

## **Informationen über LULUCF-Aktionen**

**Bericht gemäß Artikel 10 Absatz 4 des Beschlusses Nr. 529/2013/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 über die Anrechnung und Verbuchung von Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen infolge von Tätigkeiten im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft und über Informationen zu Maßnahmen in Zusammenhang mit derartigen Tätigkeiten zum Abschluss der Verpflichtungsperiode 1. Januar 2013 bis 31. Dezember 2020**

**Stand: 20.04.2021**



Kontakt:

[IKIII1@bmu.bund.de](mailto:IKIII1@bmu.bund.de)

[521@bmel.bund.de](mailto:521@bmel.bund.de)



## Inhalt

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Entwicklung von Emissionen und Senken</b>	<b>3</b>
2.1	Weiterentwicklung der Datengrundlagen und Methoden der Treibhausgas-Berichterstattung	3
2.2	Entwicklung der Emissionen und Kohlenstoffeinbindung bis zum Jahr 2018	4
<b>3</b>	<b>Projektionen</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Abschätzung des Minderungspotenzials</b>	<b>11</b>
4.2	Landwirtschaft	11
4.2	Forst- und Holzwirtschaft	15
4.3	Andere Landnutzungen	17
4.4	Indirekte Effekte	17
<b>5</b>	<b>Ermittlung geeigneter Maßnahmen</b>	<b>19</b>
<b>6</b>	<b>Laufende und geplante Maßnahmen und Wirkungsabschätzung</b>	<b>21</b>
6.1	Maßnahmen des Bundes	21
6.1.1	Landwirtschaft	21
6.1.2	Forst- und Holzwirtschaft	25
6.2	Maßnahmen der Länder	30
6.2.1	Landwirtschaft	30
6.2.2	Forst- und Holzwirtschaft	34
<b>7</b>	<b>Zeitplan für die Annahme und Umsetzung von Maßnahmen</b>	<b>37</b>
<b>8</b>	<b>Literatur</b>	<b>38</b>



## 1 Einleitung

Gemäß EU Beschluss 529/2013<sup>1</sup>, Art. 10 Absatz 4 ist Deutschland verpflichtet, der EU-Kommission zum Abschluss der Verpflichtungsperiode 1. Januar 2013 bis 31. Dezember 2020 einen Bericht über den Stand der Durchführung der LULUCF-Aktionen zu übermitteln. Der vorliegende Bericht baut auf den ersten Bericht mit Informationen über LULUCF-Aktionen in Deutschland vom Januar 2015<sup>2</sup> sowie den Fortschrittsbericht vom Februar 2017<sup>3</sup> auf. Im ersten Bericht werden die erwarteten Emissionen im Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (Treibhausgas-Quellgruppe „LULUCF“), die damit verbundenen Minderungspotenziale sowie derzeitige und künftige Minderungsmaßnahmen und deren Umsetzbarkeit beschrieben. Im Fortschrittsbericht werden darüber hinaus Erfahrungen mit der Durchführung der LULUCF-Aktionen dargestellt.

Der vorliegende Bericht wurde in Anlehnung an ein unveröffentlichtes Guidance-Dokument der EU-Kommission<sup>4</sup> für die Berichtserstellung zusammengestellt. Er enthält Informationen über Weiterentwicklungen in den Datengrundlagen und Methoden der Emissionsberichterstattung und über die Entwicklung von Emissionen und Senken (Kap. 2), Projektionen (Kap. 3), Abschätzungen von Minderungspotenzialen (Kap. 4), den Stand des Wissens über geeignete Maßnahmen (Kap. 5), über laufende und geplante Maßnahmen und Wirkungsabschätzungen (Kap. 6) sowie über Zeitpläne für die Annahme und Umsetzung von Maßnahmen (Kap. 7).

Zur Erstellung des Fortschrittsberichts mit Informationen über LULUCF-Aktionen (LULUCF = land use, land use change and forestry) wurden im Sommer und Herbst 2020 die Umwelt- und Landwirtschaftsministerien der Bundesländer zum Stand der Umsetzung von LULUCF-bezogenen Maßnahmen und den dabei gemachten Erfahrungen befragt. Die Antworten wurden bis Ende November 2020 gesammelt und am Thünen-Institut ausgewertet. Darüber hinaus wurden Daten aus der aktuellen Emissionsberichterstattung (UBA 2020a) und dem Projektionsbericht 2019 (Bundesregierung 2019a) ausgewertet sowie neue Programme und Strategien auf Bundesebene, die Aktivitäten im Bereich LULUCF enthalten, zusammengestellt.

---

<sup>1</sup> Beschluss Nr. 529/2013/EU des Europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Mai 2013 über die Anrechnung und Verbuchung von Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen infolge von Tätigkeiten im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft und über Informationen zu Maßnahmen in Zusammenhang mit derartigen Tätigkeiten. Im Internet:

<http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2013:165:0080:0097:DE:PDF>

<sup>2</sup> Informationen zum Beteiligungsprozess: <https://www.thuenen.de/de/lr/aktuelles-und-service/lulucf-beteiligung-2014/> erster Bericht vom Januar 2015: [https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung\\_2014/Bericht\\_an\\_die\\_Europaeische\\_Kommission/150109\\_LULUCF\\_Bericht\\_DE\\_fin.pdf](https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung_2014/Bericht_an_die_Europaeische_Kommission/150109_LULUCF_Bericht_DE_fin.pdf)

<sup>3</sup> Fortschrittsbericht mit Informationen über LULUCF-Aktionen vom Februar 2018: [https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung\\_2014/Bericht\\_an\\_die\\_Europaeische\\_Kommission/180227\\_Progress-Report\\_on\\_LULUCF\\_final.pdf](https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung_2014/Bericht_an_die_Europaeische_Kommission/180227_Progress-Report_on_LULUCF_final.pdf)

<sup>4</sup> Dokument „Guidance on Member State reports providing: ‘Information on LULUCF actions’ in accordance with Article 10 of EU Decision 529/2013/EU (DRAFT FINAL V22072014)“

Im Text werden die Begriffe „CRF-Sektor“ und „Quellgruppe“ synonym verwendet für die „source / sink categories“ nach dem Common Reporting Framework (CRF) der Treibhausgasberichterstattung im Rahmen der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC).

## 2 Entwicklung von Emissionen und Senken

In diesem Kapitel werden die Fortschritte bei der Bewältigung der im ersten Bericht von 2015 (BMU et al. 2015) ermittelten Datenfragen in Hinblick auf Änderungen seit dem Fortschrittsbericht bei der Identifizierung von Landnutzungs- und Landnutzungsänderungen sowie der Berechnung von Emissions- und Senkenfaktoren dargestellt. Darüber hinaus werden auf Basis der Submission 2020 aktualisierte Zahlen über vergangene Trends vorgestellt.

### 2.1 Weiterentwicklung der Datengrundlagen und Methoden der Treibhausgas-Berichterstattung

Im Zuge der ständigen Verbesserung der Berichterstattung wurden zahlreiche methodische Änderungen umgesetzt (s. Nationaler Inventarbericht (NIR) 2020, UBA 2020a, Kapitel 6.1.2). Von besonderer Bedeutung sind dabei folgende Verbesserungen:

- Die Ermittlung von Landnutzung und Landnutzungsänderungen erfolgt auf einem Stichpunkttraster. Dieses wurde erheblich verdichtet (auf 100 m x 100 m). Dadurch hat sich die Unsicherheit der Flächenbestimmung insbesondere für kleinere LULUC-Kategorien erheblich verringert.
- Es wird jetzt an jedem Rasterpunkt die Landnutzungshistorie nachverfolgt. Dadurch werden nun mehrfache Landnutzungswechsel (auch vor Ablauf der standardmäßig angenommenen Übergangszeit nach Landnutzungsänderungen von 20 Jahren) bei der Berechnung von Emissionen bzw. C-Sequestrierung berücksichtigt.
- Durch die Verdichtung des Rasters können nun auch Torfabbauflächen georeferenziert ermittelt und berichtet werden.
- Die Subkategorie „Perennierende Ackerlandkulturen“ wurde in die vier Subkategorien Hopfen, Wein, Obst sowie sonstige perennierende Ackerlandkulturen (Baumschulen, Weihnachtsbaumkulturen und Kurzumtriebsplantagen) unterteilt und entsprechende Emissionsfaktoren eingeführt.
- Es wurden Ergebnisse der Bodenzustandserhebung Landwirtschaft (Jacobs et al. 2018)<sup>5</sup> zu Kohlenstoffvorräten in landwirtschaftlichen Böden in die Berichterstattung einbezogen.
- Die Ergebnisse der Kohlenstoffinventur 2017 führten zu neuen Emissionsfaktoren für die Waldphytomasse und das Totholz.<sup>6</sup>

---

<sup>5</sup> siehe [https://www.thuenen.de/media/institute/ak/Allgemein/news/Thuenen\\_Report\\_64\\_final.pdf](https://www.thuenen.de/media/institute/ak/Allgemein/news/Thuenen_Report_64_final.pdf)

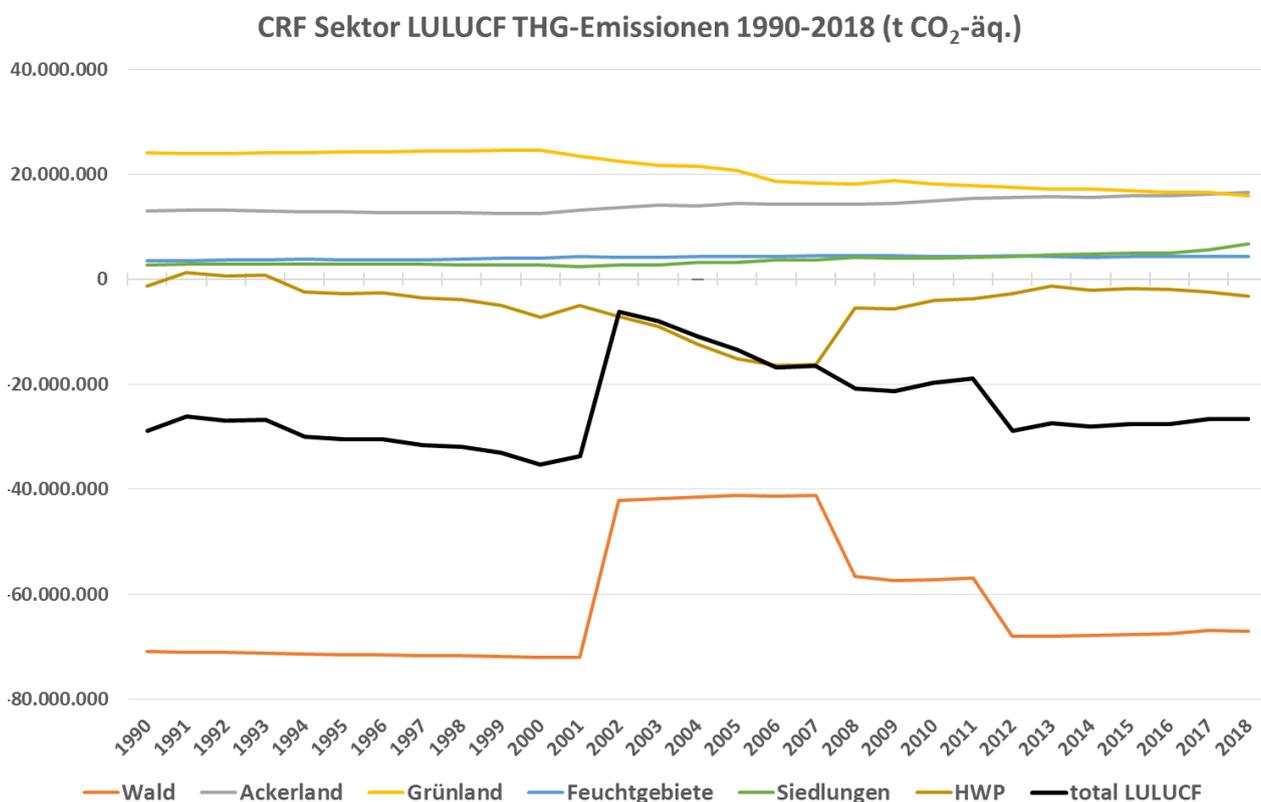
<sup>6</sup> siehe <https://www.bundeswaldinventur.de/kohlenstoffinventur-2017/>

## 2.2 Entwicklung der Emissionen und Kohlenstoffeinbindung bis zum Jahr 2018

Die folgende Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der Treibhausgasemissionen im CRF-Sektor LULUCF. Der Verlauf der Nettoemissionen verdeutlicht, dass der CRF-Sektor LULUCF insgesamt seit 1990 als Senke fungierte. Die Festlegung von CO<sub>2</sub> wird als „negative Emission“ abgebildet. Hauptursache hierfür ist die Landnutzungskategorie Wald. Der dominierende Pool ist die Phytomasse des Waldes. Der treppenförmige Verlauf der Werte entsteht durch die periodische Inventur des Pools „Wald“. In den Jahren 2002, 2007, 2012 und 2017 wurde der C-Vorrat erhoben. Der ermittelte Wert gilt für die davorliegenden Jahre, die sogenannte Inventurperiode. Aber auch die Waldböden und die Holzprodukte tragen durch ihre Funktion als Kohlenstoffspeicher einen bedeutenden Teil zur Senke bei.

Dem gegenüber stehen Emissionen aus den landwirtschaftlich genutzten Flächen der Landnutzungskategorien Acker- und Grünland. Diese beiden Kategorien zeigen sich über die Jahre als konstante, kaum variierende Quellen. Zurückzuführen ist dies auf die gleichbleibenden Emissionen aus entwässerten organischen Böden. Die Nettosenke hat zwischen 2002 und 2012 (in absoluten Zahlen) stetig zugenommen (Abb. 1, Anstieg der in negativen Werten ausgedrückten Senkenleistung des CRF-Sektors LULUCF) und liegt derzeit fast wieder auf der Höhe vor 2002. Dies ist der Saldo aus abnehmender und dann wieder ansteigender Senkenleistung des Waldes, der zwischenzeitlichen Zunahme und anschließenden Abnahme der Kohlenstoffspeicherung in Holzprodukten, dem Emissionsanstieg in den Landnutzungskategorien Siedlungen und Ackerland, sowie dem Rückgang der Emissionen aus Grünland. Die Emissionen aus den Feuchtgebieten sind konstant; sie spiegeln im Wesentlichen die Emissionen des industriellen Torfabbaus wider. Dominierendes Treibhausgas ist Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), das im CRF-Sektor LULUCF in großen Mengen gebunden wird. Die Freisetzung von Methan (CH<sub>4</sub>) und Lachgas (N<sub>2</sub>O) ist demgegenüber gering. Die deutlichen Sprünge in den Kurvenverläufen der Zeitreihen sind methodisch bedingt und haben ihre Ursache vor allem in den periodischen Erhebungsterminen der Flächendaten (siehe Erläuterung zu Wald). Der Erfassung von Landnutzungsänderungen anhand räumlich expliziter Daten lagen Datensätze der Jahre 1990, 2000, 2005, 2008, 2012, 2016 und 2018 zugrunde. Landnutzungsänderungen, die zwischen diesen Terminen auftraten, wurden durch lineare Interpolation ermittelt.

**Abbildung 1:** Nettoemissionen im Sektor LULUCF (Wald: bis 2017 gemessene Werte, danach lineare Projektion)



Quelle: Eigene Darstellung auf Grundlage von Daten der Trendtabellen Treibhausgase 1990-2018, UBA (2020b).



### 3 Projektionen

In diesem Kapitel werden Projektionen für den CRF-Sektor dargestellt. Im Folgenden werden Projektionen für den Bereich Wald und Holz einschließlich der Ableitung des Forest Management Reference Level und anschließend Projektionen im aktuellsten vorliegenden Projektionsbericht der Bundesregierung (2019a) erläutert.

