

Statistisches Amt
für Hamburg und
Schleswig-Holstein



Schleswig-Holstein
Ministerium für Energiewende,
Landwirtschaft, Umwelt, Natur
und Digitalisierung

Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein auch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt

31. Januar 2019

Impressum

Herausgeber:

Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung
des Landes Schleswig-Holstein

Mercatorstraße 3
24106 Kiel

Ansprechpartner/innen:

Bettina Meyer
Referat V 60 - Klimaschutz, Energiewende
T: 0431 988 - 7217
E-Mail: bettina.meyer@melund.landsh.de

Dr. Anna-Catharina Wollmer
Referat V 60 - Klimaschutz, Energiewende
T: 0431 988 - 7265
E-Mail: anna-catharina.wollmer@melund.landsh.de

Dr. Uwe Schleuß
Referat V 20 - Grundsatzangelegenheiten der Landwirtschaft
T: 0431 988-4931
E-Mail: uwe.schleuss@melund.landsh.de

Statistische Analysen:

Statistisches Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein
Standort Kiel
Postfach 7130
24171 Kiel

Referat 23 - Umwelt, Energie, Gesamtrechnungen (SH)

Dr. Hendrik Tietje, T: 0431 6895-9196
E-Mail: hendrik.tietje@statistik-nord.de

Shira-Lee Teunis, T: 0431 6895-9361
E-Mail: shira-lee.teunis@statistik-nord.de

Übersicht

A. Einführung	6
B. Kurzfassung	7
C. Methodik der Treibhausgas-Bilanzierung in der Landwirtschaft	11
1. Methodik der Treibhausgas-Bilanzierung auf nationaler Ebene und für die Bundesländer	11
2. Für die Treibhausgasbilanzierung der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein angewendete Revisionen.....	14
D. Entwicklung der Emissionen der einzelnen Treibhausgase der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein	15
1. Methanemissionen aus der Tierhaltung	15
2. Distickstoffoxidemissionen aus Düngung und Tierhaltung	17
3. THG-Minderung durch Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen.....	20
4. CO ₂ -Emissionen aus dem Energieverbrauch der Landwirtschaft	22
E. Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein auch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (ohne LULUCF)	24
1. Anteil der Landwirtschaft an den THG-Emissionen in SH und D	24
2. Gründe für Unterschiede bei Anteilen und Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft zwischen SH und D	25
3. Entwicklung der THG-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein	27
4. Änderungsraten der THG-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein und bundesweit	27
5. Implikationen für die Erreichung der Klimaschutzziele 2020 und 2030.....	29
F. Vergleich von spezifischen Emissionen für landwirtschaftliche Produkte	32
Anhang I: Tabellen und weitere Abbildungen	35
Anhang II: Dokumentation der Revisionen der Berechnung der THG-Emissionen der Landwirtschaft	37
1. Schätzung der in Schleswig-Holstein ausgebrachten Mineraldüngermengen	37
2. Schätzung der aktuellen Nutzung von organischen Böden in SH.....	39
Anhang III: Forschungsbedarf	43
Literaturverzeichnis	44

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Der Landwirtschaft zurechenbare THG-Emissionen und ihre Erfassung in der THG-Bilanzierung bundesweit und in Schleswig-Holstein	12
Tabelle 2: Unterschiede und Anwendungsfelder für THG-Bilanzierungen nach Quellenprinzip und produktspezifischen Analysen	13
Tabelle 3: Treibhausgasemissionen 2016 in Schleswig-Holstein (Quellenbilanz)	24
Tabelle 4: Vergleich von zentralen Kenndaten von Schleswig-Holstein und Deutschland (alle Angaben für das Jahr 2016)	26
Tabelle 5: Emissionsquellen bei den CH ₄ - und den N ₂ O-Emissionen	35
Tabelle 6: Auswirkungen geringer THG-Minderungen der Landwirtschaft auf Minderungserfordernisse in den anderen Sektoren	36
Tabelle 7: Flächennutzung organischer Böden	41

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Entwicklung des Milchkuhbestandes, der resultierenden Methanemissionen und der entsprechenden Emissionsfaktoren	16
Abb. 2: Erträge in dt/ha im Durchschnitt der Jahre 2013-2017 im Vergleich zwischen Schleswig-Holstein und Deutschland	18
Abb. 3: THG-Emissionen von Biogasanlagen im Vergleich zum deutschen Strommix	22
Abb. 4: THG-Emissionen der Landwirtschaft (ohne LULUCF)	27
Abb. 5: Änderungsraten der THG-Emissionen aus Landwirtschaft und Landnutzung 1990 - 2016 in Schleswig-Holstein und Deutschland	28
Abb. 6: Entwicklung der gesamten THG-Emissionen 1990 - 2016	29
Abb. 7: Für Klimaschutz-Zielerreichung erforderlicher Minderungsbeitrag der anderen THG-Emittenten in Abhängigkeit vom Minderungsbeitrag der Landwirtschaft im Jahr 2030	31
Abb. 8: CO ₂ -Fußabdruck je Energieeinheit (kWh) unterschiedlicher landwirtschaftlicher Produkte	32
Abb. 9: Flächennutzung organischer Böden berichtet nach Thünen-Institut	39
Abb. 10: Flächennutzung organischer Böden nach Revision durch LLUR und CAU	41

Abkürzungsverzeichnis

AK UGRdL	Arbeitskreis Umweltökonomische Gesamtrechnungen
CAU	Christian-Albrechts-Universität
CH ₄	Methan
CO ₂	Kohlendioxid (1 Tonne C = 3,67 Tonnen CO ₂)
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum
ECM	Energy corrected milk
F-Gase	fluorierte Treibhausgase (Sammelbegriff für teilfluorierte Kohlenwasserstoffe, perfluorierte Kohlenwasserstoff, Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid)
GHD	Gewerbe, Handel, Dienstleistungen
ha	Hektar
KTBL	Kuratorium für Technik und Bauwesen
kWh	Kilowattstunde
LF	Landfläche
LLUR	Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume
LULUCF	Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (Land Use, Land-Use Change and Forestry)
MELUND	Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung
N	Stickstoff
N ₂ O	Distickstoffoxid („Lachgas“)
NIR	Nationaler Inventarreport
THG	Treibhausgase
TWh	Terrawattstunden

A. Einführung

Mit dem im März 2017 in Kraft getretenen [Energiewende- und Klimaschutzgesetz Schleswig-Holstein](#) wurden Ziele zur Minderung der Treibhausgas- (THG-) Emissionen in Schleswig-Holstein bis 2050 verbindlich festgeschrieben. Bis zum Jahr 2020 sollen die THG-Emissionen um 40% gegenüber dem Referenzjahr 1990 gesenkt werden, bis zum Jahr 2050 um 80-95%, dabei wird der obere Rand des Zielkorridors angestrebt.

Zur Erreichung dieser Ziele muss auch die Landwirtschaft einen angemessenen Beitrag leisten. Als Grundlage für die Entwicklung von Maßnahmen zur Reduktion von THG-Emissionen in der Landwirtschaft wird im Folgenden die Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein dargestellt und mit bundesweiten Daten verglichen.

An der Aufbereitung der statistischen Daten zu den THG-Emissionen der Landwirtschaft waren im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) die Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel, das Thünen-Institut und das Statistikkamt Nord beteiligt. Das MELUND hat in den Jahren 2017 und 2018 drei Expertengespräche unter Beteiligung der genannten Institutionen sowie Vertretern des Bauernverbands und der Landwirtschaftskammer durchgeführt und zwei Kurzstudien bei der CAU beauftragt (siehe Reinsch 2018a und 2018b). Das MELUND dankt allen Beteiligten für die konstruktiven und weiterführenden Hinweise.

B. Kurzfassung

1. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse der Quellenbilanzierung

In diesem Abschnitt wird das in der Treibhausgas-Bilanzierung übliche Quellprinzip angewendet. Dies impliziert, dass weder der Landwirtschaft zuzurechnende Emissionen aus der Vorkette (z.B. für den Import von Futtermitteln und die Herstellung von Düngemitteln) noch Beiträge der schleswig-holsteinischen Landwirtschaft an anderer Stelle (z.B. durch Export von Lebensmitteln oder die Herstellung von Biokraftstoffen und Bioenergie) berücksichtigt werden. Folgende Besonderheiten der Situation in Schleswig-Holstein sind festzustellen:

In Schleswig Holstein hat die Landwirtschaft als Wirtschaftssektor eine deutlich höhere Bedeutung als in anderen Bundesländern. So hat Schleswig-Holstein den bundesweit höchsten Anteil von Landwirtschaft an der Landesfläche und eine geringere Bedeutung von Emissionen aus Industrie und Stromversorgung. Die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein ist dabei gekennzeichnet durch eine intensive Rinderhaltung in der Viehwirtschaft und Hohertragsstandorte im Ackerbau. Daraus resultierend hat die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein einen deutlich höheren Anteil an den Emissionen der Treibhausgase Methan (CH_4) und Distickstoffoxid (N_2O) sowie den gesamten Treibhausgasemissionen als im bundesweiten Durchschnitt. 2016 hatte sie in Schleswig-Holstein einen Anteil an den gesamten Treibhausgasemissionen von 20,2% und damit einen um rund den Faktor drei höheren Anteil als im Bundesdurchschnitt, wo ein Anteil von 7,2% zu verzeichnen ist.

Auch die Strukturen der Tierhaltung sind anders als im Bundesdurchschnitt (höhere Rinderdichten, insbesondere Milchkühe, geringerer Rückgang der Tierbestände als im Bundesdurchschnitt sowie ein größerer Anteil an Emissionen aus der Lagerung von Wirtschaftsdüngern und Gärrückständen¹). Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass in einigen Bundesländern ein hoher Anteil des Bergbaus an den Methanemissionen zu verzeichnen ist und die relative Bedeutung der Methanemissionen der Landwirtschaft im Durchschnitt Deutschlands entsprechend kleiner ausfällt. Der Anteil der Landwirtschaft an den **CH₄-Emissionen** ist in Schleswig-Holstein deshalb erheblich höher als im Bundesgebiet. Aus den vorstehenden Gründen fällt auch die nach der Methodik der Treibhausgasbilanzierung erfasste Reduktion der CH₄-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein im Zeitraum 1990 bis 2016 mit 17,5% deutlich geringer aus als im Durchschnitt Deutschlands, wo eine Minderung von 25,2% zu verzeichnen war.

¹ Netto trägt Biogas zur THG-Vermeidung bei. Den CH₄-Emissionen aus dem Vergärungsprozess und der Lagerung von Wirtschaftsdüngern stehen vermiedene CH₄-Emissionen der unvergorenen Ausbringung von Gülle sowie vermiedene CO₂-Emissionen aus der Ersetzung fossiler Energieträger gegenüber.

Die **N₂O-Emissionen** in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein sind im Zeitraum 1990 bis 2016 um 1,8% angestiegen, während sie in Deutschland im selben Zeitraum um 8,9% gesunken sind. Hauptursachen sind:

- Die N₂O-Emissionen aus Düngung insgesamt sind 1990-2016 in Schleswig-Holstein lediglich um 0,9% gesunken. Dabei haben sich die Struktur der Düngemittel und die dadurch verursachten N₂O-Emissionen deutlich verschoben (gesunkene Emissionen aus Mineral- und Wirtschaftsdüngeranwendungen und höhere Emissionen aus der Ausbringung von Gärrückständen aus Biogasanlagen).
- Die in Schleswig-Holstein vorhandenen Hohertragsböden werden intensiv bewirtschaftet. Schleswig-Holstein hat überdurchschnittliche Hektarerträge bei bestimmten Ackerkulturen, insbesondere Getreide. Damit zusammenhängend ist der Einsatz von Mineraldüngern pro ha landwirtschaftlicher Fläche nach Berechnung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU etwa 27% höher als durchschnittlich in Deutschland. Pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche betragen daher die N₂O-Emissionen aus der Düngung in Schleswig-Holstein 1,47 t CO_{2äq}/ha und sind damit 25% höher als in Deutschland, wo der Wert bei 1,18 t CO_{2äq}/ha liegt.
- Die Änderungsrate der Emissionen aus Düngung pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche in Schleswig-Holstein unterscheidet sich vom Bundesdurchschnitt (Anstieg um 7,6% 1990-2016 in SH, Senkung um 1,7% in D). Als Ursachen gelten der in SH im Trend seit 1990 zunehmende Anbau von Winterkulturen mit dem damit verbundenen höheren Ertragsniveau und folglich höheren Düngebedarf zulasten des verringerten Anbauumfangs von Sommerkulturen sowie die intensivierete Grünlandnutzung. Zusätzlich ist aufgrund des ungleichen Anfalls organischer Düngemittel (Überschuss- versus Bedarfsregionen) in den Überschussregionen von einer suboptimalen Düngung auszugehen. Hohe Bedeutung haben auch THG-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Moorböden.
- Bis zum Inkrafttreten rechtlicher Regelungen zum Erhalt von Dauergrünland (Dauergrünlanderhaltungsverordnung 2008, abgelöst 2013 durch das Dauergrünlanderhaltungsgesetz) wurde in Schleswig-Holstein Dauergrünland in Ackerland umgewandelt. Die als Ackerland genutzte Fläche stieg dadurch um 13%. Deutschlandweit stieg die Ackerfläche nur um 2%.
- Bei der Bearbeitung von organischen Böden entstehen aus Umwandlung organischer Substanz (Mineralisierung von Torf) N₂O-Emissionen. Die N₂O-Emissionen aus organischen Böden sind nach derzeitigem Stand der Bilanzierung im Zeitraum 1990 – 2016 um 14,6% gestiegen.

Die **gesamten Treibhausgasemissionen** der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein sind im Zeitraum 1990 bis 2016 um 9,6% gesunken, während bundesweit eine Minderung um 17,8% erreicht wurde. Dabei ist jedoch ein Blick auf die globale Zielsetzung

der THG-Reduktion und damit eine Betrachtung absoluter Zahlen je produzierter Einheit unerlässlich. Eine THG-emissionsfreie Produktion von Lebensmitteln ist nicht möglich.

2. Zusammenfassung wesentlicher Ergebnisse produktspezifischer Analysen der Treibhausgasemissionen für landwirtschaftliche Produkte

Im Folgenden wird für ausgewählte, für Schleswig-Holstein besonders wichtige landwirtschaftliche Produkte der gesamte CO₂-Fußabdruck vergleichend dargestellt. Eine solche Betrachtung der produktspezifischen Emissionen ermöglicht Vergleiche zwischen verschiedenen Produkten, Anbauformen und Regionen. Beide Betrachtungsweisen ergänzen einander und müssen bei der Entwicklung von Schlussfolgerungen bezüglich Minderungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Quelle für die Ergebnisse produktspezifischer Analysen der Treibhausgasemissionen ist die Kurzstudie der CAU (Dr. Reinsch) im Auftrag des MELUND.

