

BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN DER SCHWERPUNKTBEREICHE

**Verringerung Treibhausgase Landwirtschaft (5D)
Kohlenstoffspeicherung in Land- u. Forstwirtschaft (5E)**

Programm LE14-20; Bewertung 2019

Endbericht
Wien, Dezember 2019

Mit Unterstützung von Bund und Europäischer Union

 Bundesministerium
Nachhaltigkeit und
Tourismus


LE 14-20
Entwicklung für den Ländlichen Raum

Europäischer
Landwirtschaftsfonds für
die Entwicklung des
ländlichen Raums.
Hier investiert Europa in
die ländlichen Gebiete.



Projektleitung

Elisabeth Schwaiger

Autorinnen und Autoren

Michael Anderl, Michael Gössl, Alexander Storch, Sigbert Huber, Helga Lindinger, Harald Loishandl-Weiß, Stephan Nemetz, Oliver Gabriel, Martina Offenzeller, Roman Ortner, Elisabeth Schwaiger, Bettina Schwarzl, Katrin Sedy (alle: Umweltbundesamt)

Mit Beiträgen von Georg Dersch (AGES); Karl Stampfer (Universität für Bodenkultur), Josef Hambrusch und Christoph Tribl (BAB), Thomas Guggenberger (HBLFA Raumberg-Gumpenstein)

Inhalt

ZUSAMMENFASSENDE BEWERTUNG DER AUSWIRKUNGEN DES PROGRAMMS LE 14-20 AUF DIE QUERSCHNITTSTHEMEN UMWELT UND KLIMA.....		1
1	EINLEITUNG	5
2	METHODIK.....	7
3	EVALUIERUNGSFRAGE 14.....	8
3.1	Kurzbeschreibung des Schwerpunktbereichs (SPB) 5D „Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen“	8
3.2	Umsetzungsevaluierung	9
3.2.1	R18: Verringerte Methan- und Distickstoffoxidemissionen....	11
3.2.2	R19: Verringerte Ammoniakemissionen	12
3.3	Methode zur Wirkungsevaluierung	16
3.4	Bewertung der Ergebnisse und Wirkungen.....	17
3.5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	18
4	EVALUIERUNGSFRAGE 15.....	19
4.1	Kurzbeschreibung des Schwerpunktbereichs (SPB) 5E „Förderung der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft“	19
4.2	Umsetzungsevaluierung	20
4.3	Methode zur Wirkungsevaluierung	23
4.4	Bewertung der Ergebnisse und Wirkungen.....	23
4.5	Schlussfolgerungen und Empfehlungen	28
5	LITERATUR.....	30

1 EINLEITUNG

Das österreichische Programm zur ländlichen Entwicklung (LE-Programm) 2014-20 wird bezüglich der Erreichung der festgelegten Ziele begleitend bewertet. In erweiterten jährlichen Durchführungsberichten, die jeweils im Juni an die Europäische Kommission zu übermitteln sind, ist über den Umsetzungsgrad, die erzielte Wirkung des Programms und etwaige Probleme, die sich auf die Leistung des Programms auswirken, zu berichten.

Das Umweltbundesamt berichtet für den erweiterten Durchführungsbericht 2019 über die Leistung des Programms für die übergreifenden Zielsetzungen „Umweltschutz und Eindämmung des Klimawandels einschließlich der Anpassung an seine Auswirkungen“. Diese Arbeiten werden als „Paket M“ der Evaluierungsarbeiten des BMNT in der Programmperiode 2014-2020 bezeichnet.

Die Arbeiten werden vom Umweltbundesamt in Zusammenarbeit und Abstimmung mit dem Auftraggeber und den anderen Koordinatoren und Koordinatorinnen der Evaluierungspakete A-K und O durchgeführt.

Die Evaluierung der Querschnittsthemen erfolgt in qualitativer und – soweit aufgrund der Datenverfügbarkeit und der Evaluierungsergebnisse der Evaluierungspakete A-K und O möglich – quantitativer Hinsicht.

Die Gliederung in Teilgebiete der Umwelt bzw. des Klimaschutzes und der Klimawandelanpassung umfasst jedenfalls die Schwerpunktbereiche 4 und 5 des LE-Programms 14-20:

4. Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung der mit der Land- und Forstwirtschaft verbundenen Ökosysteme mit Schwerpunkt auf den folgenden Bereichen:

- a) Wiederherstellung, Erhaltung und Verbesserung der biologischen Vielfalt, auch in Natura-2000-Gebieten und in Gebieten, die aus naturbedingten oder anderen spezifischen Gründen benachteiligt sind, der Landbewirtschaftung mit hohem Naturwert, sowie des Zustands der europäischen Landschaften;
- b) Verbesserung der Wasserwirtschaft, einschließlich des Umgangs mit Düngemitteln und Schädlingsbekämpfungsmitteln;
- c) Verhinderung der Bodenerosion und Verbesserung der Bodenbewirtschaftung.

5. Förderung der Ressourceneffizienz und Unterstützung des Agrar-, Nahrungsmittel- und Forstsektors beim Übergang zu einer kohlenstoffarmen und klimaresistenten Wirtschaft mit Schwerpunkt auf den folgenden Bereichen:

- a) Effizienzsteigerung bei der Wassernutzung in der Landwirtschaft;
- b) Effizienzsteigerung bei der Energienutzung in der Landwirtschaft und der Nahrungsmittelverarbeitung;
- c) Erleichterung der Versorgung mit und stärkere Nutzung von erneuerbaren Energien, Nebenerzeugnissen, Abfällen und Rückständen und anderen Ausgangserzeugnissen außer Lebensmitteln für die Biowirtschaft;
- d) Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen;
- e) Förderung der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft.

Zusätzlich werden folgende Teilgebiete der Querschnittsziele Umwelt und Klima, die keinem der oben genannten Schwerpunktbereiche zugeordnet werden können, evaluiert:

- Klimawandelanpassung (bezüglich der über 5e hinausgehenden Maßnahmen),
- Lärm,
- Luftschadstoffemissionen (NO_x, Staub)

Das Umweltbundesamt bearbeitete die Themen Umweltschutz und Eindämmung des Klimawandels einschließlich der Anpassung an seine Auswirkungen, inkl. Lärm und Luftschadstoffe (NO_x und Staub), des Weiteren koordinierte es die Schwerpunktbereiche 5D und 5E.

Es wurde ein Screening der Vorhabensarten (VHA) hinsichtlich ihrer (prioritär und sekundär wirksamen) Auswirkungen auf die Umweltbereiche von den Experten und Expertinnen des Umweltbundesamtes durchgeführt. Diese Liste wurde von den Evaluatorinnen und Evaluatoren des Umweltbundesamtes im Austausch mit den Evaluatorinnen und Evaluatoren der anderen Evaluierungspakte (A-K) im Zuge der erweiterten Evaluierung 2017 zusammengestellt und blieb unverändert.

2 METHODIK

Das Umweltbundesamt ist verantwortlich bzw. beteiligt an der Beantwortung der nachfolgenden 5 gemeinsamen Evaluierungsfragen (Evaluation questions, EQ) im Jahr 2019: Evaluierungsfragen 14, 15, 24, 26 und 28.

Die Ergebnisse aus der Evaluierung der Bereiche 4A, 4B, 4C, 5A, 5B, 5C und 5d für die Pakete D, E, F, G und H (qualitative und quantitative Bewertung der prioritären und zusätzlichen Wirkungen) wurden zusammengefasst und den Querschnitts-Evaluierungsfragen 24, 26 und 28 zugeordnet. Damit wurde die Programmwirkung auf Biodiversität, Wasserqualität einschließlich Pestizid- und Düngemittleinsatz, Bodenqualität hinsichtlich Erosionsschutz und Bodenbewirtschaftung, Wasserquantität, Energieeffizienz, erneuerbare Energie und Ressourceneffizienz, Treibhausgas- und Ammoniakemissionen aus der Landwirtschaft und Klimawandelanpassung dargelegt.

Es ist anzumerken, dass sich die Fragen 24, 26 und 28 auf die Programmebene beziehen, also bei der Beantwortung die Wirkung des gesamten Programms und nicht nur einzelner Maßnahmen abgeschätzt werden soll. Das wird auch dadurch deutlich, dass das Working Paper des Europäischen Evaluation Helpdesk zur Beantwortung überwiegend Wirkungsindikatoren vorschlägt.

Für die Schwerpunktbereiche 5D und 5E übermittelten Koordinatorinnen und Koordinatoren aus anderen Teilbereichen die ermittelten zusätzlichen Wirkungen der Vorhabensarten, für die eine Wirkung auf 5D und 5E angegeben wurde. Auf Basis dieser Bewertungen und aus eigenen Berechnungen und Bewertungen wurden die Evaluierungsfragen EQ 14 (5D) und EQ 15 (5E) beantwortet.

3 EVALUIERUNGFRAGE 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?

3.1 Kurzbeschreibung des Schwerpunktbereichs (SPB) 5D „Verringerung der aus der Landwirtschaft stammenden Treibhausgas- und Ammoniakemissionen“

Im österreichischen LE-Programm 2014-2020 (Version 4.1, BMNT 2018b) wird der Schwerpunktbereich 5D durch einige primär und sekundär wirksame Vorhabensarten adressiert. Primär wirksame VHAen sind zum einen die horizontalen Bildungs- und Beratungsmaßnahmen (M1 & M2) und die Bildung Operationeller Gruppen (M16), sowie zum anderen die ÖPUL-VHA 10.1.9. Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle. Letztere wird vom Zielindikator T18 abgedeckt, der mit Stand Ende 2018 und 3,36 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche, die von dieser VHA betroffen ist, bereits zu 100% erreicht wurde. Zusätzlich gibt es sekundär wirksame Flächenmaßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich (M10, M11, M12) und sekundär wirksame Investitionsmaßnahmen im Rahmen von VHA 4.1.1, durch die THG- und Ammoniakemissionen reduziert werden können. Auch durch die zwei VHAen der M14 (Tierschutz), nämlich VHA 14.1.1 und VHA 14.1.2, wird sekundär zu SPB 5D beigetragen.

Tabelle 1: Vorhabensarten mit primärer Wirkung auf Schwerpunktbereich 5D.

2.1.1 Inanspruchnahme von Beratungsleistungen
2.3.1 Ausbildung BeraterInnen
1.1.1 Begleitende Berufsbildung, Fort- und Weiterbildung zur Verbesserung der fachlichen Qualifikation
1.2.1 Demonstrationsvorhaben und Informationsmaßnahmen
1.3.1 Austauschprogramme und Betriebsbesichtigungen (Exkursionen) für Land- und ForstwirtInnen
16.1.1 Unterstützung beim Aufbau & Betrieb operationeller Gruppen der EIP für lw. Produktivität & Nachhaltigkeit
16.2.1 Unterstützung bei der Entwicklung neuer Erzeugnisse, Verfahren & Technologien der Land-, Ernährungs- & Forstwirtschaft
10.1.9. Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle

Tabelle 2: Vorhabensarten mit sekundärer Wirkung auf Schwerpunktbereich 5D.

VHA	Gesamtzahl der bis Ende 2018 abgeschlossenen Projekte	Teilnahme-flächen 2018 (ha)	GVE (2018)
4.1.1. Investitionen in die landwirtschaftliche Erzeugung	1.720 Förderfälle		
14.1.1. Steigerung des Tierwohls durch Weidewirtschaft	Teilnehmende Betriebe 2018: 36.029		598.475
14.1.2. Besonders tierfreundliche Stallhaltung für männliche Rinder und Schweine	Teilnehmende Betriebe 2018: 2.852		72.031

VHA	Gesamtzahl der bis Ende 2018 abgeschlossenen Projekte	Teilnahme-flächen 2018 (ha)	GVE (2018)
10.1.2 Einschränkung ertragssteigernder Betriebsmittel		274.994	
10.1.3 Verzicht auf Fungizide und Wachstumsregulatoren bei Getreide		70.748	
10.1.19 Naturschutz		79.165	
11.2.1 Beibehaltung ökologischer / biologischer Wirtschaftsweisen		484.050	
12.1.1 Umsetzung von Natura 2000 auf landwirtschaftlichen genutzten Flächen		82	

3.2 Umsetzungsevaluierung

Für Schwerpunktbereich 5D wurde im österreichischen Programm LE 14-20 (BMNT 2018b) eine Flächenmaßnahme des ÖPUL (BMNT 2018c) als primär wirksam zugeordnet: VHA 10.1.9. Der Zielindikator dazu (T18) erreicht mit Stand Ende 2018 bereits den Zielwert von 3,36 % (siehe Tabelle 3). Auch der ergänzende Zielindikator dazu „Landwirtschaftliche Fläche, für die Verwaltungsverträge zur Reduzierung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen gelten (ha)“ wurde mit Ende 2018 bereits zu 100% erreicht, auf 96.649 ha findet bereits eine bodennahe Ausbringung statt.

Für Zielindikator T 17 ist kein Zielwert im Programm LE 14-20 genannt. Eine Abschätzung der Anzahl an GVE, die von VHA 4.1.1 Investitionen in die Großviehhaltung zwecks Reduzierung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen betroffen sind, findet sich dennoch in Kap. 3.2.2.4 und die Wirkung wird in R19 eingerechnet.

Die öffentlichen Gesamtausgaben (Outputindikator) für die primär relevanten Bildungsmaßnahmen (M 1.1 bis 1.3 - Begleitende Berufsbildung, Fort- und Weiterbildung zur Verbesserung der fachlichen Qualifikation) haben insgesamt den Zielwert erst zu 38 % erreicht (siehe Tabelle 4). Die Zahl der geschulten Teilnehmenden (M 1.1) hat mit 8.548 jedoch den Zielwert bereits übererfüllt.

Auch für die primär wirksamen Beratungsmaßnahmen ist der Outputindikator-Wert mit 2.203 Begünstigten bereits bei 74 % des Zielwertes angelangt, die öffentlichen Gesamtausgaben dafür sind jedoch erst zu 42 % erreicht.

In der Umsetzung noch weit entfernt vom Zielwert für SPB 5D sind die öffentlichen Gesamtausgaben für Maßnahmen im Bereich M16 – Zusammenarbeit (VHA 16.1.1. und VHA 16.2.1.).

