungswirkung dem Wirkungsindikator I.07 zugerechnet.

5.2.3 Bodenschutzkalkung (TM 8.5)

Wirkungspfad

Die Bodenschutzkalkung (TM 8.5) wurde gemäß der NRR zur Erhaltung bzw. zur Wiederherstellung der Filter-, Puffer- und Speicherfunktion der Waldböden und damit zur Sicherung der Stabilität des Waldes angeboten. Gefördert wurden Bodenschutzkalkungen, wenn dadurch eine strukturelle Verbesserung der Bodenstreu, des Bodens oder des Nährstoffhaushalts erzielt wird und damit eine Verbesserung der Widerstandskraft der Bestände erwartet werden kann. Das Primärziel der Förderung in Hessen war der SPB 4C, also der Verhinderung der Bodenerosion und Verbesserung der Bodenbewirtschaftung. Zudem hatte Hessen der Maßnahme sekundäre Ziele in den SPB 4A und 4B zugewiesen. Nach der NRR in der Förderperiode 2014 bis 2022 soll die Maßnahme vor allem zur Förderung der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Forstwirtschaft gemäß SPB E der Priorität 5 beitragen.

Gefördert wurden die Bodenschutzkalkungen mit bis zu 3 t Kalk/ha inklusive der zugehörigen Kalkanalyse. Eine gutachtliche Stellungnahme der Zweckmäßigkeit und Unbedenklichkeit ist Voraussetzung für die Förderung, liegen aber der Evaluierung nicht vor.

Die Notwendigkeit und Zweckmäßigkeit der Waldkalkung erfolgt auf der Grundlage wissenschaftlicher Untersuchungen und Befunde der Nordwestdeutschen Forstlichen Versuchsanstalt Die als kalkungswürdig eingestuften Waldflächen werden in einem Kataster der forstlichen Fachverwaltung des Landes Hessen geführt. Die Voraussetzung für die Förderung der Bodenschutzkalkung im Einzelfall war eine gutachterliche Stellungnahme, die die Zweckmäßigkeit (standörtliche Voraussetzungen) und Unbedenklichkeit (Berücksichtigung von Ausschlussflächen) der geplanten Kalkungsmaßnahme belegt.

Output

Insgesamt wurden in den Jahren 2015 bis 2022 rund 22.000 ha Waldfläche analysiert und gekalkt (laut Angaben in den Daten des EU Monitorings 2024 22.918 ha), davon tatsächlich gekalkt wurden 15.327 ha (HMUKLV, 2025). Für die Programmlaufzeit war ursprünglich für die Bodenschutzkalkungen eine zu erreichende Fläche von 70.000 ha und 400 Vorhaben angestrebt (vgl. Tabelle 18). Dieses Ziel wurde, trotz der zweijährigen Verlängerung der Förderperiode, auf 21.000 ha und 130 Vorhaben deutlich nach unten korrigiert (durch restriktivere Zuwendungsvoraussetzungen, wie Ausschluss- und Pufferflächen). Gemessen an den ursprünglichen Zielen wurden nur 31 % der geplanten Fläche analysiert und gekalkt (rund 22 % der Fläche wurde gekalkt).

Tabelle 18: Ist- und Soll-Output der Bodenschutzkalkung (TM 8.5) 2015 bis 2022

Output- IST 2015–2022		Output- SOLL 2015–2020*		Output- SOLL 2015–2022**		IST-SOLL-Vergleich 2015–2022	
Förderfläche	Anzahl Vorhaben	Förderfläche	Anzahl Vorhaben	Förderfläche	Anzahl Vorhaben	Förderfläche	Anzahl Vorhaben
[ha]	[n]	[ha]	[n]	[ha]	[n]	[%]	[%]
15.327	54	70.000	400	21.000	130	73	42

*Programmversion 1.5 (2015)

**Programmversion 7.1 (2021)

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage des EPLR Hessen Version 1-5 (HMUKLV, 2015) und Version 7.1 (HMUKLV, 2021a) sowie maßnahmenbezogener der Förderdaten (HMUKLV, 2023).

Die in Tabelle 18 dargestellten Prozentwerte des Ist-Soll-Vergleichs beziehen sich aber auf die angepassten SOLL-Ziele aus dem EPLR Version 7.1. Verglichen mit den Zielen nach der Programmanpassung 2021 gab es eine Zielerreichung durch die tatsächliche gekalkte Fläche von 73 %, bei der Zahl der Vorhaben von 42 %.

Daten und Methoden zur Wirkungsanalyse

Bei den Auswirkungen der Bodenschutzkalkung auf das Klima sind zwei Wirkungspfade zu betrachten. Zum einen trägt eine standörtlich differenzierte Bodenschutzkalkung über die Verbesserung der Ernährungssituation der Waldbestände zu einer höheren Stabilität der Wälder und des dort gebundenen Kohlenstoffs bei und wird deshalb als eine Maßnahme zur Anpassung der Wälder an den Klimawandel empfohlen (Eichhorn et al., 2016). Eine Bewertung dieser Wirkung kann hier nur literaturbasiert qualitativ erfolgen, da standort- und bestandsbedingt im Einzelfall zu viele verschiedene Einflussfaktoren eine Rolle spielen, sodass quantitative landesweite Schätzung nicht möglich ist.

Zum anderen wird durch die Bodenschutzkalkung Kohlenstoff freigesetzt, der im Rahmen des nationalen THG-Inventars berichtet wird. Die Methodik zur Berechnung der CO_2-Emissionen ist ebenfalls in Vos et al. (2024) beschrieben. Als Aktivitätsdaten zur Berechnung gehen die oben angegebenen Kalkungsfläche von 15.327 ha ein. Des Weiteren wird von einer Ausbringungsmenge Kalk von i. d. R. 3 t/ha ausgegangen. Die Kohlenstoffemission wird durch einfache Multiplikation der Bodenschutzkalkungsfläche mit der Ausbringungsmenge und dem Emissionsfaktor für Kalkung mit Dolomit (nach IPCC (2006) = 0,13 kg CO_2-C pro kg $CaMg(CO_3)_2$) berechnet.

Wirkungen

Gründe für den schlechten Vitalitätszustand des hessischen Waldes liegen in hohen anthropogenen Nährstoffeinträgen sowie in den Dürreperioden und deren Folgeschäden der vergangenen Jahre. Stickstoffemissionen (v. a. aus Verkehr und Landwirtschaft) konnten in der Vergangenheit durch verschiedene Maßnahmen reduziert werden. Auf den meisten Flächen des hessischen Waldschadensmonitorings überschreitet der Stickstoffeintrag im Mittel der vergangenen zehn Jahre aber trotzdem den Bedarf der Wälder für das Baumwachstum. Auch der Gesamtsäureeintrag überschreitet die nachhaltige Säurepufferkapazität, besonders von nährstoffarmen Waldstandorten (HMUKLV, 2018b). Einträge von Säuren und Stickstoff erfolgen in der Regel mit dem Regen. Diese regenbedingten Einträge sind die wesentliche Ursache von Bodenversauerung. In den vergangenen Jahrzehnten führte dies durchschnittlich zu einer Erhöhung der Säurestärke in nicht-kalkhaltigen Böden um den Faktor 100 bis 200 (Wilpert et al., 2020).

Durch Bodenschutzkalkung wird der Säureeintrag in den Boden abgepuffert, Nährstoffe wie Calcium und Magnesium werden verfügbarer. Die Mikrobenaktivität steigt, wodurch Humus schneller abgebaut wird. Dies kann kurzfristig zu mehr CO_2-Emissionen führen, die in der THG-Berichterstattung berichtet werden (ein Effekt, der häufig auch mehrere Jahre nach der Kalkung anhält). Der CO_2-Saldo in den ersten Jahren ist deshalb negativ, da mehr CO_2 freigesetzt als gespeichert wird (Puhlmann et al., 2021; van Straaten et al., 2023). Bäume profitieren

jedoch von den besseren Bodenbedingungen, wie weniger Stress durch bessere Durchwurzelung und ein stabileres Wachstum. Gesündere Bäume können eine längere Lebensdauer haben und binden langfristig also mehr Kohlenstoff. Diesen positiven Effekt langfristig genau zu quantifizieren ist allerdings – wie oben erwähnt – schwierig, und vom Standort abhängig. Des Weiteren sind viele andere Faktoren (z. B. Klima, Stürme, Trockenheit etc.) an der CO_2-Bilanz von Wäldern beteiligt (Puhlmann et al. 2021).

Für den Berichtszeitraum ergibt sich entsprechend der o. a. Berechnung nach Vos et al. (2024) eine Kohlenstoffemission von ca. 5.520 t, von denen pro Förderjahr also im Mittel der Förderperiode rund 690 t in der nationalen THG-Berichterstattung verbucht werden. Insgesamt wird aber davon ausgegangen, dass diese Emissionen durch die wachstumsstabilisierende Wirkung der Kalkung und der damit verbundenen Sicherung der Kohlenstoffbindung mindestens wieder ausgeglichen werden, wenn man als Referenz ungekalkte Flächen heranzieht, die gerade in der Förderperiode erhebliche Verluste im Kohlenstoffspeicher durch abgehende Bestände zu verzeichnen hatten. Die Teilmaßnahme 8.5 hat damit mindestens zur Erhaltung der Kohlenstoffspeicherung im Sinne des SPB 5E beigetragen.

5.2.4 Vielfältige Kulturen im Ackerbau und Ökologischer Landbau

Wirkungspfade

Auch bezüglich des Handlungsfeldes Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken sind AUKM und Ökolandbau potenziell wirksame Maßnahmen. Zwar wurden für diese Teilmaßnahmen keine entsprechenden Ziele im EPLR benannt, aber in der Interventionslogik des EPLER Hessen werden dennoch von beiden (Teil-) Maßnahmen positive Wirkungen in Bezug auf die Erreichung der Ziele des SPB 5E erwartet. Insbesondere die Unterstützung zur Einführung und Beibehaltung des Ökologischen Landbaus wirkt sich – so die Aussagen im EPLR – auch im Hinblick auf EU-Klimaschutzziele mittels CO_2-Bindung positiv aus. „In der ökologischen Bodenbewirtschaftung wird eine Erhöhung der Bodenfruchtbarkeit und der Aufbau von Humus angestrebt – mit positiven Auswirkungen für den Klimaschutz. Denn je höher der Humusgehalt im Boden, desto mehr CO_2 kann dort gespeichert werden. Ökologische Landwirtschaft hat damit sogar das Potenzial, zusätzliche CO_2-Emissionen zu binden“ (HMUKLV, 2015).

Output und Zielerreichung

Siehe Unterkapitel 5.1.2

Daten und Methoden

Mit der Wirkungsanalyse im Hinblick auf die Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffbindung in landwirtschaftlich genutzten Böden wird der zweite Teil des Wirkungsindikators I.07 bedient. Der Teilindikator bildet den Beitrag des EPLR zur Erhaltung und Verbesserung der gespeicherten Kohlenstoffvorräte in landwirtschaftlich genutzten Böden zum Klimaschutz ab. Die Kohlenstoffgehalte der Böden sind eng verknüpft mit dem Gehalt an organischer Substanz bzw. mit dem Humusgehalt der Böden. Die Bestimmung des Teilindikators steht damit in engem Zusammenhang mit dem im Bericht zum Themenfeld Boden behandelten Indikator I.12 Humusgehalt (vgl. Scholz, 2026).

Die Bestimmung der Wirkungen der Förderung Vielfältiger Kulturen und des Ökolandbaus baut auf den Methoden auf, die zur Ermittlung der maßnahmenbezogenen Wirkungen auf den Humusgehalt der Böden im Themenfeld Boden genutzt wurden (vgl. Scholz, 2026). Im Wesentlichen wurden für Teilnehmende an beiden Maßnahmen in einem Mit/Ohne-Vergleich die Veränderung des Anbauspektrums bei den Ackerkulturen nach Einstieg in die Fördermaßnahme anhand von InVeKoS-Daten analysiert und die damit verbundenen Auswirkungen auf die Humusgehalte der Böden berechnet. Für jede angebaute Kulturart wurden dazu schlagspezifisch anhand der Hinweise des VDLUFA (2014) die Humusreproduktionsleistung ermittelt, wobei

humusmehrende und humuszehrende Kulturarten unterschieden wurden. Anders als bei früheren Berechnungen für den eDFB 2018 (HMUKLV, 2019) wurden dabei auch der Einfluss der Nebenernteprodukte sowie anhand der Angaben im InVeKoS der Anbau von Zwischenfrüchten und Untersaaten als ökologische Vorrangflächen berücksichtigt. Anhand der Anbauanteile der Ackerbaukulturen wurden für die Vergleichsgruppen, auf der einen Seite die Teilnehmenden an den beiden Maßnahmen VK und Ökolandbau und auf der anderen Seite die Betriebe, die nicht an AUKM oder Ökolandbau teilnehmen, mittlere Humusreproduktionswerte berechnet. Bei den Teilnehmenden am Ökolandbau wurde die Gruppe gesondert ausgewertet, die gleichzeitig an der Förderung Vielfältiger Kulturen im Ackerbau teilnahm. Die Berechnung der Humusreproduktion im Mit-Ohne und Differenz-von-Differenzen-Vergleich wurde anhand der InVeKoS-Daten aus den Jahren 2016 und 2022 berechnet (vgl. Scholz, 2026), Werte für die übrigen Jahre wurden interpoliert.

Auf Basis dieser Ergebnisse wurde für den Anbau vielfältiger Kulturen und die ackerbaulich genutzte Fläche im Ökologischen Landbau eine mittlere Humusmehrung pro Hektar und Jahr samt Wertespannen ausgewiesen und diese dann anhand der Förderfläche beider Maßnahmen im Zeitverlauf hochgerechnet. Für die übrigen Jahre der Förderperiode wurden die Ergebnisse der Jahre 2016 und 2022 interpoliert. Zur Bestimmung der Klimaschutzwirkung wurde die Verbesserung der Humus-C-Gehalte dann in Kohlenstoffäquivalente wie folgt umgerechnet: 1 kg C (hier Humus-C) = 3,6667 kg CO_2-Äq.

Allerdings ist zu beachten, dass neben der Kohlenstoffspeicherung beim Abbau der eingetragenen organischen Substanz und der Stickstofffixierung in den Boden auf der anderen Seite auch Lachgasemissionen entstehen und die Klimaschutzwirkung der Humusbildung im Saldo abgeschwächt werden kann, wobei vor allem, wie Kühling et al. (2023) aufzeigen, Standorteinflüsse eine Rolle spielen. Sowohl die Vielfältigen Kulturen im Ackerbau als auch die Fruchtfolgen im Ökolandbau sind durch einen hohen Leguminosenanteil geprägt. Für die N-Fixierung auf diesen Flächen wurde in Kapitel 5.1 die Emissionsfaktoren der nationalen Berichterstattung angenommen. Grundsätzlich ist nach Böhm et al. (2020) noch nicht geklärt, ob ein gegenüber dem Status quo verstärkter Leguminosenanbau zu erhöhten Lachgasemissionen auf dem Feld führen könnte und ein erhöhter Forschungsbedarf zu dieser Thematik gegeben ist.

Wirkungen und Wirksamkeit

Sowohl der Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau als auch die ackerbauliche Nutzung im Ökologischen Landbau haben das Potenzial, zur Humusreproduktion und damit zur vorübergehenden Speicherung von Kohlenstoff im Boden beizutragen, indem im Vergleich zu Betrieben, die keine dieser Maßnahmen umsetzen, humusmehrende Kulturen in größerem Umfang in die Fruchtfolgen integriert werden (vgl. auch Scholz, 2026). Tabelle 19 zeigt das Ergebnis der Schätzung zur Humusreproduktionsleistung und die daraus resultierende Kohlenstoffspeicherung für die Teilnehmenden beider Maßnahmen im Vergleich zur ackerbaulichen Nutzung bei nichtteilnehmenden Betrieben. Dargestellt ist die sich aus der Differenz der Humusreproduktionsleistung der Anbausysteme ergebende zusätzlich Humusmenge (als Humusäquivalente) und die resultierende, zusätzliche Menge an Bodenkohlenstoff auf den Förderflächen im Zeitverlauf.

Im Mittel der Förderperiode wurde auf Grundlage der Analysen zur Veränderung der Fruchtfolge durch die wirksamen Maßnahmen eine Kohlenstoffspeicherung von gut 30 kt CO_2-Äq pro Jahr erzielt (vgl. Tabelle 19). Die Fläche der beiden wirksamen Maßnahmen und das damit verbundene Speicherpotenzial ist im Laufe der Förderperiode stark angestiegen, von rund knapp 16 kt CO_2-Äq im Jahr 2015 auf knapp 49 kt CO_2-Äq im Jahr 2022. Die wirksame Fläche beim Ökolandbau ist kontinuierlich angestiegen, allerdings nahm die als wirksam angerechneten Acker- und Gemüsefläche weniger stark zu als die Förderfläche des Ökolandbaus insgesamt.

Von ökologisch bewirtschafteten Ackerflächen geht der größte Wirkungsbeitrag aus. Allerdings gibt es Unterschiede bei der Wirkung pro Hektar. Die Wirkung pro Fläche ist am höchsten bei den Betrieben, die ausschließlich Ökologischen Landbau betreiben (wegen des höheren Anteils an Ackerfutterbauflächen, die besonders humusmehrende Wirkung besitzen). Bei den Ökolandbaubetrieben, die auch an der Förderung

Vielfältiger Kulturen teilnehmen, ist bedingt durch den höheren Anteil an Kulturen mit geringerem Humusreproduktionsfaktor die mittlere Wirkung pro Förderfläche geringer. Wie Roggendorf et al. (2024) zeigen, ist bei diesen Betrieben tendenziell von Mitnahmeeffekten auszugehen. Allerdings werden die Mitnahmeeffekte hier nicht in Abzug gebracht, weil die Wirkung pro Hektar Förderfläche bei diesen Betrieben ja ohnehin geringer ausfällt als die von Ökobetrieben ohne Teilnahme an den VK.

Wie schon mehrfach, auch in früheren Bewertungen ausgeführt (z.B. Sander et al., 2016), beruht ein Teil der berechneten Wirkungen auf einer kurzfristigen Festlegung von Kohlenstoff, die bei Unterlassen der Maßnahmen nach Ablauf der Verpflichtung schnell wieder umgekehrt werden kann. Das betrifft hier die Wirkung der Vielfältigen Kulturen. Allerdings zeigen neuere Veröffentlichungen aus der Schweiz (Leifeld und Keel, 2022), dass auch eine kurzfristige Kohlenstofffixierung zum Klimaschutz beitragen kann. Beim Ökolandbau ist allerdings davon auszugehen, dass nach erfolgter Umstellung die Humusanreicherung über einen längeren Zeitraum erhalten bleibt, bis sich ein neues Gleichgewicht eingependelt hat. Der Flächenanteil der Betriebe, die die ökologische Bewirtschaftung wieder aufgaben (Rückumsteller), lag in der betrachteten Förderperiode bei lediglich 4 % (Roggendorf et al., 2024).

Tabelle 19: Potenzielle Verringerung von THG-Emissionen durch C-Sequestrierung in Ackerböden

			2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Mittelwert
Wirksame	VK konventionell	[ha]	18.981	19.461	18.981	17.260	16.821	53.817	60.940	68.428	34.336
Förder-	VK im Ökoanbau	[ha]	12.174	12.482	12.174	11.071	10.789	22.061	26.032	24.188	16.371
fläche	Ökoanbau ohne VK	[ha]	11.378	12.162	15.365	21.726	27.181	19.364	16.945	19.883	18.001
Humus-	VK konventionell	[t]	1.041	1.080	1.066	981	967	3.129	3.583	4.069	1.989
reproduktion	VK im Ökoanbau	[t]	1.517	1.641	1.685	1.608	1.642	3.509	4.319	4.180	2.513
(C_{org} pro Jahr)	Ökoanbau ohne VK	[t]	1.759	2.053	2.811	4.284	5.745	4.368	4.063	5.050	3.767
Summe		[t]	**4.316**	**4.774**	**5.562**	**6.873**	**8.354**	**11.005**	**11.965**	**13.298**	**8.268**
Kohlenstoff-	VK konventionell	[kt]	3,82	3,96	3,91	3,60	3,55	11,48	13,15	14,93	7,30
speicherung	VK im Ökoanbau	[kt]	5,57	6,02	6,18	5,90	6,02	12,88	15,85	15,34	9,22
in CO_2-Äq pro Jahr	Ökoanbau ohne VK	[kt]	6,45	7,53	10,32	15,72	21,09	16,03	14,91	18,53	13,82
Summe		[kt]	**15,84**	**17,52**	**20,41**	**25,22**	**30,66**	**40,39**	**43,91**	**48,81**	**30,34**

Quelle: Eigene Berechnungen.

5.2.5 Beantwortung der Bewertungsfrage 15

Frage 15: In welchem Umfang wurden durch die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft gefördert?

Zur Beantwortung der auf die einzelnen Schwerpunktbereiche bezogenen Bewertungsfragen sind laut Vorgaben im CMEF nur Wirkungen der Maßnahmen mit Zielen im jeweiligen Schwerpunktbereich zu berücksichtigen (EU-COM, DG AGRI, 2023a). Im SPB 5E war nur die Förderung der Zusammenarbeit im Hinblick auf die Eindämmung des Klimawandels oder die Anpassung an dessen Auswirkungen (TM 16.5) mit einem Sekundärziel programmiert. Diese Teilmaßnahme konnte nicht umgesetzt werden, es wurden keine Bewilligungen erteilt. Wirkungen bezogen auf den SPB 5E sind daher nicht entstanden.

5.3 Verbesserung der Energieeffizienz

Dem Schwerpunktbereich 5B sind keine Maßnahmen oder Teilmaßnahmen mit primärem Ziel zugeordnet. Laut den Ausführungen im EPLR werden allerdings positive Wirkungen von den folgenden Maßnahmen erwartet:

- 4.1 Investitionen in landwirtschaftliche Betriebe (Sekundärziel),
- 4.2 Investitionen in Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Erzeugnisse (erwartete Wirkung),
- 16.5 Unterstützung von Aktionen zur Minderung oder Anpassung an den Klimawandel (Sekundärziel).

Wie mehrfach erwähnt, wurde in der TM 16.5 kein Vorhaben bewilligt, sodass die Wirkung dieser Maßnahme nicht evaluiert wird. In den folgenden Kapiteln werden daher zunächst die Wirkungen des AFP (TM 4.1) untersucht und daraus abgeleitet die Bewertungsfrage 12 für den SPB 5B beantwortet. Anschließend wird dann auf die Verarbeitung und Vermarktung (TM 4.2) sowie die Förderung der Flurbereinigung (VA 4.3-2) eingegangen, die wegen potenziell positiver Nebenwirkungen ebenfalls als relevante Maßnahmen im Handlungsfeld Verbesserung der Energieeffizienz eingeschätzt werden. Als Maßnahmen ohne Ziel werden sie aber bei der Beantwortung der zum SPB 5B gehörenden Bewertungsfrage 12 nicht berücksichtigt.

5.3.1 Agrarinvestitionsförderung (TM 4.1)

Wirkungspfad

Das Ziel der Teilmaßnahme bestand darin, die „Wirtschaftsleistung der landwirtschaftlichen Betriebe zu steigern, indem ein Beitrag zur Verbesserung der Produktions- und Arbeitsbedingungen, Rationalisierung und Senkung der Produktionskosten und Erhöhung der betrieblichen Wertschöpfung unter besonderer Berücksichtigung der Verbesserung des Verbraucher-, Tier-, Umwelt- und Klimaschutzes“ geleistet wird (RL-EFP). Mit der Förderung wurde somit beabsichtigt, landwirtschaftliche Betriebe bei Investitionen zu unterstützen, um die Wirtschaftsleistung zu steigern. Eine Möglichkeit, dies zu erreichen, ist, die Produktion energiesparend auszurichten, was durch die energetische Sanierung der Gebäude und Einsparungen in der Produktion, beispielsweise bei der Wärmeerzeugung und -nutzung, erreicht werden kann.

Seit der Förderperiode 2014 bis 2020 mussten die mit EU-Mitteln kofinanzierten Vorhaben bestimmte Auswahlkriterien (AWK) erfüllen. Mit den AWK soll eine zielgerichtete Steuerung der Investitionsvorhaben im Sinne der übergeordneten Zielsetzung des EPLR erfolgen. Anhand des Rankings nach Punkten abwärts wurden dann im Rahmen des verfügbaren Budgets die Bewilligungen ausgesprochen. Für eine Bewilligung musste die Mindestpunktzahl von 40 Punkten erreicht werden. Für die Teilnahme an einer Energieeffizienzberatung durch das LLH wurden 18 Punkte vergeben, was ein relativ hoher Punktwert ist. Nur für eine Investition im Bereich Ökolandbau gab es mit 21 Punkten mehr Punkte. Gegenstand der Beratung war dabei stets der gesamte landwirtschaftliche Betrieb und nicht nur das geförderte Vorhaben.

Output und Zielerreichung

In der Förderperiode wurden insgesamt 553 Betriebe bei Investitionen mit öffentlichen Mitteln in Höhe von 78,05 Mio. Euro unterstützt (HMLU, 2025a). Damit liegt der Grad der Zielerreichung bezüglich der Anzahl unterstützter Betriebe bei 96,7 % und bei den öffentlichen Zuwendungen bei 83,0 % der zur Verlängerung der Förderperiode eingeplanten Mittel. Die Inanspruchnahme der AFP-Förderung in Hessen blieb damit leicht hinter den Planungen zurück, obwohl die für den Zeitraum 2014 bis 2020 geplanten Mittel vollständig gebunden, aber noch nicht verausgabt waren.

Daten und Methoden zur Wirkungsanalyse

Die Steigerung der Energieeffizienz durch Investitionen in landwirtschaftliche Betriebe (TM 4.1) wird durch die Auswertung der Auflagenbuchführung und eine Befragung der Energieberater abgeschätzt.

Der Wirkungsindikator R14 „Steigerung der Energieeffizienz“ ist definiert als der physische Verbrauch an Energie (in Tonne Öleinheiten) pro Output (in Mio. Euro) in einem Kalenderjahr vor bzw. nach der geförderten Investition. Im Falle von landwirtschaftlichen Betrieben wird dabei der Standardoutput genutzt, welcher eine standardisierte Rechengröße ist, die den durchschnittlichen Geldwert der Bruttoagrarerzeugung eines landwirtschaftlichen Betriebes beschreibt. Er wird basierend auf den Flächeneinheiten der Fruchtarten bzw. den Tiereinheiten der Vieharten und den vom KTBL bereitgestellten Standarddeckungsbeiträgen berechnet. Die Veränderung der

Energieeffizienz wird anschließend als Differenz der Effizienz vor und nach der Investition berechnet. Im Falle eines positiven Wertes wurde die Energieeffizienz gesteigert (EU-COM, DG AGRI, 2020).

