

# Minderung von Treibhausgas- Emissionen der Landwirtschaft

Schriftenreihe, Heft 31/2014



# Treibhausgas-Emissionen der sächsischen Landwirtschaft und ihre Minderungspotenziale

Dr. Christine von Buttlar, Thomas Freitag, Falk Rebbe, Stefan Zorn

## Inhalt

<b>1</b>	<b>Bilanzgrenzen, Methodik und Datengrundlagen/Quellen .....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2010 .....</b>	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Ist-Situation der Klimaschutzleistungen .....</b>	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>Klimaschutzpotenziale und deren Bewertung .....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>Vorschlag vorrangiger Maßnahmen .....</b>	<b>29</b>
5.1	Landnutzung.....	29
5.2	Energieeinsatz, Tierhaltung und Ernährung .....	37
<b>6</b>	<b>Fazit und Ausblick.....</b>	<b>42</b>
	<b>Literatur .....</b>	<b>45</b>

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Bilanzgrenzen zur Beschreibung der THG-Emissionen in der sächsischen Landwirtschaft.....	8
Abbildung 2:	Zusammensetzung der THG-Emissionen (kt CO <sub>2</sub> e/a) in Sachsen nach Emissionsquellen, Bilanzraum Landwirtschaft gemäß NIR-Bericht inkl. Landnutzung/Landnutzungsänderung (Bezugsjahr 2010).....	10
Abbildung 3:	Zusammensetzung der THG-Emissionen (kt CO <sub>2</sub> e/a) in Sachsen nach Emissionsquellen, Bilanzraum Landwirtschaft gesamt im vorliegenden Bericht (Bezugsjahr 2010).....	10
Abbildung 4:	Zusammenfassung der THG-Emissionen in der sächsischen Landwirtschaft für das Jahr 2010.....	11
Abbildung 5:	THG-Emissionen aus der Pflanzenproduktion und Tierhaltung für das Jahr 2010.....	12
Abbildung 6:	Zusammenstellung aller betrachteten Klimaschutzleistungen zum Jahr 2010 (ohne Berücksichtigung der bilanzübergreifenden Biomassenutzungstechnologien).....	13
Abbildung 7:	THG-Emissionen pro Hektar, die durch den Verzicht auf Grünlandumbruch vermieden werden.....	14
Abbildung 8:	Klimaschutzleistung aus der Einsparung von THG-Emissionen durch die Etablierung von Grünlandmaßnahmen .....	14
Abbildung 9:	Zusätzlich anrechenbare THG-Minderungseffekte energetischer Biomasse-Nutzungspfade bezogen auf den Bilanzraum der sächsischen Landwirtschaft .....	15
Abbildung 10:	THG-Minderung aus dem Treibstoffverbrauch für die Bodenbearbeitung durch Einsatz konservierender Bearbeitungsverfahren unter Berücksichtigung der Flächenanteile 2010 .....	16
Abbildung 11:	THG-Minderung stoffaustragsmindernder AuW-Maßnahmen 2010 auf Basis N-Minderungspotenzial.....	16
Abbildung 12:	THG-Minderung stoffaustragsmindernder Maßnahmen ohne Förderung 2010 auf Basis N-Minderungspotenzial .....	17
Abbildung 13:	Klimaschutzleistung infolge der verbesserten Ausbringungstechnik und Anrechnung der N-Gutschrift 1990/2010 .....	17
Abbildung 14:	Klimaschutzleistung der AuW-Maßnahmen S1 Zwischenfruchtanbau, S2 Untersaaten, S5 Anlage von Grünstreifen und S6 bodenschonender Ackerfutterbau für Sachsen 2010 auf Basis von N-Minderung und Treibstoffverbrauch .....	18
Abbildung 15:	Klimaschutzleistung für die ökologische Anbaufläche Sachsens 2010 .....	19
Abbildung 16:	Tier- und Produktbezogenes THG-Minderungspotenzial bezogen auf den sächsischen Öko-Viehbestand 2010 .....	19
Abbildung 17:	Übersicht ermittelter THG-Minderungspotenziale ab dem Jahr 2010.....	20
Abbildung 18:	THG-Vermeidungspotenzial durch Verzicht auf Grünlandumbruch in Sachsen unter Berücksichtigung der betrachteten Szenarien (Summe in 20 Jahren).....	21
Abbildung 19:	THG-Minderungspotenziale bei Erhöhung der Grünlandfläche in Sachsen (Summe in 20 Jahren).....	21
Abbildung 20:	THG-Minderungspotenzial bis 2020 gegenüber dem Ist-Stand 2010 bei Erhöhung der leguminosenbasierten Bestände in Futterbausystemen und Verzicht auf mineralische Düngung im Grünland bei optimiertem Gülle-Management (bspw. Rindergülle) und Erhöhung der Anrechenbarkeit .....	22
Abbildung 21:	THG-Minderungspotenzial im Bereich Energieeffizienz .....	22
Abbildung 22:	THG-Minderungspotenzial im Bereich Energetische Biomassenutzung .....	24
Abbildung 23:	Potenzielle Klimaschutzleistungen ausgewählter Szenarien zur Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung bis 2020. Flächenbezug ist jeweils die WRRL-Maßnahmenfläche.....	25
Abbildung 24:	Potenzielle Klimaschutzleistungen durch AuW-Maßnahmen zur Minderung des Stoffaustrags nach WRRL, Real- und Maximal-Szenarien bis 2015 bzw. 2020, berechnet auf Basis unterschiedlicher Flächenausdehnungen.....	25
Abbildung 25:	THG-Minderungspotenzial gegenüber dem Ist-Stand bei Optimierung der Ausbringungstechnik und Verkürzung der Einarbeitungszeiten .....	26
Abbildung 26:	THG-Minderungspotenzial gegenüber dem Ist-Stand der AuW-Maßnahmen S1 - Zwischenfruchtanbau, S2 - Untersaaten, S5 - Randstreifen und S6 - bodenschonender Ackerfutterbau, Berücksichtigung von Stoffminderungspotenzial, Leguminosenanteil (S6) und Treibstoffbedarf .....	26
Abbildung 27:	Theoretische THG-Minderungspotenziale einzelner Maßnahmenkategorien der sächsischen Tierproduktion .....	27

Abbildung 28: Potenzielle Klimaschutzleistungen durch Ökologischen Ackerbau, Real- und Maximal-Szenarien bis 2020, berechnet auf Basis von Flächenausdehnungen.....	28
Abbildung 29: Gesamtübersicht der THG-Emissionen unter Berücksichtigung von bis 2010 umgesetzten Klimaschutzleistungen und von THG-Minderungspotenzialen, Bilanzraum sächsische Landwirtschaft gesamt .....	43

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Zusammenfassung der empfohlenen Maßnahmen im Bereich der Landnutzung, Handlungsfeld N-Effizienz, Treibhausgasminderungspotenzial bis 2020, geschätzte Kosten der THG-Einsparung und weitere Schutzpotenziale .....	30
Tabelle 2:	Zusammenfassung der empfohlenen Maßnahmen im Bereich der Landnutzung; Handlungsfelder Ökolandbau und Grünland, ihr Treibhausgasminderungspotenzial, geschätzte Kosten der THG-Einsparung sowie weitere Schutzpotenziale .....	31
Tabelle 3:	Zusammenfassung der empfohlenen Maßnahmen in den Bereichen Ernährung, Energieeinsatz und Tierhaltung, ihr Treibhausgasminderungspotenzial und geschätzte Kosten der THG-Einsparung .....	38
Tabelle 4:	Kumulierbare realistische THG-Minderungspotenziale .....	43

## Abkürzungsverzeichnis

AF	Ackerfläche
AFP	Agrarförderprogramm
AuW	Agrarumweltmaßnahmen und Waldmehrung
BGA	Biogasanlage
C	Kohlenstoff
CH <sub>4</sub>	Methan
CO <sub>2</sub>	Kohlendioxid
CO <sub>2</sub> e	Kohlendioxid-Äquivalent
EPLR	Entwicklungsprogramm für den ländlichen Raum
GWP	global warming potential (Treibhausgaspotenzial)
ha	Hektar
iLUC	indirect Land Use Change (indirekte Landnutzungsänderung)
kt	Kilotonne
KUP	Kurzumtriebsplantage
LfULG	Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie
LN	Landwirtschaftliche Nutzfläche
NH <sub>3</sub>	Ammoniak
N <sub>2</sub> O	Lachgas (Distickstoffmonoxid)
P	Phosphor
RP	Rohprotein
TAN	Total Ammonia Nitrogen (Gesamt-Ammonium-Stickstoff)
THG	Treibhausgas
TNV	Thermische Nachverbrennung
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

# 1 Bilanzgrenzen, Methodik und Daten- grundlagen/Quellen

Der Freistaat Sachsen befindet sich in der Umsetzungsphase des neuen „Energie- und Klimaprogramms Sachsen 2012“. Als Grundlage hierfür sollen der Ist-Stand der Treibhausgas(THG)-Emissionen der sächsischen Landwirtschaft, die bereits erbrachten Klimaschutzleistungen und weitere Minderungspotenziale ermittelt und darauf aufbauend Empfehlungen für vorrangige Maßnahmen abgeleitet werden. In diesem Zusammenhang wurde im Zeitraum 2012 bis 2014 eine Studie erarbeitet. Das vorliegende Heft der Schriftenreihe des LfULG fasst die wesentlichen Ergebnisse zusammen; ausführliche Angaben enthält der Anlagenband.

Geografischer Bilanzraum für die Untersuchungen ist der Freistaat Sachsen, wobei nur landwirtschaftlich genutzte Flächen (inklusive Gartenbau) Berücksichtigung finden. Die Forstwirtschaft und aquatische Flächen sind nicht Betrachtungsgegenstand der THG-Bilanzierung (siehe auch Abbildung 1). Die Entwicklung aquatischer Flächen wurde jedoch im Bereich der Landnutzungsänderung berücksichtigt. Der Begriff der „Landwirtschaft“ definiert sich im engeren Sinne in Bezug auf landwirtschaftlich genutzte Flächen und damit im Zusammenhang stehende Aktivitäten einer landwirtschaftlichen Urproduktion (Lebens- und Futtermittelproduktion, Tierhaltung). Verarbeitungsprozesse oder Umwandlungstechnologien werden nicht originär der Landwirtschaft zugeschrieben und gesondert betrachtet, insofern sich entsprechende Schnittstellen darstellen lassen (z. B. die Erzeugung von nachwachsenden Rohstoffen zur Energieproduktion in einer erweiterten Bilanzraumbetrachtung).

Als direkt und indirekt wirksame Treibhausgase werden Kohlendioxid ( $\text{CO}_2$ ), Distickstoffoxid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), Methan ( $\text{CH}_4$ ) und Ammoniak ( $\text{NH}_3$ ) betrachtet. Als Äquivalenzfaktoren für die Bewertung der Treibhausgaspotenzials (GWP) werden die aktuell verbindlichen Standardwerte der Nationalen Emissionsberichterstattung (HAENEL et al. 2012) für  $\text{CH}_4$  von 21 und für  $\text{N}_2\text{O}$  von 310 (bezogen auf das THG-Potenzial von  $\text{CO}_2$ , Betrachtungshorizont: 100 Jahre) verwendet. Für  $\text{NH}_3$  wird der Ansatz zugrunde gelegt, dass die emittierten Mengen nach atmosphärischer Deposition in indirekt wirksames  $\text{N}_2\text{O}$  umgewandelt werden. Den Berechnungen liegen Emissionsfaktoren von HAENEL et al. (2012) zugrunde. Für eine umfassende Systembewertung gasförmiger N-Verluste relevanter Größenordnungen in Form von  $\text{N}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$  oder Nebenprodukten der  $\text{N}_2\text{O}$ -Bildung ( $\text{N}_2$  und  $\text{NO}$ , soweit erfasst) erfolgt zusätzlich eine Bewertung als Mineräldüngeräquivalent mit den THG-Emissionen aus dem Energieeinsatz für die Herstellung von N-Mineräldüngern.

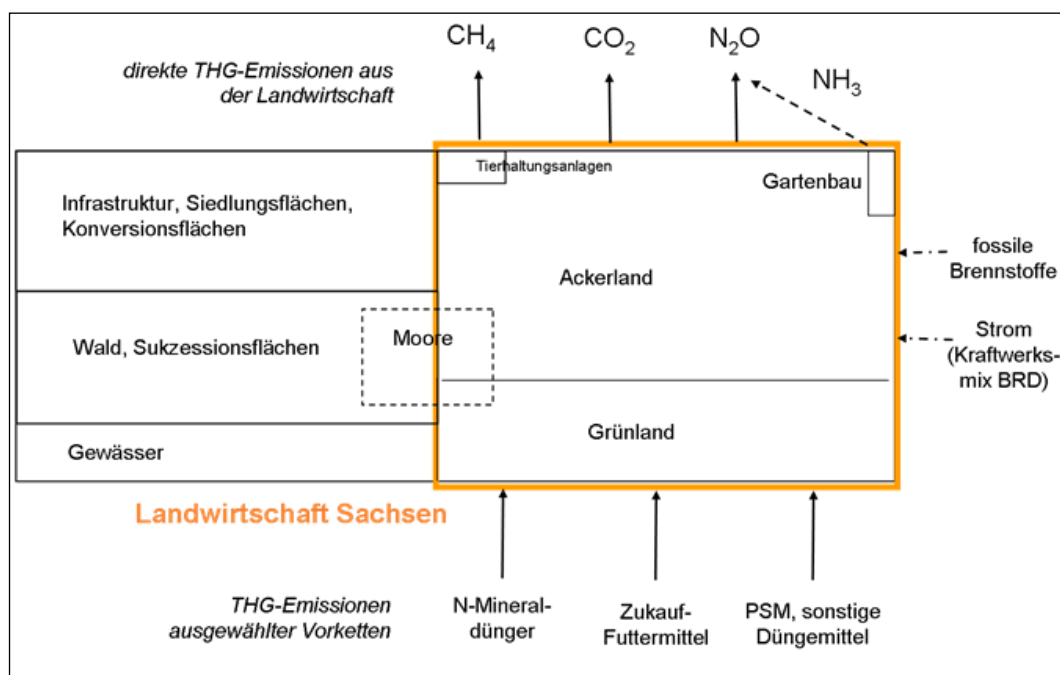


Abbildung 1: Bilanzgrenzen zur Beschreibung der THG-Emissionen in der sächsischen Landwirtschaft



Strukturell ist der Bericht in vier Teile untergliedert:

### Teil 1: Ist-Stand der THG-Emission der sächsischen Landwirtschaft im Jahr 2010

In einem ersten Schritt werden die Entwicklung der THG-Emissionen der sächsischen Landwirtschaft seit 1990 und der Ist-Stand für das Bezugsjahr 2010 auf Basis der Nationalen Emissionsberichterstattung zum deutschen THG-Inventar (UBA, 2012b; HAENEL et al. 2012) betrachtet. Zusätzlich werden Emissionen aus Vorketten landwirtschaftlicher Betriebsmittel (Dünger, Pflanzenschutzmittel, Energie, Zukauffuttermittel) bilanziert. Die Einbeziehung dieser Emissionswerte in die THG-Betrachtung wird im Folgenden als „Bilanzraum Landwirtschaft gesamt“ bezeichnet.

### Teil 2: Ist-Situation der Klimaschutzleistungen der sächsischen Landwirtschaft

In einem zweiten Schritt wird der Ist-Stand der Klimaschutzleistungen in der sächsischen Landwirtschaft bis zum Jahr 2010 näher untersucht. Zusätzlich zu den im Teil 1 dargestellten Themen werden an dieser Stelle auch bilanzübergreifende Systeme wie die energetische Nutzung von Biomasse zur Biogas- oder Kraftstofferzeugung betrachtet.

### Teil 3: Klimaschutzpotenziale und deren Bewertung

In einem dritten Schritt werden auf Basis der Ist-Situation Potenziale für weiterführende Emissionsminderungen abgeleitet, wobei auch ökonomische Aspekte und Möglichkeiten der effektiven Ergebniskontrolle betrachtet werden. Anhand der abgeschätzten Klimaschutzpotenziale und Maßnahmenvorschläge werden Szenarien für die Entwicklung der THG-Emissionen aus der sächsischen Landwirtschaft für den Prognosehorizont bis etwa 2020 beschrieben und diskutiert.

### Teil 4: Vorschlag von vorrangigen Maßnahmen

In einem abschließenden Schritt werden die vorrangigen Handlungsfelder identifiziert und Maßnahmen zur weiteren Emissionsminderung vorgeschlagen.

**Unsicherheiten:** Den Emissionsberechnungen für den IST-Stand der THG-Emissionen (Teil 1), den Klimaschutzleistungen sowie den realistischen und theoretischen Minderungspotenzialen (Teile 2 und 3) liegen unterschiedliche Daten zugrunde, die je nach betrachteter Klimaschutzmaßnahme variieren. Die Aktivitätsdaten (z. B. landwirtschaftlich genutzte Fläche, Tierzahlen) liegen zu großen Teilen in überwiegend verlässlicher Form vor. Größere Unsicherheiten gibt es bei den Emissionsfaktoren, insbesondere bei THG-Emissionen aus Böden ( $N_2O$ ,  $CO_2$ ). Ursächlich hierfür sind variable Standort- und Bodeneigenschaften sowie Bewirtschaftungsfaktoren.

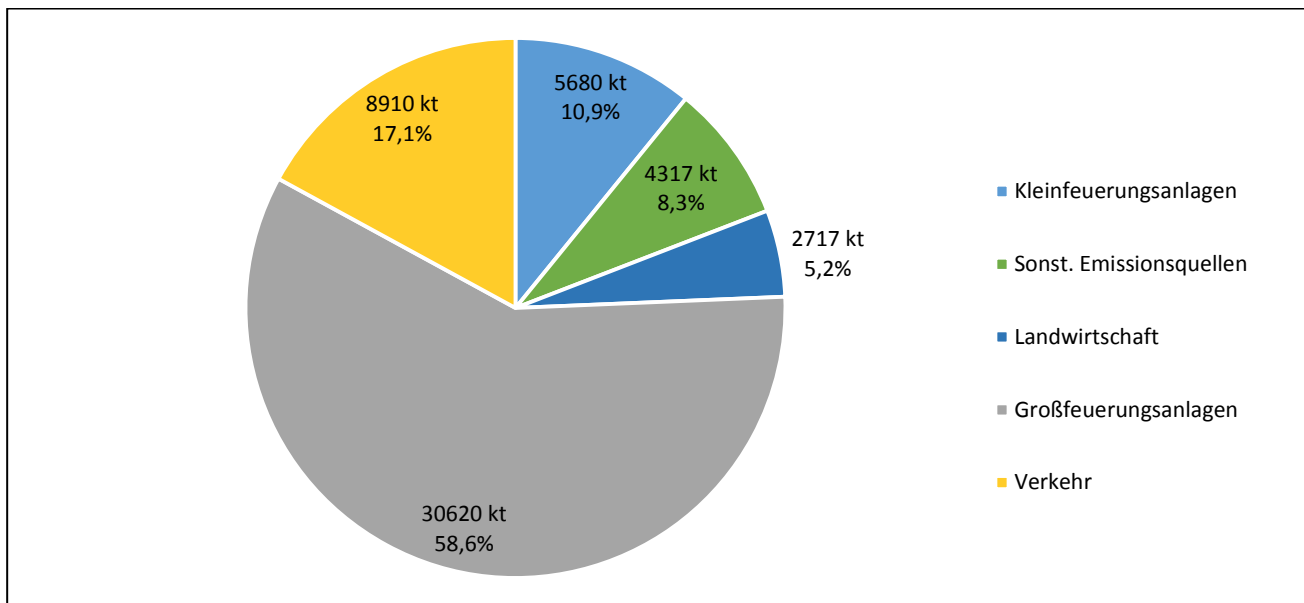
### Status quo und Einordnung

Bezogen auf den Bilanzrahmen der Nationalen Emissionsberichterstattung (Haenel et al. 2012) beträgt der Anteil Emissionen aus der Landwirtschaft inkl. Landnutzung/Landnutzungsänderung an den Gesamtemissionen des Freistaates Sachsen etwa 5,2 % (vgl. Abbildung 2). Vor allem Groß- und Kleinf Feuerungsanlagen sowie der Verkehr stellen die Hauptemissionsquellen in Sachsen dar.

Bei Betrachtung des gesamten Bilanzraums „Landwirtschaft“ des vorliegenden Berichts nach der o. a. Definition beträgt dieser Anteil etwa 7,6 %. Zu beachten ist dabei, dass der landwirtschaftliche Verkehr bereits im Bericht zu den Luftschadstoff- und THG-Emissionen in Sachsen (LfULG 2012) im Sektor Verkehr berücksichtigt ist. Der direkte Energieeinsatz in der Landwirtschaft ist analog in den Emissionen der Groß- und Kleinf Feuerungsanlagen enthalten. Im Bilanzrahmen des vorliegenden Berichts (Abbildung 3) wurden beiden THG-Quellen (Verkehr, direkter Energieeinsatz) der Landwirtschaft zugeordnet. Zusätzlich berücksichtigte Emissionsquellen sind die N-Mineraldüngerherstellung, Zukauffuttermittel ohne Landnutzungsänderung und weitere Vorketten (z. B. Herstellung von Pflanzenschutzmitteln und weiteren Düngemitteln). Weil insbesondere THG-Emissionen der Prozessvorketten (z. B. Mineraldünger- und Pflanzenschutzmittelherstellung, Erzeugung und der Transport von Zukauffuttermitteln) teilweise oder gänzlich außerhalb der sächsischen Landesgrenzen anfallen, führen diese zu einer leichten Überbewertung des Anteils der Landwirtschaft an der sächsischen THG-Bilanz. Zusätzlich wurde die Vermeidung von THG-Emissionen aus der Wirtschaftsdüngerlagerung/-ausbringung durch Einsatz in BGA bilanziell berücksichtigt.

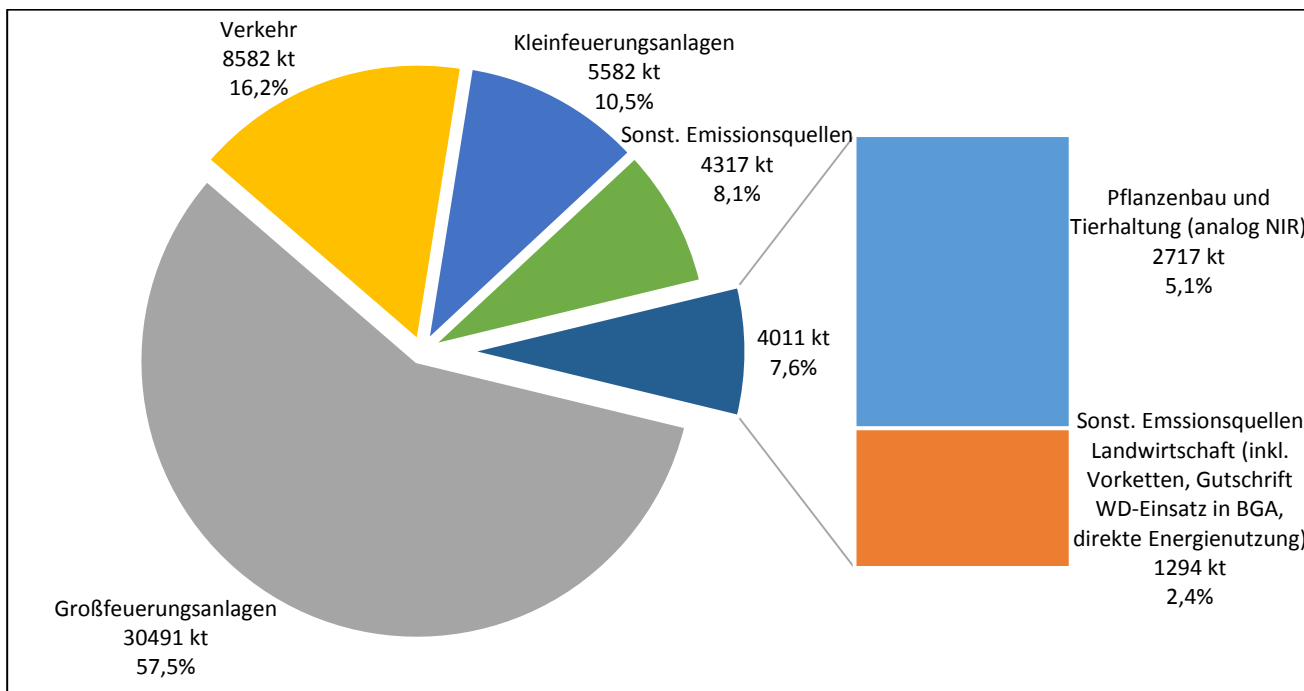
Die Landwirtschaft im Freistaat Sachsen hat im Vergleich zum Bundesdurchschnitt von ca. 5,1 t  $CO_2e/ha$  LN mit ca. 3,0 t  $CO_2e/ha$  LN eine sehr gute flächenbezogene THG-Bilanz und auch die einwohnerspezifischen Werte schneiden im Vergleich positiv ab. Diese guten Bilanzzahlen sind im Wesentlichen auf die unterdurchschnittlichen Tierbesatzzahlen des

Freistaates Sachsen bei zum Bundesdurchschnitt vergleichbarer Einwohnerdichte zurückzuführen. Hieraus leitet sich eine Deckungslücke bei der Versorgung der Bevölkerung mit tierischen Lebensmitteln aus einheimischer Produktion ab. Dies hat zur Folge, dass THG-Emissionen in einer Größenordnung von ca. 800 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr mit tierischen Lebensmitteln aus anderen (Bundes)-ländern nach Sachsen importiert werden, die in der flächenbezogenen Bilanz des Freistaates nicht enthalten sind. Dagegen wird in Sachsen im Bereich der Stromerzeugung zur Allgemeinversorgung (Großkraftwerke) ein Überschuss erzielt und in andere (Bundes)-länder exportiert. THG-Emissionen im Bereich von etwa 19.500 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr werden somit der sächsischen Emissionsbilanz zugeordnet, ohne dass der Bedarf hierfür in Sachsen gegeben ist (SMWA 2014).