Tabelle 3: Zielindikatoren und Zielwerte (Programm LE 14-20, Kap. 11.1) und Umsetzungsstand des SPBs 5D (Monitoringdaten).

Bezeichnung Zielindikator	Zielwert 2023	Wert 31.12.2018	Umsetzungsstand in %
GVE, die von den Investitionen in die Großviehhaltung zwecks Reduzierung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen betroffen sind (Schwerpunktbereich 5D)	0		
T17: % der GVE, die von den Investitionen in die Großviehhaltung zwecks Reduzierung der Treibhausgas und/oder Ammoniakemissionen betroffen sind	0		

Bezeichnung Zielindikator	Zielwert 2023	Wert 31.12.2018	Umsetzungsstand in %
T18: % der landwirtschaftlichen Fläche, für die Verwaltungsverträge zur Reduzierung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen gelten	3,36%	3,36%	100%
Landwirtschaftliche Fläche, für die Verwaltungsverträge zur Reduzierung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen gelten (ha)	96.667	96.649	100%

Tabelle 4: Outputindikatoren und Umsetzungsstand des SPBs 5D (Monitoringdaten).

Bezeichnung der Maßnahme	Indikatorbezeichnung	Geplanter Outputindikator-Wert	Wert 31.12.2018	Umsetzungsstand in %
M01 – Wissenstransfer und Informationsmaßnahmen (Artikel 14)	Schulungen/Erwerb von Fertigkeiten (1.1) – Zahl der Teilnehmer an Schulungen	6.300	8.548	135,70%
M01 – Wissenstransfer und Informationsmaßnahmen (Artikel 14)	Schulungen/Erwerb von Fertigkeiten (1.1) – Öffentliche Gesamtausgaben für Schulungen/Erwerb von Fertigkeiten	532.164	142.579	26,80%
M01 – Wissenstransfer und Informationsmaßnahmen (Artikel 14)	Öffentliche Gesamtausgaben EUR (Schulungen, Austauschmaßnahmen für landwirtschaftliche Betriebe, Demonstrationen) (1.1 bis 1.3)	665.740	247.875	37,80%
M02 – Beratungs-, Betriebsführungs- und Vertretungsdienste (Artikel 15)	Zahl der Begünstigten, die eine Beratung in Anspruch genommen haben (2.1)	2.980	2.203	73,90%
M02 – Beratungs-, Betriebsführungs- und Vertretungsdienste (Artikel 15)	Öffentliche Gesamtausgaben EUR (2.1 to 2.3)	420.000	176.207	42,00%
M10 - Agrarumwelt- und Klimamaßnahme (Artikel 28)	Fläche (ha) (z. B. Vegetationsdecke, Zwischenfrucht, reduzierte Düngung, Extensivierung ...) – VHA 10.1.9 Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle	96.667	96.648 (m ³ Gülle dividiert durch 30)	100,00%
M10 - Agrarumwelt- und Klimamaßnahme (Artikel 28)	Öffentliche Ausgaben insgesamt (EUR) – VHA 10.1.9 Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle	20.100.000	9.587.566	47,70%
M16 - Zusammenarbeit (Artikel 35)	Öffentliche Gesamtausgaben EUR (16.1 to 16.9)	805.714	22.527	2,80%
	Gesamt Ausgaben	21.981.455	10.034.175	45,60%

Tabelle 5: Kontextindikatoren des SPBs 5D (Programm LE 14-20, Version 4.1)

Kontextindikator	Basisjahrwert
C 18: Landwirtschaftliche Nutzfläche – Landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt	2010: 2.878.170 ha
C 21: Großvieheinheiten (GVE) - Insgesamt	2010: 2.517.170 GVE

Tabelle 6: Teilnahme und Erreichung geplanter Gesamtausgaben (2014-2018) und -flächen (2018) von Maßnahmen mit sekundärer Wirkung auf 5D (absolut und in % der geplanten Output-Indikatoren) (geplante Gesamtausgaben und Gesamtflächen gemäß Indikatorplan, Programm LE 14-20, Kap. 11.4).

Vorhabensarten SPB 5E	Gesamtausgaben 2014-2018 (in Mio EUR)	Erreichung geplante Gesamtausgaben (%)	Teilnahmeflächen 2018 (ha)	Erreichung geplante Gesamtfläche (%)
10.1.2 Einschränkung ertragssteigernder Betriebsmittel	82,3	60,29	274.994	88,7
10.1.3 Verzicht auf Fungizide und Wachstumsregulatoren bei Getreide	14,45	59,5	70.748	78,6
10.1.19 Naturschutz	184,112	70,5	79.165	104,2
11.2.1 Beibehaltung ökologischer/biologischer Wirtschaftsweise	534,607	68,2	484.050	103
12.1.1 Umsetzung von Natura 2000 auf landwirtschaftlichen genutzten Flächen	0,038	1,1	82	3,3

3.2.1 R18: Verringerte Methan- und Distickstoffoxidemissionen

Im Jahr 2018 beträgt der Wert für den Indikator R18 144,1 kt CO₂-Äquivalent (im Vergleich mit der Null-Variante) und setzt sich zusammen aus der Gesamtwirkung der VHAen:

- VHA 10.1.2, 10.1.3, 11.2.1: 139 kt CO₂-Äquivalent
- VHA 10.1.9: 4,91 kt CO₂-Äquivalent

Tabelle 7: beantragte Flächen in ha für VHA 10.1.2, 10.1.3, 11.2.1: (Quelle: BMNT, Abt. II/1, Auswertung vom 21.12.2018), eingesparte Mineraldüngermengen und verringerte THG-Emissionen .

	2015	2016	2017	2018
Flächen (gesamt) [ha]	745.333	763.614	809.061	817.998
Abgeschätzte, dadurch eingesparte Mineraldüngermenge [t N]	21.638	22.655	24.564	25.355
Verringerte Emissionen [t N ₂ O]	399	417	453	467
Verringerte Emissionen [t CO ₂ -Äqu.]	118.808	124.392	134.872	139.215

Die Evaluierung der untersuchten VHAen ergab für das Jahr 2015 eine Verminderung der THG-Emissionen (Lachgas) gegenüber der Null-Variante um ca. 119 kt CO₂ Äquivalent. Durch den stetigen Zuwachs an geförderter Fläche stieg der THG-Einsparungseffekt auf ca. 139 kt CO₂-Äquivalent im Jahr 2018.

Gemeinsam mit den 4,91 kt CO₂-Äquivalent im Jahr 2018 aus der VHA 10.1.9 (siehe Kap. 3.2.2.1) ergeben sich fürs Jahr 2018 144,1 kt CO₂-Äquivalent (R18), die durch die VHAen des Programms LE 14-20 gegenüber der Null-Variante eingespart wurden.

In dem Evaluierungsprojekt von FOLDAL et al. (2019) werden die Stickstoffflüsse und auch Lachgasemissionen landwirtschaftlich genutzter Böden in fünf verschiedenen Kleinproduktionsgebieten Österreichs mit

Hilfe des Modells LandscapeDNDC (Version 1.9.3, siehe HAAS et al. 2013) beschrieben, modelliert und bewertet:

- Marchfeld (MF),
- Grieskirchen Kremsmünster Gebiet (GK),
- Oststeirisches Hügelland (OH),
- Ennstal und Seitentäler (ET) und
- Flachgau (FL).

Für jede Region wurden die wichtigsten bzw. vorherrschenden Kulturen modelliert. Beim Grünland wurden intensiv bewirtschaftete Flächen (3 und mehr Schnitte) abgebildet. Die modellierten Kulturen im Acker- und Grünland repräsentieren zwischen 56 und 87% der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Kleinproduktionsgebietes.

Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Art der Bewirtschaftung, nämlich dem Düngenniveau, und dem Verlust von Lachgas (FOLDAL et al. 2019). Die intensive konventionelle Bewirtschaftung begünstigt hohe Lachgasverluste. Tendenziell werden die Emissionen geringer, sobald eine Reduktionsmaßnahme des N-Düngereinsatzes (Anteil von Flächen der VHA 10.1.1 oder die verringerte N-Düngeintensität von -15 und -25% bis zur VHA 11.2.1) getroffen wird. Die Ergebnisse im Detail:

- In allen drei Regionen verursacht die VHA 11.2.1 die geringsten N₂O-Emissionen und führt zu wesentlich geringeren N₂O Emissionen im Vergleich zu jeglicher konventioneller Bewirtschaftung. Jedoch liegen auch die Erträge deutlich unter jenen der konventionellen Bewirtschaftung.
- Die VHA 10.1.1 zeigt generell nur etwas geringere Lachgasemissionen im Vergleich zur intensiv konventionellen Bewirtschaftung.
- Beim Ackerland (MF und GK) wirkt sich eine verringerte Düngeintensität von -15 % enorm auf die Verringerung der N₂O-Emissionen aus.
- Eine Reduktion von -25 % bewirkt, wie erwartet, eine weitere Verringerung der N₂O-Emissionen, allerdings nicht mehr in einem so hohen Ausmaß.
- In der Region OH treffen diese Aussagen allerdings nicht so ausgeprägt zu. Hier unterscheiden sich die konventionellen Varianten und die biologische Wirtschaftsweise nur geringfügig.
- Konventionell bewirtschaftete Grünlandflächen emittieren deutlich mehr Lachgasemissionen im Vergleich zu biologisch bewirtschafteten Flächen. Die VHA 10.1.1 führt zur Einsparung an Emissionen von etwa 0.3-0.6 kg N₂O ha⁻¹.
- Im Grünland treten in der Region OH die höchsten N₂O Emissionen im Vergleich zu den anderen Gebieten auf, Ursache dafür sind bestimmte klimatische Bedingungen (hohe Tagestemperaturen und hoher Niederschlag z.B. im Jahr 2014).

3.2.2 R19: Verringerte Ammoniakemissionen

Der Wert für den Indikator R19 (Verringerte Ammoniakemissionen) beträgt 3.298 t NH₃ pro Jahr (im Vergleich mit der Null-Variante, berechnet auf Basis der letztverfügbaren Daten der Jahre 2017 und 2018) und setzt sich zusammen aus der Gesamtwirkung der VHAen:

- VHA 10.1.9 Bodennahe Gülleausbringung: 1.273 t NH₃
- VHA 14.1.1 Weidehaltung: 1.638 t NH₃ (Wert für 2017)
- VHA 14.1.2 Tierfreundliche Stallhaltung: 204 t NH₃ (Wert für 2017)
- VHA 4.1.1 Investitionen in feste Güllelagerabdeckung: insgesamt 184 t NH₃

Detaillierte Informationen zur Evaluierung dieser VHAen sind in den folgenden Kapiteln enthalten.

3.2.2.1 VHA 10.1.9. Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle

Die Berechnung für die VHA 10.1.9 basiert auf einem vereinfachten Ansatz von PÖLLINGER et al. (2011), wobei keine Unterscheidung nach Tierkategorie, Verdünnungsgrad, etc. vorgenommen wird, weil die entsprechenden Angaben nicht bekannt sind. Die höheren Mengen an anrechenbarem Stickstoff, die durch diese Ausbringungsvariante in den Boden kommen, vermindern im Idealfall im gleichen Ausmaß die mineralischen N-Düngermengen. Die Ausbringung mittels Injektion wird im ÖPUL 2015 höher gefördert als die bodennahe Ausbringung mittels Schleppschauch- bzw. Schleppschuhverfahren. Die Auswertungen der relevanten ÖPUL-Daten zeigen für die Jahre 2015 bis 2018 folgende Güllemengen, die bodennah mit Schleppschauch und Injektor ausgebracht wurden:

Tabelle 8: Bodennahe Gülleausbringung - beantragte Güllemengen in m³, differenziert nach bodennahen Ausbringungstechniken (Quelle: BMNT, Abt. II/1, Auswertung vom 10.1.2019).

Gülle [m ³]	2015	2016	2017	2018
Schleppschauch	1.904.884	2.715.305	2.936.440	2.979.067
Injektor	112.707	156.542	203.040	192.869

Durch die bodennahe Ausbringung von Gülle konnten Ammoniakemissionen im Ausmaß von 803 t NH₃ im Jahr 2015 und 1.273 t NH₃ im Jahr 2018 vermindert werden.

Weil diese N-Menge sonst über die Luft anschließend in Böden eingetragen wird, vermindern sich dadurch auch die indirekten N₂O-Emissionen zwischen 10 t N₂O im Jahr 2015 und 16 t N₂O im Jahr 2018. Dies entspricht einer THG-Emissionsmenge von 3,09 kt CO₂-Äquivalent im Jahr 2015 und 4,91 kt CO₂-Äquivalent im Jahr 2018.

Tabelle 9: Bodennahe Gülleausbringung – berechnete Reduktionseffekte für NH₃ und indirekte N₂O Emissionen.

Emissions-min-derung [t]	2015	2016	2017	2018
NH ₃	803	1.141	1.267	1.273
N ₂ O	10	15	16	16
N ₂ O [CO ₂ -Äqu.]	3.098	4.401	4.886	4.908

3.2.2.2 VHA 14.1.1 Steigerung des Tierwohls durch Weidehaltung

Zur Dauer der Weidehaltung bei VHA 14.1.1 gibt es gemäß ÖPUL 2015 (BMNT 2018c) das Mindestkriterium von 120 Tagen (zwischen 01.04. und 15.11.).

Die Fördermaßnahme wird für folgende Tierkategorien angeboten:

- a. Weibliche Rinder >= 2 Jahre, Kühe und Kalbinnen
- b. Weibliche Rinder >= ½ Jahr und < 2 Jahre
- c. Männliche Rinder >= ½ Jahr, ausgenommen Zuchtstiere
- d. Weibliche Schafe >= 1 Jahr
- e. Weibliche Ziegen >= 1 Jahr

Die Anzahl der geförderten GVE in den einzelnen Tierkategorien ist Tabelle 10 zu entnehmen.