Die Auflagenbuchführung sollte detaillierte Angaben zu den physischen Verbrauchsmengen differenziert nach den Energieträgern Heizöl, Gas, Strom und Brennholz enthalten. Allerdings wurden diese Angaben nur in einem Fall tatsächlich gemacht, sodass keine Berechnung des physischen Energieverbrauchs möglich war. Auch auf die Nutzung der Daten zu den Energieausgaben in Euro wurde aufgrund der Verwerfungen auf dem Energiemarkt durch den Ukrainekrieg verzichtet. Der Wirkungsindikator R14 konnte somit nicht bestimmt werden.

Im Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) gab es Anfang 2022 drei Berater für Energieeffizienz in der Landwirtschaft. Diese Berater wurden im 1. Quartal getrennt voneinander per Videokonferenz anhand eines Leitfadens interviewt. Themen des Interviews waren zunächst allgemeine Fragen zur Beratung (Inanspruchnahme und Ablauf der Beratung), zur Ausgangssituation auf den beratenen Betrieben und zu den ausgesprochenen Empfehlungen.

Ergebnisse der Befragung der Energieberater des LLH

Von 2014 bis zum Zeitpunkt der Interviews wurden durch das LLH im Bereich Landwirtschaft 483 Energieeffizienzberatungen durchgeführt, wovon 425 (88 %) AFP-Antragsteller waren. Die übrigen Betriebe waren Teilnehmer am MilchPlus-Programm der Hochwald Milch eG. Aufgrund des AFP-Förderspektrums überwiegen in der Beratung Milchviehbetriebe, bei denen die Energiekosten nur einen sehr kleinen Anteil an den Gesamtkosten einnehmen, der nach Einschätzung der Berater aber an Bedeutung gewinnen wird. Zum einen werden Preise für Energie weiter steigen und zum anderen schreitet die Elektrifizierung bei der Fütterung und Entmistung weiter voran. Die größten Defizite im Hinblick auf die Energieeffizienz und damit auch häufigster Beratungsgegenstand waren die Bereiche Vakuumpumpen und Vorkühler.

Darüber, ob die vorgeschlagenen Maßnahmen auch umgesetzt wurden, liegen den Beratern keine Angaben vor. Es ist aber davon auszugehen, dass die Empfehlungen entweder schon Teil des Investitionsvorhabens sind oder bei den folgenden Ersatzinvestitionen umgesetzt werden. Laut Aussage der Berater sorgen in der Regel die Betreuer dafür, dass mit dem Förderantrag auch gleich der Antrag auf Energieeffizienzberatung eingereicht wird. Die Motivation der Betriebsleiter:innen selber die Beratung in Anspruch zu nehmen, wird als gering eingestuft. Hauptgrund für die Inanspruchnahme sind die dafür vergebenen Punkte im Auswahlverfahren. Die Berater sehen den Nutzen der Beratung daher überwiegend in einer Schärfung des Problembewusstseins für den Bereich Energie. Insgesamt sehen die Berater im Ackerbau, bei Trocknungsanlagen oder auch bei Schweine- und stationären Geflügelställen ein wesentlich höheres Einsparpotenzial als im Milchviehbereich.

5.3.2 Beantwortung der Bewertungsfrage 12

Frage 12: In welchem Umfang haben die Interventionen im Rahmen des Programms zur Entwicklung des ländlichen Raums zur Steigerung der Effizienz der Energienutzung in der Landwirtschaft und Nahrungsmittelverarbeitung beigetragen?

Grundsätzlich sind alle AFP-geförderten Investitionsvorhaben relevant im Hinblick auf Energieeffizienz. Allerdings lässt sich der Wirkungsindikator R14 „Steigerung der Energieeffizienz“ aus der Auflagenbuchführung nicht berechnen, da Angaben zu den physischen Verbrauchsmengen an Energie nur in einem Förderfall tatsächlich gemacht wurden. Die Beantwortung der Bewertungsfrage stützt sich demnach ausschließlich auf die Interviews mit den Energieeffizienzberatern des LLH.

Laut Aussage der Berater sorgen in der Regel die Betreuer dafür, dass mit dem Förderantrag auch gleich der Antrag auf Energieeffizienzberatung eingereicht wird, um die dafür vergebenen Punkte im Auswahlverfahren zu erhalten. Die Motivation der Betriebsleiter:innen selber, die Beratung in Anspruch zu nehmen, wird als gering eingestuft. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der ZWE-Befragungen zu den Zielen der geförderten Investition

(Schwarze et al., 2026). Hauptziele waren insbesondere Betriebswachstum und die Steigerung der Arbeitsproduktivität. Die (Steigerung der) Ressourceneffizienz wurde demnach, wenn überhaupt, nicht als Ziel, sondern als Mittel zum Zweck angesehen.

Die Beratung ist in der Regel eine Einmalberatung, sodass den Beratern keine Angaben darüber vorliegen, ob die vorgeschlagenen Maßnahmen auch umgesetzt wurden. Es ist aber davon auszugehen, dass die Empfehlungen entweder schon Teil des Investitionsvorhabens sind oder bei den folgenden Ersatzinvestitionen umgesetzt werden. Der Nutzen der Beratung wird daher überwiegend in einer Schärfung des Problembewusstseins für den Bereich Energie gesehen.

5.3.3 Verarbeitung und Vermarktung (TM 4.2)

Wirkungspfad

Die V&V-Förderung verfolgte das Ziel, über eine verbesserte regionale Verarbeitung und Vermarktung zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit der Primärerzeuger beizutragen (HMUKLV, 2015). Außerdem sollen die geförderten Vorhaben einen Beitrag zur Verbesserung der Effizienz des Ressourceneinsatzes, insbesondere von Wasser und Energie, leisten und somit zum Umwelt- und Klimaschutz beitragen.

Die Auswahl der zu fördernden Vorhaben, die die Fördervoraussetzungen erfüllen, erfolgte über Auswahlkriterien, die mit Punktwerten hinterlegt waren. Besonders hohe Punktwerte gab es, wenn das Investitionsvorhaben zu einer Verbesserung der Qualität der Erzeugnisse führte. In diesem Fall wurden je nach Anteil der Bezugsmenge bis zu 150 Punkten vergeben. Beiträge zur Verbesserung der Energieeffizienz bekamen bis einschließlich 2020 maximal 75 Punkte bzw. seit 2021 50 Punkte (HMUKLV, 2015, 2021a). Die Verbesserung der Energieeffizienz war bei Antragsstellung nachzuweisen.

Output und Zielerreichung

Für die TM 4.2 waren zu Beginn der Förderperiode laut indikativer Finanzplanung Mittel in Höhe von 12 Mio. Euro vorgesehen. Damit sollten Investitionen von 50 V&V-Unternehmen bzw. Erzeugerzusammenschlüssen unterstützt werden (HMUKLV, 2015: S. 391). Im Laufe der Förderperiode wurde die Finanz- und Indikatorplanung zweimal angepasst. Im Rahmen des 2. ÄA wurde im Jahr 2018 der Zielwert für die Anzahl an unterstützten Unternehmen von 50 auf 30 gesenkt, da die mittleren Investitionsumfänge größer als geplant ausfielen (HMUKLV, 2018a: S. 469). Eine weitere Anpassung erfolgte im Jahr 2021 mit der Verlängerung der Förderperiode um die Übergangsjahre 2021 und 2022. Dabei wurden die Mittel um 36 Mio. Euro auf gut 48 Mio. Euro aufgestockt, was eine Vervierfachung der verfügbaren Mittel im Vergleich zur indikativen Finanzplanung 2015 bedeutet[20]. Mit diesen Mitteln sollten insgesamt 47 Vorhaben mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von 140 Mio. Euro unterstützt werden (vgl. Tabelle 2).

In der Förderperiode wurden insgesamt 45 Investitionsprojekte mit öffentlichen Mitteln in Höhe von 39,6 Mio. Euro unterstützt (HMLU, 2025a), das entspricht 2,4 % der Betriebe in der hessischen Ernährungsindustrie. Gemessen am Planungsstand zur Verlängerung der Förderperiode lag der Grad der Zielerreichung bezüglich der Anzahl unterstützter Projekte bei 95,7 % und bei den verausgabten öffentlichen Mitteln bei 82,3 %. Die Förderinhalte sind sehr divers und beziehen sich auf viele verschiedene Bereiche der Verarbeitung und Vermarktung landwirtschaftlicher Produkte (Fleischverarbeitung, Backhandwerk, Mostereien, Landhandel etc.).

[20] Die Zielerreichung wird am Planungsstand nach dem 6. ÄA gemessen. Nähere Begründung dazu in Kapitel 3. Mit dem letzten ÄA wurde der Plafonds wieder leicht abgesenkt auf 42,7 Mio. Euro für 45 Vorhaben.

Daten und Methoden zur Wirkungsanalyse

Der Wirkungsindikator R14 „Steigerung der Energieeffizienz“ ist definiert als physischer Verbrauch an Energie (in Tonne Öleinheiten) pro Output (in Mio. Euro) in einem Kalenderjahr vor bzw. nach der geförderten Investition. Im Falle von landwirtschaftlichen Betrieben wird dabei der Standardoutput genutzt, welcher eine standardisierte Rechengröße ist, die den durchschnittlichen Geldwert der Bruttoagrarerzeugung eines landwirtschaftlichen Betriebes beschreibt. Im Fall der Marktstrukturförderung ist eine Berechnung des Standardoutputs nicht möglich, da es einen Standardoutput für Betriebe außerhalb des landwirtschaftlichen Sektors nicht gibt. In diesem Fall werden die um Bestandsveränderungen bereinigten Umsatzerlöse zur Berechnung des Indikators R14 genutzt, obwohl die Umsatzerlöse auch Preisänderungen berücksichtigen. Die Veränderung der Effizienz wird anschließend als Differenz der Effizienz vor und nach der Investition berechnet. Im Falle eines positiven Wertes wurde die Energieeffizienz gesteigert (EU-COM, DG AGRI, 2020).

Für die Teilmaßnahme Verarbeitung und Vermarktung (TM 4.2) wird der Indikator für die Wirkungsanalyse auf Basis der Abschlussbögen, die von den ZWE ein Jahr nach Inbetriebnahme der Investition bereitgestellt werden müssen, berechnet. Insgesamt lagen Ende 2024 die Abschlussbögen von 26 Förderfällen vor. Vor Berechnung der Veränderung der Energieeffizienz wurden die Daten aufbereitet. Alle nötigen Angaben in den Abschlussbögen waren vorhanden und erschienen plausibel, sodass alle 26 vorliegenden Abschlussbögen für die Analyse genutzt werden konnten.

Wirkungen

Steigerung der Energieeffizienz (R14)

Durchschnittlich stieg der Energieverbrauch um 3,3 toe von 46,2 toe auf 49,5 toe, was einem Anstieg von 7,1 % entspricht. Die Energieeffizienz verbesserte sich um durchschnittlich 1,8 toe/Mio. Euro Umsatz von 9,1 auf 7,3 toe/Mio. Euro Umsatz. Dies entspricht einer Reduktion um 19,9 %. Nach Multiplikation mit der gesamten Anzahl der geförderten Projekte (n = 45) ergibt sich somit ein Anstieg des Energieverbrauchs um 148,5 toe. Eine Einordnung der Steigerung in der Energieeffizienz ist nicht möglich, da keine Angaben für Hessen verfügbar sind.

Nach Abzug von 28 % Mitnahmen (Schwarze et al., 2026) ergibt sich ein Anstieg des Energieverbrauchs von 106,9 toe und eine Steigerung in der Energieeffizienz von 1,3 toe/Mio. Euro. Die Reichweite der Maßnahme ist insgesamt als sehr gering einzustufen. So entspricht der Energieverbrauch nach der Förderung in Höhe von 49,5 toe multipliziert mit der Anzahl der geförderten Projekte nur 1,1 % des gesamten Energieverbrauchs in der Ernährungsindustrie Hessen.

5.3.4 Flurbereinigung (VA 4.3-2)

Die Verbesserung der Energieeffizienz wird auf Grund früherer Evaluierungsergebnisse als relevanter Wirkungspfad für die Teilmaßnahme Flurbereinigung eingeschätzt (Bathke und Tietz, 2016). Durch Flurbereinigung kann der Einsatz der Maschinen effizienter werden, indem die bewirtschafteten Flächen besser erschlossen und arrondiert, die Hof-Feld- und Feld-Feld-Entfernungen verringert und durch Neuordnung der Flurstücke deren Bewirtschaftung erleichtert werden.

Die Evaluierung der Maßnahmenwirkung in anderen Bundesländern zeigt (Bathke, 2025), dass Einsparungen im Kraftstoffverbrauch sich aufgrund der Flurbereinigung ergeben können durch:

- Vergrößerung der Einzelschläge, Erhöhung der mittleren Schlaglängen und Verbesserung der Schlagform,
- Verringerung der durchschnittlichen Feld-Hof-Entfernung sowie
- höhere Fahrtgeschwindigkeiten auf den ausgebauten Wegen.

Besonders Form und Größe der Schläge haben, so die Aussagen in der ausgewerteten Literatur, Einfluss auf den Kraftstoffverbrauch. Regelmäßig geformte Schläge und insbesondere die Anhebung der Schlaggröße wirken verbrauchssenkend. Auf der Grundlage der vorliegenden Daten zu den Zusammenlegungseffekten sowie auf der Grundlage von Erfahrungswerten, die von Bathke und Tietz (2016) im Rahmen von Befragungen von Verfahrensbearbeiter:innen und Landwirt:innen erhoben wurden, lassen sich die Einspareffekte in Hessen im Mittel auf rund 3 % der eingesetzten Kraftstoffmenge einschätzen, in gleicher Höhe für Ackerland und Grünland.

In der Abschätzung der Kraftstoffersparnisse von 3 % wurde als Faustzahl ein mittlerer Kraftstoffbedarf von 115 l/ha angesetzt, der Einspareffekt liegt dann bei 3,45 l/ha. Bei einer Verfahrensgebietsfläche mit ELER-Zahlungen zwischen 2014 und 2022 von ca. 50.000 ha und einer LF von rund 26.150 ha ergeben sich Einspareffekte allein für die Landwirtschaft von ca. 90.220 l Kraftstoff jährlich. Dies entspricht 88,4 Tonnen Erdöläquivalenten [toe]. Umgerechnet entspricht dieser Zusammenlegungseffekt von Flächen einer Einsparung von 307,64 t CO_2-Äq (Umrechnungsfaktor laut UBA (2022) 0,00341 t CO_2-Äq pro Liter Diesel). Eine Verbesserung der Energieeffizienz analog zum ergänzenden Ergebnisindikator konnte nicht ermittelt werden, da der Standardoutput der in den Verfahrensgebieten wirtschaftenden Betrieben nicht bekannt ist.

5.4 Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien

Der im Folgenden behandelte forstliche Wegebau ist die einzige in Anspruch genommene Maßnahme im EPLR mit einem Ziel im SPB 5C zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energie (EE). Das ursprünglich programmierte Sekundärziel der Teilmaßnahme 6.4 Diversifizierung wurde mit dem 4. ÄA im Jahr 2019 gestrichen. Zu Beginn der Förderperiode sollte im Hinblick auf dieses Förderziel unter TM 6.4 die Anlage von Kurzumtriebsplantagen gefördert werden. Dieser Fördergegenstand wurde allerdings in den ersten Jahren nicht beantragt und dann mit dem ÄA auch aus der Förderrichtlinie gestrichen. Unter der Teilmaßnahme 16.5 Kooperationen zur Klimaanpassung, die ebenfalls ein Sekundärziel im SPB 5C aufweist, sind – wie mehrfach erwähnt – keine Projekte umgesetzt worden.

Weitere Maßnahmen mit potenziellen Wirkungen für die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energie sind im Programm nicht enthalten. Dies schließt EIP- und LEADER-Projekte mit ein.

5.4.1 Forstwirtschaftlicher Wegebau (VA 4.3-1)

Wirkungspfad laut Programm

Der forstliche Wegebau (VA 4.3-1) fördert Investitionen in die Grundinstandsetzung sowie den Ausbau bzw. die Zweitbefestigung der Wege. In Einzelfällen wird auch der Neubau von Wegen im Wald, inklusive zugehöriger Anlagen, wie z. B. Brücken, gefördert. Neben der Verbesserung bzw. Erhaltung der Produktionsbedingungen und der Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit der Forstbetriebe wird durch diese Maßnahme die forstliche Infrastruktur verbessert und die weitere Umsetzung des Waldumbaus gesichert. Unzureichend erschlossene Waldgebiete können so für eine nachhaltige Bewirtschaftung zugänglich gemacht werden.

Durch die Teilmaßnahme des forstlichen Wegebaus wurde eine sekundäre Wirkung auf die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien erwartet. Als Indikator zählte hier der Holzeinschlag vor und nach der Maßnahmendurchführung. Durch die verbesserte Erschließung sollte der Holzeinschlag und damit die Bereitstellung von Holz als Rohstoff für die Bioökonomie sichergestellt werden.

Output und Zielerreichung

Seit 2015 wurde eine Baustrecke von insgesamt ca. 1.548 km unterstützt (vgl. Tabelle 20). Es zeigt sich, dass die Inanspruchnahme der Förderung ab 2019 bis 2021 stetig abgenommen hat und ab 2022 wieder zunahm. Dieser Effekt ist vermutlich auf die seit 2019 auftretenden Schadereignisse zurückzuführen. Durch diese waren die

Waldbesitzenden gezwungen, sich prioritär mit der Bewältigung der Schäden sowie dem Waldschutz zu beschäftigen. Der Ausbau der Wegeinfrastruktur trat demgegenüber in den Hintergrund, was den Rückgang der Inanspruchnahme erklären könnte.

Tabelle 20: Output der Förderung der forstlichen Infrastruktur: Weglänge in Metern (VA 4.3-1)

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Summe
4.31 **Wegebau Länge Gesamt [m]**	478.789	171.496	224.035	211.271	159.881	131.343	51.496	119.615	**1.547.926**
davon:									
Grundinstd. [m]	459.879	168.344	215.121	196.576	156.482	130.813	51.496	119.615	1.498.326
Ausbau [m]	18.880	3.152	8.759	14.695	2.738	530	0	0	48.754
Neubau [m]	30	0	155	0	661	0	0	0	846
Brücken u.s.w. [m]									0

Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage der Förderdaten (HMUKLV, 2023a).

Die zu Beginn der Förderperiode festgelegten indikativen Ausgaben wurden daher trotz der zweijährigen Verlängerung der Förderperiode von 2020 auf 2022 nach unten korrigiert. Gemessen an den ursprünglichen Zielen wurden nur 8,8 Mio. Euro (53 %) der geplanten Ausgaben von 21,0 Mio. Euro für den forstlichen Waldwegebau verausgabt. Auch die nach unten korrigierten Ausgabenziele wurden bis 2022 nicht erreicht (forstlicher Wegebau Soll: 11,2 Mio. Euro; Ausgaben 79 % vom Soll[21]) (HMUKLV, 2023a).

Daten und Methoden zur Wirkungsanalyse

Die Umsetzung der Fördermaßnahme wurde anhand der Monitoringdaten und der vorhabenbezogenen Förderdaten der Jahre 2015 bis 2022 analysiert. Zur Ermittlung des programmspezifischen Indikators Holzeinschlag wurde auf Erhebungsbögen zurückgegriffen, die standardmäßig von den Zuwendungsempfänger:innen im Rahmen der Verwendungsnachweiserbringung ausgefüllt wurden. Mit dem Bogen wurden vorhabenspezifische Kennzahlen abgefragt. Bis Ende Oktober 2022 lagen für 1.099 der abgeschlossenen Wegebauvorhaben 568 ausgefüllte Erhebungsbögen vor (52 %).

Der Erhebungsbogen enthielt Angaben zur Art des Vorhabens (Grundinstandsetzung, Ausbau oder Neubau), zur Größe des Erschließungsgebietes, der geplanten Waldumbaufläche, der veränderten Rückeentfernung und den Rückekosten, der Befahrbarkeit der Wege und dem geplanten Holzeinschlag. Die Bögen lieferten die Datenbasis zur Berechnung weiterer Indikatoren – wie veränderte Rückekosten, des erhöhten Holzeinschlages infolge der verbesserten Erschließung sowie des im Mehreinschlag gespeicherten Kohlenstoffs. Im Rahmen der Fallstudie „Forstlicher Wegebau“ wurden drei Interviews mit Revierförster:innen zu sechs Wegebauprojekten geführt, die in dem Zeitraum von 2019 bis 2022 stattgefunden haben. Im Jahr 2019 wurde eine Befragung von ZWE zur Umsetzung und zu potenziellen Wirkungen der Wegebauförderung durchgeführt (Rorig, 2023).

Wirkungen

Die Gesamtwirkung der Förderung des forstlichen Wegebaus resultiert vor allem aus der Aufrechterhaltung des Holzeinschlages und den damit verbundenen Erlösen. Der Holzeinschlag wird in der Regel langfristig geplant und orientiert sich an nachhaltigen Bewirtschaftungszielen. Der Wegebau verändert die geplante Holzentnahme nicht, sondern wird so konzipiert, dass er die Umsetzung der bestehenden Planung erleichtert und unterstützt.

Deswegen wird bezogen auf Wirkungen der Maßnahme nur mit dem Mehreinschlag infolge des Neubaus von Wegen gerechnet. Nach den Angaben der ZWE in den Erhebungsbögen kommt es in den Erschließungsgebieten durch die Maßnahmen in den nächsten zehn Jahren zu einem geplanten Mehreinschlag von ca. 3.500 Festmetern

[21] Stand 6. ÄA 2021.

(Rorig, 2024). Dies entspricht einem CO_2 Äquivalent von knapp 3.211 t, welches dem Kohlenstoffspeicher Wald entzogen wird. Dieses Holz kann entweder thermisch im Rahmen der Nutzung erneuerbarer Energien verwendet werden (zumeist Laubholz) oder dient als Ausgangsstoff für die stoffliche Verwendung in der holzverarbeitenden Industrie (zumeist Nadelholz). Abbildung 8 in Kapitel 5.2.1 stellt die möglichen Pfade der Klimaschutzleistung der Holznutzung schematisch dar. Wird für den Anteil energetischer Verwertung das bundesdeutsche Mittel gemäß Thünen-Institut angesetzt (2025), lässt sich aus dem geplanten Mehreinschlag nach Wegeneubau für die nächsten zehn Jahre ein Beitrag zu Steigerung des Anteils von erneuerbaren Energien in Höhe von rund 26 t RÖE schätzen. Zur Evaluation stehen keine Daten über den Anteil von Kalamitätsholz an geförderten Wegeflächen zur Verfügung. Es ist daher davon auszugehen, dass die tatsächlich realisierte Holzentnahme in Teilen von der ursprünglich geplanten Holzentnahme abweicht. Die Erhebungsbögen beruhen teilweise auf Erwartungen, die vor dem Eintreten der in der Förderperiode aufgetretenen Kalamitäten formuliert wurden und diese daher noch nicht berücksichtigen konnten.

Zur Realisierbarkeit dieses geplanten Mehreinschlags geben die Fallstudien zum forstlichen Wegebau wichtige Hinweise. Darin wurde deutlich, dass die interviewten Revierförster:innen die Förderung gerade in den letzten Jahren als Mittel genutzt haben, den in der Förderperiode entstandenen Mehrbedarf zur Grundinstandsetzung der Wege begegnen zu können. Durch die Beseitigung der Schäden nach den wiederholten Schadereignissen in der Mitte der Förderperiode (Trockenheit und Starkregenereignissen mit Käferkalamitäten und verschieden Baumkrankheiten) waren die vorhandenen Wegstrecken stark abgefahren. Zur Erhaltung der Befahrbarkeit wurde die Grundinstandsetzung gerade zum Ende der Förderperiode zunehmend wichtig.

5.4.2 Beantwortung der Bewertungsfrage 13

Bewertungsfrage 13, SPB 5C: In welchem Umfang wurde durch die Interventionen im Rahmen der Entwicklung des ländlichen Raums zur Versorgung mit und stärkeren Nutzung von erneuerbaren Energien, Nebenerzeugnissen, Abfällen und Rückständen und anderen Ausgangserzeugnissen außer Lebensmitteln für die Biowirtschaft beigetragen?

Der für den SPB 5C vorgesehene, ergänzende Ergebnisindikator (R15 „Erneuerbare Energie, die im Rahmen unterstützter Projekte gewonnen wurde“) wird in Deutschland nur bei Maßnahmen mit Primärziel genutzt. Mit keiner Maßnahme des EPLR Hessen wurde das primäre Ziel verfolgt, erneuerbare Energien verstärkt zu nutzen oder zu produzieren. Für den forstlichen Wegebau (VA 4.3-1) mit einem sekundären Ziel in SPB 5C war der Ergebnisindikator R15 nicht quantifizierbar. Stattdessen wurde laut Feinkonzept zum Bewertungsplan in Hessen für VA 4.3-1 der programmspezifische Indikator „Holzeinschlag vor und nach der Maßnahmendurchführung“ zur Beurteilung des Bewertungskriteriums „verbesserter Holzeinschlag“ festgelegt.

Wie oben aufgezeigt, sind aufgrund der im Rahmen des forstlichen Wegebaus neu angelegten Wege zusätzliche Einschlagsmengen in Höhe von ca. 3.500 Festmetern in den nächsten zehn Jahren geplant. Dadurch hat die Maßnahme auch potenzielle Wirkungen im Hinblick auf die Bereitstellung von Rohstoffen für die Bioökonomie. Das zusätzlich gewonnene Holz kann entweder thermisch im Rahmen der Nutzung erneuerbarer Energien verwendet werden (zumeist Laubholz) oder dient als Ausgangsstoff für die stoffliche Verwendung in der holzverarbeitenden Industrie (zumeist Nadelholz).

Geht man für den Anteil energetischer Verwertung vom bundesdeutschen Mittel gemäß Thünen-Institut aus (2025), ergibt sich durch die Förderung des forstlichen Wegebaus für die nächsten zehn Jahre ein Beitrag zur Steigerung des Angebots an erneuerbarer Energie in Höhe von grob geschätzt rund 26 t RÖE.

Bei Teilmaßnahme 16.5 wurde keine Vorhaben beantragt, ein Beitrag zu SPB 5C ist nicht entstanden.

5.5 Maßnahmen mit qualitativer Wirkungseinschätzung – SPB übergreifend

5.5.1 Basisdienstleistungen (TM 7.4)

Im Rahmen des Art. 20 der ELER-VO wurde über den EPLR Hessen als investive Maßnahme die Förderung von Basisdienstleistungen (TM 7.4) angeboten, die als relevant für das Themenfeld Klimaschutz inklusive Anpassung an den Klimawandel anzusehen ist. Die Förderung dieser Maßnahme war in der Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der ländlichen Entwicklung näher geregelt (Richtlinie DE/RE 2018). Laut Richtlinie war die Förderung der Energieeffizienz und Nutzung erneuerbarer Energien eines der mit dem Förderansatz verbundenen Ziele. Die Klimarelevanz ergibt sich auch deshalb, weil bei dieser Teilmaßnahme der vorherrschende Projekttyp bauliche Vorhaben sind. Unter anderem der energetische Zustand und die Energie- und Wärmeversorgung sind ausschlaggebend für die mit der Gebäudenutzung verbundenen CO_2-Emissionen.