**Abbildung 2: Zusammensetzung der THG-Emissionen (kt CO<sub>2</sub>e/a) in Sachsen nach Emissionsquellen, Bilanzraum Landwirtschaft gemäß NIR-Bericht inkl. Landnutzung/Landnutzungsänderung (Bezugsjahr 2010)**

Quelle: LfULG (2012)

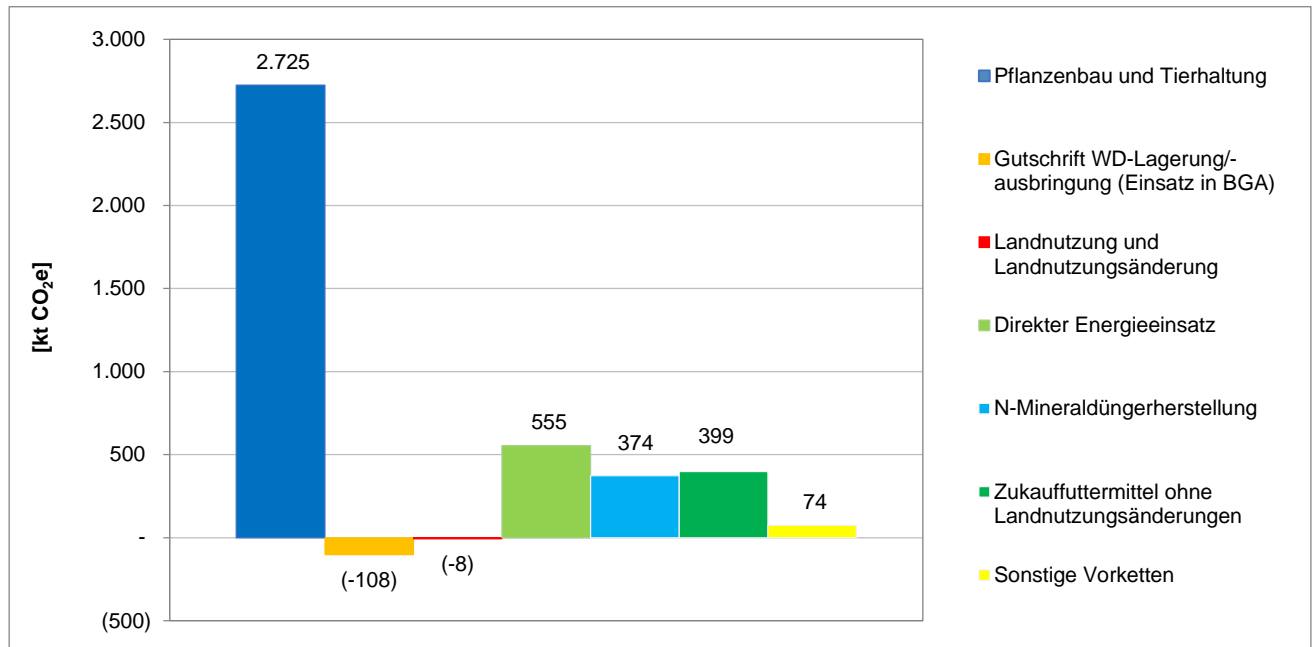


**Abbildung 3: Zusammensetzung der THG-Emissionen (kt CO<sub>2</sub>e/a) in Sachsen nach Emissionsquellen, Bilanzraum Landwirtschaft gesamt im vorliegenden Bericht (Bezugsjahr 2010)**

Quelle: LfULG (2012), eigene Berechnungen

## 2 Treibhausgas-Emissionen im Jahr 2010

In Abbildung 4 sind die THG-Emissionen der betrachteten Quellgruppen zusammenfassend dargestellt, die den Aktivitäten der sächsischen Landwirtschaft entweder direkt oder indirekt<sup>1</sup> zuzuordnen sind. Die absoluten THG-Emissionen belaufen sich in Summe auf etwa **4.011 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr**.

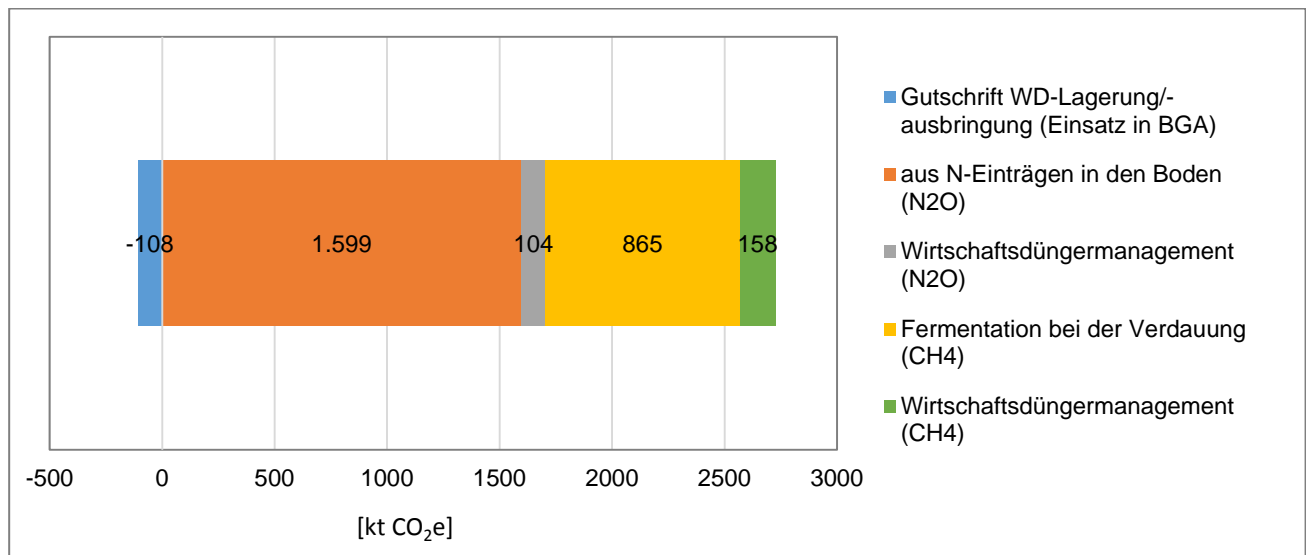


**Abbildung 4: Zusammenfassung der THG-Emissionen in der sächsischen Landwirtschaft für das Jahr 2010**

### Pflanzenbau und Tierhaltung

Wird die Gutschrift aus der Nutzung von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen berücksichtigt, ergeben sich THG-Emissionen aus dem Pflanzenbau und der Tierhaltung in Höhe von 2.617 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Es wird deutlich, dass insbesondere durch die Düngung von landwirtschaftlich genutzten Böden hohe N<sub>2</sub>O-Emissionen entstehen, gefolgt von Methanemissionen aus der Verdauung von Wiederkäuern. N<sub>2</sub>O- und CH<sub>4</sub>-Emissionen aus dem Wirtschaftsdüngermanagement machen einen geringeren Teil aus (vgl. Abbildung 5). Die Methan- und Lachgasemissionen aus Pflanzenbau und Tierhaltung konnten im Jahr 2010 im Vergleich zu 1990 um ca. 31 % reduziert werden.

<sup>1</sup> In der nationalen Emissionsberichterstattung für die Landwirtschaft (HAENEL et al. 2012) sind nur die Beiträge für die Quellgruppen „Pflanzenbau und Tierhaltung“ für Sachsen explizit ausgewiesen. Emissionen aus dem Bereich „Landnutzung und Landnutzungsänderung“ sind in UBA (2012b) für Gesamtdeutschland aufgeführt, sachsenspezifische Zahlen wurden auf Anfrage zur Verfügung gestellt. Andere relevante Emissionsquellen (Energieeinsatz, Mineraldüngerherstellung, Futtermittelimporte, Herstellung von Pflanzenschutzmitteln) wurden durch eigene Berechnungen abgeschätzt. Letztgenannte Quellen sind in der gesamtdeutschen Treibhausgasbilanz zumindest anteilig enthalten, insofern die entsprechenden Prozesse (Düngemittelherstellung, Energieerzeugung, Futtermittelproduktion) in Deutschland angesiedelt sind.



**Abbildung 5: THG-Emissionen aus der Pflanzenproduktion und Tierhaltung für das Jahr 2010**

Quelle: eigene Darstellung nach HAENEL et al. (2012); UBA (2012b)

### Landnutzung und Landnutzungsänderung

Der Bereich Landnutzung und Landnutzungsänderung in Sachsen ist im Jahr 2010 mit -8 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr in der Summe als leichte THG-Senke zu bewerten. Insbesondere die Kategorie Grünland stellt eine Senke dar. Zum einen wurden Siedlungs- und Ackerflächen in bewachsene Flächen mit Gehölzen umgewandelt (C-Bindung durch Biomasse). Zum anderen ist statistischen Auswertungen zu entnehmen, dass die Grünlandflächen von 2003 bis 2010 leicht zunahm. Unterschiedliche Erfassungsmethoden stehen hierbei allerdings zur Diskussion. Eine THG-Quelle ist die Kategorie Acker, die u. a. die Emissionen aus umgewandelten Grünlandflächen hin zu Ackerflächen sowie Emissionen aus der Nutzung von Moorböden beinhaltet.

### Direkter Energieeinsatz

Im Bereich des direkten Energieeinsatzes wurde der Verbrauch an Strom, Brennstoffen und Diesel bewertet. Für alle Energieträger zusammen wurden insgesamt THG-Emissionen von 555 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr abgeschätzt. Dabei stellen die Emissionen aus dem Dieserverbrauch die größte THG-Quelle in diesem Bereich dar.

### Ausgewählte Vorketten

Die Emissionen aus der Herstellung von N-Mineraldüngern wurden auf Basis des Inlandsabsatzes der jeweiligen Düngemittel abgeschätzt. Im Jahr 2010 wurden demnach etwa 374 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent durch die Herstellung stickstoffbasierter Düngemittel emittiert. Der Bedarf an Zukauffuttermitteln für den Freistaat Sachsen wurde über den Rohproteinbedarf des Tierbestandes und unter Berücksichtigung der durchschnittlichen Futterrationen mit Fokus auf die Hauptproteinfuttermittel Soja- und Rapsschrot berechnet. Es wurden Emissionen aus dem Anbau über den N-Düngerbedarf sowie Verarbeitungs- und Transportemissionen berücksichtigt. Emissionen für das Koppelprodukt Öl und Landnutzungsänderungen wurden nicht berücksichtigt. In Summe ergeben sich THG-Emissionen in Höhe von rund 274 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Weitere THG-Emissionen in Höhe von 125 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr resultieren aus Transporten und der Verarbeitung einheimischer Rohstoffe (Raps, Getreide), die in Form von Mischfutterprodukten als Zukauffuttermittel in der Tierhaltung Verwendung finden. Damit ergeben sich insgesamt THG-Emissionen aus Zukauffuttermitteln in Höhe von ca. 399 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Zur Vervollständigung der Gesamtbilanz wurden zusätzlich weitere Prozessvorketten (Herstellung von Pflanzenschutzmitteln, Phosphat-, Kali- und Kalkdüngemitteln) berücksichtigt. Die Emissionen der einzelnen Vorketten sind als relativ gering einzuschätzen, in Summe ergeben diese jedoch eine nicht zu vernachlässigende Größenordnung von etwa 74 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Den größten Anteil daran hat die Herstellung von Kalkdünger und Pflanzenschutzmitteln.

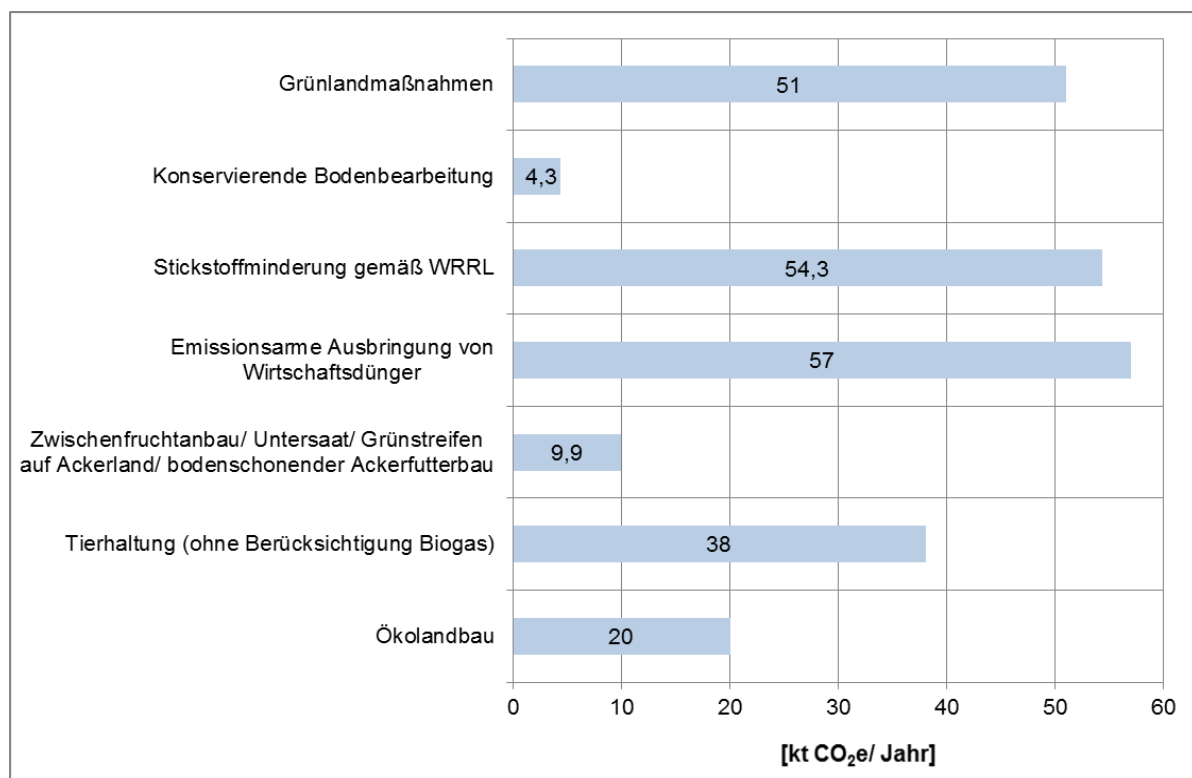
# 3 Ist-Situation der Klimaschutzleistungen

## Gesamtbewertung der bisher erbrachten Klimaschutzleistungen

Die Summe der zum Zeitpunkt 2010 bereits geleisteten THG-Minderungen kann mit **etwa 206 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr<sup>2</sup>** abgeschätzt werden. Die THG-Emissionen konnten durch die bereits umgesetzten Minderungsmaßnahmen um ca. 5 % auf den in Kapitel 2 dargestellten IST-Stand des Jahres 2010 reduziert werden.

Zusätzlich können vermiedene THG-Emissionen durch eine energetische Biomassenutzung in Höhe von etwa 520 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr als Minderungsleistung dargestellt werden. Weil sich diese Minderungsleistungen auf abweichende (größere) Bilanzgrenzdefinitionen beziehen, können diese Werte nicht ohne weiteres in die summative Betrachtung aufgenommen werden. THG-Minderungsleistungen können auf Grund fehlender Datenverfügbarkeit für den Bereich des direkten Energieeinsatzes, der stofflichen Nutzung nachwachsender Rohstoffe sowie den Einsatz von Breitreifen/Niederdruckreifen, Reifendruckregelanlagen und Gleisketten nicht quantitativ ausgewiesen werden. Aufgrund unzureichender Bewertungsmaßstäbe bzw. Datengrundlagen wurde außerdem auf die Abschätzung von Effekten indirekter Landnutzungsänderungen (iLUC) infolge des Anbaus von Energiepflanzen zur Biokraftstoffproduktion oder dem Anbau von (Zukauf)-Futtermitteln für die Tierproduktion verzichtet. Entsprechende Effekte wurden jedoch in der Studie des LfULG (2014) qualitativ diskutiert.

In der nachfolgenden Abbildung sind die Klimaschutzleistungen der einzelnen Bereiche zusammenfassend dargestellt.



**Abbildung 6: Zusammenstellung aller betrachteten Klimaschutzleistungen zum Jahr 2010 (ohne Berücksichtigung der bilanzübergreifenden Biomassenutzungstechnologien)**

<sup>2</sup> Der Betrachtungszeitraum liegt schwerpunktmäßig auf den Jahren 2000 bis 2010, wobei eine zeitbezogene Herleitung von THG-Minderungsleistungen nicht in allen Fällen möglich ist. Die THG-Minderungspotenziale aus dem Themenblock Stickstoffminderung gemäß WRRL werden nur anteilig für die in den weiteren Positionen nicht bewerteten Maßnahmen mit 25,82 kt CO<sub>2</sub>e/Jahr bei der Summierung der Klimaschutzleistungen 2010 berücksichtigt. Dieser Wert repräsentiert N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der nicht über die AuW geförderten Zwischenfruchtfläche, der konservierenden Bodenbearbeitung und AuW G10. Für die ebenfalls unter dem Thema WRRL betrachteten Maßnahmen S1, S2, S3, S5, S6 und Ö1 wurden jeweils die Ergebnisse der Vertiefungskapitel herangezogen.

Die wesentlichen Minderungsleistungen stellen sich wie folgt dar:

### Erhalt und Etablierung von Grünland

Ein Verzicht auf Grünlandumbruch führt zur Vermeidung von zusätzlichen THG-Emissionen. Der Schutz von Grünlandflächen – insbesondere mit hohen Gehalten an organischem Bodenkohlenstoff – ist aus Sicht des Klimaschutzes zu fördern, wengleich zu berücksichtigen ist, dass die Anreicherung von Boden-C zeitlich und mengenmäßig begrenzt ist. Pro Hektar können bei Verzicht auf Grünlandumbruch Emissionen in Höhe von 72 t CO<sub>2</sub>-Äquivalent/ha vermieden werden. Weil die Grünlandfläche zwischen 2002 und 2012 nahezu gleich geblieben ist, wird keine THG- Minderung festgestellt.

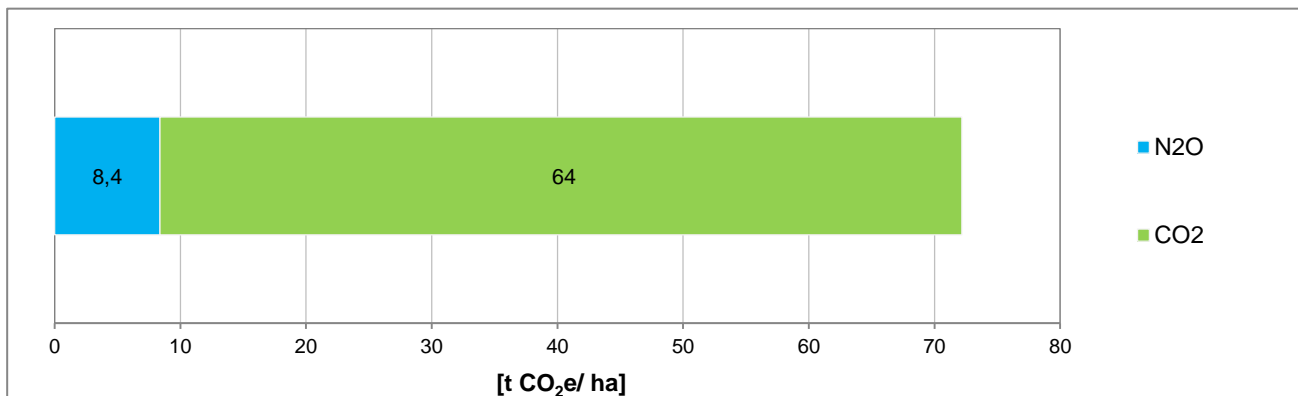


Abbildung 7: THG-Emissionen pro Hektar, die durch den Verzicht auf Grünlandumbruch vermieden werden

### Grünlandmaßnahmen

Die Etablierung von Agrarumweltmaßnahmen auf Grünlandstandorten in Sachsen führt zu einer Einsparung von organischen und mineralischen N-Düngern und damit zu einer THG-Emissionsminderung von bisher 730 kg CO<sub>2</sub>-Äquivalent/ha und Jahr. Spielen jedoch Ertragsparameter und Futterqualität eine Rolle, kann die THG-Bilanz von stark extensiv genutzten Standorten negativ beeinflusst werden. Bestimmte Tierkategorien brauchen beispielsweise energiereiches Grobfutter aus der 4- bzw. 3-Schnittnutzung, das nicht durch 1-Schnittnutzung ersetzt werden kann. Der Einspareffekt durch extensive Grünlandnutzung infolge der Umsetzung von Agrarumweltmaßnahmen kann daher deutlich geringer ausfallen. Die THG-Einsparung durch die Reduzierung des Kraftstoffverbrauches bei Umsetzung von Extensivierungsmaßnahmen beträgt 6 bis 9 kt CO<sub>2</sub>/Jahr. Zur Berechnung der Klimaschutzleistung aus dem verminderten N-Eintrag wurde eine Extensive Grünlandbewirtschaftung nach den Richtlinien AuW/2007 und RL NE/2007 einer konventionellen Grünlandbewirtschaftung gegenübergestellt. Es ergibt sich für Sachsen eine Einsparung von ca. 42 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent für das Jahr 2010.

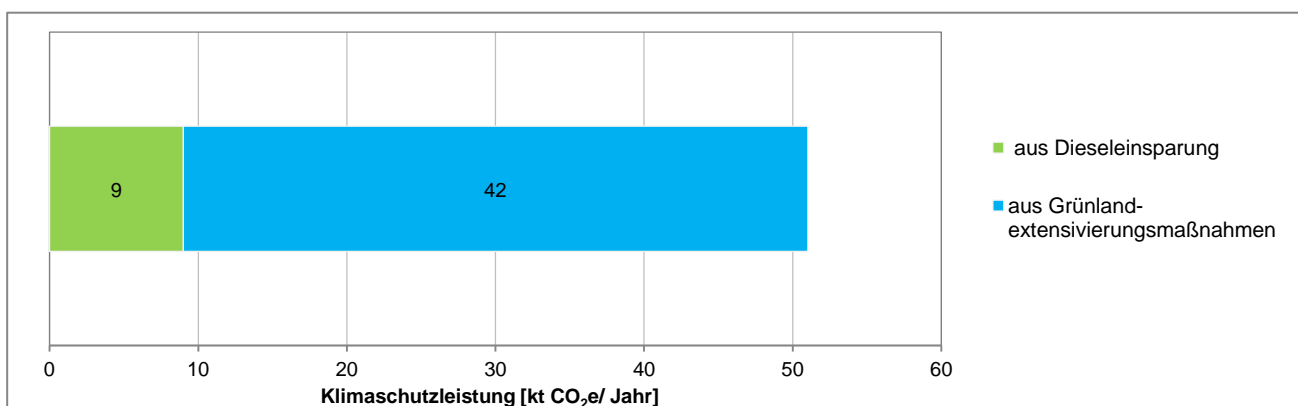


Abbildung 8: Klimaschutzleistung aus der Einsparung von THG-Emissionen durch die Etablierung von Grünlandmaßnahmen

### Energetische Biomassenutzung

Bezieht man die THG-Minderungsleistungen aller betrachteten Biomasse-Nutzungstechnologien auf den Bilanzrahmen der landwirtschaftlichen Urproduktion, lassen sich die in Abbildung 9 dargestellten THG-Minderungen in Höhe von ca. 520 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr als Zusatzeffekte ausweisen. Die höchsten absoluten THG-Minderungsleistungen wurden durch die Biogastechnologie erreicht. Im Jahr 2010 wurden fast 60 % der anfallenden Rindergülle und ca. 25 % der anfallenden Schweinegülle in Biogasanlagen energetisch verwertet. Für diese Stoffströme ergeben sich hohe spezifische THG-Minderungsleistungen, weil Emissionen aus der Lagerung dieser Stoffe vermieden werden und zusätzlich Strom aus erneuerbaren Quellen bereitgestellt wird.