Tabelle 10: Geförderte GVE in der Maßnahme Tierschutz - Weidehaltung im Antragsjahr 2017 (Quelle: AMA, Stand Dezember 2017).

	geförderte GVE	geförderte GVE: davon männliche Rinder >1/2 Jahr	geförderte GVE: davon weibliche Jungrinder 1/2 - 2 Jahre	geförderte GVE: davon weibliche Rinder > 2 Jahre	geförderte GVE: davon Schafe	geförderte GVE: davon Ziegen:
Österreich	608.834	29.977	125.070	429.959	21.005	2.822
davon Bio	246.451	13.490	43.150	181.540	6.834	1.473
Anteil Bio	40%	45%	35%	42%	33%	51%

Ausgehend von der Anzahl der geförderten GVE in den einzelnen Tierkategorien (Rinder, Schafe, Ziegen) erfolgte für das Antragsjahr 2017 die Potenzialabschätzung auf Basis der nationalen Luftschadstoff-Inventur für Ammoniak und der Annahme, dass die Weidehaltung im Vergleich zum Referenzsystem ohne Weiden eine Minderung der Ammoniakemissionen um rd. 10 % bewirkt (UNECE 2014). Die Berechnungen ergaben für die VHA 14.1.1 eine eingesparte Emissionsmenge von ca. 1,6 kt NH₃ im Jahr 2017.

3.2.2.3 VHA 14.1.2. Besonders tierfreundliche Stallhaltung für männliche Rinder und Schweine

Die VHA 14.1.2 unterstützt die Stallhaltung von männlichen Rindern und Schweinen auf eingestreuten Liegeflächen in Gruppen mit erhöhtem Platzangebot. Sie wird für die drei Tierkategorien männliche Rinder > 6 Monate (ausgenommen Zuchtstiere), Jung- und Mastschweine ab 32 kg Lebendgewicht (inkl. ausgemerzte Zuchtstiere) und Zuchtsauen und Jungsauen ab 50 kg Lebendgewicht angeboten. Die Teilnahme mit allen Tieren der jeweiligen Kategorie ist erforderlich.

Die Anzahl der geförderten GVE und Tierkategorien sind Tabelle 11 zu entnehmen.

Tabelle 11: Geförderte GVE in der VHA 14.1.2 besonders tierfreundliche Stallhaltung für männliche Rinder und Schweine im Antragsjahr 2017 (Quelle: AMA, Stand Dezember 2017).

	geförderte GVE	Anzahl geförderte Tiere: männliche Rinder > 6 Monate, ausgenommen Zuchtstiere (à 0,6 GVE)	Anzahl geförderte Tiere: Jung- und Mastschweine ab 32 kg Lebendgewicht (inkl. ausgemerzte Zuchtstiere) (à 0,3 GVE)	Anzahl geförderte Tiere: Zuchtsauen und Jungsauen ab 50 kg Lebendgewicht (à 0,5 GVE)
Österreich	65.482	54.259	81.679	16.847

Ausgehend von der Anzahl der geförderten GVE und Tierkategorien (Rinder, Schweine) für das Antragsjahr 2017 erfolgte die Potenzialabschätzung auf Basis der im EMEP/EEA Guidebook 2016 (EEA 2016) ausgewiesenen Tier 1 Methodik zur Berechnung der Ammoniakemissionen aus Tierhaltung. Als Null-Variante wurde die Haltung der Tiere in Systemen ohne Einstreu angenommen. Die Berechnung erfolgte mit den NH₃ Tier 1 Emissionsfaktoren für Flüssigmist (NH₃-EF für „liquid“). Zur Ermittlung der Emissionsmengen aus den geförderten Einstreusystemen wurden die NH₃ Tier 1 Emissionsfaktoren für Festmist (NH₃ EF für „solid“) herangezogen. Das Potenzial ergibt sich aus der Differenz der beiden Berechnungsergebnisse und zeigt um insgesamt 204 t geringere Ammoniakemissionen für die in VHA 14.1.2 geförderte Anzahl an Tieren im Jahr 2017.

3.2.2.4 VHA 4.1.1 Investitionsmaßnahmen

Laut Zahlungsdatenbank wirken 1.720 Förderfälle (Düngersammelanlagen, Maschinen zur Gülleausbringung, Umrüstung auf Elektromotoren) mit einem Fördervolumen von rund 10,72 Mio. Euro der einzelbetrieblichen Investitionsförderung (VHA 4.1.1) auf den Schwerpunktbereich 5D im Bereich Ammoniakemissionen. Eine grobe Abschätzung mittels Hochrechnung aus den Evaluierungsdaten ergibt eine Lagerkapazität von rund 952.000 m³ bzw. 63.792 GVE (Stand: 31.12.2018).

Der größte Teil entfällt mit 1.634 Förderfällen und einem Fördervolumen von rund 10,2 Mio. Euro auf den Bereich Düngersammelanlagen, wobei hier wiederum Jauche- und Güllegruben mit einer Lagerkapazität von mehr als 10 Monaten überwiegen. Gemäß SRL Projektmaßnahmen sind Anlagen zur Lagerung von Jauche, Gülle und Gärresten mit einer baulich fest verbundenen Abdeckung zur Vermeidung von Emissionen auszustatten. Laut Evaluierungsdaten wurden Lagerkapazitäten nur von einem Teil der Förderfälle erfasst und ergeben in Summe 585.824 m³ bzw. umgerechnet 36.958 GVE. Werden anhand der Evaluierungsdaten durchschnittliche Lagerkapazitäten je Förderfall errechnet und mit der Anzahl an Förderfällen laut Zahlungsdaten multipliziert, ergibt sich eine hochgerechnete Lagerkapazität von rund 952.000 m³ bzw. 63.792 GVE (siehe Tabelle 12). Eine derartige Hochrechnung kann aber nur eine grobe Abschätzung darstellen, da Informationen zur Größenverteilung der Förderfälle nicht bekannt sind.

Tabelle 12: Hochrechnung der Lagerkapazität und der damit verbundenen GVE-Zahl der geförderten Düngersammelanlagen in VHA 4.1.1 (Stand 31.12.2018).

Düngersammelanlagen	Förderfälle Anzahl	Förderbetrag €	Hochrechnung auf Basis der Evaluierungs- und Zahlungsdaten	
			GVE	m ³
Jauche- und Güllegrube > 6 Mon.	539	2.245.845	18.145	284.996
Jauche- und Güllegrube > 8 Mon.	269	1.315.183	11.926	125.744
Jauche- und Güllegrube > 10 Mon	812	6.609.433	33.459	537.590
Nachträgliche Abdeckung von Jauche- und Güllegruben	14	27.268	262	3.738
Summe	1.634	10.197.729	63.792	952.068

Eine Auswertung der INVEKOS Tierbestände für jene Betriebe, die in Güllegruben oder deren Abdeckung investiert haben, ergab für das Jahr 2017, dass es sich bei rund drei Viertel der GVE um Rindergülle und bei rund einem Viertel der GVE um Schweinegülle handelt.

Die geförderten GVE aus der INVEKOS Tierbestandsliste wurden für die Emissionsberechnung gemäß EMEP/EEA Tier 1 (EEA 2016) Methodik in die Tierkategorien Kühe, andere Rinder, Sauen und Mastschweine umgerechnet. Die Potenzialabschätzung erfolgte auf Basis der im EMEP/EEA Guidebook 2016 (EEA 2016) ausgewiesenen Tier 1 Methodik zur Berechnung der Ammoniakemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement. Als Null-Variante wurde die Lagerung in offenen Güllebehältern angenommen. Der Anteil der Emissionen aus der Güllelagerung im Wirtschaftsdüngermanagement, welches Stall, Lager und Auslauf beinhaltet, wurde entsprechend den Daten der Österreichischen Luftschadstoff-Inventur für Ammoniak für Rinder und Schweine für das Jahr 2017 festgesetzt.

Als Minderungsfaktor wurde der UNECE (2015) Koeffizient von -80 % für feste Gülleabdeckung herangezogen. Das Potenzial ergibt sich aus der Differenz der beiden Berechnungsergebnisse (mit und ohne Abdeckung) und zeigt um insgesamt 184 t geringere Ammoniakemissionen aufgrund der geförderten Investitionsmaßnahmen zu Güllelagern und -abdeckungen.

Für Investitionen in die bodennahe Gülleausbringung wurde laut Evaluierungsdaten von 19 Förderfällen angegeben, dass sie insgesamt Lagerkapazitäten von 118.764 m³ Gülle ausbringen können bzw. für 5 Förderfälle wurde angegeben, dass damit die Gülle von 2.622 GVE bodennah ausgebracht wird, das ergibt im Mittel 6.251 m³ bzw. 524 GVE pro Förderfall, die durch die Investitionsmaßnahme bodennah ausgebracht werden. Hochgerechnet auf die 37 Förderfälle laut Zahlungsdatenbank würde dies einem ausgebrachten Jahresvolumen von 231.276 m³ an flüssigem Wirtschaftsdünger bzw. von 19.404 GVE entsprechen (siehe Tabelle 13). Aufgrund von möglichen Überschneidungen der bodennah ausgebrachten flüssigen Wirtschaftsdünger mit der VHA 10.1.9 (siehe Kap. 3.2.2.1) und um Doppelberechnungen zu vermeiden, werden die aus VHA 4.1.1 möglichen Verringerungen der Ammoniakemissionen durch Anschaffung von Geräten zur bodennahen Gülleausbringung nicht berechnet.

Tabelle 13: Hochrechnung der durch VHA 4.1.1 geförderten Maschinen für bodennahe Gülleausbringung verbundenen Menge an damit ausgebrachter Gülle in m³ und damit verbundenen GVE-Zahl.

	Förderfälle Anzahl	Förderbetrag €	Hochrechnung auf Basis der Evaluierungs- und Zahlungsdaten	
			GVE	m ³
Bodennahe Gülleausbringung	37	330.538	19.404	231.276

Zu den drei Förderfällen mit Gülleseparatoren liegen keine Evaluierungsdaten vor. Die Fest-Flüssig-Trennung („Gülleseparierung“) kann bei Ausbringung der flüssigen Fraktion (Dünngülle) ebenfalls zu einer Reduktion der NH₃-Emissionen führen (BMNT 2018e). Das ist auf eine schnellere Infiltration, verbunden mit einem geringen TM-Gehalt der Gülle zurückzuführen. Das Gülleseparat (Festphase) ist in gleicher Weise wie Festmist auf Ackerland so rasch wie möglich einzuarbeiten.

In den Bereich „Verbesserung der Umweltwirkung“ fallen 46 Förderfälle (z.B. Elektrifizierung von Feldberegnung, Elektro-Hoftrac) mit einem Fördervolumen von rund 176.000,- Euro.

3.3 Methode zur Wirkungsevaluierung

Die Ergebnisindikatoren T17 und T18 wurden auf Basis von GVE bzw. teilnehmenden Flächen errechnet und – falls vorhanden – den Zielwerten des im Programms LE 14-20 (BMNT 2018b, Version 4.1) gegenübergestellt (siehe Tabelle 3).

Die Ermittlung des Ergebnisindikators R18 erfolgt aufgrund der Wirkungen der Vorhabensarten 10.1.2, 10.1.3 und 11.2.1 durch die verringerte mineralische Stickstoff-Düngung (in weiterer Folge N-Düngung). Diese wurde auf Basis von ExpertInneneinschätzungen der AGES und der HBLFA Raumberg-Gumpenstein, basierend auf den Ergebnissen von FOLDAL et al (2019), angesetzt. Die dadurch reduzierten CO₂ Emissionen wurden gemäß den IPCC-Emissions-Berechnungsgrundlagen (2006, Chapter 11) errechnet. Bei den Lachgas-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden werden gemäß IPCC (2006) alle Pfade miteinbezogen (direkte und indirekte Emissionen), die durch N-Düngung verursacht werden. Die verringerten mineralischen N-Inputs bei den einzelnen VHAen (je nach Nutzung, Acker, Grünland, Wein, Obst) basieren auf Schätzungen von Expertinnen und Experten und wurden mit den Ergebnissen aus FOLDAL et al. (2019) validiert. Für VHA 10.1.9 werden indirekte N₂O-Emissionen auf Basis von IPCC (2006) errechnet.

Die Berechnung des Ergebnisindikators R19 erfolgte aufgrund der Wirkung der VHA 10.1.9 gemäß der Evaluierungsstudie von PÖLLINGER et al. (2011), wobei keine Unterscheidung nach Tierkategorie, Verdünnungsgrad, etc. vorgenommen wird, weil die entsprechenden Angaben nicht bekannt sind. Demnach emittieren pro m³ Gülle 1 kg NH₃-N bei breitflächiger Ausbringung in die Atmosphäre. Gemäß UNECE (2015) vermindert die bodennahe Ausbringung mit Schleppschlauch die NH₃- Emissionen um 30 %, sodass noch

0,7 kg NH₃-N pro m³ Gülle emittieren. Wird ein Injektor angewendet, so bewirkt dies eine Emissionsminderung um 80 %, sodass nur noch 0,2 kg NH₃-N pro m³ Gülle emittieren. Auf Grundlage von Förderdaten wurde erstmals zwischen den Ausbringungsarten Schleppschlauch und Injektor differenziert und entsprechende Abschläge der Ammoniakemissionen in Rechnung gestellt. Die höheren Mengen an anrechenbaren N, die durch diese Ausbringungsvariante in den Boden kommen, vermindern im Idealfall im gleichen Ausmaß die mineralischen N-Düngermengen. Die Ermittlung der Ammoniak-Emissionswirkung der VHA Weidehaltung 14.1.1 erfolgte auf Basis von Förderdaten und der Annahme, dass beweidetes Vieh im Vergleich zur Stallhaltung ohne Beweidung eine Minderung der Ammoniakemissionen um rd. 10 % bewirkt (UNECE 2014). Die Potenzialabschätzung der VHA 14.1.2 erfolgte auf Basis der im EMEP/EEA Guidebook 2016 (EEA 2016) ausgewiesenen Tier 1 Methodik zur Berechnung der Ammoniakemissionen aus Tierhaltung. Zu VHA 4.1.1 wurde die Potenzialabschätzung auf Basis der im EMEP/EEA Guidebook 2016 (EEA 2016) ausgewiesenen Tier 1 Methodik zur Berechnung der Ammoniakemissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement berechnet.