- Im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Produkten weisen tierische Produkte einen besonders großen Kohlenstofffußabdruck auf. Dies gilt im Besonderen für Fleischerzeugnisse aus der Wiederkäuerhaltung. Ursache hierfür sind an erster Stelle die unvermeidbaren Energieverluste während der Verdauung und den damit verbundenen Methanemissionen sowie dem vergleichsweise hohen Flächenbedarf je kg erzeugtes Fleisch. Gleichzeitig ist diese Tierhaltung die einzige Möglichkeit Dauergrünland überhaupt für die Erzeugung von Lebensmitteln zu nutzen.
- Bei der Milchviehhaltung kann eine hohe Effizienz je Liter Milch generell in verschiedenen Leistungsgruppen erzielt werden. Auf tragfähigen Böden mit ausreichender Wasserversorgung weisen in Schleswig-Holstein sowohl Systeme mit ganzjähriger Stallhaltung, intensivem Ackerfutterbau und hohen Einzeltierleistungen als auch intensive Vollweidesysteme mit geringer Kraffutterzufütterung und niedrigen Milchleistungen gleichermaßen hohe Effizienzen bei den erzeugten THG-Emissionen je Produkteinheit auf. Auf Standorten mit ausgeprägter Sommer-trockenheit oder Grenzstandorten sind spezialisierte Stallhaltungssysteme begünstigt. Das klimapolitisch anzustrebende Milchproduktionsverfahren und Leistungs-niveau ist dabei in Abhängigkeit der Standortbedingungen zu optimieren.
- Beim Vergleich verschiedener pflanzlicher Produkte fällt auf, dass Weizen und Kartoffeln geringere THG-Emissionen je Energieeinheit aufweisen als Raps, zugleich aber die Streubreite der spezifischen Emissionen innerhalb derselben Produktkategorie hoch ist. Für die Höhe der entstehenden THG-Emissionen sind also die konkreten Standorte und Anbaubedingungen entscheidend.
- Der ökologische Landbau verursacht pro Flächeneinheit geringere THG-Emissionen. Pro Produkteinheit gibt es keinen systematischen Klimaschutzvor-

oder -nachteil des ökologischen Landbaus aufgrund der geringeren Erträge. Hier kommt es auf die konkreten Standorte und Tierhaltungsbedingungen an.

- Das Ertragsniveau der meisten hinsichtlich des Flächenumfangs besonders bedeutsamen Ackerkulturen liegt deutlich über dem Bundesschnitt. Insbesondere trifft dies auf Winterweizen und Wintergerste zu, die im Durchschnitt der Jahre 2013-2017 um ca. 20% bzw. 22% höhere Flächenerträge in Schleswig-Holstein aufwiesen. Bei Raps ist der durchschnittliche Flächenertrag in Schleswig-Holstein 3% höher, bei Silomais 3% geringer.

In den vorliegenden Berechnungen noch nicht berücksichtigt sind die Rückgänge der Tierbestände seit 2016. Allein zwischen November 2016 und November 2018 ist die Zahl der Rinder in Schleswig-Holstein um 3,24% zurückgegangen (Destatis, Fachserie 3 Reihe 4.1, Viehbestand Vorbericht vom 3.11.2018, erschienen am 21.12.2018)

Schlussfolgerungen für den weiteren Arbeitsprozess

Dieses Faktenpapier steht als Datengrundlage für – in einem gesonderten, anschließenden Arbeitsprozess zu identifizierende – wirkungsvolle Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein zur Verfügung. Die Analyse der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft gibt dabei Hinweise auf wesentliche Emissionsquellen und Minderungspotenziale.

Für die Erörterung kosteneffizienter und effektiver Klimaschutzmaßnahmen in der Landwirtschaft müssen neben der in diesem Papier im Mittelpunkt stehenden Bilanzierung nach dem Quellenprinzip (für die Region Schleswig-Holstein) auch die spezifischen Emissionen pro Produkteinheit betrachtet werden. Die beiden Bilanzierungsweisen können unterschiedliche Schlussfolgerungen nahelegen. So würde beispielsweise eine Extensivierung der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein in der Quellenbilanz die THG-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein verringern, aber es können Verlagerungseffekte auftreten, die die bundes- bzw. weltweiten Emissionen ansteigen lassen.

Das Gutachten des Wissenschaftlichen Beirates für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL (2016) zur THG-Minderung weist auf zahlreiche Zielkonflikte mit anderen Politikfeldern, zum Beispiel im Bereich Tierschutz und Artenvielfalt, hin.

Das mit dem Klimaschutzplan 2050 des Bundes formulierte Sektorziel für die Landwirtschaft lautet, deren Treibhausgasemissionen bis 2030 um 34 – 31% gegenüber 1990 zu reduzieren. Bundesweit hat die Landwirtschaft im Zeitraum 1990 – 2016 eine Minderung um 17,8% und damit gut die Hälfte der Wegstrecke erreicht. Auf Bundesebene werden das Sektorziel und die dafür zu realisierenden Maßnahmen erörtert. Damit wird sich auch die Frage nach der Aufteilung des bundesweiten Minderungszieles für die Landwirtschaft auf Ebene der Bundesländer stellen.

C. Methodik der Treibhausgas-Bilanzierung in der Landwirtschaft

1. Methodik der Treibhausgas-Bilanzierung auf nationaler Ebene und für die Bundesländer

Für **Deutschland** werden vom Umweltbundesamt jährlich Daten zu den Emissionen der Treibhausgase vorgelegt. Das derzeit jüngste Treibhausgasinventar wurde im Januar 2018 veröffentlicht und bezieht sich auf das Jahr 2016.² Es umfasst Daten für Kohlenstoffdioxid (CO₂), Methan (CH₄), Lachgas (Distickstoffoxid, N₂O), teilhalogenierte Fluorchlorkohlenwasserstoffe (H-FKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (FKW), Schwefelhexafluorid (SF₆) und – ab dem Bilanzierungsjahr 2015 zusätzlich und rückwirkend bis 1990 – Stickstofftrifluorid (NF₃).

Auf **Ebene der Bundesländer** ist die Erfassung der Treibhausgasemissionen nicht verpflichtend. Trotzdem berechnen und veröffentlichen alle Bundesländer mit Hilfe einer einheitlichen Methodik auf Grundlage ihrer Energiebilanzen und im Rahmen des Länderarbeitskreises "Energiebilanzen" CO₂-Bilanzen für ihr Bundesland. Eine Treibhausgasberechnung von Methan (CH₄) und Distickstoffdioxid (N₂O) wird im Rahmen des Monitorings Energiewende und Klimaschutz für Schleswig-Holstein nach einheitlicher Methodik des Arbeitskreises Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder (AK UGRdL) durch das Statistische Amt für Hamburg und Schleswig-Holstein durchgeführt. Die Berechnungen für den Bereich Landwirtschaft werden bundesweit und für alle Bundesländer vom Thünen-Institut übernommen. Daten liegen für CO₂ für die Jahre 1990 bis 2016, sowie für N₂O und CH₄ für die Jahre 1990, 1995, 2000 und 2003 bis 2016 vor.

Die Landesregierung berichtet in den jährlich im Juni vorgelegten Energiewende- und Klimaschutzberichten über die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein.³

Die Landwirtschaft verursacht durch vier Aktivitäten Treibhausgasemissionen: Tierhaltung, Düngung, Energieverbrauch in der Landwirtschaft sowie durch Formen der Landnutzung und Landnutzungsänderungen (z.B. Drainierung von Moorflächen und Umbruch von Dauergrünland zu Ackerland). In den offiziellen deutschen (vom Umweltbundesamt erstellten) Treibhausgasbilanzen werden die vier Aktivitäten weitgehend erfasst, so dass bundesweit der Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgasemissionen fast vollständig darstellbar ist. In den THG-Bilanzierungen wird - so-

² Umweltbundesamt (2018), "Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2018", <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-der-klimarahmenkonvention-3>

³ www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/energiewendeKlimaschutzberichte.html

wohl für Deutschland als auch differenziert nach Bundesländern - auch die Treibhausgas-minderung durch Nutzung von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen geschätzt.

In Schleswig-Holstein (wie in allen weiteren Bundesländern) liegen keine statistischen Daten zum Energieverbrauch der Landwirtschaft und daraus entstehenden CO₂-Emissionen vor. Allerdings können diese Daten näherungsweise geschätzt werden (siehe Abschnitt D.4). Daten bezüglich der Treibhausgasemissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen liegen derzeit nur bundesweit, nicht aber für die Ebene der Bundesländer vor. Die folgende Tabelle gibt eine Übersicht, welche Daten deutschlandweit und für Schleswig-Holstein verfügbar sind:

Tabelle 1: Der Landwirtschaft zurechenbare THG-Emissionen und ihre Erfassung in der THG-Bilanzierung bundesweit und in Schleswig-Holstein

Emissionsquelle (bzw. Emissionssenke)	Treibhausgas (THG)	THG-Bilanzierung D	THG-Bilanzierung SH
1. a) Tierhaltung (Verdauungsemissionen und Exkrememente)	Methan	Ja	
b) Minderung durch Nutzung von Exkrementen in Biogasanlagen	Methan	Ja, seit 2014 ⁴	
2. Düngung	Lachgas	Ja	
3. Landnutzung und Landnutzungsänderungen (LULUCF)	Kohlendioxid, Methan und Lachgas	Ja, aber keine Berücksichtigung bei Minderungszielen (nur nachrichtliches Monitoring)	Derzeit nicht (für I. Quartal 2020 im Rahmen des NIR 2020 erwartet)
4. CO₂-Emissionen aus Energieverbrauch der Landwirtschaft	Kohlendioxid	Teilweise / Schätzungen	
5. Düngemittelproduktion*	Kohlendioxid	Nein *	
* CO ₂ -Emissionen aus der energieintensiven Herstellung der Düngemittel werden bei der Industrie verbucht und somit nicht dem Sektor Landwirtschaft zugeordnet.			

Es wird auch hier das in der internationalen und nationalen THG-Bilanzierung übliche Quellenprinzip angewendet. Dies impliziert, dass weder der Landwirtschaft zuzurechnende Emissionen aus der Vorkette (z.B. für den Import von Futtermitteln und die

⁴ Für eine Darstellung der Annahmen und Ergebnisse siehe Kapitel D.3.

Herstellung von Düngemitteln) noch Minderungsbeiträge der schleswig-holsteinischen Landwirtschaft an anderer Stelle (z.B. durch Export von Lebensmitteln) berücksichtigt werden. Dies ist bei der Interpretation der im Folgenden bereitgestellten Daten zu berücksichtigen. Tabelle 2 verdeutlicht die Unterschiede und Anwendungsfelder der beiden wesentlichen Methoden zur Bilanzierung der Treibhausgasemissionen:

Tabelle 2: Unterschiede und Anwendungsfelder für THG-Bilanzierungen nach Quellenprinzip und produktspezifischen Analysen

	THG-Bilanzierung nach Quellenbilanz	Bilanzierung produktspezifischer THG-Emissionen
Methodischer Grundansatz	Bilanzierung der THG-Emissionen für eine bestimmte Region (hier z.B. direkte Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein)	Bilanzierung der THG-Emissionen für bestimmte Produkte (z.B. pro Liter Milch oder pro kg Getreide)
Berücksichtigung gesamte Prozesskette	Nein (nur Emissionen durch Produktion oder Konsum in einer bestimmten Region)	Ja (auch vor- oder nachgelagerte Emissionen werden berücksichtigt)
Berücksichtigung Verlagerungseffekte	Nein	Ja (Emissionen werden unabhängig vom Ort der Entstehung bilanziert)
Relevanz für Fragenstellungen	Monitoring THG-Emissionen für Erreichung klimapolitischer Ziele von Regionen	Bestimmung effektiver und kosteneffizienter Klimaschutzmaßnahmen

Für die Klimaschutzpolitik müssen beide Bilanzierungsweisen mit ihren jeweiligen Aussagemöglichkeiten berücksichtigt werden. In diesem Papier stehen in den Kapiteln D und E die Bilanzierungen nach dem Quellenprinzip im Vordergrund, während in Kapitel F exemplarisch produktspezifische Emissionen von ausgewählten landwirtschaftlichen Produkten betrachtet werden.

2. Für die Treibhausgasbilanzierung der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein angewendete Revisionen

Im Zuge des Arbeitsprozesses wurden zwei zu unplausiblen Ergebnissen und Fehlschlüssen führende Unvollständigkeiten der bisher vom Thünen-Institut bereitgestellten Daten zu Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft auf Ebene der Bundesländer festgestellt:

- Da der bisherigen Bilanzierung nicht der Düngemiteleinsatz, sondern der Absatz zugrunde lag (der zu relevanten Teilen in andere Bundesländer weiter gehandelt oder verbracht wird), hat das MELUND die Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der CAU beauftragt, eine Zeitreihe des tatsächlichen Einsatzes von mineralischen Düngemitteln zu schätzen; die Ergebnisse wurden eingearbeitet.
- Dem Sektor Landwirtschaft werden zudem auch Emissionen aus organischen Böden zugerechnet. Das Thünen-Institut (Dr. Fuß) und die Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der CAU (Dr. Reinsch) haben gemeinsam festgestellt, dass die vom Thünen-Institut bisher verwendete Datengrundlage bezüglich der Zeitreihe der ackerbaulichen Nutzung von organischen Böden seit 1990 sehr grobe Schätzungen enthält und eine Revision erforderlich ist. Diese wurde für Schleswig-Holstein in Zusammenarbeit von LLUR, Thünen-Institut, CAU und Statistikamt Nord im Oktober 2018 vorgelegt und hier berücksichtigt. Das Thünen-Institut entwickelt derzeit eine verfeinerte Methodik zur Berechnung der Flächennutzung in Deutschland (differenziert auch nach Bundesländern) und plant diese erstmals für den Nationalen Inventarreport (NIR) 2020 anzuwenden, der im Frühjahr 2020 erscheinen wird. Diese Ergebnisse werden dann auch in die THG-Berichterstattung für Schleswig-Holstein übernommen, insoweit sind die hier dargestellten Daten vorläufig. Es ist aber zu erwarten, dass die Ergebnisse der vorgezogenen Revision für Schleswig-Holstein näher an den Ergebnissen der bundesweiten Revision liegen als die bisherigen Daten.

Die Methodik und die Ergebnisse der Revisionen werden in Anhang II näher dokumentiert und erläutert.

D. Entwicklung der Emissionen der einzelnen Treibhausgase der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein

1. Methanemissionen aus der Tierhaltung

Der Anteil der Landwirtschaft an den Methanemissionen ist in Schleswig-Holstein mit 79% erheblich höher als im Bundesgebiet (59%). Dies liegt zum einen daran, dass die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein eine höhere Bedeutung hat als im bundesweiten Durchschnitt, und zwar sowohl bei der Tierhaltung (höhere Rinderdichten⁵, insbesondere Milchkühe) als auch bei dem höheren Anteil der landwirtschaftlichen Fläche an der Gesamtfläche. Zum anderen ist zu berücksichtigen, dass in einigen Bundesländern ein hoher Anteil des Bergbaus an den Methanemissionen zu verzeichnen ist und die relative Bedeutung der Methanemissionen der Landwirtschaft im Durchschnitt Deutschlands entsprechend kleiner ausfällt.

Die Minderung der Methanemissionen insgesamt im Zeitraum 1990-2016 fällt in Schleswig-Holstein mit 26,4% erheblich niedriger aus als in Deutschland (54,7%). Ein wesentlicher Einflussfaktor ist der geringere Rückgang der Methanemissionen der Landwirtschaft. Während diese bundesweit um 25,2% sanken, sanken sie in Schleswig-Holstein nur um 17,5%. Der Rückgang der Emissionen in der Landwirtschaft ist maßgeblich durch die Entwicklung der Tierbestandszahlen zu erklären (siehe Abb. 1). Gesunken ist die Anzahl der Rinder in Schleswig-Holstein insgesamt (minus 28%), der Milchkühe (minus 17%, auf jetzt 393.700 - der tiefste Stand seit 2013) und der Schafe (minus 46%), lediglich die Anzahl der Schweine hat um 4,5% zugenommen.

Im Jahr 2016 stammen gut 87% der landwirtschaftlichen Methanemissionen aus der Rinderhaltung und mehr als 8% aus der Haltung weiterer Nutztiere wie Schweine, Schafe, Hühner oder Pferde, weitere 4,3% gehen auf die Vergärung von Pflanzen zurück. Der im Zeitraum 1990 bis 2016 um 28% gesunkene Rinderbestand steht den lediglich um 22% gesunkenen Emissionen aus der Rinderhaltung (Verdauung und Ausbringung von Wirtschaftsdüngern) gegenüber. Dies liegt maßgeblich daran, dass der Anteil des Milchkuhbestandes am Gesamtrinderbestand im gleichen Zeitraum um 5 Prozentpunkte auf 36% gestiegen ist. Auch die Milchleistung pro Kuh ist im gleichen Zeitraum um mehr als die Hälfte (54%) angestiegen, damit sind auch erhöhte Methanemissionen pro Milchkuh verbunden.