#### Wald und Holz

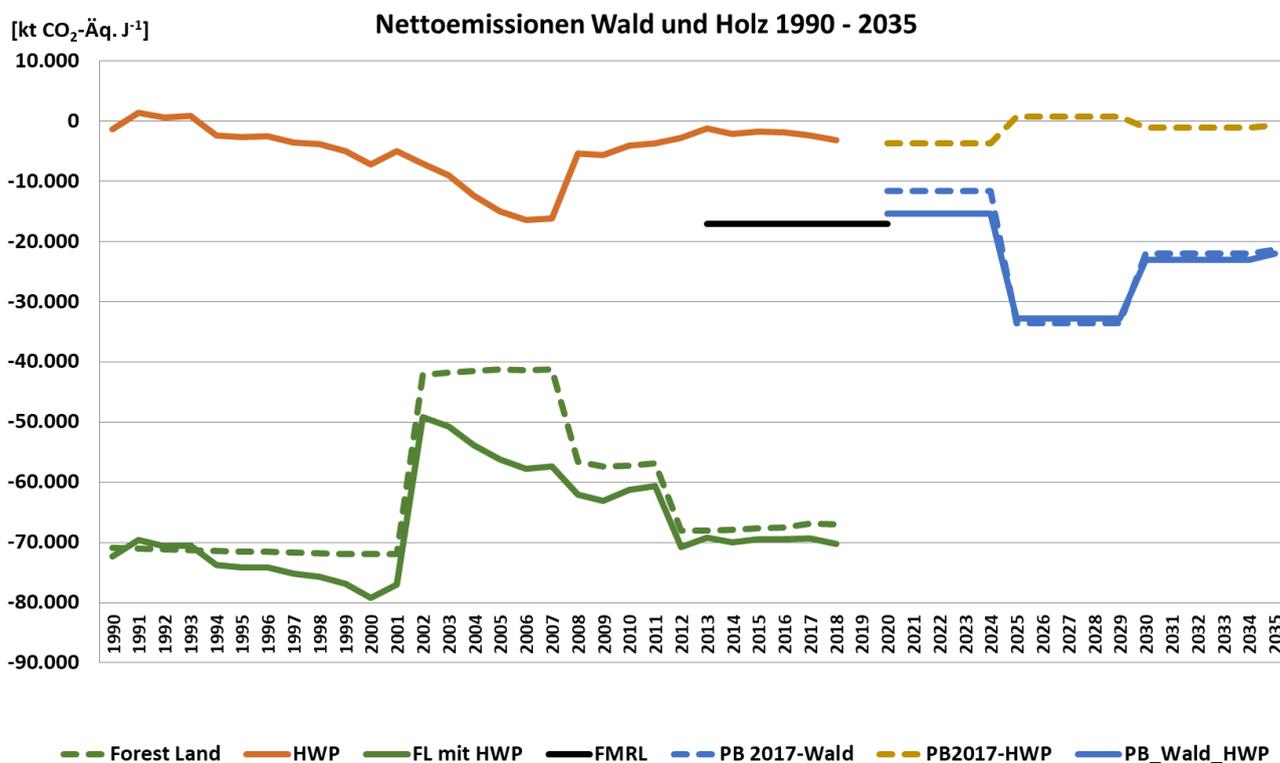
Zur Anrechnung der Waldbewirtschaftung in der 2. Verpflichtungsperiode nach dem Kyoto-Protokoll wurde eine Referenzlinie für die Emissionen durch CO<sub>2</sub>-Freisetzung bzw. Kohlenstofffestlegung (Senkenwirkung) aus Waldbewirtschaftung erstellt (Forest Management Reference Level, FMRL). Diese enthält den zu erwartenden Trend für die Emissionen aus Waldbewirtschaftung mit und ohne die Einbeziehung des Holzproduktespeichers bei Fortführung einer Bewirtschaftung wie vor 2009. Im Vergleich zur Einreichung 2011 und zum Stand des letzten Berichts zum FMRL (2016) erfolgte eine technische Korrektur des FMRL, da dieses nicht alle Quellgruppen und sonstige Emissionen, die nach den derzeitigen Regeln der Treibhausgas-(THG)-Berichterstattung zu berichten sind, enthielt. Die technische Korrektur ist in Kap. 11.5.3.4 des Nationalen Inventarberichts 2020 (NIR) (UBA 2020a) beschrieben und beträgt 5.268 kt CO<sub>2</sub>-Äq. Das korrigierte FMRL beträgt für den Zeitraum 2013 – 2020 -17.150 kt CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr. Als weitere Projektion wird in Abb. 2 die im Projektionsbericht 2017 nach EU-VO 525/2013 vorgelegte Simulation abgebildet. Diese entspricht dem „mit Maßnahmen Szenario“ auf der Basis der Bundeswaldinventur 2012.

Abbildung 2 zeigt die historischen Emissionen aus Waldbewirtschaftung (Forest Management, FM), berechnet wie in der Berichterstattung nach Kyoto-Protokoll (Submission 2020) beschrieben, und den Verlauf der Projektion zur Referenzlinie aus der Submission 2011 an das UNFCCC (Forest Management Reference Level (FMRL), in der technisch korrigierten Höhe). Wegen der seither erfolgten Weiterentwicklung der Berichtsmethodik sowie der Einbeziehung der Daten aus der Bundeswaldinventur 2012 und der zweiten Bodenzustandserhebung im Wald in die Treibhausgasberichterstattung sind die beiden Verläufe nur bedingt vergleichbar. Das FMRL spiegelt eine Weiterführung der Bewirtschaftung wider, die zum Absinken der Senkenleistung bis 2008 geführt hatte.

Deshalb wurde im Projektionsbericht 2019 (Bundesregierung 2019a) im Kapitel 3.1.12 LULUCF (ab S. 188) angenommen, der LULUCF-Sektor entwickle sich im Zeitraum zwischen 2016 bis 2020 voraussichtlich von einer Senke zu einer Quelle für Treibhausgase. Dies ergab sich aus der mit dem Modell WEHAM projizierten Vorratsentwicklung der Kohlenstoffvorräte im Wald. Hierzu wurden die Daten aus dem WEHAM-Basiszenario 2012 verwendet, das die damals üblichen waldbaulichen Zielsetzungen aufgrund der Erfahrung der vorhergehenden und die Erwartungen an die kommenden Jahre abzubilden versucht. Es unterscheidet sich daher nochmal deutlich von dem Szenario, das dem FMRL zu Grunde lag. Unabhängig vom verwendeten Bewirtschaftungsszenario geht der Zuwachs der Kohlenstoffvorräte im Wald gegenüber den Vorperioden zurück. Neben der waldbaulichen Zielsetzung ist die Altersstruktur des Waldes ein wesentlicher Grund hierfür. Die Altersstruktur der Wälder in Deutschland ist durch die umfangreichen kriegsbedingten Wiederaufforstungen

der 1950er- und 1960er-Jahre – überwiegend als Nadelholzreinbestände – geprägt. Damals wurden die im oder infolge des Zweiten Weltkriegs zerstörten oder übernutzten Waldflächen aufgeforstet (s. Waldbericht der Bundesregierung; BMEL 2017). Diese Waldbestände erreichen nun ihre Hiebsreife und werden in den nächsten Jahrzehnten geerntet. Schwankungen der Kohlenstoffvorräte im Teil-Sektor Wald sind deshalb keineswegs einmalig.

**Abbildung 2:** Nettoemissionen Wald und Holz



Forest Land (FL): Wald ohne Holzprodukte, HWP: Holzproduktspeicher, FL mit HWP: Wald und HWP kombiniert, FMRL: Höhe des FMRL für die 2. Anrechnungsperiode unter dem Protokoll von Kyoto, PB 2017-Wald: Projektion aus Projektionsbericht 2017 – nur Wald, PB 2017-HWP: wie vor, nur Holzproduktspeicher, PB\_Wald\_HWP: Projektion Wald und HWP kombiniert.

Quelle: Thünen-Institut für Waldökosysteme.

### Projektion für den CRF-Sektor LULUCF im Projektionsbericht 2019

Im Mit-Maßnahmen-Szenario des Projektionsberichts 2019 reduziert sich die Senkenwirkung der Wälder durch veränderte Holznutzung und Verschiebung des Altersklassenverhältnisses von ursprünglich ca. 75 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 1990 auf ein Minimum von ca. 11 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. in 2020 und steigt anschließend wieder etwas an (vgl. Bundesregierung 2019a). Die Tabelle 1 zeigt die historische und projizierte Entwicklung der Treibhausgasemissionen des CRF-Sektors LULUCF für die Jahre 1990-2035.

Der LULUCF-Bereich entwickelt sich nach Angaben im Projektionsberichts 2019 im Zeitraum zwischen 2016 und 2020 von einer Senke in eine Quelle für Treibhausgase. Die projizierte Vorratsent-

wicklung im Wald mit dem Modell WEHAM führt zu einer Abnahme der Senkenleistung des Waldes, die die Emissionen der anderen Landnutzungen nicht mehr kompensieren kann. Für das Modell WEHAM werden die Daten aus dem WEHAM-Basisszenario verwendet, die die momentan üblichen waldbaulichen Zielsetzungen aufgrund der Erfahrung der letzten Jahre und den Erwartungen an die kommenden Jahre abbilden. Ebenfalls werden in WEHAM die sich veränderten Altersstrukturen der Bestände berücksichtigt. Diese Verschiebungen führen zu einer Abnahme der Zuwächse im Wald und damit, im Zusammenhang mit der Holznutzung, zu einer Verringerung der Senke. Eine Überprüfung dieser Projektion durch neue Inventurdaten steht noch aus.

Die Emissionen aus Ackerland gehen aufgrund der Annahme, dass es ab dem Jahr 2016 zu keinen relevanten Umwandlungen von Grünland in Ackerland mehr kommt, bis 2035 deutlich zurück. Die in Ackerland umgewandelten Grünlandflächen setzen CO<sub>2</sub> aus Humusabbau frei und werden unter der Kategorie Ackerland („Grassland converted to cropland“) berichtet. Grund für die abgesenkte Umwandlung von Grünland in Ackerland ist die Greening-Auflage in der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) der EU zur Dauergrünlanderhaltung und ihrer vergleichsweise strengen Umsetzung in Deutschland (vgl. Kap. 6.1). Tatsächlich hat die in der Agrarstatistik erfasste Dauergrünlandfläche<sup>7</sup> nach langjähriger Abnahme seit 2014 wieder zugenommen, da Ackerflächen in Dauergrünland umgewandelt werden, Umwandlung in entgegengesetzter Richtung aber kaum noch stattfinden und 1 : 1 durch Neuanlage von Dauergrünland kompensiert werden müssen. Von 2013 bis 2019 ergibt sich ein Flächenzuwachs um 130.000 Hektar, das entspricht einem Zuwachs gegenüber 2013 um knapp 3 %. Die Emissionen aus den anderen Landnutzungssektoren weisen nur geringe Änderungen auf.

**Tabelle 1:** Entwicklung der Treibhausgasemissionen [kt CO<sub>2</sub>-Äq.] des CRF-Sektors LULUCF von 1990 bis 2035 (Mit-Maßnahmen-Szenario (MMS))

	1990	2005	2010	2016	2020	2025	2030	2035
Wald	-75.256	-40.693	-57.983	-57.667	-11.652	-33.525	-22.002	-21.382
Ackerland	12.945	12.450	14.323	15.182	14.219	13.487	11.818	10.618
Grünland	26.225	24.869	23.879	22.612	22.648	22.146	21.535	21.427
Feuchtgebiete	4.127	4.234	4.074	4.086	4.151	4.501	5.059	5.351
Siedlungen	1.978	2.124	3.403	3.636	3.842	3.869	3.656	3.428
Holzprodukte	-1.330	-15.044	-4.066	-2.328	-3.680	782	-1.076	-659
<b>Σ LULUCF</b>	<b>-31.312</b>	<b>-12.060</b>	<b>-16.369</b>	<b>-14.479</b>	<b>29.528</b>	<b>11.261</b>	<b>18.990</b>	<b>18.784</b>

Quelle: Bundesregierung (2019a), Tabelle 82, S. 190.

<sup>7</sup> Siehe Datentabellen von DESTATIS, <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/zeitreihe-dauergruenland-nach-nutzung.html>

Die durch die erwartete Vorratsveränderung im Forstbereich veränderten THG-Emissionen übertreffen alle Maßnahmen-bedingten Änderungen in den anderen Landnutzungskategorien. Der Projektionsbericht 2019 zeigt für den Teil-Sektor Wald, dass trotz der aufgrund des Altersklassenverhältnisses erhöhten Holzentnahme der Wald immer noch der einzige Teil-Sektor des LULUCF-Sektors mit „negativen Emissionen“ und damit eine Senke bleibt.

## 4 Abschätzung des Minderungspotenzials

In diesem Kapitel werden aktualisierte Schätzungen des Minderungspotenzials für LULUCF-Maßnahmen, die im ersten Bericht von 2015 (BMU et al. 2015) enthalten sind, dargestellt.

### 4.2 Landwirtschaft

Im ersten Bericht „Informationen über LULUCF-Aktionen“ (BMU et al. 2015, S. 13ff) werden die folgenden Maßnahmen für die landwirtschaftliche Flächennutzung (Acker- und Grünlandbewirtschaftung) unter Verweis auf den Anhang des LULUCF-Beschlusses Nr. 529/2013/EU benannt. Diese tragen zu einer Erhöhung der Kohlenstoffspeicherung in landwirtschaftlich genutzten Böden oder zu einer Senkung der CO<sub>2</sub>-Freisetzung aus Humusabbau und Mineralisierung von Torfen bei:

- Maßnahmen im Bereich Ackerbewirtschaftung zur Erhöhung des organischen Kohlenstoffgehalts in Ackerböden
- Maßnahmen im Bereich Grünlandbewirtschaftung und -verbesserung, z. B. Vermeidung der Umwandlung von Grünland in Ackerflächen
- Maßnahmen zur Verbesserung der Bewirtschaftung landwirtschaftlich genutzter organischer Böden (also Moor- und weiteren moorähnlichen Böden) durch Anhebung der Wasserstände (Anbau von Paludikulturen, extensive Bewirtschaftungspraktiken) sowie Wiedervernässung von Mooren
- Maßnahmen zur Vermeidung der Trockenlegung von Feuchtgebieten und zur Schaffung von Anreizen für das Wiedervernässen trockengelegter Flächen

Die **Erhöhung des Kohlenstoffvorrats von Ackerböden** durch erhöhte Zufuhr organischer Substanz ist nur zeitlich begrenzt möglich, bis sich ein neues Gleichgewicht des Humusvorrats einstellt. Bei Beendigung der humusfördernden Bewirtschaftung kann der angereicherte Kohlenstoff aber schnell wieder als CO<sub>2</sub> freigesetzt werden (Don et al. 2018). Die Datengrundlagen für die Abbildung der Veränderungen der Kohlenstoffvorräte in mineralischen Ackerböden sollen aufbauend auf die im Jahr 2018 abgeschlossene Bodenzustandserhebung Landwirtschaft durch eine Wiederholungsinventur zur Erfassung der organischen Kohlenstoffvorräte in Agrarböden und ihrer Einflussgrößen ermöglicht werden, die im Jahr 2021 begonnen hat und im Jahr 2027 abgeschlossen werden soll.

Wiesmeier et al. (2020) geben einen Überblick über den aktuellen Wissensstand zu Maßnahmenpotenzialen. Zur Humusmehrung tragen u. a. die verstärkte Belassung oberirdischer Erntereste wie Stroh, Stoppel oder Rübenblatt und die Rückführung in Form von Stallmist, Gülle oder Gärresten bei. Eine räumliche Umverteilung von organischen Düngemitteln hat bezogen auf den Agrarsektor allerdings keine relevanten, zusätzlichen Wirkungen auf die Humusmehrung, da die Verlagerung zwar das Humusreproduktionspotential von zusätzlich organisch gedüngten Flächen erhöht, dieses aber auf den Flächen verringert, von denen die organische Substanz ursprünglich stammt.