Es wurden zur Berechnung aller Ergebnisindikatoren durchwegs Vergleiche mit der Null-Variante angestellt.

Der Wirkungsindikator I07 wurde gemäß den Impact Indicator fishes (EC 2018) dargestellt (siehe Evaluierungsfrage 24, Kap. **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**).

3.4 Bewertung der Ergebnisse und Wirkungen

Der Zielindikator zu SPB 5D (T18) zielt auf die primär wirksame VHA 10.1.9 Bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und Biogasgülle ab, der Zielwert von 3,36 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche (LN) wurde mit Stand Ende 2018 bereits zu 100 % erreicht. Auch der ergänzende Zielindikator dazu „Landwirtschaftliche Fläche, für die Verwaltungsverträge zur Reduzierung der Treibhausgas- und/oder Ammoniakemissionen gelten (ha)“ wurde mit Ende 2018 bereits zu 100 % erreicht, auf fast 100.000 ha findet bereits eine bodennahe Ausbringung statt.

Die öffentlichen Gesamtausgaben (Outputindikator) für die primär relevanten Bildungsmaßnahmen (M 1.1 bis 1.3) haben insgesamt den Zielwert erst zu 38 % erreicht (Stand Ende 2018), die Zahl der geschulten TeilnehmerInnen (M 1.1) hat mit 8.548 jedoch den Zielwert bereits mehr als erreicht. Auch für die primär wirksamen Beratungsmaßnahmen ist der Outputindikator-Wert mit 2.203 Begünstigten bereits bei 74 % des Zielwertes angelangt, die öffentlichen Gesamtausgaben dafür sind jedoch erst zu 42 % erreicht. In der Umsetzung noch weit entfernt vom geplanten Outputindikator-Wert für SPB 5D sind die öffentlichen Gesamtausgaben für Maßnahmen im Bereich M16 – Zusammenarbeit. Hier ist zu berücksichtigen, dass die Daten nur jene Projekte enthalten, die per 31.12.2018 bereits zur Gänze ausbezahlt wurden.

Im Jahr 2018 betragen die durch das Programm verringerten THG-Emissionen (Lachgas) 144,1 kt CO₂-Äquivalent (R18, im Vergleich mit der Null-Variante). Damit entspricht die berechnete Gesamtwirkung der VHAen 10.1.2, 10.1.3, 11.2.1 und 10.1.9 rund 2 % der nationalen Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft. In dem Evaluierungsprojekt von FOLDAL et al. (2019) werden die Stickstoffflüsse und auch Lachgasemissionen landwirtschaftlich genutzter Böden in fünf verschiedenen Kleinproduktionsgebieten Österreichs mit Hilfe des Modells LandscapeDNDC (Version 1.9.3, siehe HAAS et al. (2013) beschrieben, modelliert und bewertet. Die wichtigsten bzw. vorherrschenden Kulturen jeder Region wurden modelliert. Die Ergebnisse zeigen einen deutlichen Zusammenhang zwischen der Art der Bewirtschaftung, und hier im speziellen dem Düngenniveau und dem Verlust von Lachgas. Eine intensive konventionelle Bewirtschaftung begünstigt hohe Lachgasverluste. Tendenziell werden die Emissionen geringer, sobald eine Reduktion des N-Düngerniveaus vorgenommen wird (Wirkung ansteigend von VHA 10.1.1 über die Reduktion der Düngereintensität von -15 und -25% bis zur VHA 11.2.1), wobei sich im Ackerland die verringerte Düngereintensität von -15 % enorm auf die Verringerung der N₂O-Emissionen auswirkt.

Im Jahr 2018 betragen die im Vergleich mit der Null-Variante verringerten Ammoniakemissionen 3.298 t NH₃ (R19). Damit entspricht die berechnete Gesamtwirkung der VHAen 10.1.9, 14.1.1 sowie 14.1.2 und 4.1.1 rund 5 % der nationalen Emissionsmenge aus dem Sektor Landwirtschaft.

Der Wirkungsindikator I07 Emissionen aus der Landwirtschaft zeigt die Treibhausgas- und Ammoniak-Emissionen auch ohne Programm LE 14-20. Die Berechnungen ergaben eine Erhöhung der Treibhausgasemissionen aufgrund des Programms LE 14-20 im Umfang von 2,6 % bzw. 0,7 % (bei Einrechnung der THG-reduzierenden Wirkung der VHAen 10.1.2, 10.1.3 und 11.2.1) verglichen mit der Situation ohne das Programm, da dieses landwirtschaftliche Flächen in der Produktion hält, die sonst aufgegeben werden würden. Bezüglich Ammoniakemissionen ergaben die Berechnungen trotz der höheren Viehbestände sowie der größeren Mineraldüngermengen mit dem Programm LE 14-20 (WIFO 2019) eine Minderung der Ammoniak-Emissionen im Umfang von 2,6 % verglichen mit der Situation ohne dem Programm („Null-Variante“). Ursache dafür sind die emissionsmindernden Effekte der Vorhabensarten bodennahe Gülleausbringung, Weidehaltung, besonders tierfreundliche Stallhaltung und Investitionen in Güllelagerabdeckung. Anzumerken ist, dass die Emissionswirkung der Maßnahmen auf Vorketten und Energieverbrauch in dieser Analyse der THG- und Ammoniakemissionen nicht enthalten ist.

3.5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Der Zielindikator zu SPB 5D (T18) wurde mit Stand Ende 2018 bereits zu 100 % erreicht, das heißt, auf fast 100.000 ha findet bereits eine bodennahe Ausbringung flüssiger Wirtschaftsdünger und von Biogasgülle (VHA 10.1.9) statt. Diese emissionsarme Ausbringung von flüssigen Wirtschaftsdüngern wird auch im Ratgeber zur Verminderung von Ammoniakemissionen empfohlen und sollte flächenmäßig weiter ausgedehnt werden (BMNT 2018e). Eine deutliche Erhöhung der Anwendung bodennaher Ausbringungstechniken ist auch im Konsultationsentwurf zum nationalen Luftreinhalteprogramm (BMNT 2019a) enthalten.

Insgesamt sollten weiterhin auch für SPB 5D wirksame horizontale Maßnahmen zu Bildung und Beratung sowie Zusammenarbeit umgesetzt (M1, M2 und M16) werden. Für die Minderung von THG- und Ammoniak-Emissionen sollten verstärkt Bildungs- und Beratungsvorhaben in Bezug auf emissionsarme Fütterung und Tierhaltung, Möglichkeiten emissionsarmer Wirtschaftsdüngerlagerung und Ausbringungstechniken umgesetzt werden.

Sämtliche VHAen, die zu einem reduzierten Düngemiteleinsatz führen, tragen zur Verringerung der THG-Emissionen aus der Landwirtschaft bei und sollten daher weiter im Rahmen der M10 unterstützt werden. Im Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes für Österreich (BMNT 2019b) ist das Maßnahmenfeld „Vermeidung von Methan- und Lachgasemissionen in der Landwirtschaft“ mit dem Instrument der Förderung klimarelevanter Praktiken und Maßnahmen angeführt. Das Agrarumweltprogramm ÖPUL (M10) wird dabei als ein zentrales Instrument für die Umsetzung einer klimafreundlichen Landwirtschaft genannt. Als die wichtigsten klimaschutzrelevanten Themen sind dort der verringerte Einsatz von Betriebsmitteln und die Etablierung weitgehend geschlossener Nährstoffkreisläufe (z.B. Biologische Wirtschaftsweise), die Anreicherung und Konservierung organischer Substanz in Ackerböden als Kohlenstoffspeicher, die Erhaltung und standortangepasste Bewirtschaftung von Dauergrünland und Feuchtlebensräumen sowie die Weidehaltung von Rindern, Schafen und Ziegen angeführt.

VHAen, die die Ammoniakemissionen im Sektor Landwirtschaft reduzieren, sind derzeit im Bereich bodennahe Gülleausbringung, Weidehaltung, besonders tierfreundliche Stallhaltung und Investitionen in Güllelagerabdeckung umgesetzt. Zusätzliche Maßnahmen wie emissionsarme Fütterungsstrategien, oder der emissionsarme Einsatz von mineralischen N-Düngemitteln, v.a. Harnstoff, sind im landwirtschaftlichen Ratgeber zur Begrenzung von Ammoniak-Emissionen dargestellt (BMNT 2018e) sowie im vorliegenden Konsultationsentwurf zum nationalen Luftreinhalteprogramm (BMNT 2019a) enthalten und sollten in Zukunft auch in das Förderwesen Eingang finden. In letzterem werden einschlägige ÖPUL- und Investitionsmaßnahmen in der künftigen nationalen Umsetzung der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) als größte Hebel zur Emissionsminderung gesehen.

4 EVALUIERUNGSFRAGE 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?

4.1 Kurzbeschreibung des Schwerpunktbereichs (SPB) 5E „Förderung der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft“

Schwerpunktbereich (SPB) 5E ist ein Teilbereich der Priorität 5 „Förderung der Ressourceneffizienz und Unterstützung des Agrar-, Nahrungsmittel- und Forstsektors beim Übergang zu einer kohlenstoffarmen und klimaresistenten Wirtschaft“ mit dem Ziel der „Förderung der Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Land- und Forstwirtschaft“.

Im österreichischen LE-Programm 2014-2020 (Version 4.1, BMLFU 2018a) wurde der Schwerpunktbereich 5E nicht programmiert und kein Zielwert für Zielindikator T 19/R20 festgelegt. Jedoch gibt es einige primär und sekundär wirksame Vorhabensarten, die auch Beiträge zu SPB 5E liefern. Auf Basis der primär wirksamen VHA, dies sind Bildungs- und Beratungsmaßnahmen (M1 & M2), sowie die Bildung Operationeller Gruppen (M16), wurde ein alternativer spezifischer Zielindikator definiert.

Zusätzlich gibt es sekundär wirksame Flächenmaßnahmen im landwirtschaftlichen Bereich, die Agrarumwelt- und Klimamaßnahme, der Ökologische/Biologische Landbau und Zahlungen im Rahmen von Natura 2000 und der Wasserrahmenrichtlinie (M10, M11 und M12).

Tabelle 14: Vorhabensarten mit primärer Wirkung auf Schwerpunktbereich 5E.

1.1.1 Begleitende Berufsbildung, Fort- und Weiterbildung zur Verbesserung der fachlichen Qualifikation
1.2.1 Demonstrationsvorhaben und Informationsmaßnahmen
1.3.1 Austauschprogramme und Betriebsbesichtigungen (Exkursionen) für Land- und ForstwirtInnen
2.1.1 Inanspruchnahme von Beratungsleistungen
2.3.1 Ausbildung BeraterInnen
16.1.1 Unterstützung beim Aufbau & Betrieb operationeller Gruppen der EIP für lw. Produktivität & Nachhaltigkeit
16.2.1 Unterstützung bei der Entwicklung neuer Erzeugnisse, Verfahren & Technologien der Land-, Ernährungs- & Forstwirtschaft

Tabelle 15: Vorhabensarten mit sekundärer Wirkung auf Schwerpunktbereich 5E.

VHA	Gesamtzahl der bis Ende 2018 abgeschlossenen Projekte			
8.1.1 Aufforstung und Anlage von Wäldern	4			
8.5.1 Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes - Öffentlicher Wert & Schutz vor Naturgefahren	4.042			
15.1.1 Erhaltung von ökologisch wertvollen/seltenen Waldflächen /-gesellschaften	0			
15.2.1 Erhaltung und Verbesserung der genetischen Ressourcen des Waldes	0			

VHA	Gesamtzahl der bis Ende 2018 abgeschlossenen Projekte			
	2018	2017	2016	2015
Einbezogene Fläche in ha				
10.1.1 Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung	1.092.505	1.112.148	1.130.142	1.118.733
10.1.6 Begrünung-Zwischenfruchtanbau	265.759	271.720	271.221	250.723
10.1.7 Begrünung – System Immergrün	193.842	188.127	175.561	155.559
10.1.8 Mulch- und Direktsaat	128.966	127.780	129.161	119.527
10.1.10 Erosionsschutz Obst, Wein Hopfen	42.604	42.481	40.550	36.953
10.1.16 Vorbeugender Grundwasserschutz	324.438	325.737	224.440	214.878
10.1.17 Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen	1.351	1.334	1.022	226
10.1.18 Vorbeugender Oberflächengewässerschutz	1.138	1.106	871	449
10.1.19 Naturschutz	79.165	79.014	71.724	64.239
11.2.1 Beibehaltung ökologischer/biologischer Wirtschaftsweise	484.050	467.029	431.784	401.867
12.1.1 Umsetzung von Natura 2000 auf landwirtschaftlichen genutzten Flächen	82	71	56	59

4.2 Umsetzungsevaluierung

Der Schwerpunktbereich 5E wurde im österreichischen Programm LE 14-20 (BMNT 2018b) nicht programmiert. Daher wurde auch der Zielindikator T 19/R20 „Prozentsatz der land- und forstwirtschaftlichen Fläche, für die Verwaltungsverträge zwecks Beitrags zur Kohlenstoffbindung oder -speicherung gelten“ nicht berechnet. Als Näherung wurde für die landwirtschaftlichen Flächen der Zielindikator T19 auf Basis der dafür sekundär – unterschiedlichem Ausmaß auf die Kohlenstoffspeicherung - wirksamen ÖPUL-Maßnahmen errechnet: Im Jahr 2018 sind dies – durch die flächenstarken VHAen 10.1.1 und 11.2.1 und die VHAen 10.1.6 und 10.1.7 und Kombinationsverpflichtungen mit diesen Maßnahmen – 1.841.559 ha ohne Almen und 2.153.766 ha mit Almflächen. Insgesamt beträgt die landwirtschaftliche Nutzfläche (LN) im Jahr 2016 2.671.174 ha, das heißt, dass auf rund 69 % der LN (ohne Almen) sekundär wirksame VHAen stattfinden, die einen gewissen Beitrag zur Kohlenstoffspeicherung leisten. Die Art und Intensität der Kohlenstoffspeicherung variiert jedoch zwischen den verschiedenen ÖPUL-Maßnahmen.