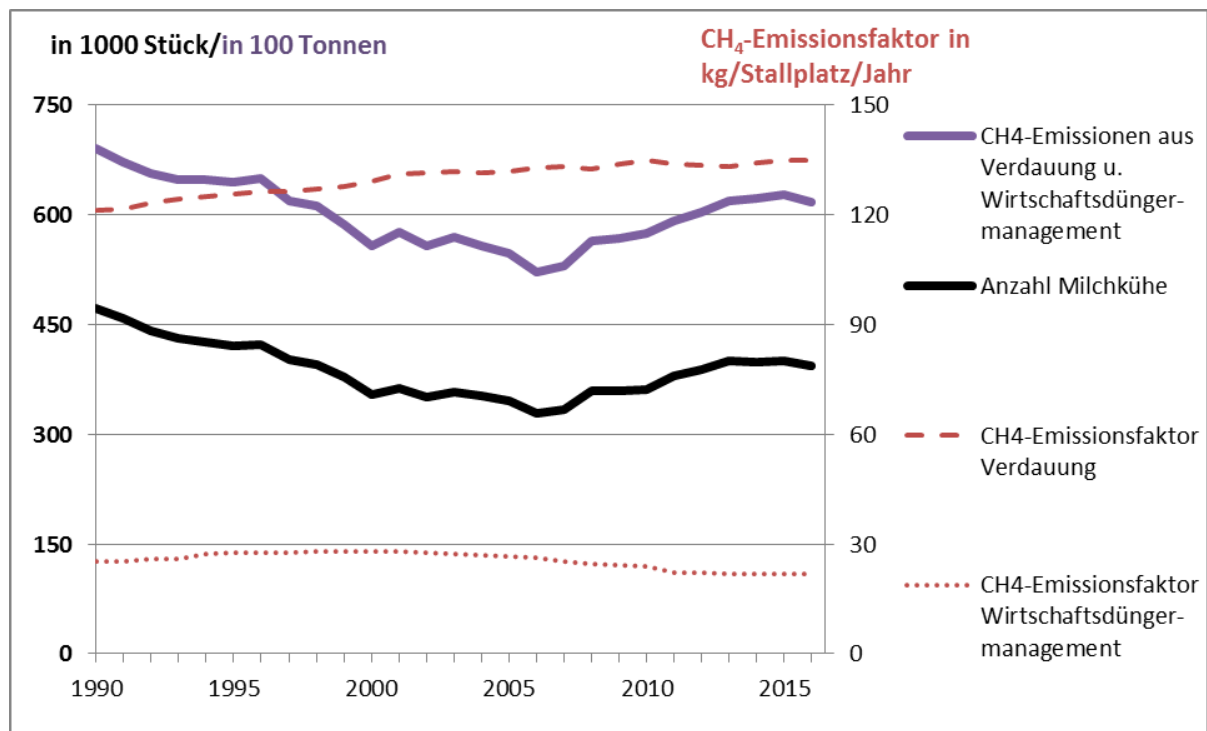
Die Entwicklungen der Emissionsfaktoren für Verdauung und Wirtschaftsdüngermanagement pro Stallplatz für Milchkühe zeigen seit 1990 unterschiedliche Tendenzen: Während der Faktor für die Verdauung aus oben genannten Gründen um 11% (+13,8 kg CO₂-Äquivalente pro Stallplatz) gestiegen ist, ist der für das Wirtschaftsdüngerma-

⁵ Nach Angaben des TI weist Schleswig-Holstein 2016 mit 1,17 Rindern/ha die höchste Viehdichte auf. An zweiter Stelle steht Bayern mit 1,08, gefolgt von Nordrhein-Westfalen mit 1,07 und Niedersachsen mit 1,06 Rindern/ha. Die Fläche ist hierbei die Summe aus Acker- und Dauergrünland gemäß TI.

nagement dagegen um 14% (-3,5 kg CO₂-Äquivalente pro Stallplatz) gesunken. Ein wichtiger Einflussfaktor für die Senkung des Emissionsfaktors für Wirtschaftsdüngermanagement liegt im Anstieg der Vergärung – während 1990 noch kein Wirtschaftsdünger aus der Rinderhaltung vergoren wurde, lag der Anteil bei den Milchkühen 2016 bei 15,4% und bei den übrigen Rindern bei 9,8%. Dem stehen bundesweite Anteile von 21% für Milchkühe bzw. 34% für übrige Rinder gegenüber. Weiterhin hat die Anzahl der mit hohen Emissionsfaktoren versehenen Milchkühe in Schleswig-Holstein gegenüber 1990 um 77.900 Tiere (minus 17%) insgesamt abgenommen (im Bundesdurchschnitt minus 34%); nach einem Tiefststand 2006 stieg der Bestand an Milchkühen in Schleswig-Holstein bis 2015 aber wieder an. In den Jahren 2008 und 2011 sind Zuwächse von 25.000 bzw. 18.000 Tieren zu verzeichnen, in den zwei darauffolgenden Jahren kamen jährlich durchschnittlich 10.000 Tiere hinzu. Erst seit 2014 stagnierte die Zahl bei ca. 400.000 Tieren, um 2016 leicht auf 393.700 abzusinken. Mit zunehmender Milchleistung steigen die Methanemissionen pro Einzeltier an. Vor dem Hintergrund steigender Milchleistungen je Kuh sind weniger Kühe notwendig, um eine gegebene Milchmenge zu erzeugen.

Abb. 1 zeigt weiterhin, dass die Verdauungsemissionen pro Rind mehr als sechsmal so hoch sind wie die Emissionen aus Wirtschaftsdüngermanagement.

Abb. 1: Entwicklung des Milchkuhbestandes, der resultierenden Methanemissionen und der entsprechenden Emissionsfaktoren



Quelle: Statistikamt Nord

Bei anderen Nutztieren (Schweine, Schafe, Hühner, Pferde u.a.) ist insgesamt eine Minderung der Methanemissionen aus Verdauung und Wirtschaftsdüngermanagement um 9% seit 1990 zu verzeichnen. Den weitaus größten Emissionsanteil in diesem Bereich mit 75% hatte 2016 die Schweinehaltung. Hier blieben die Emissionen seit 1990 trotz leicht gestiegener Schweinebestände (plus 4,5%) aufgrund eines verminderten Emissionsfaktors pro Platz (minus 3,9%) annähernd gleich (+0,4%). Diese Entwicklung ist gegenläufig zur gesamtdeutschen: Hier nehmen die Schweinebestände um 14% ab, während die Emissionen pro Platz mit plus 2,5% leicht steigen. Gleichzeitig sind die Schafbestände in Schleswig-Holstein um 46% deutlich gesunken, was eine Abnahme der Emissionen in diesem Bereich von 39% bedingt.

2. Distickstoffoxidemissionen aus Düngung und Tierhaltung

Distickstoffoxid- (Lachgas-) emissionen entstammen in der Landwirtschaft nur zu einem geringen Anteil aus der Tierhaltung und überwiegend aus den mit Stickstoff gedüngten Böden.

Die Lachgas-Emissionen aus der Landwirtschaft sind im Zeitraum 1990-2016 in Schleswig-Holstein um 1,8% angestiegen, während sie in Deutschland um 8,9% gesunken sind. Die Emissionen aus der Tierhaltung hatten daran lediglich einen Anteil von 7,8% mit einem Zuwachs von 69 Tonnen (+12,8%) seit 1990. Ähnlich hoch ist der Anstieg der Emissionen aus landwirtschaftlichen Böden mit 68 Tonnen (+1,0%). Einsparungen aus der Anwendung von Stickstoffdünger (-12,4%), Wirtschaftsdünger (-11,5%), verringertem Weidegang (-13,5%), indirekten Emissionen aus Deposition und Lagerung (-7%) sowie indirekten Emissionen aus Ablagerung, Auswaschung und Abfluss (-2,8%), insgesamt fast 570 Tonnen, wurden von einem Mehr an Emissionen aus organischen Böden (+14,6%), Ernterückständen (+5,0%) sowie Emissionen durch Vergärung von Energiepflanzen (Lagerung und Ausbringung) (487 Tonnen) mit insgesamt 635 Tonnen überkompensiert (siehe Tabelle 5). Die Emissionen aus Vergärung von Energiepflanzen in Biogasanlagen gewinnen erst nach 2000 an Gewicht.

Die unterschiedliche Entwicklung der **N₂O-Emissionen** in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein im Vergleich zum Bundesdurchschnitt hat folgende Hauptursachen:

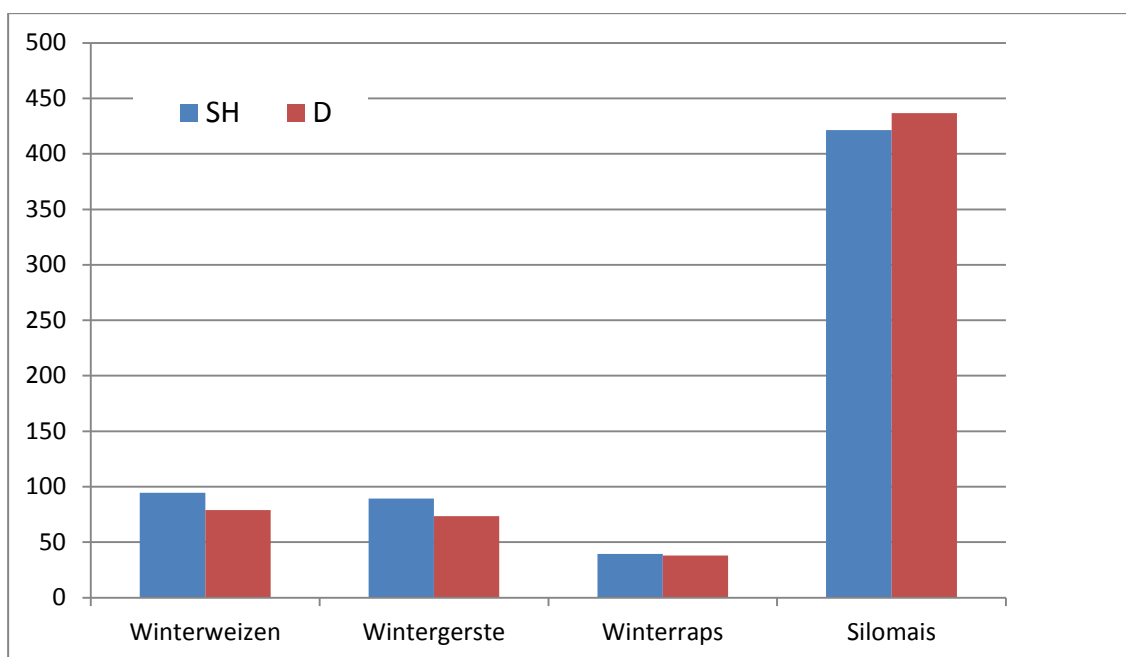
- Die N₂O-Emissionen aus Düngung insgesamt sind 1990-2016 in Schleswig-Holstein lediglich um 0,9% gesunken. Dabei haben sich die Struktur der Düngemittel und die dadurch verursachten N₂O-Emissionen deutlich verschoben (gesunkene Emissionen aus Mineral- und Wirtschaftsdüngeranwendungen und höhere Emissionen aus der Ausbringung von Gärrückständen aus Biogasanlagen).⁶

⁶ Die Emissionen aus der Ausbringung von Gärrückständen aus Biogasanlagen beliefen sich 2016 auf 122.700 t CO₂-Äquivalente, 1990 waren diese Emissionen noch nicht vorhanden. Die N₂O-

- Pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche betragen die N₂O-Emissionen aus der Düngung in Schleswig-Holstein 1,47 t CO₂äq/ha und sind damit 25% höher als in Deutschland, wo der Wert bei 1,18 t CO₂äq/ha liegt. Hintergrund ist, dass die hier vorhandenen Hohertragsböden intensiv bewirtschaftet werden.

Das Ertragsniveau für Ackerkulturen, vor allem für Getreide ist - mit allerdings starken Schwankungen im Verlauf der Jahre – in Schleswig-Holstein deutlich höher als im Bundesdurchschnitt. Im Folgenden werden die Erträge pro Hektar der vier für Schleswig-Holstein besonders bedeutsamen Ackerkulturen verglichen. Aufgrund der witterungsbedingt starken Schwankungen der Hektarerträge erfolgt der Vergleich für einen 5-Jahres-Durchschnitt. Abb. 2 zeigt, dass das Ertragsniveau bei Winterweizen und Wintergerste ca. 20% über dem Bundesschnitt liegt. Bei Winterrapraps ist der durchschnittliche Hektarertrag in Schleswig-Holstein 3% höher, bei Silomais 3% geringer.

Abb. 2: Erträge in dt/ha im Durchschnitt der Jahre 2013-2017 im Vergleich zwischen Schleswig-Holstein und Deutschland



Quelle: Berechnung MELUND auf Basis destatis Fachserie 3 Reihe 3.2.1 Wachstum und Ernte – Feldfrüchte und Statistikamt Nord, Statistische Berichte „Die Bodennutzung in Schleswig-Holstein“, Kennziffer C I 1 – j, diverse Jahrgänge

Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung sanken im gleichen Zeitraum um 83.400 t CO₂-Äquivalente bzw. 12,4%, die aus Wirtschaftsdüngeranwendung aus der Tierhaltung um 42.500 t bzw. 11,5%.

Dabei ist der derzeit verwendete Emissionsfaktor für N₂O-Emissionen aus N-Düngung für Mineral- und Wirtschaftsdünger gleich hoch und beträgt 0,01 kg N₂O pro kg N. Die Änderung der Struktur der eingesetzten Düngemittel (weniger Mineraldünger, mehr Wirtschaftsdünger) hat also keinen Einfluss auf die berechnete Höhe der N₂O-Emissionen in CO₂-Äquivalente – es kommt ausschließlich auf die jeweils enthaltenen N-Mengen an.

Damit zusammenhängend ist der Einsatz von Mineraldüngern pro ha landwirtschaftlicher Fläche nach Berechnung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU etwa 27% höher als durchschnittlich in Deutschland (Reinisch 2018a).

Zu den tatsächlichen Einsatzmengen von Mineraldüngern liegen keine vollständigen und systematischen statistischen Daten vor. Allerdings ist aus Untersuchungen für Schleswig-Holstein bekannt, dass die eingesetzten Mengen deutlich unter den Absatzmengen liegen. So kommt der Nährstoffbericht des Landes Schleswig-Holstein (Taube et al. 2015) zu der Feststellung, dass der durchschnittliche jährliche mineralische Stickstoffeinsatz mit ca. 110-130 kg N/ha p.a. angegeben werden kann.

Ein Vergleich der gesamten Ausbringung von Stickstoff aus Düngemitteln zwischen Schleswig-Holstein und dem Bundesdurchschnitt liegt derzeit nicht vor. Die hohe Besatzstärke in der Tierhaltung sowie die hohe Dichte von Biogasanlagen in SH lassen aber pro Flächeneinheit ein höheres Aufkommen von Wirtschaftsdüngern und Gärrückständen als im Bundesdurchschnitt erwarten.