Reduzierte Bodenbearbeitung und Direktsaat führt unter mitteleuropäischen Verhältnissen nur zu einer vertikalen Umverteilung des Humus im Oberboden. Es wurden Anreicherungen in der oberen Ackerkrume bis 10 cm Tiefe nachgewiesen, in tieferen Bodenschichten kommt es dagegen zu einer Reduktion der  $C_{org}$ -Vorräte. Insgesamt wurde im Mittel keine Kohlenstoffanreicherung beobachtet.

Durch Zwischenfruchtanbau werden Zeiten, in denen die Ackerflächen sonst brach liegen würden, zum Aufbau zusätzlicher organischer Masse genutzt. Bei jährlichem Zwischenfruchtanbau als Gründüngung können im Vergleich zur Schwarzbrache pro Hektar und Jahr durchschnittlich 0,32 t  $C_{org}$  gebunden werden (Poeplau und Don 2015), das entspricht 1,17 t  $CO_2$ -Äq. pro Jahr. Im Herbst und Winter 2015/16 wurden in Deutschland auf 1,7 Mio. Hektar Ackerland Zwischenfrüchte angebaut, davon 90 % zur Gründüngung. Gegenüber 2010 hat die Zwischenfruchtfläche um über 0,5 Mio. Hektar oder 46 % zugenommen (DESTATIS, versch. Jgg.). Die Zunahme wird in Verbindung mit der Greening-Maßnahme zu ökologischen Vorrangflächen im Rahmen der aktuellen GAP gebracht.

Als Fruchtfolgemaßnahme zur Humusmehrung nennen Wiesmeier et al. (2020) den Anbau humusmehrender Kulturen wie Futter- und Körnerleguminosen, mit Bindungen von  $C_{org}$  von 0,15 bis 0,36 t pro Hektar und Jahr. Die Ausweitung des Ökologischen Landbaus trägt auf Ackerflächen zum Humusaufbau bei, vor allem durch die Ausdehnung des Kleegrasanbaus. Nach Umstellung auf Ökologischen Landbau kann über einen Zeitraum von mindestens 10 Jahren mit einer mittleren jährlichen Senkenwirkung in Höhe von 0,35 t  $C_{org}$ /ha gerechnet werden (Gattinger et al. 2012; Kätterer et al. 2013). Bei Ausweitung des Ökologischen Landbaus auf 20 % der LF könnten bei einem Ackerflächenanteil von ca. 50 % etwa 1,3 Mio. t  $CO_2$ -Äq. pro Jahr durch Humusaufbau gebunden werden (Osterburg et al. 2019).

Die **Erhaltung von Dauergrünland**: trägt zur Erhaltung von Bodenkohlenstoff bei, da bei einer Umwandlung von Dauergrünlandflächen in Ackerland organische Bodensubstanz in Form von  $CO_2$ -Emissionen verloren geht. Ferner wird im Zuge der verstärkten Mineralisation der organischen Bodensubstanz Stickstoff freigesetzt, dessen Umsetzung  $N_2O$ -Emissionen verursachen kann. Die Umwandlung von Dauergrünland setzt sehr viel mehr und schneller  $CO_2$  frei als bei Neuschaffung von Grünland kurzfristig wieder gebunden werden kann. Der Verlust an organischem Bodenkohlenstoff im Oberboden (in den obersten 30 cm) beträgt nach der Umwandlung von Grünland zu Ackerland auf Mineralboden im Mittel durchschnittlich ca. 17,5 t  $C_{org}$ /ha (Daten abgeleitet aus BZE-Landwirtschaft, s. Jacobs et al. 2018), das entspricht 64 t  $CO_2$  /ha. Die Wirkung einer Dauergrünlanderhaltung wird erst schrittweise in den Treibhausgasinventaren sichtbar, weil die Emissionen aus Grünlandumwandlungen über 20 Jahre berichtet werden und deshalb die Grünlandverluste in der Vergangenheit noch länger die berichtete Emissionshöhe bestimmen.

Die **Umwandlung von Ackerland zu Dauergrünland** kann die Festlegung von Bodenkohlenstoff fördern und somit als Kohlenstoffsенке wirken. Die Festlegung verläuft aber im Vergleich zur Freisetzung nach Grünlandumwandlung deutlich langsamer ab. Da eine Fortführung der ackerbaulichen Nutzung betriebswirtschaftlich auf den meisten Standorten vorzüglich ist, ist eine Umwandlung in

Grünland vergleichsweise teuer und nur auf einer begrenzten Fläche realisierbar, zum Beispiel auf Grenzstandorten, Moorböden oder innerhalb von Schutzgebieten.

**Wiedervernässung von landwirtschaftlich genutzten Mooren:** Durch die Erhöhung des Wasserstandes können Treibhausgasemissionen aus drainierten Moorflächen verringert werden. Die Höhe der Treibhausgaseinsparung ist von der Höhe des Wasserstandes sowie von der sich einstellenden Vegetation abhängig. Der Wasserstand ist demnach der wichtigste, die Emissionshöhe bestimmende Faktor. Eine systematische Übersicht über die Emissionen aus Moorböden geben Tiemeyer et al. (2020). Die in dieser Veröffentlichung vorgestellten Emissionsfaktoren werden in der deutschen Treibhausgasberichterstattung für Moorböden in den Kategorien Ackerland, Grünland, Feuchtgebiete und Siedlungen angewendet.

Eine Minimierung der Treibhausgasemissionen aus Moorböden wird erst bei naturnahen Wasserständen (mittlerer Jahreswasserstand um 10 cm unter Geländeoberfläche) erreicht. Bei diesen Wasserständen ist die bisher übliche landwirtschaftliche Nutzung der Standorte ausgeschlossen. Pro Hektar und Jahr können durch die vollständige Wiedervernässung bisher intensiv genutzter Standorte rund 30 t CO<sub>2</sub>-Äq. eingespart werden, je nach Wasserstand und Nutzungsintensität in der Ausgangssituation aber auch mehr oder weniger. Das theoretische, technische Potenzial dieser Maßnahme liegt angesichts der Emissionen aus der landwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden in Höhe von über 36 Mio. t. CO<sub>2</sub>-Äq. sehr hoch. Aufgrund der bestehenden Eigentums- und Nutzungsrechte, der oft intensiven landwirtschaftlichen Nutzung und der auf Moorböden vorhandenen Verkehrs- und Siedlungsinfrastruktur und der Trinkwassernutzung sind die Flächenpotenziale für die Wiedervernässung begrenzt und nur langfristig mobilisierbar. Des Weiteren lassen sich stark degradierte Moorböden aufgrund Veränderungen der Torfeigenschaften als Folge der Entwässerung nicht einfach bzw. schnell restaurieren. Andererseits gibt es zahlreiche erfolgreiche, wenn auch meist kleinskalige Wiedervernässungsprojekte. Auch kann die bisherige landwirtschaftliche Nutzung von Moorböden auf vielen Standorten langfristig nicht fortgeführt werden, da die fortlaufende Sackung und Schrumpfung des Bodens zu einer irreversiblen Verschlechterung der Bodeneigenschaften und zu einer Vernässung führt und einer regelmäßigen Vertiefung der Entwässerung standortbedingte Grenzen gesetzt sind. Eine kurzfristig wirksame Klimaschutzmaßnahme ist die Verhinderung einer weiteren Vertiefung der Entwässerung von Moorböden, einer Neuanlage von Drainagen und von irreversibler Bodenmelioration durch tiefe Eingriffe in den Boden (Tiefpflügen, Baggerkuhlung).

**„Nasse Nutzung“ von Moorböden:** In Anbetracht der großen betroffenen Flächenkulisse von ca. 1,3 Mio. Hektar landwirtschaftlicher Nutzflächen auf organischen Böden besteht ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf, Landnutzungsformen für wiedervernässte Moore zu entwickeln, die eine Wertschöpfungsalternativen zur Landwirtschaft mit Entwässerung darstellen. Zur Produktion nachwachsender Rohstoffe wie zum Beispiel Schilf auf nassen Moorflächen werden unter dem Stichwort „Paludikulturen“ Forschungs- und Pilotprojekte durchgeführt. Durch solche Maßnahmen soll das Flächenpotenzial und die Akzeptanz für eine Moorvernässung vergrößert werden. Auch wenn das Potenzial zur langfristigen Kohlenstofffestlegung durch den Entzug von

Kohlenstoff in den Ernteprodukten begrenzt wird (konkrete Daten fehlen bislang noch), bietet die Verringerung der derzeitigen hohen Emissionen ein deutliches Klimaschutzpotenzial.

Für die erhöhte Akzeptanz und Nutzung dieser Minderungsmaßnahme ist die Aufrechterhaltung der Prämienfähigkeit für agrarpolitische Direktzahlungen und die Beibehaltung des Status als landwirtschaftlich genutzte Fläche für eine Paludikulturfläche im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU (GAP) notwendig. Wird derzeit Dauergrünland auf Moorböden in Paludikultur umgewandelt, gilt dies als Grünlandverlust und als Ersatz muss auf einer anderen Fläche die Einsaat von Dauergrünland nachgewiesen werden. Dies erschwert die klimaschonende Einrichtung von Paludikultur. Um diese Hemmnisse auszuräumen, müssen für Paludikulturen Ausnahmen vom Dauergrünlanderhaltungsgebot zugelassen werden. Bis zum Jahr 2020 konnte weder Prämienfähigkeit noch eine Ausnahme vom Dauergrünlanderhalt erreicht werden.

**Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung von Mooren:** Die Annahme, dass die Mineralisation des Torfkörpers auch durch Änderung der Bewirtschaftung in relevantem Umfang verringert werden kann, z. B. durch Umwandlung von Acker- zu Grünland oder Grünlandextensivierung, konnte durch wissenschaftliche Untersuchungen der Emissionen aus Moorböden nicht bestätigt werden. Die Lachgasemissionen sind bei Ackernutzung zwar gegenüber Nutzung als Dauergrünland erhöht. Bei gleichem Entwässerungsstand hat die Nutzung als Acker- oder Grünland dagegen kaum Einfluss auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen aus organischen Böden, welche den Großteil der gesamten THG-Emissionen auf diesen Standorten ausmachen (Tiemeyer et al. 2020). Die Anhebung des Wasserstandes ist auf organischen Böden demnach die zentrale Maßnahme zur Emissionsminderung. Änderungen der Landnutzung sollten nach Wiedervernässung als Anpassung an erhöhte Wasserstände erfolgen. In bisherigen Studien ging die Erhöhung der Wasserstände im Grünland immer mit einer Extensivierung der Landnutzung einher. Ergebnisse zur Auswirkung der Erhöhung der Wasserstände unter Beibehaltung intensiver Grünlandnutzung stehen noch aus.

Im Projektionsbericht 2019 (Bundesregierung 2019a) werden für den LULUCF-Bereich die Wirkungen der Klimaschutzmaßnahmen „Erhaltung von Dauergrünland im Rahmen der Umsetzung der GAP“ und „Moorbodenschutz“ abgeschätzt. Für den Moorbodenschutz wird angenommen, dass bis zum Jahr 2030 16.000 ha Acker auf Moorböden zu Grünland umgewandelt, 53.700 ha Grünland vernässt werden (Umwandlung in die CRF-Kategorie „Feuchtgebiet“, verbunden mit einer Aufgabe der Nutzung) und weitere 17.900 ha entwässerte bzw. suboptimal vernässte Flächen in der Landnutzungskategorie „Feuchtgebiete“ optimal vernässt werden. Als Referenz liegt ein Szenario ohne Maßnahmen zum Grünlanderhalt und ohne neue Moorschutzprojekte zugrunde. Bis zum Jahr 2030 werden demnach durch den Erhalt von Dauergrünland ca. 2,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. und durch Moorbodenschutz 0,7 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Emissionsminderungen pro Jahr erreicht.

## 4.2 Forst- und Holzwirtschaft

Im Initialbericht „Informationen über LULUCF-Aktionen“ (BMU et al. 2015, S.23) wurden für den Bereich Wälder und Holzverwendung folgende Hauptmaßnahmen zugunsten des Klimaschutzes festgelegt:

- Erhalt der Waldfläche
- Förderung der Erstaufforstung
- Verstärkte Holznutzung (mit dem Ziel, die stoffliche Holznutzung zu erhöhen und effizienter zu gestalten).

Im selben Bericht werden auch weitere Maßnahmen im bestehenden Wald diskutiert, deren zusätzliche Wirkungen gegenüber dem Status Quo aber bereits damals als eher gering eingestuft wurden (BMU *et al.* 2015, S.16 f.). Über die genannten Hauptziele hinaus handelt es sich um verschiedene Maßnahmen, die auf der existierenden Waldfläche realisiert werden können. Namentlich wurden eine mögliche Veränderung der Umtriebszeiten, Waldumbau zu mehrschichtigen Mischwäldern sowie die Wiedervernässung von Waldmooren genannt.<sup>8</sup> Für letztere wurde ein Emissionsvermeidungs- und Senkenpotenzial von etwa 2,2 t CO<sub>2</sub> pro Hektar und Jahr eingeschätzt, das sich aber nur auf denjenigen 244.000 ha Wald (=2,3 % der Waldfläche) realisieren ließe, die auf Moorböden stocken. Daraus ergäbe sich insgesamt ein Potential von lediglich 536.800 t CO<sub>2</sub> pro Jahr. Bei einer Veränderung der Umtriebszeiten sind Veränderungen im Senken-/Quellenverhalten der Wälder sowie Verlagerungseffekte möglich, die einen Effekt auf die THG-Bilanz entfalten könnten. Im Falle des Waldumbaus geht es in erster Linie um die Stabilisierung und Anpassung der Wälder an den Klimawandel. Positive Auswirkungen auf die THG-Bilanz sind bei dieser Maßnahme dagegen eher auf lange Frist zu erwarten, welche jenseits des Zeithorizontes dieses Berichts liegen.

In Bezug auf die obengenannten drei Hauptmaßnahmen (BMU *et al.* 2015, S. 23) stellt sich die Ausgangslage wie folgt dar:

- Der **Erhalt der Waldfläche** zielt auf die Vermeidung von Emissionen durch Landnutzungswandel; entsprechend bemisst sich ihre Wirksamkeit nicht an zusätzlichen THG-Minderungen, sondern an der Aufrechterhaltung des Status Quo. Der Waldflächenerhalt ist in Deutschland gesetzlich durch das Bundeswaldgesetz (§ 9) gesichert; Entwaldung (etwa zum Zweck des Straßenbaus) ist nur mit umfangreichen behördlichen Genehmigungen möglich und muss i.d.R.