Es sollten Nutzungstechnologien bevorzugt werden, die landwirtschaftliche Reststoffe (Wirtschaftsdünger, Stroh) bzw. nachwachsende Rohstoffe mit hohem Flächenertrag als Ganzpflanze verwerten oder im Falle von Ölsaaten nur eine geringe Verarbeitungstiefe aufweisen. Aufgrund auszuschließender Verdrängungseffekte (direkter und indirekter Landnutzungsänderungen) sollte die Verwertung von Reststoffen präferiert werden. Auch die Erzeugung von Biokraftstoffen zeigt insbesondere durch die Nutzung von Koppelprodukten als hochwertiges Tierfutter positive Zusatzeffekte für die Landwirtschaft und den Klimaschutz auf.

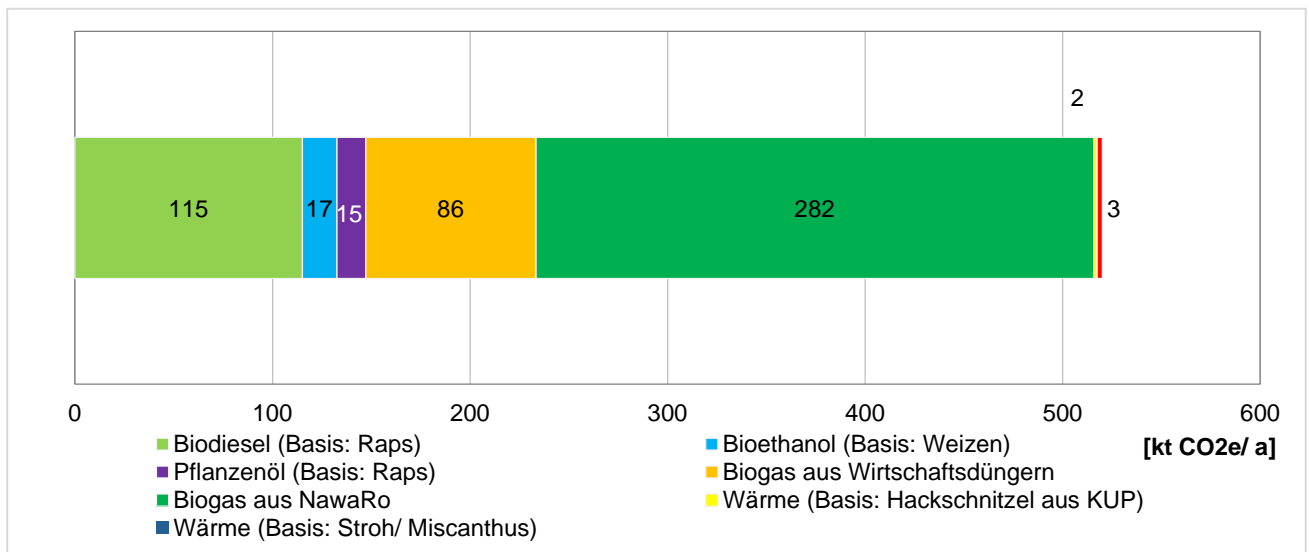


Abbildung 9: Zusätzlich anrechenbare THG-Minderungseffekte energetischer Biomasse-Nutzungspfade bezogen auf den Bilanzraum der sächsischen Landwirtschaft

### Anwendung konservierender Bodenbearbeitung/Direktsaat

Konservierende Bodenbearbeitung wird derzeit auf einer Fläche von insgesamt ~222.000 ha bzw. ~30 % der AF umgesetzt, Tendenz weiter steigend. Im Schnitt berechnen sich im Gesamt-Anbauverfahren durch die dauerhaft konservierende Bodenbearbeitung Treibstoffeinsparungen von 5 % (bei pessimistischer Annahme einer Bearbeitungstiefe von 20 bis 25 cm) und bei Direktsaat von ~41 % gegenüber wendender Bearbeitung. In Summe werden aktuell ~150 kt CO<sub>2</sub>/Jahr aus der Bodenbearbeitung freigesetzt. Damit wird eine Klimaschutzleistung gegenüber 100 % wendender Bearbeitung von ca. 2,7 % (4,2 kt/Jahr) realisiert. Weitere Potenziale bestehen noch in der Ausdehnung insbesondere der Direktsaatverfahren. Die Bewertung der THG-Minderung durch reduzierte N<sub>2</sub>O-Emissionen aus der N-Nachlieferung erfolgte unter dem Punkt Stickstoffminderung gemäß WRRL, sie beträgt 21 kt CO<sub>2</sub>e/Jahr. Nicht in die Betrachtung einbezogen wurden potenzielle N<sub>2</sub>O-Emissionen aus Änderungen des Stickstoffbodenvorrates und Änderungen des Pflanzenschutzaufwandes sowie mögliche auf die Bodenbearbeitung zurückzuführende Ertragsunterschiede, weil hier noch erhebliche Unsicherheiten bestehen. Hauptziel der Maßnahmen bleibt der Erosionsschutz und die Vermeidung von P-Einträgen in Gewässer.

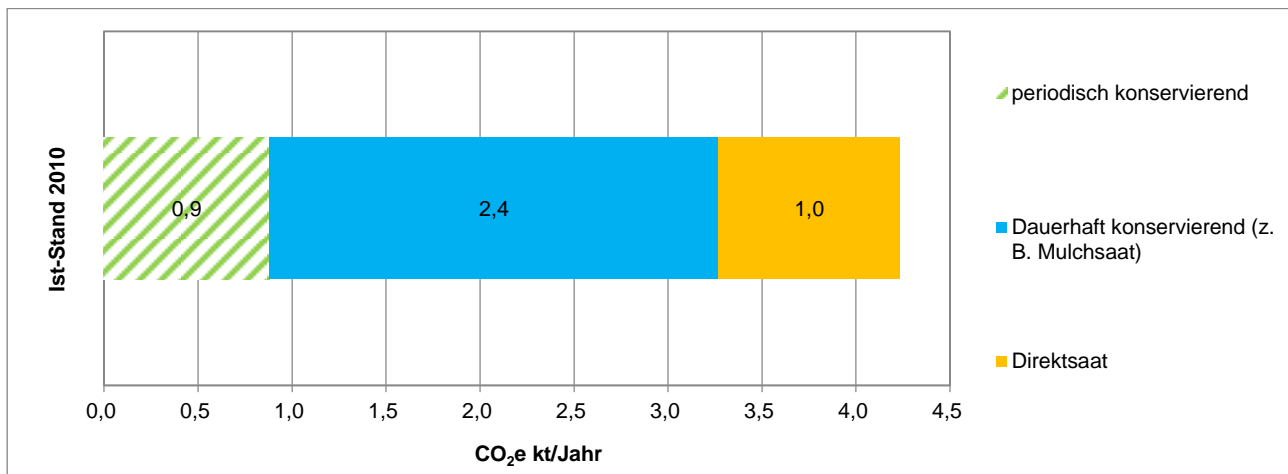


Abbildung 10: THG-Minderung aus dem Treibstoffverbrauch für die Bodenbearbeitung durch Einsatz konservierender Bearbeitungsverfahren unter Berücksichtigung der Flächenanteile 2010

### Stickstoffminderung gemäß WRRL

Der Freistaat Sachsen fördert zur Umsetzung der Ziele der Europäischen Wasserrahmenrichtlinie stoffaustragsmindernde Maßnahmen, u. a. den Zwischenfruchtanbau, den Anbau von Untersaaten, die konservierende Bodenbearbeitung sowie die Anlage von Grünstreifen an Oberflächengewässern. Die Maßnahme konservierende Bodenbearbeitung deckte im Jahr 2010 schon große Teile der vorgesehenen Zielflächen ab, Zwischenfrüchte, Untersaaten und Randstreifen erreichen erst rund 50 % der Zielflächen. Auf Basis des N- Minderungspotenzials dieser Maßnahmen berechnet sich eine Klimaschutzleistung von 38,1 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr für die geförderten Flächen. Werden die zusätzlich auf freiwilliger Basis umgesetzten Maßnahmen grob abgeschätzt, so ergibt sich eine zusätzliche THG-Klimaschutzleistung von 16,2 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. In der Summe ergibt sich eine Klimaschutzleistung von 54,3 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Eine Beeinflussung der THG-Emissionen aus dem Treibstoffverbrauch sowie mögliche Ertrags-, Qualitäts- und Verdrängungseffekte wurden nicht berücksichtigt.

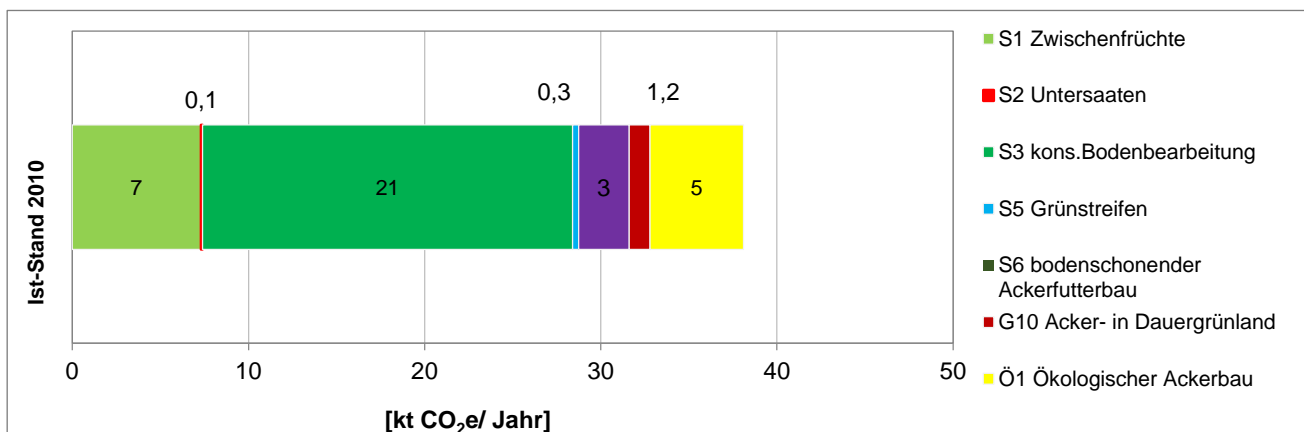


Abbildung 11: THG-Minderung stoffaustragsmindernder AuW-Maßnahmen 2010 auf Basis N-Minderungspotenzial



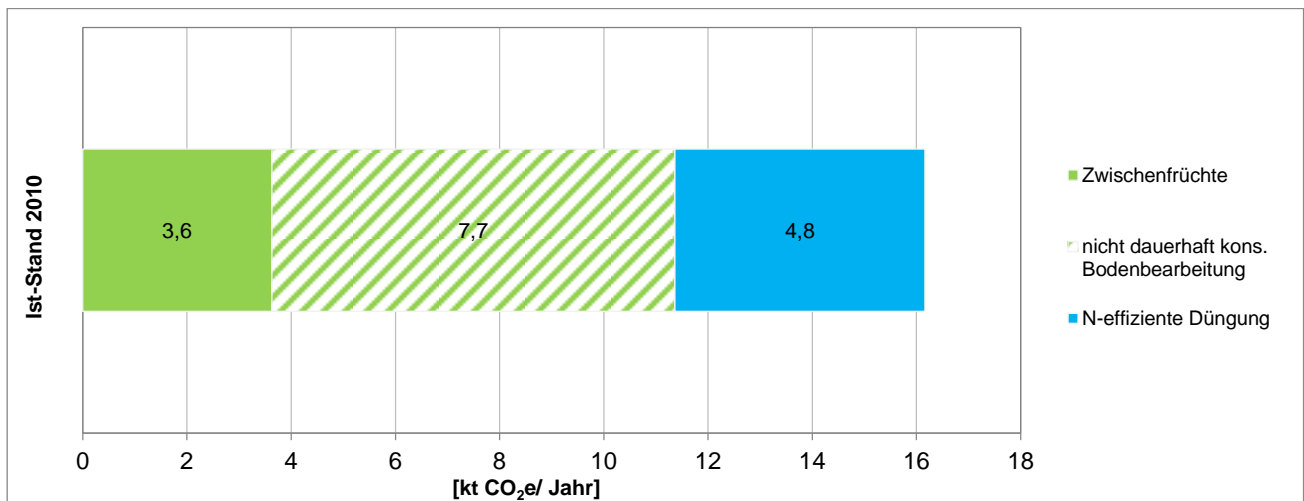


Abbildung 12: THG-Minderung stoffaustragsmindernder Maßnahmen ohne Förderung 2010 auf Basis N-Minderungspotenzial

### Emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdünger

Werden die Jahre 1990 und 2010 verglichen, so beträgt die Klimaschutzleistung durch die Einsparung von Emissionen während der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern 57 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Unsicher bleibt, ob der durch Vermeidung von Lagerverlusten höhere N-Wert der Gülle in der Düngeplanung auch angerechnet wurde und somit in der Praxis tatsächlich von einer Einsparung von Mineraldüngern und damit Einsparung von THG-Emissionen ausgegangen werden kann.

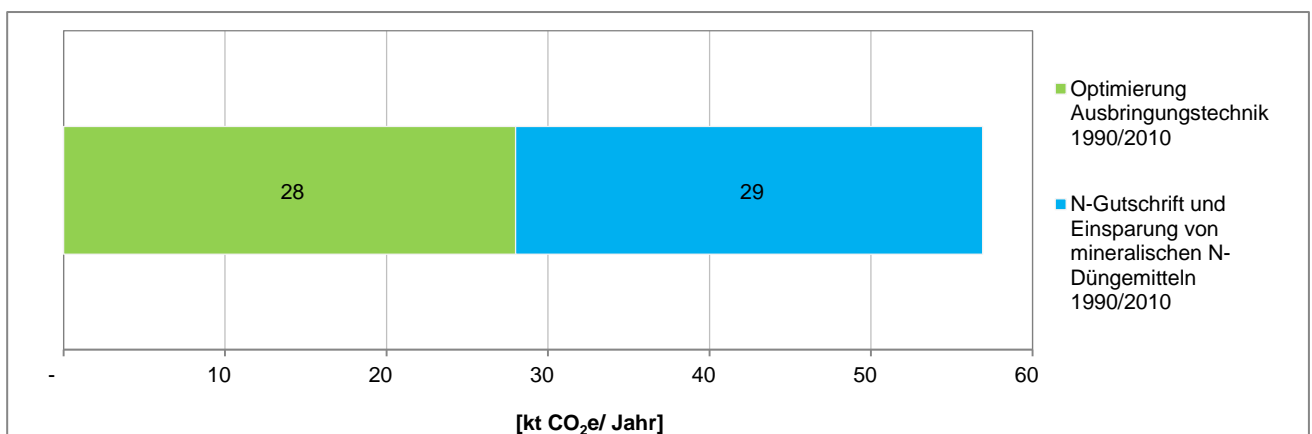
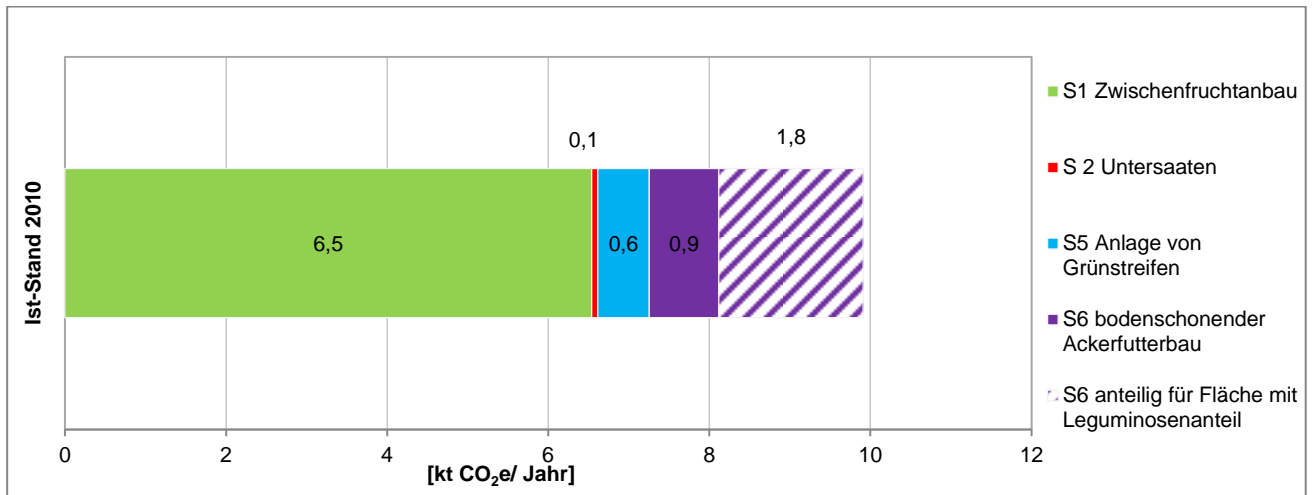


Abbildung 13: Klimaschutzleistung infolge der verbesserten Ausbringungstechnik und Anrechnung der N-Gutschrift 1990/2010

### Zwischenfruchtanbau/Untersaat/Grünstreifen auf Ackerland/bodenschonender Ackerfutterbau

Die stoffaustragsmindernden AuW-Maßnahmen S1-Zwischenfruchtanbau, S2-Untersaaten, S5-Anlage von Grünstreifen und S6-bodenschonender Ackerfutterbau wurden im Hinblick auf ihre Klimaschutzleistungen vertieft untersucht. Flächenwirkung hat derzeit vor allem die Zwischenfruchtmaßnahme, gefolgt vom bodenschonenden Ackerfutterbau. Untersaaten und Ackerrandstreifen lagen 2010 jeweils deutlich unter 1.000 ha. Hauptziel der Maßnahmen ist jeweils der Erosionsschutz und die Stoffaustragsminderung. Eine Minderung der THG-Emissionen kann lediglich den Stellenwert eines positiven Nebeneffektes einnehmen. Die Berechnung der Klimaschutzleistungen berücksichtigt Emissionen aus dem Treibstoffbedarf, der Stickstoffaustragsminderung und reduzierter Düngung bei Anbau von Leguminosengemengen (S6). In Summe der vier Maßnahmen berechnet sich eine Klimaschutzleistung von 9,9 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr. Nicht berücksichtigt wurden THG-Emissionen durch mögliche Verdrängungs-, Ertrags- und Qualitätseffekte.



**Abbildung 14: Klimaschutzleistung der AuW-Maßnahmen S1 Zwischenfruchtanbau, S2 Untersaaten, S5 Anlage von Grünstreifen und S6 bodenschonender Ackerfutterbau für Sachsen 2010 auf Basis von N-Minderung und Treibstoffverbrauch**

### Tierhaltung

In der Tierhaltung wurden im Zeitraum zwischen 2000 und 2010 durch Optimierungsmaßnahmen im Bereich der Milchproduktion (tierbezogene Leistungssteigerung um fast 20 % bei gleichzeitiger Reduzierung der Tierzahlen auf ein ähnliches Produktionsniveau), bei der Fütterung von Schweinen bzw. der Lagerung von Wirtschaftsdüngern dieser Tiergruppe Emissionsminderungen erreicht.

Bezieht man diese auf die Tierbestandszahlen bzw. Erzeugungsmengen an Milch aus dem Jahr 2000, lässt sich eine absolute THG-Minderung von ca. 38 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr darstellen. Eine deutlich höhere Emissionsminderung von ca. 108 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr lässt sich dem Einsatz von Wirtschaftsdüngern in Biogasanlagen durch vermiedene Emissionen bei der Wirtschaftsdüngerlagerung zuschreiben. Diese Zahlen sind jedoch in der THG-Gesamtbilanz des Freistaates Sachsen (Kapitel 2) bereits berücksichtigt.

### Bewirtschaftungsverfahren Ökologischer Landbau

Der ökologische Landbau nimmt in Sachsen etwa 3,4 % der Anbaufläche ein. Durch die ökologische Pflanzenproduktion können die flächenbezogenen THG Emissionen aufgrund des geringeren Betriebsmitteleinsatzes gesenkt werden. Die flächenbezogene THG-Einsparung beträgt ~20 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr gegenüber konventioneller Nutzung. Die produktbezogenen THG-Emissionen sind dagegen stark ertragsabhängig. Das produktbezogene THG-Minderungspotenzial fällt in den meisten Fällen nur gering aus bzw. kann bei einzelnen Kulturen auch Mehremissionen bedingen.

Für die ökologische Tierhaltung zeigen sich beim Vergleich der Pro-Kopf-Emissionen Vorteile der ökologischen Milchvieh- und Rinderhaltung. Werden die Emissionen produktbezogen berechnet, so weisen der konventionelle und der ökologische Anbau nahezu gleiche THG-Emissionen auf. Die Schweine- und Mastgeflügelhaltung zeigt im ökologischen Anbau sowohl pro Kopf als auch pro Produkteinheit höhere Emissionen als die konventionelle Erzeugung.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass durch den ökologischen Ackerbau eine, wenn auch geringe, klimaschonende Wirkung erzielt werden kann. Die ökologische Tierhaltung zeigt dagegen nach aktuellem Kenntnisstand keine Vorteile und kann auch höhere Emissionen als die konventionelle aufzeigen. Das THG-Minderungspotenzial ist weniger vom System des ökologischen Landbaus als vielmehr dem jeweiligen Betriebsmanagement abhängig. Neueste Ergebnisse von HÜLSBERGEN et al. (2013) lassen jedoch bei optimierten Betrieben auf leichte Vorteile gegenüber konventioneller Bewirtschaftung schließen.