- Die Änderungsrate der Emissionen aus Düngung pro Hektar LF in Schleswig-Holstein unterscheidet sich vom Bundesdurchschnitt (Anstieg um 7,6% 1990-2016 in SH, Senkung um 1,7% in D). Als Ursachen gelten der in SH im Trend seit 1990 zunehmende Anbau von Winterkulturen mit dem damit verbundenen höheren Ertragsniveau und folglich höheren Düngebedarf zulasten des verringerten Anbauumfangs von Sommerkulturen sowie die intensivierete Grünlandnutzung. Zusätzlich ist aufgrund des ungleichen Anfalls organischer Düngemittel (Überschuss- versus Bedarfsregionen) in den Überschussregionen von einer suboptimalen Düngung auszugehen, Näheres siehe Taube et al. (2015).
- Bis zum Inkrafttreten rechtlicher Regelungen zum Erhalt von Dauergrünland (Dauergrünlanderhaltungsverordnung 2008, abgelöst 2013 durch das Dauergrünlanderhaltungsgesetz) wurde in Schleswig-Holstein Dauergrünland in Ackerland umgewandelt. Die als Ackerland genutzte Fläche stieg dadurch um 13%. Deutschlandweit stieg die Ackerfläche nur um 2% (siehe Tabelle 2).
- Bei der Bearbeitung von organischen Böden entstehen aus Umwandlung organischer Substanz (Mineralisierung von Torf) N₂O-Emissionen, die in dieser Form auf anderen Böden nicht entstehen. Die N₂O-Emissionen aus organischen Böden sind nach derzeitigem Stand der Bilanzierung im Zeitraum 1990-2016 um 14,6% gestiegen.⁷

⁷ Hintergrund: Die Umnutzung von Grünland in Ackerland führt in zweierlei Hinsicht zu zusätzlichen THG-Emissionen:

3. THG-Minderung durch Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen

Seit 2015 weist das Thünen-Institut auch Treibhausgasemissionen aus der Vergärung von Pflanzen und THG-Minderungen durch den Einsatz von Wirtschaftsdüngern (Gülle und Festmist rückwirkend bis 1990) aus. Diese gehen ebenfalls in die Berechnung der Treibhausgasemissionen der Länder ein.

Die prozentualen Anteile von Gülle und Mist sowie die Mengen von Energiepflanzen, die in die Vergärung gehen, werden dem Thünen-Institut durch das Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (KTBL) auf Grundlage von Daten vor allem des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ) - getrennt nach Bundesländern - bereitgestellt. Dies gilt auch für die prozentuale Verbreitung gasdichter Gärückstandslagerung. Grundlage sind Daten zu installierter Leistung und Substratinput in Abhängigkeit von der elektrischen Leistung. Bundesweite Daten und methodische Erläuterungen enthält der NIR 2017⁸, Kap. 5.1.3.6.5.

Folgende – mit den Angaben im NIR 2017 kompatiblen – Auswertungen hat das Thünen-Institut für Schleswig-Holstein bereitgestellt:⁹

- 2015 lag der Zuführungsanteil von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen in Schleswig-Holstein mit rund 14% unter dem Bundesdurchschnitt von rund 17%.
- Trotz des geringen Zuführungsanteils wird durch Einsatz von Wirtschaftsdünger in Biogasanlagen eine relevante THG-Minderung von 1,25 Mio. t CO₂-Äquivalenten bundesweit erzielt, davon 0,076 Mio. t (6,1%) in Schleswig-Holstein. Es könnten beispielsweise die THG-Emissionen der Landwirtschaft bei einer Verdopplung des Zuführungsanteils auf 28% des Wirtschaftsdüngers um weitere 0,076 Mio. t gemindert werden, dies entspricht 1,5% der THG-Emissionen der Landwirtschaft.

-
- Die aus diesen Landnutzungsänderungen resultierenden CO₂-Emissionen werden unter der Emissionskategorie LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry) verbucht. Daten zu LULUCF-Emissionen auf Ebene der Bundesländer wird das Thünen-Institut erst im I. Quartal 2020 veröffentlichen, so dass derzeit keine Einbeziehung in die THG-Berichterstattung auf Landesebene möglich ist.
 - Zudem entstehen bei der Bearbeitung organischer Böden aus Umwandlung organischer Substanz (Mineralisierung von Torf) N₂O-Emissionen, die in dieser Form auf anderen Böden nicht auftreten. Diese werden dem Sektor Landwirtschaft als Emissions-Kategorie „Emissionen aus organischen Böden“ zugerechnet. Pro ha sind die N₂O-Emissionen aus organischen Böden im Vergleich zu landwirtschaftlich genutzten Mineralböden deutlich höher (bis zu Faktor 10). Entsprechend ist die Grünland- und Ackernutzung auf organischen Böden mit unterschiedlichen Emissionsfaktoren belegt (2,3 kg N₂O-N versus 10,7 N₂O-N). Im Ergebnis führt die Umwandlung von Grünland in Ackerland (unabhängig von der Düngung) insbesondere auf organischen Böden zu zusätzlichen N₂O-Emissionen. Seit 1990 hat nach dem derzeitigen Sachstand die Ackernutzung auf organischen Böden in SH deutlich zugenommen.

⁸ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/treibhausgas-emissionen>

⁹ Quelle: Hans-Dieter Haenel, Arbeitsgruppe Emissionsinventare, Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Agrarklimaschutz (TI-AK), Bundesallee 50, 38116 Braunschweig
Tel: +49 531 596-2652, Mail: dieter.haenel@thuenen.de, Web: www.thuenen.de

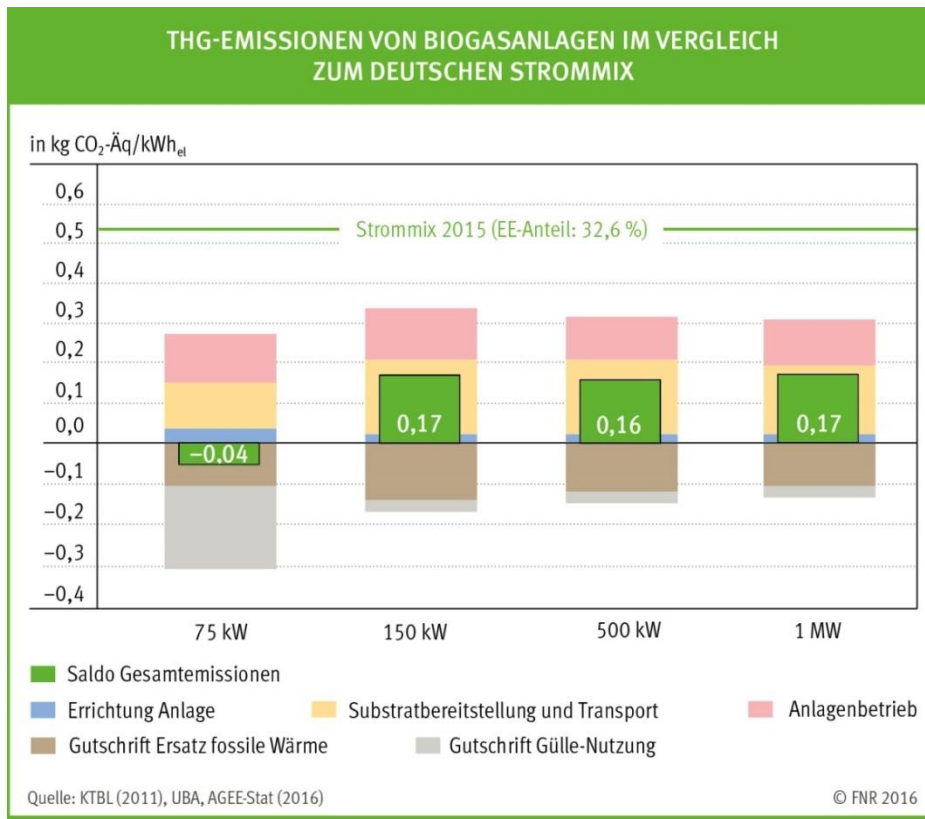
- Durch eine weitere Steigerung des Zuführungsgrads von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen kann ein nennenswerter zusätzlicher Beitrag zur Treibhausgasmin- derung geleistet werden. Eine weitere Verbreitung der gasdichten Lagerung könn- te einen zusätzlichen (quantitativ aber geringeren) Beitrag leisten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass der Anteil der Methanemissionen aus Wirtschaftsdünger an den gesamten Methanemissionen der Landwirtschaft 2016 bei 17% lag, der Anteil der Verdauungsemissionen aus der Tierhaltung an den landwirtschaftlichen Me- thanemissionen ist mit 79% deutlich höher.¹⁰
- Dem Einsatz von Energiepflanzen in Biogasanlagen werden nach der Methodik des Thünen-Institut 2017 Emissionen in Höhe von 0,138 Mio. t CO₂-Äquivalente zugerechnet.¹¹
- In allen vorstehenden Berechnungen ist der Effekt, dass Strom und Wärme aus Biogasanlagen fossile Brennstoffe ersetzen, noch nicht berücksichtigt. Wie stark der Gesamteffekt von Biogasanlagen auf die Treibhausgasemissionen ist, hängt von vielen Einflussfaktoren ab (insbes. Anlagengröße, Substratmix aus Gülle und Nachwachsenden Rohstoffen, energetischer Nutzungsgrad, insbes. bei der Wär- menutzung). Die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe zeigt für beispielhafte Anlagenkonfigurationen,¹² dass Strom aus Biogasanlagen bei einem hohen Anteil von Wirtschaftsdüngern und Reststoffen am Substratmix, einem hohen Wärmenut- zungsgrad, einer effiziente Rohstofferzeugung und -ausnutzung sowie der Mini- mierung von Methanverlusten sogar netto eine Treibhausgasmin- derung zuzurechnen ist. Anlagen mit ungünstigeren Parametern (insbes. geringerem Anteil an Wirt- schaftsdüngern) sind Emissionen von 160-170 g CO₂-Äquivalenten pro kWh Strom zuzurechnen. Dies sind zwar Nettoemissionen, aber geringere als im Durchschnitt für den Strommix Deutschland entstehen.

¹⁰ Bei Rindern beträgt der Anteil der Verdauungsemissionen 86% (siehe Tabelle 5, S. 22), bei Scha- fen 97% und bei Schweinen 22%.

¹¹ Mitteilung Thünen-Institut, Herr Haenel

¹² Annahmen:
- Substratmix: 20% Rindergülle, 60% Maissilage, 20% Getreide-GPS
(bei 75-kW Anlage: 80% Rindergülle, 20% Maissilage)
- Externe Wärmenutzung 40% (bei 75 kW-Anlage 30%)
- Zündstrahlmotor bei 75 und 150 kW-Anlagen

Abb. 3: THG-Emissionen von Biogasanlagen im Vergleich zum deutschen Strommix



4. CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch der Landwirtschaft

Zum Energieverbrauch der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein und den dadurch verursachten CO₂-Emissionen liegen keine statistischen Daten vor.

Der Energieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland wird im Rahmen der von der Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen beauftragten Anwendungsbilanzen ermittelt.¹³ Er entfällt im Bereich Pflanzenanbau insbesondere auf die Prozesskette von der Saat bis zur Ernte sowie für Trocknung, Lagerung und Transport, sowie im Bereich der Tierhaltung insbesondere für die Prozesskette von Aufzucht, Fütterung, Schlachtung und Weiterverarbeitung. Eingesetzt werden fossile Brennstoffe als Kraft- und Heizstoffe sowie elektrischer Strom.

Der Anteil von Schleswig-Holstein am Energieverbrauch der Landwirtschaft in Deutschland kann näherungsweise wie folgt geschätzt werden:

- Schleswig-Holstein hat einen Anteil an der Tierhaltung von 7,8%.

¹³ Es werden dabei Kraft- und Heizstoffe erfasst, nicht der Stromverbrauch der Landwirtschaft.

- An der landwirtschaftlichen Nutzfläche hat Schleswig-Holstein einen Anteil von 5,9%.

Aus den Anwendungsbilanzen zur Energiebilanz auf Bundesebene ist ebenfalls zu entnehmen, dass der Kraftstoffverbrauch im Ackerbau fast genauso groß ist wie der Energieverbrauch auf dem Betrieb (der weitgehend der Tierhaltung zugerechnet werden kann). Daher kann für Schleswig-Holstein vereinfacht ein durchschnittlicher Anteil am Energieverbrauch und an den CO₂-Emissionen der Landwirtschaft in Deutschland von 6,9% zugerechnet werden.

Unter dieser Annahme sind der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein 2016 ca. 2,8 TWh Energieverbrauch und ca. 422.000 t CO₂-Emissionen¹⁴ aus diesem Energieverbrauch zuzurechnen.

Einschließlich dieser CO₂-Emissionen hat die Landwirtschaft 2016 einen Anteil an den gesamten THG-Emissionen in Schleswig-Holstein von 21,9%; bundesweit sind es 7,2% (siehe auch Tabelle 3).

¹⁴ Emissionen in Deutschland ermittelt aus CRF-Tabelle 1.a(s)4.

E. Entwicklung der Treibhausgas-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein auch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt (ohne LULUCF)

Die klimapolitischen Ziele und Verpflichtungen auf Bundes- und auf Landesebene beziehen sich auf die Treibhausgasbilanzierung ohne Emissionen aus Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (LULUCF). Diese wird im Folgenden dargestellt. Eine Analyse auch der LULUCF-Emissionen für Schleswig-Holstein wird voraussichtlich ab dem I. Quartal 2020 möglich sein, dann plant das Thünen-Institut mit dem NIR Daten auf Ebene der Bundesländer vorzulegen.

1. Anteil der Landwirtschaft an den THG-Emissionen in SH und D

In **Schleswig-Holstein** liegt der Anteil der Landwirtschaft in der Abgrenzung gemäß NIR (bei dem nur CH₄- und N₂O-Emissionen aus der Landwirtschaft berücksichtigt werden) an den Emissionen der drei Treibhausgase Kohlendioxid, Methan und Distickstoffoxid im Jahr 2016 bei **20,2%**. Einschließlich der grob geschätzten CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch (siehe Abschnitt D.4) hat die Landwirtschaft einen Anteil an den THG-Emissionen von **21,9%** (siehe Tabelle 3):

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen 2016 in Schleswig-Holstein (Quellenbilanz)

	Einheit	Summe THG	Anteile	Davon Landwirtschaft	
		Mio. t	%	Mio. t	%
Gesamte CO₂-Emissionen	Mio. t	19,05	76,2%		
Energiebedingte CO ₂ -Emissionen	CO ₂	17,14	68,6%		
Prozessbedingte CO ₂ -Emissionen		1,91	7,7%		
CH₄-Emissionen (Methan)	Mio. t	3,47	13,9%	2,73	78,6%
N₂O-Emissionen (Distickstoffoxid)	CO ₂ Äq	2,47	9,9%	2,32	94,1%
Summe THG-Emissionen		24,99	100%	5,05	20,2%
<i>Schätzung der energiebedingten CO₂-Emissionen der Landwirtschaft</i>	<i>Mio. t CO₂</i>	17,14	68,6%	<i>0,42</i>	<i>2,5%</i>
<i>Summe THG-Emissionen Landwirtschaft inklusive der geschätzten energiebedingten CO₂-Emissionen</i>	<i>Mio. t CO₂Äq</i>	24,99	100%	<i>5,47</i>	<i>21,9%</i>

Quelle: Statistikamt Nord; 2018.

1990 lag der Anteil der Landwirtschaft an den THG-Emissionen in Schleswig-Holstein noch bei 16,5%. Der Anstieg des Anteils ist dadurch verursacht, dass die THG-Emissionen der Landwirtschaft unterdurchschnittlich um 9,6% sanken, während in anderen Sektoren wesentlich höhere Minderungen (insbesondere der CO₂-Emissionen) erzielt wurden.

Bundesweit stammten rund 59% der gesamten Methan-Emissionen und 80% der Lachgas-Emissionen im Jahr 2016 aus der Landwirtschaft. Bezogen auf die Summe der Emissionen der Treibhausgase CO₂, N₂O und CH₄ hat die Landwirtschaft in der Abgrenzung gemäß NIR einen Anteil von **7,2%**. Einschließlich der CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch hat die Landwirtschaft einen Anteil an den THG-Emissionen von **7,9%**.