Von den in der Richtlinie unter Punkt 2.2 (Basisinfrastruktur, Daseinsvorsorge und Grundversorgung) festgelegten Fördergegenständen mit ELER-Kofinanzierung bei TM 7.4 waren folgenden Vorhabenarten von Relevanz:

- Investitionen in die Schaffung und Verbesserung der Basisinfrastruktur: Dorfgemäße Gemeinschaftseinrichtungen, Mehrfunktionshäuser, Erhaltung und Gestaltung der Siedlungsstruktur.
- Investitionen in die Schaffung von Einrichtungen für die Sicherung, Verbesserung und Ausdehnung der Grundversorgung der ländlichen Bevölkerung mit Gütern oder Dienstleistungen des täglichen oder unregelmäßigen, aber unter Umständen vor Ort zu erbringenden oder lebensnotwendigen Bedarfs.

Die im Rahmen der TM7.4 förderfähigen Vorarbeiten (Analysen, Wirtschaftlichkeitsbetrachtungen, Erhebungen, Untersuchungen, Folgeabschätzungen) werden – ähnlich wie die unter TM 7.1 geförderte Erstellung von Dorfentwicklungsplänen – als nicht direkt klimarelevant angesehen, weil sich aus ihnen nicht unmittelbare, im Einzelfall auch quantifizierbare Wirkungen ergeben. Allerdings sind diese Vorarbeiten oft eine wichtige Voraussetzung, um wirksame investive Vorhaben überhaupt umsetzen zu können (Fengler et al., 2024).

Planung und Umsetzungstand der Teilmaßnahme stellt sich zum Berichtszeitpunkt folgendermaßen dar: Der indikative Mittelansatz bei der Plangenehmigung betrug 68,35 Mio. Euro, zur Verlängerung der Förderperiode im Jahr 2021 wurden die Mittel um 14 Mio. Euro aufgestockt[22]. Verausgabt wurden davon an öffentlichen Mitteln bis Ende 2024 rund 69,75 Mio. Euro, was gemessen am Planungsstand nach dem 6. ÄA einer Zielerreichung von 85 % entspricht (vgl. Tabelle 2). Laut Angaben in den Monitoringdaten für den Jahresbericht 2024 haben 384 Vorhaben Fördermittel erhalten, laut der in der Evaluierung zur Verfügung stehenden Daten wurden 382 Projekte bewilligt.

Datengrundlage für die Bewertung von Klimaschutzwirkungen der relevanten Projekte sind zwei Befragungen der Zuwendungsempfänger:innen, deren Projekte je nach Befragungszeitpunkt zwischen 2014 und 2022 abgeschlossen wurden. Die Befragungen in den Jahren 2018 und 2024 dienten in erster Linie der Evaluierung der Maßnahmenwirkungen bezogen auf die Zielstellungen des SPB 6B und sind näher beschrieben in den Projektberichten von Peter et al. (2019) sowie Fengler und Fynn (2026). Die Befragung 2018 enthielt zwei geschlossene Fragen mit einer Selbsteinschätzung zur Wirkung der Projekte im Hinblick auf Senkung des Energieverbrauchs sowie der Erzeugung regenerativer Energien (Ja/Nein-Fragen). In der Befragung 2024 wurde dann wesentlich detaillierter gefragt, welche Auswirkungen Maßnahmen an Gebäuden auf den Energieverbrauch haben können. Insgesamt wurden 66 von 99 verschickten Fragebögen beantwortet, die Rücklaufquote lag damit bei 67 %.

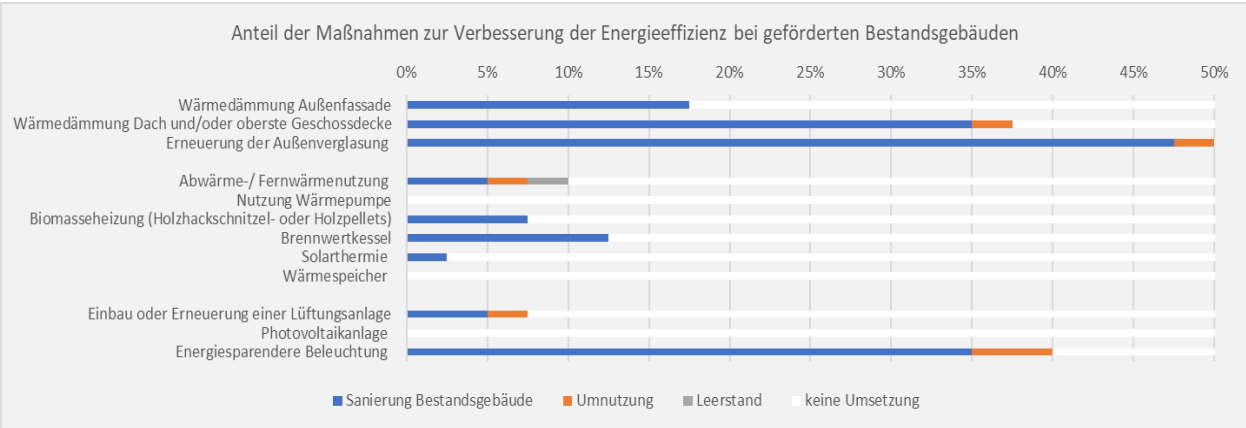
[22] Die Zielerreichung wird am Planungsstand nach dem 6. ÄA gemessen. Nähere Begründung dazu in Kapitel 3. Mit dem letzten ÄA wurden die Mittel nochmals auf dann 85,45 Mio. Euro aufgestockt.

Insbesondere Vorhaben, die mit baulichen Investitionen verbunden waren, sollten durch die Befragung im Hinblick auf das Ziel Energieeinsparung näher qualifiziert und bezüglich ihrer Minderungspotenziale klassifiziert werden. Zu diesem Zweck wurden Fragen zu entsprechenden Energiesparmaßnahmen bei den geförderten Vorhaben gestellt, die im Zusammenhang mit Arbeiten am Gebäude standen. Bei TM 7.4 antworteten auf die Frage, ob im Rahmen der Förderung Arbeiten an einem Gebäude (z. B. Neubau, Ausbau, Sanierung) vorgenommen wurden, insgesamt 48 Befragte oder 73 % der Antwortenden mit ja.

Bei Maßnahmen zur Energieeinsparung galt der Fokus vor allem solchen Vorhaben, die mit einer energetischen Sanierung im Gebäudebestand verbunden waren. Dazu wurden Angaben zur Vornutzung der Bestandsgebäude abgefragt. Bei 30 Vorhaben wurden Baumaßnahmen an Gebäuden durchgeführt, die vor und nach Durchführung ihre Funktion beibehalten haben. Diese werden als Sanierungen eingeordnet und waren mit einem Anteil von 65 % der Vorhaben am häufigsten. Bei zehn der Vorhaben (22 %) handelt es sich um Umnutzungsprojekte, bei fünf davon wurden die Gebäude vorher in anderer Funktion genutzt und bei fünf weiteren standen die Gebäude vor Durchführung der Baumaßnahme leer. Die Aktivierung von leerstehenden Gebäuden ist auch aus Klimaschutzperspektive positiv zu werten, da ein Neubau vermieden wird. Neubauten wurden bei insgesamt sechs Vorhaben errichtet.

Um Energieeinspareffekte bei den Vorhaben im Gebäudebestand besser einschätzen zu können, wurde über eine Auswahlfrage erfasst, welche etablierten Maßnahmen zur energetischen Sanierung an Gebäuden durchgeführt wurden, Mehrfachantworten waren möglich. Die Abbildung 9 gibt den Anteil der Ja-Antworten bei den jeweiligen Einzelmaßnahmen wieder. Bei den Sanierungs- und Umnutzungsprojekten wurde mindestens eine energetische Sanierungsmaßnahme bei 25 Bestandsgebäuden durchgeführt, das entspricht einem Anteil von 62,5 % dieser Vorhaben. Mit Abstand am häufigsten wurden Maßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt, oft mehrere gleichzeitig. Unter diesen wurde die Erneuerung der Außenverglasung am häufigsten genannt (50 % aller Bestandsgebäude), gefolgt von der Dämmung von Dach- und/oder oberster Geschossdecke (38 %) und dann der Fassadendämmung (18 %). Diese Reihenfolge entspricht in etwa dem, was allgemein an Einsparpotenzial bei Maßnahmen der energetischen Sanierung im Gebäudebestand angegeben wird.

Abbildung 9: Anteil der Maßnahmen zur Energieverbesserung bei geförderten Bestandsgebäuden (TM 7.4)



Quelle: ZWE-Befragung 2024 (n = 46).

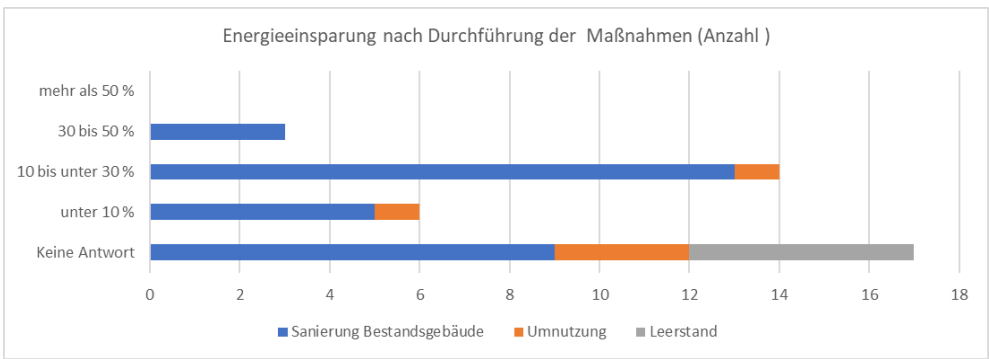
Ähnlich häufig wurde unter weiteren Maßnahmen der Gebäudetechnik der Einbau einer Energiesparbeleuchtung in den Antworten aufgeführt. Etwas seltener wurde hingegen in neue Heiztechnik investiert (bei 32 % der Projekte). Am häufigsten kam Brennwerttechnik zum Einsatz (5x), aber auch Biomasseheizungen (3x) wurden als regenerative Technikalternative genutzt, Nah- oder Fernwärmenutzung war in vier Projekten möglich, Wärmepumpen wurden hingegen nicht eingebaut. Bei den Bestandsgebäuden erfolgte in drei Fällen eine Investition in neue Lüftungstechnik.

Für die meisten Vorhaben, bei denen die Befragten Angaben zu den umgesetzten Maßnahmen zur Verbesserung der Energieeffizienz gemacht hatten, erfolgte auch eine Selbsteinschätzung zum Umfang der eingesparten Energie entsprechend einer im Fragebogen vorgegebenen Skala (23 Antworten = 58 % der Projekte mit Maßnahmen an Bestandsgebäuden). Abbildung 10 gibt die Verteilung der Antworten für die Prozentstufen der vorgegebenen Skala der Energieeinsparung wieder.

Da es sich bei den meisten befragten Projekten um die Sanierung von Bestandgebäuden handelte, ist der hohe Anteil von Gebäuden in den beiden Klassen mit Einspareffekten bis 30 % nicht überraschend. Mit Abstand am häufigsten finden sich Schätzangaben in der Klasse mit Einspareffekten von 10 bis 30 %. Bei diesen Vorhaben standen ganz offensichtlich die Modernisierung und energetische Sanierung im Vordergrund. Da sich bei dieser Art von Vorhaben in der Regel auch der Energieverbrauch vor Durchführung der Maßnahmen besser einschätzen lässt, dürften die Selbsteinschätzungen dieser Vorhaben valider sein als die bei Umnutzungsprojekten. Vergleichbare Befragungsergebnisse aus Niedersachsen weisen für reine Umnutzungsprojekte teilweise einen höheren Anteil in der Klasse >50 % Einsparung auf, zu der es bei den unter TM 7.4 durchgeführten Projekte keine Antworten gab.

Detaillierte Berechnungen zu tatsächlichen Einspareffekten und damit zur Validierung der Selbsteinschätzung konnten nicht wie geplant stattfinden, weil keiner der Befragten den Energieverbrauch der Gebäude vor und nach Durchführung der Baumaßnahmen konkret beziffern konnte. Damit fehlte die Basis für die Berechnung der absoluten Einspareffekte. Dennoch ist aufgrund der Befragungsergebnisse davon auszugehen, dass durch die Mehrzahl der im Rahmen der Förderung von Basisdienstleistungen durchgeführten Sanierungsmaßnahmen an Bestandsgebäuden einen Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz im Gebäudesektor erzielt wurden. Ob dieser über gesetzlich vorgeschriebene Standards hinausgeht, kann anhand der im Rahmen der Befragung gewonnen Daten nicht beurteilt werden.

Abbildung 10: Selbsteinschätzung zum Umfang der Energieeinsparung bei Bestandsgebäuden (TM 7.4)



Quelle: ZWE-Befragung 2024 (n = 40).

Anzumerken ist in diesem Zusammenhang, dass neben den genannten Vorhaben, die zur Energieeinsparung an Bestandsgebäuden geführt haben, laut Befragungsergebnisse sechs Neubauvorhaben umgesetzt wurden. Die Errichtung neuer Gebäude ist mit CO_2-Emissionen verbunden, welche mitunter auch als graue Energie bezeichnet werden. Näherungsweise lässt sich über die in der Befragung erfassten Quadratmeterangaben für Neubauten anhand von Schätzgrößen (vgl. etwa Braune et al., 2021; Mahler et al., 2019) hochrechnen, dass die baubedingten CO_2-Emissionen auch bei Einhaltung neuester energetischer Standards eine Größenordnung von 8 bis 36 t CO_2-Äquivalenten pro Jahr umfassen können (bei Ökobilanzierungen mit einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren). Bilanzierend betrachtet stehen damit den oben aufgezeigten Einspareffekten durch energetische Sanierung bei anderen Vorhaben verursachte Emissionen gegenüber.

5.5.2 Europäische Innovationspartnerschaften (TM 16.1)

Laut der Zielaussagen im EPLR Hessen soll die Förderung des EIP-Agri (TM 16.1) Beiträge zum Querschnittsziel Innovation (produkt- oder technologiebezogene Innovation) leisten. Wegen des engen Bezugs zur land- und forstwirtschaftlichen Produktion wurde programmtechnisch die EIP-Förderung mit prioritärem Ziel dem SPB 2A Verbesserung der Wirtschaftsleistung zugeordnet, da mit der Nachhaltigkeit der landwirtschaftlichen Produktion auch die Wettbewerbsfähigkeit landwirtschaftlicher Betriebe verbessert werden sollte. Da das Förderangebot themenoffen ausgestaltet war, konnten potenziell auch in anderen SPB sekundäre Effekte, z. B. bezüglich umweltrelevanter Ziele, erreicht werden. Aufgrund der spezifischen Gegebenheiten in Hessen waren dabei verschiedene, thematischen Schwerpunkte zu beachten, darunter auch die Eindämmung des Klimawandels und Anpassung an seine Folgen.

Bis zum Berichtszeitpunkt wurden rund 9,34 Mio. Euro öffentlicher Mittel ausgezahlt, das entspricht einer Zielerreichung von 78 % der nach der letzten Aufstockung bereitgestellten Mittel. Zu Beginn der Förderperiode betrug der indikative Mittelansatz noch 4 Mio. Euro. Insgesamt haben in den sieben Ausschreibungsrunden 34 EIP-Gruppen eine Förderbewilligung für die eingereichten Projektskizzen erhalten (vgl. Tabelle 2).

Wie im Feinkonzept zum Bewertungsplan vorgesehen, wurden für die Ex-post-Bewertung die Zielstellungen und Inhalte der EIP-Projekte im Hinblick auf die Relevanz für das Themenfeld Klima gescreent. Anzumerken ist, dass im EIP-Agri Einzelvorhaben gefördert werden, die neue Verfahren und Techniken ausprobieren sollen. Die Vorhaben befinden sich oft in einem frühen Stadium der Technologie- oder Verfahrensentwicklung. Zwar kann in solchen Einzelprojekten die potenzielle Wirkung eines Verfahrens nachgewiesen werden. Eine Wirksamkeit kann aber erst von Methoden und Verfahren erwartet werden, die die Praxistauglichkeit erreicht haben und eine größere Verbreitung finden. Im Rahmen der Evaluierung kann diesen dann im Einzelfall erst mittel bis langfristig nach Projektende eintretenden Wirkungen nicht nachgegangen werden. Bei den im Screeningprozess selektierten Projekten wurden anhand der Abschlussberichte zu Projektende daher mögliche Wirkungsansätze analysiert und Wirkpotenzial für den Klimaschutz und die Anpassung an den Klimawandel qualitativ eingeschätzt.

Aufgrund der o. a. Zielvorgaben für die Förderung von EIP-Projekten waren relativ viele relevante Projekte mit Bezug zum Klimaschutz bzw. der Klimaanpassung zu finden. Bei insgesamt 17 Projekten (50 % aller Projekte) konnten Ansatzpunkte identifiziert werden, die Potenziale für Wirkungen in den Handlungsfeldern Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel aufweisen. Die Wirkungspfade waren dabei z. T. nur sehr indirekt. Bei vier Projekten lagen keine Abschlussberichte vor. In diesen Fällen wurde eine potenzielle Wirkung aus der Projektbeschreibung abgeleitet. Ob die erwartete Wirkung dann tatsächlich eingetreten ist, konnte nicht überprüft werden. Im Projekt Pflanzenkohle etwa ist die Verringerung der Ammoniakemissionen durch das getestete Verfahren nicht erreicht worden, das Projekt wurde daher nicht als relevant eingestuft. Für die 19 als relevant bewerteten Projekte wurden bis Ende 2023 rund 5,45 Mio. Euro bewilligt. Das entsprach 50,6 % der insgesamt bewilligten Mittel.

Wirkungspotenziale bezogen auf das Handlungsfeld Treibhausgas- und Ammoniakemissionen wurden in mehreren EIP-Projekten identifiziert. Eine tatsächliche Wirkung des neu entwickelten Verfahrens bezogen auf die **Verringerung von düngebezogenen Lachgasemissionen** konnte bisher bei drei Projekten nachgewiesen werden, insbesondere in dem Projekt zur Reduzierung der Spätdüngung beim Anbau von Backweizen (ENU-Weizen). In zwei Projekten konnten durch die Gärrestedüngung bei Mais sowie bei dem Anbau von Gemüse in Mulchsystemen (Mulchgemüse Hessen) die Düngereffizienz verbessert werden (plus Minderung der Emissionen bei der Düngerherstellung). Zwei weitere Projekte mit potenzieller, z. T. teilflächenspezifischer Reduzierung der N-Düngung und damit der N_2O-Emissionen waren zum Berichtszeitpunkt noch nicht abgeschlossen und konnten nicht bewertet werden, da die Abschlussberichte noch nicht vorlagen (Schonstreifen im Grünland, Deep farming). Beim Verfahren der Gärrestedüngung wurden auch Ammoniakemissionen reduziert. Dazu wurden aber bereits etablierte und geförderte Techniken eingesetzt (vgl. TM 4.1).

Drei Projekte setzten beim Handlungsfeld **Erhaltung und Verbesserung von Kohlenstoffsenken** im Boden an. Im schon erwähnten Projekt Mulchgemüse konnte nachweisbar an einigen Versuchsstandorten der Kohlenstoffgehalt des Bodens erhöht werden. Im Projekt Hessenstern wurde erfolgreich die Anzucht von Weihnachtsternen in torffreier Anzuchterde unter Praxisbedingungen durchgeführt. Durch Einsatz neuer Zwischenfruchtmischungen und innovativer Anbausysteme soll im Projekt Humuvation gezielt der Humusaufbau unterstützt werden und eine Anpassung an sich ändernde klimatische Bedingungen erfolgen. Auch für dieses Projekt ist noch kein Abschlussbericht verfügbar.

Bei den meisten der relevanten Projekte wurden in der Wirkungskette Potenziale im Hinblick auf **Anpassung an den Klimawandel** identifiziert (insgesamt acht Projekte). In einem Projekt wurde der durch den Klimawandel gestiegene Bedarf aufgegriffen, zur Schonung der Wasservorräte die Beregnung von Kulturen effizienter zu machen und die Berechnungstechnik bedarfsgerechter auszugestalten (GS-Netz). Gleich zwei Projekte setzten dabei an, die Resilienz des Getreideanbaus gegenüber Klimaschwankungen zu erhöhen, indem entweder Getreidepopulationen angebaut werden (Getreidepopulationen) oder geeignetere Sorten zur Ertragssicherung im Ökolandbau über ein neues Verfahren selektiert werden (Qualitätssicherung im Brotweizenanbau). In gleich fünf Projekten (Aroma Minze Hessen, HEFU-Soja, Soja on top, Hanfanbauer Werra-Meißner, Konsorghum für Hessen), wurde das Ziel verfolgt, die Verbreitung des Anbaus bisher nur sehr selten in Hessen angebauter Kulturarten durch Züchtung standortangepasster Sorten oder durch Weiterentwicklung und Optimierung der Anbaumethoden durch Feldversuche unter Praxisbedingungen zu unterstützen (Sorghum, Soja, z. T. im Mischanbau, Hanf, Minze). Die Einführung neuer, ggf. klimatoleranterer Kulturarten erhöht die Anbaudiversität und gilt als geeignete Maßnahme zur Anpassung an den Klimawandel in der Landwirtschaft (siehe auch Kapitel 5.6). Alle vier Kulturarten weisen zudem einen geringeren Düngerbedarf auf, die N-Input pro Hektar und die N_2O-Emissionen fallen im Mittel geringer aus.

Das oben aufgeführte Projekt zum Mulchanbau im Gemüsebau trägt potenziell dazu bei, die Evapotranspiration zu verringern sowie die Wasserkapazität des Bodens zu verbessern und dadurch die Anfälligkeit der Kulturen gegenüber Trockenstress bzw. den Bewässerungsdarf zu vermindern.

Die Projekte ÖkoSaat Hessen und Saatgesundheit Öko-Getreide wurden als klimaschutzrelevant eingestuft, weil sie – wie einige der bereits genannten Projekte – allgemein dazu dienen sollen, Methoden des Ökologischen Landbaus und dessen o. a. positiven Wirkungen für den Klimaschutz zu unterstützen.

5.5.3 LEADER (M 19)

Die Förderung im Rahmen von LEADER (M 19) dient den breit angelegten strategischen Zielen zur Unterstützung der Entwicklung des ländlichen Raums in Hessen. Vorrangig wird damit innerhalb der Priorität 6 das Ziel des SPB 6B „Förderung der lokalen Entwicklung in ländlichen Gebieten“ verfolgt, in dem Vorhaben im öffentlichen Interesse umgesetzt werden. Laut Vorhabenbeschreibung im EPLR wurden weiterhin Beiträge im SPB 6A „Erleichterung der Diversifizierung, Gründung und Entwicklung von kleinen Unternehmen und Schaffung von Arbeitsplätzen“ sowie ergänzende Effekte zu allen weiteren Unterprioritäten der ELER-VO erwartet. Die LEADER-Förderung zur Gestaltung regionaler Entwicklungsprozesse wurde in Hessen in 24 Regionen durchgeführt, die den größten Teil des ländlichen Raums abdeckten. Das für das Auswahlverfahren von einer Lokalen Aktionsgruppe (LAG) erstellte regionale Entwicklungskonzept (REK) legte das Verfahren für die Auswahl konkreter LEADER-Projekte durch die LAG fest. Zuwendungsempfänger:innen der öffentlichen Mittel für die Erstellung der REKs waren die LAGs. Die Projektumsetzung im Rahmen der von den REKs vorgegebenen Handlungsfelder kann durch eine Bandbreite von Akteuren aus dem öffentlichen Sektor (v. a. Kommunen) sowie aus der Wirtschaft oder Zivilgesellschaft erfolgen.

Für die LEADER-Förderung war im EPLR Hessen zunächst ein Budget in Höhe von 61,55 Mio. Euro vorgesehen, die indikativen Mittel für die Durchführung von LEADER-Vorhaben (TM 19.2) allein beliefen sich auf 40,73 Mio. Euro. Der Finanzmittelansatz wurde zur Verlängerung der Förderperiode auf knapp 91,2 Mio. Euro angehoben

(vgl. Tabelle 2), zum Ende der Förderperiode sogar auf 94,3 Mio. Euro. Bis zum Berichtszeitpunkt wurden davon 90,7 Mio. Euro verausgabt, für LEADER-Vorhaben waren es 68,5 Mio. Euro und für LEADER-Kooperationen 1,2 Mio. Euro. Gemessen an den Planzahlen zur Verlängerung der Förderperiode lag die Zielerreichung der LEADER-Förderung bei 99 %.

LEADER-Projekte beinhalten sehr unterschiedliche Fördergegenstände. Daraus resultiert eine große Bandbreite möglicher Wirkungsketten. Denkbar sind Wirkungen zu allen fünf der in der Bewertungsfrage angesprochenen Bewertungsaspekte, also Wirkungen bezogen auf die Verbesserung der Energieeffizienz, auf die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energie, auf die Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen, auf die Erhaltung und Verbesserung von Kohlenstoffsenken und auf die Anpassung an den Klimawandel. Der Schwerpunkt der hier vorgestellten Wirkungsanalyse lag auf Verbesserung der Energieeffizienz, da zu diesem Bewertungsaspekt laut Erfahrungen aus der Förderperiode 2007 bis 2013 die meisten wirksamen Projekte zu erwarten waren (Sander et al., 2016). Auch die ansonsten nicht im EPLR geförderte Erzeugung erneuerbarer Energie kann über den Projektauswahlprozess der LAGs in Einzelfällen Fördergegenstand werden. In den allermeisten Fällen sind die durch LEADER-Projekte erzielten Wirkungen als zusätzliche Programmwirkungen einzustufen. Wirkungen bezogen auf den Wirkungsindikator treten eher selten auf, da sich unter den LEADER-Projekten nur wenig Projekte finden lassen, die zur Verringerung der Emissionen aus der Landwirtschaft und Nutzung landwirtschaftlicher Böden beitragen können.

Das Monitoring zur jährlichen Berichterstattung gibt einen ersten Anhaltspunkt zur Relevanz der LEADER-Projekte (hier nur TM 19.2) für die SPB im Themenfeld Klima. Demnach wurden nur dem SPB 5D Verringerung der Treibhausgas- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft fünf Projekte zugeordnet, für die 82.623 Euro an öffentlichen Mitteln verausgabt wurden (Tabelle B2.1, Datenstand 4/2024). Das waren 4 % der geförderten LEADER-Projekte und 0,13 % der für TM 19.2 verausgabten öffentlichen Mittel. Allerdings ist in den zur Evaluierung zur Verfügung gestellten Förderdaten nicht erkennbar, um welche Projekte es sich konkret handelt, sodass keine Wirkungsanalysen für diese durchgeführt werden konnten. Den übrigen mit Klimaschutz zusammenhängenden SPB wurden keine Projekte zugeordnet.