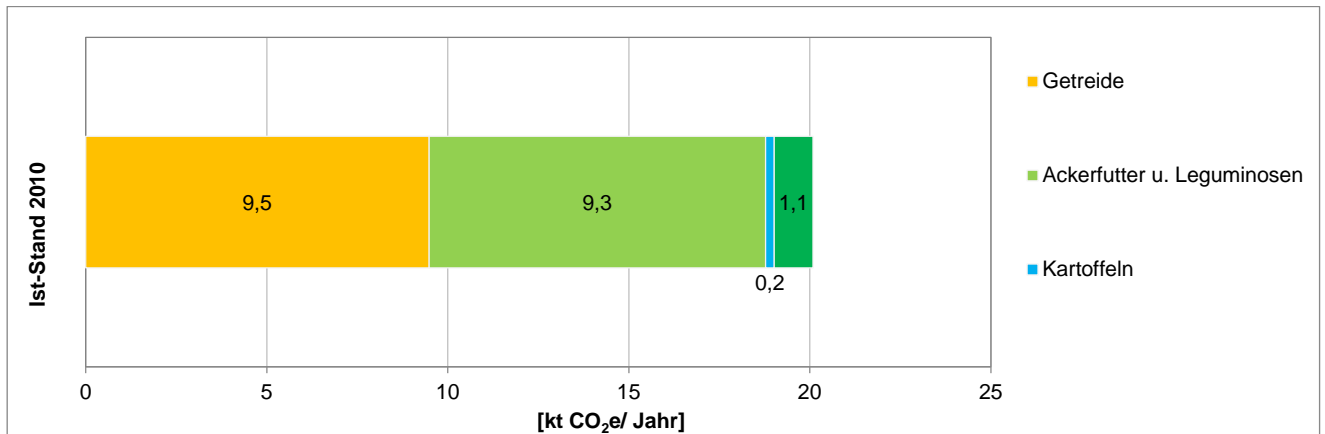


Abbildung 15: Klimaschutzleistung für die ökologische Anbaufläche Sachsens 2010

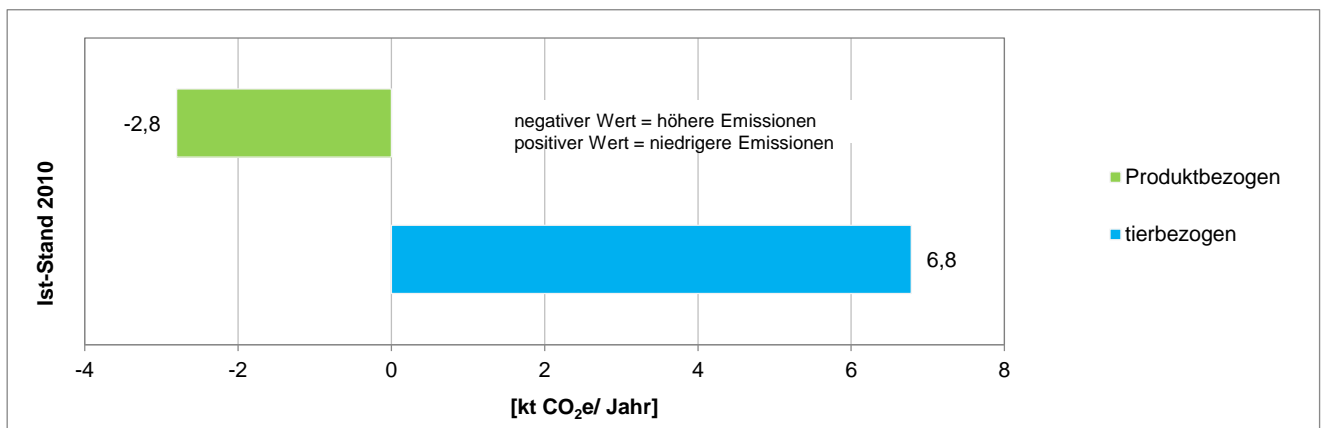


Abbildung 16: Tier- und Produktbezogenes THG-Minderungspotenzial bezogen auf den sächsischen Öko-Viehbestand 2010

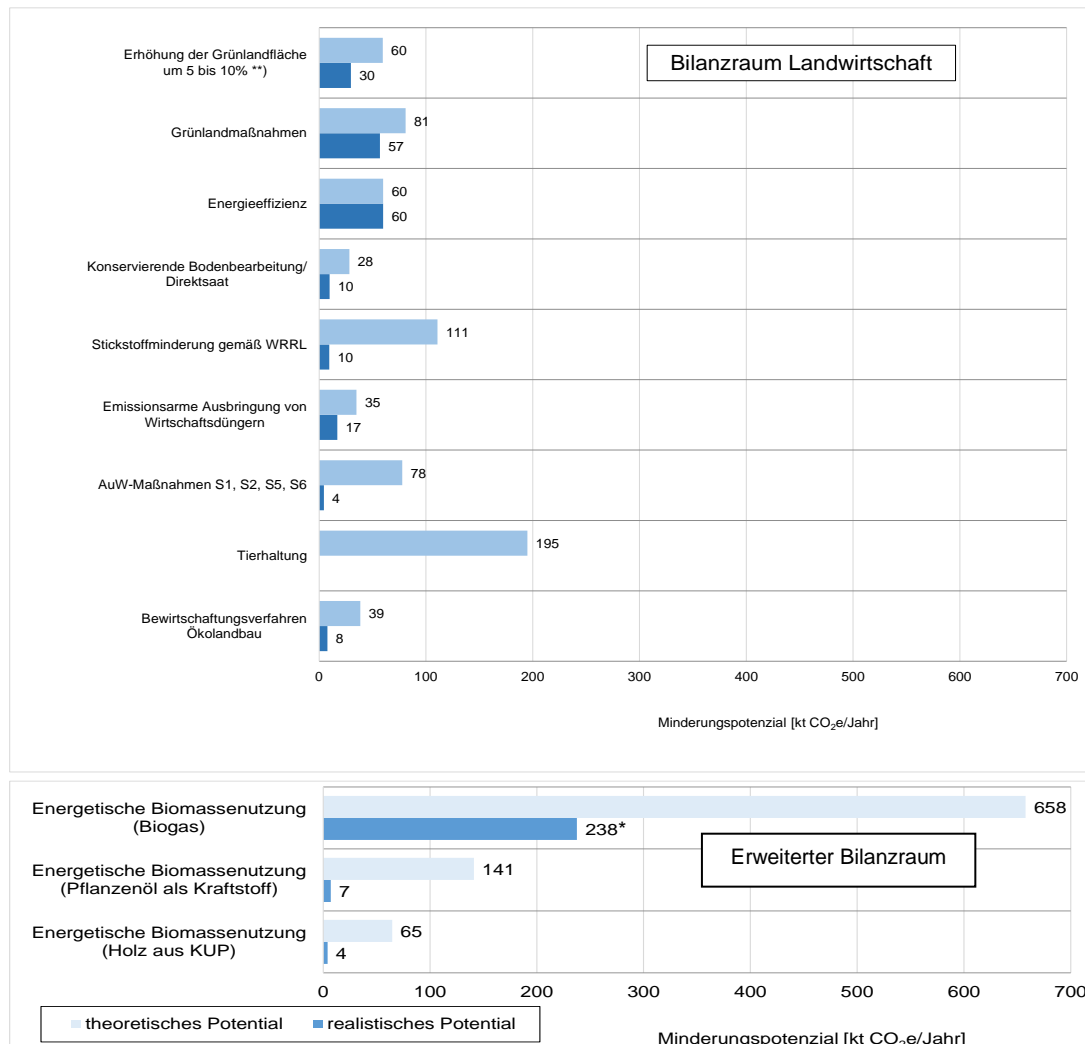
### Einfluss des Verzehrverhaltens

Der Verzehr von tierischen Lebensmitteln (insbesondere Fleisch und Wurst) in Sachsen liegt über dem bundesdeutschen Durchschnitt und insgesamt deutlich über den für eine ausgewogene Ernährung von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE 2004) empfohlenen Werten. Im Betrachtungszeitraum zwischen 2000 und 2010 gab es bundesweit keine wesentlichen Änderungen der Verzehrgewohnheiten. Die sächsische Landwirtschaft kann den hohen Bedarf an tierischen Lebensmitteln nur für das Produkt Milch aus eigener Produktion decken, bei allen weiteren tierischen Produkten kann eine Selbstversorgung nicht erreicht werden. Insbesondere der Bedarf an Schweinefleisch wird nur in geringem Umfang aus einheimischer Produktion gedeckt. Das bedeutet, dass THG-Emissionen in Höhe von ca. 800 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr mit tierischen Produkten aus anderen (Bundes)-Ländern „importiert“ werden müssen.

# 4 Klimaschutzpotenziale und deren Bewertung

Die gegenüber dem IST-Stand 2010 bis zum Jahr 2020 möglichen THG-Minderungspotenziale enthält Abbildung 17. Weil sich die verwendeten Potenzialdefinitionen zum Teil systembedingt unterscheiden bzw. Varianten und Szenarien berechnet wurden und sich auch Maßnahmen teilweise überschneiden, kann keine einfache Summation der ermittelten THG-Minderungspotenziale erfolgen. Deshalb werden die Potenziale vergleichend gegenübergestellt. Dabei wird zwischen theoretischen und den Autoren realistisch erscheinenden Potenzialen unterschieden. Maßnahmen zur Beeinflussung von Ernährungsgewohnheiten werden in der Darstellung nicht berücksichtigt.

Grundsätzlich ist auch auf die Unschärfe bei der Schätzung von THG-Minderungspotenzialen zu verweisen, die sich aus der jeweils vorliegenden Detailtiefe der Berechnungsgrundlagen ergibt, aber auch aus den im Agrarsektor üblichen Wertevarianzen durch natürliche Standortbedingungen, Witterungseinflüsse und Bewirtschaftungsfaktoren resultiert. Insofern sind die im Folgenden benannten Werte zu THG-Minderungspotenzialen und den damit verbundenen Kosten (zu Kosten vgl. Kapitel 5) als orientierende Angaben zu betrachten.



\* entspricht Minderungsleistung 2013 in Bezug auf Stand 2010

\*\* LfULG: Auch die als „realistisch“ dargestellten Minderungspotenziale sind an noch zu schaffende Voraussetzungen gebunden. Die agrarpolitischen und wirtschaftlichen Bedingungen lassen zurzeit für die Grünlandfläche selbst eine Erhöhung um 5 % kaum erwarten. Das LfULG vertritt deshalb die Position, dass es allenfalls realistisch ist, den derzeitigen quantitativen Umfang zu bewahren.

**Abbildung 17: Übersicht ermittelter THG-Minderungspotenziale ab dem Jahr 2010**

### Erhalt und Etablierung von Grünland

Der Erhalt von Grünland vermeidet zusätzliche THG-Emissionen aus der Landwirtschaft. Entscheidend ist dabei die dauerhafte Sicherung der Grünlandstandorte in sensiblen Kulissen. Wird Grünlandumbruch vermieden, so können je nach betrachtetem Szenario im Laufe von 20 Jahren in Summe zusätzliche THG-Emissionen von 672 bis 13.448 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent vermieden werden. Erst bei Neuanlage von Grünland kann tatsächlich von einer THG-Minderung gesprochen werden. Ob der Erhalt des jetzigen Grünlandumfanges in Sachsen möglich ist, hängt von der künftigen Verwertbarkeit von Grünland ab. Das Aufzeigen von Nutzungsalternativen und die Bereitstellung geeigneter Agrarumweltmaßnahmen können den Erhalt unterstützen.

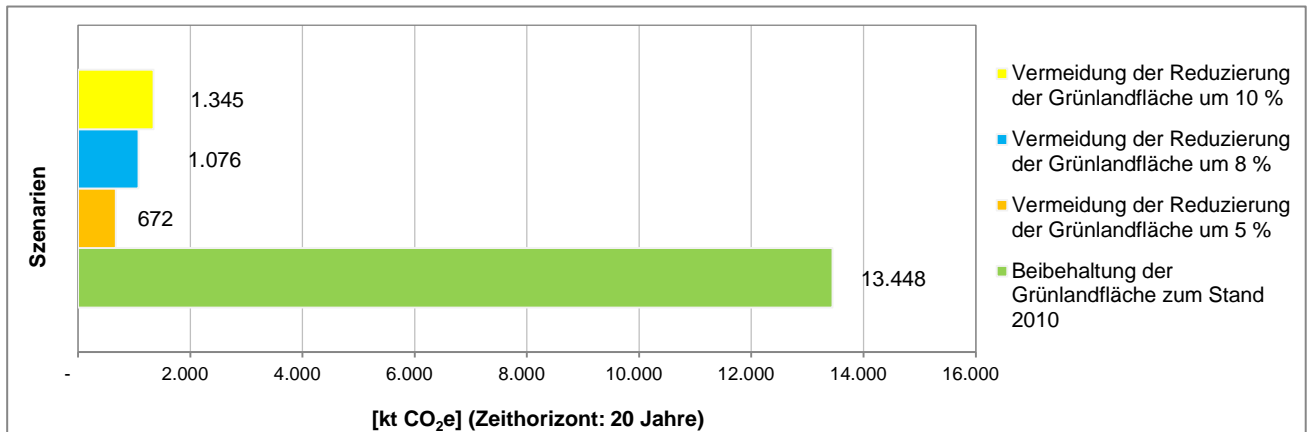


Abbildung 18: THG-Vermeidungspotenzial durch Verzicht auf Grünlandumbruch in Sachsen unter Berücksichtigung der betrachteten Szenarien (Summe in 20 Jahren)

Trotz großer Unsicherheiten hinsichtlich der zeitlichen Dynamik und der absoluten Höhe der C-Festlegung unter neu etabliertem Grünland wird ohne Berücksichtigung der Art und Intensität der Bewirtschaftung des Grünlandes und damit Freisetzung von reaktiven N-Verbindungen ein THG-Minderungspotenzial für eine potenzielle Erhöhung der Grünlandfläche in Sachsen ermittelt. Unterstellt wird, dass es agrarpolitische und betriebliche Anreize gibt, die eine Umwandlung von Acker in Grünland ermöglichen und damit eine Erhöhung des Grünlandes in Sachsen um 5 bis 10 % zur Folge haben. Eine Einsparung von THG-Emissionen ist je nach betrachtetem Szenario in Höhe von 596 bis 1.192 kt CO<sub>2</sub> über 20 Jahre summiert möglich. Das bedeutet ein THG-Minderungspotenzial von 30 bis 60 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr.

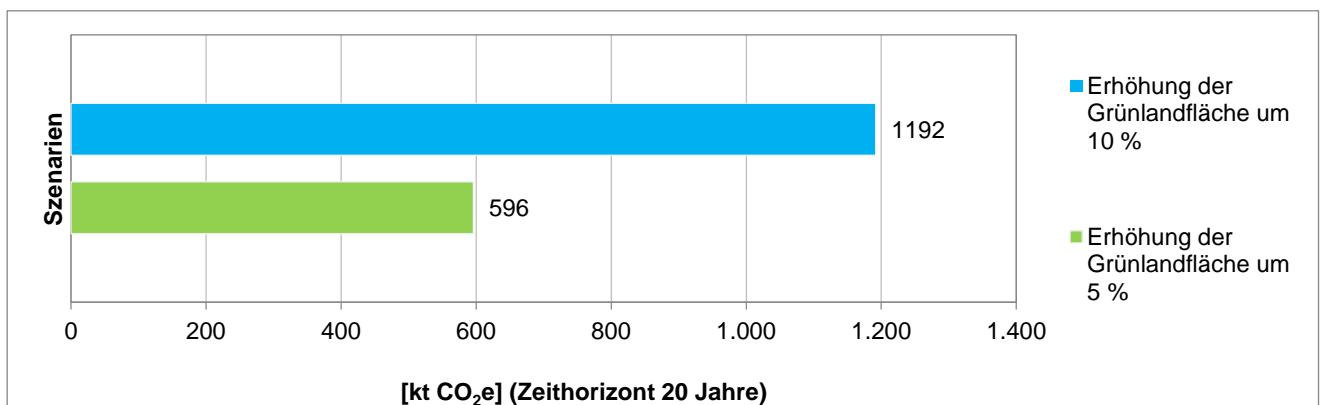
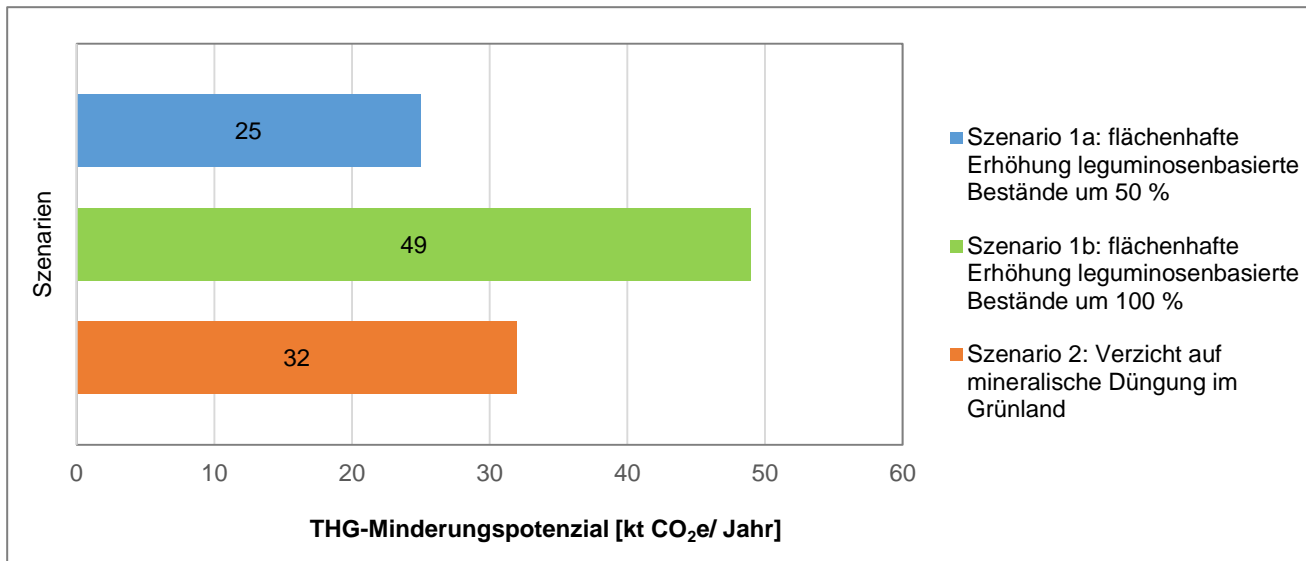


Abbildung 19: THG-Minderungspotenziale bei Erhöhung der Grünlandfläche in Sachsen (Summe in 20 Jahren)

### Grünlandmaßnahmen

In Grünland- und Futterbau-Nutzungssystemen sind die Düngestrategie sowie die Futterbestandszusammensetzung von Bedeutung, um THG-Emissionen reduzieren zu können. Es hat sich gezeigt, dass in Sachsen durch eine Erhöhung des Leguminosenanteils in Futterbausystemen eine THG-Einsparung von bis zu 49 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr möglich ist, wobei durch Ernterückstände auch zusätzliche Emissionen entstehen können. Hier besteht Forschungsbedarf. Ein Verzicht auf Mineraldüngereinsatz im Grünland bei gleichzeitiger Verringerung von Lager- und Ausbringungsverlusten von Wirtschafts-

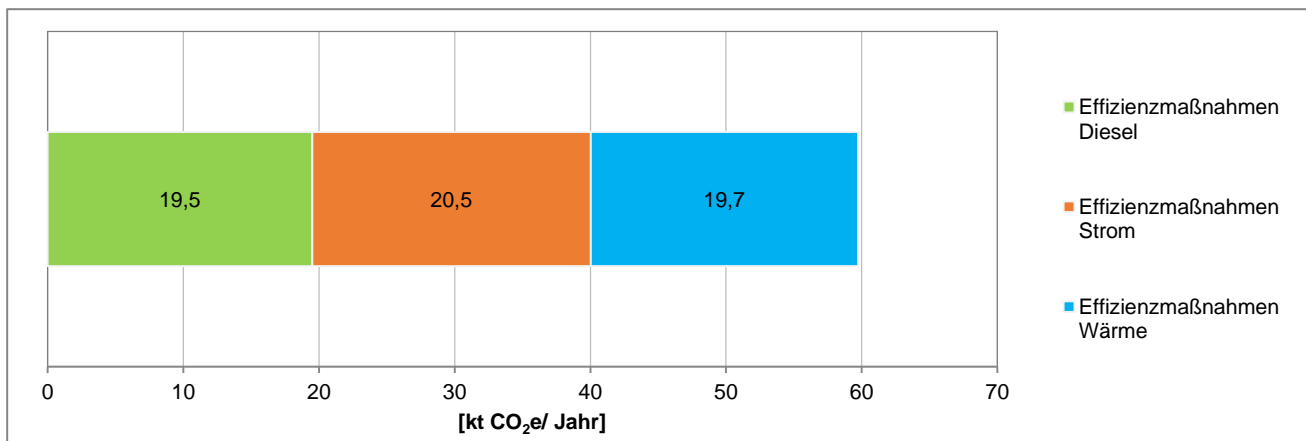
dünger und einer erhöhten Anrechenbarkeit des N-Wertes weist zusätzlich ein THG-Minderungspotenzial von 32 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr auf.



**Abbildung 20: THG-Minderungspotenzial bis 2020 gegenüber dem Ist-Stand 2010 bei Erhöhung der leguminosenbasierten Bestände in Futterbausystemen und Verzicht auf mineralische Düngung im Grünland bei optimiertem Gülle-Management (bspw. Rindergülle) und Erhöhung der Anrechenbarkeit**

### Energieeffizienz

In allen Bereichen der Landwirtschaft besteht hinsichtlich der Energieeffizienz ein hohes THG-Minderungspotenzial. In Abbildung 21 sind Minderungspotenziale im Bereich Energieeffizienz in Summe für die Energieträger Diesel, Strom und Brennstoffe dargestellt. Das größte Potenzial in Bezug auf Einzelmaßnahmen bieten dabei Maßnahmen zur Dieseleinsparung bei Traktoren. Dies lässt sich allerdings nur über eine flächendeckende Schulung des Personals realisieren, wobei sich eine Überprüfung der Umsetzung schwierig gestaltet. Für den Energieträger Strom bieten der Austausch der Beleuchtung (Umstellung auf LED-Technik) sowie eine effiziente Milchkühlung (Direktkühlung mit Vorkühlung) das größte Einsparpotenzial. Der Wärmeverbrauch lässt sich vor allem im Unterglasgartenbau deutlich reduzieren. Hier sind Einsparungen von etwa 30 % realistisch. Außerdem stellen die Umstellung auf eine effiziente Heiztechnik oder die Wärmeversorgung mit alternativen Energieträgern ein nicht unerhebliches Minderungspotenzial dar.



**Abbildung 21: THG-Minderungspotenzial im Bereich Energieeffizienz**

### Energetische Biomassenutzung

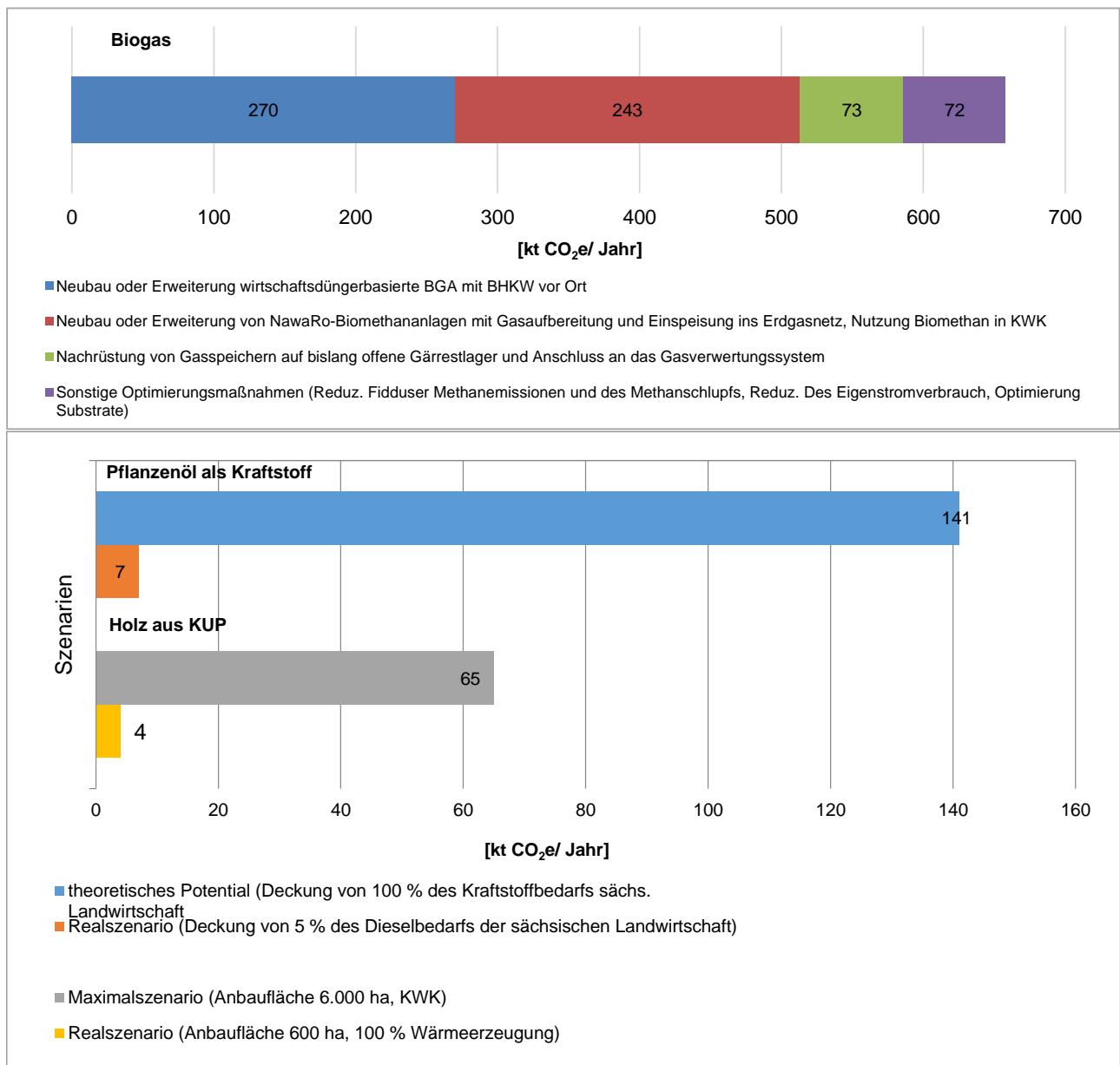
Für den Technologiepfad der Biogaserzeugung aus Wirtschaftsdünger und nachwachsenden Rohstoffen bieten sich sowohl im Bereich des Neubaus und der Erweiterung von Anlagen als auch in der Optimierung bestehender Anlagen bedeutende Potenziale zur Minderung von THG-Emissionen. Auf Grund der hohen spezifischen Emissionsminderungspotenziale sollte der Ausbau wirtschaftsdüngerbasierter Biogasanlagen weiter gefördert und unterstützt werden. Eine alternative Entwicklungsrichtung ist der Ausbau von NawaRo-Biomethananlagen (BGA mit Aufbereitung und Einspeisung ins Erdgasnetz). Es wird jedoch eine eher verhaltene Zuwachsentwicklung prognostiziert und ein zahlenmäßig begrenztes Potenzial abgeschätzt. Die wesentlichen technischen Möglichkeiten, die sowohl im Anlagenbestand als auch bei Neubauten entsprechende THG-Minderungen leisten können, sind

- gasdichte Abdeckung von Gärrestlagern und Einbindung in das Gasverwertungssystem,
- Installation alternativer Gasverwertungseinrichtungen (i. d. R. Gasnotfackeln),
- Reduzierung des Eigenstrombedarfs,
- Reduzierung des Methanschlupfs aus Biogas-BHKW über Nachbehandlungstechnologien (marktverfügbare bzw. Entwicklungsoptionen).