---

<sup>8</sup> Die weiteren a.a.O., S. 16 f. genannten Maßnahmen (Aufforstung, kaskadenartige Holznutzung, Substitution von energieintensiveren Produkten durch Holzprodukte) können den bereits erwähnten Haupt-Maßnahmen zugeordnet werden.

durch entsprechende Ersatzaufforstungen ausgeglichen werden. Per Saldo ist die Waldflächenbilanz in Deutschland seit Jahrzehnten leicht positiv. Insofern ist die Wirksamkeit dieser Maßnahme unbestritten. Von ihr gehen aber keine zusätzlichen THG-Minderungen aus.<sup>9</sup>

- Die **Förderung der Erstaufforstung** wird in Deutschland von Bund und Ländern gemeinsam über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK) realisiert (unter zusätzlicher finanzieller Beteiligung der EU). Die von jungen Aufforstungen ausgehende THG-Minderungswirkung wird auf etwa 18 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Hektar und Jahr veranschlagt (BMU *et al.* 2015, S. 18), (auf Basis von Paul *et al.* 2009).<sup>10</sup> Allerdings ist dieser Wert als sehr optimistisch (hoch) einzuschätzen, außerdem ist das entsprechende Flächenpotenzial aufgrund konkurrierender Nutzungsinteressen begrenzt. Im Falle landwirtschaftlicher Bodennutzung sind dies v.a. die Opportunitätskosten durch landwirtschaftliche Ertragspotenziale, welche zudem durch Subventionierung in die Höhe getrieben werden (BMU *et al.* 2015, S. 17). Bereits in der Ausgangssituation (d.i. in den vor dem Berichtszeitraum liegenden Jahrzehnten) wurden daher jährlich lediglich ca. 5.000 ha Aufforstungsflächen gemeldet, wobei weniger als die Hälfte davon auf Erstaufforstungsförderung zurückging. Die tatsächliche Waldzunahme war dagegen um den Faktor 10 höher. Ein weiteres Flächenpotenzial von grob etwa 250.000 ha bestand in der Rekultivierung ehemaliger Braunkohletagebauflächen, in der Wiederbewaldung urbaner und suburbaner Brachflächen sowie in der Aufforstung ehemaliger militärischer Liegenschaften. Auch hier stehen allerdings oft konkurrierende Interessen, namentlich des Naturschutzes und der Landespflege, einer verstärkten Aufforstung entgegen (Elsasser 2008).
- Der **erhöhten stofflichen Holznutzung** wurde im Initialbericht (BMU *et al.* 2015, S. 18) neben dem Kohlenstoffspeichereffekt das größte zusätzliche Klimaschutzpotenzial zugeschrieben. Hafner *et al.* (2017) quantifizieren das Potenzial eines verstärkten stofflichen Holzeinsatzes allein in der langlebigen Gebäudekonstruktion von Wohnungsneubauten auf ca. 6,5 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. bis 2030. Dies beinhaltet die damit verbundene biogene Kohlenstoffspeicherwirkung, die sich auf den Treibhausgas-Minderungseffekt durch die Einsparung energie- bzw. treibhausgasintensiver herzustellender Baustoffe (stoffliche Substitution) auswirkt. Diesem Potenzial ist allerdings gegenüberzustellen, welche THG-Effekte sich aus einer Nicht-Nutzung des Holzes ergeben. Durch die strikte Anwendung des Prinzips stoffliche Nutzung vor energetischer Nutzung (kaskadenartige Holznutzung) lassen sich THG Emissionen somit nicht nur verzögern, sondern auch vermindern. Die mit der Verwendung von Holz verbundenen Minderungseffekte durch den Ersatz energieintensiverer Produktsysteme (Substitution), fallen jedoch nicht im LULUCF-Bereich an, sondern in den Quellgruppen Energie und Industrieprozesse.

---

<sup>9</sup> Allein der Schutz der Waldfläche vor Waldumwandlung sichert allerdings noch nicht den Erhalt der entsprechenden Kohlenstoffspeicher. Die seit wenigen Jahren in ganz Mitteleuropa auftretenden Dürreschäden bedrohen die Existenz der Wälder, auch wenn die Waldflächen selbst gesichert sind. Auf die damit zusammenhängenden Krisenbewältigungsmaßnahmen wird weiter unten eingegangen.

<sup>10</sup> Dieser Wert liegt nahe der oberen Grenze der für temperierte Regionen berichteten Sequestrierungsraten (siehe Diskussion in Paul *et al.* 2009) und verdeutlicht das theoretische, maximale Potenzial dieser Option.

### 4.3 Andere Landnutzungen

**Reduzierung der Torfverwendung:** Durch die Verwendung von Torferden werden Treibhausgasemissionen aus der Vorbereitung der Flächen zur Abtorfung und der Mineralisierung der abgebauten Torfmenge frei. Der Torfabbau wird als Emission berichtet, da davon ausgegangen wird, dass die eingesetzten Torferden langfristig mineralisieren. Der Anteil der Emissionen aus den Abbauf Flächen an den gesamten durch Torfabbau verursachten Emissionen ist vergleichsweise gering (6 %), im Vergleich dazu ist die Zersetzung vom abgebauten Torf die größte mit der Torfnutzung verbundene THG-Quelle. Deshalb fallen die Klimawirkungen einer Restaurierung nach dem Torfabbau deutlich weniger ins Gewicht als die Wirkungen einer Minderung der Torfproduktion und -verwendung. Aus dem Torfabbau entstehen jährlich Emissionen in Höhe von 2 bis 2,2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. Der Torfabbau und die damit verbundenen Emissionen können durch die Verringerung der Torfverwendung reduziert werden. Dazu können ein Verzicht oder die verringerte Verwendung von Torfen im Hobby- und Landschaftsgartenbau (ca. 40 % des gegenwärtigen Verbrauchs) und eine Reduzierung der Verwendung im Erwerbsgartenbau beitragen. Des Weiteren ist der Ersatz des Torfs durch erneuerbare Ersatzstoffe und Rohstoffrecycling zu nennen. Bei der Suche nach Ersatzstoffen besteht noch Forschungsbedarf. In Abhängigkeit von den Erfassungswegen können Ersatzstoffe mit erhöhten Emissionen aus Herstellung, Kompostierung und Transport verbunden sein. Zudem stehen Ersatzstoffe aufgrund der hohen Bioenergieförderungen in starker Konkurrenz mit energetischen Biomassennutzungen, entsprechend begrenzt ist deren Verfügbarkeit. Zu berücksichtigen ist ferner, dass Deutschland in erheblichem Umfang Torf importiert und Substrate exportiert. Die deutsche Torfminderungsstrategie sollte daher innerhalb der EU abgestimmt werden, um kontraproduktive Verlagerungseffekte zu vermeiden.

Die **Begrenzung der Inanspruchnahme zusätzlicher Flächen für Siedlungs- und Verkehrszwecke** vermeidet die Überbauung und Versiegelung von Flächen. Die Ausdehnung geht in erster Linie auf Kosten landwirtschaftlicher Flächen. Durch die Verbringung des Oberbodens an andere Standorte kann es zwar zu Verlusten von Kohlenstoffvorräten kommen, die aber durch die Etablierung von Grünflächen mit Baum- und Buschbestand ausgeglichen werden können. Im Projektionsbericht 2019 (Bundesregierung 2019a) wird die Reduzierung der Flächenneuanspruchnahme bis zum Jahr 2030 auf unter 30 Hektar pro Tag gegenüber der Fortschreibung des Status quo mit 130 Hektar pro Tag mit einer Emissionsminderung um 0,6 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äq. berechnet. Es bleiben hier aber Unsicherheiten bei der Abschätzung der Emissionseffekte dieser Maßnahme.

### 4.4 Indirekte Effekte

Die Potenziale von Emissionsminderungen oder Erhöhung der Kohlenstofffestlegung durch LULUCF-Aktionen dürfen nicht isoliert betrachtet werden, denn Änderungen der Flächennutzung und Produktion von land- und forstwirtschaftlichen Produkten können zu indirekten Effekten führen. Die Ausführungen dazu im Initialbericht 2015 sind nach wie vor relevant und werden hier noch einmal wiedergegeben (BMU et al. 2015, S. 19):

*„Viele Klimaschutzmaßnahmen im LULUCF-Bereich ziehen Veränderungen der Landnutzung und der land- und forstwirtschaftlichen Produktion nach sich und bewirken dabei auch indirekte Effekte. Wenn sich die Produktionsmengen bei gleichbleibendem Konsum verringern, kann es andernorts zur Intensivierung der Produktion und zu Veränderungen der Landnutzung kommen, auch außerhalb von Deutschland. Damit verbundene Erhöhungen der Treibhausgasemissionen verschlechtern die Nettowirkung einer Klimaschutzmaßnahme. Je höher die Klimaschutzwirkung je Flächeneinheit ist und je geringer die Auswirkung auf die Produktion, desto größer ist trotz möglicher, negativer Nebeneffekte die positive Gesamtwirkung einer Maßnahme.“*

## 5 Ermittlung geeigneter Maßnahmen

In diesem Kapitel sollen Informationen über alle neuen Maßnahmen gegeben werden, die im letzten Bericht identifiziert wurden, sowie über alle Maßnahmen, die seitdem gestrichen wurden, einschließlich einer Begründung.

Wie im Fortschrittsbericht 2017 (BMU et al. 2018) beschrieben, bilden das Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 (BMU (Hrsg.) 2014) aus dem Jahr 2014 sowie mit Blick auf die Klimaschutzziele für 2030 der im November 2016 vom Kabinett verabschiedete Klimaschutzplan 2050 (BMU (Hrsg.) 2016) die Grundlage für Minderungsmaßnahmen im LULUCF-Bereich. Eine vergleichbare Maßnahmenauswahl wurde auch im Klimaschutzgutachten der wissenschaftlichen Beiräte von 2016 (Weingarten et al., 2016) vorgestellt und empfohlen. Maßnahmen im LULUCF-Bereich nehmen in diesem Gutachten eine wichtige Stellung ein, wie der Schutz des Grünlands, Schutz und Vernässung von Moorböden, Ausstieg aus der Torfnutzung, waldbauliche Maßnahmen zur Sicherung und Erhöhung der Produktivität in Wäldern, Schutz von Waldböden und Ausweitung langlebiger Holznutzungen.

Die Maßnahmen des Klimaschutzplans 2050 (KSP 2050) wurden im Jahr 2019 im Klimaschutzprogramm 2030 (KSP 2030, veröffentlicht als Bundestags-Drucksache 19/13900 am 11.10.2019) weiter ausgearbeitet und konkretisiert. Auf dem Stand der geplanten Maßnahmen vom April 2019 hat das Thünen-Institut eine Folgenabschätzung zur Umsetzung des KSP 2050 in Hinblick auf die Ziele bis 2030 vorgelegt (Osterburg et al. 2019). Die Inhalte des KSP 2030 werden in Kapitel 6 ausführlicher vorgestellt und werden daher in diesem Kapitel nicht im Einzelnen behandelt.

Keine der bisher festgelegten LULUCF-Maßnahmen wurde gestrichen, vielmehr wurde das Maßnahmenspektrum im Bereich LULUCF ausgehend vom Aktionsprogramm Klimaschutz mit zwei Maßnahmen (Erhalt von Dauergrünland und Schutz von Moorböden) im KSP 2050 erweitert (vgl. Fortschrittsbericht, BMU et al. 2018). Neu im KSP 2050 aufgenommene Maßnahmen sind der Erhalt und die Verbesserung der Senkenleistung des Waldes in Verbindung mit der Holzverwendung, Förderung beim Anbau von Paludikulturen, die Reduzierung des Torfeinsatzes als Kultursubstrat sowie die Begrenzung des Anstiegs der Siedlungs- und Verkehrsfläche.

Im KSP 2030 wurde zusätzlich die Maßnahme Humuserhalt und -aufbau im Ackerland aufgenommen. Die Reduzierung des Anstiegs der Siedlungs- und Verkehrsfläche (Flächenverbrauch) in Deutschland wird im KSP 2030 nicht als eigene Klimaschutzmaßnahme beschrieben. Vielmehr wird im Kapitel 3.4.7 Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft auf das Ziel der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie verwiesen, die Flächenneuanspruchnahme von heute im Durchschnitt 58 ha pro Tag bis spätestens 2030 auf unter 30 ha pro Tag zu reduzieren. Ferner wird das im KSP 2050 festgelegte Ziel genannt, bis 2050 eine Flächenkreislaufwirtschaft (Flächenverbrauch Netto-Null) zu erreichen.



## 6 Laufende und geplante Maßnahmen und Wirkungsabschätzung

In diesem Kapitel werden die von Bund und Ländern im Zeitraum 2013-2020 fortgeführten bzw. neu ergriffenen Maßnahmen aufgelistet, die sich dem Klimaschutz im Bereich LULUCF zurechnen lassen. Die Darstellung baut auf die im LULUCF-Bericht 2014/15 festgelegten Maßnahmen (BMU et al. 2015) und auf den Fortschrittsbericht über LULUCF-Aktionen (BMU et al. 2018) auf. Ferner werden Antworten aus einer Befragung der zuständigen Länderministerien zur Maßnahmenumsetzung 2013 bis 2019 durch das BMEL ausgewertet sowie ergänzende Informationen herangezogen. Zunächst werden die Angaben zu Maßnahmen des Bundes aktualisiert, nachfolgend werden Maßnahmen der Länder dargestellt. Die Beschreibung wird in die Unterkapitel Landwirtschaft und Forst- und Holzwirtschaft aufgeteilt.

### 6.1 Maßnahmen des Bundes

#### 6.1.1 Landwirtschaft

##### **Aktionsprogramm Klimaschutz 2020**

Im Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung vom Dezember 2014 (BMU (Hrsg.) 2014) werden Minderungsziele im LULUCF-Bereich durch den Erhalt von Dauergrünland sowie den Schutz von Moorböden verankert. Durch den Erhalt von Dauergrünland sollen demnach 1-2 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente gemindert werden. Zu diesem Zweck setzt sich „[d]ie Bundesregierung [...] dafür ein [], gemeinsam mit den Ländern die Erhaltung von Dauergrünland durch Umsetzung der Beschlüsse der Gemeinsamen Agrarpolitik und durch Schwerpunktsetzung bei der Ausgestaltung von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen auf Länderebene zu fördern.“ In der Umsetzung in Deutschland gilt für Dauergrünland seit dem 1. Januar 2015 in nach Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie geschützten Gebieten ein Umwandlungs- und Pflugverbot. Dauergrünland außerhalb dieser Gebiete darf nur im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens und i.d.R. nur dann umgewandelt werden, wenn dem nicht andere Rechtsvorschriften entgegenstehen und eine gleich große Ersatzfläche mit Neueinsaat von Dauergrünland nachgewiesen wird. Die Dauergrünlandfläche hat sich nach Angaben des Statistischen Bundesamtes (verschiedene Jahrgänge) seit dem Jahr 2010 stabilisiert und nahm von 2015 bis 2017 sogar leicht zu.

Beim Schutz von Moorböden wird eine Minderungswirkung von 1,5 - 3,4 Mio. t CO<sub>2</sub>-Äquivalente angenommen. Um diese zu erreichen, wird eine „Bund-Länder-Ziel-Vereinbarung unter Einbeziehung der Agrarressorts auf Grundlage des Positionspapiers der Bund/Länder- Arbeitsgemeinschaft Naturschutz, Landschaftspflege und Erholung (LANA) vom November 2012“ angestrebt, die zum jetzigen Zeitpunkt noch vorbereitet wird. Unabhängig davon setzen die Länder Moorschutzprojekte um, s. Kapitel 6.2.1.

Ziele und Maßnahmen für den Wald- und Holzbereich und die Siedlungs- und Verkehrsfläche werden im Aktionsprogramm nicht genannt.

### **Klimaschutzplan 2050**

Der Klimaschutzplan 2050 (BMU (Hrsg.) 2016a) ist die deutsche Langfriststrategie für den Klimaschutz, die für verschiedene Sektoren – darunter LULUCF – Leitbilder und Transformationspfade zur Treibhausgasneutralität beschreibt. Für den Sektor LULUCF bauen die Transformationspfade auf den Zielen des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 auf. Mit Bezug zum Bereich LULUCF wird im Klimaschutzplan 2050 (BMU (Hrsg.) 2016a, S. 67) festgestellt: „Derzeit ist der Sektor eine Net-tosenke, die mit weiteren Maßnahmen gesichert werden soll.“ Dabei stehen der Erhalt und die Verbesserung der Senkenleistung des Waldes und der damit verbundenen Holznutzung im Vordergrund (s. Kapitel 6.1.2). Im Bereich Erhalt von Dauergrünland strebt die Bundesregierung an, die aktuell hohen Schutzregelungen in Deutschland fortzusetzen und sich auf EU-Ebene verstärkt für einen Schutz von kohlenstoffreichen Böden auch jenseits des Energiebereichs<sup>11</sup> einzusetzen.