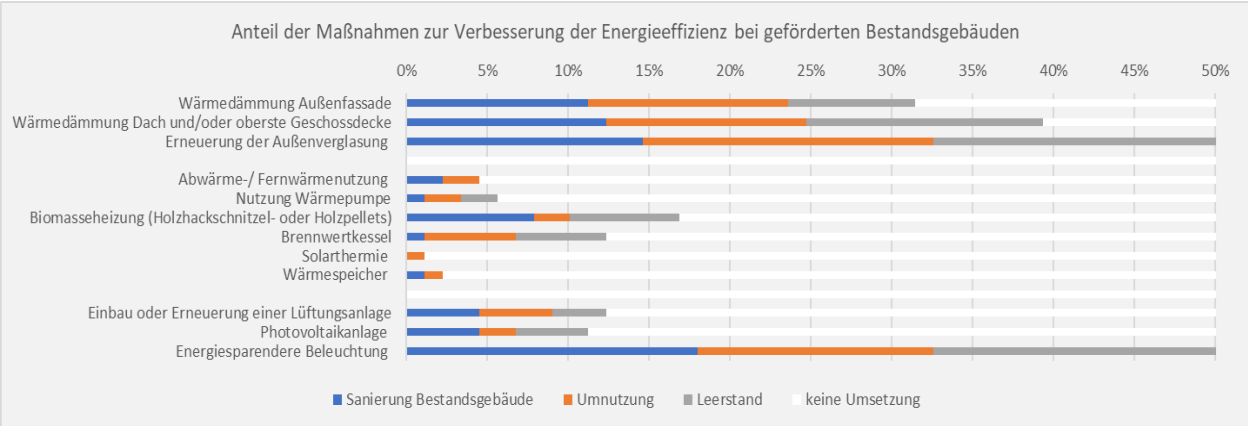
Die wichtigste Datengrundlage für die Bewertung der Klimaschutzwirkung von LEADER-Projekten, insbesondere im Hinblick auf die Verbesserung der Energieeffizienz, bietet die schon im Kapitel 5.5.1 zu Basisdienstleistungen erläuterte Befragung der Zuwendungsempfänger:innen für Maßnahmen der ländlichen Entwicklung. Bei M 19 wurden 563 Vorhaben befragt, geantwortet haben 418 Zuwendungsempfänger:innen (Rücklaufquote = 74 %). Wie oben erläutert, fokussierte die Befragung vor allem auf den Wirkungspfad Reduzierung von CO_2-Emissionen durch energetische Sanierung von Gebäuden und kommt zu folgenden Ergebnissen:

In der Befragung in 2024 haben 124 der 418 Antwortenden angegeben, dass im Rahmen des geförderten Projektes Arbeiten an einem Gebäude (z. B. Neubau, Ausbau, Sanierung) vorgenommen wurden, das entspricht knapp 30 %. Bei 28 % dieser Projekte wurde das Gebäude saniert und die Nutzung blieb die gleiche wie vor Durchführung der Maßnahme. Eine Umnutzung fand bei 54 Gebäuden bzw. knapp 44 % der Projekte statt, wobei von diesen 29 Gebäude vorher leer standen. Gut 28 % bzw. 35 Gebäude wurden neu errichtet.

Bei 75 der insgesamt 89 Bestandsgebäuden (knapp 84 %) sind eine oder meist mehrere Maßnahmen zur Energieeinsparung und Verbesserung der Energieversorgung durchgeführt worden. Die Verteilung auf die im Fragebogen erfassten Maßnahmen ist in Abbildung 11 dargestellt (Mehrfachantworten waren erwünscht). Die Ergebnisse weisen eine hohe Ähnlichkeit mit denen der oben dargestellten Ergebnisse für die Basisdienstleistungen auf. Am häufigsten wurden auch bei LEADER-Projekten Maßnahmen an der Gebäudehülle durchgeführt. Wieder wurde die Erneuerung der Außenverglasung mit Abstand am meisten genannt (53 % aller Bestandgebäude), gefolgt von der Dämmung von Dach- und/oder oberster Geschossdecke (39 %) und der Fassadendämmung (31 %). Auch der Einbau energiesparender Beleuchtung war mit 52 % der Projekte von ähnlich hoher Bedeutung wie Maßnahmen an der Gebäudehülle. Bei der Wärmeversorgung kommt – anders als bei der Förderung von Vorhaben für Basisdienstleistungen – der Einsatz von regenerativen Techniken, vor allem

durch Einbau von Biomasseheizungen, auf einen etwas höheren Anteil als die Brennwerttechnik. In Einzelfällen wurden auch Wärmepumpen und Solarthermie verbaut oder der Anschluss an Fern-/Nahwärmenetze möglich.

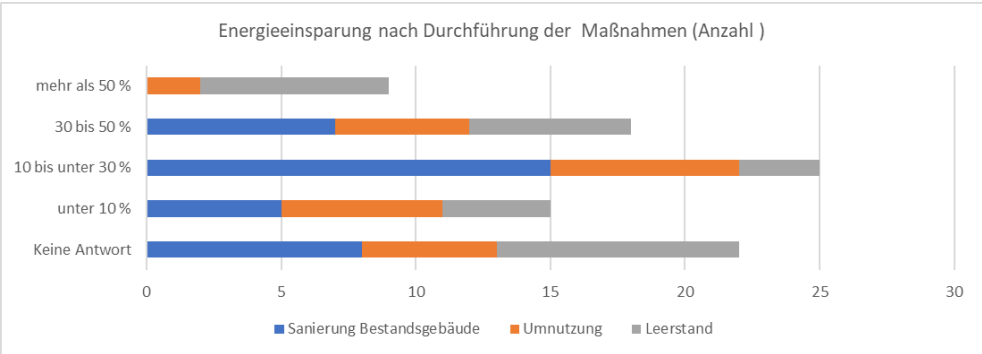
Abbildung 11: Anteil der Maßnahmen zur Energieverbesserung bei LEADER-geförderten Bestandsgebäuden



Quelle: ZWE-Befragung 2024 (n = 89).

Auch für die LEADER-Projekte erfolgte durch die Befragten eine Selbsteinschätzung zur eingesparten Energie entsprechend der im Fragebogen vorgegebenen Skala (67 Antworten = 75 % der Projekte mit Maßnahmen an Bestandsgebäuden), also höher als bei den Basisdienstleistungen. Abbildung 12 gibt die entsprechende Verteilung der Antworten für LEADER-Projekte in der vorgegebenen Skala der Energieeinsparung wieder. Die Ergebnisse fallen ähnlich aus wie die oben dargestellten Projekte bei den Basisdienstleistungen. Die meisten LEADER-Projekte, für die eine Einschätzung vorgenommen wurde (37 %), entfallen auf die Klasse mit Einspareffekten von 10 bis 30 %. Allerdings weisen die Gruppen mit höheren Einsparquoten von 30 % und mehr einen deutlich höheren Anteil der Nennungen auf. Einsparungen von über 50 % werden sogar in neun Fällen angegeben, sieben davon bei Gebäuden, die vorher leer standen. Da bei solchen Umnutzungs- und Revitalisierungsprojekten aber meist der Energieverbrauch vor Durchführung der Maßnahme gar nicht bekannt gewesen sein dürfte, sind diese Angaben vorsichtig einzuschätzen. Bei den Gebäuden, deren Nutzung unverändert blieb, kann hingegen eine hohe Validität der Antwort erwartet werden. Auch von den Befragten bei den LEADER-Projekten hatte niemand Angaben gemacht zum konkreten Energieverbrauch der Gebäude vor und nach Durchführung der Baumaßnahmen. Die Berechnung der absoluten Einspareffekte muss daher auch für LEADER-Projekte entfallen.

Abbildung 12: Selbsteinschätzung zum Umfang der Energieeinsparung bei LEADER-Bestandsgebäuden



Quelle: ZWE-Befragung 2024 (n = 89).

Mit den aufgeführten Projekten zur energetischen Sanierung im Gebäudebereich hat auch die LEADER-Förderung zur Verbesserung der Energieeffizienz beigetragen. Die damit verbundene CO_2-Minderung ist dem Energiesektor zugeordnet. Die Befragung hat also, anders als das EU-Monitoring, wirksame Projekte für den SPB 5B identifiziert,

vermutlich weil bei der Zuordnung von Projekten zum SPB 5B der Fokus nicht nur auf Projekte gelegt wurde, die der Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Ernährungsgewerbe gedient haben.

Auch bei der Klimaschutzbewertung der LEADER-Projekte sind die 35 Neubauvorhaben zu berücksichtigen, deren Errichtung mit CO_2-Emissionen verbunden war. Entsprechend der bei den Basisdienstleistungen skizzierten Vorgehensweise lässt sich hochrechnen, dass baubedingte CO_2-Emissionen zwischen 51 und 195 t CO_2-Äquivalenten pro Jahr angefallen sind (bei Ökobilanzierungen mit einem Betrachtungszeitraum von 50 Jahren). Für eine bilanzierende Betrachtung fehlen konkrete Einsparwerte der energetischen Sanierung. Es steht aber zu vermuten, dass ein nicht unwesentlicher Teil des CO_2-Minderungseffektes infolge der Energieeinsparung von LEADER-Projekten durch die Emissionen der Neubauprojekte wieder verloren ging.

Weitere Wirkungsketten

Neben dem vertieft analysierten Wirkungspfad der energetischen Sanierung sind aufgrund der Projektvielfalt von LEADER noch eine Reihe weitere klimaschutzbezogene Wirkungsketten zu beachten. Die nachfolgende Listung ist an der von Fengler et al. (2024) basierend auf den länderübergreifenden Erkenntnissen der Fallstudien vorgenommenen Klassifizierung orientiert. Die Anzahl der im Text bezifferten relevanten Projekte ist anhand einer Analyse der Auszahlungsdatenbank aller zwischen 2016 und 2024 geförderten Projekte der Teilmaßnahmen TM 19.2 Umsetzung und TM 19.3 Kooperationen über Suchstichworte entstanden. Diese wurde ergänzt über die Suche nach der Nennung des Schlagwortes ‚Klimaschutz' bei den Themencodes, die im Rahmen des Bewilligungsverfahrens zugeordnet wurden.

Auf diese Weise konnten insgesamt 27 weitere relevante Projekte identifiziert werden, für die Zuwendungen im Umfang von 787.000 Euro bewilligt wurden. Das entspricht 1,5 % der bewilligten Projekte und 1,4 % der bewilligten Mittel. Fengler et al. (2024) unterscheiden bei den unter TM 19.2 und TM 19.3 durchgeführten Vorhaben investive Projekte und nicht-investive, investitionsvorbereitende bzw. -begleitende Projekte.

Die oben ausführlich beschriebenen und auf Grundlage einer ZWE-Befragung bewerteten Projekte mit Investitionen in die Verbesserung der Energieeffizienz zählen zur ersten Gruppe. Bei der Abfrage in der Auszahlungsdatenbank anhand von Suchstichworten oder Einträge in den Themencodes konnten nur wenige weitere investive Projekte gefunden werden, die für den Klimaschutz relevant sind und vor allem auch bei der Verbesserung der Energieeffizienz und der Gewinnung erneuerbarer Energie ansetzen. Dazu zählten z. B. die energetische Aufwertung von zwei Freibädern, die Installation einer Photovoltaik-Anlage, von E-Bike-Ladestationen mit PV-Unterstützung, die Errichtung einer energieeffizienten Gemüse- und Kartoffelkühlung auf einem landwirtschaftlichen Betrieb, die vergleichbar auch im AFP förderfähig war. Insgesamt konnten sieben solcher Projekte identifiziert werden, für ca. 60 % der o. a. Zuwendungen aufgebracht wurden (472.000 Euro). Die LEADER-Fallstudien haben gezeigt, dass es bei energetischen Sanierungen und der Produktion des selbst verbrauchten Stroms erhebliche langfristige finanzielle Vorteile für die Kommunen und Verbraucher:innen geben kann (Fengler et al., 2024).

Bei den nicht-investiven, investitionsvorbereitenden bzw. -begleitenden Projekten wird eine große Bandbreite unterschiedlicher Förderansätze und meist vielstufiger Wirkungsketten zusammengefasst, wie das entsprechende Wirkmodell bei Fengler et al. (2024) aufzeigt. Bei diesen Projekten lassen sich grob zwei Interventionstypen unterscheiden, die beide auch in den LEADER-Projekten in Hessen zu finden sind. Bei dem Interventionstyp Qualifizierung/Bildung, die in Hessen deutlich überwiegen, geht es um die Induzierung klimagerechten Verhaltens, wozu klimaspezifische Unterrichtsmodule an Schulen, Workshops, mehrere Energielehrpfade und Demoanlagen, die Ausbildung von Energiescouts, der Ausbau der Energieverbraucherberatung sowie die Durchführung einer Nachhaltigkeits- und Klimaschutzkonferenz dienten.

Der Interventionstyp Konzepterstellung/Studien wurde in vier Projekten umgesetzt. Zweimal gefördert wurden Konzepte/Studien zur Nahwärmeversorgung, des Weiteren ein umfassendes Klimaschutzkonzept für eine ganze Region sowie eine Machbarkeitsstudie für ein Infozentrum für erneuerbare Energien. Insgesamt konnten in den

Auszahlungsdaten 18 solcher Projekte anhand der Themencodes und Schlagwortsuche identifiziert werden, davon 12 Projekte aus TM 19.2 und sechs aus TM 19.3, die Summe der Zuwendungen betrug gut 297.000 Euro.

Nicht berücksichtigt wurden klimaschutzrelevante Vorhaben, die der Stärkung der Regionalvermarktung und Nahversorgung dienten, die insgesamt einen deutlich höheren Anteil an allen LEADER-Vorhaben als die in diesem Unterkapitel beschriebenen Projekte hatten. Hinsichtlich der Klimawirkung solcher Vermarktungsansätze gibt es keine eindeutige Studienlage. Ob eine Klimaschutzwirkung durch ein solches Vermarktungsprojekt ausgelöst wird, ist stark von dessen spezifischer Ausgestaltung und den vermarkteten Produkten abhängig.

5.6 Anpassung an den Klimawandel

Der EPLR verweist darauf, dass in Hessen das Handlungsfeld Anpassung an den Klimawandel auch vor Beginn der Förderperiode in der Klimaschutzpolitik des Landes ein Schwerpunkt war. Da allerdings dieses Handlungsfeld überwiegend durch Förderangebote ohne ELER-Unterstützung unterstützt wurde, sind im EPLR Hessen keine Maßnahmen spezifisch auf die Anpassung an den Klimawandel ausgerichtet. Allerdings sind bei einigen wenigen Maßnahmen Vorhaben gefördert worden, die einen potenziellen Beitrag zur Problemlösung in diesem Handlungsfeld liefern konnten. Wirkungen im eigentlichen Sinne können bei der Anpassung an den Klimawandel ohnehin nicht unmittelbar erfasst werden, weil entsprechende Indikatoren fehlen und sich viele der erhofften Wirkungen erst auf lange Sicht einstellen werden, wenn die Auswirkungen des Klimawandels noch deutlicher zu Tage treten als dies in den letzten Jahren schon der Fall war.

Im Hinblick auf den steigenden Bedarf für Maßnahmen zur Abwehr für Hochwassergefahren infolge von Starkregenereignissen, auf den auch schon die hessische Anpassungsstrategie aus 2012 hinweist, setzte das Land auf ein rein national finanziertes Förderprogramm. Die Umsetzung der damit verbundenen wasserwirtschaftlichen Maßnahmen wird aber, ähnlich wie in anderen Bundesländern, oft durch die Flurbereinigung (VA 4.3-2) ermöglicht. Auch zur Schaffung eines hinreichenden Flächenangebots für Renaturierungsmaßnahmen im Rahmen der Fließgewässerentwicklung werden Flurbereinigungsmaßnahmen benötigt. In diesen Fällen, einmal zur Umsetzung technischer Maßnahmen zum Hochwasserschutz und dann bei der Ausweisung neuer Retentionsräume für den natürlichen Hochwasserschutz im Sinne o. g. Richtlinie sind die positiven Wirkungen auch der Bodenordnung zuzurechnen. Von den 82 mit EU-Mitteln geförderten Flurbereinigungsverfahren in Hessen verfolgen allein 25 das Ziel der Flächenbereitstellung u. a. für den Hochwasserschutz und 77 das Ziel „Umwelt, Naturschutz, Gewässerentwicklung“, welches nicht weiter differenziert ist (Bathke, 2026). Bachner et al. (2018) kommen auf ähnliche Zahlen und führen aus, dass in 20 % aller Verfahren Ziele der Wasserrahmenrichtlinie und des Hochwasserschutzes verfolgt werden.

Die erhofften Wirkungen der im Folgenden gelisteten einzelnen Vorhaben zielen eher auf Problemlösungen bei zunehmenden Trockenphasen und Hitzeperioden. Es wurden drei unterschiedliche Vorhabentypen gefördert, die zur effizienten Nutzung von Beregnungswasser in Landwirtschaft und Gartenbau beitragen.

- In TM 4.1 (AFP) waren auch Investitionen in Bewässerungsanlagen förderfähig, für die eine Wassereinsparung von mindestens 25 % nachgewiesen werden konnte. Bis zum Ende der Förderperiode wurde aber lediglich eine Bewässerungsanlage gefördert, das förderfähige Investitionsvolumen belief sich auf rund 63.500 Euro, die Zuwendung auf gut 19.000 Euro. Ein weiteres AFP- Vorhaben förderte den Schutz vor Ertragsverlusten, indem für die Errichtung von Hagelschutznetzen eine Zuwendung von 4.444 Euro gewährt wurde.
- Im Rahmen des EIP-Agri (TM 16.1) wurde ein Vorhaben gefördert, in dem eine neue Software zur Effizienzsteigerung in der Beregnung entwickelt und zusammen mit Praxisbetrieben auf deren Bedürfnisse hin angepasst wurde. Die über den EPLR bereitgestellten Mittel beliefen sich auf rund 269.000 Euro.
- Auch innerhalb der LEADER-Umsetzung (TM 19.2) wurde ein Projekt bewilligt, das zur Effizienzsteigerung in der Feldberegnung beitragen sollte.

Als Maßnahme mit positiven Wirkungen im Hinblick auf die Anpassung der landwirtschaftlichen Produktion an den Klimawandel gilt der Ökologische Landbau (TM11.1/11.2), vor allem im Hinblick auf einen angepassten Pflanzenbau. Auch die im Rahmen der Evaluierung durchgeführten Analysen haben entsprechend Befunde geliefert. In Roggendorf et al. (2024) konnte gezeigt werden, dass bei Einstieg in den Ökologischen Landbau die Anzahl angebauter Kulturarten deutlich erhöht wurde und zudem vermehrt Kulturarten angebaut wurden, die zu einer besseren Humusversorgung der Böden beitragen. Eine ähnliche Wirkung konnte auch für die Förderung Vielfältiger Kulturen im Ackerbau nachgewiesen werden (TM 10.1). Die Anbaudiversifizierung wird generell zur Risikoverteilung bei möglichen Extremwetterlagen empfohlen (HMUKLV, 2023b) und mit diesem Förderziel auch als Ökoregelung im GAP-Strategieplan angeboten (BMEL, 2024). Eine bessere Humusversorgung der Böden steigert die nutzbare Feldkapazität und sorgt so für eine besser Wasserversorgung der angebauten Feldfrüchte auch in trockeneren Phasen. Zudem wird die Infiltrationsleistung verbessert und damit die Retentionswirkung der Böden bei Starkregenereignissen.

Weitere Maßnahmen zur Minderung von Gefahren infolge des Klimawandels in der Landwirtschaft wurden ohne ELER-Kofinanzierung im Rahmen des HALM gefördert. Zu nennen sind hier etwa die Förderung von Erosionsschutz- und Gewässerrandstreifen sowie der Zwischenfruchtanbau.

Die in Kapitel 5.2.3 dargestellte Bodenschutzkalkung (TM 8.5) ist als Anpassungsmaßnahme in der Forstwirtschaft einzuordnen. Wie erläutert, trägt die zielgerichtete Kalkung zur der in der hessischen Anpassungsstrategie angestrebten Entwicklung stabiler, standortangepasster Wälder bei. Auch die TM 8.4 des EPLR Hessen zur Unterstützung für Wiederherstellung von durch Waldbrand, Naturkatastrophen und Katastrophenereignissen geschädigter Wälder war als Maßnahme programmiert, die neben ihrem Hauptziel im SPB 4A auch laut Vorhabenbeschreibung im EPLR zur Abwehr der Gefahren durch den Klimawandel beitragen konnte. Durch die Maßnahme sollte konkret die nach großen Katastrophen erforderliche Aufarbeitung des Schadholzes und die Räumung der betroffenen Flächen gefördert werden. Die Förderung wurde jedoch zur Beseitigung der im Laufe der Förderperiode entstandene Schäden nicht in Anspruch genommen.

Wie in Kapitel 2.5.3 aufgezeigt, werden Anpassungsmaßnahmen im kommunalen Bereich über ein Förderprogramm des Landes umgesetzt. Im Rahmen der ländlichen Entwicklungsmaßnahmen über LEADER wurden daher keine investiven Vorhaben zur Anpassung an den Klimawandel gefördert. Hingegen wurden Projekte mit LEADER-Mitteln unterstützt, die eher dem o. g. Interventionstyp der Wissensvermittlung zuzurechnen sind. Diese sollen über Veranstaltungen, sonstige Infoangebote oder Multiplikatoren das Bewusstsein in der Bevölkerung im ländlichen Raum schaffen, welche Folgen der Klimawandel mit sich bringt und welche Möglichkeiten der Anpassung an die neuen Herausforderungen gegeben sind.

5.7 Beitrag des Programms zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel

Das folgende Kapitel fasst die in den vorangegangenen Kapiteln dargestellten Einzelergebnisse für die fünf themenfeldbezogenen Teilaspekte Reduzierung der Treibhausgasemissionen, Erhaltung und Verbesserung der Kohlenstoffsenken, Verbesserung der Energieeffizienz, Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien sowie Anpassung an der Klimawandel zusammen. Es legt damit die Grundlage zur Beantwortung der gemeinsamen Bewertungsfrage 24 in der Expost-Bewertung 2026. Die Bewertungsfrage 24 berücksichtigt die klimaschutzrelevanten Wirkungen aller Maßnahmen des EPLR, also auch die der Maßnahmen ohne explizites Förderziel in den Handlungsfeldern des Klimaschutzes und der Anpassung an den Klimawandel. Mit Frage 24 wird gleichzeitig – wie in Kapitel 1 erläutert – der klimaschutzbezogene Aspekt der Bewertungsfrage 28 hinsichtlich des Beitrags des Programms zum Ziel der GAP beantwortet, Klimaschutzmaßnahmen zu gewährleisten.

Gemeinsame Bewertungsfrage 24: „In welchem Umfang hat das Programm zur Entwicklung des ländlichen Raums zum Klimaschutz und zur Anpassung an den Klimawandel beigetragen sowie zur Erreichung des Kernziels der Strategie Europa 2020, die Treibhausgasemissionen gegenüber 1990 um mindestens 20 % (30 % unter den richtigen Voraussetzungen) zu verringern, den Anteil erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch auf 20 % zu erhöhen und die Energieeffizienz um 20 % zu verbessern?“

5.7.1 Beitrag zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen

Fasst man die maßnahmenbezogenen Analysen auf der Mikroebene zusammen, wurde durch das Programm eine Verringerung der THG-Emissionen in Höhe von 93,2 kt CO_2-Äq pro Jahr erzielt. Bezogen auf die gesamten THG-Emissionen im Jahr 2022 in Hessen (DESTATIS, 2024) entspricht dies einer Emissionsminderung von 0,26 % (ohne LULUCF). Der folglich als sehr gering einzuschätzende Beitrag zur Verringerung der Treibhausgasemissionen insgesamt durch die quantifizierbaren Maßnahmen ist im Laufe der Förderperiode 2014 bis 2022 kontinuierlich angestiegen. Zum Großteil wurde der Wirkungsbeitrag von Maßnahmen ohne explizites Klimaschutzziel geleistet.

Von der Größenordnung her am relevantesten sind die Wirkungen des Programms bezogen auf die Emissionen des Sektors Landwirtschaft und des Sektors LULUCF. Auf die Emissionen aus anderen Sektoren hat der EPLR deutlich weniger Einfluss (siehe Kapitel 2.1.2). Entsprechend ist beim Wirkungsbeitrag des Programms zu unterscheiden zwischen den Wirkungen, die gemäß der Definition des Wirkungsindikators I.07 (Emissionen aus der Landwirtschaft) zu berichten sind, sowie weiteren Wirkungen von Maßnahmen, die anderen Sektoren der Klimaschutzberichterstattung nach IPCC zuzuordnen sind. Im Folgenden werden diese Wirkungsbeiträge differenziert dargestellt.

Verringerung von Emissionen aus der Landwirtschaft durch den EPLR Hessen insgesamt

Betrachtet man zunächst die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft gemäß der Definition des Wirkungsindikators I.07, wurde im Mittel der Förderperiode eine Verringerung der THG-Emissionen in Höhe von rund 52,15 kt CO_2-Äq im Vergleich zu einer Referenzsituation ohne Förderung erreicht. Da sich die geschätzte Minderungswirkung auf Emissionen aus zwei Sektoren bezieht (Landwirtschaft und LULUCF), werden die Minderungsanteile erst in den folgenden Unterkapiteln dargestellt.

In Tabelle 21 ist das Schätzergebnis zur Minderung der THG-Emissionen durch die einzelnen Maßnahmen des EPLR Hessen differenziert aufgelistet. Im Laufe der Förderperiode war ein deutlicher Anstieg der Wirkungen in Höhe von rund 30 kt CO_2-Äq zu verzeichnen (knapp 80 %), der auf die Zunahme wirksamer Förderflächen (sowohl bei Förderung Vielfältiger Kulturen im Ackerbau als auch beim Ökolandbau) sowie der wirksamen Fördervorhaben des AFP zurückgeht.

Tabelle 21: Übersicht der Schätzergebnisse zur Verringerung von THG- und Ammoniakemissionen durch wirksame Maßnahmen des EPLR

		Verringerung von Treibhausgas- und Ammonikemissionen im Mittel der Förderjahre 2015-2022 (Wirkungsindikator I.07)						
Teilindikator		I.07-1.1	I.07-1.1	I.07-1.2	I.07-1		I.07-2	
EU-Code	Maßnahme	Lachgas-Emissionen [kt CO_2-Äq]	Methan-Emissionen [kt CO_2-Äq]	C-Sequestrierung [kt CO_2-Äq]	Summe [kt CO_2-Äq]	Anteil an Gesamt [%]	Ammoniak [t NH3]	Klimaschutzziel (5D/5E)
4.1	Agrarinvestitionsförderung	0,40	-3,43	n.r.	-3,03		249	x
4.3	Flurbereinigung	n.r.	n.r.	0,12	0,12	0,2	n.r.	
10.1	Vielfältige Kulturen im Ackerbau	1,27	n.r.	7,30	8,57	15,5	16	
11.1./2	Ökologischer Landbau	23,45	0	23,04	46,49	84,2	637	
Summe Wirkung aller Maßnahmen		**25,11**	**-3,43**	**30,46**	**52,15**	**100**	**903**	

Ein negatives Vorzeichen bedeutet Anstieg der Emissionen. 'x = Sekundäres Ziel, n.r. = Wirkungspfad nicht relevant.
Maßnahmen, die in Tab. 2 nicht genannt sind, sind entweder für I.07 nicht relevant oder deren Wirkung konnte nicht quantifiziert werden.