Die Entwicklungstendenzen zeigen, dass für den Zubau von Produktionsanlagen zur Erzeugung von Bioethanol oder Biodiesel in Sachsen derzeit keine absehbaren Perspektiven bestehen und auch die Nachfragesituation nach agrarischen Rohstoffen für diese Biomassenutzungspfade mit Unsicherheiten behaftet ist. Eine sinnvolle Technologieoption ist die dezentrale Erzeugung von Pflanzenöl aus Raps oder anderen Ölfrüchten und der innerbetriebliche Einsatz als Kraftstoff für landwirtschaftliche Fahrzeuge (insbesondere Traktoren). Positive Nebeneffekte sind die Gewinnung hochwertiger Eiweißfuttermittel als Nebenprodukte aus der Ölpresung sowie der Aufbau betrieblicher oder regionaler Wertschöpfungsketten. Für Sachsen lässt sich ein THG-Minderungspotenzial von etwa 7,1 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr abschätzen. Eine vollständige Deckung des Kraftstoffbedarfs der sächsischen Landwirtschaft wäre – beizeitigem Anbauniveau – rechnerisch möglich und könnte theoretische THG-Minderungen von ca. 141 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr erzielen.

Ein weiterer ökologisch vorteilhafter und klimaschonender Biomassepfad ist der Anbau und die energetische Nutzung von schnellwachsendem Holz aus Kurzumtriebsplantagen (KUP). Um die maximalen THG-Minderungspotenziale dieser Technologieoption ausschöpfen zu können, die mit ca. 64,6 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr abgeschätzt werden, müssten hierfür jedoch sowohl rechtliche als auch wirtschaftliche Rahmenbedingungen gezielt angepasst werden. Holz aus Kurzumtriebsplantagen sollte auf Seite der landwirtschaftlichen Erzeugung und auch auf der Verbraucherseite unterstützt und gefördert werden.

In Abbildung 22 sind die THG-Minderungspotenziale im Bereich der energetischen Biomassenutzung grafisch dargestellt.

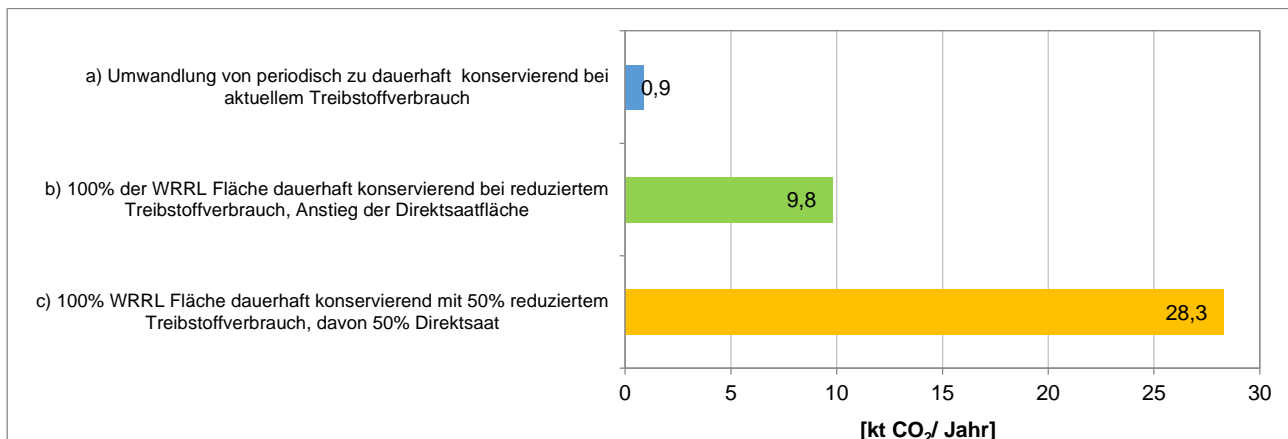


**Abbildung 22: THG-Minderungspotenzial im Bereich Energetische Biomassenutzung**

### Konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat

Bis zum Jahr 2020 erscheint ein Anstieg der Klimaschutzleistungen aus dem Treibstoffeinsatz für konservierende Bearbeitungsverfahren um ~ 10 kt CO<sub>2</sub>e-Einsparung/Jahr auf der Basis von Verdoppelung der Direktsaat und Ausdehnung sowie Optimierung der dauerhaft konservierenden Bodenbearbeitung in der WRRL-Erosionsschutzkulisse realistisch (Szenario b). Gesteigert werden kann die Klimaschutzleistung durch weitere Flächenausdehnung, Treibstoffeinsparungen bei der konservierenden Bearbeitung und Umstellung auf Direktsaatverfahren. Auf der WRRL-Maßnahmenfläche könnten bei konsequenter Ausdehnung der Direktsaat auf 50 % der Fläche theoretisch auch bis zu 28 kt CO<sub>2</sub>e/Jahr an THG-Minderung realisiert werden. Weitere 1,7 kt CO<sub>2</sub>e-Einsparung/Jahr im Realszenario und 10,6 kt CO<sub>2</sub>e-Einsparung/Jahr resultieren aus der reduzierten N-Nachlieferung (unter Kap. Stickstoffminderung gemäß WRRL summiert). In Zukunft könnten durch Erschließung der gesamten Ackerfläche, hier ggf. durch periodisch konservierende Bodenbearbeitung oder neue Verfahren wie Strip-Till noch weitere Potenziale realisiert werden.

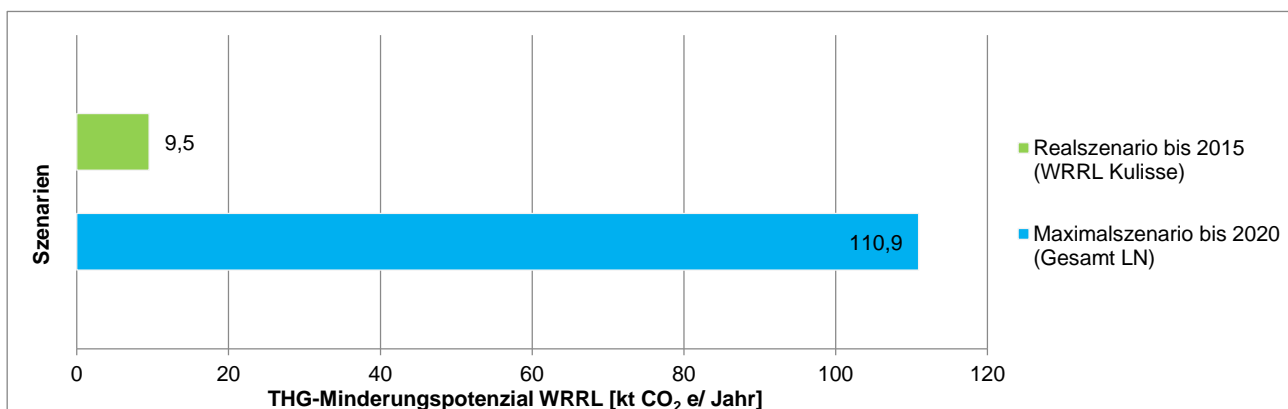




**Abbildung 23: Potenzielle Klimaschutzleistungen ausgewählter Szenarien zur Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung bis 2020. Flächenbezug ist jeweils die WRRL-Maßnahmenfläche.**

### Stickstoffminderung gemäß WRRL

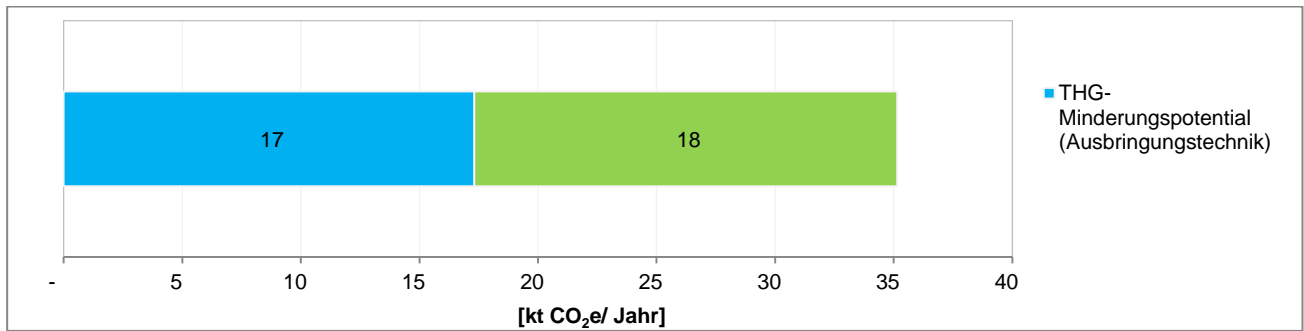
Die aktuelle Klimaschutzleistung der stoffaustragsmindernden Maßnahmen nach WRRL kann bis zum Jahr 2015 bzw. 2020 weiter gesteigert werden. In Anlehnung an das Modell „Stoffbilanz“ erfolgte eine realistische Bewertung der Flächenausdehnung der untersuchten Maßnahmen bis 2015. Dieses Realszenario zeigt ein Potenzial für weitere Klimaschutzleistungen in Höhe von 9,5 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr bzw. 25 % gegenüber dem Ist-Stand. Dafür ist eine Zunahme der Gesamtmaßnahmenfläche auf 322.550 ha erforderlich. Wird die bis 2020 maximal zu erreichende Zielfläche (Gesamt-AF von 720.000 Hektar mit unterschiedlichen Maßnahmen belegt) im Maximalszenario unterstellt, so könnten die weiteren Klimaschutzleistungen potenziell noch auf 110 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr ausgebaut werden. Weitere THG-Minderungspotenziale werden künftig durch eine Verbesserung der N-Effizienz im Ackerbau, unterstützt durch eine gezielte Beratung, erwartet. Auch die Vorgaben zum N-Saldo in der Düngeverordnung werden sich künftig positiv auf den effizienten N-Einsatz und mindernd auf die THG-Emissionen auswirken.



**Abbildung 24: Potenzielle Klimaschutzleistungen durch AuW-Maßnahmen zur Minderung des Stoffaustrags nach WRRL, Real- und Maximal-Szenarien bis 2015 bzw. 2020, berechnet auf Basis unterschiedlicher Flächenausdehnungen**

### Emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

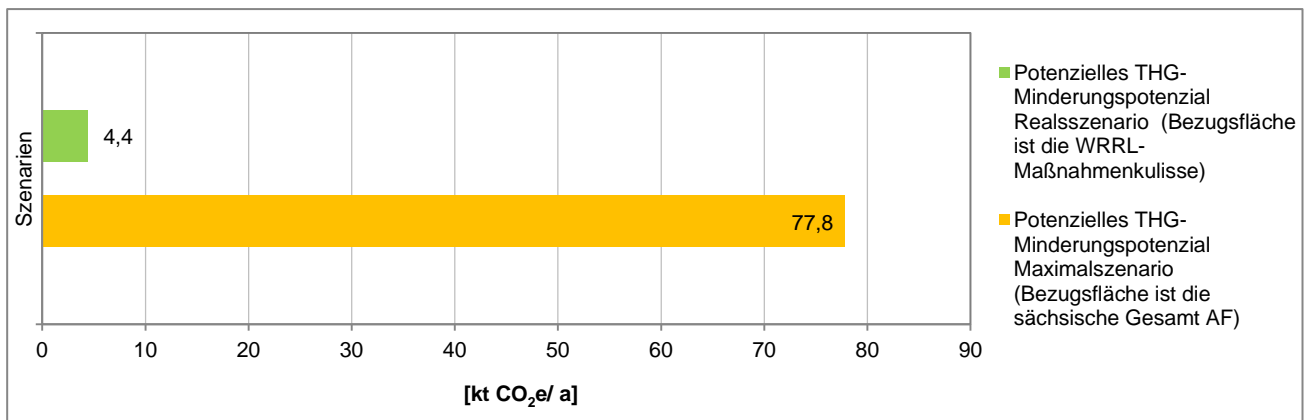
Die Anwendung des Schlitzverfahrens im Grünland, die Einarbeitung der Herbstgülle innerhalb einer Stunde mit vorheriger Schleppschlauchausbringung sowie die Gülleinjektion werden im Hinblick auf das Jahr 2020 empfohlen. Eine dahingehende Optimierung der Ausbringungstechnik sowie Reduzierung der Einarbeitungszeiten hätte ein THG-Minderungspotenzial bis 2020 von bis zu 17 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr zur Folge. Dieses THG-Minderungspotenzial könnte sich weiterhin verdoppeln, wenn beispielsweise die Beratung zusätzlich darauf abzielen würde, mit höheren Mineraldüngeräquivalenten der Wirtschaftsdünger in der Düngeplanung zu rechnen und so Mineraldünger und damit zusätzliche Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung eingespart würden.



**Abbildung 25: THG-Minderungspotenzial gegenüber dem Ist-Stand bei Optimierung der Ausbringungstechnik und Verkürzung der Einarbeitungszeiten**

**Zwischenfruchtanbau/Untersaat/Grünstreifen auf Ackerland/bodenschonender Ackerfutterbau (AuW-Maßnahmen S1, S2, S5, S6)**

Die aktuelle Klimaschutzleistung aus den untersuchten AuW-Maßnahmen S1-Zwischenfruchtanbau, S2-Untersaaten, S5 Ackerrandstreifen und S6-bodenschonender Ackerfutterbau, hier berechnet auf Basis der Stoffaustragsminderung, des Leguminoseneffektes in S6 sowie unter Berücksichtigung des Treibstoffbedarfs, kann durch eine weitere Flächenausdehnung bis 2015 gegenüber dem Ist-Stand um 4,4 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr auf eine Gesamt-THG-Minderungsleistung von 14 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr (Realszenario) ausgebaut werden. Das entspricht einer Steigerung um 44 % gegenüber dem Ist-Stand 2010. Im Maximalszenario, das durch eine Ausdehnung auf alle in Frage kommenden Ackerflächen Sachsens auch außerhalb der EPRL-Zielkulisse bis zum Jahr 2020 charakterisiert wird, könnte die aktuelle Klimaschutzleistung noch auf eine Gesamt-THG-Minderungsleistung von 88 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr bzw. von ca. 78 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr gegenüber dem Ist-Stand 2010 ausgebaut werden. Dies erscheint aber derzeit wenig praxisnah. Die Klimaschutzleistungen dieser vorrangig als Gewässerschutz konzipierten Maßnahmen können als weitere positive Umweltwirkung betrachtet werden. Bei der Berechnung von Maßnahmenkosten bietet sich damit künftig die Möglichkeit, diese auf mehrere Schutzziele aufzuteilen.



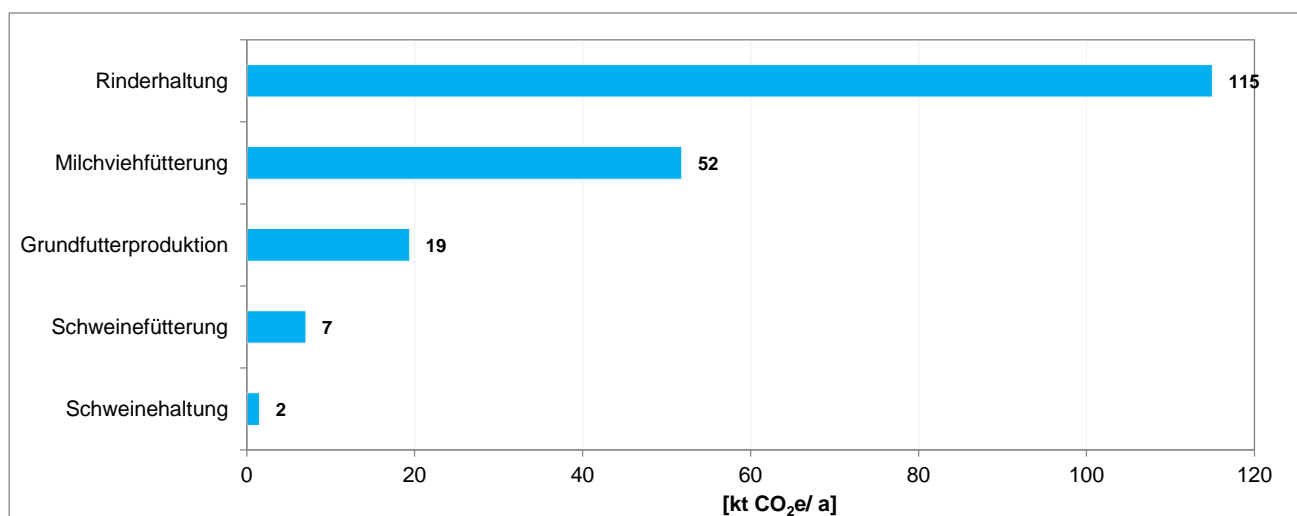
**Abbildung 26: THG-Minderungspotenzial gegenüber dem Ist-Stand der AuW-Maßnahmen S1 - Zwischenfruchtanbau, S2 - Untersaaten, S5 - Randstreifen und S6 - bodenschonender Ackerfutteranbau, Berücksichtigung von Stoffminderungspotenzial, Leguminosenanteil (S6) und Treibstoffbedarf**

**Tierhaltung**

Für den Bereich der Tierhaltung wurde eine Vielzahl von Einzelmaßnahmen bzw. komplexer Entwicklungsszenarien auf deren THG-Minderungspotenzial untersucht, welche in Abbildung 27 zusammenfassend dargestellt sind. Maßnahmen der THG-Reduzierung im Bereich der Rinderhaltung umfassen das Potenzial einer möglichen Ausdehnung der Weidehaltung von Milchkühen und Färsen, die Verwendung von Doppelnutzungsrindern oder (alternativ) die Steigerung der Leistung vorhandener Rassen bei gleichzeitiger Reduzierung der Tierbestandszahlen auf das derzeitige Produktionsniveau (theoretische Betrachtung). Auch innerhalb der Milchviehfütterung bestehen THG-Minderungspotenziale im Grundfüttereinsatz, Kraftfüttereinsatz (Proteinträger) und der RP-Absenkung in der Ration. Die emissionsmindernde Wirkung der Verlustreduzierung bei der Grundfutterproduktion kommt v. a. bei Stilllegung oder Renaturierung der eingesparten Flächen zum Tra-

gen, weil der Anbau von Ackerfrüchten wiederum mit THG-Emissionen verbunden ist. Eine Stilllegung oder Renaturierung erscheint allerdings unter den gegenwärtigen Bedingungen (Erzeugerpreise für Ackerfrüchte, Pachtpreise etc.) nicht realistisch. Das Potenzial der Reduzierung der THG-Emissionen über Schweinehaltung und -fütterung ist vergleichsweise gering.

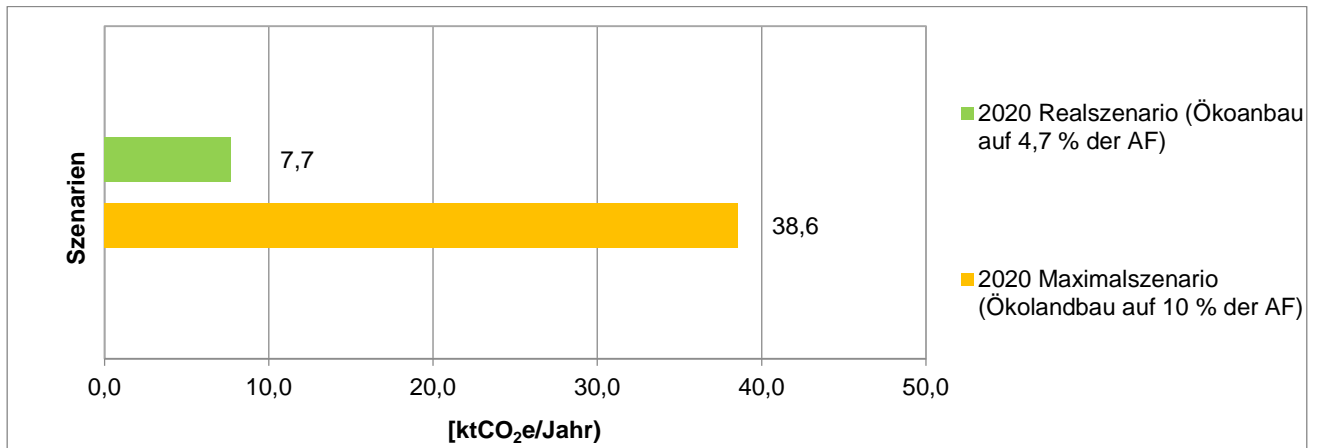
Es besteht ein wesentliches Potenzial in der Leistungssteigerung und Optimierung von Reproduktionsparametern in der Milchviehhaltung. Weil eine Leistungssteigerung mit einer Erhöhung der tierplatzbezogenen Emissionen verbunden ist, lässt sich diese Maßnahme nur im Zusammenhang mit einer Bestandsreduzierung THG-mindernd darstellen, wenn eine vergleichbare Produktmenge generiert wird. Das realistischste Entwicklungsszenarium in Sachsen ist aber – auch bei einer Optimierung der Leistungsparameter – die Erhaltung und ggf. ein verhaltener Zuwachs der Milchviehbestände und damit verbunden eine Erhöhung der absoluten THG-Emissionen bis 2020. Die weiteren THG-Minderungsmöglichkeiten über Maßnahmen im Bereich der Milchviehfütterung, Grundfutterproduktion oder Schweineproduktion sind vergleichsweise gering, stellen aber jene Maßnahmen dar, die auf betrieblicher Ebene die höchsten Umsetzungschancen bieten.



**Abbildung 27: Theoretische THG-Minderungspotenziale einzelner Maßnahmenkategorien der sächsischen Tierproduktion**

### Bewirtschaftungsverfahren Ökolandbau

Von einer weiteren Ausdehnung der ökologisch bewirtschafteten Anbaufläche im Freistaat Sachsen wird ausgegangen. Je nach Ausdehnung kann die THG-Klimaschutzleistung von 20 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr 2010 auf 28 bis 59 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr im Jahr 2020 flächenbezogen ansteigen. Dies entspricht einer Verdreifachung der THG-Leistungen aus dem Ökolandbau. Zusätzlich zum Ist-Stand könnten somit weitere potenzielle flächenbezogene Klimaschutzleistungen in Höhe von 8 bis 39 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr bis zum Jahr 2020 realisiert werden. Produktbezogene Vorteile fallen meist geringer aus. Aufgrund der unsicheren Bewertungsgrundlage wurden für die Tierhaltung keine Szenarien berechnet. Maßnahmen zur klimaschonenden Optimierung des Ökologischen Landbaus sind möglich und sollten im Hinblick auf eine Weiterentwicklung (bei Forschungsbedarf) bzw. Umsetzung (bei Praxisreife) geprüft werden. Der ökologische Landbau vereint vielfache positive Umweltwirkungen.



**Abbildung 28: Potenzielle Klimaschutzleistungen durch Ökologischen Ackerbau, Real- und Maximal-Szenarien bis 2020, berechnet auf Basis von Flächenausdehnungen**

### Reduzierung des Verbrauchs tierischer Lebensmittel

Durch eine konsequente Reduzierung des Verzehrs tierischer Lebensmittel auf ein ernährungsphysiologisch empfohlenes Niveau könnten theoretisch erhebliche Mengen an THG-Emissionen reduziert bzw. gegenwärtig nach Sachsen „importierte“ Emissionen bilanziell vollständig substituiert werden. Durch die Umsetzung der Ernährungsempfehlungen nach DGE (2004), die eine Minderung des derzeitigen Fleisch-/Wurstverzehrs um mehr als 60 % erfordern würde, könnten theoretisch die verbrauchsbezogenen THG-Emissionen in Sachsen bis 2020 ohne Berücksichtigung der demografischen Entwicklung um **ca. 1.258 kt CO<sub>2</sub>-Äquivalent/Jahr** reduziert werden. Durch Maßnahmen zur Information und Aufklärung der Bevölkerung kann eine Änderung des Verbraucherverhaltens hin zu einer fleischreduzierten Ernährung unterstützt werden. Neben potenziellen Vorteilswirkungen für den Klimaschutz kann dies vor allem zur Gesundheitsvorsorge und damit verbunden zu erheblichen Kosteneinsparungen im Sozialbereich beitragen.

Darüber hinaus bestehen erhebliche weitere Treibhausgasminderungspotenziale, wenn von den Verbrauchern Empfehlungen zu einer klimaschonenden Ernährung berücksichtigt werden, die vom Konsum saisonaler Gemüse- und Obstsorten über regional erzeugte und wenig verarbeitete Lebensmittel bis zur Minimierung von Lebensmittelabfällen reichen. Durch Förderung der Direkt- und Regionalvermarktung, des Aufbaus regionaler Wertschöpfungsketten sowie des ökologischen Landbaus kann hier der Freistaat Sachsen zusätzliche Unterstützung leisten.