Der Anteil der Landwirtschaft an den THG-Emissionen ist damit in Schleswig-Holstein 2016 rund dreimal so hoch wie im Bundesdurchschnitt (zu den einzelnen Emissionsquellen siehe Tabelle 5, S. 35).

2. Gründe für Unterschiede bei Anteilen und Entwicklung der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft zwischen SH und D

Der überdurchschnittlich hohe Anteil der Landwirtschaft an den THG-Emissionen und die vom Bundesdurchschnitt abweichende Entwicklung sind durch folgende Einflussfaktoren zu erklären:

- Ein wichtiger Grund für die hohen Anteile der Landwirtschaft liegt in den wesentlich geringeren Emissionen aus der Industrie und der Energiewirtschaft in Schleswig-Holstein. Der Anteil des Produzierenden Gewerbes an der gesamten Bruttowertschöpfung lag 2016 in Schleswig-Holstein nur bei 24%, während er beispielsweise im Saarland bei 35% und in Baden-Württemberg bei 39% lag. Im bundesweiten Durchschnitt betrug der Anteil 30%. Durch die hohen Anteile der Stromerzeugung aus Kernenergie und Erneuerbaren Energien und den geringen Anteil von Kohlestromerzeugung weist auch der Sektor Energiewirtschaft in Schleswig-Holstein stark unterdurchschnittliche CO₂-Emissionen auf. Der Anteil der Industrie und der Energiewirtschaft an den gesamten THG-Emissionen lag 2016 in Schleswig-Holstein bei 34%, während diese Sektoren bundesweit für 58% der Emissionen verantwortlich waren.
- Schleswig-Holstein hat bundesweit mit rund 63% den mit Abstand höchsten Anteil der Landwirtschafts- an der Landesfläche (BundesØ rund 47%, jeweils zum 31.12.2016). Der Anteil der Landwirtschafts- an der Landesfläche ist damit in Schleswig-Holstein um 35% höher.
- Die Landwirtschaft hat sich in Schleswig-Holstein hinsichtlich wesentlicher Einflussfaktoren der Treibhausgasemissionen wie Grünlandumbruch, Düngung und Tierbeständen anders als der Bundesdurchschnitt entwickelt. Bei der Tierhaltung hat Schleswig-Holstein höhere Rinderdichten (insbesondere Milchkühe) und einen geringeren Rückgang der Tierbestände als im Bundesdurchschnitt zu verzeichnen (siehe Abschnitt D.1)

- Schleswig-Holstein als Hohertragsland hat bei bestimmten Ackerkulturen deutlich höhere Erträge pro Hektar zu verzeichnen und damit verbunden auch einen höheren Einsatz von Düngemitteln und höhere Treibhausgasemissionen (siehe Abschnitt D.2).
- Zudem weist Schleswig-Holstein für 2016 mit 4,0% der landwirtschaftlichen Nutzfläche einen im Bundesvergleich (6,8%) geringen Anteil an ökologisch bewirtschafteten Flächen auf (Agrarstrukturerhebung 2016; destatis).
- In Schleswig-Holstein ist der Anteil an landwirtschaftlich genutzten Mooren überdurchschnittlich hoch, ca. 13% davon werden derzeit ackerbaulich genutzt (siehe Anhang II.B). Hierfür ist ein hoher Entwässerungsgrad notwendig. Grünland kann dagegen auch bei höheren Grundwasserständen mit vertretbaren Ertragseinbußen bewirtschaftet werden (Poyda et al. 2016) und verringert mithin im Vergleich zur ackerbaulichen Nutzung bei Moor- und Anmoorböden die THG-Emissionen signifikant.
- Werden die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft ins Verhältnis zur Landwirtschaftsfläche gesetzt, liegt der Wert für Schleswig-Holstein 2016 noch 36% höher als im Bundesdurchschnitt (siehe Tabelle 4). Dies zeigt, dass der um den Faktor 3 höhere Anteil der Landwirtschaft an den Treibhausgasemissionen nicht nur auf Besonderheiten der Landwirtschaft selbst zurückzuführen ist, sondern auch auf unterdurchschnittliche Treibhausgasemissionen der anderen Sektoren in Schleswig-Holstein.
- Insbesondere hat Schleswig-Holstein einen unterdurchschnittlichen Anteil an energieintensiver Industrie, eine vergleichsweise THG-emissionsarme Stromerzeugung und auch eine 21% geringere Bevölkerung pro ha Landesfläche (siehe Tabelle 4).

Tabelle 4: Vergleich von zentralen Kenndaten von Schleswig-Holstein und Deutschland (alle Angaben für das Jahr 2016)

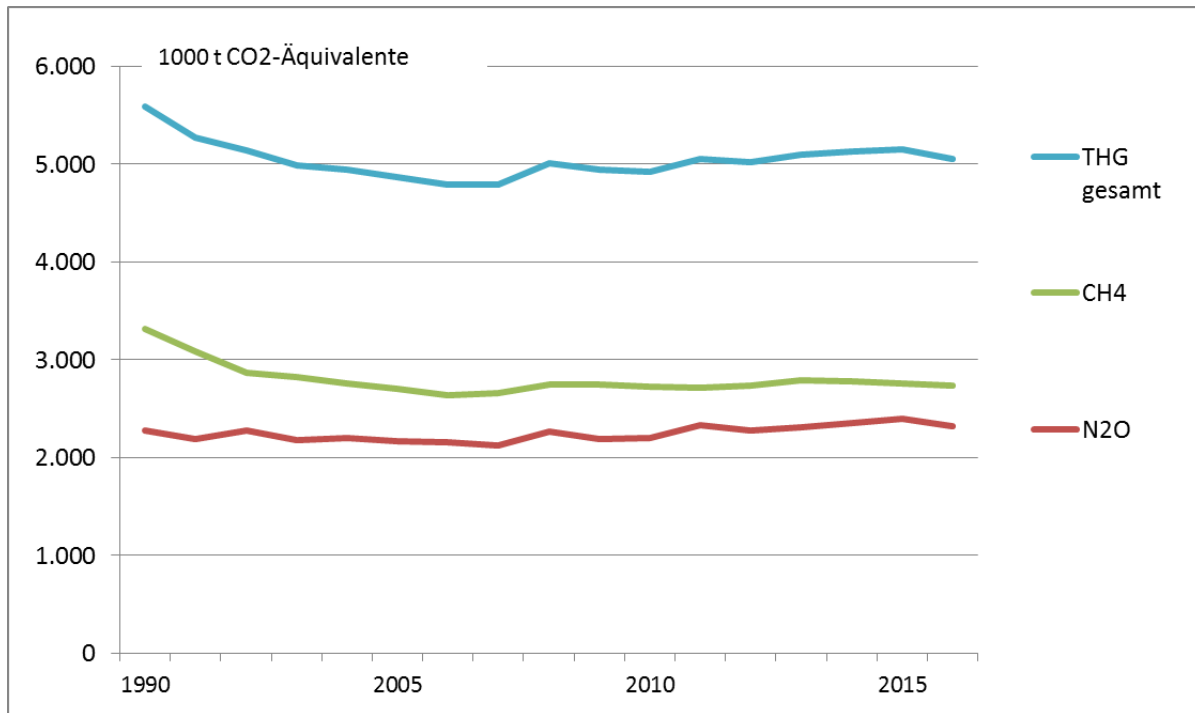
	Einheit	SH	D	Anteil SH an D	SH höher / geringer als Durchschnitt D
Landesfläche 31.12.2015	km ²	15.804	357.580	4,4%	
Landwirtschaftsfläche	km ²	9.904	166.589	5,9%	
Anteil Landwirtschafts- an Landesfläche		62,7%	46,6%		35%
Bevölkerung	1.000	2.882	82.822	3,5%	
Bevölkerung pro km ²		182	232		-21%
THG-Emissionen Landwirtschaft (CH ₄ und N ₂ O) (ohne LULUCF)	1.000 t CO ₂ -Äq.	5.050	62.456	8,1%	
THG-Emissionen Landwirtschaft pro km ² Landwirtschaftsfläche	t / km ²	510	375		36%

Quellen: Statistisches Bundesamt (Fläche, Bevölkerung) und Umweltbundesamt (THG-Emissionen). Bei der Landesfläche wird die Statistik „Bodenfläche nach Art der tatsächlichen Nutzung“ zugrunde gelegt. Die landwirtschaftlich genutzte Fläche entstammt dem Statistischen Bericht „Die Bodennutzung in Schleswig-Holstein 2016“

3. Entwicklung der THG-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein

Die folgende Abb. 4 zeigt zum einen die relative Bedeutung und Entwicklung der ermittelbaren THG-Emissionen der Landwirtschaft ohne LULUCF und zum anderen die Entwicklung im Zeitraum 1990 bis 2016 in Schleswig-Holstein:

Abb. 4 THG-Emissionen der Landwirtschaft (ohne LULUCF)



Quelle: Statistikamt Nord

Zu den einzelnen Emissionsquellen siehe Tabelle 5, Seite 35.

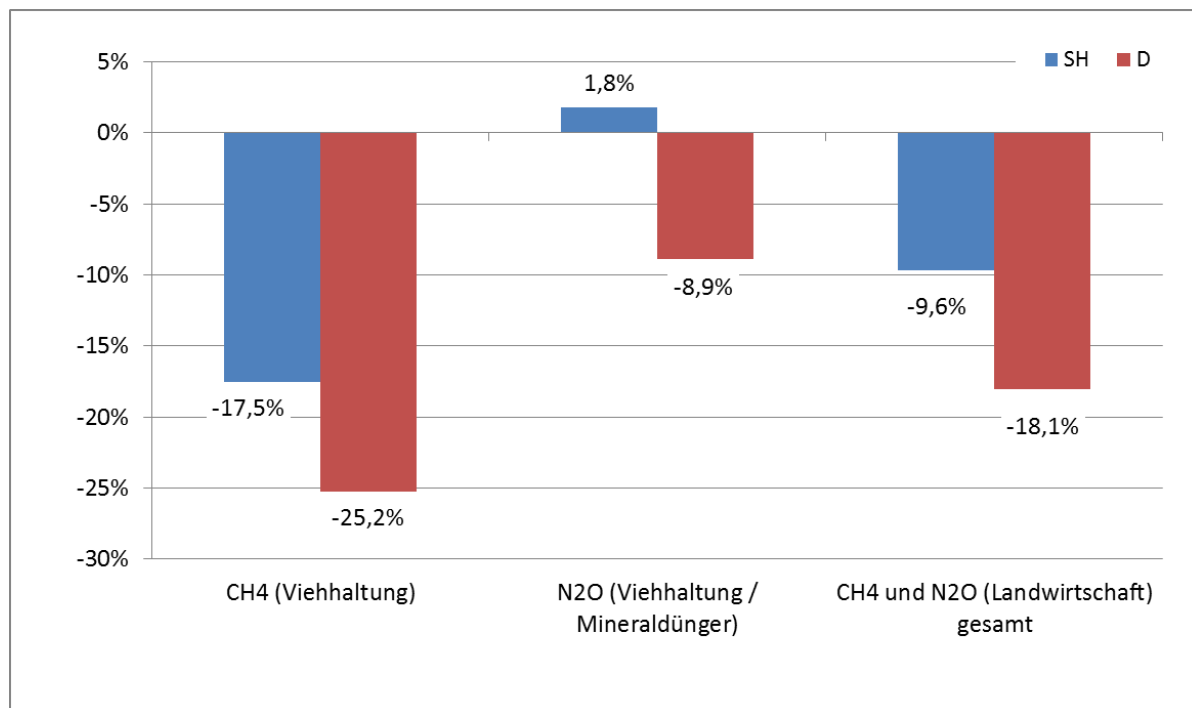
Die Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft sind im Zeitraum 1990 bis 2016 in Schleswig-Holstein um 9,6% gesunken.

4. Änderungsraten der THG-Emissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein und bundesweit

- Die Methanemissionen sind von 1990 bis 2016 in Schleswig-Holstein weniger stark zurückgegangen (minus 17,5%) als in Deutschland (minus 25,2%). Dies ist mit der unterschiedlichen Entwicklung der Tierbestandszahlen, insbesondere der Rinder insgesamt, der Milchkühe und der Schweine zu erklären.

- Die Lachgasemissionen aus der Landwirtschaft sind in Schleswig-Holstein in diesem Zeitraum um 1,8% angestiegen, während sie in Deutschland um 8,9% gesunken sind.
- Die Summe der Treibhausgasemissionen (CH₄ und N₂O) der Landwirtschaft (ohne LULUCF) ist im Zeitraum 1990 bis 2016 in Schleswig-Holstein um 9,6% und bundesweit um 18,1% gesunken.

Abb. 5: Änderungsraten der THG-Emissionen aus Landwirtschaft und Landnutzung 1990 - 2016 in Schleswig-Holstein und Deutschland



Quelle: Statistikamt Nord

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass die Landwirtschaft unterdurchschnittlich zur Erreichung der klimapolitischen Ziele und Verpflichtungen Deutschlands beiträgt und dass Schleswig-Holstein eine ungünstigere Entwicklung als der bundesweite Durchschnitt zu verzeichnen hat. Demgegenüber steht allerdings eine höhere Produktivität der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein als im Bundesdurchschnitt.

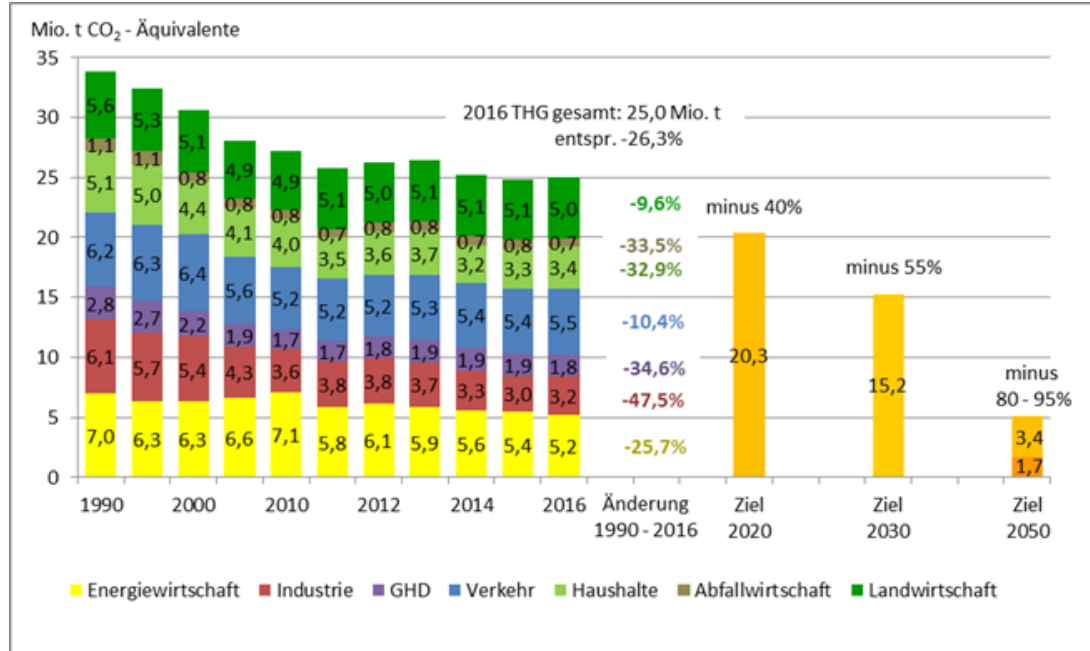
5. Implikationen für die Erreichung der Klimaschutzziele 2020 und 2030

Die Landesregierung strebt eine Minderung der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein bis 2020 um mindestens 40%, bis 2030 um mindestens 55%, bis 2040 um mindestens 70% und bis 2050 um 80 bis 95% gegenüber 1990 an. Dabei wird für 2050 der obere Rand des Zielkorridors angestrebt. Diese Ziele haben Landesregierung und Landtag auch in das [Energiewende- und Klimaschutzgesetz](#) aufgenommen, das mit der Verkündung im Gesetz- und Verordnungsblatt für Schleswig-Holstein am 30.3.2017 in Kraft getreten ist.