Quelle: Eigene Berechnungen.

Bezogen auf die Verringerung von Emissionen aus der Landwirtschaft hat mit gut 84 % der Ökologische Landbau den weitaus größten Beitrag geleistet. Der Anbau vielfältiger Kulturen kommt auf einen Wirkungsanteil von knapp 16 %. Die errechneten Effekte gehen damit – begründet in der standortbezogenen Schätzmethode der nationalen THG-Berichterstattung – auf Vorhabenarten zurück, die mit Extensivierung oder Produktionsrückgang verbunden sind.[23] Bei einer produktbezogenen Berechnung der Wirkungen, die hier nicht zur Anwendung kommt, sind zumeist geringere Beiträge dieser Vorhabenarten zu erwarten (vgl. WBAE und WBW, 2016).

Da die Umstellung auf Ökolandbau zumeist mit einer größeren betrieblichen Anpassung verbunden ist, kann von einer mittelfristig andauernden Wirkung ausgegangen werden. Die Wirkung der Vielfältigen Kulturen im Ackerbau hingegen kann nur für die Dauer der Verpflichtung als gesichert gelten. In Hessen fällt die Wirkung des Ökolandbaus im Vergleich zur Referenz der konventionellen Landwirtschaft geringer aus als in anderen Bundesländern. Dies betrifft zum einen eine etwas geringere Minderung der Lachgasemissionen, da auch im konventionellen Landbau der Stickstoffinput in Hessen im Bundesvergleich geringer ausfällt. Bei den Methanemissionen ist der Unterschied zwischen Betrieben des Ökolandbaus und konventionellen Betrieben noch geringer (siehe Kapitel 5.1.2). Zu beachten ist bei den Wirkungen des Ökolandbaus auch, dass ein Teil der Wirkungen schon vor Beginn der Förderperiode gegeben war. In der Nettobetrachtung sind knapp 25 kt CO2-Äq über die in die Ökolandbau-Förderung eingestiegenen Betriebe und durch Ausdehnung der Förderfläche hinzugekommen, vor allem über Kohlenstoffspeicherung in den Böden (88 %).

Wie in Kapitel 5.1.3 dargestellt, ergibt sich im Saldo beim AFP im Hinblick auf die Methan- und Lachgasemissionen netto ein negativer Wirkungsbeitrag. Die über das AFP umgesetzten Stallbauinvestitionen, die mit Primärziel der Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit dienen sollten, führen zu anwachsenden Tierbeständen und den damit verbundenen Emissionen bei den teilnehmenden Betrieben. AFP-geförderte Betriebe haben Marktanteile von Betrieben übernommen, die die Tierhaltung aufgegeben haben und damit zur Beibehaltung tierhaltungsbezogener Emissionen beigetragen. Da aber laut ZWE-Befragung die Mehrzahl der Investitionen auch

[23] Laut EU-KOM ist die standortbezogene Berechnung der THG-Reduktion für die ELER-Evaluierung vorgegeben, um die Wirkung der Förderung an der Baseline der nationalen THG-Berichterstattung messen zu können. Auch die Klimaschutzziele nach deutschem KSG sind an dieser Schätzmethode ausgerichtet.

ohne Förderung umgesetzt worden wären, ist diese Wirkung nur in begrenztem Umfang dem AFP anzurechnen, sondern im Wesentlichen dem Marktgeschehen anzulasten. Da durch andere Fördergegenstände des AFP auch Reduktionen von indirekten Lachgasemissionen erzielt wurden, ergibt sich in der Nettobetrachtung der THG-Emissionen des AFP eine geringe Zunahme der Emissionen in Höhe von knapp 2,9 kt CO_2-Äq pro Jahr.

Beitrag zur Reduzierung von Methan- und Lachgasemissionen der Landwirtschaft

Im Mittel der Förderperiode beträgt die Verringerung der THG-Emissionen nach dem Teilindikator I.07-1.1 des Wirkungsindikators 21,7 kt CO_2-Äq. Diese ergeben sich zum einen aus den 25,1 kt CO_2-Äq pro Jahr durch die Verringerung der Lachgasemissionen. Bezüglich der Methanemissionen sind die negativen Wirkungen des AFP in Höhe von -3,4 kt CO_2-Äq anzurechnen, da keine andere Maßnahme des EPLR positive Wirkungen mit sich bringt. Rechnet man die genannten Werte (wie oben erwähnt berechnet gemäß Definition des I.07-Indikatorsheets) mit den GWP-Faktoren nach IPCC (2014) um, die in der nationalen Berichterstattung seit der Submission 2023 verwendet werden (siehe Kapitel 4) und den Baselinewerten in Kapitel 2.1.1 zugrunde liegen, ergibt sich für Lachgas ein Wert von rund 22,33 kt CO_2-Äq pro Jahr und für Methan ein Wert von rund -3,84 kt CO_2-Äq pro Jahr. Bezogen auf die in Kapitel 2.1.1 dargestellten Methan- und Lachgasemissionen aus dem Sektor Landwirtschaft in Hessen (Mittelwert der FP 2015 bis 2022) erreichten die Maßnahmen des EPLR Hessen damit einen Minderungsanteil von lediglich 1,06 %.

Im Vergleich zum erweiterten Durchführungsbericht 2019 wird die Verringerung von Treibhausgasemissionen im vorliegenden Ex-post-Bericht niedriger eingeschätzt. Dies ist vor allem in der Umstellung der hier zur Anwendung kommenden Berechnungsmethoden für Lachgasemissionen in der nationalen THG-Berichterstattung für Landwirtschaft begründet. Diese setzt seit dem Jahr 2022 regionalisierte und insgesamt deutlich niedrigere Emissionsfaktoren für Lachgas ein als zuvor, die entsprechend aber auch zu einer Absenkung der insgesamt berichteten Lachgasemissionen in Programmgebiet geführt haben.

Da die Lachgasemissionen aus der Düngung, nicht nur durch die neuen Umrechnungsfaktoren vom IPCC, einen deutlich geringeren und stärker sinkenden Anteil an den THG-Emissionen des Sektors in Hessen haben als Methan, ist der Wirkungsbeitrag der Maßnahmen bei den landesweiten Lachgasemissionen etwas größer als für beide Treibhausgase zusammen betrachtet. Die oben angegebenen Schätzwerte zur Verringerung der Lachgasemissionen bedeuten im Jahr 2021 eine Verringerung von rund 6 % der landesweiten Emissionen, im Jahr 2015 lag der Wirkungsbeitrag bei 3,9 %, im Mittel der Förderperiode bei rund 4,7 %.

Methan ist bei den THG-Emissionen des Sektors Landwirtschaft auch in Hessen die bedeutendste Quelle (siehe Kapitel 2.1). Während in der Rinderhaltung Methan aus der Verdauung in Hessen im Laufe der Förderperiode immer stärker zurückgegangen ist, trifft dies für Methan aus dem Wirtschaftsdüngermanagement erst ab 2020 zu. Die Maßnahmen des EPLR haben zu einem Anstieg der Methanemissionen geführt, da sich infolge der AFP-Förderung die Tierbestände vergrößerten.

Beitrag zur Verringerung von Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft

Bezogen auf den Teilindikator 2 des Wirkungsindikators I.07 (Ammoniakemissionen der Landwirtschaft) lässt sich das Ergebnis der Wirkungsabschätzung wie folgt zusammenfassen: Über drei Teilmaßnahmen des EPLR wurde im Mittel der Förderperiode eine Verringerung der Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft in Höhe von insgesamt 903 t NH_3 erreicht. seit 2015 angestiegen. Zwar sank die Wirkung je Hektar Förderfläche bei VK und Ökolandbau in den letzten Jahren der Förderperiode im Vergleich zur Baseline, aber der Zuwachs wirksamer Förderfläche sowie wirksamer Förderfälle des AFP führten insgesamt zu einem Anstieg. Auch wegen der insgesamt zurückgehenden Emissionen im Sektor stieg die Minderungsrate des Förderprogramms daher von 3,1 % auf 4,8 % des in der Landwirtschaft emittierten Ammoniaks in Hessen.

Die Reduktion düngebasierter Ammoniakemissionen bei der Förderung Vielfältiger Kulturen sowie beim Ökolandbau, also Maßnahmen ohne Klimaschutzziel, machte den größten Teil, nämlich insgesamt rund 73 % der

geschätzten Gesamtwirkung, bei diesem Teilindikator aus. Rund 249 t NH_3 (entspricht knapp 28 % des Wirkungsbeitrags) gehen am Ende der Förderperiode auf die investive Förderung im Rahmen des AFP zurück, die mit einem entsprechenden Sekundärziel gefördert wurde. Bezüglich der Ammoniakemissionen überwog beim AFP im Saldo die Wirkung emissionsreduzierender Fördergegenstände (Abdeckung von Güllebehältern – z. T. verpflichtend – sowie Förderung emissionsarmer Ausbringungstechnik) die ansteigenden Emissionen infolge wachsender Tierbestände auf den geförderten Betrieben.

Verringerung weiterer Treibhausgasemissionen durch Maßnahmen des EPLR Hessen

Neben der Verringerung der Treibhaugasemissionen aus der Landwirtschaft und aus landwirtschaftlich genutzten Böden haben Maßnahmen des EPLR zusätzlich zur Verringerung von Treibhausgasemissionen aus anderen Sektoren beigetragen. Neben der o. a. eingesparten Lachgasemissionen wurden bei reduzierter Mineraldüngung CO_2-Emissionen eingespart, die bei der Produktion chemisch-synthetischer Dünger entstehen (vgl. Flessa et al., 2012). Daraus resultiert grob geschätzt ein Effekt von 40,8 kt CO_2-Äq pro Jahr, der in der THG-Berichterstattung des Industriesektors verbucht wird. Eine zusätzliche Minderungswirkung in Höhe von rund 0,31 kt CO_2-Äq pro Jahr wurde über die Kraftstoffeinsparung erreicht, die durch die Flächenarrondierung infolge der mit ELER-Mitteln finanzierten Flurbereinigungsverfahren in Hessen erzielt werden konnte (TM 4.3). Die Kraftstoffeinsparung wird im Energiesektor verbucht, ist aber in Deutschland auch unter dem Sektorziel der Landwirtschaft nach Klimaschutzgesetz mit anzurechnen.

5.7.2 Beitrag zur Sicherung und Verbesserung von Kohlenstoffvorräten in landwirtschaftlich genutzten Böden

Durch Einbeziehung des zweiten Teilindikators (I.07-1.2) sind zu der über den Wirkungsindikator I.07 erfassten Gesamtwirkung des EPLR im Mittel der Förderperiode noch 30,5 kt CO_2-Äq hinzuzurechnen, die durch Sicherung und Verbesserung der Kohlenstoffspeicherung in landwirtschaftlich genutzten Böden anfallen und dem Sektor LULUCF zuzuordnen sind. Bezogen auf die Emissionen bei Nutzung von Acker und Grünland im Programmgebiet (LULUCF), die im Verlauf der Förderperiode stark schwankten und sich im Mittel bei rund 0,645 Mio. t CO_2-Äq bewegten (siehe Kapitel 2.2.1), entspricht die geschätzte Minderungswirkung einem Anteil von 4,5 %. Bezogen auf den gesamten LULUCF-Sektor nach 2018, seit der Sektor als THG-Quelle CO_2 emittiert, ist der Minderungsanteil mit 0,66 % eher als marginal einzuordnen.

Die maßnahmenbedingte Kohlenstoffspeicherung in landwirtschaftlichen Böden macht rund 58 % der Wirkungen des Programms bezogen auf den Wirkungsindikator I.07 aus. Fast die gesamte geschätzte Bindungswirkung ist auf Vielfältige Kulturen und Ökologischen Landbau zurückzuführen. Zum Teil gehen die Schätzwerte auf den erwähnten deutlichen Anstieg der wirksamen Förderflächen zurück. Daneben fallen die Schätzgrößen für die Wirkung pro Hektar Förderfläche beim Ökolandbau aufgrund der zur Ex-post-Bewertung durchgeführten Wirkungsanalysen deutlich höher aus. Anders als beim Ökolandbau, bei dem nachweisbar eine deutliche Systemumstellung bei Neueinsteigern vollzogen wird, können für die Vielfältigen Kulturen im Ackerbau die geschätzten Wirkungen nur für die Dauer der Verpflichtung als gesichert gelten (vgl. Roggendorf et al., 2024).

Eine zusätzliche Kohlenstoffbindung in Höhe von 123 t CO_2-Äq pro Jahr wird für die in der Nettobetrachtung zusätzlich entstandenen Gehölzstrukturen in Flurbereinigungsgebieten geschätzt. Dieser Beitrag wird hier komplett dem Teilindikator I.07-1.2 zugerechnet, auch wenn nur ein Teil des zusätzlich gewonnenen Kohlenstoffspeichers in unterirdischer Biomasse sowie im Boden angelegt wird (vgl. Drexler, 2023).

5.7.3 Beitrag zur Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Energieendverbrauch

Im EPLR Hessen war die Förderung des forstlichen Wegebaus (VA 4.3-1) die einzige in Anspruch genommene Maßnahme mit dem Ziel im SPB 5C zur Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energie. Wie in Kapitel 5.4.1 aufgezeigt, sind dabei durch neu angelegte Forstwege zusätzliche Einschlagsmenge in Höhe von ca. 3.500 Festmetern in den nächsten zehn Jahren zu erwarten. Dadurch hat die Maßnahme auch potenzielle Wirkungen im Hinblick auf die Bereitstellung von Rohstoffen für die Bioökonomie. Nimmt man für den zusätzlichen Holzeinschlag den Anteil energetischer Verwertung nach bundesdeutschen Mittel gemäß Thünen-Institut an (TI 2024), ergibt sich durch die Förderung des forstlichen Wegebaus für die nächsten zehn Jahre ein Beitrag zur Steigerung des Angebots an erneuerbarer Energie in Höhe von grob geschätzt rund 26 t RÖE. Weitere Maßnahmen mit relevanten, potenziellen Wirkungen für die Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energie wurden nicht gefördert.

5.7.4 Beitrag zur Verbesserung der Energieeffizienz

Eine Verbesserung der Energieeffizienz konnte im Rahmen der vorliegenden Evaluierung nur für die Förderung der Verarbeitung und Vermarktung nachgewiesen werden. Wie in Kapitel 5.3.3 ausgeführt, ergibt sich durch Hochrechnung auf die 45 geförderten Vorhaben insgesamt ein Anstieg im Energieverbrauch von rund 148,5 toe. Allerdings verbessert sich die Energieeffizienz im Durchschnitt um 1,8 toe/Mio. Euro Umsatz. Die Reichweite der Maßnahme ist insgesamt als sehr gering einzustufen, da der Energieverbrauch der geförderten Unternehmen nur 1,1 % des gesamten Energieverbrauchs in der Ernährungsindustrie Hessens repräsentiert. Der Anteil der geförderten Betriebe an allen Betrieben der Ernährungsindustrie lag bei 2,4 %.

5.7.5 Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel

Als Maßnahmen des EPLR, die positiven Wirkungen im Hinblick auf die Anpassung an den Klimawandel in der Land- und Forstwirtschaft auslösen können, sind die Bodenschutzkalkung im Wald (TM 8.5) sowie die Förderung Vielfältiger Kulturen im Ackerbau (TM 10.1) und der Ökologische Landbau (M 11) zu nennen. Da die Maßnahmen eher vorsorgenden Charakter haben, treten ihre Wirkungen erst mit Zeitverzug ein und sind abhängig von den klimatischen Bedingungen in Einzeljahren. Um langfristig Wirkung zu entfalten, reichen die fünfjährigen Verpflichtungen bei diesen Maßnahmen nicht aus. Auch bezüglich Anpassung an den Klimawandel wäre bei diesen Maßnahmen Verstetigung und Weiterentwicklung erforderlich. Die Flurbereinigung hat dazu beigetragen, Hochwasserschutzmaßnahmen umzusetzen, die ohne ELER-Mittel finanziert werden.

Insgesamt spielt die Anpassung an den Klimawandel im EPLR nur punktuell eine Rolle, da in den Bereichen Forstwirtschaft, ländliche Entwicklung, Hochwasserschutz u. a. Anpassungsmaßnahmen über spezifische Programme ohne ELER-Kofinanzierung gefördert wurden. Vorhaben zur Anpassung landwirtschaftlicher Betriebe, insbesondere aus dem Bereich der investiven Förderung des EPLR, waren ebenfalls selten, trotz wachsenden Handlungsdrucks im Verlauf der Förderperiode.

6 Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung (Effizienz)

Die Kosten-Wirksamkeits-Betrachtung lehnt sich an die methodischen Ausführungen der DG Agri zur Effizienzbetrachtung an (EU-COM, DG AGRI, 2023b). Die Kostenseite beinhaltet die ausgereichten Fördermittel, die auf Seiten der Verwaltung entstehenden Umsetzungskosten (Implementationskosten = IK) und die Kosten der Zuwendungsempfänger:innen, um den Förderantrag zu stellen und abzuwickeln. Den Kosten sollten die Netto-Effekte (entweder auf Ergebnis- oder Wirkungsebene) gegenübergestellt werden. Verglichen werden sollen Maßnahmen oder Interventionstypen. Dabei steht die Frage im Vordergrund, ob die Kosten in einem adäquaten Verhältnis zu den erzielten Wirkungen stehen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Frage, ob der

Umsetzungsaufwand auf das zur Zielerreichung erforderliche Maß reduziert wurde und Vereinfachungsmöglichkeiten genutzt wurden.

Eine Kosten-Wirksamkeitsbetrachtung bietet sich vorrangig in Themenfeldern an, in denen mehrere Maßnahmen mit prioritären Zielen programmiert wurden. Dann können Kosten für die erreichten Wirkungen ermittelt werden, die ein Maßnahmenranking erlauben. Die Eignung von Maßnahmen für den Klimaschutz hängt allerdings nicht nur von den ermittelten Kosten ab, sondern auch von beispielsweise im Fall von Agrarumweltmaßnahmen, der standörtlichen und betrieblichen Eignung und der potenziellen Inanspruchnahme.

Keine Maßnahme des EPLR Hessen hatte ein prioritäres Ziel zur Verringerung von Treibhausgas- und Ammoniakemissionen. Das AFP hatte ein entsprechendes sekundäres Ziel, positive Wirkungen konnten jedoch noch für die Flurbereinigung, den Anbau vielfältiger Kulturen im Ackerbau sowie den Ökologischen Landbau[24] ermittelt werden. Im EPLR Hessen wurden mit dem Ökolandbau und dem AFP mit seinen Förderangeboten zur Lagerung und Ausbringung von Gülle und Gärresten aber zwei Maßnahmen sehr prominent platziert, die auch im Klimaplan Hessen (Handlungsfeld Landnutzung) (HMUKLV, 2023b) eine wichtige Rolle spielen.

Die Haupteffekte gehen vom Ökologischen Landbau aus. Rund 89 % der THG-Emissionen und 71 % der Ammoniakemissionen, die durch den EPLR Hessen verringert werden, steuert der Ökologische Landbau bei.

Für den Ökolandbau haben Osterburg et al. (2019) THG-Vermeidungskosten (auf der Grundlage der Flächenprämien) von knapp 240 (nur THG-Emissionen der Landwirtschaft) bzw. 140 Euro/t CO_2-Äq (einschließlich der THG-Wirkungen des Humusaufbaus) berechnet. Bei Berücksichtigung von Leakage-Effekten und der Verringerung der N-Düngernachfrage liegen die Vermeidungskosten bei 250 bis 410 Euro/t CO_2-Äq. Nach überschlägigen Berechnungen liegen die Vermeidungskosten in Hessen bei rund 480 Euro/t CO_2-Äq. Die Kostenberechnung beruht auf den durchschnittlich getätigten öffentlichen Ausgaben zwischen 2016 und 2023 und den ermittelten Verringerungseffekten. Unter Berücksichtigung der Implementationskosten (Grajewski und Becker, 2026) lägen die Vermeidungskosten bei rund 530 Euro. Die höheren Vermeidungskosten in Hessen lassen sich durch zwei Faktoren erklären: Das methodische Gerüst in der THG-Emissionsberichterstattung hat sich geändert. Vor allem die Effekte im Zusammenhang mit Düngung wurden aufgrund geänderter Berechnungsmethoden nach unten korrigiert. Dadurch fallen die angesetzten durch den Ökolandbau vermiedenen THG-Emissionen nach Osterburg et al. (2019) höher aus als nach den derzeit geltenden Standards, die wir für unsere Schätzung in Hessen zugrunde gelegt haben. Des Weiteren fallen in Hessen aufgrund des insgesamt landesweit geringeren Intensitätsniveaus auch die THG-Minderungseffekte des Ökolandbaus geringer aus als beispielsweise in anderen Bundesländern wie Niedersachsen.

Osterburg et al. (2019) weisen allerdings generell darauf hin, dass die Bewertung von Treibhausgasvermeidungskosten aufgrund der vielfältigen Ziele des Ökologischen Landbaus problematisch ist. In Hessen ist der Ökologische Landbau prioritär dem Ziel Biodiversität zugeordnet, mit sekundärem Ziel dem Wasser- und Bodenschutz. Die THG-Vermeidungskosten des Ökolandbaus sind für die Entscheidung, die Maßnahme anzubieten, kaum relevant. Entscheidend ist der Beitrag zur Minderung von THG-Emissionen; die strategischen Ziele zur Ausweitung der Anbaufläche leiten sich primär aus anderen Umweltzielen ab.

Zur Reduzierung von Ammoniakemissionen tragen in entscheidendem Maße die Agrarinvestitionsförderung und der Ökologische Landbau bei. Beim AFP war vor allem die Förderung emissionsarmer Ausbringungstechniken und separater Güllelager mit Abdeckung wirksam, in geringem Umfang auch die mit Stallbauten verbundenen Investitionen in die Lagertechnik.

Kosten und Wirkungen der beiden Maßnahmen sind nicht ohne Anpassungen miteinander vergleichbar. Die Kosten und Wirkungen für den Ökolandbau werden für ein Jahr dargestellt. Beim AFP wurden zunächst die öffentlichen Ausgaben geschätzt, die auf die beiden Fördergegenstände entfallen. Die IK wurden anhand der

[24] Alle anderen Agrarumweltmaßnahmen werden rein national außerhalb des EPLR gefördert.

relativen IK (26,7 %) (Grajewski und Becker, 2026) ermittelt; dabei wird angenommen, dass der Aufwand sich nicht grundlegend unterscheidet.

Beim Ökolandbau beziehen sich die verminderten Ammoniakemissionen auf ein Jahr. Die Wirkung ist an die Gewährung der Förderung gebunden. Bei der Maschinenförderung und der emissionsarmen Lagerung ist ein längerer Wirkzeitraum anzunehmen, unter der Voraussetzung, dass die Maschine auch nach ihrer Anschaffung entsprechend eingesetzt und das Lager/die Abdeckung zweckbestimmt genutzt wird. Zwei Zeiträume wurden jeweils gewählt:

- Zum einen die Zweckbindungsfrist von fünf bzw. zwölf Jahren, innerhalb dieses Zeitraums darf die Maschine nicht veräußert werden bzw. muss das Lager/die Abdeckung bestehen;
- zum anderen die Nutzungsdauer von acht Jahren/zwanzig Jahren, die für die steuerliche Abschreibung angesetzt wird (BMF, 1996).

Entsprechend wurden die in Tabelle 22 dargestellten jährlichen Ergebnisse auf die verschiedenen Zeiträume hochgerechnet. Der Ökologische Landbau weist die höchsten Gesamtkosten aus. Wie aber schon oben bei den THG-Emissionen diskutiert, handelt es sich beim Ökologischen Landbau um eine multifunktionale Maßnahme mit einer breiten Zielsetzung; die Verringerung von Ammoniakemissionen ist nur ein Ziel von vielen anderen. Durch die Veränderung von externen Rahmenbedingungen, z. B. im Ordnungsrecht, haben die NH_3-Emissionen je Hektar Förderfläche deutlich abgenommen (siehe Kapitel 2.1.1).

Tabelle 22: Kosten-Wirksamkeit von Maßnahmen zur Verminderung von Ammoniakemissionen

Maßnahme	Absolute IK [1]	Öffentliche Ausgaben [2]	Verminderte NH_3-Emissionen [3]	IK je vermiedener t NH_3-Emissionen	Gesamtkosten je vermiedener t NH_3-Emissionen
	in Mio. Euro		in t	in Euro	
Ökolandbau	2,21	22,41	637	3.471	38.630
AFP-emissionsarme Ausbringung (Zweckbindungsfrist 5 Jahre)	0,54	2,03	1.327	409	1.939
AFP-emissionsarme Ausbringung (Nutzungsdauer 8 Jahre)	0,54	2,03	2.122	255	1.212
AFP-(separate) Güllelager mit Abdeckung (Zweckbindungsfrist 12 Jahre)	1,71	6,40	448	3.812	18.087
AFP-(separate) Güllelager mit Abdeckung (Nutzungsdauer 20 Jahre)	1,71	6,40	747	2.287	10.852

[1] Beim Ökolandbau beziehen sich die Implementationskosten auf den Aufwand im Jahr 2017. Für die beiden AFP-Fördergegenstände wurden die Implementationskosten aus dem Jahr 2017 (ohne Berücksichtigung des Betreuungszuschusses) zugrundgelegt und auf die gesamten öffentlichen Aufwendungen im Förderzeitraum bezogen. Vereinfacht wird also angenommen, die investive Förderung wäre in einem Jahr bewilligt und ausgezahlt worden.

[2] Beim Ökolandbau handelt es sich um die jahresdurchschnittlichen Ausgaben (ohne Altverpflichtungen). Beim AFP wurden für die emissionsarme Ausbringung die in den fünf Jahren getätigten Ausgaben (Grundlage waren Bewilligungsdaten) zugrundegelegt. Für die Güllelager wurden Kosten von im Durchschnitt 6.000 Euro angesetzt, hochgerechnet auf 113 Vorhaben.

[3] Ökolandbau: Im jährlichen Durchschnitt vermiedene Ammoniakemissionen, AFP: über den Zeitraum von 5 (12) bzw. 8 (12) Jahren verminderte Ammoniakemissionen.

Quelle: Eigene Berechnungen auf der Grundlage von Grajewski und Becker (2026), HMLU (2025b) und Bewilligungsdaten.

Die Ammoniakvermeidungskosten fallen bei der emissionsarmen Lagerung deutlich höher aus als bei der Ausbringung. Die Kosten der Ausbringung könnten ggf. noch geringer ausfallen, wenn neben einzelbetrieblichen Ansätzen auch Lohnunternehmen gefördert würden. So sinken die Minderungskosten bei der Ausbringung in Abhängigkeit von der jährlichen Verfahrensleistung (m^3/a); sie fallen je nach eingesetzter Technik sehr unterschiedlich aus (Wulf et al., 2011; aktualisiert in Döhler et al., 2022). Wulf et al. (2011) weisen darauf hin, dass nur ein systemischer Ansatz die effizienteste Lösung erbringen kann, bei der Stall, Lagerung und Ausbringung kombiniert in ihren Wechselwirkungen betrachtet werden. Die Frage ist also, welche Fördermaßnahme den Einsatz der jeweils effizientesten Technik gewährleistet und welche sich auch gut in ein Gesamtkonzept einbettet.