Zum Schutz von Moorböden sollen „Möglichkeiten einer verlässlichen und dauerhaften Förderung beim Anbau von Paludikulturen“ geprüft werden. *„Pilotprojekte und Maßnahmen zum Moorbo-denschutz und zum klimaschonenden Wasserstandsmanagement können ebenso beraten und um-gesetzt werden wie die Etablierung angepasster, ökologischer und klimaschonender Flächennut-zungen. Dabei ist sicherzustellen, dass Moorschutzprojekte mit Beteiligung der Betroffenen sozial und wirtschaftlich ausgewogen umgesetzt werden.“* Ein weiteres Ziel ist die Minderung des Torfein-satzes als Kultursubstrat. In diesem Zusammenhang plant der Bund *„Vorgaben der Verwendung von Torfersatzstoffen in den Vergaberichtlinien für öffentliche Aufträge im Garten- und Land-schaftsbau umsetzen. Zur Reduzierung des Torfabbaus wird die Bundesregierung Beratungs- und Informationsmaßnahmen zur Nutzung von Torfersatzstoffen im Gartenbau anstoßen. Die Bundes-regierung wird ein Forschungsprogramm zu Torfersatzstoffen auflegen und die Beratungs- und In-formationenmaßnahmen ausweiten.“*

Im Einklang mit der nationalen Nachhaltigkeitsstrategie wird zudem die Reduzierung der Flächen-inanspruchnahme durch den Anstieg der Siedlungs- und Verkehrsflächen bis 2020 auf 30 ha pro Tag angestrebt. Die Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie aus dem Jahr 2016 hat das Ziel einer Redu-zierung der Flächenneuinanspruchnahme bis 2030 auf unter 30 Hektar pro Tag.

### **Klimaschutzprogramm 2030**

Zur Konkretisierung der Maßnahmen des Klimaschutzplans 2050 wurde das „Klimaschutzpro-gramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050“ verabschiedet

---

<sup>11</sup> Gemeint sind hier die Nachhaltigkeitskriterien für Biomasse für flüssige Brennstoffe im Rahmen der Umsetzung der Richt-linie 2009/28/EG (Erneuerbare-Energien-Richtlinie), die auch Kriterien zum Schutz von Mooren beinhalten.

(Bundesregierung 2019b), das ab 2020 umgesetzt werden soll. Das Programm enthält vier Maßnahmen im Bereich LULUCF.

(1) Maßnahme 3.4.7.1 Humuserhalt und -aufbau im Ackerland

- Förderung von Fruchtfolgevorgaben für die Humusmehrung sowie für eine humuserhaltende Bewirtschaftung in Betrieben, die bereits nachhaltigen Humusaufbau betrieben haben und einen hohen Humusanteil auf ihren Flächen erreicht haben und diesen mindestens beibehalten,
- Ausbau der Förderung zur Anlage von Gehölzstreifen, Feldgehölzen, Hecken, Knicks und Alleen, z. B. mit Obstbäumen, vor allem an Feldrändern, sowie von Agroforstsystemen,
- freiwillige Zertifizierung im Rahmen betrieblicher Audits von humusmehrenden Bewirtschaftungsmaßnahmen und entsprechende Förderung: Für die Durchführung der Maßnahme und die Einhaltung bestimmter Auflagen erhalten Landwirte, die sich zu einer dauerhaften humuserhaltenden Bewirtschaftung verpflichten jährlich eine Basiszahlung, die eine Anreizkomponente enthält,
- Entwicklung von Beratungswerkzeugen für die landwirtschaftliche Praxis zur schlaggenauen Bestimmung der Bodenkohlenstoffgehalte.

(2) Maßnahme 3.4.7.2 Erhalt von Dauergrünland

- BMEL wird sich im Rahmen der Verhandlungen zur Gemeinsamen Agrarpolitik nach 2020 dafür einsetzen, dass auch zukünftig Regelungen für den Erhalt von Dauergrünland beibehalten werden.
- Mit Blick auf die nationale Umsetzung werden verbindliche und möglichst langfristig wirksame Regelungen zum Dauergrünlanderhalt angestrebt (GLÖZ-Standard), insbesondere durch eine Weiterentwicklung der bisherigen Greeningkomponente im Rahmen der Konditionalität und Ökoregelungen der GAP nach 2020, geeignete Stichtagsregelung in der Vergangenheit, etc.
- Ambitionierte und klimazielerorientierte nationale Umsetzung des o. g. GLÖZ-Standards im Rahmen der Nachfolgeregelung der Agrarzahlforderungen-Verpflichtungen-Verordnung (hier u. a. Genehmigungsvorbehalt von Grünlandumwandlung und Grünlandumbruch verbunden mit einer Pflicht zur Wiederanlage von Grünland).
- Fortführung und Verbesserung einzelflächenbezogener und betriebsspezifischer Fördermaßnahmen im Rahmen der 2. Säule der GAP, mit denen u. a. eine geringere N-Düngung, geringere Bodenbearbeitung sowie eine umbruchlose Narbenerneuerung abgedeckt werden; Fortführung der Agrarumweltmaßnahmen zur Förderung extensiver und Naturschutz-orientierter Formen der Grünlandnutzung sowie der Ausgleichszulage für benachteiligte Gebiete im Rahmen der 2. Säule der GAP, machen die Erhaltung des Dauergrünlands wirtschaftlich attraktiver und unterstützen so die Erhaltungsaufgaben.
- BMEL erarbeitet zudem eine Grünlandstrategie. Darin sollen die Bedeutung des Grünlandes beschrieben, Interessenkonflikte aufgezeigt und konkrete Handlungsfelder auf Bundesebene

zur Sicherung und Stärkung einer dauerhaften Grünlandnutzung in Deutschland benannt werden. Denn die Nutzung stellt eine Vielzahl der gesellschaftlichen Leistungen des Grünlandes sicher.

- Wissenschaftliche Evaluierung der agrar- und umweltpolitischen Rahmenbedingungen hinsichtlich ihres Einflusses auf das Grünland und dessen Funktionen, um eine Politikfolgenabschätzung durchzuführen und gegebenenfalls weitere Anpassungen vorzuschlagen.
- (3) Maßnahme 3.4.7.3 Schutz von Moorböden einschließlich Reduzierung der Torfverwendung in Kultursubstraten

Zum Moorbodenschutz:

- Anpassungen bestehender rechtlicher und förderrechtlicher Rahmenbedingungen mit dem Ziel, einen möglichst effektiven Moorbodenschutz zu gewährleisten,
- eintreten für den im aktuellen GAP-Vorschlag vorgesehenen GLÖZ-Standard zu einem angemessenen Schutz von Feuchtgebieten und Torfflächen einschließlich einer ambitionierten Ausgestaltung,
- Schaffung neuer förderrechtlicher Instrumente, einschließlich der dafür notwendigen Finanzierung für Programme zur dauerhaften Wiedervernässung von Moorböden,
- Intensivierung von Forschungs- und Entwicklungsmaßnahmen.

Bundesprogramm Torfminderung zur Reduzierung des Torfeinsatzes:

- Schaffung eines Zuschusses zur einer Ausfallversicherung begrenzt auf 10 Jahre zur Abfederung des Umstellungsrisikos,
- Etablierung förderrechtlicher Instrumente für den Anbau von Torfersatzstoffen in Ergänzung der unter „Moorbodenschutz“ genannten Maßnahmen,
- Stärkung der Versuchstätigkeit zur Pflanzeneignung,
- Intensivierung der Forschung zu Ersatzstoffen,
- Schaffung von Beratungsmöglichkeiten für Betriebe,
- Information der Öffentlichkeit über Alternativen zu torfhaltigen Blumenerden,
- Schulung spezieller Verwendungskreise.

- (4) Zur Maßnahme 3.4.7.4 Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und Holzverwendung siehe das nachfolgende Kapitel 6.1.2.

### **Bundes-Klimaschutzgesetz**

Das im Dezember 2019 beschlossene Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG)<sup>12</sup> legt konkrete THG-Minderungsziele bis 2030 fest und bekräftigt das Bekenntnis der Bundesrepublik Deutschland auf dem

---

<sup>12</sup> Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513)

Klimagipfel der Vereinten Nationen am 23. September 2019 in New York, Treibhausgasneutralität bis 2050 als langfristiges Ziel zu verfolgen. In § 9 Absatz 1 wird auf das Ziel des Klimaschutzplans 2050 verwiesen: „Zudem legt die Bundesregierung fest, welche Maßnahmen sie zum Erhalt der Netto-Senke bei Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft ergreifen wird.“

## 6.1.2 Forst- und Holzwirtschaft

### Klimaschutzplan 2050

Der Klimaschutzplan 2050 sieht das Leitbild in diesem Handlungsfeld „Erhalt und Verbesserung der Senkenleistung des Waldes“ im Vordergrund. Hinzu kommen, wie es bereits die Zielsetzung der Waldstrategie 2020 beschreibt, die Erschließung des CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials der nachhaltigen Waldbewirtschaftung und der damit eng verbundenen Holzverwendung und die Klimapotenziale der natürlichen Waldentwicklung“ (BMU (Hrsg.) 2016, S. 67). Dieses Leitbild wird durch die folgenden Maßnahmen verfolgt:

- (5) Im Rahmen der GAK Förderungen Waldumbau (Anpassung der Wälder durch den Anbau von klimatoleranten Baumarten sowie Herstellung einer klimaangepassten Baumartenmischung, z. B. durch Wiederaufforstung) Jungbestandspflege und Förderung von Maßnahmen zur Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten Folgen im Wald
- (6) Waldklimafonds (Förderung von Maßnahmen zum Erhalt und Ausbau des CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials von Wald und Holz sowie zur Anpassung der deutschen Wälder an den Klimawandel)
- (7) Ausweitung der Waldfläche mit überwiegend heimischen Baumarten, Ausgleichs- und Kompensationsflächen bei Rodung mindestens mit gleicher Fläche
- (8) Stärkere Berücksichtigung des Klimaschutzes im Bereich Forsten der GAK mit dem Ziel, verstärkt naturnahe, produktive und an den Klimawandel angepasste Wälder mit überwiegend heimischen Baumarten zu fördern und zu pflegen;
- (9) Stärkung der internationalen Zusammenarbeit bei Schutz, Wiederaufbau und nachhaltiger Bewirtschaftung der Wälder
- (10) Zertifizierung als Instrument zum Nachweis von Holzerzeugnissen aus legaler und nachhaltiger Waldwirtschaft, Ausweitung bestehenden EU Nachhaltigkeitskriterien auf feste Bioenergieträger
- (11) Bodenschutz, Bodenpflege (Reduktion atmosphärische Einträge von Stickstoff und Säuren, die die wichtigen Funktionen der Waldböden für die Vitalität der Wälder, den Klimaschutz und die Biodiversität gefährden, Wasserstandsmanagement in organischen Waldböden, bodenpflegliche Holzernteverfahren)
- (12) Primat der stofflichen Nutzung, Kaskadennutzung (stoffliche vor energetischer Verwendung)

- (13) Abbau von Hemmnissen, die den Einsatz von langlebigen Holzprodukten erschweren (aufgrund baurechtlicher Vorschriften oder materialtechnischer Eigenschaften, zusätzliche Anwendungsbereiche für Produkte aus Laubholz erschließen, Forschung über Verbundwerkstoffe intensivieren, neue, innovative Verwendungen von Holzprodukten und –werkstoffen entwickeln)
- (14) verbesserte Materialeffizienz in der stofflichen und energetischen Verwendung, Schließung der Stoff- und Wirtschaftskreisläufe
- (15) Förderung des klimabewussten Verhaltens der Verbraucher

Einzelne Maßnahmen wirken indirekt, sprechen mehrere Ziele an und sind deshalb in ihrer wald- und holzbezogenen Klimaschutzwirkung schwer zu quantifizieren.

### **Klimaschutzprogramm 2030**

Im Abschnitt 3.4.7.4 „Erhalt und nachhaltige Bewirtschaftung der Wälder und Holzverwendung“ sind die folgenden Maßnahmen vorgesehen:

- verstärkte Förderung von Maßnahmen zur Entwicklung von klimatoleranten Mischwäldern (unter Einschluss klimawirksamer Vertragsnaturschutz-Maßnahmen wie z. B. Maßnahmen zur Verbesserung des Kohlenstoff-Speichers im Wald oder des Struktureichtums des Waldes) über die GAK. Unter Beachtung ökologischer und Klimawirksamkeits-Belange zielt dies auf
  - Wiederbewaldung der Schadflächen (180.000 Hektar, Stand September 2019)
  - Verstärkte Anpassung der Wälder an den Klimawandel
- flankierende Maßnahmen (z. B. optimiertes Monitoring, optimiertes Wildtiermanagement, verstärkte internationale Zusammenarbeit in der Sicherstellung von nachhaltiger Waldbewirtschaftung weltweit und Stärkung des Holzkompetenzzentrums zur Vermeidung von Verlagerungseffekten, verstärkte Waldbauforschung)
- verstärkte Förderung von F&E-Vorhaben, Fach- und Verbraucherinformation, Ideenwettbewerben, Modell-/Demonstrationsvorhaben mit dem Ziel einer
  - klimafreundlichen und innovativen Holzverwendung insbesondere im Bereich des Bauens mit Holz, so wie für die stoffliche Verwendung von Laubholz, der Kreislaufwirtschaft und Kaskadennutzung
  - Förderung von klimabewusstem Verbraucher-Verhalten.

Auch im den Forst- und Holzbereich betreffenden Teil des Klimaschutzprogramms 2030 ist der Grad der Operationalisierung gering; die Ziele sind generell nicht quantifiziert und entziehen sich somit einer späteren Erfolgskontrolle.

**Waldklimafonds** (aktuelle Förderrichtlinie veröffentlicht 3/2017)

Der Waldklimafonds hat den Erhalt und Ausbau des CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials von Wald und Holz sowie die Anpassung der Wälder an den Klimawandel zum Ziel.<sup>13</sup> Entsprechend können Maßnahmen zu folgenden Förderschwerpunkten gefördert werden:

- Anpassung der Wälder an den Klimawandel,
- Sicherung der Kohlenstoffspeicherung und Erhöhung der CO<sub>2</sub>-Bindung von Wäldern,
- Erhöhung des Holzproduktspeichers sowie der CO<sub>2</sub>-Minderung und Substitution durch Holzprodukte,
- Forschung, Kontrolle und Beobachtung der Wirkungen des Klimawandels auf die Wälder und Waldökosysteme (Monitoring) sowie zur Steigerung des CO<sub>2</sub>-Minderungspotenzials von Holz und zur Anpassung der Wälder und der Forstbetriebe an den Klimawandel,
- Informations- und Kommunikationsmaßnahmen zum gezielten Wissens- und Methodentransfer.

Bis zur Neuveröffentlichung der Förderrichtlinie im März 2017 wurden durch den Projektträger des Fonds 44 Verbundpartnerschaften mit 127 Teilprojekten gefördert. Für die derzeitige Förderperiode (seit 2017) weist die Projektdatenbank<sup>14</sup> momentan 325 abgeschlossene und derzeit noch laufende Projekte aus (Teilvorhaben von Verbundprojekten werden dabei als einzelne Projekte gezählt). Dabei entfällt der weitaus größte Anteil auf Forschungsprojekte (69 %), der nächstgrößte Anteil auf Informations- und Kommunikationsprojekte (17 %). 12 % der Projekte richten sich auf CO<sub>2</sub>-Minderung durch Holzverwendung. 2 % sind Anpassungsprojekte, und lediglich < 1 % richten sich auf die Sicherung und Erweiterung der Waldspeicher.

Es wird ersichtlich, dass es sich bei den derzeit über den Waldklimafonds finanzierten Maßnahmen weit überwiegend um Forschungs- und Kommunikationsmaßnahmen handelt, die nur indirekt auf den Klimaschutz wirken; wie bereits oben erwähnt, kann diese Wirkung daher nicht konkret quantifiziert werden.