Im Zeitraum 1990 bis 2016 sanken die Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein um 26,3% und bundesweit um 27,8%.¹⁵ Hintergrund ist eine höhere Minderungsrate bei den CO₂-Emissionen in Schleswig-Holstein, aber deutlich geringere Minderungsraten bei CH₄ und N₂O – letzteres ist maßgeblich auf die Entwicklung im Sektor der Landwirtschaft zurückzuführen. Für weitere Daten und Analysen zur Entwicklung der Treibhausgasemissionen siehe die Energiewende- und Klimaschutzberichte der Landesregierung (zuletzt LT-Drs. [19/818](#) vom 21.6.2018).

Zusammenfassend stellt sich die Entwicklung der Treibhausgasemissionen in Schleswig-Holstein wie folgt dar:

Abb. 6: Entwicklung der gesamten THG-Emissionen 1990 - 2016



Quelle: Statistikamt Nord

¹⁵ Oben genannt werden die Emissionen der drei Treibhausgase CO₂, CH₄ und N₂O. Bundesweit werden auch F-Gase bilanziert, die gesamte Minderung aller sieben Treibhausgase beträgt 27,3%. Eine Erfassung der F-Gase in Schleswig-Holstein ist nicht möglich, aber die bundesweiten Zahlen zeigen die geringe quantitative Bedeutung dieser Treibhausgase.

Damit stellt sich die Frage, welche Emissionsminderungen der Landwirtschaft bundesweit und in Schleswig-Holstein zukünftig erreichbar sind:

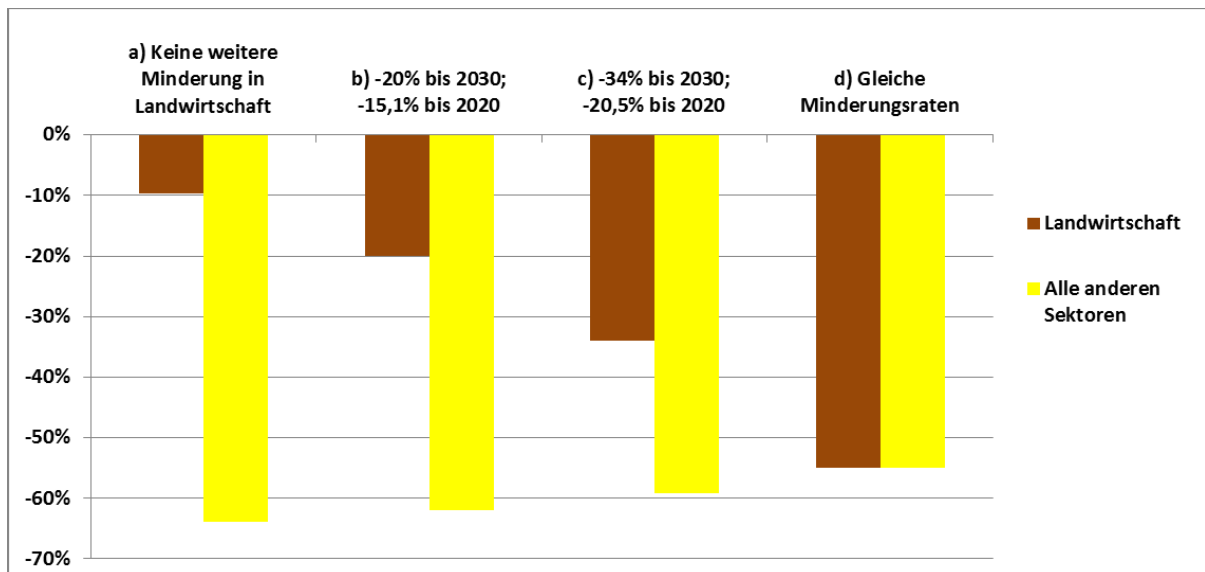
Das mit dem Klimaschutzplan 2050 des Bundes formulierte Sektorziel für die Landwirtschaft lautet, deren Treibhausgasemissionen bis 2030 um 34-31% gegenüber 1990 zu reduzieren.¹⁶ In Schleswig-Holstein wurden bisher keine spezifischen Sektorziele zur Zielerreichung formuliert.

Bundesweit hat die Landwirtschaft im Zeitraum 1990 - 2016 eine Minderung um 17,8% und damit mehr als die Hälfte der Wegstrecke erreicht. Ohne Berücksichtigung der CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch beträgt die Minderungsrate bundesweit 18,1%. In Schleswig-Holstein haben die Emissionen von CH₄ und N₂O durch die Landwirtschaft im selben Zeitraum um 9,6% abgenommen.

Der hohe Anteil der Landwirtschaft an den Treibhausgasemissionen und die unterdurchschnittliche Minderung zeigen, dass die Erreichung der Klimaschutzziele in Schleswig-Holstein eine große Herausforderung darstellt. Im Auftrag des MELUND hat das Statistikamt Nord in verschiedenen Varianten berechnet, wie hoch der erforderliche Minderungsbeitrag der Landwirtschaft in Abhängigkeit vom Minderungsbeitrag der anderen THG-Emittenten für die Klimaschutz-Zielerreichung sein müsste. Würde die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein bis 2030 ihre THG-Emissionen lediglich auf dem Niveau 2016 stabilisieren, müssten die anderen Sektoren entsprechend höhere Minderungen erbringen, und zwar um 46% bis 2020 und um 64% bis 2030 (Abb. 7a). Erreicht die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein gegenüber 1990 eine Minderung um 20% bis 2030, müssten die anderen Sektoren eine Minderung um 45% bis 2020 und um 62% bis 2030 erbringen, damit die Minderungsziele insgesamt erreicht werden (Abb. 7b). Erreicht die Landwirtschaft in Schleswig-Holstein die laut Klimaschutzplan 2050 auf Bundesebene angestrebte Minderung um 34% bis 2030 gegenüber 1990, beträgt der erforderliche Minderungsbeitrag der anderen Sektoren 44% bis 2020 und 59% bis 2030 (Abb. 7c). Die folgende Abbildung visualisiert die Zusammenhänge für das Jahr 2030 (siehe auch Tabelle 6):

¹⁶ Im Klimaschutzplan des Bundes werden dem Sektor Landwirtschaft auch die CO₂-Emissionen aus dem Energieverbrauch zugerechnet, während in der internationalen und nationalen Berichterstattung zu den THG-Emissionen dem Sektor Landwirtschaft nur die Emissionen aus Methan und Distickstoffoxid zugerechnet werden.

Abb. 7: Für Klimaschutz-Zielerreichung erforderlicher Minderungsbeitrag der anderen THG-Emittenten in Abhängigkeit vom Minderungsbeitrag der Landwirtschaft im Jahr 2030

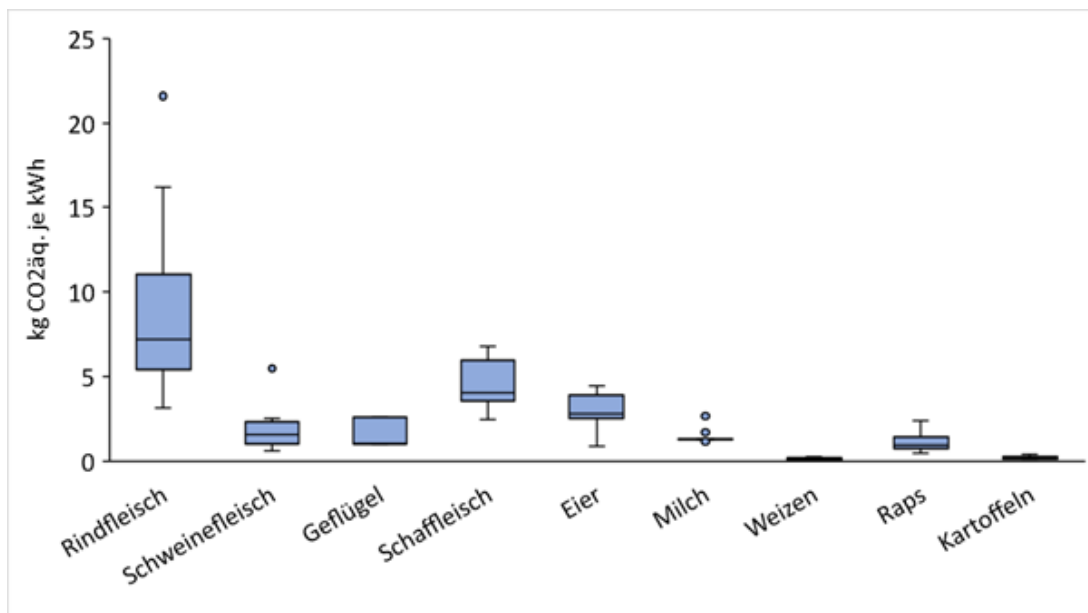


F. Vergleich von spezifischen Emissionen für landwirtschaftliche Produkte

Im Folgenden wird für ausgewählte, für Schleswig-Holstein besonders wichtige landwirtschaftliche Produkte der gesamte CO₂-Fußabdruck vergleichend dargestellt. Eine solche Betrachtung der produktspezifischen Emissionen ermöglicht Vergleiche zwischen verschiedenen Produkten, Anbauformen und Regionen. Beide Betrachtungsweisen ergänzen einander und müssen bei der Entwicklung von Schlussfolgerungen bezüglich Minderungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Quelle für die Ergebnisse produktspezifischer Analysen der Treibhausgasemissionen ist die Kurzstudie der CAU (Dr. Reinsch) im Auftrag des MELUND.

- Im Vergleich zu anderen landwirtschaftlichen Produkten weisen tierische Produkte einen besonders großen Kohlenstofffußabdruck auf (Abb. 8). Dies gilt im Besonderen für Fleischerzeugnisse aus der Wiederkäuerhaltung. Ursache hierfür sind an erster Stelle die unvermeidbaren Energieverluste während der Verdauung und den damit verbundenen Methanemissionen sowie dem vergleichsweise hohen Flächenbedarf je kg erzeugtes Fleisch.

Abb. 8: CO₂-Fußabdruck je Energieeinheit (kWh) unterschiedlicher landwirtschaftlicher Produkte



Quelle: Reinsch 2018, Umrechnung durch MELUND auf die Einheit kWh

- Beim Vergleich verschiedener pflanzlicher Produkte (Abb. 8) fällt auf, dass Weizen und Kartoffeln geringere THG-Emissionen je Energieeinheit (kWh) aufweisen als Raps, zugleich aber die Streubreite der spezifischen Emissionen innerhalb dersel-

ben Produktkategorie hoch ist. Für die Höhe der entstehenden THG-Emissionen sind also die Standorte und die unterschiedlichen Anbaubedingungen entscheidend.

- Bei der Milchviehhaltung kann eine hohe Effizienz je Liter Milch generell in verschiedenen Leistungsgruppen (> 5.000 kg ECM (energy corrected milk) je Kuh und Jahr) erzielt werden. Allerdings stellen Studien unter Berücksichtigung des Nebenproduktes Fleisch ein aus Klimaschutzsicht optimales Milchleistungsniveau von ca. 6000 bis 8000 kg ECM pro Jahr fest. Mit höheren Einzeltierleistungen gehen oft höhere Remontierungsraten einher, die einen zusätzlichen Bedarf an Nachzuchtieren und den damit verbundenen THG-Emissionen während der Aufzucht mit sich bringen. Des Weiteren wird der Effekt hoher Einzeltierleistungen dadurch reduziert, dass weniger fleischbetonte Tiere zum Einsatz kommen, so dass eine konstante Bereitstellung von Rindfleisch den Einsatz von Mutterkuhhaltung notwendig macht, um den Fleischbedarf zu decken. Masttiere aus Mutterkuhhaltungen weisen jedoch in der relativen Betrachtung hohe Treibhausgasemissionen auf, welche die Klimabilanz verschlechtern. Schließlich besteht bei Leistungsniveaus deutlich über 8000 ECM pro Kuh ein höherer Energiebedarf zur Bereitstellung von Betriebsmitteln, wie z.B. Grundfutterwerbung und Kraftfutterverbrauch, bei einem gleichzeitig niedrigeren betrieblichen Grünlandanteil im Futterbau und der damit verbundenen verminderten CO₂-Speicherung im Boden. Das anzustrebende Milchproduktionsverfahren und Leistungsniveau ist zudem stark abhängig von den Standortbedingungen. In Schleswig-Holstein eignen sich die tragfähigen Böden mit ausreichender Wasserversorgung im Sommer sowohl für den intensiven Ackerfutterbau mit ganzjähriger Stallhaltung bei vergleichsweise hohen Einzeltierleistungen wie auch für intensive Vollweidesysteme mit geringer Kraftfutterzufütterung und den damit verbundenen niedrigeren Milchleistungen. Bei gutem Management weisen beide Systeme gleichermaßen hohe Effizienzen bei den erzeugten THG-Emissionen je Produkteinheit auf.
- Der ökologische Landbau verursacht pro Flächeneinheit geringere THG-Emissionen durch die Einsparung von Betriebsmitteln wie Mineraldüngern und Pflanzenschutz. Pro Produkteinheit gibt es keinen systematischen Klimaschutzvorteil oder -nachteil des ökologischen Landbaus aufgrund der geringeren Ertragserwartungen. Es kommt auf die konkreten Standorte und Anbau- bzw. Tierhaltungsbedingungen an.
- Eine generelle Empfehlung zum klimapolitisch anzustrebenden Produktionsverfahren und zur Produktionsintensität ist aufgrund der kulturräumlichen Gegebenheiten Schleswig-Holsteins schwierig. Empfehlungen müssen stets vor dem Hintergrund der Gebietskulisse erfolgen, damit eine Reduktion der THG-Emissionen auf Landesebene und/oder Produkteinheit realisiert werden kann. Zunächst sind THG-Minderungsmaßnahmen zu empfehlen, die unabhängig vom Produktionsverfahren

zu einer Optimierung des Managements führen und Synergien zu anderen Umweltzielen, wie z. B. dem Gewässerschutz, der Artenvielfalt oder der Luftqualität, haben. Beispielsweise kann es durch die Reduktion von Stickstoff-Bilanzüberschüssen in der pflanzlichen Produktion zu einer Reduktion der mineraldüngerbasierten Emissionen sowie zu einer Verbesserung des Grundwasserschutzes kommen. Der Grünlanderhalt sowie eine optimierte Moorbewirtschaftung mit angepassten Grundwasserständen sind weitere Möglichkeiten die THG-Emissionen zu reduzieren. In der Tierproduktion sind der Einsatz von gasdichten Abdeckungen von Güllebehältern in Kombination mit der energetischen Nutzung der Gärgase adäquate Klimaschutzmaßnahmen.

- Das Ertragsniveau der meisten hinsichtlich des Flächenumfangs besonders bedeutsamen Ackerkulturen liegt deutlich über dem Bundesschnitt (siehe Kapitel D.2) Unklar ist allerdings, inwieweit der für den zusätzlichen Ertrag erforderliche zusätzliche Düngemiteleinsetz sich bei der Bilanzierung der produktspezifischen THG-Emissionen auswirkt. Zu der Frage des Vergleichs von produktspezifischen Emissionen ausgewählter landwirtschaftlicher Produkte auf unterschiedlichen Böden bzw. mit unterschiedlichen Anbauformen besteht daher weiterer Forschungsbedarf.