7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Der EPLR Hessen hat nur mit wenigen Maßnahmen die in Kapitel 2 aufgezeigten klimaschutzrelevanten Handlungsfelder adressiert. Eine Reihe von Instrumenten, die über eine ELER-Kofinanzierung zum Klimaschutz beitragen könnten, wurden in Hessen mit rein nationaler Finanzierung umgesetzt. Über deren Wirkung liegen nur in Einzelfällen Informationen vor (wie beim AFP), wenn sie laut Vereinbarung mit den Programmverantwortlichen im Rahmen der Evaluierung mit betrachtet wurden. Gehaltvolle Empfehlungen für die strategisch ausgerichtete Maßnahmen zum Klimaschutz und zur Klimafolgenanpassung in der Land- und Forstwirtschaft können aber nur auf Basis einer alle Förderinstrumente umfassenden Wirkungs- und Effizienzanalyse gegeben werden. Die vorliegende ELER-Evaluierung erlaubt daher nur einzelne Hinweise zu den wenigen angebotenen Fördermaßnahmen des EPLR Hessen sowie einige eher allgemein gültige Handlungsempfehlungen.

Empfehlung 1: Aus diesem Grund wird angeraten, ein umfassendes Monitoring und eine Evaluierung sämtlicher Klimaschutzinstrumente – zumindest für die Sektoren Landwirtschaft und LULUCF – auf den Weg zu bringen, insbesondere für jene aus dem Klimaschutzplan, um eine vollständige Zusammenstellung der zu erwartenden Wirkungen in den verschiedenen Teilsektoren zu erhalten und damit systematisch den weiteren Handlungsbedarf ableiten zu können.

Minderung der THG- und Ammoniakemissionen der Landwirtschaft.

Bei den Treibhausgas- und Ammoniakemissionen im Sektor Landwirtschaft war in den letzten Jahren ein deutlicher Rückgang zu verzeichnen, sodass laut Expertenrat der Bundesregierung vermutlich das Sektorziel 2030 knapp erreicht wird (Expertenrat für Klimafragen, 2025), falls dieser Trend sich fortsetzt.[25] Dies gilt in ähnlicher Weise für den Rückgang der Ammoniakemissionen, die das Minderungsziel laut NEC-Richtlinie für 2020 erreicht hatten, aber laut dieser Verpflichtung im Jahr 2030 nur noch 507 t NH_3 deutschlandweit betragen dürfen.

Die Emissionsreduktionen in der Landwirtschaft lassen sich überwiegend auf Veränderungen in den Aktivitäten der Betriebe zurückführen. Diese wurden aber im Wesentlichen durch stark wirksame äußere Faktoren bestimmt, wie oben aufgezeigt, vor allem durch marktbedingt stark sinkende Tierzahlen (Methan- und Ammoniakemissionen) und eine deutliche Reduzierung der Stickstoffdüngung (Lachgas- und Ammoniakemissionen), die auch auf die Verschärfung des Ordnungsrechts durch zweimalige Reform der DüV zurückzuführen ist. Aber auch die Maßnahmen des EPLR Hessen haben einen geringen, aber nicht unbedeutenden Beitrag zu diesen Entwicklungen geleistet, vor allem bei den Ammoniakemissionen. Zudem sind die Wirkungsbeiträge der Maßnahmen im Laufe der Förderperiode deutlich angestiegen.

Ammoniakemissionen

Bei den Ammoniakemissionen ist dies vor allem darauf zurückzuführen, dass Maßnahmen des EPLR Hessen im Zusammenspiel mit rein national finanzierten Förderangeboten – auch im Sinne des Integrierten Klimaschutzplans 2025 (IKSP 2025) – vor allem bei den technischen Möglichkeiten zur Emissionsreduktion angesetzt hat. Es wurden Förderangebote umgesetzt, die später auch im Klimaschutzprogramm des Bundes als eine wichtige Maßnahme zu finden waren und über ein Bundesprogramm weiter gefördert wurden.

Empfehlung 2: Inwieweit gerade bei der Ausbringungstechnik nach Auslaufen des Bundesprogramms noch weiterer Förderbedarf besteht, kann im Rahmen der Evaluierung nicht beurteilt werden. Es wäre erforderlich, im Hinblick auf den angestrebten Technologiesprung nach Auslaufen der Bundesförderung auf Basis einer fundierten Bestandsaufnahme über zukünftige Förderbedarfe zu entscheiden. Dies gilt auch für die Abdeckung vorhandener Gülle- und Gärrestelager (siehe auch Nationales Luftreinhalteprogramm Deutschland 2023). Beim

[25] Die aktuellste THG-Berichterstattung zeigt, dass dies auch für 2023 der Fall war (Rösemann et al. (2025).

AFP sollten die Abdeckpflicht für Neubauten und Bestandsbehälter beibehalten werden, aber die Lagerung unter Spaltenboden – zumindest in der Rinderhaltung – nicht mehr förderfähig sein. Zudem wäre auch weiterer Förderbedarf bei der Güllevergärung zu prüfen. Die Nutzung des Methanpotenzials der Gülle über Biogasanlagen ist aus mehrfacher Sicht für den Klimaschutz sinnvoll und eine bewährte Technik.

Empfehlung 3: Grundsätzlich sollte der Weg weiterverfolgt werden, möglichst den besten Stand der Technik über Förderangebote in der Praxis zu etablieren. Bei der Investitionsförderung ist es daher erforderlich, den Katalog der Fördergegenstände ständig zu überprüfen und weiterzuentwickeln und dazu die technischen Entwicklungen kritisch zu beobachten und zu bewerten. Dies gilt besonders bezüglich der im Bundesprogramm aufgeführten gasdichten Lagerung von Gülle inklusive Gasableitung und -verwertung, die bislang noch nicht praxisreif ist. Aber weitere, ggf. förderwürdige technische Möglichkeiten zur Emissionsreduktion sind vorhanden (s. u.).

Empfehlung 4: Zur weiteren Emissionsreduktion bei der Stallbauförderung sollte darüber nachgedacht werden, die Förderung an die beste verfügbare Technik für Luftreinhaltung und Emissionsschutz zu koppeln, diese also nicht als freiwillige Maßnahmen mit Zusatzpunkten bei den Auswahlkriterien anzubieten, sondern ähnlich wie die Mindeststandards beim Tierwohl als Fördervoraussetzung (ggf. mit höheren Förderquoten) festzulegen.

Treibhausgasemissionen

Die Verringerung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft ist in der Förderperiode 2014 bis 2022 überwiegend über die AUKM Vielfältige Kulturen und Ökolandbau zustande gekommen ist. Der Wirkungsbeitrag von Maßnahmen auf freiwilliger Basis ist aber nur für die Dauer der Verpflichtung gesichert, das gilt vor allem für AUKM. Für die Erreichung der Klimaschutzziele müsste dieser Beitrag aber dauerhaft erhalten bleiben und noch gesteigert werden, wozu eine Verpflichtung auf freiwilliger Basis keine Garantie geben und zudem dauerhaft erheblich Kosten verursachen würde, um allein den Status quo zu erhalten.

Empfehlung 5: Mit freiwilligen AUKM eine weitere Senkung von Treibhausgasemissionen im Hinblick auf die Sektorziele zu verfolgen, ist daher nicht sinnvoll und wurde schon im EPLR Hessen nicht mehr verfolgt, was auch Empfehlungen in der Ex-post-Bewertung 2016 entspricht. Die Verringerung von Lachgasemissionen bleibt aber ein wichtiger Sekundäreffekt von AUKM, die vor allem andere Schutzziele verfolgen. Dieser Ansatz ist sinnvoll und fortzusetzen, solange die Förderung für andere Schutzziele erforderlich ist, also die willkommene Sekundärwirkung ohne zusätzlich Kosten für den Klimaschutz entsteht.

Bei der Verringerung der **Lachgasemissionen** spielt die Verringerung des Düngerinputs eine zentrale Rolle. Die düngebedingten Emissionen sind die mit Abstand größte Emissionsquelle in der pflanzlichen Erzeugung (Bergfeld et al., 2017). Eine Emissionssenkung kann bei gleichbleibendem Ertragsniveau nur erreicht werden, wenn die Düngeeffizienz verbessert wird. Daher ist die Verbesserung der Düngeeffizienz eine zentrale Maßnahme im Klimaschutzprogramm der Bundesregierung und wird von Expertenseite immer wieder als Hebel zur weiteren Senkung der Emissionen der Landwirtschaft angeführt.

Im Bereich der N-Effizienz steht Hessen nach Ablauf der Förderperiode 2014 bis 2022 relativ gut da, die landesweiten N-Überschüsse fallen im Bundesvergleich eher niedrig aus. Auch der N-Input fällt geringer als im Bundesschnitt aus, insbesondere auf Seiten der organischen Düngung. Aus diesem Grund ist die Wirkung von Fördermaßnahmen im Vergleich zu Betrieben, die keine Maßnahmen umsetzen, in Hessen geringer als in anderen Bundesländern.

Trotz der Fortschritte und Wirkungen der DüV sind noch weitere Verbesserungspotenziale bei der Düngeeffizienz gegeben. Wie Löw und Osterburg (2024) aufzeigen, gilt das besonders für die Ausnutzung organischer Dünger, also vor allem bei Futterbau- und Veredlungsbetrieben. Zur Verbesserung der Düngeeffizienz ist an erster Stelle aber das Ordnungsrecht gefragt. Darauf wurde in Hessen auch im IKSP 2025 (HMUKLV, 2017a) sowie in den Studien zu den Sektorzielen für Hessen verwiesen (Arepo GmbH, 2021). Die konsequente Umsetzung der

begonnenen Reformen ist (Stoffstrombilanz)[26], wie die Vergangenheit gezeigt hat, der beste Hebel für eine weitere Verringerung der Emissionen. Aber auch ELER-Maßnahmen könnten auch weiterhin einen geringen, aber nicht unwichtigen Zusatzbeitrag zur Verbesserung der Düngeeffizienz leisten, z. B. durch investive Förderung.

Empfehlung 6: Hier sind zunächst die Instrumente zur Verbesserung der Wissensbasis zu nennen, das noch im IKSP 2025 als prioritäre Maßnahme aufgeführt wurde. Da die einzelbetriebliche Beratung außerhalb des EPLR angeboten wurde, kann deren Wirkung im Sinne des Klimaschutzplans nicht beurteilt werden. Aus den Ergebnissen der Evaluierung in anderen Bundesländern kann abgleitet werden, dass ein spezifisches Beratungsangebot mit Fokus Düngeeffizienz und Klimaschutz sich als wirksam erwiesen hat. Ein Beratungsset, das hilft, Schwachstellen in der Düngung zu identifizieren und die Düngeplanung und Düngeeffizienz zu verbessern, dient sowohl dem Wasser- als auch dem Klimaschutz. Die in zwei Bundesländern angebotene Klimaschutzberatung setzt darüber hinaus auch bei weiteren Handlungsfeldern des Klimaschutzes an, vor allem in der Tierhaltung und im Bodenschutz.

Empfehlung 7: Ein weiterer wichtiger Baustein ist die oben schon empfohlene Fortsetzung investiver Förderung zur Reduzierung gasförmiger N-Verluste, die damit auch zur weiteren Verringerung von indirekten Lachgasemissionen beiträgt. Bei der Ausgestaltung zukünftiger Förderangebote sollte aber stärker beachtet werden, den Stickstoffverlust entlang der gesamten Prozesskette möglichst zu vermeiden. Eine Förderung zur Vermeidung von Ammoniakverlusten bei der Lagerung ist nur dann sinnvoll, wenn die höheren N-Gehalte im Wirtschaftsdünger im nächsten Arbeitsschritt – also der Ausbringung – nicht zu höheren Emissionen führen.

Empfehlung 8: Ähnlich wie bei Ammoniakemissionen gilt es auch aus Sicht der THG-Emissionen, durch investive Förderung die beste verfügbare Technik in der Praxis zu verbreiten, mit dem Ziel, die Verwendung organischer Dünger zu optimieren und dadurch die N-Effizienz zu steigern. Als ggf. förderwürdige Technikoptionen sind hier beispielhaft anzuführen: Techniken zur Separation oder Ansäuerung von Gülle, teilflächenspezifische Düngung (verbessert produktbezogene Emissionen), Einsatz von sensorgestützter Technik mittels Infrarotspektroskopie. Es gilt wie oben: Entsprechend der fortschreitenden Entwicklung müssen die Techniken in regelmäßigen Abständen neu bewertet werden, um den Stand der Technik zu definieren, förderwürdige Technikvarianten festzulegen und ggf. die AFP-Fördergrundsätze dahingehend anzupassen oder alternativ eine reine Landesförderung anzubieten.

Die Verbesserung der N-Effizienz in der Tierhaltung kann vor allem über eine bedarfsorientierte, eiweißangepasste Fütterung erreicht werden (Bergfeld et al., 2017). Um dabei zu unterstützen, bietet die ELER-Förderung nur wenig Ansatzpunkte. Einer wäre die SIUK-Maßnahme der Mehrphasenfütterung, die unter der im Absatz zuvor gemachten Empfehlung mitzudenken ist.

Empfehlung 9: Ansonsten bietet eine verstärkte Integration von Leguminosen in die Fruchtfolgen gleich mehrfach Vorteile für den Klimaschutz. Es hat sich im Rahmen der Evaluierung gezeigt, dass die Förderung Vielfältiger Kulturen in Ergänzung der Eiweißstrategie des Bundes dazu beigetragen hat, den Anbau von Futter- und von Körnerleguminosen zu steigern, auch im konventionellen Landbau. Zudem hatte sich der Anteil extensiverer Kulturen erhöht, was zu einer weiteren Reduzierung des N-Inputs beitrug. Ob die hessenspezifische Förderkonstellation in der aktuellen Förderperiode mit den neuen VK-Fördermodulen im HALM2 im Zusammenspiel mit der Ökoregelung 2 in ähnlicher Weise wirkt, wäre zu prüfen, wenn nicht im Rahmen der bundesweiten Evaluierung des GAP-Strategieplans, dann durch eigene Untersuchungen.

Zur Senkung von **Methanemissionen** ist ein weiterer moderater Rückgang des Tierbesatzes in Deutschland einhergehend mit Maßnahmen auf der Konsumseite aus Expertensicht erforderlich (Grethe et al., 2021). Es sind diesbezüglich Überlegungen erforderlich, ob im Rahmen des anstehenden Transformationsprozesses im Sektor ein weiterer Rückgang der Tierbestände vor dem Hintergrund der spezifischen strukturellen

[26] Die jüngst erfolgte Streichung der Stoffstrombilanzverordnung wird in diesem Zusammenhang kontraproduktiv eingeschätzt.

Rahmenbedingungen im Programmgebiet erforderlich ist und wie dieser ausgestaltet werden könnte. Schon im Klimaschutzprogramm 2050 der Bundesregierung wurde gefordert, dass eine Gesamtstrategie zur Verringerung der Emissionen in der Tierhaltung entwickelt werden muss, die bislang immer noch nicht vorliegt. Erst auf einer solchen Grundlage können sinnvoll Maßnahmen entwickelt werden.

Aus den Erfahrungen der Evaluierung heraus scheint es in diesem Zusammenhang sinnvoll zu sein, bei der Agrarinvestitionsförderung weiterhin an der Begrenzung der Tierbestände festzuhalten. Bei den insgesamt sehr begrenzten Möglichkeiten, die Methanemissionen aus der Verdauung klimaneutral weiter zu senken, gibt es für die ELER-Förderung kaum Ansatzpunkte.

Der größte Wirkungsbeitrag zur Verringerung von THG-Emissionen hatte in der Förderperiode 2014 bis 2022 die Förderung des Ökolandbaus, auch bei dem unten folgenden Wirkungspfad (Erhaltung/Verbesserung der Kohlenstoffsenken), vor allem durch Ausbau seiner Flächen- und Marktanteile. Die hohe Wirksamkeit gilt nicht durchgehend für produktbezogene Betrachtung. Der weitere Ausbau des Ökolandbaus ist politisches Ziel in Deutschland sowie auch in Hessen, von dem man noch weit entfernt ist. Zur Erreichung der politischen Ziele beim Ökolandbau ist die Flächenförderung essenziell, aber auch Begleitinstrumente sind notwendig (z. B. Beratung).

Empfehlung 10: Maßnahmen in der Landwirtschaft, wie AUKM und der Ökolandbau, sind dann besonders wirksam, wenn sie mit einer Extensivierung der Flächennutzung, ggf. verbunden mit Verringerung der Tierbestände, oder weitgehenden Aufgaben der landwirtschaftlichen Produktion, verbunden sind. Landwirtschaftliche Produktion ist immer mit Emissionen verbunden, diese sind nur bis zu einem bestimmten Grad zu verringern. Wie weit eine Extensivierung zur Erreichung der Klimaschutzziele gehen soll, bedarf einer politischen Abwägung unter Beachtung der damit verbundenen Verlagerungseffekte, allerdings sollte Effektivität und Effizienz beachtet werden. Öfter wird in diesem Zusammenhang betont, dass bei Zunahmen der Flächenextensivierung auf der Konsumseite langfristige Konsumänderungen und die Vermeidung von Lebensmittelabfällen gegenüberstehen und durch geeignete politische Maßnahmen (Bildung, Steuern) unterstützt werden sollten. Es wird zudem angeraten, in zukünftigen Evaluierungen auch eine produktbezogene Bewertung bei solchen Maßnahmen mit einzubeziehen.

Insgesamt bleibt festzuhalten, dass zur Erreichung der weitergehenden Zielsetzungen nach dem deutschen Klimaschutzgesetz bis 2030 erhebliche, zusätzliche Emissionsminderungen im Sektor Landwirtschaft erforderlich sind (Fuß et al., 2025). Den zusätzlichen Investitionen und Kosten, die zur Zielerreichung im Landwirtschaftssektor bei THG notwendig sind, stehen kaum Einsparungen auf der Betriebsebene gegenüber im Vergleich zu anderen Sektoren, mit Ausnahme der Energieeffizienz. Solange die Kosten der zur Erreichung der Klimaschutzziele in der Landwirtschaft notwendigen Maßnahmen nicht in die Produkte eingepreist werden, wird langfristig wirksamer Klimaschutz im Sektor nur über ordnungsrechtliche Instrumente, Förderprogramme und weitere finanzielle Transfers realisiert werden können.

Erhaltung und Verbesserung von Kohlenstoffsenken

Auch wenn der Wirkungsindikator sich nur auf Emissionen aus der Nutzung landwirtschaftlicher Böden bezieht, ist die Entwicklung im LULUCF-Sektor für den Handlungsbedarf zukünftiger ELER-Förderung insgesamt von Bedeutung. Dieser Sektor hat sich, wie in Kapitel 2.2 dargestellt ist, in der vergangenen Förderperiode sowohl in Deutschland als auch in Hessen von einer Senke, die in gewissem Umfang die Emissionen aus der Landwirtschaft ausgleichen konnte, in eine Quelle verwandelt. Die Maßnahmen des EPLR haben die Emissionen des LULUCF-Sektors in der vergangenen Förderperiode nur geringfügig senken können (ca. 0,66 %, siehe Kapitel 5.7.2).

Im deutschen Klimaschutzgesetz ist festgeschrieben, dass die Senkenleistung des Sektors bis 2050 sukzessive zu erhöhen ist. Da derzeit der Trend stattdessen in eine andere Richtung geht, ist der Handlungsbedarf zur Durchführung wirksamer Maßnahmen nach Auslaufen der vergangenen Förderperiode noch erheblich angestiegen. Zur Zielerreichung kann neben den seit 2021 eingeführter Bundesprogrammen auch die ELER-

Förderung im Rahmen des GAP-Strategieplanes einen Beitrag leisten. Entsprechende, potenziell wirksame Maßnahmen sind auch in der aktuellen GAP-VO vorhanden (Reg (EU) 2021/2115).

Die zusätzliche CO_2-Festlegung im Boden über ackerbauliche Maßnahmen im Rahmen einer AUKM (Vielfältige Kulturen) wurde zwar als wirksam angerechnet (als Sekundärwirkung), ist aber keine sichere und dauerhafte Senke, da zu schnell nach Ablauf der fünfjährigen Verpflichtung wieder umkehrbar, wie auch die Akzeptanzanalyse des Anbaus vielfältiger Kulturen gezeigt hat. Es ist daher nicht sinnvoll, die erforderlichen Langfristziele im Sektor LULUCF über solche AUKM erreichen zu wollen. Darauf wurde bereits in EPLR Hessen in der Förderperiode 2014 bis 2022 verzichtet.

Empfehlung 11: Nur die Förderung einer dauerhaften Systemumstellung ist zu empfehlen, die mit Einschränkungen, z. B. durch Umstellung auf Ökolandbau, erreicht werden kann und bei langjähriger Bewirtschaftung höhere Humusgehalte im Boden mit sich bringt. Allerdings gilt auch für Ökolandbaubetriebe die fünfjährige Verpflichtung. Die Evaluierung über mehrere Förderperioden hat aber gezeigt, dass die überwiegende Mehrzahl der Betriebe langfristig auf die ökologische Wirtschaftsweise umgestellt haben. Auch über den Ökolandbau hinaus sind noch weitere Anbausysteme interessant, die auf dauerhafte Systemumstellung abstellen, um langfristige Kohlenstoffbindung zu gewährleisten. Beispielhaft anzuführen wäre hier etwa die Hybridlandwirtschaft nach Taube et al. (2025), die allerdings über fünfjährige Verpflichtungen nicht umsetzbar ist, sondern andere agrarpolitische Rahmenbedingungen erfordert.

Der Ökolandbau zeichnet sich insgesamt durch eine hohe Wirksamkeit beim Klimaschutz aus (bei flächenbezogener Bewertung), da er an mehreren Wirkungspfaden ansetzt. Bei produktbezogener Bewertung ist die Vorteilhaftigkeit stark vom Produkt abhängig und teilweise nicht gegeben. Trotzdem wird die weitere Förderung des Ökolandbaus als Maßnahme empfohlen, da der Ökolandbau multifunktional wirkt, also positive Wirkungen für gleich mehrere Schutzgüter besitzt (vgl. Sander, 2025; Scholz, 2026; Schwenger, 2026). Auch wenn er als Maßnahme im den Klimaschutzprogrammen des Bundes und von Hessen gelistet ist, sollte er allerdings weiterhin nicht als Maßnahme mit Primärziel Klimaschutz gefördert werden, sondern als Maßnahme mit multifunktioneller Wirkung, wie es bereits in der letzten Förderperiode möglich war (VO (EU) Nr. 1305/2013).

Eine radikalere Systemumstellung ist der Landnutzungswandel von Acker zu Grünland, der als Fördermaßnahme aber nur Wirkung im Sinne des Langfristzieles des LULUCF-Sektors entfalten kann, wenn die Rückumwandlung nach Ablauf des Verpflichtungszeitraumes ausgeschlossen wird. Umgesetzt werden könnte eine solche Flächenumnutzung im Rahmen der Förderprogramme, z. B. über den Flächenkauf für Naturschutzvorhaben. Niedersachsen bietet eine solche Maßnahme mit Ausschluss der Rückumwandlung jetzt aber auch im Rahmen der Agarumweltmaßnahmen an. Für eine Wiedervernässung organischer Böden, die im Klimaschutzplan als Maßnahme genannt ist, gibt es in Hessen nur wenig Potenzial.

Die größte Wirkung bei der aktiven Einbindung von CO_2 aus der Atmosphäre haben Maßnahmen zum Aufbau und Schutz der Kohlenstoffsenke im Wald (Riese et al: 2024). Dazu sind geeignete Maßnahmen zur Wiederbewaldung der Schadflächen sowie Maßnahmen zur verstärkten Anpassung der Wälder insgesamt an den Klimawandel im Rahmen eines klimarobusten Waldumbaus notwendig. Im Klimaschutzprogramm des Bundes ist entsprechend auch die Erhaltung und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder als Maßnahme aufgeführt, mittlerweile auch zur Wiederherstellung der CO_2-Senke. Der Bund hatte dazu eigene Förderprogramme ins Leben gerufen. In den Klimaschutzplänen Hessens sind ähnliche Ziele enthalten.

Empfehlung 12: Das Land bietet ebenfalls zur Umsetzung eine umfassende Förderung der Wiederaufforstung und Herstellung standortangepasster und klimastabiler Wälder unter Einbeziehung der GAK-Unterstützung des Bundes an. In Anbetracht des hohen Förderbedarfs ist eine auskömmliche Finanzierung wichtig und je nach Verlauf der Inanspruchnahme der nationalen Förderprogramme diese im Hinblick auf Effektivität, Effizienz und zusätzlicher Finanzausstattung kontinuierlich zu überprüfen. Dies ist erforderlich, da laut wissenschaftlichem Beirat für Waldpolitik wegen der hohen Unsicherheiten der klimatischen Entwicklung im Detail die zukünftige

Rolle heimischer und nicht-heimischer Baumarten im klimaangepassten Waldumbau hinsichtlich Flächenanteile, Wachstum und Klimastabilität noch weitgehend unklar ist (Weber-Blaschke et al., 2025).

Neben den Maßnahmen aus dem forstlichen Bereich gilt die Anpflanzung von schnellwüchsigen Gehölzen (Agroforst) sowie Hecken oder sonstiger Gehölzstrukturen zur Anreichung der Landschaft auf mineralischem Ackerboden als effektive Klimaschutzmaßnahme im LULUCF-Sektor. Neben dem positiven Effekt der zusätzlichen Kohlenstoffspeicherung tragen Gehölzstrukturen und Agroforstsysteme zur Diversifizierung der Landschaft und zur Förderung der Biodiversität bei (vgl. Sander et al 2025).

Empfehlung 13: Neupflanzungen von Gehölzstrukturen mit ELER-Unterstützung wurden nur im Rahmen von Flurbereinigungsverfahren durchgeführt, dabei nicht nur zur Kompensation von Eingriffen nach Naturschutzrecht. Welche Förderansätze zukünftig sinnvoll sind, die die zahlreich vorhandenen Hürden bei der Neuanlage von Hecken und Gehölzen in der Agrarlandschaft überwinden können, wird gerade im Rahmen eines TI-Projektes erarbeitet (Schütze et al., 2024). Darauf sollte zukünftig Bezug genommen werden, um solche sinnvollen und notwendigen neuen Förderangebote in der ELER-Förderung zu etablieren.

Bei Agroforstsystemen ist deren Neuanlage mittlerweile in die Fördergrundsätze der GAK aufgenommen worden. Es wird begrüßt, dass Hessen ebenfalls die Anlage von Agroforstsystemen als Maßnahme seines Klimaschutzplanes fördern will. Für eine kontinuierliche Kohlenstoffspeicherung in Boden und Biomasse sind entsprechende Pflegemaßnahmen in der Förderung solcher Maßnahmen zu berücksichtigen, die bei Hecken bisher fehlen. Für Agroforstsysteme wird zu diesem Zweck eine Ökoregelung angeboten.