# 5 Vorschlag vorrangiger Maßnahmen

## 5.1 Landnutzung

Im Bereich der Landnutzung ergeben sich folgende Handlungsfelder:

- Steigerung der N-Effizienz und Vermeidung von N-Verlusten durch Optimierung des Wirtschaftsdüngereinsatzes sowie durch Anbaumaßnahmen
- Ausdehnung und Effizienzsteigerung des Ökologischen Landbaus
- Grünlanderhalt, -ausdehnung und -optimierte Nutzung

Es wurden ackerbauliche Maßnahmen untersucht, die aus anderen ökologischen Erwägungen schon heute gefördert werden, etwa zur Erfüllung der Vorgaben der EU-Wasserrahmenrichtlinie zum Erosions- oder Gewässerschutz. Hier steht die Einschätzung des zusätzlichen Klimaschutznutzens im Vordergrund der Bewertung und Ableitung von Handlungsempfehlungen.

Weiterhin wurden – insbesondere technische – Maßnahmen untersucht, die durch einen verminderten Faktoreinsatz auch wirtschaftliche Vorteile mit sich bringen, z. B. konservierende Bodenbearbeitungsverfahren durch relevante Treibstoffeinsparungen oder aber auch bei der Wirtschaftsdüngerausbringung durch die Steigerung der N-Effizienz und Ausdehnung der Ausbringungszeiträume. Hier stehen die Effekte der Flächenausdehnung und der technischen Weiterentwicklung bis hin zur Direktsaat im Vordergrund der Bewertung. Bezüglich des ökologischen Landbaus, der ebenfalls durch Förderprogramme in der Fläche verbreitet werden soll, konnten erste Abschätzungen zum THG-Minderungspotenzial berechnet und Handlungsfelder für eine weitere Optimierung ausgemacht werden. Im Grünlandbereich haben die seit 2008 bestehenden Cross Compliance-Vorgaben zu einer Vermeidung von Grünlandumbrüchen geführt, sodass der Fokus auf eine Ausweitung von Grünlandflächen und klimaschonende Nutzungsoptimierungen gelegt wurde.

Tabelle 1 und Tabelle 2 stellen die geprüften Maßnahmen in der Übersicht zusammen und geben neben den THG-Minderungspotenzialen (siehe Kap. 2 und 3) auch Spannen für die Minderungskosten je Tonne CO<sub>2</sub>e an. Weiterhin wurde eine Abschätzung der weiteren Umweltwirkungen vorgenommen. Hierzu gehören Grundwasserschutz, Oberflächengewässerschutz, Erosionsschutz, Humusaufbau und Schutz der Biodiversität. Nur in der Gesamtbetrachtung lassen sich auch die THG-Minderungspotenziale einzelner Landnutzungsmaßnahmen richtig bewerten.

**Tabelle 1: Zusammenfassung der empfohlenen Maßnahmen im Bereich der Landnutzung, Handlungsfeld N-Effizienz, Treibhausgasminderungspotenzial bis 2020, geschätzte Kosten der THG-Einsparung und weitere Schutzpotenziale**

Nr.	Handlungsfeld/ Maßnahme	Wirkung der Maßnahme	THG-Minderungspotenzial		Kosten der Emissionsminderung [€/t CO <sub>2</sub> e]	Synergien mit weiteren Umweltleistungen				
			theoretisch [kt CO <sub>2</sub> e/Jahr]	realistisch		Grundwasserschutz	Oberflächen- gewässer- schutz	Erosionsschutz	Humusaufbau	Biodiversität
1	<u>N-Effizienz Wirtschaftsdüngereinsatz/Bodenbearbeitung</u>									
	Optimierung der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern	Einsparung von mineralischem N-Dünger bei Anrechnung der Düngegutschrift, Reduzierung der NH <sub>3</sub> -Emissionen durch verbesserte Ausbringungstechniken	35	17	k. A.	++	++	0	0	+
	Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung/ Förderung der Direktsaat	Einsparung fossiler Kraftstoffe (Diesel) von 2 bis 10 Liter/ha	~ 28	~ 9,8	780 € bei Direktsaat bzw. 0 € als Koppelprodukt der AuW Erosionsschutz	+	++	++	0 (+) <sup>1)</sup>	0
	<u>N-Effizienz Anbaumaßnahmen</u>									
	<i>Ausdehnung von Maßnahmen zur Umsetzung der WRRL (AuW-Maßnahmen S1, S2, S3, S5, S6, G10, Ö1) auf Basis der N-Effizienz bewertet</i>	Verringerung des N-Austrags  - davon S3 - davon G10 <sup>2)</sup>	~ 110,9  10,6 0,6	~9,5  1,7 0,6	0 € als Koppelprodukt der AuW Maßnahme Nitratminderung					
	<i>Vertiefende Bewertung ausgewählter AuW-Maßnahmen (auf Basis N-Effizienz + Treibstoffinput + Leguminoseneffekte)</i>									
	Ansaat von Zwischenfrüchten (AuW S1)	Verringerung des N-Austrags	~39,1	~ 4,2	286-317	++	++	++	+	+
	Anbau von Untersaaten bei Mais (AuW S2)	Verringerung des N-Austrags	~ 26,8	~ 0,1	167-186	+	+	+	+	0
	Anlegen von Grünstreifen auf Ackerland (AuW S5)	Verringerung des N-Austrags	~ 6,9	~ 0,1	590-320	0	++	++	+	++
	Bodenschonende Produktionsverfahren im Ackerfutterbau (AuW S6)	Verringerung des N-Austrags, Humusbilanz	~ 1,8	~ 0,04	890-2.967	++	++	++	++	+
S6 optimiert: mit Leguminosenanteilen auf 30 % der Zielfläche	Verringerung des N-Düngereinsatzes, Humusbilanz	~ 3,2	~ 0,1	412-860	+	++	++	++	+	

++ = sehr positiv, + positiv, 0 keine Synergien (neutral oder negativ)

<sup>1)</sup> 0 bei Mulchsaat, + bei Direktsaat

<sup>2)</sup> Das Kapitel Stickstoffminderung nach WRRL ist auf Basis der N-Minderung berechnet. Die ausgewiesenen Minderungspotenziale sind bereits weitgehend in den Vertiefungskapiteln enthalten. Die extra aufgeführten N<sub>2</sub>O-Potenziale aus S3, konservierende Bodenbearbeitung, und G10, Acker zu Grünland, sind in den Vertiefungskapiteln nicht berücksichtigt. Sie können daher in einer Summierung des Gesamtminderungspotenzials berücksichtigt werden.

**Tabelle 2: Zusammenfassung der empfohlenen Maßnahmen im Bereich der Landnutzung; Handlungsfelder Ökologischer Landbau und Grünland, ihr Treibhausgasemissionsminderungspotenzial, geschätzte Kosten der THG-Einsparung sowie weitere Schutzpotenziale**

Nr.	Handlungsfeld/ Maßnahme	Wirkung der Maßnahme	THG- Minderungspotenzial		Kosten der Emissions- minderung [€/ t CO <sub>2</sub> e]	Synergien mit weiteren Umweltleistungen					
			theore- tisch	realis- tisch		Grundwasserschutz	Oberflächen- gewässerschutz	Erosionsschutz	Humusaufbau	Biodiversität	
	<u>Ökologischer Landbau</u>										
2	Fortführung der Förderung und Ausdehnung des ökologischen Landbaus	Erhöhung der flächenbezogenen THG-Klimaschutzleistung, Einsparung von mineralischen N-Düngern und Treibstoff	~ 38,6 <sup>1)</sup>	~ 7,7	185 bzw. 0 €, wenn vorrangig weitere Umweltleistungen gefördert werden	++	+	+	+	+	
	<u>Grünland</u>										
	Vermeidung von Grünlandumbruch <sup>5)</sup>	Vermeidung von THG-Emissionen	54 (1076 über 20 Jahre bei 8 %)	34 (672 über 20 Jahre bei 5 %)	k. A.	++	++	++	++	++	
3	Erhöhung des Dauergrünlandanteils	C-Sequestrierung	60 (1.192 über 20 Jahre)	30 (596 über 20 Jahre)	k. A.	++	++	++	++	++	
	Verzicht auf Mineraldüngereinsatz auf Grünland	Verringerung N-Austrag	32 <sup>2)</sup>	k. A.	tendenziell kostenneutral	+	+	0	0	+	
	Erhöhung des Leguminosenanteils in Futterbeständen	Verringerung des Düngereinsatzes	49 <sup>4)</sup>	25 <sup>3)</sup>	k. A.	0	0	0	+	+	

++ = sehr positiv, + positiv, 0 keine Synergien (neutral oder negativ)

<sup>1)</sup> bei Ausweitung der ökologischen Anbaufläche

<sup>2)</sup> Reduzierung des mineral. N um 50 kg/ha auf 0; keine Unterscheidung im Maximalszenario

<sup>3)</sup> bei 50 % Erhöhung Leguminosengemenge

<sup>4)</sup> bei 100 % Erhöhung Leguminosengemenge

<sup>5)</sup> im Gesamtpotenzial Abbildung 29 nicht berücksichtigt

Ein Großteil der THG-Emissionen im Sektor Landwirtschaft wird durch den Pflanzenbau, speziell durch den Einsatz mineralischer N-Dünger sowie durch das Wirtschaftsdüngermanagement verursacht. Aus diesem Grund sollten die Maßnahmen im Bereich der Landnutzung in Sachsen primär auf die Erhöhung der N-Effizienz und Verringerung der N-Austräge abzielen:

## Handlungsfeld 1: N-Effizienzsteigerung

Die Steigerung der N-Effizienz, verbunden mit einer Reduzierung des Mineraldüngereinsatzes und der Verminderung von N-Emissionen in die Atmosphäre sowie die Gewässer stellt eine wesentliche Stellschraube zur THG-Minderung dar. Die unter diesem Handlungsfeld zusammengefassten Maßnahmen und weitere Optimierungsmöglichkeiten werden nachfolgend beschrieben sowie Hinweise zu derzeitigen rechtlichen Rahmenbedingungen, Förderprogrammen und weiteren flankierenden Förderprogrammen gegeben.

### ■ Optimierung der Ausbringung von Wirtschaftsdüngern

Die THG-Emissionen, die im Zuge der Ausbringung von organischen Düngemitteln (Festmist, Flüssigmist) entstehen, werden maßgeblich von der Art der Ausbringungstechnik und der Anrechnung des N-Werts organischer Dünger (Düngegutschrift) beeinflusst. Die größten Einsparungspotenziale liegen für die  $\text{NH}_3$ -Emissionen in der Gülleinjektion auf Ackerflächen und in der Einarbeitung von Wirtschaftsdüngern auf unbewachsenen Flächen. Die Emissionsfaktoren haben gezeigt, dass durch die Injektion von Rinder- und Schweinegülle auf Ackerflächen bis zu 90 % der  $\text{NH}_3$ -Emissionen reduziert werden können. Durch die Einarbeitung von Gülle können bis zu 84 % der  $\text{NH}_3$ -Emissionen reduziert werden. Auf Grünlandflächen gilt das Schleppschuh- bzw. Schlitzverfahren für die Ausbringung von Gülle als das effektivste Verfahren, die Freisetzung von  $\text{NH}_3$ -Emissionen zu mindern. Neuere technische Ausbringungsmaßnahmen wie die Ansäuerung von Gülle und Precision farming werden in der Praxis diskutiert. Es besteht allerdings Forschungsbedarf hinsichtlich der  $\text{N}_2\text{O}$ -Bildung bei Injektionsverfahren. Ähnliche Tendenzen gibt es auch für die Schleppschlauchausbringung. Eine Differenzierung der Ausbringungsemissionen in Bezug auf die Biogasgärreste kann nach derzeitigem Stand des Wissens nicht erfolgen. Gärreste weisen in ihren Wirksamkeiten aufgrund ihrer vielfältigen und unterschiedlichen Ausgangsmaterialien eine große Variabilität auf. Die zum Teil hohen TAN-Gehalte und hohen pH-Werte können zu erhöhten Ammoniakemissionen führen, die jedoch durch die bessere Fließfähigkeit und Infiltration in den Boden kompensiert werden können. FLESSA et al. (2012) empfehlen, als erste Näherung die Emissionsfaktoren für Schweinegülle zu nutzen.

Bisher trägt die Einhaltung der guten fachlichen Praxis und der Düngeverordnung, die die sofortige Einarbeitung von Düngemitteln mit wesentlichen Nährstoffmengen nach § 3 Abs. (7) vorschreibt, zur Reduzierung der  $\text{NH}_3$ -Emissionen, die indirekt klimawirksam werden, bei.

Im Hinblick auf eine Erschließung zusätzlicher potenzieller Klimaschutzleistungen bis zum Jahr 2020 werden folgende Maßnahmen empfohlen:

- Anwendung des Schlitzverfahrens im Grünland
- Einarbeitung der Gülle innerhalb einer Stunde mit vorheriger Schleppschlauchausbringung
- Gülleinjektion
- erhöhte Anrechnung des N-Düngewertes in die Düngeplanung, um zusätzliche Emissionen aus der Mineraldüngeranwendung einzusparen
- verstärkte Förderung der Düngeberatung

Seitens des Sächsischen Staatsministeriums für Umwelt und Landwirtschaft (SMUL) ist vorgesehen, die bisherige Förderung bodennaher und verteilgenauer Ausbringtechnik für Wirtschaftsdünger in der kommenden Förderperiode (2014 bis 2020) weitgehend beizubehalten. Allerdings sollte auch die Düngeberatung in den Fokus der Förderung mit einbezogen werden oder zumindest Maßnahmen zur Förderung des Wissenstransfers nach Artikel 14 ELER. Ggf. ist dies über die WRRL-Umsetzung realisierbar. Die genannten Maßnahmen sind alle auch dem Gewässerschutz dienlich.

### ■ Ausdehnung der AuW-Maßnahmen mit stoffeintragsmindernder Wirkung, Zwischenfrüchte, Untersaaten, Randstreifen, bodenschonender Ackerfutterbau

Hauptziel der Maßnahmen ist derzeit der Gewässerschutz. Die zu erwartenden Klimaschutzleistungen können als weitere positive Umweltwirkung betrachtet werden. Eine Flächenausdehnung ist daher auch im Interesse des Klimaschutzes anzustreben. Die Maßnahmen zeichnen sich durch unterschiedliche Stärken und Schwächen aus. Daher sollte der Maßnahmenfächer auch in Zukunft breit gehalten werden, damit je nach Standort und betrieblichen Voraussetzungen Wahlmöglichkeiten bestehen bleiben.



- **Ansaat von Zwischenfrüchten und Untersaaten (AuW S1, S2):** Die Maßnahmen können in bestehende Anbaukonzepte und Fruchtfolgen integriert werden. Die Ertragsleistung der Hauptkulturen wird nicht geschmälert, die Akzeptanz der Maßnahmen ist daher bei ausreichender Wasserverfügbarkeit relativ hoch. Auch der Effekt auf die Humusbilanz ist positiv und die Maßnahmen wirken erosionsmindernd. Zu vermeiden sind in jedem Fall stoßartige Mineralisierungsschübe, die von der Folgefrucht nicht aufgenommen werden können und zu N-Austrägen und THG-Emissionen führen. Weitere Möglichkeiten zur Steigerung der THG-Minderungsleistung bestehen in der Qualifizierung der Maßnahmen u. a. durch
  - gezielten Anbau von Zwischenfrüchten zur Vermeidung von Schwarzbrachen mit folgender Sommerung,
  - konsequente Anrechnung des in den Zwischenfrüchten/Untersaaten fixierten Stickstoffs bei der Folgefrucht,
  - Verzicht auf N-Düngung zu Zwischenfrüchten,
  - Umbruch der Zwischenfrucht erst kurz vor der Folgekultur,
  - Anbau von Zwischenfrüchten mit weitem C/N-Verhältnis,
  - Abfuhr und energetische Verwertung der Zwischenfrucht,
  - Einhaltung einer dreiwöchigen Wartezeit zwischen Einarbeitung der Gründüngung und Mineraldüngung.
  
- **Anlegen von Grünstreifen (Ackerrandstreifen) (AuW S5):** Die nach AuW geförderten Ackerrandstreifen haben aufgrund der Umwandlung von Ackernutzung hin zu einer extensiven Grasnarbe ohne Düngung und mit fünfjähriger Bestandsdauer ein hohes THG-Minderungspotenzial. Sie gehen weiterhin mit den Interessen des Gewässer- und Bodenschutzes konform. Eine Ausdehnung der Maßnahme erscheint daher erstrebenswert. Die Akzeptanz der Maßnahmen ist derzeit aber eher gering. Hohe Erzeugerpreise und zunehmende Flächenknappheit mit der Folge steigender Pachtpreise stehen im Gegensatz zu dem Ziel einer Ausdehnung von Randstreifen. Potenziale könnten jedoch dann erschlossen werden, wenn Randstreifen als ökologische Vorrangflächen im Rahmen des Greenings ab 2014 anerkannt würden. Die finanzielle Förderung ist für diese Maßnahme ein weiteres wesentliches Akzeptanzkriterium. Folgende Maßnahmen können zur klimaschonenden Qualifizierung der Maßnahme geprüft werden:
  - Ausdehnung von mind. 6 m Randstreifen an allen Fließgewässern aus WRRL-Sicht und zusätzlich zur THG-Minderung; Vorteil des vergleichsweise überschaubaren Flächenverlustes für die Produktion
  - Anlage breiter (bis 50 m) Randstreifen, wo weitere ökologische Effekte mit der Stilllegung einhergehen würden oder auf produktionsunwürdigen Flächen (weitere Hof-Feld-Entfernung, schlechte Bodengüte etc.)
  - alternativ Anlage von Randstreifen mit extensiven Dauerkulturen wie KUP, Durchwachsender Silphie oder schnellwachsenden Gräsern, die auch eine energetische Nutzung zulassen
  
- **Bodenschonende Produktionsverfahren im Ackerfutterbau (AuW S6):** Durch den bodenschonenden Ackerfutterbau sollen intensivere Kulturen ersetzt werden, woraus THG-Minderungen resultieren können. Wie im Anlagenband aufgezeigt, kann durch den Leguminosenanteil in Feldfutterbeständen der Bedarf an Mineraldünger reduziert werden, mit positiven Auswirkungen auf die THG-Emissionen. Andererseits führt das Einarbeiten von Kleegrassbeständen zu deutlich höheren N<sub>2</sub>O-Emissionen als von Feldgras ohne Leguminosenanteile (LEICK 2003; BAGGS et al. 2000). Auch die Art der Leguminosen scheint einen Einfluss zu haben, wobei nicht nur die chemische Zusammensetzung der eingearbeiteten Biomasse von Bedeutung ist, sondern auch pflanzeninduzierte Unterschiede im Bodengehalt an Wasser und mineralischem N sowie im Boden-pH-Wert. Daher sollten auch beim Feldfutteranbau weitere mögliche Maßnahmen zur Steigerung des Klimaschutzpotenzials ergriffen werden:
  - Für die Feldgrasnutzung sollte künftig die Möglichkeit bestehen, auch über den Zeitrahmen von fünf Jahren hinaus die Bestände ohne Risiko des Verlustes des Ackerstatus nutzen zu können. Dies würde dem Wasser-, Boden-, Arten-, und Klimaschutz gleichermaßen zugutekommen.
  - In Zeiten des Klimawandels ist auf ertragsstabile Gräsermischungen zu setzen, die auch bei zunehmenden Witterungsextremen noch gute Bestände und Erträge sichern.

- Klee-grasgemenge reduzieren den Dünger-N-Bedarf. Wo dies zu Einsparungen an Dünger-N führt, entsteht eine positive Klimawirkung, was für eine Bewerbung des Anbaus von Klee-gras-mischungen spricht. Allerdings muss gewährleistet sein, dass bei Einsatz von Wirtschaftsdüngern die N-Gaben entsprechend an den reduzierten Bedarf angepasst werden können und ausreichend Gesamtfläche für eine bedarfsorientierte Düngung bereitsteht.

Die ausgewiesenen Maßnahmenkosten wurden lediglich auf die THG-Minderungsleistung bezogen. Weil die Maßnahmen aber vorrangig dem Boden- und Gewässerschutz dienen, kann die Sichtweise vertreten werden, dass die THG-Minderung eine kostenfreie Begleitleistung darstellt. Alternativ kann künftig die Möglichkeit genutzt werden, die Maßnahmenkosten auf mehrere Schutzziele aufzuteilen und damit deren wirtschaftliche Attraktivität zu heben.

- **Ausdehnung der konservierenden Bodenbearbeitung/Förderung der Direktsaat:** Diese Maßnahme stellt vorrangig eine Erosionsschutzmaßnahme dar und dient somit auch der Vermeidung insbesondere von P-Einträgen in die Oberflächengewässer. Der N-Austragsminderung kommt eine geringere Bedeutung zu. Gewisse THG-Minderungspotenziale konnten berechnet werden, wobei von der pessimistischen Annahme einer Bodenbearbeitungstiefe von 20 bis 25 cm ausgegangen wurde. Sie lassen sich durch den Übergang von Mulchsaatverfahren zu Direktsaatverfahren und durch die damit verbundene Treibstoffeinsparung noch deutlich steigern, solange die Erträge stabil gehalten werden. Weil die Verbreitung der konservierenden Bearbeitungsverfahren auch unter ökonomischen Aspekten im Vergleich zum Pflugeinsatz interessant sein kann, ist deren Verbreitung in Sachsen weit fortgeschritten (derzeit auf 30 % der AF). Die weiteren Flächenpotenziale zur Umstellung auf konservierende Bearbeitung sollten daher insbesondere innerhalb der dafür ausgewiesenen Erosionsschutzkulissen genutzt und deren Begleitnutzen für den Klimaschutz erschlossen werden. Folgende Maßnahmen zur weiteren Steigerung der THG-Minderungsleistung durch konservierende Bodenbearbeitungsverfahren sind anzustreben:

- Etablierung dauerhaft konservierender Verfahren auf den derzeit nur periodisch konservierend genutzten Flächen
- Ausschöpfung der Potenziale zur Treibstoffeinsparung. Die Kraftstoffeinsparung durch Direktsaatverfahren gegenüber wendenden Verfahren beträgt ~41 %. Im Bereich der konservierenden Bodenbearbeitung werden im Schnitt 5 % an Einsparpotenzial gegenüber der wendenden Bearbeitungsform angegeben (um 4 l/ha verminderter Treibstoffverbrauch).
- Konsequente Minderung der Verfahrensintensität bei Mulchsaatverfahren bis hin zu einer Annäherung an die Verbräuche des Direktsaatverfahrens (BLE 2010), was u. a. durch die Reduzierung der Bearbeitungstiefe und der Überfahrhäufigkeiten sowie eine Reduzierung des Bodendrucks durch angepasste Reifenwahl möglich ist.
- Einsatz des Strip-Till-Verfahrens. Der Treibstoffbedarf wird mit unter 10 l/ha angegeben (KÜPER 2011). Unklar ist derzeit jedoch noch, ob mit dem Verfahren die gleiche Ertragsleistung wie bei wendender Bodenbearbeitung mit konventioneller Gülleausbringung erzielt werden kann.

Förderprogramme sollten in Zukunft verstärkt auf die Direktsaat- und Strip-Till-Verfahren abzielen. Untersuchungen zum Pflanzenschutzmitteleinsatz und dessen Bewertung aus Wasser- und Klimaschutzsicht sollten einhergehen.

## ■ Richtlinien/Gesetzgebung

- Um eine Erhöhung der N-Effizienz zu erreichen, sollte eine verstärkte Anpassung ordnungsrechtlicher Maßnahmen u. a. der **Düngeverordnung** zur weiteren Reduzierung der Stoffausträge erfolgen. Dies kann durch eine Anpassung der N-Bilanzvorgaben oder auch der Anrechnung von organischen Wirtschaftsdüngern (Düngegut-schrift) bei der Düngeplanung realisiert werden. Beides wird derzeit im Rahmen der Novellierung der DüV diskutiert.
- Für extensivierend wirkende Klimaschutzmaßnahmen wie die Anlage von Grünstreifen und Dauerkulturen, die Ausdehnung von Grünlandnutzung und extensivem Ackergras ist abzuwarten, ob ab 2015 eine **Greeningfähigkeit** besteht. Die Akzeptanz der aufgeführten Maßnahmen würde durch Greeningfähigkeit deutlich angehoben. Bei gleichzeitiger Option der energetischen Nutzung des Aufwuchses könnten Verdrängungseffekte minimiert und die Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen verbessert werden.

- Ferner sollte durch eine gezielte, umweltorientierte **Betriebsberatung** eine Stärkung der Fachkompetenz im Hinblick auf die Ausschöpfung ackerbaulicher Möglichkeiten zur Minderung von Stoffausträgen und Emissionen erfolgen. Zumindest sollten Möglichkeiten des Wissenstransfers verstärkt genutzt werden.