Anhang I: Tabellen und weitere Abbildungen

Tabelle 5: Emissionsquellen bei den CH₄- und den N₂O-Emissionen

Emissionsquelle		1990	2000	2010	2016	Anteile 2016	Änderung 2016 ggü. 1990	
		1.000 t CO ₂ - Äquivalente				%	1.000 t	%
A. CH₄ - Emissionen Landwirtschaft		3.310	2.866	2.729	2.730	54,1%	-579,8	-17,5%
1.	Viehhaltung - Wirtschaftsdüngermanagement	662	589	501	464	9,2%	-198,2	-30,0%
	Rinderhaltung	517	436	355	325	6,4%	-192,7	-37,3%
	Andere Nutztiere	145	152	146	139	2,8%	-5,6	-3,8%
2.	Viehhaltung -Verdauung	2.648	2.276	2.161	2.148	42,5%	-499,8	-18,9%
	Rinderhaltung	2.544	2.172	2.064	2.061	40,8%	-483,1	-19,0%
	Andere Nutztiere	104	104	96	87	1,7%	-16,7	-16,0%
	Rinderhaltung gesamt	3.061	2.608	2.419	2.385	47,2%	-675,8	-22,1%
3.	Lagerung u. Vergärung von Pflanzen	0	1	67	118	2,3%	118,1	
B. N₂O - Emissionen Landwirtschaft*		2.280	2.278	2.194	2.320	45,9%	40,6	1,8%
1.	Düngung*	1.469	1.480	1.316	1.456	28,8%	-12,6	-0,9%
1.1	Stickstoffdüngeranwendung*	671	723	543	588	11,6%	-83,4	-12,4%
1.2	Wirtschaftsdüngeranwendung	369	333	324	327	6,5%	-42,5	-11,5%
1.3	Klärschlamm(dünger)anwendung	5	9	10	7	0,1%	2,2	42,5%
1.4	Energiepflanzen (Gärrückstände)	0	1	65	123	2,4%	122,7	
1.5	Indirekte Emissionen (Ablagerung, Auswaschung, Abfluss)	424	415	375	412	8,2%	-11,7	-2,8%
2.	Sonstige	570	542	606	588	11,7%	18,2	3,2%
2.1	Weidegang	193	158	169	167	3,3%	-26,1	-13,5%
2.2	Viehhaltung - Wirtschaftsdüngermanagement	160	158	193	181	3,6%	20,5	12,8%
2.3	Vergärung Energiepflanzen Lagerung	0	1	19	23	0,4%	22,5	
2.4	Indirekte Emissionen Deposition / Lagerung	78	72	75	73	1,4%	-5,5	-7,0%
2.5	Ernterückstände	138	154	149	145	2,9%	6,8	5,0%
3.	Emissionen aus organischen Böden*	240	256	272	275	5,5%	35,0	14,6%
THG - Emissionen Landwirtschaft gesamt* (Summe A und B)		5.589	5.144	4.923	5.050	100,0%	-539,2	-9,6%

** In roter Schrift und mit * markiert sind die Zeilen, die im Rahmen der Neuberechnung der Emissionen aus Stickstoffmineraldüngung sowie der N₂O-Emissionen aus organischen Böden durch Agrarfakultät der CAU, Thünen-Institut und Statistikamt Nord aktualisiert wurden.*

Tabelle 6: Auswirkungen geringer THG-Minderungen der Landwirtschaft auf Minderungserfordernisse in den anderen Sektoren

	Einheit	Summe THG-Emissionen	Landwirtschaft	Alle anderen Sektoren
THG-Emissionen 1990	Mio. t CO ₂ -Äq.	33,9	5,6	28,3
THG-Emissionen 2016	Mio. t CO ₂ -Äq.	25,0	5,0	19,9
Minderung THG-Emiss. 2016 ggü. 1990	%	-26,3%	-9,6%	-29,6%
a) THG-Emiss. Landwirtschaft bleiben bis 2030 auf Niveau 2016				
Ziel 2020	Mio. t CO ₂ -Äq.	20,3	5,0	15,3
Mind. ggü. 1990	%	-40%	-9,6%	-46,0%
Ziel 2030	Mio. t CO ₂ -Äq.	15,3	5,0	10,2
Mind. ggü. 1990	%	-55%	-9,6%	-64,0%
b) THG-Emiss. Landwirtschaft sinken bis 2030 um 20% ggü. 1990 (bis 2020 um 15,1%)				
Ziel 2020	Mio. t CO ₂ -Äq.	20,3	4,7	15,6
Mind. ggü. 1990	%	-40%	-15,1%	-44,9%
Ziel 2030	Mio. t CO ₂ -Äq.	15,3	4,5	10,8
Mind. ggü. 1990	%	-55%	-20,0%	-61,9%
c) THG-Emiss. Landwirtschaft sinken bis 2030 um 34% ggü. 1990 (bis 2020 um 20,5%)				
Ziel 2020	Mio. t CO ₂ -Äq.	20,3	4,4	15,9
Mind. ggü. 1990	%	-40%	-20,5%	-43,9%
Ziel 2030	Mio. t CO ₂ -Äq.	15,3	3,7	11,6
Mind. ggü. 1990	%	-55%	-34,0%	-59,1%

Tabelle 6 gibt eine vollständige Übersicht, welche THG-Minderungen die anderen Sektoren erbringen müssen, wenn die Landwirtschaft auch zukünftig unterdurchschnittliche Minderungen erreicht.

Anhang II: Dokumentation der Revisionen der Berechnung der THG-Emissionen der Landwirtschaft

1. Schätzung der in Schleswig-Holstein ausgebrachten Mineraldüngermengen

Im September 2017 wurde ein Entwurf der Analyse der THG-Emissionen der Landwirtschaft in einem Expertenworkshop unter Beteiligung der Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU, des Thünen-Instituts, des Statistikamts Nord, der Landwirtschaftskammer und des Bauernverbands zur Diskussion gestellt. In diesem Workshop sowie folgenden Diskussionen haben insbesondere das MELUND, die Agrar- und Ernährungswissenschaftliche Fakultät der CAU, das Thünen-Institut und das Statistikamt Nord gemeinsam festgestellt, dass die Datenerhebung und darauf bezogene Analysen zu THG-Emissionen aus Mineraldüngung aufgrund methodischer Unzulänglichkeiten auf Landesebene nachbearbeitet werden müssen.

Da bezüglich der tatsächlich gedüngten N-Mengen weder bundesweit noch in Schleswig-Holstein vollständige Daten vorliegen, wird in der nationalen und auf Bundesländer regionalisierten THG-Bilanzierung durch das Thünen-Institut die abgegebene Menge an N-haltigen Mineraldüngern verwendet. Quelle ist die Düngemittelstatistik, die Absatzmengen an Endverbraucher und Absatzorganisationen (wie z.B. Landhandelsgesellschaften oder Agrargenossenschaften) aufgeteilt nach Bundesländern angibt. Diese Mengen entsprechen aufgrund von Lieferungen der Absatzorganisationen in andere Bundesländer, innerbetrieblichen Transporten bei Bewirtschaftung von Flächen in anderen Bundesländern sowie auch Lagerhaltung nicht genau der im jeweiligen Jahr und Bundesland tatsächlich (aber nicht statistisch bekannten) gedüngten Menge. Insofern wurde festgestellt, dass der in der Düngemittelstatistik für Schleswig-Holstein ausgewiesene Düngemittelabsatz – und die auf dieser Grundlage ermittelten Treibhausgasemissionen der Düngung nach bisher angewendeter Methodik – überzeichnet ist.

Vor diesem Hintergrund hat das MELUND die Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU Kiel (Dr. Thorsten Reinsch) beauftragt, die tatsächlich ausgebrachten Mengen von N-haltigem Mineraldünger in Schleswig-Holstein abzuschätzen. Methodik und Ergebnisse werden in der im April 2018 vorgelegten Studie dokumentiert (siehe Reinsch 2018a).

Zur Berechnung der eingesetzten N-haltigen Mineraldünger-Mengen wurde in der Studie die Kombination zweier Methoden verwendet. Der Ansatz nach Henning et al. (2004) ist ein ökologisch-ökonomisches lineares Programmierungsmodell (LP). Die ökonomische Modellierung des LP-Modells umfasst dabei 416 Modellbetriebe in Schleswig-Holstein, die sich durch verschiedene Merkmale wie Betriebstyp (Marktfrucht, Futterbau Milch, Futterbau Mast, Marktfrucht Futterbau, Futterbau Marktfrucht, Marktfrucht Veredlung, Veredlung Marktfrucht und Veredlung Schwein), Betriebsgrößenklasse (<60 ha, 60-100 ha, 100-200 ha, >200 ha) und die naturräumliche Lage in

Schleswig-Holstein unterscheiden. Die Aufteilung der Betriebe leitet sich aus einer Datengrundlage von ca. 12.500 realen landwirtschaftlichen Betrieben in Schleswig-Holstein ab. Die N-Düngung der Modellbetriebe wurde nach Hoftor- und Flächenbilanz über deren Produktionsaktivitäten abgebildet. Eine Validierung der Modellergebnisse erfolgte auf Basis der Datengrundlage der statistischen Ämter. Anbauflächen und Tierzahlen je Kreis wurden hierbei exakt repliziert. Über die Tierzahlen bzw. die installierte elektrische Leistung der Biogasanlagen und Ertragsleistungen der Feldfrüchte wurden der Anfall organischer Wirtschaftsdünger und der Stickstoffbedarf über Mineraldünger kalkuliert. Da die Kalibrierung des Modells auf Buchführungsdaten für die Jahre 2005/10 beruhte, wurde aufgrund der daraus resultierenden methodischer Unsicherheiten für die Rückrechnung zum Referenzjahr 1990 die Ergebnisse mit anderen Ansätzen verglichen, um möglichst konsistente Aussagen zu erhalten. Deshalb wurde auch der Ansatz von Bach et al. (2014) herangezogen. Hierbei wurde die Aufteilung der Mineral-N-Dünger durch die Verteilung der Gesamtabatzmengen in Deutschland auf Kreisebene mit anschließender Summierung für Schleswig-Holstein berechnet. Als Hauptdatengrundlage für die Bilanzschätzung verwendeten Bach et al. (2014) Ertrags- und Flächendaten des Statistischen Bundesamtes sowie Pflanzen- und Tierparameter der bis Juni 2017 geltenden Düngeverordnung.

Im Ergebnis zeigte sich, dass unabhängig von der verwendeten Methode die Mineraldüngerabsatzmengen nach Düngemittelstatistik auf Bundeslandebene ein unrealistisches Bild für die tatsächlichen Einsatzmengen in Schleswig-Holstein zeigen. Die Absatzmengen werden in Schleswig-Holstein je Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche (LF) etwa doppelt so hoch ausgewiesen (204 kg N/ ha LF im Durchschnitt der Jahre 1990-2015) wie im Bundesdurchschnitt (102 kg N/ ha LF im Durchschnitt der Jahre 1990-2015). Nach dem Modellansatz von Henning et al. (2004) ergeben sich unter Berücksichtigung der Marktpreise, Tierzahlen und Ertragsleistungen in Schleswig-Holstein durchschnittliche Düngeraufwandmengen von 137 kg N pro ha LF (1995-2015). Die Berechnungen von Bach et al. (2014) liegen mit 122 kg N pro ha LF für Schleswig-Holstein in einer ähnlichen Größenordnung. Beide Methoden zeigen in den jüngeren Bilanzierungsjahren eine hohe Übereinstimmung. Rückrechnungen in die 1990er Jahre führen zunehmend zu größeren Differenzen zwischen beiden Methoden. Die Betrachtung langjähriger Zeitreihen über ein Modellensemble ist somit adäquat, um mögliche Unsicherheiten insbesondere zum Referenzjahr 1990 zu reduzieren.

Im Ergebnis werden in der Studie von Reinsch (2018a) folgende Annahmen bezüglich der ausgebrachten N-Mengen vorgeschlagen (kg N ha LF SH):

Jahr	1990-1992	1993-1995	1996-1998	1999-2001	2002-2004	2005-2007	2008-2010	2011-2013	2014-2015
kg N/ ha LF SH	133	129	131	144	135	128	122	126	130

Die neu berechneten ausgebrachten N-Mengen über Mineraldünger in Schleswig-Holstein liegen damit um 27 % über dem Durchschnitt in Deutschland, was vor allem mit den - aufgrund der fruchtbaren Böden und günstigen Witterung - hohen Ertragserwartungen besonders im Getreide- und Rapsanbau im Vergleich zu anderen Bundesländern erklärt werden kann.

Statistikamt Nord und Thünen-Institut haben diese neu berechneten Netto-N-Mengen in die revidierte THG-Bilanzierung für Schleswig-Holstein integriert.

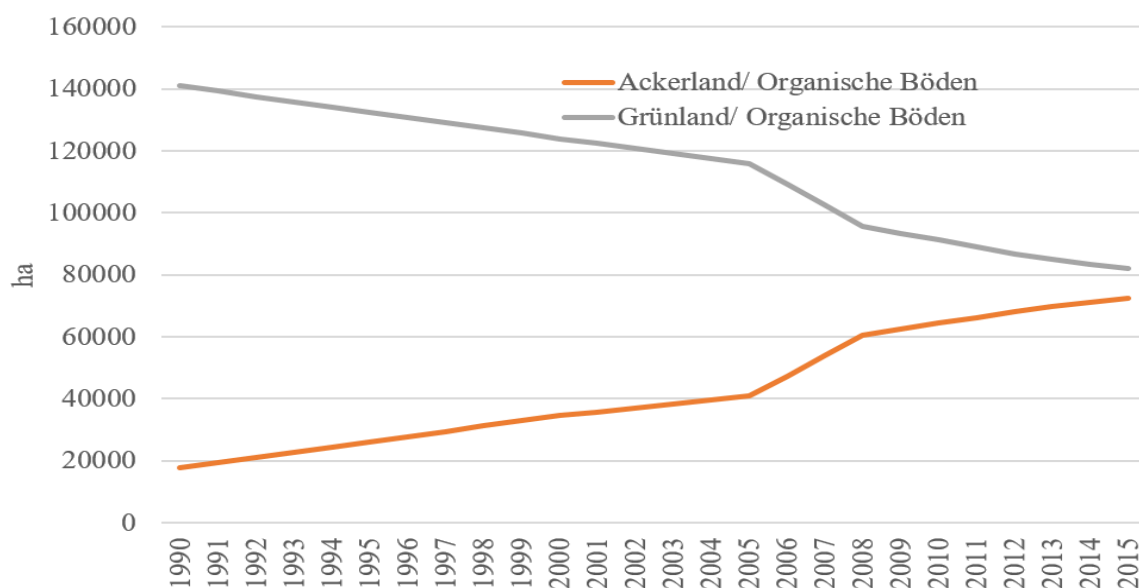
2. Schätzung der aktuellen Nutzung von organischen Böden in SH

In der Sache sind N₂O-Emissionen aus organischen Böden Folge der Landnutzung, werden aber nach den internationalen THG-Bilanzierungsregeln im Sektor Landwirtschaft und nicht in der Kategorie „LULUCF“ verbucht.

Entwicklung der ackerbaulichen Nutzung von organischen Böden

Bei der Auswertung bestehender, vom Thünen-Institut bereitgestellter Daten zu den N₂O-Emissionen aus organischen Böden stellten die Agrar- und Ernährungswissenschaftlichen Fakultät der CAU (Dr. Reinsch) und das Thünen-Institut (Dr. Fuß) eine Unplausibilität der Datengrundlage bezüglich der ackerbaulichen Nutzung von organischen Böden fest. So liegt der bisherigen THG-Bilanzierung durch das Thünen-Institut ein im Zeitraum 1990 bis 2015 vervierfacher Anteil der ackerbaulich genutzten organischen genutzten Böden zugrunde. Auch nach 2013 wird dort noch eine Abnahme des Grünlands in SH ausgewiesen, was nach hiesiger Kenntnis ebenfalls unplausibel ist aufgrund des Inkrafttretens des Dauergrünlanderhaltungsgesetzes.