Verbesserung der Energieeffizienz

Auf EU-Ebene ist das in der Förderperiode aktualisierte Ziel, die Energieeffizienz bis 2020 um 20 % gegenüber 1990 zu verbessern, im Hinblick auf den Primärenergieverbrauch erreicht worden (z. T. auch im Jahr 2020 mit beeinflusst durch die COVID-19-Krise). Schreibt man den Trend aus den ersten drei Jahren dieses Jahrzehnts fort, wäre das Erreichen der ambitionierteren Zielmarke für 2030 möglich, was entschlossenes Handeln erforderlich macht (EEA, 2025). Auch in Deutschland ging der Primärenergieverbrauch in diesem Zeitraum zurück, woran der quantifizierbare Beitrag der Maßnahmen des EPLR Hessen durch die Verbesserung der Energieeffizienz bei der Verarbeitung und Vermarktung im Ernährungsgewerbe allerdings keinen relevanten Anteil hatte.

Zur Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft, deren Emissionen aus dem Energieverbrauch beim Sektorziel Landwirtschaft nach deutschem KSG in Anrechnung gebracht werden, haben die Maßnahmen des EPLR Hessen nur einen marginalen Beitrag geliefert. Der Beitrag der Agrarinvestitionsförderung (TM 4.1) konnte aufgrund fehlender Daten nicht quantifiziert werden. Wegen der geringen Reichweite ist auch bei dieser Maßnahme davon auszugehen, dass kein Einfluss auf den Gesamttrend vorlag. Gleiches gilt für die geringe Sekundärwirkung der Flurbereinigung zur Verbesserung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft. Dies ist umso bedauerlicher, da der Expertenrat für Klimafragen darauf hingewiesen hat, dass im Sektor Landwirtschaft die Klimaziele zuletzt zwar erreicht wurden, der Energieverbrauch in der Landwirtschaft aber auf gleich hohem Niveau stagniert und nicht zum Rückgang der THG-Emissionen beigetragen hat (Expertenrat für Klimafragen, 2025). Es besteht hier also weiterhin Handlungsbedarf, da die THG-Emissionen aus anderen Quellpfaden des Sektors voraussichtlich nicht weiter so stark absinken werden wie in den letzten Jahren und wie es zur Erreichung des sektorbezogenen Zielwertes 2030 erforderlich wäre.

Im Bereich Energieeffizienz gibt es seit 2016 mit dem Bundesprogramm zur Steigerung der Energieeffizienz und CO_2-Einsparung in der Landwirtschaft ein Förderangebot des Bundes. Dieses Programm fördert sowohl Einzelmaßnahmen (zum Beispiel die Anschaffung von Elektrotraktoren und Hofladern) als auch komplexe energetische Modernisierungen. Vor diesem Hintergrund ist die Bedeutung des ELER als Förderinstrument gering. Aufgrund der mit jedem Förderprogramm einhergehenden Implementationskosten wäre es daher sinnvoll, die Förderung zur Energieeffizienz im Bundesprogramm zu bündeln.

Empfehlung 14: Auf der anderen Seite könnte auch argumentiert werden, dass die zusätzlichen Kosten, um zum Beispiel das Agrarinvestitionsförderprogramm stärker auf Energieeffizienz auszurichten, relativ gering sind, da diese Förderprogramme auch weiterhin angeboten werden. Im Falle des AFP ist zu diskutieren, etwa Stallbauvorhaben an energetische Mindeststandards hinsichtlich der Stalleinrichtung zu knüpfen und bei Milchviehställen zum Beispiel nur besonders effiziente Elektromotoren für Vakuumpumpen als förderfähig einzustufen. Allerdings führt jede Fördervoraussetzung zu einem höheren Aufwand bei den Antragstellenden und in den Bewilligungsstellen. Und es ist fraglich, ob im gegenwärtigen Kontext von Bürokratieabbau noch weitere Anforderungen in ein Förderprogramm integriert werden sollten.

Generell stellt sich aber die Frage, ob die Steigerung der Energieeffizienz über Investitionsprogramme gefördert werden sollte oder ob nicht zum Beispiel Preissignale im Rahmen des Zertifikatehandels effizienter wirken. Da bislang keine positive Entwicklung eingetreten ist, sind aber zur Erreichung der Klimaziele staatliche Förderungen bzw. Eingriffe in das Marktgeschehen auch im Bereich der Energieeffizienz aktuell noch erforderlich.

Bei den Maßnahmen der ländlichen Entwicklung sind eine Reihe von Projekten umgesetzt worden, über die eine Sanierung oder Umnutzung des vorhandenen Gebäudebestandes verbunden mit Verbesserung des energetischen Zustands und der Energieeffizienz der Gebäude realisiert werden konnte.

Empfehlung 15: Dies ist als willkommene Nebenwirkung der Förderung einzuordnen, der Wirkungsbeitrag ist aber ausbaufähig. Es sollte daher überlegt werden, auch im Sinne des Klimaplans Hessen, wie die Sanierungsquote bei baulichen Maßnahmen im ländlichen Raum erhöht werden kann. Wie der Expertenrat für Klimafragen nach deutschem Klimaschutzgesetz aufgezeigt hat (Expertenrat 2024), ist gerade im Gebäudesektor die Erreichung der Klimaschutzziele 2030 sehr stark gefährdet. Daher wird dort eine deutliche Steigerung der Sanierungsrate zur Effizienzverbesserung im Gebäudebestand bis 2030 eingefordert. Der Klimaplan Hessen setzt dazu auf Beratung. Wie das Beispiel der Förderung ländlicher Entwicklung aus Niedersachsen gezeigt hat, ist eine Steuerung über Richtlinieninhalte ebenfalls möglich. Zudem gilt es auch, den Erhalt bestehender Gebäude („grauer Energie“) gegenüber dem Abriss bzw. Neubau bei gleichzeitig hohen Leerständen zu priorisieren.

Anpassung an den Klimawandel

Bedingt durch den fortschreitenden Klimawandel besteht laut der neuen GAP-SP-VO europaweit die Notwendigkeit, die Anstrengungen für die Anpassung an den Klimawandel zu verstärken. Die Evaluierung der Maßnahmen des EPLR hat aber kaum Erkenntnisse zur Ableitung von Handlungsempfehlungen gebracht, da aktuell nur wenige relevante Maßnahmen angeboten und nur punktuell über Einzelvorhaben entsprechende Wirkungen im Handlungsfeld erzielt wurden. Für die Klimafolgenanpassung liegen aber schon seit Jahren ausführliche Agenden vor, die für die Landwirtschaft ist vom BMEL aufgeschrieben und in ein Programm mit konkreten Maßnahmen überführt worden. Es gilt also, diese Agenden abzuarbeiten. An welchen Stellen Förderung eine Rolle spielen sollte, ist im Programm des BMEL vermerkt.

Eine wichtige Maßnahme zur Klimaanpassung in der Landwirtschaft ist die Umstellung auf resilientere und angepasste Anbausysteme. Das bedeutet in der Regel eine Aufweitung der Fruchtfolgen und die Diversifizierung des Anbauspektrums. Der Wechsel liegt in der Verantwortung der Betriebsleiter:innen. Hessen hat durch die Förderung der Vielfältigen Kulturen im Ackerbau und den Ökolandbau zwei Maßnahmen gefördert, die den Übergang zu klimaresilienteren Anbausystemen im Rahmen einer fünfjährigen Verpflichtung unterstützen können. Auch im Hinblick auf die erforderliche Anpassung an den Klimawandel ist daher zu begrüßen, dass über den GAP-SP beide Maßnahmen wieder angeboten werden und die Ökoregelung zur Förderung Vielfältiger Kulturen mit nur einjähriger Bindung ergänzen können.

Empfehlung 16: Zur weiteren Risikoabsicherung zeigen Analysen des Thünen-Instituts (Schmitt et al., 2024), dass Mehrertragsversicherungen eine interessante Lösung sind, um einerseits Anbaudiversifizierung zu fördern und gleichzeitig Betrieben aber auch eine Möglichkeit zu geben, sich gegen extreme Wetterereignisse abzusichern. Zudem wären Ausfallsversicherungen auch über den GAP-SP förderfähig.

Landwirt:innen und Gärtner:innen stehen vor der schwierigen Aufgabe, bei ihren Anpassungsmaßnahmen alle Veränderungen gleichermaßen im Blick zu behalten und dabei Anpassungsoptionen hinsichtlich ihrer Eignung für den eigenen Betrieb zu bewerten und zu nutzen (BMEL, 2019a). Betriebsleiter:innen sind also gefordert, die Resilienz der Betriebe zu erhöhen, eine vorsorgende Herangehensweise ist gefragt.

Empfehlung 17: Aktuell besteht bereits wegen immer häufiger auftretender Extremwetterereignisse ein hoher Bedarf für Klimafolgenanpassung in der Landwirtschaft, der zukünftig weiter steigen wird. Das hierfür erforderliche Wissen ist in der Praxis vielfach gering ausgeprägt. Beratung, Aus-, Fort- und Weiterbildung und ein breites Informationsangebot sollten daher eine unterstützende Rolle im Anpassungsprozess einnehmen. Der Klimaplan Hessen spricht von Klimakompetenz (HMUKLV, 2023b).

Wie oben aufgezeigt wurde, besteht bei der forstlichen Nutzung ein außerordentlich hoher Anpassungsbedarf, der auch im Klimaschutzplan von Hessen festgeschrieben wurde und durch eine breites Förderangebot unterstützt wird. In der zurückliegenden Förderperiode hat der EPLR über die Förderung der Bodenschutzkalkung einen wichtigen Beitrag zur Stabilisierung von Waldbeständen geleistet.

Empfehlung 18: Es wird begrüßt, dass die Bodenschutzkalkung in Hessen weiterhin gezielt gefördert wird. Dabei ist allerdings darauf zu achten, dass die Auswahl der Kalkungsflächen wie bisher standortspezifische und auf Bodengutachten beruhend erfolgt. Gerade auf stark versauerten Böden kann sie zur Stabilisierung der Wälder beitragen und so mittel- bis langfristig die CO_2-Bindung sichern. Es sollte auch darauf geachtet werden, dass eine regelmäßige Erfolgskontrolle stattfindet. Für diese sind die Unterlagen über Auswahl der Flächen und Durchführung der Maßnahmen zu sammeln und bereitzustellen.

Bei der Anpassung an den Klimawandel ist einer der wichtigsten Ansatzpunkte nicht allein für die land- und forstwirtschaftliche Nutzung – so sieht es auch der Klimaplan Hessen – der Wasserrückhalt in der Landschaft. Die Entwicklung über viele Jahrzehnte hin zur Beschleunigung des Abflusses über Ausbau der Vorflut gilt als Mitverursacher mancher aktuellen Problemlagen. Leitfäden für entsprechende Anpassungsmaßnahmen liegen vor. Einige Maßnahmen für mehr Wasserrückhalt in der Landschaft können über investive Förderungen unterstützt werden, der GAK-Rahmenplan und auch die GAP-SP-VO bieten hierfür Ansatzpunkte.

Hessen unterstützt dieses Handlungsfeld aber ebenfalls über eine Landesrichtlinie und über Maßnahmen im Staatswald. Solche nicht nur defensiv ansetzende Anpassungsmaßnahmen sind unabhängig von der Finanzierungsweise sinnvoll und nach Bewertungen des UBA mit hohem ökologischen und sozialen Zusatznutzen verbunden (Lehr et al., 2020). Die Veränderung der Wasserregime oder die Schaffung von neuen Retentionsflächen ist ein häufig noch viel zu wenig beachteter Aspekt in den diversen Verfahren der räumlichen Planung, ein Bewusstseinswandel ist erforderlich.

Empfehlung 19: An vielen Punkten der Agenda zur Anpassung an den Klimawandel wird auf den noch bestehenden Forschungs- und Entwicklungsbedarf verwiesen (z. B. zu klimaangepassten Anbausystemen, Düngerarten und -gaben, Sorten, Haltungsformen/Stallbauten). Wie sich in der zurückliegenden Förderperiode gezeigt hat, kann und sollte bei all diesen Fragen die EIP-Agri zur künftigen Weiterentwicklung beitragen. Durch den Praxisbezug ist EIP-Agri ein wichtiger Baustein im Kontext sonstiger Forschungsförderung.

Literaturverzeichnis

Arepo GmbH (ed) (2021) Sektorziele für Klimaschutz in Hessen. Berlin

Bathke M (2025) Bewertungsbericht zur Fördermaßnahme "Flurbereinigung" (ELER-Code 4.3): Programm zur Förderung im ländlichen Raum 2014 bis 2022 in Niedersachsen und Bremen (PFEIL). 5-Länder-Evaluation 12/2025, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/publikationen/projektberichte/5-laender-bewertung> [zitiert am 9.7.2026]

Bathke M (2026) Bewertungsbericht zur Fördermaßnahme "Flurneuordnung" (ELER-Code 4.32): Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014 bis 2020, verlängert bis 2022. (in Vorbereitung)

Bathke M, Tietz A (2016) Ex-post-Bewertung EPLR Hessen 2007 bis 2013: Modulbericht 5.5_MB(c) Maßnahmenbewertung Flurneuordnung (ELER-Code 125 B). Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/HE/5-5_MB_c_Flurneuordnung.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Bergfeld U, Böcker H, Büscher W, Flessa H, Lasar A, Reinsch T, Roth U, Schmid H, Südekum K-H, Wulf S (2017) Klimaschutz in der Landwirtschaft: Emissionsminderung in der Praxis, hg. v. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL). KTBL-Heft

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2016) Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Steigerung der Energieeffizienz in der Landwirtschaft und im Gartenbau, Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 21 p

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2019a) Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel, zu finden in <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/AMK-12-04-19-Agenda-Anpassung-Klimawandel.pdf?__blob=publicationFile&v=4> [zitiert am 1.7.2026]

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2019b) Nationale Rahmenregelung der Bundesrepublik Deutschland - ELER (NRR) 2014-2020: Version 6.1 Von der Europäischen Kommission angenommen. Zuletzt geändert am 3.6.2019, 282 p

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2020) Maßnahmenprogramm zur Umsetzung der Agenda Anpassung von Land- und Forstwirtschaft sowie Fischerei und Aquakultur an den Klimawandel, zu finden in <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Klimaschutz/ma%C3%9Fnahmenprogramm-klimaanpassung.pdf?__blob=publicationFile&v=3> [zitiert am 1.7.2026]

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft] (2024) GAP-Strategieplan für die Bundesrepublik Deutschland: Version 4.0, [zitiert am 11.7.2024]

BMEL [Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft], Thünen-Institut für Waldökosysteme (2024) Der Wald in Deutschland: Ausgewählte Ergebnisse der vierten Bundeswaldinventur. Bonn: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), zu finden in <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/vierte-bundeswaldinventur.pdf?__blob=publicationFile&v=5> [zitiert am 9.7.2026]

BMF [Bundesministerium der Finanzen] (1996) AfA-Tabelle für den Wirtschaftszweig "Landwirtschaft und Tierzucht", zu finden in <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/Weitere_Steuerthemen/Betriebspruefung/AfA-Tabellen/AfA-Tabelle_Landwirtschaft-und-Tierzucht.pdf?__blob=publicationFile&v=5> [zitiert am 9.7.2026]

BMU [Bundesministerium für Umwelt, Klimaschutz, Naturschutz und nukleare Sicherheit] (2009) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel - Hintergrundpapier -, zu finden in <https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaanpassung/das_hintergrund.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

BMUB [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit] (2016) Klimaschutzplan 2050 - Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung, 92 p, zu finden in <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Industrie/klimaschutzplan-2050.pdf?__blob=publicationFile&v=1> [zitiert am 1.7.2026]

BMUV [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz] (2022) Nationale Moorschutzstrategie, zu finden in <https://www.bundesumweltministerium.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/nationale_moorschutzstrategie_bf.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

BMUV [Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz] (2024) Förderrichtlinie Maßnahmen zur Anpassung an die Folgen des Klimawandels (DAS)

BMWi [Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz] (2021) Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2020. BMWi, zu finden in <https://www.bundeswirtschaftsministerium.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/erneuerbare-energien-in-zahlen-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=12&utm_source=chatgpt.com> [zitiert am 9.7.2026]

Böhm H, Dauber J, Dehler M, Amthauer Gallardo DA, Witte Td, Fuß R, Höppner F, Langhof M, Rinke N, Rodemann B, Rühl G, Schittenhelm S (2020) Fruchtfolgen mit und ohne Leguminosen: ein Review. Journal für Kulturpflanzen 72(10-11):489-509. doi: 10.5073/JFK.2020.10-11.01, zu finden in <https://ojs.openagrar.de/index.php/Kulturpflanzenjournal/article/view/15557/15295> [zitiert am 9.7.2026]

Brasseur G, Jacob D, Schuck-Zöller S (eds) (2023) Klimawandel in Deutschland: Entwicklung, Folgen, Risiken und Perspektiven, 2. überarbeitet und erweiterte Auflage. Berlin, Heidelberg: Springer Spektrum

Braune A, Ekhvaia L, Quante K (2021) Benchmarks für die Treibhausgasemissionen der Gebäudekonstruktion: Ergebnisse einer Studie mit 50 Gebäuden, hg. v. Deutsche Gesellschaft für Nachhaltiges Bauen (DGNB)

Broer L, Becker T (2024) Ammoniakemissionen. In: Landwirtschaftskammer Niedersachsen (LWK NI), LUFA Nord-West - Institut für Boden und Umwelt (ed) Emissionen aus der Tierhaltung: Maßnahmen zur Umsetzung der TA Luft: pp 24-31

Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle (2023) Evaluation Bundesförderung für Energie- und Ressourceneffizienz in der Wirtschaft. Eschborn

Bundesregierung (2008) Deutsche Anpassungsstrategie an den Klimawandel. Berlin

Bundesrepublik Deutschland (2021) Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz, zu finden in <https://www.bundesumweltministerium.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/blzv_moorbodenschutz_bf.pdf> [zitiert am 18.6.2025]

Christ F, Fritsche S, Grimm E, Wagner K, Zang S (2024) Förderfähige Techniken zur Emissionsminderung in Stallbauten, hg. v. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), 3. Aufl., zu finden in <https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Artikel/Emissionen/Foerderfaehige_Techniken_zur_Emissionsminderung_in_Stallbauten-3.Auflage.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

DESTATIS [Statistische Ämter des Bundes und der Länder, Deutschland] (2024) Treibhausgasemissionen nach Art der Gase, zu finden in <https://www.regionalstatistik.de/genesis/online/logon> [zitiert am 1.7.2026]

Destatis [Statistisches Bundesamt] (2016) Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben - Erhebung zur Wirtschaftsdüngerausbringung. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis), Fachserie 3 Reihe 2.2.2, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/servlets/MCRFileNodeServlet/DEHeft_derivate_00032953/2030222169004_korr09102017.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Destatis [Statistisches Bundesamt] (2021) Wirtschaftsdünger tierischer Herkunft in landwirtschaftlichen Betrieben - Landwirtschaftszählung 2020. Wiesbaden: Statistisches Bundesamt (Destatis), Fachserie 3 Reihe 2.2.2, zu finden in <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Produktionsmethoden/Publikationen/Downloads-Produktionsmethoden/wirtschaftsduenger-2030222209004.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

Destatis [Statistisches Bundesamt] (2024) Umweltökonomische Gesamtrechnungen (UGR) - Energiegesamtrechnung. Wiesbaden

Döhler H, Müller H, Döhler S, Häußermann U (2022) Maßnahmen zur Minderung von Ammoniakemissionen und assoziierte Kosten für den Nutztierhaltungssektor Deutschlands: Umsetzung der nationalen BVT in der Intensivtierhaltung unter Berücksichtigung der BVT-Schlussfolgerungen des IRPP BREF 2017, hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Texte, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/11850/publikationen/105_2024_texte_massnahmen_minderung_ammoniakemissionen.pdf> [zitiert am 14.7.2026]

Drexler S (2023) Praxiswissen Hecken: CO2-Bindung durch Hecken – wieviel Klimaschutz ist möglich?, hg. v. Thünen Institut für Agrarklimaschutz, zu finden in <https://www.thuenen.de/media/institute/lv/Projekt-Downloads-pdf/CatchHedge/2023-01__CO2-Bindung-durch-Hecken_wieviel-Klimaschutz-ist-moeglich.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

Drexler S, Gensior A, Don A (2021) Carbon sequestration in hedgerow biomass and soil in the temperate climate zone. Regional Environmental Change (74), zu finden in <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/s10113-021-01798-8.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

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 1.7.2026]

EEA [European Environment Agency] (2024) 8th Environment Action Programme - Total net greenhouse gas emission trends and projections in Europe

EEA [European Environment Agency] (2025) Primary and final energy consumption in the European Union, zu finden in <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/primary-and-final-energy-consumption> [zitiert am 9.7.2026]

EEG 2021: Gesetz zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energierechtlicher Vorschriften

EE-RL: Richtlinie (EU) 2018/2001 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11.12.2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung) (2018), zu finden in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001> [zitiert am 2.7.2026]

Eichhorn J, Guericke M, Eisenhauer D-R (eds) (2016) Waldbauliche Klimaanpassung im regionalen Fokus: Sind unsere Wälder fit für den Klimawandel? München: Oekom-Verl., 351 p. Klimawandel in Regionen zukunftsfähig gestalten Band 10

ENRD [European Evaluation Helpdesk for Rural Development] (2018) Guidelines. Assessing RDP Achievements and Impacts in 2019, zu finden in <https://eu-cap-network.ec.europa.eu/sites/default/files/publication/2023-05/twg5_part_1-2_rdp_impacts_august2018.pdf> [zitiert am 20.1.2026]

EU-COM [European Commission] (2018) Common monitoring and evaluation framework, zu finden in <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/00da6abf-7c75-11e5-9fae-01aa75ed71a1> [zitiert am 20.1.2026]

EU-COM, DG AGRI [EUROPEAN COMMISSION – Directorate-General for Agriculture and Rural - Unit A.3] (2023a) CMEF 2014-2020 - Context indicators (update January 2023), zu finden in <https://agriculture.ec.europa.eu/document/download/1e3d1b8a-6813-4493-a3d8-2dcdf6279189_en?filename=context-indicator-fiches_en.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

EU-COM, DG AGRI [EUROPEAN COMMISSION – Directorate-General for Agriculture and Rural - Unit A.3] (2023b) EU level CAP evaluation framework, zu finden in <https://eu-cap-network.ec.europa.eu/sites/default/files/publications/2024-02/eu-cap-network-evaluation-framework-210224.pdf> [zitiert am 20.1.2026]

EU-COM, DG AGRI [European Commission, DG Agriculture and Rural Development, Unit C.4] (2020) Working Document ‘Updated fiches for Complementary Result Indicators No 13, 14, 15, 18 and 19'

EU-KOM [Europäische Kommission, GD Landwirtschaft und Ländliche Entwicklung] (2021) Glossar. Schlüsselwörter zur Bewertung der LE-Programme 2014-2020. Brüssel, zu finden in <https://eu-cap-network.ec.europa.eu/publications/glossary-key-terms-related-evaluation-rural-development-programmes-2014-2020_en> [zitiert am 1.7.2026]

Eurich-Menden B, Döhler H, van den Weghe H (2011) Ammoniakemissionsfaktoren im landwirtschaftlichen Emissionsinventar — Teil 2: Geflügel und Mastschweine. Landtechnik 66(1):60-63

Eurich-Menden B, Wolf U, Horlacher D, Dehler G, Smirnov A (2024) Ermittlung von Emissionsdaten für die Beurteilung der Umweltwirkungen der Nutztierhaltung (EmiDaT): Abschlussbericht, hg. v. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V. (KTBL), zu finden in <https://www.ktbl.de/fileadmin/user_upload/Allgemeines/Download/EmiDaT/EmiDaT-Abschlussbericht.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

Eurostat (2025) Simplified energy balances, zu finden in <https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/nrg_bal_s/default/table?lang=en> [zitiert am 1.7.2026]

Expertenrat für Klimafragen (2025) Zweijahresgutachten 2024.: Gutachten zu bisherigen Entwicklungen der Treibhausgasemissionen, Trends der Jahresemissionsgesamtmengen und Jahresemissionsmengen sowie Wirksamkeit von Maßnahmen (gemäß § 12 Abs. 4 Bundes-Klimaschutzgesetz)., zu finden in <https://expertenrat-klima.de/fileadmin/ERK/Berichte/ERK2025_Zweijahresgutachten-2024.pdf> [zitiert am 2.7.2026]

Extremwetterrichtlinie-Wald (2019): Richtlinie zur Förderung von Maßnahmen zur Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten Folgen im Wald in Hessen, zu finden in <https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2021-09/extremwetterrichtlinie-wald_.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

Extremwetterschäden- und ASP-Nothilfe 2024/2025: Richtlinie des Landes Hessen zur Durchführung der Nothilfe für von Extremwetterschäden und Auswirkungen der Afrikanischen Schweinepest betroffene landwirtschaftliche Unternehmen vom 12.06.2025 (2025)

Eysholdt M, Kunkel R, Rösemann C, Wendland F, Wolters T, Zinnbauer M, Fuß R (2022) A model-based estimate of nitrate leaching in Germany for GHG reporting. Journal for Plant Nutrition and Soil Science (185):850-863. doi: 10.1002/jpln.202200119, zu finden in <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/jpln.202200119> [zitiert am 1.7.2026]

Fengler B, Fynn L-L, Peter H, Pollermann K (2024) Länderübergreifender Bericht der regionalen Fallstudien zur Förderung von LEADER und weiteren ELER-Maßnahmen der ländlichen Entwicklung: Bericht zur Förderperiode 2014-2020 (verlängert bis 2022) in den Ländern Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein. Braunschweig. 5-Länder-Evaluation 7/2024, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2024/7-2024_Fallstudienbericht_6B.pdf> [zitiert am 2.7.2026]

Flessa H, Müller D, Plassmann K, Osterburg B, Techen A-K, Nitsch H, Nieberg H, Sanders J, Meyer zu Hartlage O, Beckmann E, Ansprach V (2012) Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Landbauforschung, Sonderheft

Forstner B, Ebers H, Roggendorf W, Bergschmidt A (2020) Evaluation des Agrarinvestitionsförderungsprogramms (AFP - TM 4.1 des EPLR): Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014 bis 2020. Braunschweig: Thünen-Institut für Betriebswirtschaft (TI-BW), 5-Länder-Evaluation 11/2020, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2020/11_2020_-_HE_EPLR_AFP.pdf> [zitiert am 14.7.2026]

Franz K (2019) Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014 bis 2020: Evaluation der forstlichen Förderung. Hamburg: Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (TI-WF), 5-Länder-Evaluation 6/2019, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/6_19_HE-Berichte_aus_der_Evaluation-Forst_20190327.pdf> [zitiert am 14.7.2026]

Fuß R, Vos C, Rösemann C (2025) Zahlen & Fakten: Treibhausgasemissionen aus der Landwirtschaft. Thünen Institut für Agrarklimaschutz, zu finden in <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-aus-der-landwirtschaft> [zitiert am 15.8.2025]