Der alternative spezifische Zielindikator für SPB 5E ist gemäß Kapitel 11.5. des Programms LE 14-20 (BMNT 2018b) die Zahl der Begünstigten, die eine Beratung mit Wirkung auf SPB 5E in Anspruch genommen haben. Dieser alternative, programmspezifische Zielindikator erreichte zum Stichtag 31.12.2018 den Wert von 38,3 % (siehe Tabelle 16).

Die öffentlichen Gesamtausgaben (Outputindikator, siehe Tabelle 17) für die relevanten Bildungs- und Beratungsmaßnahmen (M1 & M2), sowie für die Bildung Operationeller Gruppen (M16) haben insgesamt den geplanten Outputindikator-Wert erst zu 13 % erreicht (Stand Ende 2018). Dieser Wert umfasst die per 31.12.2018 zur Gänze ausgezahlten Projekte.

Tabelle 16: Zielindikatoren und Zielwerte (Programm LE 14-20, Kap. 11.1) und Umsetzungsstand des SPB 5E (Monitoringdaten).

Bezeichnung Zielindikator	Zielwert 2023	Wert 31.12.2018	Umsetzungsstand in %
T 19/ R20 Prozentsatz der land- und forstwirtschaftlichen Fläche, für die Verwaltungsverträge zwecks Beitrags zur Kohlenstoffbindung oder -speicherung gelten (BMNT 2018b)	0		
Alternativer spezifischer Zielindikator für 5E: M2 Beratungs-, Betriebsführungs- und Vertretungsdienste: Zahl der Begünstigten, die eine Beratung in Anspruch genommen haben (Monitoringdaten)	4.470	1.714	38,30%

Tabelle 17: Outputindikatoren und Umsetzungsstand des SPBs 5E (Monitoringdaten).

Bezeichnung der Maßnahme	Indikatorbezeichnung	geplanter Outputindikator-Wert	Wert 31.12.2018	Umsetzungsstand in %
M01 – Wissenstransfer und Informationsmaßnahmen (Art 14)	Schulungen/Erwerb von Fertigkeiten (1.1) – Zahl der Teilnehmer an Schulungen	16.821	8.343	49,6%
M01 – Wissenstransfer und Informationsmaßnahmen (Art 14)	Schulungen/Erwerb von Fertigkeiten (1.1) – öffentliche Gesamtausgaben für Schulungen, Erwerb von Fertigkeiten	2.146.668	145.897	6,8%
M01 – Wissenstransfer und Informationsmaßnahmen (Art 14)	Öffentliche Gesamtausgaben EUR (Schulungen, Austauschmaßnahmen für Landwirtschaftliche Betriebe, Demonstrationen) (1.1 bis 1.3)	2.875.782	288.764	10,0%
M02 – Beratungs-, Betriebsführungs- und Vertretungsdienste (Art 15)	Zahl der Begünstigten, die eine Beratung in Anspruch genommen haben (2.1)	4.470	1.714	38,3%
M02 – Beratungs-, Betriebsführungs- und Vertretungsdienste (Art 15)	Öffentliche Gesamtausgaben EUR (2.1 to 2.3)	630.000	137.125	21,8%
M16 - Zusammenarbeit (Art 35)	Öffentliche Gesamtausgaben EUR (16.1 to 16.9)	805.714	134.131	16,6%
	Gesamt Ausgaben	4.311.497	560.021	13,0%

Zu Vorhabensart 16.1.1 lagen mit Stichtag 01.01.2019 von 12 geplanten Projekten 5 mit Projektstatus „abgeschlossen“ zur Evaluierung vor. Zu Vorhabensart 16.2.1 lagen zum Stichtag 01.01.2019 keine abgeschlossenen Projekte zur Evaluierung vor.

Tabelle 18: Kontextindikatoren des SPB 5E (Programm LE 14-20, Version 4.1).

Kontextindikator	Basisjahrwert
C 18: Landwirtschaftliche Nutzfläche – Landwirtschaftliche Nutzfläche insgesamt	2010: 2.878.170 ha
C 29: Wälder und sonstige bewaldete Flächen (in Tausend) - Insgesamt	2010: 3.991 ha
C 41: Gehalt des Bodens an organischer Materie in Ackerland: Schätzungen Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff insgesamt	2009: 17,3 Mio t
C 41: Gehalt des Bodens an organischer Materie in Ackerland: Mittlerer Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff	2009: 11,8 g/kg

Tabelle 19: Teilnahme und Erreichung geplanter Gesamtausgaben (2014-2018) und -flächen (2018) von Maßnahmen mit sekundärer Wirkung auf 5E (absolut und in % der geplanten Output-Indikatoren) (geplante Gesamtausgaben und Gesamtflächen gemäß Indikatorplan (BMNT 2018b) (Monitoringdaten).

Vorhabensarten SPB 5E	Gesamtausgaben 2014-2018 (in Mio EUR)	Erreichung geplante Gesamtausgaben (%)	Teilnahmeflächen 2018 (ha)	Erreichung geplante Gesamtfläche (%)
8.1.1 Aufforstung und Anlage von Wäldern	218.183	27,8	131	87,3
8.5.1 Investitionen zur Stärkung von Resistenz und ökologischem Wert des Waldes - Öffentlicher Wert & Schutz vor Naturgefahren	22.603.955	27,7	9.655	13
15.1.1 Erhaltung von ökologisch wertvollen/seltenen Waldflächen /-gesellschaften	658.000	36,2	557	291
15.2.1 Erhaltung und Verbesserung der genetischen Ressourcen des Waldes	10.800	36,2	Keine Flächenangaben	
10.1.1 Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung	360,292	63,56	1.092.505	96,7
10.1.6 Begrünung-Zwischenfruchtanbau	225,65	74,1	265.759	98,1
10.1.7 Begrünung – System Immergrün	56,595	55,5	193.842	107,7
10.1.8 Mulch- und Direktsaat	35,11	99,27	128.966	154,45
10.1.10 Erosionsschutz Obst, Wein Hopfen	39,876	72,8	42.604	96,2
10.1.16 Vorbeugender Grundwasserschutz	112,078	68,3	324.438	104,7
10.1.17 Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen	1,683	62	1.351	135,2
10.1.18 Vorbeugender Oberflächengewässerschutz	1,591	39,3	1.138	75,9
10.1.19 Naturschutz	184,112	70,5	79.165	104,2
11.2.1 Beibehaltung ökologischer/biologischer Wirtschaftsweise	534,607	68,2	484.050	103
12.1.1 Umsetzung von Natura 2000 auf landwirtschaftlichen genutzten Flächen	0,038	1,1	82	3,3

Die VHAen mit sekundärer Wirkung auf SPB 5E erreichen flächenmäßig bzw. überschreiten sogar die geplanten Zielwerte nach Indikatorplan des Programms LE 14-20 (siehe

Tabelle 19).

4.3 Methode zur Wirkungsevaluierung

Als Beurteilungskriterien für P5E wurden herangezogen:

- Die Stabilisierung und Sequestrierung von Kohlenstoff in der Land- und Forstwirtschaft hat zugenommen.
- Im Rahmen einer verbesserten Bewirtschaftung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen haben die Beiträge zur Kohlenstoffbindung zugenommen.

Für die Beurteilung der verbesserten Bewirtschaftung der land- und forstwirtschaftlichen Flächen wurden die Ergebnisse und Wirkungen ausgewählter VHAen mit sekundärer Wirkung (ÖPUL-Maßnahmen, siehe BMNT 2018c), die von besonderer Relevanz für die Kohlenstoffbindung sind (vgl. BMLFUW 2017b) herangezogen. Für die Beurteilung der Kohlenstoffspeicherung und –bindung wird der Wirkungsindikator I.12 herangezogen. Im Projekt LUCAS wurden EU-weite Abschätzungen der Corg-Gehalte in Böden durchgeführt. Diese sind allerdings sehr grob aufgelöst (2x2 km grid), für diese Fragestellung ist der Datensatz zu gering. Um die Nettoeffekte des Programms darzustellen, wurden für die gegenständliche Evaluierung ausgewählte Gebiete betrachtet. Der Indikator I.12 gibt die organische Substanz in Ackerlandböden an („Soil organic matter in arable land“). Er wurde sowohl als mittlerer Gehalt an organisch gebundenem Kohlenstoff (g/kg) als auch als Vorrat an organisch gebundenem Kohlenstoff insgesamt (t/ha) berücksichtigt (vgl. Kontextindikator C41). Die Datengrundlagen und Ergebnisse für den Wirkungsindikator I.12 sind im Folgenden detailliert dargestellt: Bei der VHA 10.1.16 „Vorbeugender Grundwasserschutz“ waren Bodenuntersuchungen durchzuführen. Zusätzlich zu dem Stickstoffparameter (nachlieferbarer N oder Norg oder Nmin) war, neben dem Säuregrad (pH-Wert) und dem pflanzenverfügbare Phosphor- und Kaliumgehalt, auch der Humusgehalt (=organischer Kohlenstoff * 1,724) zu bestimmen. Daher stehen von den Regionen mit hohen Teilnahmeraten an dieser VHA repräsentative Daten zur Verfügung, um den zeitlichen Verlauf der Humusgehaltsentwicklung darzustellen. Weiters waren zum Teil auch aus den Vorperioden des Programms LE aus denselben Regionen repräsentative Daten zum Humusgehalt vorhanden, und zwar für die oberösterreichische Traun-Enns-Platte (TEP) bzw. die Kleinproduktionsgebiete Grieskirchen und OÖ Zentralraum, das Marchfeld (MF) und das Tullner Feld (TF). Aus dem Burgenland und den anderen kleineren Ackerbau-Regionen in Niederösterreich, in Kärnten und aus der Steiermark stehen aus der Vergangenheit nur wenige Daten für zeitliche Vergleiche zur Verfügung. Daher werden im Folgenden die 3 zuerst genannten Gebiete (TEP, MF, TF) miteinander verglichen.

4.4 Bewertung der Ergebnisse und Wirkungen

Der Wirkungsindikator I.12 organische Substanz in Ackerlandböden wurde für drei bzw. vier Gebiete Österreichs ermittelt. Die Werte für die drei bzw. vier Gebiete zeigen für die C-Gehalte Mediane von 13-18 g Corg/kg Boden bzw. für die C-Vorräte Mediane von 36 – 51 t/ha in den obersten 20 cm. Diese Werte wurden mit relevanter Literatur zu österr. Daten verglichen und erscheinen plausibel.

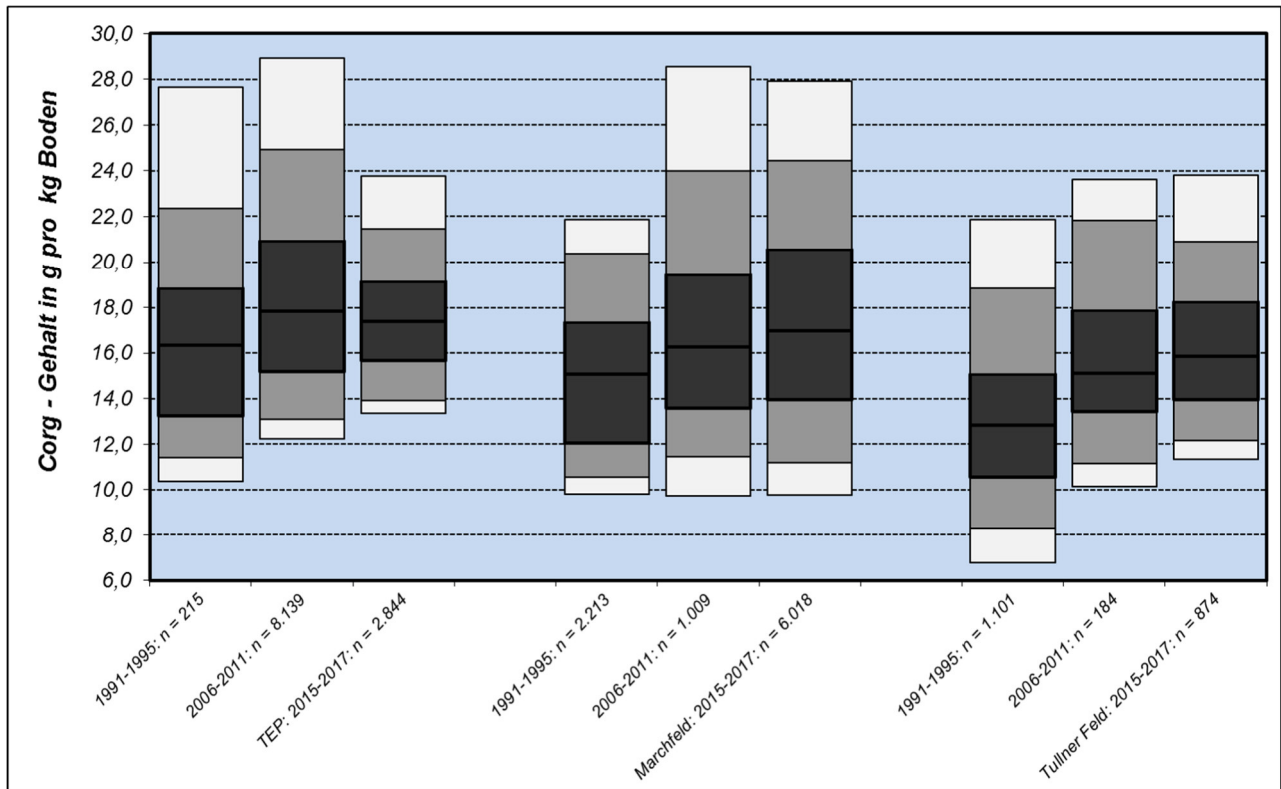


Abbildung 1: Zeitliche Entwicklung der Corg-Gehalte in ausgewählten Regionen (TEP...Traun-Enns-Platte in OÖ, Marchfeld (MF) in NÖ, Tullner Feld (TF) in NÖ.