## Handlungsfeld 2: Ökologischer Landbau

Ökologischer Landbau ist nicht vorrangig als Klimaschutzmaßnahme zu verstehen, sondern bietet einen ganzheitlichen Ansatz des ressourcenschonenden Umgangs mit Betriebsmitteln. Positive Effekte auf den Klimaschutz werden z. B. durch die Substitution des Mineräldüngereinsatzes durch Leguminosen hervorgerufen. Die Begrenzung des hektarbezogenen Wirtschaftsdüngereinsatzes erfordert einen effizienten Einsatz von Stickstoff. Vielfältigere Fruchtfolgen mindern den Energiebedarf zur Futterbereitstellung aus Vorketten. Flächenbezogen können daher im Vergleich zu konventionellen Anbauverfahren geringere THG-Emissionen festgestellt werden, wenngleich produktbezogen aufgrund der geringeren Ertragsleistungen nicht immer positive Effekte zu verzeichnen sind. Die THG-Leistung im Ökolandbau steht im engen Zusammenhang mit dem einzelbetrieblichen Management. Obgleich die produktbezogenen Vorteile des ökologischen Landbaus im Vergleich zum konventionellen geringer ausfallen können, sollte dieser weiter gefördert und unterstützt werden. Für eine Förderung des Ökolandbaus spricht auch, dass er gegenüber dem konventionellen Anbausystem eine Vielzahl weiterer positiver Umwelteffekte aufweist, wie beispielsweise eine erhöhte Biodiversität, verbesserten Oberflächen-, Grundwasser- und Bodenschutz sowie den Erhalt von (extensiven) Grünlandbereichen. Klimaschutzleistungen im Ökolandbau können durch folgende Maßnahmen gesteigert werden:

### ■ Ackerbau

- Steigerung der Ertragsleistungen je eingesetzter Energieeinheit
- Mobilisierung von technischem Know-how in den Betrieben. Dazu gehört der Einsatz moderner, treibstoffsparender Maschinen.
- Enge Verzahnung von tierischen und pflanzlichen Stoffkreisläufen und effizienter Wirtschaftsdüngereinsatz. Auch für den Ökolandbau gilt, dass eine direkte Einarbeitung von Düngemitteln die N<sub>2</sub>O-Emissionen weitgehend senken kann.
- Anpassung der Zuchtziele auf die Anforderungen des Ökolandbaus (Ertragsstabilität- und Leistung, hohe N-Effizienz), Einsatz neuer Kulturen z. B. weiße Lupine, Soja (noch Forschungsbedarf)
- Steigerung der Potenziale zur C-Sequestrierung, u. a. durch den Anbau mehrjähriger Leguminosen und den Einsatz hochwertiger organischer Dünger, z. B. Stallmist und Kompost mit hoher Humusersatzleistung, Diversifizierung der Fruchtfolge bei hohen Getreide- und Hackfruchtanteilen
- Vergärung von Energiepflanzen wie Klee gras oder Leguminosen in Biogasanlagen, Minderung der Lachgasemissionen beim Mulchen

Zielkonflikte zwischen Ökolandbau und Klimaschutz bestehen bei der Bodenbearbeitung, weil bei Wirtschaftsdüngeranfall und auf Grund des Verzichts auf Pestizide i .d. R. der energieintensive Pflugeinsatz den konservierenden Bodenbearbeitungsverfahren vorgezogen wird.

### ■ Tierhaltung

Im Bereich der Tierhaltung ist mit Blick auf den größeren Platzbedarf im Vergleich zur konventionellen Erzeugung der Klimaschutzeffekt weniger offensichtlich. Hier sind weitere betriebszweigbezogene Untersuchungen erforderlich. Mögliche Maßnahmen zur Optimierung der Klimaschutzleistungen sind

- Erhöhung der tierischen Leistungen je Energieeinheit u. a. durch biologisch-technischen Fortschritt,
- Verbesserung der Grundfutterqualitäten,
- Minderung der Emissionen aus dem direkten Energieeinsatz durch moderne, effiziente Technik.

Mit Blick auf die in den vergangenen Jahren stark angestiegenen Pachtpreise ist zu prüfen, ob die aktuelle Förderung ausreichenden Anreiz für die flächenmäßige Ausweitung des ökologischen Landbaus bietet. Weil eine Förderung des Ökolandbaus aber nicht vorrangig mit dem Ziel der THG-Minderung erfolgt, sondern diese Umweltleistung gegebenenfalls systembegleitend erbracht wird, sind die Förderkosten nicht als Kosten der THG-Minderung, sondern zur Förderung

des Gesamtsystems zu betrachten. Vorteilhaft ist das bestehende Kontrollsystem im Ökologischen Landbau, das eine Überprüfung der Anbaustandards gesondert für Klimaschutzziele deutlich vereinfacht.

### Handlungsfeld 3: Grünland

Im Handlungsfeld Grünland können folgende drei Säulen entscheidend zum Klimaschutz beitragen: Der Erhalt von Grünland, die Ausdehnung von Grünland und die klimaschonende Nutzung von Grünland und Feldgras. Grünlanderhalt und extensive Grünlandnutzung bieten zudem ein hohes Maß an Umweltleistung für den Gewässer- und Bodenschutz sowie die Biodiversität.

Der Erhalt von Grünlandstandorten vermeidet zusätzliche THG-Emissionen aus der Landwirtschaft. Vor diesem Hintergrund, aber auch aufgrund zusätzlicher Umweltleistungen sollten die bestehenden Grünlandstandorte dauerhaft gesichert und Umbruch vermieden werden. Vorgaben hierzu bestehen seit 2008 durch die Cross Compliance-Regelung zum Grünlanderhalt, die Grünlandumbrüche nur noch in einem enggesteckten Rahmen erlauben. Dennoch ist festzustellen, dass der alleinige Grünlanderhalt nicht zu einer Verbesserung des Klimaschutzes, sondern lediglich zum Erhalt des Status quo sowie zur Vermeidung weiterer THG-Emissionen beiträgt. Folgende Maßnahmen fördern den langfristigen Grünlanderhalt:

- Alternative Verwertungsmöglichkeiten des Grünlandaufwuchses sollten weiter untersucht und ggf. gefördert werden, darunter beispielsweise die Nutzung des Grünlandaufwuchses als Koferment für Biogasanlagen oder die Etablierung von Agroforstsystemen.
- Eine Flächenausdehnung von Grünland ist aus Klimaschutzsicht hoch effizient, solange keine Verdrängungseffekte resultieren. Mögliche Zielkulissen sind Standorte, die eine Koppelung von Naturschutz- und Klimaschutzzielen ermöglichen und nur ein geringes Potenzial für die regionale Wertschöpfung haben.
- Die Anlage von Biotopverbundstrukturen durch Grünstreifen, z. B. entlang von Gewässern, dient sowohl dem Gewässer- und Erosionsschutz als auch dem Klimaschutz.
- Entscheidend bei Maßnahmen zum Grünlanderhalt ist die Langfristigkeit. Wird nach einem bestimmten Förderzeitraum das etablierte Grünland wieder umgebrochen, so ergibt sich eine zeitlich verzögerte, aber mengenmäßig unveränderte Emission von Treibhausgasen. Unumkehrbar ist die Einsparung der THG-Emissionen nicht.

Zur Bewertung der THG-Bilanz unterschiedlicher Grünland- und Futterbau-Nutzungssysteme sind verschiedene Aspekte zu berücksichtigen. Hierzu zählen die Auswirkungen der Bodenverdichtung auf Grünlandstandorten, Standortfaktoren, die Zusammensetzung des Futterbestandes sowie die Stickstoffdüngung. Folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Klimaschutzwirkung können ergriffen werden:

- Reduzierung des Mineraldüngereinsatzes bis hin zum Verzicht (Moorböden)
- Wahl emissionsarmer N-haltiger Dünger, z. B. zeigt Kalkammonsalpeter geringere NH<sub>3</sub>-Emissionen als Harnstoff
- Verringerung von Ausbringungsverlusten (Wirtschaftsdünger) durch Einsatz von Schleppschuhverfahren (Vermeidung der NH<sub>3</sub>-Emissionen um 40 bis 60 %) oder Gülleinjektion (... um 60 bis 80 %)
- Anrechnung des N-Werts organischer Dünger (Düngegutschrift)
- Verlängerung der Weidegangzeiten zur Minderung der Emissionen (in diesem Punkt nicht konform mit Wasserschutzzielen)
- Erhöhung des Leguminosenanteils in Futterbeständen (in diesem Punkt nicht konform mit Wasserschutzzielen)
- Vermeidung von Verdichtungserscheinungen, z. B. durch Arbeiten in Fahrgassen, Einsatz von Radialreifen mit geringem Innendruck, Zwillingsbereifung, Vermeidung von Auflasten durch Dreipunktanbau von schweren Geräten

Kosten für Grünlanderhalt werden nach UBA (2007) mit 70 €/t CO<sub>2</sub>-Äquivalent angegeben. Kosten für eine Ausdehnung von Grünland können derzeit nicht abgeschätzt werden und sind stark abhängig von aktuellen Pachtpreisen, den Opportunitätskosten der Grünlandnutzung und Auflagen bzw. Förderkulissen. Optionen der Grünlanderweiterung im Rahmen des Greenings sind zu prüfen.

Kosten für Grünlandmaßnahmen sind schwer abschätzbar und können sich u. a. aus der Umstellung der Fütterung hin zu Leguminosengemengen ergeben, wobei Saatgutkosten und geänderte Futterqualität sowie ggf. erforderliche Ergänzungsfuttermittel zu berücksichtigen wären.

### Weitere flankierende Handlungsfelder für Landnutzungsmaßnahmen

#### ■ Förderung von Landnutzungsmaßnahmen

- Obgleich die Klimaschutzleistung der aktuellen **AuW-Maßnahmen** als Koppelprodukt der eigentlichen Ziele (Wasserschutz, Erosionsschutz, Grünlanderhalt, Ökolandbau) zu betrachten ist, ist ihr Stellenwert hoch. Der erreichte Umsetzungsstand sowie der zeitliche Verlauf der umgesetzten Agrarumweltmaßnahmen lassen eine weitere Zunahme der Umsetzung erwarten. Dies setzt voraus, dass die bisherigen Förderprogramme in Form und Umfang weiterhin zur Verfügung stehen. Das **EPLR-Programm** hat unter anderem die Minderung der N-Düngung und die emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdünger zum Ziel. Die neue Förderphase ab 2014 sollte hier aktiv im Hinblick auf die Entwicklung und Förderung von klimaschutzorientierten Maßnahmen genutzt werden.
- Im Rahmen von Europa 2020 – der Wachstumsstrategie der EU für das kommende Jahrzehnt – kommt der Forschung und Innovation eine Schlüsselrolle zu. Vor dem Hintergrund, dass Innovationsprozesse nicht linear verlaufen und erhebliche Defizite und Lücken im Bereich Wissenstransfer zwischen Praxis und Forschung bestehen, wurde das Konzept der **Europäischen Innovationspartnerschaft (EIP)** entwickelt. Die EIP soll demnach eine Brücke zwischen wissenschaftlicher Forschung und Bedarf auf der Anwenderseite schlagen. Im Bereich der Landnutzung wurde die EIP Landwirtschaftliche Produktivität und Nachhaltigkeit geschaffen, mittels derer gezielt Innovationen für die landwirtschaftliche Praxis generiert werden sollen – vorzüglich in den durch die Sozioökonomische Analyse länderspezifisch identifizierten Problemfeldern. Von daher ist zu empfehlen, dass diese Problemfelder im Rahmen der Neuprogrammierung des EPLR, insbesondere für das neue Instrument EIP, Berücksichtigung finden. Auch die Möglichkeiten der Förderung eines gezielten Wissenstrfers nach Art. 14 ELER sollte künftig genutzt werden, um die Akzeptanz und Anwendung von Klimaschutzmaßnahmen zu erhöhen.

#### ■ Flankierende Maßnahmen

Eine Möglichkeit die flankierenden Maßnahmen aus dem Bereich der N-Effizienz zu bündeln, besteht in der Integration in ein gesamtbetriebliches Konzept wie dem **Betriebs-Umweltplan**, der neben zahlreichen weiteren auch Kennzahlen im Bereich Klima erfasst. Durch die Implementierung eines Betriebs-Umweltplans wird eine Bewertung und Begutachtung eines landwirtschaftlichen Betriebes in Bezug auf seine Klimaschutzleistung ermöglicht. Daraus lassen sich adäquate, betriebsspezifische Maßnahmen ableiten.

## 5.2 Energieeinsatz, Tierhaltung und Ernährung

Im Bereich des Energieeinsatzes, der Tierhaltung und der Ernährung ergeben sich folgende Handlungsfelder:

- Steigerung der Energieeffizienz in allen landwirtschaftlichen Bereichen einschließlich der Biogastechnologie
- Ausbau und Optimierung ausgewählter Biomassenutzungspfade (Biogas/Biomethan, Pflanzenöl als Kraftstoff, Holz aus KUP)
- Förderung und Verstärkung des Wissenstrfers in Tierhaltungsbetrieben mit Vertiefung von Klimaschutzaspekten
- stärkere Verknüpfung von Anforderungen der Energieeffizienz, des Klimaschutzes und des Tierwohls an Förderanreize, z. B. im Rahmen des AFP

Ein systemübergreifendes Handlungsfeld mit einem hohen theoretischen THG-Minderungspotenzial besteht in der Anpassung des Konsumverhaltens der sächsischen Bevölkerung in Richtung einer gesunden und klimafreundlichen Ernährungsweise. In Tabelle 3 sind die für eine Umsetzung vorgeschlagenen Maßnahmen zusammenfassend dargestellt. Die Potenzialschätzungen beziehen sich auf den Ist-Stand des Jahres 2010 und enthalten teilweise bereits im Zeitraum 2010 bis 2013 realisierte THG-Minderungen (Beispiel: Ausbau der Biogastechnologie).

**Tabelle 3: Zusammenfassung der empfohlenen Maßnahmen in den Bereichen Ernährung, Energieeinsatz und Tierhaltung, ihr Treibhausgasreduzierungs- und geschätzte Kosten der THG-Einsparung**

Nr.	Handlungsfeld/Maßnahme	Wirkung der Maßnahme	THG-Minderungspotenzial		Kosten der Emissionsminderung [€/ t CO <sub>2</sub> e]
			[kt CO <sub>2</sub> e pro Jahr]		
			theoretisch	realistisch	
1	<p><u>Gesunde Ernährung</u> Aufklärung und Verbraucherinformation</p> <p>Förderung von Selbstvermarktungskonzepten und regionalen Versorgungsstrukturen, Förderung der ökologischen Landwirtschaft</p>	<p>Reduzierung der ernährungsbedingten THG-Emissionen durch ein gesundes Maß verzehrter tierischer Lebensmittel</p> <p>Erhöhung des Selbstversorgungsgrades mit tierischen Lebensmitteln</p> <p>Kostensenkung im Gesundheitswesen</p>	(1.258)*	nicht seriös quantifizierbar (mittelfristig nur geringe Effekte zu erwarten)	nicht seriös quantifizierbar
2	<p><u>Biogastechnologie</u> soweit möglich, politische Einflussnahme auf das Ergebnis der EEG-Novellierung im Jahr 2014 und europäische Entscheidungen zur Biokraftstoffpolitik</p> <p>Prüfung von Fördermöglichkeiten für Klein-Biogasanlagen auf überwiegend Wirtschaftsdüngerbasis, ggf. Vereinfachung der Genehmigungspraxis</p> <p>Forschung und Entwicklung/Pilotprojekte</p>	<p>„Verdrängung“ von Emissionen aus fossilen Energieträgern für die Bereitstellung von Strom und Wärme</p> <p>Reduzierung der Methanverluste aus Wirtschaftsdüngern bei alternativer Lagerung</p>	513	225  (entspricht etwa dem IST-Stand 2013)	16 bis 550  (EU-AGRO-BIOPOL 2010)
3	<p><u>Erhöhung der Energieeffizienz und der Klimafreundlichkeit von BGA im Bestand</u> Förderung qualifizierter Energieberatungen für landwirtschaftliche Unternehmen und Betreiber von Biogasanlagen</p> <p>Förderung von Maßnahmen zur Erhöhung der betrieblichen Energieeffizienz</p> <p>Weiterbildungs- und Qualifizierungsangebote für Berater und Landwirte</p>	<p>Senkung der direkten und indirekten THG-Emissionen durch den Einsatz von Energie</p> <p>Erhöhung der THG-Minderungsleistung von Biogasanlagen</p> <p>Reduzierung von Methanemissionen aus Biogasanlagen</p>	205	72,5	< 0 bis ca. 260
4	<p><u>Holz aus KUP</u> Schaffung geeigneter rechtlicher und wirtschaftlicher Rahmenbedingungen für die Anlage von KUP und die energetische Nutzung des anfallenden Holzes</p>	<p>„Verdrängung“ von Emissionen aus fossilen Energieträgern für die Bereitstellung von Strom und Wärme</p> <p>C-Sequestrierung, Verringerung des N-Austrags</p>	65	4	- 11 bis 29



Nr.	Handlungsfeld/Maßnahme	Wirkung der Maßnahme	THG-Minderungspotenzial		Kosten der Emissionsminderung [€/ t CO <sub>2</sub> e]
			[kt CO <sub>2</sub> e pro Jahr]		
			theoretisch	realistisch	
5	<u>Pflanzenöl als Kraftstoff</u> Prüfung der Unterstützung des Konzeptes eines bundesweiten 10.000-Schlepper-Marktanreizprogramms über 5 Jahre	„Verdrängung“ von Emissionen aus fossilem Dieselmotorkraftstoff  Erhöhung der betrieblichen Wertschöpfungskette  ggf. Reaktivierung stillgelegter Ölsaatenverarbeitungsanlagen	141	7	159 (FNR 2009; Preisbasis 2007)
6	<u>Tierhaltung allgemein</u> Ausbau und Förderung des Wissenstransfers in Tierhaltungsbetrieben  Aus- und Weiterbildung landwirtschaftlicher Berater in Richtung Klimaschutz  Stärkere Verknüpfung von Anforderungen der Energieeffizienz, des Klimaschutzes und des Tierwohls an Förderanreize, z. B. im Rahmen des AFP	divers	195	nicht seriös quantifizierbar	nicht seriös quantifizierbar
7	<u>Wirtschaftsdüngerlagerung</u> Verbindliche Vorgaben zur Abdeckung von Lagerbehältern für Schweinegülle bei Neubauten, auch im Rahmen baurechtlicher Genehmigungsverfahren  Forschung und Entwicklung zu alternativen Wirtschaftsdüngerbehandlungsverfahren	Reduzierung der NH <sub>3</sub> - und der indirekten N <sub>2</sub> O-Emissionen  Einsparung von mineralischem N-Dünger bei Anrechnung der Düngegutschrift		gering	50 bis 200 (Abdeckung von Schweinegüllelagern)

\* bilanzübergreifendes, globales Minderungspotenzial – nicht unmittelbar anwendbar auf den Bilanzraum Sachsen (ohne Berücksichtigung der demografischen Entwicklung)

Nachfolgend sollen die für eine Umsetzung vorgeschlagenen Maßnahmen in einzelnen Handlungsfeldern noch einmal untersetzt werden.

### Handlungsfeld 1: Gesunde Ernährung

Durch eine gesunde Ernährung (und hier insbesondere die deutliche Reduzierung des Konsums von Fleisch und Wurst) könnten bilanzübergreifend immense THG-Minderungen erreicht werden. Die Maßnahmen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Information und Aufklärung der Verbraucher über sowohl gesundheitsfördernde als auch klimaschonende Ernährungsformen, wobei neben einer Reduzierung des Fleisch- und Wurstverzehr weitere Möglichkeiten einer klimaschonenden Ernährung zu berücksichtigen sind, die vom Konsum saisonaler Gemüse- und Obstsorten, regional erzeugter und wenig verarbeiteter Lebensmittel bis zur Minimierung von Lebensmittelabfällen reichen

- Weiterbildung von Personen, die als „Multiplikatoren“ wirken (z. B. Mitarbeiter von Gesundheitsämtern, Schulen, Kindertageseinrichtungen) bezüglich gesundheitsfördernder und klimaschonender Ernährungsformen
- Förderung dezentraler Versorgungsstrukturen und Selbstvermarktungskonzepte
- Erhöhung regionaler Wertschöpfungsketten aus der Landwirtschaft heraus
- Förderung der ökologischen Landwirtschaft

Das hohe theoretische THG-Minderungspotenzial sollte nicht zu überzogenen Erwartungen führen. Das Szenario setzt einen tiefgreifenden Wandel im Konsumverhalten der sächsischen Bevölkerung voraus, der wiederum zu einem entsprechenden Rückgang der Erzeugung tierischer Lebensmittel führen müsste. Eine Änderung der Verzehrgeohnheiten erscheint jedoch nur schwer und eher langfristig (Generationenaufgabe) in kleinen Schritten erreichbar. Auch kann bei zunehmend globalisierten und liberalisierten Agrarmärkten und einer steigenden Weltmarktnachfrage nicht von einer Viehbestandsreduzierung durch einen verminderten Fleischverzehr der sächsischen Bevölkerung ausgegangen werden. Vereinfachend wird unterstellt, dass sich eine verminderte Fleischnachfrage in Sachsen in einer entsprechenden Dämpfung der globalen Viehbestandszunahme auswirken und die THG-Minderung somit global realisiert würde (siehe hierzu auch Kap. 3.5.3 im Anlagenband).

### Handlungsfeld 2: Biogas

Aufgrund der hohen spezifischen Emissionsminderungspotenziale sollte vor allem der Ausbau wirtschaftsdüngerbasierter Biogasanlagen gefördert und unterstützt werden. Vor dem Hintergrund einer derzeit sehr unklaren (bundes-)politischen Entwicklungsrichtung können nur wenige konkrete Maßnahmen abgeleitet werden:

- soweit möglich, politische Einflussnahme auf das Ergebnis der EEG-Novellierung im Jahr 2014 (Ziel: Ausrichtung des Ausbaus von NaWaRo-basierten BGA an Umweltwirkungen/THG-Bilanzen [kein Grünlandumbruch für Energiepflanzen, energetische Nutzung von Grünlandaufwuchs, extensiv bewirtschaftete Dauerkulturen], Verbesserung der wirtschaftlichen Randbedingungen für kleine Gülle-Biogasanlagen und den Einsatz von Biomethan) und europäische Entscheidungen zur Biokraftstoffpolitik
- Prüfung ggf. zusätzlicher Fördermöglichkeiten für Klein-Biogasanlagen auf überwiegender Wirtschaftsdüngerbasis, ggf. Vereinfachung der Genehmigungspraxis
- Weiterführung der LfULG-Aktivitäten zum Wissenstransfer (Veranstaltungen, Publikationen etc.)

### Handlungsfeld 3: Erhöhung der Energieeffizienz und der Klimafreundlichkeit von Bestandsbiogasanlagen

In allen Bereichen der landwirtschaftlichen Produktion und bei Verwertungsanlagen landwirtschaftlicher Produkte oder Reststoffe (z. B. Biogasanlagen) liegen deutliche Potenziale zur Effizienzsteigerung durch investive oder betriebsorganisatorische Maßnahmen. Entsprechende Energieeffizienzmaßnahmen verursachen über die Lebensdauer eines technischen Systems durch den geringeren Energiebezug einen betriebswirtschaftlichen Vorteil und stellen somit eine kostenfreie THG-Minderungsmaßnahme dar. Einzelne Effizienzmaßnahmen (z. B. die Abdeckung offener Gärrestlager von Biogasanlagen) könnten fallkonkret mit moderaten THG-Minderungskosten verbunden sein. Weil in vielen Bereichen der Landwirtschaft noch kein adäquates Wissen über konkrete Maßnahmenoptionen zur Effizienzverbesserung besteht, wird empfohlen, qualifizierte Energieberatungen zu fördern. Um flächendeckend über Möglichkeiten der Energieeinsparung zu informieren, fehlt es in Sachsen noch an einem Netzwerk spezialisierter landwirtschaftlicher Energieberater zur Unterstützung der Unternehmen. Sinnvoll wäre hier die Weiterqualifizierung gewerblicher Energieberater.

Zur Schaffung von Anreizen zur Durchführung investiver Effizienzmaßnahmen wird empfohlen, angepasste Investitionsförderprogramme zu schaffen. Eine angepasste Investitionsförderung könnte z. B. bei 0,5 € Fördersumme pro 1 kg jährlich eingespartem CO<sub>2</sub> liegen (Berechnungsgrundsatz im Rahmen des ausgelaufenen „Energie und Klimaschutz“-Programms des Freistaates Sachsen). Zur Verbesserung der Datenlage und als Grundlage für die Validierung von Maßnahmen wird die Fortführung und Erweiterung des Biogasanlagen-Monitoring-Programms des LfULG empfohlen, ferner sollte bei der jährlichen Auswertung der Buchführungsergebnisse ausgewählter landwirtschaftlicher Unternehmen durch das SMUL der Verbrauch aller Energieträger erfasst und bewertet werden.