**Charta für Holz 2.0** (initiiert 4/2017)

Die Charta für Holz 2.0 ist ein aus dem im Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung abgeleiteter Dialogprozess des BMEL, dem ein Beschluss der Agrarministerkonferenz von Bund und Ländern zu Grunde liegt. Die „Charta“ verfolgt unter den Stichworten „Klimaschutz“, „Wertschöpfung“ und „Ressourceneffizienz“ drei Oberziele: Den Klimaschutzbeitrag der Forst- und Holzwirtschaft durch nachhaltige Waldbewirtschaftung und Holzverwendung zu stärken; die Wertschöpfung und Wettbewerbsfähigkeit des Clusters Forst & Holz zu erhalten und zu stärken; sowie durch nachhaltige und effiziente Nutzung von Wäldern und Holz endliche Ressourcen zu schonen.

---

<sup>13</sup> <https://www.waldklimafonds.de/hintergrund-und-ziele/waldklimafonds-in-kuerze>

<sup>14</sup> [www.waldklimafonds.de/foerderung/projektdatenbank](http://www.waldklimafonds.de/foerderung/projektdatenbank)

**Bewältigung von Waldschäden infolge von Extremwetterereignisse** (seit 2018, im Fortschrittsbericht 2017 noch nicht enthalten).

Die seit 2018 grassierenden Dürreschäden in den Wäldern Mitteleuropas haben die nutzbaren Holzvorräte (wie auch das damit verbundene Treibhausgas-Minderungspotenzial) empfindlich abgesenkt und entwertet, bei regional unterschiedlicher Intensität der Schäden. Im III. Quartal 2020 schätzte die Bundesregierung die Waldschäden in den deutschen Wäldern für die Jahre 2018 bis 2020 auf ca. 178 Millionen Erntefestmeter Schadholz und die wieder zu bewaldende Fläche auf 285.000 ha (Bundesregierung 2020); für das Jahr 2020 insgesamt wurde ein Schadholzanfall von 96 % der bisherigen Nutzungen bzw. von 73 % des bisherigen Zuwachses erwartet. Zusätzlich hat die Corona-Krise 2020 u. a. zu wirtschaftlichen Belastungen geführt, welche auch die Forstbetriebe treffen. Zur Förderung des Wiederaufbaus der Wälder und zur Abpufferung der wirtschaftlichen Belastungen wurde 2018 ein neuer Förderbereich in die GAK aufgenommen (GAK-Förderbereich 5 F: Förderung von Maßnahmen zur Bewältigung der durch Extremwetterereignisse verursachten Folgen im Wald), durch den die folgenden Maßnahmen förderfähig sind:<sup>15</sup>

- Bestandes- und bodenschonende Räumung von Kalamitätsflächen
- Waldschutzmaßnahmen (z. B. gegen Insektengradationen, Waldbrände)
- Wiederaufforstung (einschließlich Vor-, Nach- und Unterbau sowie Nachbesserung in lückigen oder verlichteten Beständen).

Zusammenfassend zeigt sich zu den diversen Maßnahmen bzw. Maßnahmenbündeln des Bundes im Bereich Wald und Holz:

- (1) Zwischen den hier aufgezählten Maßnahmenbündeln bestehen etliche Überschneidungen – die meisten von ihnen umfassen einen ähnlichen Satz von Einzelmaßnahmen, wenn auch mit jeweils unterschiedlicher Gewichtung.
- (2) Keines der Maßnahmenbündel richtet sich allein auf Minderungsziele; Walderhalt und/oder Anpassung (und teilweise auch weitere Ziele außerhalb des reinen Klimaschutzes) spielen eine mindestens ebenso große Rolle. Dadurch lassen sich Wirkungen auch nur sehr bedingt einzelnen Zielen bzw. Maßnahmen zurechnen.
- (3) Die mit den Maßnahmen verbundenen Ziele sind in der Regel nicht quantifiziert, und oft auch zu wenig konkretisiert, um quantitativ überprüfbar zu sein.

Aufgrund dessen erfolgt eine Abschätzung der jeweiligen Wirkungen hier zusammenfassend entlang der eingangs (in Kap.4) genannten drei Haupt-Maßnahmen (Erhalt der Waldfläche, Förderung der Erstaufforstung, Verstärkte Holznutzung).

---

<sup>15</sup> Ergänzend wurde im November 2020 eine „Bundeswaldprämie“ aus Mitteln des Corona-Konjunkturprogramms etabliert, aus der private und kommunale Forstunternehmen eine Einmalzahlung von 100 €/a beziehen können, sofern sie über mindestens einen Hektar Wald sowie eine Nachhaltigkeitszertifizierung verfügen (bei FSC- oder Naturlandzertifizierung 120 €/a); die Auszahlung unterliegt den de-Minimis-Grenzen (i.e. maximal 200.000 Euro innert drei Jahren für alle entsprechenden Beihilfen zusammen). Weitere Leistungsvoraussetzungen gibt es nicht.

### Erhalt der Waldfläche

Der Erhalt der Waldfläche selbst ist in Deutschland gesetzlich effektiv gesichert (s.o.), aber die Wälder sind u. a. durch den Klimawandel bedroht. Daher richtet sich der überwiegende Teil der vorstehend genannten Maßnahmen auf die Stabilisierung und Anpassung der Wälder durch einen entsprechenden Waldumbau. Dieser wird durch Bund und Länder gemeinschaftlich über die GAK finanziert, unter finanzieller Beteiligung der EU (GAK-Förderbereich 5 "Forsten", Maßnahmengruppe A "Naturnahe Waldbewirtschaftung"). Damit bietet die GAK Möglichkeiten zur Förderung von Maßnahmen zum Umbau von Reinbeständen und von nicht standortgerechten oder nicht klimatoleranten Beständen in stabile Laub- und/oder Mischbestände. Sie werden von allen Bundesländern mit Ausnahme der Stadtstaaten angeboten. Im Mittel der Jahre 2013-2018 betrug die Mittelausschüttung dafür bundesweit 22,8 Mio. €/a; damit wurden im Durchschnitt gut 10.000 ha/a umgebaut, zusätzlich wurden auf durchschnittlich 741 ha/a Nachbesserungen finanziert. Die Klimawirkung dieser Maßnahmen lässt sich nicht quantifizieren, da sie nicht auf Mitigation, sondern auf Adaptation gerichtet sind und ohnehin nur sehr langfristig wirken. – Die zusätzlichen Maßnahmen zur Bewältigung von Waldschäden durch Extremwetterereignisse sind erst kürzlich etabliert worden; belastbare Daten zum Mittelabruf liegen noch nicht vor.

### Förderung der Erstaufforstung

Erstaufforstung kann eine effektive THG-Minderungsmaßnahme sein, aber das Flächenpotenzial dafür ist begrenzt (s.o.). Im Durchschnitt der Jahre 2013-2018 wurden in Deutschland über die GAK jährlich 346 ha/a Kulturneubegründungen gefördert. Unterstellt man wie in BMU *et al.* (2015) eine jährliche Bindungsleistung von 18 t CO<sub>2</sub>/ha/a,<sup>16</sup> so kam dadurch jedes Jahr eine Bindungsleistung von 6.235 t CO<sub>2</sub>/a dazu. Unter der Annahme, dass alle Kulturen überlebt haben, lässt sich daraus über die gesamte Periode 2013-2020 eine Bindungsleistung der neu begründeten Wälder von insgesamt etwa 225.000 t CO<sub>2</sub> extrapolieren. Die angenommene Bindungsleistung ist allerdings als optimistisch einzuschätzen (vgl. Kap. 4.2).

Dazu kam die Förderung von Kulturpflagemassnahmen und Nachbesserungen auf bereits zuvor angelegten Kulturen (durchschnittlich 198 ha/a) sowie eine Einkommensverlustprämie auf im Mittel gut 16.000 ha/a, ebenfalls auf Flächen, welche bereits in den jeweiligen Vorjahren angelegt worden waren. Für alle drei Maßnahmen zusammen betragen die Fördersummen im Jahresdurchschnitt etwa 6,3 Mio. €/a. Tabelle 2 zeigt die entsprechenden Flächendaten in jährlicher Aufschlüsselung, einschließlich der zugehörigen Fördersummen.

**Tabelle 2:** Förderung von Erstaufforstungen – Maßnahmen. Flächen und Fördersummen

Jahr	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Flächen [ha]							

<sup>16</sup> Vgl. dazu Fußnote 10.

Kulturbegründung	298	284	362	269	457	248	137
Pflege & Nachbesserung	1.041	55	24	26	18	11	13
Einkommensverlustprämie	18.587	20.896	18.323	13.725	15.414	9.297	8.622
<b>Mittelausschüttung [€] (GAK, mit GAK verbundene EU-Mittel und zusätzliche nationale Mittel insg.)</b>							
Kulturbegründung	1.064.863	992.170	1.746.622	1.325.690	994.865	788.000	621.000
Pflege & Nachbesserung	531.325	77.692	42.620	102.859	73.467	45.000	62.000
Einkommensverlustprämie	4.662.313	7.615.013	5.575.570	4.507.819	4.499.648	3.033.000	2.518.000

Quelle: Eigene Zusammenstellung auf Grundlage der Berichterstattung zum Vollzug der GAK, s. <https://www.bmel-statis-tik.de/laendlicher-raum-foerderungen/gemeinschaftsaufgabe-zur-verbesserung-der-agrarstruktur-und-des-kues-tenschutzes/gak-berichterstattung-2019/> sowie weitere Jahrgänge.

## 6.2 Maßnahmen der Länder

In Anlehnung an die ersten zwei Berichte „Informationen über LULUCF-Aktionen“ sowie „Fort-schrittsbericht mit Informationen über LULUCF-Aktionen“ wurden die Länder im Juli und August 2020 darum gebeten, ihren aktuellen Stand zur Entwicklung und Umsetzung von Maßnahmen in der Quellgruppe Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forstwirtschaft (LULUCF) zu berichten. Im Mittelpunkt des Interesses steht dabei der Stand der Umsetzung, die Veränderungen seit der letzten Befragung, Erfahrungen und Umsetzbarkeit der Maßnahmen sowie die Weiterentwicklung bzw. Planung von Maßnahmen nach 2020. Von den 16 Bundesländern beantworteten 12 Bundes-ländern detailliert den Fragebogen, 4 meldeten Fehlanzeige.

### 6.2.1 Landwirtschaft

#### Schutz von Dauergrünland, Umwandlung von Ackerland in (Dauer-)Grünland, Extensivierung von Grünland

Der Schutz von Dauergrünland wird als wichtige Maßnahme zur Festlegung von Treibhausgasen gesehen (s.o.). Zum Schutz des Dauergrünlands im Ordnungsrecht nehmen drei Bundesländer in ihren Antworten Stellung. So wurde das Umwandlungsverbot von Dauergrünlands in einem Bun-desland dauerhaft verankert, zuvor war dies nur temporär vorgesehen. Dauergrünland ist damit in Schutzkulissen wie etwa Moor- und Anmoorböden, Flächen mit sehr hoher Wassererosionsgefähr-dung, Überschwemmungs- und Wasserschutzgebiete sowie Gewässerrandstreifen vor Umwand-lung geschützt. Bei den anderen beiden Bundesländern, war der Schutz des Dauergrünlandes be-reits vorher ordnungsrechtlich geregelt, sodass es keine Veränderung gegenüber dem letzten Be-richt gab. Allerdings wurde seit dem letzten LULUCF-Bericht in zwei weiteren Ländern der Schutz

des Dauergrünland im Naturschutzgesetz der Länder verankert, die nicht von den Ländern bei der Befragung gemeldet wurden. In einem Bundesland ist das Gesetz allerdings noch nicht rechtskräftig. Acht Bundesländer haben somit in unterschiedlichen Kulissen den Schutz des Dauergrünlands im Ordnungsrecht verankert. In vier davon ist die Umwandlung von Dauergrünland in allen Kulissen gesetzlich verboten. Andere geschützte Dauergrünlandflächen befinden sich an erosionsgefährdeten Hängen (drei Bundesländer), auf Überschwemmungsgebieten (drei Bundesländer), Moorkulissen (zwei Bundesländer), Gewässerrandstreifen (zwei Bundesländer) sowie Gewässerschutzgebiete (ein Bundesland).

Drei Länder geben an, die Umwandlung von Ackerland in (Dauer-)Grünland zu fördern. Ein Bundesland meldet eine stetige Steigerung der Zahl der Begünstigten sowie der geförderten Fläche. Während im Jahr 2015 noch 1.000 ha gefördert wurden, waren es 7.000 ha im Jahr 2019. Die geförderten Betriebe verpflichten sich dabei, Grünland über einen Zeitraum von fünf Jahren anzulegen. Die zwei anderen Bundesländer berichten von einer geringen Akzeptanz der Maßnahme „Umwandlung von Ackerland in Dauergrünland“. So wurde in einem Bundesland lediglich 28 ha Fläche im Jahr 2019 gefördert. Als Begründung für die geringe Akzeptanz wird der Statuswechsel von Ackerland in Dauergrünland genannt. Nichtsdestotrotz möchte ein Bundesland auch in Zukunft die Maßnahme weiter fördern.

Vier Bundesländern machen zudem Angaben über Maßnahmen zur extensiven Nutzung von Grünland. Während in zwei Bundesländern die Zahl der Begünstigten stagniert bzw. leicht zurückgeht, steigt in den anderen beiden Bundesländern die Anzahl der Begünstigten und damit einhergehend der Flächenumfang. Als Grund für den leichten Rückgang in einem Bundesland wird der Verzicht von N-Düngung auf den geförderten Flächen genannt. Dies sei insbesondere für Betriebe ohne Weidehaltung ein Hindernis.

### **Ökologischer Landbau**

Vier Länder geben an, ihre Förderung des ökologischen Landbaus als LULUCF-Maßnahme ein. Insbesondere wird die Umstellung und Beibehaltung auf ökologische Anbauverfahren gefördert. Diese Länder melden einen stetigen Anstieg der geförderten Flächen. Drei Länder berichteten explizit, dass die Förderung administrativ für Verwaltung und Antragsteller relativ einfach umsetzbar sei. Insgesamt werden in den vier Ländern bisher ca. 350.000 ha gefördert. Ein Bundesland berichtet, dass es auch nach 2020 die Maßnahme fördern möchte. Anzumerken ist, dass der ökologische Landbau in allen Ländern gefördert wird, diese meisten Länder dazu aber keine Angaben gemacht haben.

### **Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen, Beratung, Wissenstransfer**

Vier Bundesländer machen Angaben zu Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen. Umgesetzte Maßnahmen umfassen Zwischenfruchtanbau, Untersaaten über den Winter und Direktsaaten, Anlage von Blühstreifen/Blühflächen und naturbetonter Strukturelemente, Förderung von ein-jährigen und mehrjährigen Ackerbrachen sowie Kulturartendiversität im Ackerbau. Viele dieser Maßnahmen zielen auf den Erhalt bzw. die Ausweitung der Biodiversität in Agrarlandschaften ab und sind

nicht primär dem Klimaschutz zuzurechnen. Anzumerken ist zudem, dass auch andere Bundesländer Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen fördern, diese aber nicht bei der Abfrage angeben.

Darüber hinaus melden zwei Bundesländer Wissenstransfer bzw. Beratung als Maßnahmen. So wird beispielsweise in einem Bundesland die Beratung bei der Erstellung von betriebsindividuellen Klimabilanzen in Landwirtschafts- und Gartenbaubetrieben genannt.

### **Schutz von Moorböden**

Sieben Länder melden Maßnahmen zum Moorschutz, sechs davon mit Bezug zu landwirtschaftlich genutzten Böden. Ein weiteres Land fördert Maßnahmen zur Wasserstandsanhhebung in Mooren und Anschaffung entsprechender Technik, meldet jedoch für diesen Bericht Fehlanzeige. Die Maßnahmen auf Waldböden werden weiter unten behandelt.