In Abbildung 1 ist die zeitliche Entwicklung (1990er, 2000er und 2010er Jahre) der Corg-Gehalte in den Ackerböden in drei Gebieten (Traun-Enns-Platte, Marchfeld und Tullner Feld) dargestellt. Zu sehen ist der Median, darunter und darüber in dunkelgrau das 2. und das 3. Quartil mit 50 % der gefundenen Werte. In hellgrau sind die Bereiche von Q10 bis Q25 bzw. von Q75 bis Q90, innerhalb der hell- und dunkelgrauen Bereiche liegen daher 80 % der ermittelten Werte. Die weißen Bereiche stellen die Bereiche von Q5 bis Q10 bzw. von Q90 bis Q95 dar, innerhalb dieser sind 90 % der Werte, die niedrigsten 5 % und die höchsten 5 % der Humusgehalte sind nicht in der Darstellung enthalten, Extremwerte bzw. Ausreißer oder unplausible Werte sind auch nicht enthalten.

Ausgehend von den unterschiedlichen Standorteigenschaften hinsichtlich der Textur (sandige Böden bis hin zu schluffig-tonigen Lehmen) und der Bodenbildung mit und ohne Grundwassereinfluss liegt in jeder Region eine große Bandbreite der Humusgehalte vor. Wesentlicher für die Ermittlung eines Trends ist der Bereich der mittleren Werte, in dem sich die Hälfte der Daten befindet. In den ersten 10-15 Jahren nach Einführung der ÖPUL Programme sind deutliche Zunahmen der Humusgehalte ersichtlich, in den letzten 8-10 Jahren konnten die Gehalte auf dem höheren Niveau in OÖ stabil gehalten und im Tullner Feld und Marchfeld noch leicht erhöht werden. Dies wird auch im SFC 2019 zu 4C (Verhinderung der Bodenerosion und Verbesserung der Bodenbewirtschaftung) festgehalten. Mit den bestehenden VHAen wie der Begrünung von Ackerflächen (VHAen 10.1.6 und 10.1.7), Mulch- und Direktsaat (VHA 10.1.8) und dem allgemeinen Trend zu geringerem Pflugeinsatz bzw. einer reduzierten Bodenbearbeitung dürfte nun das Kohlenstoff-Speicherpotential der Böden weitgehend ausgeschöpft sein. Weitere Erhöhungen sind nur mit umfassenderen Veränderungen in der Bewirtschaftung erreichbar, wie Direktsaat, Ausweitung des Feldfutterbaus mit Klee gras und Luzerne, oder durch Zufuhr externer Kohlenstoffquellen wie z.B. durch Kompost.

Bei der VHA 10.1.16 waren zum ersten Mal Bodenuntersuchungen bei biologischer Bewirtschaftung (Teilnahme an VHA 12.1.1) vorgesehen, daher können aktuell diese Humusdaten jenen bei konventioneller

Bewirtschaftung gegenüber gestellt werden (siehe Abbildung 2). Nicht berücksichtigt ist bei dieser Auswertung die Dauer seit der Umstellung auf Biologische Bewirtschaftung.

In der oberösterreichischen Traun-Enns-Platte (OÖ) liegen die Corg Gehalte bei biologischer Bewirtschaftung um etwa 0,1 – 0,15 % höher, als bei konventioneller Bewirtschaftung, was mit den unterschiedlichen betrieblichen Ausrichtungen zusammenhängt: Bei konventioneller Bewirtschaftung überwiegt mit einem GVE-Besatz von 1,54 pro ha die Schweinehaltung, bei biologischer Bewirtschaftung mit deutlich niedrigerer Intensität die Rinderhaltung. Der höhere Anteil an Ackerflächen mit über 4 % Humus bei biologischer Bewirtschaftung ist auf den 14 %-igen Anteil an Feldfutterflächen zurückzuführen. Weiters ist auch der Unterschied im Maisanteil sehr hoch (30 % Maisanteil bei konventioneller gegenüber 11% bei biologischer Bewirtschaftung).

In den anderen Regionen hingegen sind bei den Humusgehalten keine Unterschiede gegeben, weil zum einen der Unterschied bei Mais und Feldfutterbau geringer ist. Auch die Anteile der über den Herbst und Winter begrünten oder bedeckten Flächen unterscheiden sich nur auf der oberösterreichischen Traun-Enns-Platte (TP, OÖ) sehr deutlich. Zugleich ist der Sojaanteil, der bei biologischer Bewirtschaftung gehackt werden muss, deutlich höher. Zu berücksichtigen ist weiters, dass der Pflug und weitere Bodenbearbeitungsmaßnahmen bei biologischer Bewirtschaftung etwas häufiger als unter konventioneller Bewirtschaftung eingesetzt werden. Insgesamt tragen diese Aspekte dazu bei, dass bei den Humusgehalten in den anderen Regionen keine Unterschiede gegeben sind.

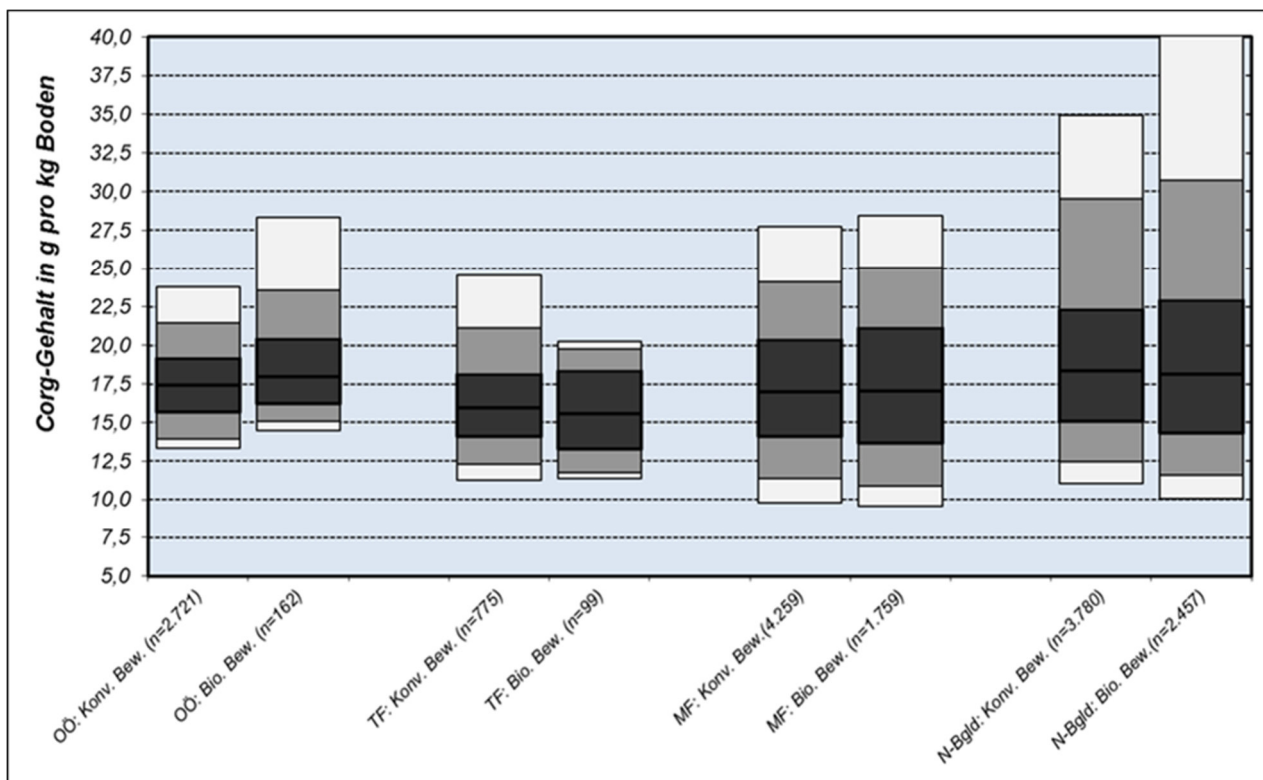


Abbildung 2: Aktuelle Corg-Gehalte (2015-2017) in vier ausgewählten Regionen (OÖ =Traun-Enns-Platte (TEP), TF = Tullner Feld in NÖ, MF = Marchfeld in NÖ, N-Bgld = Nord-Burgenland im Burgenland) bei konventioneller und biologischer Bewirtschaftung.

Die gesamten Daten der VHA 10.1.16 zeigen Mediane von 13 – 18 g Corg/kg Boden (Corg-Gehalt, Abbildung 1 und Abbildung 2). Werden die dazugehörigen C-Vorräte (C-Pools) in t/ha in den obersten 20 cm

berechnet, so ergeben sich Mediane von 36 – 51 t /ha in den obersten 20 cm (Abbildung 3 und Abbildung 4) (Wirkungsindikator I.12).

Werden die Corg-Gehalte einer Plausibilisierung unterzogen, erscheinen die Median-Werte (0-20 cm) für die ausgewählten Regionen im Vergleich zu jenen in der ASOC-Studie (HASLMAYR et al. 2018) ermittelten Medianen (A/Ap-Horizont) für NÖ, Bgld und OÖ von 17 – 23 g Corg/kg Boden als plausibel. Ein genaue Übereinstimmung ist aufgrund der unterschiedlichen Erhebungszeiträume bzw. Bezugsräume nicht zu erwarten. Der Wert des Kontext-Indikators von 2009 mit 11,8 g /kg für Ackerland erscheint etwas zu niedrig, wobei es in den letzten 10 Jahren zumeist eine leichte Erhöhung des Corg-Gehalts gegeben hat (vgl. Abbildungen 1 und 2).

Bei den Berechnungen des Corg-Vorrats auf Basis der Daten der VHA 10.1.16 kommt man unter Berücksichtigung der aktuellen Fläche des Ackerlandes (2016: 1.344.481 ha gemäß Agrarstrukturerhebung 2016, BMNT 2018a) auf 48,4 – 68,6 Millionen Tonnen Corg. Dies liegt in einer ähnlichen Größenordnung wie der Wert von GERZABEK et al.2005, der bei 57,8 Mt liegt bezogen auf 0-20 cm, bei einer Ackerfläche von fast 1,40 Mio. ha. Der in der ASOC-Studie ermittelte Wert für das gesamte Ackerland von 80,3 Millionen Tonnen Corg bezieht sich allerdings auf 0-30 cm und auf eine Ackerfläche von 1,28 Mio. ha. Jedenfalls erscheint der Wert des Kontext-Indikators von 17,3 Mio. t (Basisjahr 2009) für Ackerland als zu niedrig und nicht plausibel.

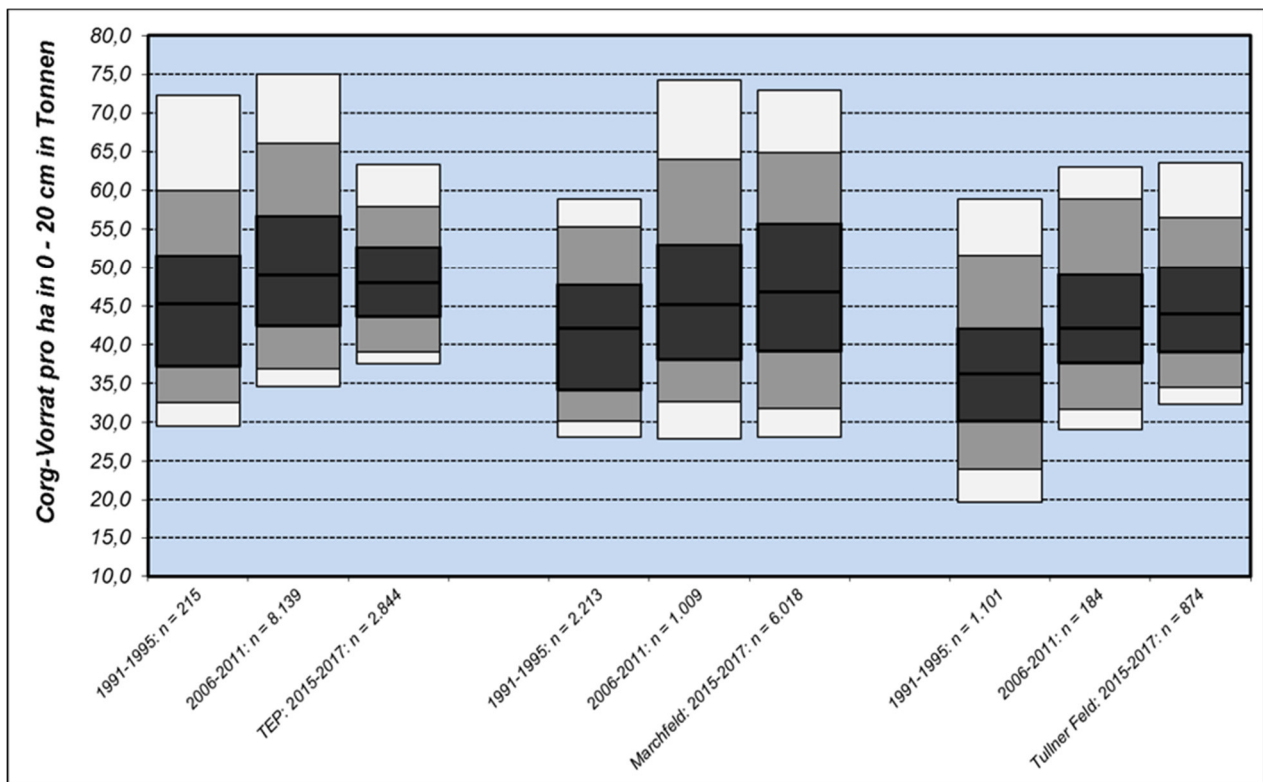


Abbildung 3: Errechnete C-Pools für die 3 Regionen (Traun Enns Platte (TEP), Marchfeld, Tullner Feld). Ersichtlich ist der zeitliche Verlauf der C-Vorräte in t/ha in den obersten 20 cm.

