

Name: Dr. Felix Chr. Matthes
Bereich: Energie & Klimaschutz
Datum: 11.02.2021

Thema: LULUCF-Quellen und Senken in den deutschen Treibgas-Emissionsinventaren
Kurzanalyse für den Deutschen Naturschutzring (DNR)

1. Vorbemerkungen

Die Quellen und Senken im Bereich Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft (*Land Use, Land Use* Kurzanalyse für *Change and Forestry* – LULUCF) bilden mit Blick auf die Herausforderungen durch die Klimaveränderungen und die Handlungsbereiche im Bereich der Klimapolitik einen wichtigen Teilbereich. Sie betreffen sowohl die Freisetzung von Treibhausgasen in die Atmosphäre (Quellen) als auch die Einbindung von Kohlenstoff aus der Atmosphäre (Senken). Typischerweise liegen im Bereich LULUCF sowohl Senken als auch Quellen vor, in der Gesamtbilanzierung kann sich also LULUCF sowohl als Netto-Senke als auch als Netto-Quelle für Treibhausgase erweisen.

In einigen Ländern gehört der Bereich LULUCF zu den großen und teilweise auch dominierenden (Netto-) Quellen der Freisetzung von Treibhausgasemissionen in die Atmosphäre, in einigen anderen Staaten bildet LULUCF eine signifikante Netto-Senke. Zu berücksichtigen ist aber auch, dass es sowohl im Bereich der Quellen als auch der Senken in vergleichsweise kurzen Zeiträumen zu sehr große Veränderungen kommen kann (v.a. mit Blick auf die Wälder), die sowohl aus der Bewirtschaftung von Wäldern und Flächen als auch mit Blick auf Naturkatastrophen (großflächige Waldbrände oder andere Walschäden etc.) entstehen können.

Aus einer Vielzahl von Gründen (auch mit Blick auf Daten- und Methodenunsicherheiten etc.) wurden die Treibhausgas-Quellen und -Senken im Bereich LULUCF von den quantitativen Klimaschutzverpflichtungen Deutschlands und der Europäischen Union bisher ausgenommen, sie sind auch nicht von den rechtsverbindlichen Gesamt- und Sektorzielen des Bundes-Klimaschutzgesetzes (KSG) erfasst.

Mit der Ende 2020 von der Europäischen Union an die Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (*United Nations Framework Convention on Climate Change* – UNFCCC) übermittelten Klimaschutz-Selbstverpflichtung (*Nationally Determined Contribution* – NDC) wurde diesbezüglich jedoch ein Wechsel der Strategie bzw. der Klimaschutzarchitektur vollzogen. Die Treibhausgas-Emissionsquellen und -senken von LULUCF sind nunmehr Teil der völkerrechtlich verbindlichen Verpflichtung der Europäischen Union. Die konkrete Umsetzung dieser übergreifenden internationalen Verpflichtung in die europäische und deutsche Klimaschutzarchitektur, d.h. die entsprechende Gesetzgebung der Europäischen Union sowie Deutschlands, steht noch bevor.