Abb. 9: Flächennutzung organischer Böden berichtet nach Thünen-Institut



Quelle: Auswertung durch CAU, Dr. Reinsch (Mitteilung an das MELUND vom 4.10.2018)

Hintergrund: Zeitreihen bei der Erfassung und Nutzung organischer Böden sind schwierig zu erstellen. Das Thünen-Institut nutzt das digitale Landschaftsmodell, welches aber erst seit den 2000er Jahren existiert. Rückrechnungen für das Basisjahr 1990 sind ein besonderes Problem. Der Erfassungsgrad ist seit Nutzung des Modells seit den 2000er Jahren verbessert worden, so dass Zweifel bestehen, inwieweit die im Modell des Thünen-Instituts hinterlegten Daten seit 1990 tatsächliche Änderungen der Bodennutzung dokumentieren oder maßgeblich auch auf unterschiedliche Erfassungsmethodiken und Erfassungsgrade zurückzuführen sind. Eine Revision der Zeitreihe ist daher - nicht nur für Schleswig-Holstein, sondern insgesamt für die Erfassung und Nutzung organischer Böden in Deutschland erforderlich und wurde vom Thünen-Institut auch bereits auf den Weg gebracht. Ergebnisse des Thünen-Instituts (bundesweit und für alle Bundesländer) werden allerdings erst mit dem NIR im ersten Quartal 2020 vorliegen. Besonders betroffen sind neben Schleswig-Holstein auch Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen als weitere Länder mit hohem Vorkommen organischer Böden.

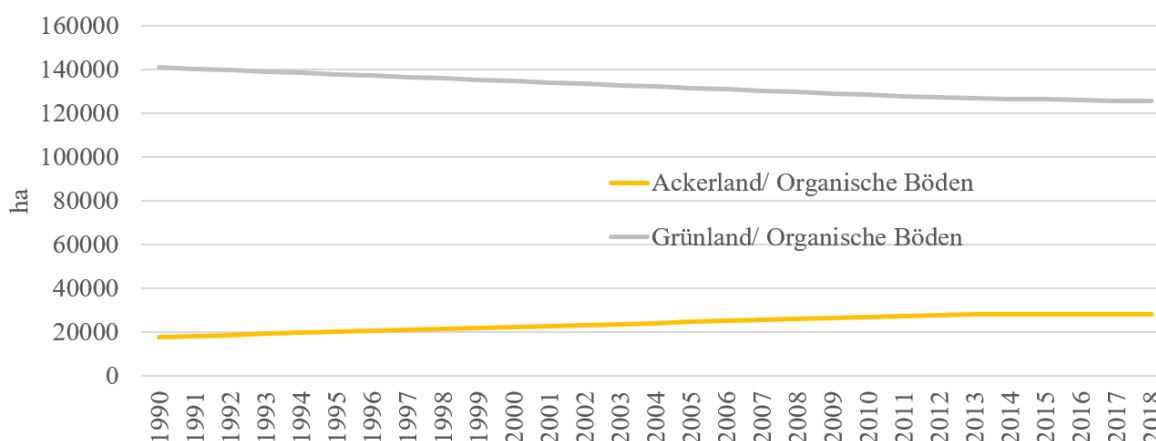
Das MELUND hat vor diesem Hintergrund das LLUR um eine Bestandsaufnahme der heutigen Nutzungsstruktur von organischen Böden in Schleswig-Holstein gebeten. Die Analyse wurde im Oktober 2018 vorgelegt. Nach Mitteilung des LLUR (Herr Burbaum) vom 17.9.2018 wird die Moor/Anmoorkulisse des Thünen-Instituts (erstellt von der Humboldt-Universität) mit ca. 180.000 ha Moor/Anmoor zugrunde gelegt.¹⁷ Einer Auswertung des Feldblock-Katasters für das Antragsjahr 2018 zufolge werden davon 105.470 ha als Grünland und 23.335 ha als Ackerland genutzt.

Gemäß Einschätzung von Dr. Reinsch können diese Werte aufgrund des Dauergrünlanderhaltungsgesetzes auch für den Zeitraum 2013 bis 2018 angenommen werden. Für die Zeit bis 2013 ist von einem etwa linearen Anstieg der ackerbaulichen Nutzung von organischen Böden auszugehen. Zugleich ist es für die Entwicklung einer Zeitreihe gemäß Dr. Reinsch eine sinnvolle Annahme, dass sich der Umfang der organischen Böden im Zeitraum 1990 bis 2018 nicht geändert hat und aus Konsistenzgründen die Angabe des Thünen-Instituts von 187.523 ha zugrunde gelegt werden sollte. Die vom LLUR ermittelten Anteile bei der Nutzungsstruktur der organischen Böden wurden daher auf die Gesamthöhe von 187.523 ha angewendet.

Insgesamt ergibt sich nach Revision durch LLUR Herrn Burbaum und CAU Herrn Dr. Reinsch folgende Annahme bezüglich der Entwicklung der Flächennutzung organischer Böden in Schleswig-Holstein:

¹⁷ Hinweis: Dies sind rund 20-30.000 ha mehr als die vom LLUR verwendete Kulisse für den Vollzug des DGLG. Das DGLG gilt für alle Dauergrünlandflächen. Statistikämter werten allerdings nur Betriebe aus, die mehr als 5 ha LF aufweisen.

Abb. 10: Flächennutzung organischer Böden nach Revision durch LLUR und CAU



Quelle: CAU, Dr. Reinsch (Mitteilung an das MELUND vom 4.10.2018)

Tabelle 7 dokumentiert zusammenfassend die Angaben zur Nutzung von organischen Böden aus dem bisherigen Modell des Thünen-Instituts (Spalten 1 und 2) und nach Revision (Spalte 4).

Tabelle 7: Flächennutzung organischer Böden

	(1) 1990 nach TI	(2) 2015 nach TI	(3) LLUR Moorbroschüre 2015**	(4) CAU Dr. Reinsch 2018 für aktuelle Jahre***
Organische Böden in ha	187.523	187.523	161.000	187.523
Grünland	75%	44%	67%	67% 125.667 ha
Ackerland	10%	39%	7%	15% 27.801 ha
Sonstige*	15%	17%	26%	18%

* Nasse hochwertige Systeme: Bruchwald, Röhricht, ehemalige Torfstich-Areale
 ** Geschätzte Werte, Mindestfläche 2 ha
 *** Zeitreihenberechnung auf Datenbasis TI und LLUR (1990-2018)

Ermittlung der N₂O-Emissionen aus organischen Böden

Unter Anwendung der nationalen Emissionsfaktoren für die Nutzung organischer Böden wurden anschließend von Dr. Reinsch (CAU) und dem Statistikamt Nord die N₂O-Emissionen aus organischen Böden in Schleswig-Holstein neu berechnet.

Dabei ist zu berücksichtigen, dass gemäß Thünen-Institut für die Ermittlung der N₂O-Emissionen aus organischen Böden abhängig von der Nutzung zwei verschiedene Emissionsfaktoren anzuwenden sind – der für ackerbaulich genutzte organische Böden ist knapp um den Faktor 5 höher als der für Grünland.¹⁸ D.h. mit der Umnutzung organischer Böden von Grünland zu Ackerland steigen die in der THG-Bilanz ausgewiesenen N₂O-Emissionen deutlich an. Aus mineralischen Böden entstehen N₂O-Emissionen nur aus N-Einträgen z.B. aus Ernteresten und Düngemitteln, nicht direkt aus der Landnutzung.

Zusammenfassung der Auswirkungen der beiden Revisionen auf die bilanzierte Höhe der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein

Die Revisionen haben sowohl im Basisjahr 1990 als auch in den Folgejahren die Höhe der bilanzierten Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein verringert, 2015 handelt es sich um gut 0,5 Mio. t CO₂-Äquivalente. Da die Verringerung der bilanzierten Treibhausgasemissionen in aktuellen Jahren geringer ausfällt als im Basisjahr 1990, hat sich auch die Änderungsrate der Treibhausgasemissionen der Landwirtschaft deutlich geändert. So wurde im Energiewende- und Klimaschutzbericht 2017 für den Zeitraum bis 2015 noch ein Anstieg von 1,6% ausgewiesen, während nach Revision eine Minderung um 9,8% bis 2015 bzw. 9,6% bis 2016 bilanziert wird.

¹⁸ Im NIR 2018 heißt es zu N₂O-Emissionen aus organischen Böden "Direkte N₂O-Emissionen aus der Bewirtschaftung organischer Böden werden proportional zur Fläche berechnet, getrennt nach Acker und Grünland. Der mittlere deutsche Emissionsfaktor für Acker (10,7 kg N₂O-N je Hektar und Jahr) wurde aus den deutschen Daten abgeleitet, die Leppelt et al. (2014) für ihre europaweite Studie verwendeten. Für drainiertes Grünland wurde von Tiemeyer et al. (2016) ein deutscher Emissionsfaktor von 2,3 kg N₂O-N je Hektar und Jahr abgeleitet. Die von Jahr zu Jahr variierenden Acker- und Grünlandflächen führen zu einem zeitlich veränderlichen mittleren Emissionsfaktor."

Anhang III: Forschungsbedarf

Mit diesem Arbeitspapier kann ein wichtiger Beitrag zur Verbesserung der Klimaberichterstattung auf Landesebene für Schleswig-Holstein geleistet werden. Insgesamt zeigt die vorliegende Analyse die wichtigsten THG-Quellgruppen im Sektor Landwirtschaft, für die es geeignete Minderungsmaßnahmen zu entwickeln gilt, um einen angemessenen Beitrag zu den gesetzlich festgeschriebenen Klimaschutzzielen zu leisten. Wichtigste Handlungspunkte in diesem Zusammenhang sind THG-Minderungen in der Tierhaltung, eine gesteigerte betriebliche N-Effizienz sowie der Moorschutz. Vor dem Hintergrund der naturräumlichen Gegebenheiten in Schleswig-Holstein und den damit verbundenen Betriebsspezialisierungen und Ertragserwartungen sind überregionale Handlungsempfehlungen allerdings nicht ausreichend. In Abhängigkeit der Gebietskulisse sollten zusätzlich regionalisierte Ansätze erarbeitet werden, um adäquate Aussagen über Einsparpotentiale und Kosten treffen zu können.

Zu folgenden Fragen besteht weiterer Forschungsbedarf:

1. Wie ist die Entwicklung der produktspezifischen Emissionen für wichtige landwirtschaftliche Produkte in Schleswig-Holstein – auch im Vergleich zum Bundesdurchschnitt?
2. Festgestellt wurden einerseits überdurchschnittliche Erträge für landwirtschaftliche Produkte und andererseits höhere Emissionen pro Hektar landwirtschaftlich genutzter Fläche in Schleswig-Holstein. Was sagen diese Daten über die produktbezogenen Emissionen des Ackerbaus an verschiedenen Standorten aus?
3. Wie unterscheiden sich die Potenziale, Kosten und Strategien zur Minderung der Treibhausgasemissionen in der Landwirtschaft in Schleswig-Holstein zwischen den verschiedenen Naturräumen?
4. Wie groß ist das aktuelle THG-Minderungspotential in der Landwirtschaft bei gegebenen technischen und ggf. weiter entwickelten Standards? Welche Optionen bestehen in diesem Zusammenhang für den Klimaschutz auf organischen Böden?
5. Welche Kosten sind mit verschiedenen Maßnahmenoptionen verbunden?

Literaturverzeichnis

Bach M., Hillebrecht B., Hunsager E.A., Stein M. (2014): Berechnung von Stickstoff-Flächenbilanzen für die Bundesländer - Jahre 2003 bis 2011. Methodenbeschreibung zum Indikator der Länder-Initiative Kernindikatoren (LIKI). 2., überarbeitete Fassung.

Biernat L. (2016): Ökoeffizienz im ökologischen und konventionellen Marktfruchtbau Schleswig-Holsteins - ein konzeptioneller Ansatz zur Bewertung von Landnutzungssystemen – Schriftenreihe des Instituts für Pflanzenbau und Pflanzenzüchtung der Universität Kiel, Heft 99.

BMEL (2017): Ökologischer Landbau in Deutschland. Stand: Januar 2017. Berlin.

Flachowsky G. und Brade W. (2007): Potenziale zur Reduzierung der Methan-Emissionen bei Wiederkäuern. Züchtungskunde 79: 417-465.

Henning C.H.C.A., Henningsen A., Struve C., Müller-Scheeßel J. (2004): Auswirkungen der Mid-Term-Review-Beschlüsse auf den Agrarsektor und das Agribusiness in Schleswig-Holstein und Mecklenburg-Vorpommern, Agrarwirtschaft, Sonderheft 178.

Hülsbergen H. J., Rahmann G. (Hrsg.) (2015): Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Betriebssysteme – Untersuchungen in einem Netzwerk von Pilotbetrieben: Forschungsergebnisse 2013-2014. Thünen-Berichte 29, Braunschweig.

Jensen R., Couwenberg J., Trepel M. (2010): Bilanzierung der Klimawirkung von Moorböden in Schleswig-Holstein. TELMA, Bd. 40, S. 215-228.

Linsler D., Geisseler D., Loges R., Taube F., Ludwig B. (2013): Temporal dynamics of soil organic matter composition and aggregate distribution in permanent grassland after a single tillage event in a temperate climate. Soil Till Res, 126, 90-99.

LLUR (Hrsg.) (2015): Moore in Schleswig-Holstein. Geschichte, Bedeutung, Schutz.

Lucy, M.C. (2001): Reproductive Loss in High-Producing Dairy Cattle: Where Will It End? Journal of Dairy Science 84, 1277-1293.

O'Brien D., Capper J.L., Garnsworthy P.C., Grainger C., Shalloo L. (2014): A case study of the carbon footprint of milk from high-performing confinement and grass-based dairy farms. Journal of Dairy Science 97, 1835-1851.

Poyda A., Reinsch T., Kluß C., Loges R., Taube F. (2016): Greenhouse Gas Emissions from Fen Soils Used for Forage Production in Northern Germany. Biogeosciences, 13, 5221-5244,.

Reinsch T., Loges R., Kluß C., Taube F. (2018): Renovation and conversion of permanent grass-clover swards to pasture or crops: Effects on annual N₂O emissions in the year after ploughing. Soil and Tillage Research, 175, 119–129.

Reinsch T. (2018a): Ermittlung von Zeitreihendaten für den Einsatz von stickstoffhaltigen Mineraldüngern in Schleswig Holstein zur Verwendung in der Methodik der Klimaberichterstattung. Kurzstudie im Auftrag des MELUND.

https://www.schleswig-holstein.de/DE/Fachinhalte/K/klimaschutz/klimaschutz_landwirtschaft

Reinsch T. (2018b): Vergleich der produktspezifischen THG-Emissionen für ausgewählte landwirtschaftliche Produkte, Kurzstudie im Auftrag des MELUND.

Taube F., Henning C., Albrecht E., Reinsch T, Kluß C. (2015): Nährstoffbericht des Landes Schleswig-Holstein, Gutachten im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume.

Umweltbundesamt (2017), "[Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2017](#)",

WBAE - Wissenschaftlicher Beirat für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz beim BMEL (2016): [Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung](#) – Gutachten.

Zehetmeier M., Baudracco J., Hoffmann H., Heißenhuber A. (2011): Does increasing milk yield per cow reduce greenhouse gas emissions? A system approach. *Animal* 6, 154-166.