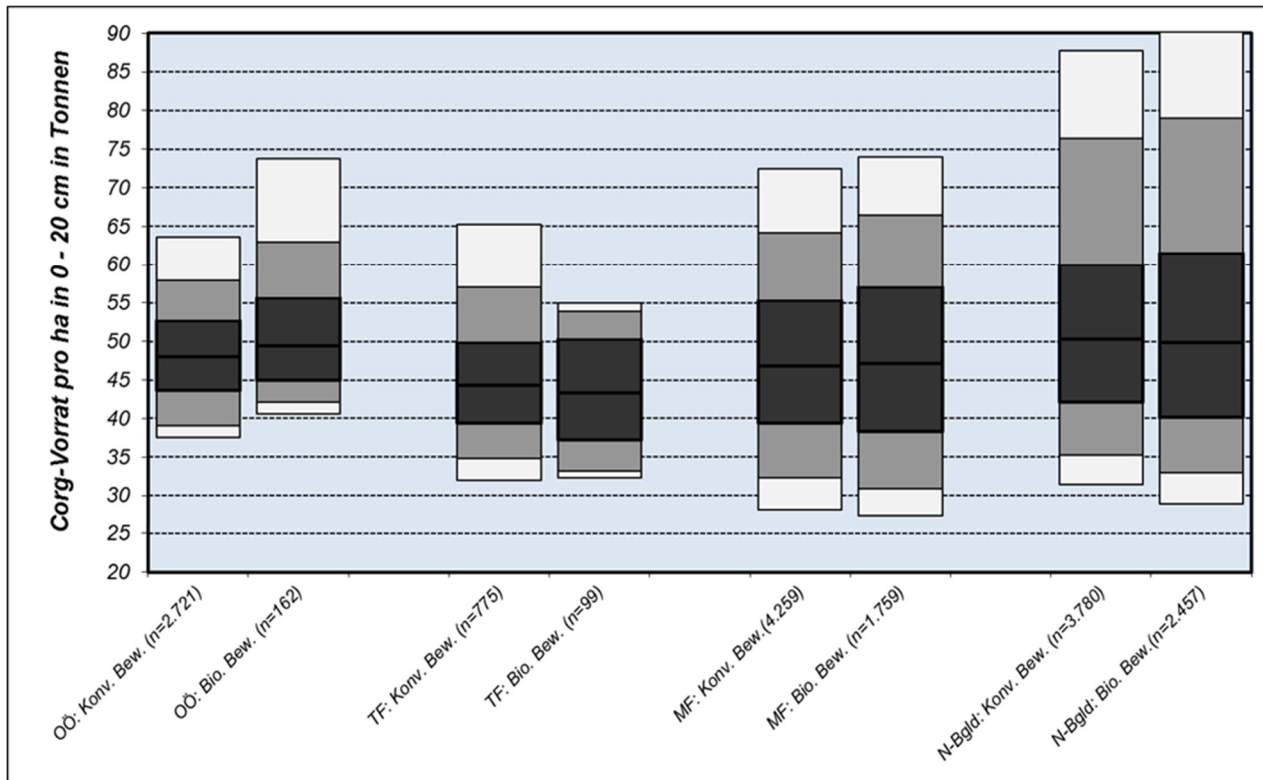


Abbildung 4: Errechnete C-Pools für die 4 Regionen (Oberösterreich (OÖ), Tullner Feld (TF), Marchfeld (MF), N-Burgenland), Gegenüberstellung von C-Vorräten in t/ha (2015-2017) in den obersten 20 cm bei konventioneller und biologischer Bewirtschaftung.

Einer Reihe von weiteren ÖPUL-Maßnahmen (unter Maßnahme 10) wird eine hohe bis mittlere Wirkung hinsichtlich Verbesserung der Kohlenstoff-Speicherung und –bindung in der Landwirtschaft zugeschrieben (UMWELTBUNDESAMT 2010), weshalb deren vermehrter Einsatz zur verbesserten Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen im Hinblick auf die C-Bindung beiträgt:

10.1.6 Begrünung von Ackerflächen - Zwischenfruchtanbau:

Im Flächenvergleich von 2018 mit 2015 haben sich die Maßnahmenflächen von 250.723 ha auf 265.759 ha, das sind rund 20 % des Ackerlands, erhöht. Die Maßnahmenfläche steigt leicht an, obwohl mit dem System Immergrün noch eine zweite Begrünungsmaßnahme geschaffen wurde. Dies zeigt die hohe Akzeptanz, die Begrünungsmaßnahmen bereits besitzen. Der Anbau von Begrünungen und das anschließende Einarbeiten von Pflanzenmaterial bewirkt eine Erhöhung des Humusgehalts im Boden, auch durch die Erosionsminderung von Begrünungen wird der Humusgehalt des Bodens stabilisiert (wie auch in Schwerpunktbereich 4C „Verhinderung von Bodenerosion und Verbesserung der Bodenbewirtschaftung“ angeführt). Die Höhe der Humussteigerung ist sehr bodenspezifisch, weshalb durch den Anbau von Begrünungen nicht an allen Standorten in Österreich mit einer merklichen Verbesserung zu rechnen ist.

10.1.7 Begrünung von Ackerflächen - System Immergrün:

Diese Maßnahme wurde im Jahr 2015 auf 155.559 ha durchgeführt und hat sich bis 2018 auf 193.842 ha (rund 15% der Ackerfläche) erhöht. Die hohen Teilnahmehzahlen sind bemerkenswert, da die Maßnahme erst in dieser Periode neu eingeführt wurde. Somit kommt es zu einer deutlichen zusätzlichen Fläche mit Humusaufbau. Durch die Einschränkung von Schwarzbracheperioden und Verringerung der Bodenerosion bei verpflichtender flächendeckender Begrünung von mindestens 85 % der Ackerflächen an jedem Zeitpunkt des gesamten Jahres ist eine hohe Wirkung hinsichtlich Kohlenstoff-Speicherung zu erwarten.

10.1.8 Mulch- und Direktsaat (inkl. Strip till):

Bei dieser VHA hat sich die Fläche leicht erhöht, von 119.527 ha (2015) auf 128.966 ha (2018), das sind rund 10 % der Ackerfläche. Die Entwicklung hin zu Verfahren mit geringerer Bearbeitungsintensität des Bodens trägt dazu bei, dass die Humusgehalte auf Ackerland auf günstigem Niveau stabil gehalten bzw. noch leicht erhöht werden konnten (vgl. SFC zum Schwerpunktbereich 4C). Durch den Verzicht auf wendende Bodenbearbeitungsformen und Tiefenlockerung schützt das verbliebene Mulchmaterial kurz nach dem Anbau und während des Aufwuchses der nachfolgenden Hauptfrucht den Boden vor Erosion und die organischen C-Pools können vor allem in der obersten Bodenschicht konserviert werden.

10.1.10 Erosionsschutz Obst, Wein, Hopfen:

Bei dieser VHA hat sich die Teilnahmefläche von 36.953 ha (2015) auf 42.604 ha (2018), das sind rund 76 % der gesamten INVEKOS-Obst- und Weinflächen, deutlich erhöht. Durch die verpflichtende Anlage von flächendeckenden Begrünungen in allen Fahrgassen der Obst-, Wein- und Hopfenflächen und der damit einhergehenden Erosionsminderung wird zur Erhöhung des org. C-Pools und zugleich zu dessen nachhaltiger Konservierung beigetragen.

10.1.17 Bewirtschaftung auswaschungsgefährdeter Ackerflächen und 10.1.18 Vorbeugender Oberflächen-gewässerschutz auf Ackerflächen:

Das Flächenausmaß dieser beiden Maßnahmen fällt mit aktuell zusammen 2.489 ha (2018) eher gering aus, konnte sich jedoch seit Beginn der Programmperiode fast vervierfachen (2015: 675 ha). Im Rahmen der VHAen wird die Aufgabe der ackerbaulichen Nutzung bzw. die Stilllegung auf auswaschungsgefährdeten Standorten gefördert. Auch weil die Begrünung über den gesamten Verpflichtungszeitraum auf derselben Fläche zu belassen ist, ergibt sich ein deutlicher Kohlenstoffspeicher-Effekt.

11.2.1 Beibehaltung ökologische/biologische Wirtschaftsweise:

Die VHA wurde 2018 auf 484.050 ha angewendet, im Vergleich zu 401.867 ha im Jahr 2015. Die Anteile an humusmehrenden Fruchtarten wie Leguminosen und anderen Feldfutterpflanzen, Begrünung und Düngung mit organischen Düngern tragen zum Erhalt bzw. zur Steigerung der Bodenfruchtbarkeit und damit des Kohlenstoffgehalts im Boden bei. Darüber hinaus wirkt die verpflichtende Grünlanderhaltung positiv auf den Bodenkohlenstoffgehalt.

Die VHA 10.1.2 Einschränkung ertragssteigernder Betriebsmittel (Verzicht auf Mineraldünger) ist hinsichtlich der Wirkung auf den Erhalt des Humusgehalts im Ackerland der VHA 11.2.1 zumindest gleichzusetzen, da anzunehmen ist, dass diese Betriebe ihren Düngerbedarf ausschließlich über Wirtschaftsdünger oder Stickstofffixierung durch Leguminosen decken. Da die Teilnehmer weniger erosionsgefährdete Kulturen anbauen und mehr reduzierte Bodenbearbeitung umsetzen als viele Biobetriebe ist von einem verbesserten Erhalt des Humusgehalts auszugehen. Die teilnehmenden Ackerflächen haben in den letzten Jahren leicht abgenommen auf 23.216 ha im Jahr 2017.

Weiters wird wegen der verpflichtenden Anlage von 5 % Biodiversitätsflächen und der Verpflichtung zur Grünlanderhaltung der Vorhabensart „Umweltgerechte und biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung“ (VHA 10.1.1) eine kohlenstoffspeichernde Wirkung zugeordnet. Da die Biodiversitätsflächen im Acker nur 2 Vegetationsperioden auf demselben Standort belassen werden müssen, hat sie aber einen geringeren C-Speichereffekt als die VHA 10.1.18.

4.5 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Verschiedene VHAen des Programm LE 2014-20 tragen zur Kohlenstoff-Speicherung und -Bindung in der Landwirtschaft bei. Die Evaluierung zeigt, dass die Humusgehalte auf Ackerland (in 4 Regionen) durch die Einführung des Agrarumweltprogramms gesteigert und in den letzten 10 bis 15 Jahren auf günstigem Niveau stabil gehalten bzw. noch leicht erhöht werden konnten, trotz des allgemeinen Trends der Zunahme an erosionsgefährdeten, eher humuszehrenden Feldfrüchten und der Abnahme humusfördernder Ackerfutterpflanzen. Die Entwicklung hin zu Verfahren mit geringerer Boden-Bearbeitungsintensität (z.B. Pflugverzicht) kann als eine Ursache angenommen werden (STATISTIK AUSTRIA 2018). Des Weiteren haben die Ausweitung der Flächen insbesondere der VHAen der Maßnahme 10 (die VHAen 10.1.6., 10.1.7., 10.1.8.,

10.1.10, 10.1.17., 10.1.18 und 11.2.1) und die damit flächenmäßig größtenteils erreichten bzw. überschrittenen Zielwerte des Programms LE 14-2 zu dem Ergebnis beigetragen.

Empfehlungen:

- Die Maßnahmen zur Weiterbildung und Beratung (M1, M2 und M16) mit Bezug zur SPB 5E sollten stärker forciert werden.
- Der Anbau erosionsgefährdeter Feldfrüchte sollte nicht mehr zunehmen, da die Erosion auf Dauer den Humusgehalt beeinflusst und die Flächen mit Maßnahmen sekundärer Wirkung auf die Kohlenstoffspeicherung sollten zumindest gleich bleiben. Beispielsweise ist der Anbau von Hackfrüchten erosionsfördernd, (siehe SFC zu 4C) und humuszehrend, zudem sind sie teilweise bewässerungsbedürftig (bzw. werden es werden), wodurch bei diesen Ackerkulturen besonders verstärkter Erosionsschutz und Humusaufbau nötig ist. Eine Verankerung von wirksamen Maßnahmen, wie Begrünungen kombiniert mit reduzierter Bodenbearbeitung, ist für die Aufrechterhaltung der Bodenfruchtbarkeit dringend notwendig.
- Generell ist in Zukunft als Maßnahme der Klimawandelanpassung darauf zu achten, dass bewässerte Flächen aufgrund der dadurch induzierten verstärkten C-Abbauprozesse, die zudem auch durch steigende Temperaturen angeregt werden, auch eine Humuskompensation benötigen. Dies kann durch organische Düngung, im Besonderen mit Kompost, generell sehr guter Versorgung mit organischer Biomasse (Begrünung) und geringer mechanischer Störung erfolgen (reduzierte Bodenbearbeitung).
- Für nachfolgende Evaluierungen werden umfangreichere Daten zum Kohlenstoffgehalt bzw. -vorrat, möglichst für ganz Österreich, und für alle für SPB 5E wirksamen VHAen benötigt. Für die Formulierung von kommenden Evaluierungsprojekten sollte daher die Erhebung von weiteren Daten zur Auswirkung von VHAen auf den Boden-C berücksichtigt werden.