Im Mittelpunkt der Maßnahmen steht neben einer vollständigen Wiedervernässung das Vermeiden der Absenkung bzw. das Anstauen von Grundwasserständen auf ein bestimmtes Niveau sowie eine extensive Bewirtschaftung im Rahmen des Vertragsnaturschutz. Mit diesen Maßnahmen soll die Torfzehrung und die damit verbundenen CO<sub>2</sub>-Emissionen aufgehalten oder zumindest vermindert werden und die Treibhausgasemissionen reduziert werden. Ein Bundesland meldet dabei, dass für den Vertragsnaturschutz das angestrebte Ziel von 1.425 ha mit ca. 3.600 ha übertroffen wurde. Auf diesen Flächen ist eine weitere Absenkung des Wasserstandes verboten. Insgesamt zieht das Land eine positive Bilanz aus den Programmen zum Moorschutz. Ein weiteres Land meldet rund 2.014 ha wiedervernässte Fläche (Wald und Grünland) auf Moorstandorten. Auch dieses Bundesland äußert sich positiv zur Umsetzung der Moorschutzförderung. Andere Länder machen keine Angaben über die Fläche, auf denen die Maßnahme umgesetzt wurden, sondern nur über die Ausgaben oder die Anzahl von Projekten. Auch werden keine Einschätzungen zur Umsetzbarkeit bzw. Erfahrungen mit den Maßnahmen gemacht. Aus weiteren Publikationen ist jedoch bekannt, dass in einem weiteren Bundesland Maßnahmen zur dauerhaften Anhebung der Wasserstände an Grünlandstandorten gefördert werden – insgesamt auf 634 ha (Hirschelmann et al. 2020). Ebenso ist aus Vorträgen bekannt, dass in einem weiteren Bundesland 9 Projekte zur Etablierung von Maßnahmen zur nachhaltigen Bewirtschaftung von Moorböden über EFRE- und Landesmittel gefördert werden (Sippel 2018). Es wird allerdings darauf verwiesen, dass Maßnahmen erst kürzlich angelaufen sind bzw. momentan Evaluierungen der Maßnahmen laufen. Neben der Flächensicherung und dem Vertragsnaturschutz wird in einem Bundesland darauf verwiesen, die landwirtschaftliche Nutzung von wiedervernässten Mooren in Form von Paludikulturen zu fördern. Eine komplette Wiedervernässung von Mooren wird in unterschiedlichem Umfang von fünf Bundesländern gemeldet. Ein Bundesland gibt 639 ha an, zu den weiteren Bundesländern fehlen Angaben zu konkreten Flächen. In einem Bundesland werden derzeit 12 Projekte zur Wiedervernässung bzw. zur Optimierung des Wasserhaushalts über EFRE- und Landesmittel (Sippel 2018) gefördert.

In allen sieben Bundesländern ist eine Fortschreibung der Maßnahmen zum Schutz von Moorböden auch nach 2020 geplant. Eines der Bundesländer hat daneben eine Fachstrategie zur Paludikultur

veröffentlicht (MLUV MV 2017); daneben ist eine Klimaschutzprämie für die Tolerierung hoher Wasserstände in Diskussion. Ein weiteres der Bundesländer strebt eine Einsparung von insgesamt 700.000 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Jahr bis 2030 durch Renaturierung und Anhebung der Wasserstände an (Schleswig-Holsteinischer Landtag 2019).

Drei Bundesländer verweisen in ihren Antworten auf ihre Moorschutzstrategien bzw. Moorschutzprogramme. Darüber hinaus gibt es in zwei weiteren Bundesländer Moorschutzkonzepte. Die Formulierung der Ziele sowie deren Umsetzung ist dabei sehr heterogen. Ein Bundesland nennt als Ziel, verbleibende Moore, die von besonderer ökologischer Bedeutung sind, dauerhaft zu sichern und gegebenenfalls wiederherzustellen. Als Einsparungspotenzial gibt das Bundesland dabei einen Durchschnittswert von 10 t CO<sub>2</sub>-Äq. pro Hektar und Jahr an (Schleswig-Holsteinischer Landtag 2011). Ein weiteres Bundesland formuliert seine Ziele für den Klimaschutz im Moorschutzprogramm mit der Reduktion von THG aus Moorböden sowie „Wiederherstellung der natürlichen Senkenfunktion der Moore für Kohlenstoff“ (NMUEK 2016), jedoch ohne Angabe konkreter Ziele. Ein anderes Bundesland hingegen stellt klare Ziele auf. So sollen bis 2020 „Renaturierungsmaßnahmen auf mindestens 50 % aller regenerationsfähigen Hochmoor- und [...] auf 10 % aller Niedermoorstandorte“ eingeleitet werden. Zudem ist das „Erreichen einer moorangepassten Nutzung bei weiteren 20 % der dafür geeigneten Niedermoores“ angestrebt (LUBW 2017). Wie viele THG-Emissionen damit vermieden werden, soll durch begleitende Forschung ermittelt werden. Ein weiteres Bundesland benennt ebenfalls Zielgrößen. Hier sollen insgesamt 29.000 ha Moorböden wiedervernässt und 25.000 ha bei hohen Wasserständen als extensives Grünland genutzt werden. Schließlich sollen 16.000 ha Ackerland auf Niedermoorstandorten bis 2020 in Grünland umgewandelt werden. Es setzt bei der Umsetzung vollständig auf Freiwilligkeit der Flächennutzer und -eigentümer (MLUV M-V 2009). Für das Jahr 2008 wird die Gesamtemission aus landwirtschaftlicher Nutzung von Moorböden auf 6,2 Mio. CO<sub>2</sub>-Äq. beziffert. Ein fünftes Bundesland hat sein Moorschutzprogramm in das Klimaschutzprogramm des Bundeslandes integriert. Dabei wird das jährlich Einsparungspotenzial an THG Emissionen durch Wiedervernässung von Moorflächen auf 5 Mio. CO<sub>2</sub>-Äq. geschätzt. Auf den derzeit geförderten Flächen beträgt die geschätzte Einsparung 25.000 t CO<sub>2</sub>-Äq pro Jahr (StMUV 2020).

### **Reduzierung der Torfverwendung**

Zu dieser Maßnahme finden sich in Antworten der Bundesländer keine Hinweise. In den Antworten zum Zwischenbericht 2017 hatten zwei Bundesländer Maßnahmen zur Reduzierung der Torfverwendung aufgeführt, wobei nur in einem Bundesland bereits eine Konkretisierung vorliegt. Die Maßnahmen in diesem Bereich befinden sich noch in der Forschungs- und Entwicklungsphase zu möglichen Ersatzstoffen und laufen erst seit 2015.

### **Sonstiges: Emissionsarme betriebliche Investitionen**

Einige Länder machen zudem Angaben zu Maßnahmen, die der Quellgruppe Landwirtschaft zuzuschreiben sind. So geben vier Länder an, emissionsarme Investitionen wie etwa die emissionsarme Ausbringung und Lagerung von flüssigen Wirtschaftsdüngern zu fördern. Über die Erfahrungen werden kaum Angaben gemacht. Allerdings wird darauf verwiesen, dass die Jahre 2018 und

2019 „schwierige Erntejahre“ waren und deswegen die Investitionsbereitschaft der Landwirte deutlich geringer war. Ein weiteres Land berichtet, dass die Anzahl der Begünstigten von sechs im Jahr 2016 auf 29 im Jahr 2019 beim Kauf von Maschinen und Geräten der Außenwirtschaft mit emissionsenkender Wirkung gestiegen ist. Auch hier plant ein Bundesland die Fortschreibung der Maßnahme nach 2020.

## 6.2.2 Forst- und Holzwirtschaft

Über die Maßnahmen des Bundes hinaus ergreifen die Bundesländer – in deren Kompetenz die Forstwirtschaft überwiegend fällt – in unterschiedlichem Umfang Maßnahmen im Wald, welche potenziell klimawirksam sind. Dabei sind drei Aktivitätsbereiche zu unterscheiden: Zum einen handelt es sich um die finanzielle Förderung für den Privat- und Kommunalwald zusammen mit dem Bund im Rahmen der GAK (die bereits oben dargestellt wurde), zum zweiten ggf. um zusätzliche eigene Förderprogramme (welche gegebenenfalls mit Hilfe der EU kofinanziert werden), und zum dritten um Maßnahmen im Zuge der Bewirtschaftung des jeweiligen Landeswaldes. Durch eine Befragung der zuständigen Länderministerien seitens BMEL im Juli 2020 sollten hierzu entsprechende Hintergrundinformationen erhoben werden.

Leider sind die eingegangenen Antworten inhaltlich nicht sehr belastbar, da die Befragung den zuständigen Stellen nur sehr wenig Führung dahingehend gab, über welche „Maßnahmen“ konkret Informationen gesucht wurden: Sie enthielt weder eine Aufteilung in die drei genannten Aktivitätsbereiche, noch eine klare Definition dessen, was überhaupt unter „Maßnahme“ verstanden werden sollte; dies blieb folglich weitgehend der individuellen Interpretation überlassen.<sup>17</sup> Dadurch enthalten die Befragungsergebnisse einerseits Doppelungen mit den schon für die Bundesebene dargestellten Ergebnissen, andererseits dürften einige tatsächlich klimarelevante Maßnahmen der Länder fehlen, und zum Dritten enthalten die Meldungen verschiedentlich Angaben, deren Klimarelevanz nicht eindeutig ersichtlich ist (z. B. verschiedene Naturschutzmaßnahmen). Die Auswertung der Ländermaßnahmen sollte daher lediglich als ergänzende Illustration aufgefasst werden.<sup>18</sup>

### Förderung der Erstaufforstung

Die Förderung der Erstaufforstung erfolgt in der Regel im Rahmen der GAK (bereits oben unter „Bund“ berichtet), sofern die Länder diese Option überhaupt anbieten (das ist bei den Stadtstaaten

---

<sup>17</sup> Die maßgebliche Frage lautete: „Welche Maßnahmen bestehen in Ihrem Bundesland, die eine Relevanz für die THG-Minderung bzw. für Absicherung und Erhöhung der Kohlenstofffestlegung im Landnutzungsbereich haben?“, ergänzt um einige Fragen zur weiteren Charakterisierung der jeweiligen Maßnahmen. Das zugehörige Anschreiben enthielt ferner den Hinweis, dass „neben den THG-Wirkungen des LULUCF-Bereichs [...] auch die Bedeutung von Holzprodukten als Kohlenstoffspeicher“ Gegenstand sei. – Zudem sicherte das Anschreiben zu, die Antworten zwar auszuwerten, aber nicht zu veröffentlichen; die Auswertung kann hier daher nur summarisch erfolgen.

<sup>18</sup> Substanziellere Ergebnisse zu einem Teilbereich sind möglicherweise aus dem WKF-Projekt „Synopsis zu den Anpassungen der großen Landesbetriebe an den Klimawandel“ zu erwarten, dessen Abschluss aber erst für Ende März 2021 geplant ist (<https://www.waldklimafonds.de/index.php?id=13913&fkz=2219WK24X4>).

nicht der Fall). Fünf Länder weisen ausdrücklich auf ihre Erstaufforstungsförderung hin; eines darunter berichtet, dass dort ab 2020 voraussichtlich eine Nutzungsausfallprämie über eine (noch nicht notifizierte) Landesrichtlinie angeboten werde, um einen zusätzlichen Anreiz für die Erstaufforstung von bisher landwirtschaftlich genutzten Flächen zu bieten. Ein anderes der fünf Länder berichtet, dass Erstaufforstung in diesem Land nicht mehr gefördert werde, für bereits bewilligte Erstaufforstungen aber noch die entsprechenden Einkommensverlustprämien ausgezahlt werde.

### **Räumung von Kalamitätsflächen, Waldschutz, Wiederaufforstung**

Vier Länder weisen explizit auf die Förderung von Maßnahmen zur Bewältigung der Schäden durch Extremwetterereignisse hin, ebenfalls im Rahmen der GAK (Förderbereich 5 F). In einem Fall wurden die entsprechenden Mittel bereits ab 2018 ausgezahlt, in den drei anderen ab 2019.

### **Waldumbau**

Sechs Länder verweisen auf die Förderung des Waldumbaus zur Stabilisierung und Anpassung an den Klimawandel im Rahmen der GAK;<sup>19</sup> eines darunter erläutert, dass entsprechende Maßnahmen auch im betreffenden Landeswald umgesetzt würden.

### **Weitere Maßnahmen im bestehenden Wald**

Zwei Länder vermelden, dass in ihren Landeswäldern Vorratsaufbau zur verstärkten Kohlenstoffspeicherung betrieben werde. Ein drittes Land verweist auf die Modernisierung seines Waldbrandüberwachungssystems. Ein weiteres Land verbucht die dort seit 1991 laufende Waldbodenkalkung als Klimaschutzmaßnahme.

### **Moorrenaturierung**

Vier Länder weisen auf dort existierende Programme zur Wiedervernässung und Renaturierung von (Wald-) Mooren hin. In einem dieser Länder wurden von 2013–2019 knapp 600 ha Waldmoore wiedervernässt, finanziert aus verschiedenen europäischen Fördermitteln, Landesmitteln sowie aus Kompensationsmaßnahmen; in einem weiteren Land waren es 150 ha in einem Nationalpark, verteilt über sechs Jahre und ebenfalls EU-finanziert. Das dritte Land gibt keine Flächen an, verweist aber auf eine Internetseite, laut der durch die Renaturierung von Mooren landesweit ein positiver Klimaeffekt von jährlich 25.000 t CO<sub>2</sub> erreicht werde (diese Angabe ist offensichtlich nicht auf Waldmoore beschränkt). Auch das vierte Land berichtet über Moorrenaturierung für Wälder und Grünland gemeinsam; hier handelt es sich um 2.000 ha wiedervernässter Moore, finanziert aus ELER-Mitteln. Zusätzliche Finanzmittel werden hier über die Ausgabe freiwilliger Emissionszertifikate (VER) akquiriert. Ein fünftes Land meldet aktuell keine Moorrenaturierungsaktivitäten, plant solche aber ab 2020, beginnend mit Erfassung, Zustandsanalyse und Maßnahmenvorschlägen.

---

<sup>19</sup> In einem Fall geht aus dem Fragebogen nicht klar hervor, ob es sich um eine Förderung im Rahmen der GAK oder um reine Landesmittel handelt.

### **Information und Kommunikation**

Zwei Länder berichten, dass sie Entscheidungshilfen zur künftigen Baumartenwahl (Klimarisikokarten) für Beratungszwecke anbieten. Ein Land plant die Novellierung seiner Kohlenstoffstudie. Mehrere Länder verweisen auf ab 2020 anstehende Inventuren (u. a. Bundeswaldinventur, Bodenzustandserhebung).