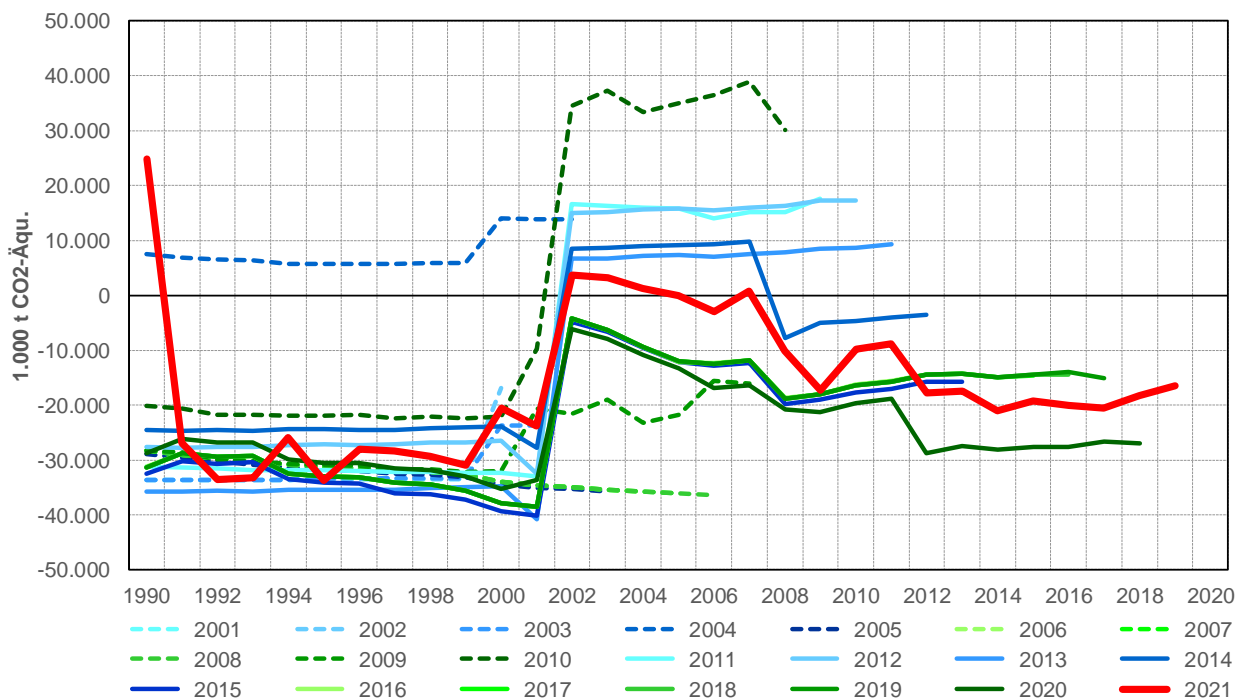
Damit geraten für LULUCF nicht nur Politiken und Maßnahmen, sondern auch Fragen von Datenqualität und -konsistenz sowie die Implikationen für die notwendigen Emissionsminderungsmaßnahmen in den anderen Sektoren deutlich stärker in den Fokus der Klimaschutzpolitik, sowohl für die Europäische Union als auch für Deutschland.

2. Die Veränderungen der deutschen Treibhausgasinventare in der Quellkategorie LULUCF

Deutschland übermittelt seit nunmehr 20 Jahren Treibhausgasinventare an die UNFCCC, in denen auch die Quellen und Senken aus LULUCF nach internationalen Standards berichtet werden. Im Verlauf dieser 20 Jahre haben sich die Methoden und Basisdaten immer wieder stark verändert, so dass ein Vergleich dieser Inventare zu einem sehr heterogenen Bild führt (Abbildung 2-1):

- Die Bandbreite der für die jeweiligen Jahre inventarisierten Werte ist sehr groß. Für einzelne Jahre unterscheidet sich die Summe aus Quellen und Senken im LULUCF-Segment um bis zu 73 Mio. t CO₂-Äqu.
- Die Einordnung des LULUCF-Segments als Netto-Senke oder Netto-Quelle verändert sich über die Jahre, aber in Abhängigkeit vom Inventarstand auch für einzelne Jahre sehr stark.
- Gleichwohl zeigen sich einige Muster, die auch auf Besonderheiten der Datenermittlungen in Deutschland hinweisen. Offensichtlich werden im Abstand von 10 Jahren großen Datenrevisionen (v.a. im Bereich der Forstwirtschaft) durchgeführt, auf deren Grundlage sich signifikant andere Niveaus für die ermittelten Quellen bzw. Senken ergeben.
- Eine strukturell neue Situation ergibt sich für das Inventar des Jahres 2021 (mit Emissionswerten für die Jahre 1990 bis 2019). Hier wird die Quellkategorie LULUCF für das Jahr 1990 erstmals als Netto-Quelle inventarisiert. In nahezu allen der 19 bis dahin an die UNFCCC übermittelten Inventare (eine Ausnahme bildet hier – aber nicht nur diesbezüglich – das Inventar von 2004) wurde das LULUCF-Segment als deutliche Netto-Senke eingeordnet. Dies ist insbesondere vor dem Hintergrund des Sachverhalts bemerkenswert, dass auch im Inventar 2021 für das Jahr 1991 bereits wieder eine deutliche Netto-Senke errechnet wird und auch die strukturelle Entwicklung für die verschiedenen Inventarberichte ähnlich, wenn auch mit relativ großen Bandbreiten von bis zu 40 Mio. t CO₂-Äqu. verläuft. Am aktuellen Rand ergeben sich für die in den letzten Jahren erstellten Treibhausgas-Inventare wiederum ähnliche Verläufe, wenn auch wiederum mit relativ großen Bandbreiten von bis zu 14 Mio. t CO₂-Äqu.