5 LITERATUR

- APCC – AUSTRIAN PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014): Österreichischer Sachstandsbericht 2014. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien. 1.096 S. ISBN 978-3-7001-7699-2
http://hw.oeaw.ac.at/APPC_AAR2014.pdf
- BERGMÜLLER, K. & NEMETH, E. (2019): Evaluierung der Wirkungen von Agrarumweltmaßnahmen anhand von Vogelarten. 2. Zwischenbericht. Birdlife Österreich. Im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/8-II/1/2017.Wien.
- BERTA – Burgenländische Einrichtung zur Realisierung Technischer Agrarprojekte (2014): „Datenerhebung, Datenaufbereitung und fachliche Darstellung des Bewässerungsbedarfs der landwirtschaftlichen Beregnung“ im Rahmen des Projektes „Grundwasserbewirtschaftung Seewinkel – Themenbereich landwirtschaftliche Beregnung“. Im Auftrag des Amt der Burgenländischen Landesregierung Abteilung 9 – Wasser- und Abfallwirtschaft.
- BLÖSCHL G., PARAJKA J., BLASCHKE A. P., HOFSTÄTTER, HASLINGER K., SCHÖNER W. (2017): Klimawandel in der Wasserwirtschaft – Schwerpunkt Hochwasser, Dürre und Trockenheit. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2012): Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel, Teil 2 - Aktionsplan, Handlungsempfehlungen für die Umsetzung. Wien.
- BMLFUW - BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2013): Stickstoffbilanzen. Berechnung auf Ebene der Grundwasserkörper. Bundesministerium für Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
https://www.bmlfuw.gv.at/dam/jcr:a557b602-fc39-499e-835f-6e505e3936df/N-Bilanzen_Bericht.pdf
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2015a): Anpassung an den Klimawandel in Österreich – Fortschrittsbericht. Vom Ministerrat am 29. September 2015 beschlossen. Wien.
- BMLFUW - BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT, Hg.(2015b): High Nature Value Farmland in Österreich 2007-2013. Bearb. Umweltbundesamt (Andreas Bartel, Bettina Schwarzl, Elisabeth Süßenbacher). Wien.
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2016): EU Nitratrichtlinie 91/676/EWG, Österreichischer Bericht 2016. S. 1-64. URL:
https://www.bmnt.gv.at/wasser/wasser-eu-international/europaeische_wasserpolitik/Nitratbericht_2016.html
(Abruf am 19.04.2019)
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2017a): Sonderrichtlinie Ausgleichszulage (AZ). GZ BMLFUW-LE.1.1.6/0002-II/3/2017.
- BMLFUW – BUNDESMINISTERIUM FÜR LAND- UND FORSTWIRTSCHAFT, UMWELT UND WASSERWIRTSCHAFT (2017b): Annual Implementation Report. Austria – Rural Development Programme. Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2017c): Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft. 7. Auflage. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, Wien.
- BMLFUW – Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2017d): Nationaler Gewässerbewirtschaftungsplan 2015. In: Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, U.u.W. (ed.). Vienna.

- BMNT – BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (2017): Kronberger, B. & Balas, M.: Die österreichische Strategie zur Anpassung an den Klimawandel – Teil 2 Aktionsplan – Handlungsempfehlungen für die Umsetzung. Aktualisierte Fassung Jänner 2017. ISBN 978-3-903129-47-4. Wien.
- BMNT - Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018a): Grüner Bericht 2018. Wien.
- BMNT – BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (2018b): Programm zur Entwicklung des ländlichen Raums. Österreich. Version 4.1. Stand 25.6.2018. Wien.
- BMNT – BUNDESMINISTERIUM FÜR NACHHALTIGKEIT UND TOURISMUS (2018c): Sonderrichtlinie ÖPUL 2015: BMNT-LE.1.1.8/0032-II/3/2018.
- BMNT -Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018d): Sonderrichtlinie LE-Projektförderungen. 6. Änderung 6.12.2018. GZ BMNT-LE.1.1.1/0116-II/2/2018
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018e): Ratgeber für die gute fachliche Praxis in der Landwirtschaft zur Begrenzung von Ammoniakemissionen. <https://www.bmnt.gv.at/land/produktion-maerkte/klimawandel-risikomanagement-luftreinhaltung/Landwirtschaft-und-Luftschadstoffe.html>
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2018f): Grundwasseralter in Österreich – Zusammenfassende Ergebnisse 2010–2017. Bericht und zwei Karten. Umweltbundesamt, Wien. Im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus & Umweltbundesamt (2018g): Wassergüte in Österreich. Jahresbericht 2016. Wien.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019a): Nationales Luftreinhalteprogramm 2019 gemäß § 6 Emissionsgesetz-Luft 2018. Entwurf für die öffentliche Konsultation. Wien, 2019.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019b): Entwurf des integrierten nationalen Energie- und Klimaplanes für Österreich. Periode 2021-2030. Wien, Dezember 2018.
- BMNT – Bundesministerium für Nachhaltigkeit und Tourismus (2019bc): Auswahlverfahren und Auswahlkriterien für Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014–2020. Version 11.0. Wien.
- BRAUN J., SKOLAUT C., OFFENZELLER, M., LEITNER, M. (2019): Naturgefahren im Klimawandel, Vorsorgecheck für Gemeinden – Leitfaden. EUSALP Action Group 8.
- EC - EUROPEAN COMMISSION (2018a): Guidelines assessing RDP achievements and impacts in 2019. Part III – Fiches for answering the common evaluation questions 22-30. August 2018.
- EC – EUROPEAN COMMISSION (2018b): Impact Indicator fiches. (Last update November 2018)
- EEA – European Environment Agency (2016): EMEP/EEA air pollutant emission inventory guidebook – 2016. EEA Technical report No. 21/2016.
<http://www.eea.europa.eu/publications/emep-eea-guidebook-2016>
- EK – Europäische Kommission (2007): Grünbuch der Kommission an den Rat, das Europäische Parlament, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss der Regionen. Anpassung an den Klimawandel - Optionen für Maßnahmen der EU. Brüssel KOM/2007/354 endg.
- EK – EUROPÄISCHE KOMMISSION (2009): Auswirkungen des Klimawandels auf die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen. Begleitpapier für das Weißbuch – Anpassung an den Klimawandel: Ein Europäischer Aktionsrahmen KOM/2009/147endg..
- EUROSTAT (2013): Nutrient budgets - Methodology and Handbook. Version 1.02. Eurostat and OECD. Luxembourg.
- FERNER, B.; PRUTSCH, A.; WEIß, M. & STORCH, A. (2017): Synergien LEADER & KEM & KLAR! Vergleichende Analyse der lokalen Entwicklungsstrategien 2014 – 2020 und Synergien mit den Unterstützungsmöglichkeiten und Förderungen KEM und KLAR! des Klima- und Energiefonds. Unveröffentlichte Studie des Umweltbundesamts im Auftrag des BMLFUWS und des Klima- und Energiefonds.

- FOLDAL, C.B.; KASPER, M., ZECHMEISTER-BOLTENSTERN, S. (2019): Forschungsauftrag Evaluierung verschiedener ÖPUL Maßnahmen in Hinblick auf die Reduktion von Treibhausgasemissionen, insbesondere Lachgas. Zwischenbericht, 28.2.2019.
- GERZABEK, M.H., STREBL, F., TULIPAN, M., SCHWARZ, S. (2005): Quantification of organic carbon pools for Austria's agricultural soils using a soil information system. Canadian J Soil Science 85, 491-498
- HAAS, E., KLATT, S., FROELICH, A., KRAFT, P., WERNER, C., KIESE, R., GROTE, R., BREUER, L., BUTTERBACH-BAHL, K. (2013): LandscapeDNDC: a process model for simulation of biosphere-atmosphere-hydrosphere exchange processes at site and regional scale. Landscape Ecology, pp. 615-636.
- HASLMAYR, H.-P.; BAUMGARTEN, A.; SCHWARZ, M.; HUBER, S. WEISS, P. OBERSTEINER, E.; AUST, G.; ENGLISCH, M., HORVATH, D., JANDL, R., LEITGEB, E., RODLAUER, CH. & BOHNER, A. (2018): ASOC – Österreichische Karte des organischen Bodenkohlenstoffs. Endbericht zum Forschungsprojekt Nr. 101255 des BMNT, Wien.
- HOLZER, T. & ZUNA-KRATKY, T. (2018): Bewertung der Wirkung relevanter LE-Maßnahmen auf Tagfalter und Heuschrecken als Indikatorarten für Biodiversität – Fortschrittsbericht Freilandarbeiten.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Prepared by the National Greenhouse Gas Inventories Programme, Eggleston H.S., Buendia L., Miwa K., Ngara T. and Anabe K. (eds). Published: IGES, Japan.
<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/>
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014a): 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.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2014b): Climate Change 2014: Impacts, adaption and vulnerability. Part A: Global and sectoral aspects. Contribution of working group II to the fifth.
- KIRNER, L., PAYRHUBER, A. & WINZHEIM, M. (2015): Weiterbildung und Beratung im Bereich der Unternehmensführung in Österreich. Evaluierung bestehender Angebote und Erhebung künftiger Bedarfe aus Sicht potenzieller Kunden. Forschungsbericht der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik. Wien.
- LARCHER, M.; SCHÖNHART, M. & SCHMID, E. (2016): Risikobewertung und Risikomanagement landwirtschaftlicher BetriebsleiterInnen in Österreich – deskriptive Befragungsergebnisse 2015. Diskussionspapier DP-59-2016 Institut für nachhaltige Wirtschaftsentwicklung, Universität für Bodenkultur. Wien.
https://wpr.boku.ac.at/wpr_dp/DP-59-2016.pdf
- MANDL, C. & KUTTNER, T. (2013): Bildungsevaluierung Ländliche Entwicklung LE 07-13. Im Auftrag des BMLFUW. Wien. http://www.mlp.co.at/fileadmin/artikel/Endbericht_Bildungsevaluierung.pdf
- ÖKS15 (2018): ÖKS15 - Klimaszenarien für Österreich. Zusammenfassung für Entscheidungstragende.
- PÖLLINGER, A. et al.. (2011): Projektteil 1: Evaluierung der ÖPUL-Maßnahme Verlustarme Ausbringung von flüssigen Wirtsdüngern und Biogasgülle. Projekt Nr./Wissenschaftliche Tätigkeit Nr. Antrag 100585.
https://www.bmnt.gv.at/land/laendl_entwicklung/le-07-13/evaluierung/le_studien/wdsduenger.html
- RENARD, K. G., FOSTER, G. R., WEESIES, G. A., MCCOOL, D. K., & YODER, D. C. (1997): Predicting soil erosion by water: a guide to conservation planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE) (Vol. 703). Washington, DC: United States Department of Agriculture.
- SCHATZNER, M. & LINDENTHAL, T. (2019): Österreichische und europäische Alternativen zu Palmöl und Soja aus Tropenregionen. Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2013): Agrarstrukturerhebung 2010. Gesamtergebnisse. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2014): Agrarstrukturerhebung 2013. Betriebsstruktur. Schnellbericht 1.17. Wien.
- STATISTIK AUSTRIA (2018): Agrarstrukturerhebung 2016. Betriebsstruktur. Schnellbericht 1.17. Wien.

- STRAUSS, P., SCHMALTZ, E., KRAMMER, C., WEINBERGER, CH., KUDERNA, M., DERSCH, G. (2019): Bodenerosion in Österreich – Eine nationale Berechnung mit regionalen Daten und lokaler Aussagekraft für ÖPUL. Studie in Vorbereitung.
- SUSKE, W.; GLASER, M. & HUBER, J. (2019): Ökologische Bewertung der Bewirtschaftung von Grünlandflächen hinsichtlich Nutzungsintensivierung und Nutzungsaufgabe. Evaluierungsstudie im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus. Wien. (in Vorbereitung).
- TEUFELBAUER, N. & SEAMAN, B. (2018): Farmland Bird Index für Österreich: Indikatorenemittlung 2015 bis 2020. Teilbericht 3: Farmland Bird Index 2017. Birdlife Österreich. Im Auftrag des Bundesministeriums für Nachhaltigkeit und Tourismus Zahl: BMLFUW-LE.1.3.7/23-II/1/2015. Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2010): Freudenschuß, A.; Sedy, K.; Spiegel, H.; Zethner, G.: Arbeiten zur Evaluierung von ÖPUL-Maßnahmen hinsichtlich ihrer Klimawirksamkeit. REP-290. Umweltbundesamt, Wien.
http://www.umweltbundesamt.at/aktuell/publikationen/publikationssuche/publikationsdetail/?pub_id=1875
- UMWELTBUNDESAMT (2017): Austrias National Inventory Report 2017. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Vienna.
- UMWELTBUNDESAMT (2019a): Austria`s National Inventory Report 2019. Submission under the United Nations Framework Convention on Climate Change and under the Kyoto Protocol. Reports, Band 0677. Vienna.
- UMWELTBUNDESAMT (2019b): Haider, S.; Anderl, M.; Kampel, E.; Köther, T.; Lampert, C.; Perl, D.; Pinterits, M.; Poupa, S.; Purzner, M.; Schieder, W.; Schmidt, G.; Schodl, B.; Stranner, G.; Titz, M. & Zechmeister, A.: Austria`s Informative Inventory Report 2019. Submission under the UNECE Convention on Long-range Transboundary Air Pollution and Directive (EU) 2016/2284 on the reduction of national emissions of certain atmospheric pollutants. Reports, Bd. REP-0678 Umweltbundesamt, Wien.
- UMWELTBUNDESAMT (2019c): Zethner, G., Schwarzl, B., und Sedy, K.: Stickstoff- und Phosphorbilanz in der Landwirtschaft. Umstellung auf Eurostat-Vorgaben. REP-0694. Wien.
- UNECE – UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (2014): Guidance Document for preventing and abating ammonia emissions from agricultural sources. ECE/EB.AIR/120.
- UNECE – UNITED NATIONS ECONOMIC COMMISSION FOR EUROPE (2015): Framework Code for Good Agricultural Practice for Reducing Ammonia Emissions. United Nations Economic Commission for Europe, 2015.
- WIFO (2019): Eine Zwischenbilanz zu den Wirkungen des Programms der Ländlichen Entwicklung 2014 – 2020. Vorläufiger Endbericht. 5. März 2019.
- Universität für Bodenkultur, Landwirtschaftskammer NÖ, LK Projekt, Betriebsgesellschaft Marchfeldkanal & Umweltbundesamt (2017): Bewässerung in ausgewählten Regionen Niederösterreichs-künftige Entwicklungen. St. Pölten.
- ZESSNER, M. G. HEPP, O. ZOBOLI, O. M. MANONELLES, M. KUDERNA, C. WEINBERGER & O. GABRIEL (2016): Erstellung und Evaluierung eines Prognosetools zur Quantifizierung von Maßnahmenwirksamkeiten im Bereich der Nährstoffeinträge in oberösterreichische Oberflächengewässer. - Bericht im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung. 132 S.
- ZESSNER, M., E. STRENGE, G. HEPP, M. KUDERNA, C. WEINBERGER & O. GABRIEL (2018): Prognose der Nährstoffbelastung in oberösterreichischen Gewässern für den Zeitraum 2015 – 2020, Ableitung von Handlungsoptionen sowie Quantifizierung ihrer Wirksamkeit. - Bericht im Auftrag des Amtes der Oö. Landesregierung. 80 S.