### **Verstärkte und effizientere Holznutzung**

Von den 16 Bundesländern meldeten fünf Länder Maßnahmen, die aus Klimaschutzgründen eine verstärkte Nutzung des Rohstoffes Holz zum Ziel haben. Ein Bundesland fördert seit 2016 Modell- und Demonstrationsvorhaben zur verstärkten Holznutzung unter Kofinanzierung aus dem Europäischen Fonds für Regionalentwicklung (EFRE); seit Ende 2018 gibt es dort zudem eine „Holzbau-Offensive“, die aus Landesmitteln finanziert wird. Das Ziel der in 13 „Innovationspaketen“ gruppierten Maßnahmen ist die „qualitative und quantitative Steigerung der Holzbauvorhaben, um klimafreundliches Bauen im Sinne der Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft zu fördern“. Ein anderes Bundesland fördert seit 2017 Leuchtturmprojekte im Bereich der stofflichen Holzverwendung mit ca. 300.000 €/a im Rahmen der eigenen Clusterinitiative dieses Landes; dies beinhaltet u. a. die Stärkung nachwachsender und kreislauffeffizienter Baustoffe im Rahmen eines „Klimabündnisses Bauen“. Zugleich wurde mit der Novellierung der Landesbauordnung in 2015 eine verstärkte Verwendung von Holz im mehrgeschossigen Wohnungsbau ermöglicht – ein Ziel, das von einem im gleichen Jahr aufgelegten Förderprogramm unterstützt werden soll. Als weitere Maßnahme weist dieses Land auf ein Förderprogramm zum Austausch alter Einzelraumfeuerungsanlagen gegen neue effiziente und emissionsärmere Anlagen hin, mit dem Holzverbrauch und Emissionen (u. a. von Feinstaub) vermindert werden sollen. In einem weiteren Bundesland wird die Vermarktung und Verwendung von Holz mit jahresdurchschnittlich 500.000 € gefördert. Holzbaupreise werden von zwei Ländern erwähnt. In einem Fall werden sie aus Landesmitteln finanziert (alle 2 Jahre, dotiert mit i. H. v. 12.000 €), wobei ein zunehmendes Interesse von Architekten, Projektierern und Bauherren an dem Preis verzeichnet wird. Im anderen Fall handelt es sich um eine Initiative der dortigen Zimmerer- und Holzbauinnung.

### **Sonstiges**

In einem Land werden seit 2019 an Standorten von Landesforsten Holz- Solar-Carports installiert und (Teile des) Fuhrparks gleichzeitig auf Elektro-Antrieb umgestellt.

Die Klimawirksamkeit der hier aufgezählten Ländermaßnahmen lässt sich regelmäßig nicht beziffern – auch, weil dazu vollständige Daten fehlen; insbesondere aber deswegen, weil der überwiegende Teil der Maßnahmen nur teilweise dem Klimaschutz zuzurechnen ist, lediglich indirekt wirkt und/oder nur auf lange Frist klimawirksam wird.

## 7 Zeitplan für die Annahme und Umsetzung von Maßnahmen

Viele der im ersten Bericht mit Informationen über LULUCF-Aktionen in Deutschland vom Januar 2015 genannten Maßnahmen werden wie geplant umgesetzt, so z. B. die Maßnahmen zur Erhaltung der Dauergrünlands im Rahmen des Greenings, die Förderung von Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen, Maßnahmen und Projekte der Länder zum Schutz von Moorböden sowie verschiedene Maßnahmen im Forst- und Holzbereich. Die Weiterentwicklung der LULUCF-Maßnahmen zielt jedoch auf die Umsetzungen im nächsten klimapolitischen Verpflichtungszeitraum 2021 bis 2030 ab.

Die gemäß Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 angestrebte Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Schutz von Moorböden befindet sich noch in der Vorbereitung. Im Januar 2021 wurde die Verbändeanhörung auf Grundlage des erarbeiteten Bund-Länder-Papiers eingeleitet. Der mit der Vorbereitung verbundene Diskussionsprozess hat das Bewusstsein für die Bedeutung des Moorbodenschutzes für den Klimaschutz geschärft und zur Klärung der institutionellen Zuständigkeiten beigetragen. Die lange Dauer der Vorbereitung ist u. a. den auszuhandelnden Interessenkonflikten geschuldet. In Vorbereitung befindet sich auch die Moorschutzstrategie der Bundesregierung, zu der BMU im November 2020 ein Diskussionspapier vorgelegt hat und am 15.12.2020 eine Stakeholder-Veranstaltung durchgeführt hat.<sup>20</sup>

Aufbauend auf Folgenabschätzungen zu den im Klimaschutzplan 2050 enthaltenen Maßnahmen, darunter Maßnahmen im Bereich LULUCF (Osterburg et al. 2019), wurde 2019 das Klimaschutzprogramm 2030 zur Konkretisierung der Umsetzung erarbeitet und beschlossen. Mit diesem Maßnahmenprogramm werden die Klimaschutzziele bis 2030 und darüber hinaus verfolgt. Die Umsetzung der Maßnahmen wird derzeit vorbereitet oder hat bereits begonnen, darunter insbesondere aus dem Energie- und Klimafonds finanzierte Fördermaßnahmen im Bereich Humus, Moorbodenschutz, Torfminderung und Forst- und Holzwirtschaft. Die Umsetzung wird durch verstärkte Anstrengungen zur weiteren Verbesserung des Monitorings und der Emissionsberichterstattung flankiert, etwa durch die Projekte des Thünen-Instituts Wiederholungs-Bodenzustandserhebung Landwirtschaft zur Erfassung der organischen Kohlenstoffvorräte in Agrarböden und ihrer Einflussgrößen, und das deutschlandweite Moormonitoring für den Klimaschutz (MoMok).

---

<sup>20</sup> siehe <https://www.bmu.de/meldung/stakeholder-veranstaltung-zum-diskussionspapier-fuer-die-moorschutzstrategie-der-bundesregierung/>

## 8 Literatur

- Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV) (2015) Klimaschutzprogramm Bayern 2050. Hg. v. Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Verbraucherschutz (StMUV).
- BMU, BMEL und Thünen-Institut (2018) Fortschrittsbericht mit Informationen über LULUCF-Aktionen. Bericht gemäß Artikel 10 des Beschlusses Nr. 529/2013/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 über die Anrechnung und Verbuchung von Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen infolge von Tätigkeiten im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft und über Informationen zu Maßnahmen in Zusammenhang mit derartigen Tätigkeiten. Berlin, Braunschweig. Im Internet: [https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung\\_2014/Bericht\\_an\\_die\\_Europaeische\\_Kommission/180227\\_Progress-Report\\_on\\_LULUCF\\_final.pdf](https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung_2014/Bericht_an_die_Europaeische_Kommission/180227_Progress-Report_on_LULUCF_final.pdf)
- BMU, BMEL, UBA und Thünen-Institut (2015) Informationen über LULUCF-Aktionen. Bericht gemäß Artikel 10 des Beschlusses Nr. 529/2013/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 21. Mai 2013 über die Anrechnung und Verbuchung von Emissionen und des Abbaus von Treibhausgasen infolge von Tätigkeiten im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft und über Informationen zu Maßnahmen in Zusammenhang mit derartigen Tätigkeiten. Berlin, Dessau, Braunschweig. Im Internet: [https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung\\_2014/Bericht\\_an\\_die\\_Europaeische\\_Kommission/150109\\_LULUCF\\_Bericht\\_DE\\_fin.pdf](https://www.thuenen.de/media/institute/lr/LULUCF-Beteiligung_2014/Bericht_an_die_Europaeische_Kommission/150109_LULUCF_Bericht_DE_fin.pdf)
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2014) Aktionsprogramm Klimaschutz 2020. Kabinettsbeschluss vom 3. Dezember 2014.
- BMU (Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit) (Hrsg.) (2016) Klimaschutzplan 2050. Klimaschutzpolitische Grundsätze und Ziele der Bundesregierung.
- Bundesregierung (2019a) Projektionsbericht 2019 für Deutschland gemäß Verordnung (EU) Nr. 525/2013. Im Internet: [https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14\\_lcds\\_pams\\_projections/projections/envxnw7wq/](https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art04-13-14_lcds_pams_projections/projections/envxnw7wq/)
- Bundesregierung (2019b) Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Berlin, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU). Publiziert als Bundestags-Drucksache 19/13900 am 11.10.2019
- Bundesregierung (2020) Die Situation der Forstwirtschaft. Antwort der Bundesregierung auf die Kleine Anfrage der Abgeordneten Karlheinz Busen, Frank Sitta, Dr. Gero Clemens Hocker, weiterer Abgeordneter und der Fraktion der FDP – Drucksache 19/21240 –, Deutscher Bundestag, 19. Wahlperiode: 16.
- DESTATIS (versch. Jgg.) Land- und Forstwirtschaft, Fischerei. Fachserie 3 Reihe 2.1.2. Bodennutzung der Betriebe, 2010 und 2016.
- Don A, Flessa H, Marx K, Poeplau C, Tiemeyer B, Osterburg B (2018) Die 4-Promille-Initiative "Böden für Ernährungssicherung und Klima" - Wissenschaftliche Bewertung und Diskussion möglicher Beiträge in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 37 p, Thünen Working Paper 112, DOI:10.3220/WP1543840339000 Im Internet: [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn060523.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060523.pdf)
- Elsasser, P. (2008) Neuwaldbildung durch Sukzession: Flächenpotentiale, Hindernisse, Realisierungschancen. Hamburg, von-Thünen-Institut.

- Gattinger A, Muller A, Haeni M, Skinner C, Fliessbach A, Buchmann N, Mäder P, Stolze M, Smith P, Scialabba NE-H, Niggli U (2012) Enhanced top soil carbon stocks under organic farming. *Proc Natl Acad Sci U S A*:18226-18231. doi: 10.1073/pnas.1209429109 Im Internet: <https://doi.org/10.1073/pnas.1209429109>.
- Hirschelmann S, Raschke, I, Stüber M, Wichmann S, Peters J (2020) Instrumente für klimaverträgliche Moorbodennutzung: Moorschutz in der Gemeinsamen Agrar-politik. *Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Aktuelle Beiträge / Berichte über Landwirtschaft - Zeitschrift für Agrarpolitik und Landwirtschaft, Aktuelle Beiträge*. DOI: 10.12767/buel.v98i3.320.
- Jacobs A, Flessa H, Don A, Heidkamp A, Prietz R, Dechow R, Gensior A, Poeplau C, Riggers C, Schneider F, Tiemeyer B, Vos C, Wittnebel M, Müller T, Säurich A, Fahrion-Nitschke A, Gebbert S, Jaconi A, Kolata H, Laggner A, et al (2018) Landwirtschaftlich genutzte Böden in Deutschland - Ergebnisse der Bodenzustandserhebung. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Rep 64, DOI:10.3220/REP1542818391000 Im Internet: [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn060497.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn060497.pdf)
- Kätterer T, Bolinder M A, Thorvaldsson G, Kirchmann H (2013) Influence of ley-arable systems on soil carbon stocks in Northern Europe and Eastern Canada. *Grassland Science in Europe*, Vol. 18, 47-56.
- Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW) (2017) Moorschutzprogramm Baden-Württemberg. Hg. v. Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaften Baden-Württemberg.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz (MLUV M-V) (2009) Konzept zum Schutz und zur Nutzung der Moore. Fortschreibung des Konzeptes zur Bestandssicherung und zur Entwicklung der Moore.
- Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Verbraucherschutz Mecklenburg-Vorpommern (MLU-MV) (2017) Umsetzung von Paludikultur auf landwirtschaftlich genutzten Flächen in Mecklenburg-Vorpommern - Fachstrategie zur Umsetzung der nutzungsbezogenen Vorschläge des Moorschutzkonzeptes, <https://www.moorwissen.de/doc/paludikultur/imdetail/umsetzungsbeispiele/Bericht%20Fachstrategie%20Paludikultur.pdf>
- Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie und Klimaschutz (NMUEK) (2016) Programm Niedersächsische Moorlandschaften. Grundlagen, Ziele, Umsetzung.
- Osterburg B, Heidecke C, Bolte A, Braun J, Dieter M, Dunger K, Elsasser P, Fischer R, Flessa H, Fuß R, Günter S, Jacobs A, Offermann F, Rock J, Rösemann C, Rüter S, Schmidt TG, Schröder J-M, Schweinle J, Tiemeyer B, Weimar H, Welling J, Witte T de (2019) Folgenabschätzung für Maßnahmenoptionen im Bereich Landwirtschaft und landwirtschaftliche Landnutzung, Forst-wirtschaft und Holz-nutzung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, Thünen Working Paper 137, DOI:10.3220/WP1576590038000 Im Internet: [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_extern/dn061835.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn061835.pdf)
- Paul, C., M. Weber and R. Mosandl (2009) Kohlenstoffbindung junger Aufforstungsflächen. Freising, Karl Gayer Institut.
- Poeplau C, Don A (2015) Carbon sequestration in agricultural soils via cultivation of cover crops - a meta-analysis. *Agric Ecosyst Environ* 200(1):33-41, DOI:10.1016/j.agee.2014.10.024
- Schleswig-Holsteinischer Landtag (2011) Drucksache 17/1490.
- Schleswig-Holsteinischer Landtag (2019) Drucksache 19/2326, <http://www.landtag.ltsh.de/infothek/wahl19/drucks/02300/drucksache-19-02326.pdf>

- Sippel, U. (2018) Übersicht zu den Projekten Klimaschutz durch Moorentwicklung; Vortrag bei Tagung „Niedersächsische Moorlandschaften: Projekte zum Klimaschutz durch Moorentwicklung“ am 29.11.2018: [https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/140086/Uebersicht\\_zu\\_den\\_Projekten\\_Klimaschutz\\_durch\\_Moorentwicklung\\_Ulrich\\_Sippel\\_NMU.pdf](https://www.lbeg.niedersachsen.de/download/140086/Uebersicht_zu_den_Projekten_Klimaschutz_durch_Moorentwicklung_Ulrich_Sippel_NMU.pdf)
- Tiemeyer B, Freibauer F, Albiac Borraz E, Augustin J, Bechtold M, Beetz S, Beyer C, Ebli M, Eickenscheidt T, Fiedler S, Förster C, Gensior A, Giebels M, Glatzel S, Heinichen J, Hoffmann M, Höper H, Jurajinski G, Laggner A, Leiber-Sauheitl K, Peichl-Brak M, Drösler M (2020): A new methodology for organic soils in national greenhouse gas inventories: data synthesis, derivation and application. Ecological Indicators 105838: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2019.105838>
- UBA (Umweltbundesamt) (2020a) Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2020: Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990 – 2018. Climate Change, 22/2020. Im Internet: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change\\_22-2020\\_nir\\_2020\\_de\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2020-04-15-climate-change_22-2020_nir_2020_de_0.pdf)
- UBA (Umweltbundesamt) (2020b) Nationale Trendtabellen für die deutsche Berichterstattung atmosphärischer Emissionen 1990 – 2018. Stand EU-Submission: 15.01.2020. Im Internet: [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2019\\_01\\_15\\_em\\_entwicklung\\_in\\_d\\_trendtabelle\\_thg\\_v0.6.1\\_f-gase.xlsx](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/361/dokumente/2019_01_15_em_entwicklung_in_d_trendtabelle_thg_v0.6.1_f-gase.xlsx)
- Weingarten, P., J. Bauhus, U. Arens-Azevedo, A. Balmann, H. K. Biesalski, R. Birner, A. W. Bitter, W. Bokelmann, A. Bolte, M. Bösch, O. Christen, M. Dieter, S. Entenmann, M. Feindt, M. Gauly, H. Grethe, P. Haller, H. Nieberg, B. Osterburg, J. Rock, S. Rüter et al. (2016) Klimaschutz in der Land- und Forstwirtschaft sowie den nachgelagerten Bereichen Ernährung und Holzverwendung: Gutachten des Wissenschaftlichen Beirats für Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlichen Verbraucherschutz und des Wissenschaftlichen Beirats für Waldpolitik beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft. Berlin, Wissenschaftlicher Beirat Agrarpolitik, Ernährung und gesundheitlicher Verbraucherschutz und Wissenschaftlicher Beirat Waldpolitik beim BMEL. Ber Landwirtschaft SH 222.
- Wiesmeier M, Meyer S, Paul C, Helming K, Don A, Franko U, Steffens M, Kögel-Knabner I (2020) CO<sub>2</sub>-Zertifikate für die Festlegung atmosphärischen Kohlenstoffs in Böden: Methoden, Maßnahmen und Grenzen. Halle (Saale): BonaRes-Zentrum für Bodenforschung, 18 p, BonaRes Series 2020/1, DOI:10.20387/BonaRes-F8T8-XZ4H. [https://literatur.thuenen.de/digbib\\_external/dn062163.pdf](https://literatur.thuenen.de/digbib_external/dn062163.pdf)