Speziell im Bereich der Verbesserung der Klimafreundlichkeit von Bestandsbiogasanlagen sind folgende Maßnahmen zu nennen:

- Prüfung von Investitions-Fördermöglichkeiten für freiwillig installierte thermische Nachverbrennungsanlagen (TNV) an Biogas-BHKW (auch übertragbar auf Erdgas-BHKW in anderen gewerblichen Bereichen)
- Förderung und Durchführung von Forschungs-, Entwicklungs- und Pilotprojekten zu alternativen Energiepflanzen
- Förderung von Pilotprojekten mit ORC-Nachverstromungsanlagen (mit längerfristigem Evaluierungsprogramm)
- Förderung von Maßnahmen zur gasdichten Abdeckung von Gärrestlagern

#### **Handlungsfeld 4: Holz aus KUP**

Der Anbau schnellwachsender Baumarten in Kurzumtriebsplantagen (KUP) und die nachfolgende energetische Nutzung zur Wärmeerzeugung oder gekoppelten Strom- und Wärmeproduktion weisen neben verschiedenen ökologischen Vorteilen sehr hohe flächenspezifische THG-Minderungsleistungen bei sehr geringen THG-Minderungskosten auf. Folgende konkreten Maßnahmen werden u. a. vorgeschlagen:

- Anpassung der derzeit geltenden Förderbedingungen im Freistaat Sachsen über die Richtlinie „Land- und Ernährungswirtschaft“ (RL LuE/2007) durch Senkung des Mindestbetrags der zuwendungsfähigen Investitionssumme (derzeit 20.000 €) und ggf. Anhebung der Förderquote (derzeit 30 % der zuwendungsfähigen Kosten)
- Förderung der Anlage von KUP auch in der kommenden Förderperiode
- Prüfung der Möglichkeiten von Ausnahmeregelungen zur Anlage von KUP auch auf Grünlandflächen mit geringem Naturschutzwert
- Verringerung der Anzahl juristischer und administrativer Regelungen und Hemmnisse für eine Anlage und Bewirtschaftung von KUP
- Förderung der Verwertung von KUP-Hackschnitzeln bzw. des Baus von mit Hackschnitzeln befeuerten BHKW bzw. Kessel- und Wärmeversorgungsanlagen
- Förderung von ‚Leuchtturmprojekten‘ für eine regionale Wärmeversorgung und des Aufbaus regionaler Wertschöpfungsketten, Kooperationsmodelle und Netzwerke
- Intensivierung des Wissenstransfers in die Praxis

#### **Handlungsfeld 5: Pflanzenöl als Kraftstoff in der Landwirtschaft**

Die direkte energetische Nutzung von Pflanzenöl als Kraftstoff ist aus Sicht des Klimaschutzes deutlich günstiger zu bewerten als die Verarbeitung zu Biodiesel. Eine geeignete Maßnahme mit einer Vielzahl positiver Nebeneffekte für die Landwirtschaft (Sicherung der Beschäftigungssituation, Wertschöpfung, Reduzierung der Abhängigkeit von Kraftstoff- und Futtermittelbezügen etc.) ist der Einsatz von Pflanzenöl als Kraftstoff für landwirtschaftliche Nutzfahrzeuge und die innerbetriebliche Nutzung des anfallenden Presskuchens als hochwertiges Proteinfuttermittel in der Tierhaltung. Aus diesem Grund wird empfohlen, eine Unterstützung der vom Deutschen Bauernverband, der Union zur Förderung von Öl- und Proteinpflanzen und dem Bundesverband Dezentraler Ölmühlen und Pflanzenöltechnik gestarteten Initiative eines bundesdeutschen 10.000 Schlepper-Programms mit folgenden Schwerpunkten zu prüfen:

- Einführung eines Marktanzreizprogramms
- Vereinfachtes Steuerverfahren
- Monitoring/Beratung/Öffentlichkeitsarbeit

#### **Handlungsfeld 6: Tierhaltung**

Für den emissionsintensiven Bereich der Tierhaltung lassen sich nur wenige konkrete Handlungsempfehlungen ableiten, weil

- Maßnahmen, die mit hohen THG-Minderungspotenzialen verbunden, aber an eine Reduzierung der Tierbestandszahlen gekoppelt sind, unter den derzeitigen Rahmenbedingungen als nicht realistisch eingeschätzt werden,

- eine Vielzahl identifizierter Maßnahmen im Bereich der Tierfütterung, -haltung und Futterproduktion relevante THG-Minderungspotenziale zeigt, diese jedoch im Wesentlichen nur betriebsindividuell erreicht und schwer über allgemeine Fördermaßnahmen beeinflusst werden können, wie z. B.
  - Verlustreduzierung bei der Futtermittelkonservierung,
  - Verwendung einheimischer Proteinträger,
  - verstärkter Einsatz von Zweinutzungsrassen zur Milch- und Fleischgewinnung (evtl. über Verdrängungskreuzung),
  - Ausdehnung der Weidehaltung.

Folgende Maßnahmen werden zur Umsetzung empfohlen:

- Ausbau des Wissenstransfers mit verstärktem Fokus auf Maßnahmen mit Potenzialen zur THG-Minderung (Tierfütterung, Grundfutterproduktion, Weidehaltung, Rassenwahl)
- Aus- und Weiterbildung landwirtschaftlicher Berater im Bereich Klimaschutz
- Evaluierung, ob durch die bestehenden Fördermechanismen des AFP die Ziele verbesserter Tierhaltungsbedingungen erreicht werden, weil davon ausgegangen wird, dass eine verbesserte Tiergesundheit zu einer verbesserten (Lebens-)leistung und verringerten Tierverlusten führt
- stärkere Verknüpfung von Anforderungen der Energieeffizienz, des Klimaschutzes und des Tierwohls an Förderanreize, z. B. im Rahmen des AFP

Weil in der sächsischen Tierhaltung der derzeitige Entwicklungstrend die Erhaltung oder leichte Erhöhung der Bestandszahlen vermuten lässt und insbesondere bei der Milchviehhaltung weitere Leistungssteigerungen prognostiziert werden, die mit einer tierplatzspezifischen Erhöhung der THG-Emissionen verbunden sind, ist tendenziell ein Anstieg der absoluten THG-Emissionen zu erwarten. Umgesetzte THG-Minderungsmaßnahmen würden in diesem Falle zu einer Dämpfung dieses Anstieges führen, diesen je nach Umfang kompensieren oder deutlich überschreiten und damit zu einer Netto-Entlastung führen.

## 6 Fazit und Ausblick

### Vergleich Ist-Stand der THG-Emissionen, Klimaschutzleistungen 2010 und THG-Minderungspotenziale bis 2020

Abbildung 29 stellt die THG-Emissionen im Ist-Stand 2010 ohne und mit Berücksichtigung der bis zu diesem Zeitpunkt umgesetzten THG-Minderungsleistungen sowie die abgeschätzten THG-Emissionen im Jahr 2020 unter Berücksichtigung der realistischen Minderungspotenziale zusammenfassend dar.

Bezogen auf die in Kapitel 2 dargestellten THG-Emissionen der sächsischen Landwirtschaft mit Stand 2010 wurden bereits ca. 5 % an Minderungsleistungen umgesetzt.

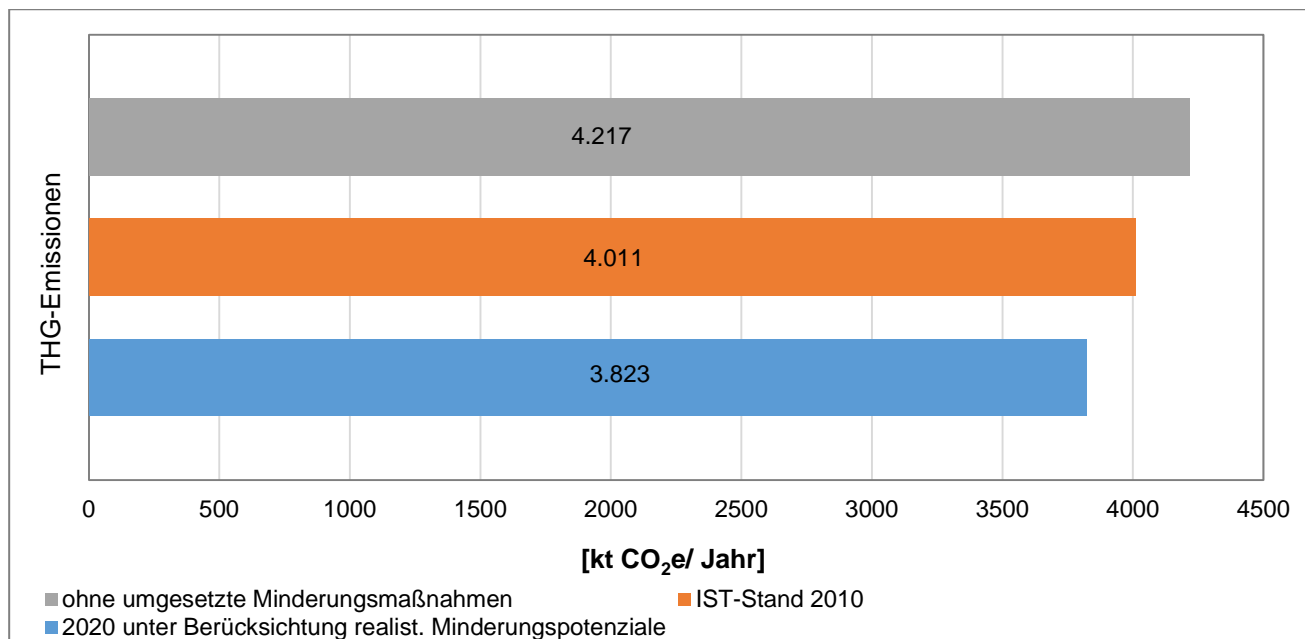
Addiert man alle in den Kapiteln 4 und 5 ausgewiesenen realistischen Minderungspotenziale, welche sich auf den Bilanzraum Landwirtschaft dieser Studie beziehen, könnten die Emissionen bis zum Jahr 2020 um weitere rund 5 % gemindert werden (vgl. hierzu Tabelle 4).

**Tabelle 4: Kumulierbare realistische THG-Minderungspotenziale**

Beschreibung der THG-Minderungsmaßnahmen	realistisches THG-Minderungspotenzial [kt CO <sub>2</sub> e/ a]
Erhöhung der Grünlandfläche um 5 bis 10 %	30
Grünlandmaßnahmen	57
Energieeffizienz	60
Konservierende Bodenbearbeitung/Direktsaat	10
Stickstoffminderung gemäß WRRL*	2
Emissionsarme Ausbringung von Wirtschaftsdüngern	17
AuW-Maßnahmen S1, S2, S5, S6	4
Ökolandbau	8
<b>Summe</b>	<b>188</b>

\* Die THG-Minderungspotenziale aus dem Themenblock Stickstoffminderung gemäß WRRL werden nur anteilig für die in den weiteren Positionen nicht bewerteten Maßnahmen bei der Summierung der THG-Minderungspotenziale berücksichtigt (vgl. Tabelle 1).

Bei der Addition aller in den Kapiteln 4 und 5 ausgewiesenen theoretischen Minderungspotenziale ergäbe sich eine Minderung um ca. 20 %. Allerdings ist eine solche Summation nicht möglich, weil u. a. davon ausgegangen werden muss, dass weder die Flächenverfügbarkeit noch die erforderlichen Rahmenbedingungen für eine ökonomisch tragfähige Umsetzung geschaffen werden können und insbesondere im Bereich der Tierhaltung eine Umsetzung diskutierter Szenarien wenig praxisnah erscheint sowie der derzeit erkennbaren wirtschaftlichen Entwicklungen entgegensteht.



**Abbildung 29: Gesamtübersicht der THG-Emissionen unter Berücksichtigung von bis 2010 umgesetzten Klimaschutzleistungen und von THG-Minderungspotenzialen, Bilanzraum sächsische Landwirtschaft gesamt**

Zieht man den erweiterten Bilanzrahmen unter Berücksichtigung der Biomasse-Energienutzungspfade heran, lassen sich zusätzlich zu dem in Abbildung 29 dargestellten Minderungspotenzial weitere 249 kt CO<sub>2</sub>e/Jahr Einsparungen ausweisen.

Beträchtliche bilanzübergreifende theoretische Einsparpotenziale bestehen zudem in der Veränderung des Verzehrverhaltens, hier insbesondere in der Reduzierung des Verzehrs von tierischen Lebensmitteln auf ein gesundes Maß entsprechend von Ernährungsempfehlungen. Diese gegenüber den oben ausgewiesenen Potenzialen zusätzlichen Einsparungen wurden mit etwa 1.258 kt CO<sub>2</sub>e/Jahr abgeschätzt, welche sich aber nicht unmittelbar dem Bilanzraum Sachsen zuordnen lassen und hinsichtlich der Umsetzbarkeit zu keinen überzogenen Erwartungen führen sollten (siehe Kap. 5.2).

### Ausblick

Zur Vermeidung von THG-Emissionen aus der Landnutzung müssen vorrangig Maßnahmen zum Erhalt bzw. der Ausdehnung des Grünlands ergriffen werden. Weiter sind alle Maßnahmen zur Steigerung der N-Effizienz zu fördern. Hierunter fällt der Einsatz organischer Dünger ebenso wie die Effizienzsteigerung beim Mineraldüngereinsatz.

Die Vorzüglichkeit von Klimaschutzleistungen lässt sich nicht allein durch das noch erschließbare Potenzial bestimmen. Es müssen weitere Faktoren, wie THG-Minderungskosten (€/t CO<sub>2</sub>e), Akzeptanz, Synergieeffekte mit weiteren Zielen (Umwelt- sowie betriebliche Ziele) mit in Betracht gezogen werden. Tragen Klimaschutzmaßnahmen nicht nur zum Klimaschutz, sondern auch zu anderen umweltpolitischen Zielen bei (u. a. Nitratrichtlinie, EG-WRRRL, Düngeverordnung, Nachhaltigkeitsstrategie der Bundesregierung), kann hierdurch die Kostenwirksamkeit der Maßnahme und die Akzeptanz verbessert werden. Zu diesem Ergebnis kommt auch der Thünen-Report 11, der Handlungsoptionen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft beschreibt (OSTERBURG et al. 2013). Es sollten in Sachsen neben Maßnahmen mit hohem THG-Minderungspotenzial (z. B. Biogastechnologie) auch Maßnahmen verfolgt werden, die positive Beiträge zu anderen agrarumweltpolitischen Zielen leisten und damit geringe spezifische Vermeidungskosten verursachen. Dies trifft z. B. für die Anlage von dauerhaften Ackerrandstreifen zu. Auch solche Maßnahmen, die zwar eine eher geringe flächenbezogene THG-Minderungswirkung versprechen, wie z. B. die reduzierte Bodenbearbeitung oder der Ökologische Landbau, aber ökonomisch häufig schon selbsttragend sind und daher eine große Flächenwirksamkeit und Akzeptanz erfahren, sind von Interesse bei der Erreichung der Klimaschutzziele. Hier sollte jedoch der wesentliche Umweltnutzen weiterhin im Vordergrund der Förderung stehen.

Bezüglich möglicher Energieeffizienzmaßnahmen ist darauf hinzuweisen, dass diese Maßnahmen oftmals durch die verminderten Energiebezugskosten über längere Zeit betrachtet wirtschaftlich tragfähig sind. Zur Verbesserung der Energieeffizienz in landwirtschaftlichen Betrieben ist derzeit insbesondere ein Wissenstransfer erforderlich, hierfür sollten Voraussetzungen für eine qualifizierte Energieberatung geschaffen werden. Eine sinnvolle Option wäre die Weiterqualifizierung sächsischer Gewerbeenergieberater. Um aus Energieberatungen abgeleitete Effizienzmaßnahmen umzusetzen, ist die Schaffung von Förderanreizen zu prüfen.

Bereits im Ist-Stand erbringt die Biogastechnologie eine große Minderungsleistung. Neben einem weiteren Ausbau sollte der Schwerpunkt auf der Erhöhung der Klimafreundlichkeit von Bestandsbiogasanlagen (bspw. durch Reduzierung von Methanverlusten) gesetzt werden.

Darüber hinaus bestehen erhebliche weitere Treibhausgasreduzierungsspotenziale, wenn von den Verbrauchern Empfehlungen zu einer klimaschonenden Ernährung berücksichtigt werden, die neben der Reduzierung des Verzehrs von tierischen Lebensmitteln, vom Konsum saisonaler Gemüse- und Obstsorten über regional erzeugte und wenig verarbeitete Lebensmittel bis zur Minimierung von Lebensmittelabfällen reichen. Durch Förderung der Direkt- und Regionalvermarktung, des Aufbaus regionaler Wertschöpfungsketten und des ökologischen Landbaus kann hier der Freistaat Sachsen zusätzliche Unterstützung leisten.

# Literatur

- BAGGS, E., REES, R., SMITH, K., VINTEN, A. (2000): Nitrous oxide emission from soils after incorporating crop residues. *Soil Use and Management* 16-2 (82-87)
- BLE: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (Hrsg.) (2010): Berechnungen zum Kraftstoffverbrauch der pflanzlichen Produktion und Abschätzung von Einsparpotenzialen unter Berücksichtigung verschiedener Anbauverfahren. Bonn
- DGE: Deutsche Gesellschaft für Ernährung (2004): DGE-Ernährungskreis – Lebensmittelmengen. DGEInfo 05/2004. Onlineresource unter: <http://www.dge.de/modules.php?name=News&file=article&sid=415>
- EU-AGRO-BIOGAS (2010): European Biogas Initiative to improve the yield of agricultural biogas plants (EU-AGRO-BIOGAS), Project Number 512949. Report on the economic value and the calculated energy and material fluxes. Deliverable 22. Submission date 2010-04-15, <http://ec.europa.eu/energy/renewables/bioenergy/doc/anaerobic/d22.pdf>
- FLESSA, H., MÜLLER, D., PLASSMANN, K., OSTERBURG, B., TECHEN, A.-K., NITSCH, H., NIEBERG, H., SANDERS, J., MEYER ZU HARTLAGE, O., BECKMANN, E., ANSPACH, V. (2012): Studie zur Vorbereitung einer effizienten und gut abgestimmten Klimaschutzpolitik für den Agrarsektor. Onlineresource unter: [http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/AK/PDFs/lbf\\_sh361.pdf](http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/AK/PDFs/lbf_sh361.pdf)
- FNR: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (2009): Handbuch Herstellung von Rapsölkraftstoff in dezentralen Ölgewinnungsanlagen. Onlineresource unter: [http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf\\_300-rapsoelkraftstoff\\_2009b.pdf](http://www.fnr-server.de/ftp/pdf/literatur/pdf_300-rapsoelkraftstoff_2009b.pdf)
- HAENEL, H., RÖSEMANN, C., DÄMMGEN, U., PODDEY, E., FREIBAUER, A., DÖHLER, H., EURICH-MENDEN, B., WULF, S., DIETERLE, M., OSTERBURG, B. (2012): Berechnung von gas- und partikelförmigen Emissionen aus der deutschen Landwirtschaft 1990-2010. Onlineresource unter: [http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/vTI/Publikationen/Thuenen%20Report/lbf\\_sh356.pdf](http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/vTI/Publikationen/Thuenen%20Report/lbf_sh356.pdf)
- HÜLSBERGEN, K., SCHMID, H. (2013): Energie- und Treibhausgasbilanzierung in ökologischen und konventionellen Betriebssystemen. Vortrag im Rahmen der Tagung „Klimawirkungen und Nachhaltigkeit ökologischer und konventioneller Pilotbetriebe in Deutschland“ des von Thünen-Instituts am 27.02.2013 in Braunschweig. Onlineresource unter: [http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam\\_uploads/Institute/OL/downloads/sonstiges/Hu%CC%88lsbergen.pdf](http://www.ti.bund.de/fileadmin/dam_uploads/Institute/OL/downloads/sonstiges/Hu%CC%88lsbergen.pdf)
- KÜPER (2011): Der Streifenmacher. *top agrar* 08-2011
- LEICK, B. (2003): Emission von Ammoniak (NH<sub>3</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) von landwirtschaftlich genutzten Böden in Abhängigkeit von produktionstechnischen Maßnahmen. Dissertation. Onlineresource unter: [http://opus.ub.uni-hohenheim.de/volltexte/2004/49/pdf/Diss\\_Leick.pdf](http://opus.ub.uni-hohenheim.de/volltexte/2004/49/pdf/Diss_Leick.pdf)
- LfULG: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (2012): Luftschadstoff- und Treibhausgasemissionen in Sachsen. Onlineresource unter: <https://publikationen.sachsen.de/bdb/artikel/14813>
- OSTERBURG, B., RÜTER, S., FREIBAUER, A., DE WITTE, T., ELSASSER, P., KÄTSCH, S., LEISCHNER, B., PAULSEN, H. M., ROCK, J., RÖDER, N., SANDERS, J., SCHWEINLE, J., STEUK, J., STICHNOTHE, H., STÜRMER, W., WELLING, J., WOLFF, A. (2013): Handlungsoptionen für den Klimaschutz in der deutschen Agrar- und Forstwirtschaft. Johann Heinrich von Thünen-Institut, 158 p, Thünen-Report 11
- SMUL: Sächsisches Staatsministerium für Umwelt und Landwirtschaft (2011): Energie- und Klimaprogramm Sachsen. Entwurf, Stand 12.10.2011, Hrsg. SMUL, SMWA
- SMWA: Sächsisches Staatsministerium für Wirtschaft, Arbeit und Verkehr (2014): Energiedaten 2011. Onlineresource unter: [http://www.energie.sachsen.de/download/Energiedaten\\_2011\\_Gesamtdokument\\_endg\\_neu.pdf](http://www.energie.sachsen.de/download/Energiedaten_2011_Gesamtdokument_endg_neu.pdf)
- UBA: Umweltbundesamt (Hrsg.) (2007): Integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung (IVU). Merkblatt über die besten verfügbaren Techniken für die Herstellung Anorganischer Grundchemikalien: Ammoniak, Säuren und Düngemittel. Onlineresource unter: [http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt\\_anorganische-grundchemikalien-ammoniak-saeuren-duengemittel\\_vv.pdf](http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/419/dokumente/bvt_anorganische-grundchemikalien-ammoniak-saeuren-duengemittel_vv.pdf)
- UBA: Umweltbundesamt (2012a): Beitrag der Landwirtschaft zu den Treibhausgas-Emissionen. Pressemitteilung. Onlineresource unter: <http://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/landwirtschaft/beitrag-der-landwirtschaft-zu-den-treibhausgas>

UBA (Hrsg.): Umweltbundesamt (2012b): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2012. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990-2010. Onlineresource unter: <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/berichterstattung-unter-klimarahmenkonvention-1>

**Herausgeber:**

Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG)  
Pillnitzer Platz 3, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-0  
Telefax: +49 351 2612-1099  
E-Mail: lfulg@smul.sachsen.de  
www.smul.sachsen.de/lfulg

**Autoren:**

Dr. Christine von Buttlar  
IGLU – Ingenieurgemeinschaft für Landwirtschaft und Umwelt  
Bühlstraße 10, 37073 Göttingen  
Telefon: 0551 54885-0

Thomas Freitag, Falk Rebbe, Stefan Zorn (GICON)  
GICON – Großmann Ingenieur Consult GmbH  
Tiergartenstr. 48, 01219 Dresden  
Telefon: 0351 47878-0

**Redaktion:**

Dr. Andrea Hausmann  
LfULG, Abteilung Klima, Luft, Lärm, Strahlen/Referat Klima, Luftqualität  
Söbrigener Str. 3a, 01326 Dresden  
Telefon: +49 351 2612-5100  
Telefax: +49 351 2612-5199  
E-Mail: andrea.hausmann@smul.sachsen.de

**Titelfoto:**

Kühe an der Biogasanlage Jühnde (Mühlhausen/Landpixel.de)

**Redaktionsschluss:**

30.06.2014

**ISSN:**

1867-2868

**Hinweis:**

Die Broschüre steht nicht als Printmedium zur Verfügung, kann aber als PDF-Datei unter <https://publikationen.sachsen.de/bdb/> heruntergeladen werden.

**Verteilerhinweis**

Diese Informationsschrift wird von der Sächsischen Staatsregierung im Rahmen ihrer verfassungsmäßigen Verpflichtung zur Information der Öffentlichkeit herausgegeben.

Sie darf weder von Parteien noch von deren Kandidaten oder Helfern im Zeitraum von sechs Monaten vor einer Wahl zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für alle Wahlen.

Missbräuchlich ist insbesondere die Verteilung auf Wahlveranstaltungen, an Informationsständen der Parteien sowie das Einlegen, Aufdrucken oder Aufkleben parteipolitischer Informationen oder Werbemittel. Untersagt ist auch die Weitergabe an Dritte zur Verwendung bei der Wahlwerbung. Auch ohne zeitlichen Bezug zu einer bevorstehenden Wahl darf die vorliegende Druckschrift nicht so verwendet werden, dass dies als Parteinahme des Herausgebers zugunsten einzelner politischer Gruppen verstanden werden könnte.

Diese Beschränkungen gelten unabhängig vom Vertriebsweg, also unabhängig davon, auf welchem Wege und in welcher Anzahl diese Informationsschrift dem Empfänger zugegangen ist. Erlaubt ist jedoch den Parteien, diese Informationsschrift zur Unterrichtung ihrer Mitglieder zu verwenden.