Fynn L-L, Fengler B (2026) Evaluierung der Dorf- und Regionalentwicklung im Schwerpunktbereich 6B: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020, verlängert bis 2022. (in Vorbereitung)

Gensior A (2025) Daten für den National Inventory Report 2025, LULUCF Emissionen je Bundesland: Emissionen und Senken im Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF). Schriftliche Mitteilung vom 08.04.2025

Gensior A, Drexler S, Fuß R, Stümer W, Rüter S (2025) Thuenen: Treibhausgasemissionen durch Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF): Zahlen & Fakten, zu finden in <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/klima-und-luft/emissionsinventare-buchhaltung-fuer-den-klimaschutz/treibhausgas-emissionen-lulucf> [zitiert am 29.4.2025]

Grajewski R, Becker S (2026) Implementation des EPLR Hessen 2014 bis 2020 (verlängert bis 2022): Aufwand, Kosten und Bestimmungsfaktoren. 5-Länder-Evaluation 14/2026, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2026/14_2026_HE-IK-Bericht.pdf> [zitiert am 4.6.2026]

Grethe H, Martinez J, Osterburg B, Taube F, Thom F (2021) Klimaschutz im Agrar-und Ernährungssystem Deutschlands: die drei zentralen Handlungsfelder auf dem Weg zur Klimaneutralität, hg. v. Stiftung Klimaneutralität, Uni Göttingen, zu finden in <https://uni-goettingen.de/de/document/download/2f622ee40c53637380d318c4c9658728.pdf/klimaneutralit%c3%83%c2%a4t_landwirtschaft_gutachten.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

HALM-RL 2015: Hessisches Programm für Agrarumwelt- und Landschaftspflege-Maβnahmen HALM. Richtlinien vom 21. September 2015

Haß M, Banse M, Eysholdt M, Gocht A, Laquai V, Offermann F, Pelikan J, Rieger J, Stepanyan D, Sturm V, Zinnbauer M (2024) Thünen-Baseline 2024 – 2034: Agrarökonomische Projektionen für Deutschland. J. H. von Thünen-Institut

hessen.de (2024) Weiterer Anstieg beim Ausbau erneuerbarer Energien. Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr, Wohnen und ländlichen Raum (HMWEVW), zu finden in <https://hessen.de/presse/weiterer-anstieg-beim-ausbau-erneuerbarer-energien> [zitiert am 10.7.2025]

HLUG [Hessisches Landesamt für Umwelt und Geologie] (2022) Dürre und Klimawandel in Hessen: Hintergrundpapier des HLNUG im Juli 2022, zu finden in <https://www.hlnug.de/fileadmin/dokumente/presse/2022/HLNUG_Hintergrundpapier_Duerre_und_Klimawandel_-_Juli_2022.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

HMLU [Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat] (2025a) Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014-2020, verlängert bis 2022: Jährlicher Durchführungsbericht für 2024. gemäß Artikel 50 der Verordnung (EU) Nr. 1303/2023, Artikel 75 der Verordnung (EU) Nr. 1305/2023 und Anhang VII der Durchführungsverordnung (EU) Nr. 808/2014

HMLU [Hessisches Ministerium für Landwirtschaft und Umwelt, Weinbau, Forsten, Jagd und Heimat] (2025b) Finanzdaten für den Durchführungsbericht: Auszahlungen (teilausgezahlt und abgeschlossen) für die Jahre 2014-2024

HMUELV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Energie, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2012) Strategie zur Anpassung an den Klimawandel in Hessen (Hessische Anpassungsstrategie)

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2015) Entwicklungsplan für den ländlichen Raum (EPLR) des Landes Hessen 2014 - 2020 [Leicht gekürzte und besser lesbare Fassung]. Wiesbaden

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2016) EFP-Einführungserlass 2016. Wiesbaden

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2017a) Integrierter Klimaschutzplan Hessen 2025, zu finden in <https://www.klimaplan-hessen.de/files/content/Downloads/integrierter_klimaschutzplan_hessen_2025.pdf> [zitiert am 16.7.2025]

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2017b) Jährlicher Durchführungsbericht Germany - Rural Development Programme (Regional) - Hesse (Zeitraum 01/01/2016 - 31/12/2016). Wiesbaden, zu finden in <https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2022-09/he_jb16_2014-2020_he_final_29.06.2017.pdf> [zitiert am 16.6.2026]

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2018a) Germany - Rural Development Programme (Regional) - Hesse (SFC-Version): Version 3.1. Wiesbaden: HMUKLV

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2018b) Waldzustandsbericht 2018, zu finden in <https://www.nw-fva.de/fileadmin/nwfva/publikationen/pdf/paar_2018_waldzustandsbericht_2018.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2019) Erweiterter jährlicher Durchführungsbericht für 2018 Germany - Rural Development Programme (Regional) - Hesse (Zeitraum 01/01/2018 - 31/12/2018). Wiesbaden

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2020) Programme zur Entwicklung des ländlichen Raums: Germany - Rural Development Programme (Regional) - Hesse. Version 5.1 [zitiert am 21.3.2024]

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2021a) Entwicklungsplan für den ländlichen Raum (EPLR) des Landes Hessen 2014 - 2022: (Programme zur Entwicklung des ländlichen Raums, Deutschland, Hessen). Version 7.1, zuletzt geändert am 10.08.2021

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2021b) Waldzustandsbericht 2021 für Hessen, zu finden in <https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2022-01/waldzustandsbericht_2021_bf.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2023a) Jährliche Finanztabelle Jahresbericht 2023: Tabelle B, Auszahlungen für teilausgezahlte und abgeschlossene Vorhaben

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (ed) (2023b) Klimaplan Hessen: Auf dem Weg zur Klimaneutralität, zu finden in <https://www.klimaplan-hessen.de/files/content/Downloads/der_klimaplan_hessen_barrierefrei.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2025) Monitoring Tabellen: Auszahlungen für teilausgezahlte und abgeschlossene Vorhaben

HMWEVL [Hessischer Minister für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung] (2018) Energiewende in Hessen – Monitoringbericht 2018 [zitiert am 2.9.2019]

HSL [Hessisches Statistisches Landesamt] (2024) Energieverbrauch der Betriebe im Verarbeitenden Gewerbe sowie im Bergbau und in der Gewinnung von Steinen und Erden in Hessen nach wirtschaftlicher Gliederung, zu finden in <https://www.statistischebibliothek.de/mir/receive/HEHeft_mods_00012749> [zitiert am 16.3.2026]

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2006) 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. In: Eggleston H, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K (eds) General Guidance and Reporting. IGES, Japan, zu finden in <http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol1.html> [zitiert am 1.7.2026]

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2007) Climate Change 2007 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the IPCC, hg. v. Martin Parry, Osvaldo Canziani, Jean Palutikof, Paul van der Linden, Clair Hanson, zu finden in <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar4_wg2_full_report.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2014) Climate change 2014: Synthesis report: Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva, zu finden in <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/SYR_AR5_FINAL_full.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

IPCC [Intergovernmental Panel on Climate Change] (2019) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use, zu finden in <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/vol4.html> [zitiert am 1.7.2026]

IuZ 2021: Richtlinie zur Investitionsförderung im Rahmen des Investitions- und Zukunftsprogramms für die Landwirtschaft

Jochem D, Weimar H, Bösch M, Mantau U, Dieter M (2015) Estimation of wood removals and fellings in Germany: a calculation approach based on the amount of used roundwood. European Journal of Forest Research 134(5):869-888

KAnG: Bundes-Klimaanpassungsgesetz vom 20. Dezember 2023 (2023)

Klimaschutzprogramm 2030: Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050 (2019), zu finden in <https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Klimaschutz/Klimaschutzprogramm2030.pdf?__blob=publicationFile&v=3> [zitiert am 1.7.2026]

Knauf M, Frühwald A (2013) Beitrag des NRW Clusters Forst und Holz zum Klimaschutz. Studie von Knauf Consulting und Prof. Dr. Arno Frühwald (Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) in Kooperation mit Prof. Dr. Michael Köhl (Zentrum Holzwirtschaft der Universität Hamburg) im Auftrag des Ministeriums für Klimaschutz, Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen und des Landesbetriebs Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Hrsg. Landesbetrieb Wald und Holz Nordrhein-Westfalen, Münster, Mai 2013

Kommunale Klimarichtlinie (2025): Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung von kommunalen Klimaschutz- und Klimaanpassungsprojekten

KSG (2019): Gesetz zur Einführung eines Bundes-Klimaschutzgesetztes und zur Änderung weiterer Vorschriften vom 12. Dezember 2019

Kühling I, Mikuszies P, Helfrich M, Flessa H, Schlathölter M, Sieling K, Kage H (2023) Effects of winter cover crops from different functional groups on soil-plant nitrogen dynamics and silage maize yield. European Journal of Agronomy 148:126878. doi: 10.1016/j.eja.2023.126878

Kupper T, Häni C, Neftel A, Kincaid C, Bühler M, Amon B, VanderZaag A (2020) Ammonia and greenhouse gas emissions from slurry storage - A review. Agriculture, Ecosystems and Environment (300):1-18. doi: 10.1016/j.agee.2020.106963

Lehr U, Flaute M, Ahmann L, Nieters A, Hirschfeld J, Welling M, Wolff C, Gall A, Kersting J, Mahlbacher M, Möllendorff C von (2020) Vertiefte ökonomische Analyse einzelner Politikinstrumente und Maßnahmen zur Anpassung an den Klimawandel, hg. v. Umweltbundesamt (UBA). Climate Change, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/2020_11_27_cc_43_2020_politikinstrumente-klimaanpassung.pdf > [zitiert am 20.07.2026]

Leifeld J, Keel SG (2022) Quantifying negative radiative forcing of non-permanent and permanent soil carbon sinks. Geoderma 423:115971. doi: 10.1016/j.geoderma.2022.115971, zu finden in <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706122002786> [zitiert am 2.7.2026]

Löw P (2023) Analyses on the Mitigation of Environmental Pollution by Nitrogen from Agriculture – Selected Indicators and Regulatory Policy Options to Improve Nutrient Management

Löw P, Osterburg B (2024) Evaluation of nitrogen balances and nitrogen use efficiencies on farm level of the German agricultural sector. Agricultural Systems 213:103796. doi: 10.1016/j.agsy.2023.103796

Mahler B, Idler S, Nusser T, Ganter J (2019) Energieaufwand für Gebäudekonzepte im gesamten Lebenszyklus

Mathivanan GP, Eysholdt M, Zinnbauer M, Rösemann C, Fuß R (2021) New N2O emission factors for crop residues and fertiliser inputs to agricultural soils in Germany. Agriculture, Ecosystems and Environment 322:107640. doi: 10.1016/j.agee.2021.107640

NEC-RL 2016/2284/EU: Richtlinie (EU) 2016/2284 des Europäischen Parlamentes 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 (RL (EU) 2016/2284) (2016)

NW-FVA [Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt], HMUKLV [Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz] (2023) Waldzustandsbericht 2023 für Hessen, hg. v. Nordwestdeutsche Forstliche Versuchsanstalt (NW-FVA), zu finden in <https://landwirtschaft.hessen.de/sites/landwirtschaft.hessen.de/files/2023-11/waldzustandsbericht_hessen_bf.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

Osterburg B, Heidecke C, Bolte A, Braun J, Dieter M, Dunger K, Elsasser P, Fischer R, Flessa H, Fuß R, Günter S, Jacobs A, Offermann F, Rock J, Rösemann C, Rüter S, Schmidt T, Schröder J-M, Schweinle J, Tiemeyer B, Weimar H, Welling J, Witte Td (2019) Folgenabschätzung für Maßnahmenoptionen im Bereich Landwirtschaft und landwirtschaftliche Landnutzung, Forstwirtschaft und Holznutzung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Braunschweig, Hamburg, Eberswalde. Thünen Working Paper 137, zu finden in <https://www.thuenen.de/media/publikationen/thuenen-workingpaper/ThuenenWorkingPaper_137.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

Peter H, Pollermann K, Trostorff B (2019) Schwerpunktbereich 6B – Förderung von lokaler Entwicklung in ländlichen Gebieten: Evaluierung des Entwicklungsplans für den ländlichen Raum (EPLR) des Landes Hessen 2014 bis 2020. Braunschweig: Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR), 5-Länder-Evaluation 16/2019, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2019/16_2019_HE_6b_Bericht_TI_end_mit_Anhaengen.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Pufahl A, Raue P, Fengler B, Eberhardt W, Roggendorf W, Reiter K, Sander A, Rorig F, Grajewski R, Bergschmidt A, Bathke M, Fynn L-L, Schwarze S, Scholz J (2023) Feinkonzept zum Bewertungsplan: EPLR - Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014 - 2020. Überarbeitung 10/2023 (unveröffentlicht). Braunschweig, 185 p

Puhlmann H, Hartmann P, Mahlau L, Wilpert Kv, Huber A, Moos JH, Jansone L, Drews L (2021) Regenerationsorientierte Bodenschutzkalkung in den Wäldern Baden-Württembergs: Evaluierung der Umsetzung und der Wirksamkeit des Kalkungsprogramms in den Jahren 2010 bis 2019, hg. v. Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (FVA), zu finden in <https://www.fva-bw.de/fileadmin/user_upload/Abteilungen/Boden_und_Umwelt/Evaluierung_Bodenschutzkalkung.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

Rat der Europäischen Union (2010) Europa 2020: eine neue europäische Strategie für Beschäftigung und Wachstum, zu finden in <http://register.consilium.europa.eu/pdf/de/10/st00/st00013.de10.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

Reg (EU) 2021/2115: REGULATION (EU) 2021/2115 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 2 December 2021 establishing rules on support for strategic plans to be drawn up by Member States under the common agricultural policy (CAP Strategic Plans) and financed by the European Agricultural Guarantee Fund (EAGF) and by the European Agricultural Fund for Rural Development (EAFRD) and repealing Regulations (EU) No 1305/2013 and (EU) No 1307/2013 (2021/2115), zu finden in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32021R2115&qid=1645630724695&from=en> [zitiert am 1.7.2026]

Reiter K, Roggendorf W, Sander A, Scholz J, Schwarze S (2024) Analyse der Inanspruchnahme von ausgewählten Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen und des Ökologischen Landbaus (Akzeptanzanalyse): NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2022

Richtlinie DE/RE 2018: Richtlinie des Landes Hessen zur Förderung der ländlichen Entwicklung vom 22.03.2018. Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz, VII 8 - 086 b - 02.02 - Giilt.-Verz. 50. - (2018)

RL (EU) 2023/1791: RICHTLINIE (EU) 2023/1791 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 13. September 2023 zur Energieeffizienz und zur Änderung der Verordnung (EU) 2023/955 (Neufassung)

RL 2009/128/EG: Richtlinie 2009/28/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quelle (2009), zu finden in <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:de:PDF> [zitiert am 15.7.2026]

RL 2012/27/EU: Richtlinie 2012/27/EU (Energieeffizienz-Richtlinie)

RL-EFP (2019): Richtlinien Einzelbetriebliches Förderungsprogramm Landwirtschaft (RL-EFP) vom 20. Juni 2016. Zuletzt geändert durch Nr. 22.2 Richtlinien Förderungsprogramm Landwirtschaft vom 22.7.2019, Hessisches Ministerium für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (HMUKLV)

Roggendorf W (2022) Minderung von Ammoniak- und Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft. 2., überarbeitete Auflage. Braunschweig: Thünen-Institut für Lebensverhältnisse in ländlichen Räumen (TI-LV), 5-Länder-Evaluation 17/2020, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2022/17_2020-HE_Minderung_Treibhausgas-und_Ammoniakemissionen_Aktualisierung_final_2022_MS-1.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Roggendorf W, Scholz J, Schwarze S (2024) Analyse der Inanspruchnahme von Vielfältigen Kulturen im Ackerbau und Ökologischem Landbau (Akzeptanzanalyse): Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 - 2020. 5-Länder-Evaluation, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2024/11-2024_HE_Akzeptanzanalyse.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Roggendorf W, Schwarze S (2020) Effekte auf Wasser- und Klimaschutz - Eine Analyse betrieblicher Nährstoffvergleiche für ausgewählte Flächenmaßnahmen: NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2020. Braunschweig: Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR), 5-Länder-Evaluation 14/2020, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2020/14_2020_NRW_Wasser_und_Klimaschutz.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Rorig F (2023) Interview Fallstudie Waldwegebau

Rorig F (2024) Beitrag der forstlichen Förderung zur Wettbewerbsfähigkeit des Forstsektors sowie zum Umwelt- und Ressourcenschutz: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen (EPLR) 2014 bis 2020. Braunschweig, Hamburg. 5-Länder-Evaluation 5/2024, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2024/5-2024_HE_Beitrag_Forst.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Rösemann C, Haenel H-D, Vos C, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Schreiner C, Osterburg B, Fuß R (2021) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 - 2019: Report on methods and data (RMD) Submission 2021, Thünen Report, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn063510.pdf> [zitiert am 9.7.2026]

Rösemann C, Vos C, Haenel H-D, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Döhler H, Steuer B, Osterburg B, Fuß R (2025) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2023: Report on methods and data (RMD) Submission 2025, zu finden in <https://git-dmz.thuenen.de/vos/emissionsagriculture2025/-/wikis/home> [zitiert am 1.7.2026]

Rüter S (2009) Kohlenstoffspeicher Holzprodukte und Substitutionspotenziale. Vortrag auf der Fachtagung "Aktiver Klimaschutz und Anpassung an den Klimawandel - Beiträge der Agrar- und Forstwirtschaft", zu finden in <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:253-200910-zi044100-5> [zitiert am 2.7.2026]

Rüter S (2015) Der Umweltbeitrag der Holznutzung. Informationsdienst Holz, zu finden in <http://informationsdienst-holz.de/urbaner-holzbau/kapitel-3-zukunftsfaehiger-baustoff/der-umweltbeitrag-der-holznutzung/> [zitiert am 8.7.2026]

Sander A (2025) Beitrag des EPLR Hessen zur biologischen Vielfalt: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020, verlängert bis 2022. Braunschweig/Hannover. 5-Länder-Evaluation 18/2025, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2025/18-2025_HE_TF_Biodiv.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Sander A, Schmelmer K, Roggendorf W, Franz K (2016) Ex-post-Bewertung EPLR Hessen 2007 bis 2013: Modulbericht 9.7_MB Klimaschutz. Braunschweig, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/7-Laender-Bewertung/2016/HE/9-7_MB_Klimaschutz.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Schmitt J, Offermann F, Finger R (2024) Risikoreduzierung durch Anbaudiversifizierung und Versicherungen bei Extremwetterereignissen. Johann Heinrich von Thünen Institut

Schnaut G, Fährmann B, Bathke M, Eberhardt W, Ebers H, Fengler B, Flint L, Forstner B, Franz K, Grajewski R, Peter H, Pufahl A, Reiter K, Roggendorf W, Sander A (2018) Analyse der Inanspruchnahme und Umsetzung. Entwicklungsplan für den ländlichen Raum des Landes Hessen 2014 – 2020. Braunschweig: Thünen-Institut für Ländliche Räume (TI-LR); Thünen-Institut für Betriebswirtschaft (TI-BW); Thünen-Institut für Internationale Waldwirtschaft und Forstökonomie (TI-WF); entera Umweltplanung & IT, 5-Länder-Evaluation 7/2018, zu finden in <https://www.eler-evaluierung.de/fileadmin/eler2/Publikationen/Projektberichte/5-Laender-Bewertung/2018/2018-08-20_Bericht_zu_Inanspruchnahme_EPLR_HE_Enwurf_Ueberarbeitung2_TI_RW_20190320.pdf> [zitiert am 15.7.2026]

Scholz J (2026) Beitrag des EPLR Hessen zum Bodenschutz: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020, verlängert bis 2022. Braunschweig/Hannover. 5-Länder-Evaluation 8/2026

Schütze B, Tönshoff C, Wegmann J (2024) Analyse des rechtlichen Rahmens und von Förderprogrammen für die Neuanlage von Hecken. Braunschweig. Thünen Working Paper 249, zu finden in <https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn068918.pdf> [zitiert am 1.7.2026]

Schwarze S, Ebers H, Forstner B (2025) Ausgewählte Ergebnisse der Befragung von Zuwendungsempfänger:innen der Agrarinvestitionsförderung in Schleswig-Holstein, Niedersachsen und Bremen, Nordrhein-Westfalen sowie Hessen: Evaluation der EPLR 2014 bis 2022. Braunschweig. 5-Länder-Evaluation 11/2025 [zitiert am 1.7.2026]

Schwarze S, Ebers H, Forstner B (2026) Beitrag des EPLR Hessen zur Verbesserung der Wettbewerbsfähigkeit des Agrarsektors: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020, verlängert bist 2022. in Vorbereitung

Schwenger Y (2026) Beitrag des EPLR Hessen zum Wasserschutz: Entwicklungsplan für den ländlichen Raum Hessen 2014 bis 2020, verlängert bis 2022. (in Vorbereitung)

Schwenger Y, Roggendorf W Beitrag des Programms zum Wasserschutz: NRW-Programm Ländlicher Raum 2014 bis 2022. Braunschweig. 5-Länder-Evaluation 18/2026

Taube F, Nyameasem J, Koop S, Kluß C (2025) Wege zur Klimaneutralität der Sektoren Landwirtschaft und Bodennutzung (LULUC): Eine semi-quantitative Potenzialanalyse für Norddeutschland am Beispiel des Bundeslandes Schleswig-Holstein. Berichte über Landwirtschaft, zu finden in <https://www.buel.bmel.de/index.php/buel/article/view/536/767> [zitiert am 1.7.2026]

Technologieland Hessen (ed) (2020) PIUS-Invest: CO2-Helden im Mittelstand: Praxisbeispiele aus dem Förderprogramm. Wiesbaden

Thünen Institut für Waldwirtschaft (2025) Holzeinschlag und Rohholzverwendung, zu finden in <https://www.thuenen.de/de/fachinstitute/waldwirtschaft/zahlen-fakten/holzeinschlag-und-rohholzverwendung> [zitiert am 2.7.2026]

UBA [Umweltbundesamt] (2025a) Ammoniak-Emissionen, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/daten/luft/luftschadstoff-emissionen-in-deutschland/ammoniak-emissionen#textpart-1> [zitiert am 1.7.2026]

UBA [Umweltbundesamt] (2025b) Erneuerbare Energien in Zahlen, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen/?utm_source=chatgpt.com#strom> [zitiert am 1.7.2026]

UBA [Umweltbundesamt] (ed) (2019) Monitoringbericht 2019 zur Deutschen Anpassungsstrategie an den Klimawandel: Bericht der Interministeriellen Arbeitsgruppe Anpassungsstrategie der Bundesregierung, zu finden in <https://www.umweltbundesamt.de/system/files/medien/1410/publikationen/das_monitoringbericht_2019_barrierefrei.pdf> [zitiert am 2.7.2026]

UBA [Umweltbundesamt] (ed) (2022) CO2-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe: Aktualisierung 2022. Climate Change

van Straaten O, Kulp L, Martinson GO, Zederer DP, Talkner U (2023) Forest liming in the face of climate change: the implications of restorative liming for soil organic carbon in mature German forests. SOIL 9(1):39-54. doi: 10.5194/soil-9-39-2023, zu finden in <https://soil.copernicus.org/articles/9/39/2023/> [zitiert am 9.7.2026]

VO (EU) 2018/1999: Verordnung (EU) 2018/1999 des europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über das Governance-System für die Energieunion und für den Klimaschutz, zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 663/2009 und (EG) Nr. 715/2009 des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 94/22/EG, 98/70/EG, 2009/31/EG, 2009/73,/EG, 2010/31/EU, 2012/27/EU und 2013/30/EU des Europäischen Parlaments und des Rates, der Richtlinien 2009/119/EG und (EU) 2015/652 des Rates und zur Aufhebung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates (2018), zu finden in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R1999> [zitiert am 2.7.2026]

VO (EU) 2018/842: Verordnung (EU) 2018/842 des europäischen Parlaments und des Rates vom 30.Mai 2018 zur Festlegung verbindlicher nationaler Jahresziele für die Reduzierung der Treibhausgasemissionen im Zeitraum 2021 bis 2030 als Beitrag zu Klimaschutzmaßnahmen zwecks Erfüllung der Verpflichtungen aus dem Übereinkommen von Paris sowie zur Änderung der Verordnung (EU) Nr. 525/2013 (2018), zu finden in <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018R0842> [zitiert am 2.7.2026]

VO (EU) Nr. 1303/2013: Verordnung (EU) Nr. 1303/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 mit gemeinsamen Bestimmungen über den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung, den Europäischen Sozialfonds, den Kohäsionsfonds, den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums und den Europäischen Meeres- und Fischereifonds sowie mit allgemeinen Bestimmungen über den Europäischen Fonds für regionale Entwicklung, den Europäischen Sozialfonds, den Kohäsionsfonds und den Europäischen Meeres- und Fischereifonds und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1083/2006 des Rates

VO (EU) Nr. 1305/2013: Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 (2013)

Vos C, Rösemann C, Haenel H-D, Dämmgen U, Döring U, Wulf S, Eurich-Menden B, Freibauer A, Döhler H, Steuer B, Osterburg B, Fuß R (2024) Calculations of gaseous and particulate emissions from German agriculture 1990 – 2022: Report on methods and data (RMD) Submission 2024, zu finden in <https://git-dmz.thuenen.de/vos/emissionsagriculture2024/-/wikis/home> [zitiert am 1.7.2026]

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 <https://www.bmleh.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Ministerium/Beiraete/agrarpolitik/Klimaschutzgutachten_2016.pdf?__blob=publicationFile&v=3> [zitiert am 2.7.2026]

Weber-Blaschke G, Dieter M, Knoke T, Bauhus J, Lindner M, Endres E, Farwig N, Hafner A, Kätzel, Ralf, Kleinschmit, Birgit, Lang F, Meyer P, Müller J, Schraml U, Seeling U (2025) Die Ermittlung der Klimaschutzleistung von Wald und Holznutzung: Orientierungshilfe in einer kontroversen Debatte: Stellungnahme des Wissenschaftlichen Beirates für Waldpolitik (Hrsg.)

Wiesmeier M, Mayer S, Paul C, Helming K, Don A, Franko U, Steffens M, Kögel-Knaber I (2020) CO2-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen, hg. v. BonaRes-Zentrum für Bodenforschung. BonaRes Series, zu finden in <https://www.researchgate.net/publication/340006637_CO2-Zertifikate_fur_die_Festlegung_atmospharischen_Kohlenstoffs_in_Boden_Methoden_Massnahmen_und_Grenzen> [zitiert am 2.7.2026]

Wilpert Kv, Hartmann P, Puhlmann H, Gaertig T, Schäfer J, Thren M (2020) Stabilisierungswirkung von Bodenschutzkalkungen im Klimawandel. AFZ Der Wald (11):72-75

Wittnebel M, Frank S, Tiemeyer B (2023) Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Johann Heinrich von Thünen-Institut

Wulf S, Roessler R, Vandré R, Eurich-Menden B, Döhler H (2011) Kosten der Minderung von Ammoniakemissionen, zu finden in <https://www.researchgate.net/publication/334672543_Kosten_der_Minderung_von_Ammoniakemissionen> [zitiert am 1.7.2026]