Abbildung 2-1: Nettobeitrag der Quellen und Senken aus LULUCF in den deutschen Treibhausgasinventaren 2001-2021, 1990-2019

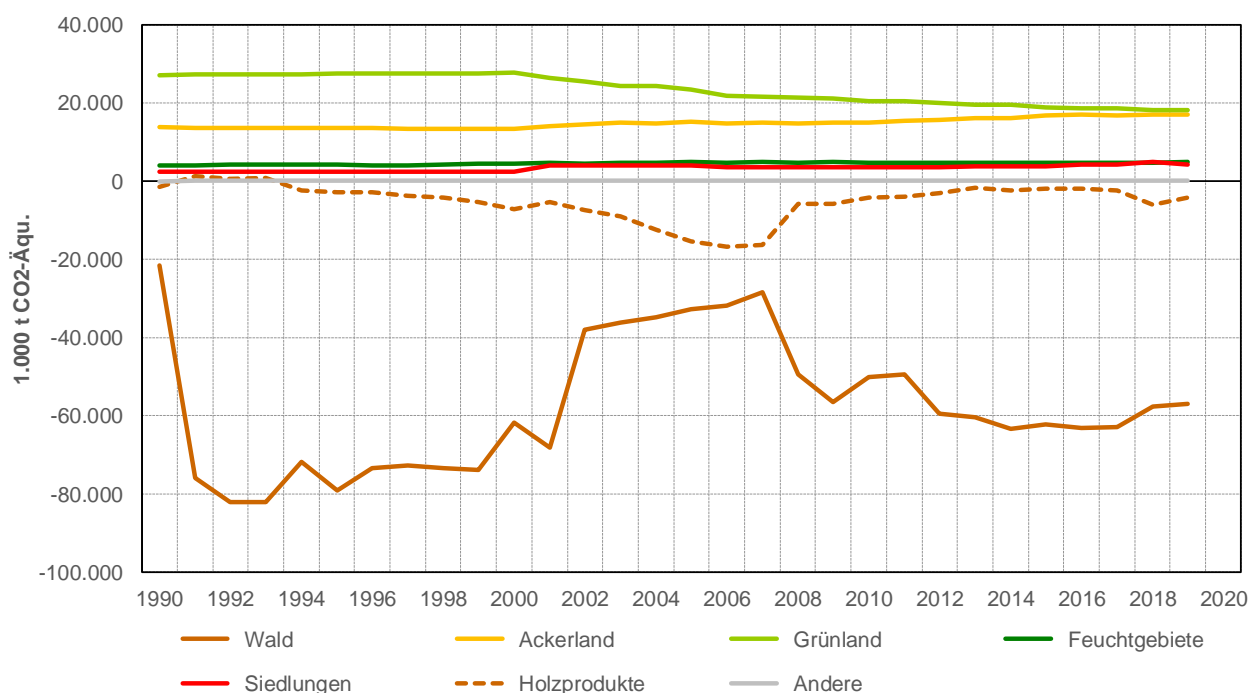


Quelle: Umweltbundesamt, UNFCCC, eigene Berechnungen.

Die Abbildung 2-2 zeigt am Beispiel des Inventars 2021 die Treiber für die im Zeitverlauf sehr unterschiedlichen Dynamiken:

- Die Entwicklung der Senken-Quellen-Bilanz für LULUCF wird klar durch die Senkenfunktion der Wälder in Deutschland dominiert. Diese wird über die Jahre sehr unterschiedlich bilanziert, gerade die Niveausprünge in den Jahren 1990/1991 und 2001/2002 ist ganz überwiegend auf die Entwicklungen im Waldbereich zurückzuführen. Inwieweit solche Sprünge in der Senkenfunktion der deutschen Wälder von etwa 60 Mio. t CO₂ binnen Jahresfrist jenseits methodischer Artefakte fundamental erklärt werden können, bleibt dahingestellt.
- Die Entwicklung der Senkenfunktion der Wälder wird, wenn auch deutlich abgeschwächt, durch die Kohlenstoff-Einbindung in Holzprodukten gespiegelt. Die Entwicklungen in den Jahren 1990/1991 bilden hier wiederum eine sehr klare Ausnahme.
- Für alle anderen Quellbereiche im LULUCF-Segment ergeben sich dagegen relativ stetige Verläufe. Die Treibhausgasemissionen aus Landnutzung und Landnutzungsänderungen im Bereich der Ackerbauflächen steigen im Zeitverlauf leicht und stetig an, die entsprechenden Emissionen aus dem Grünland-Bereich sinken über die Zeit auf einem stetig abfallenden Pfad. Andere Quellen spielen für Deutschland nur eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 2-2: Nettobeitrag der Quellen und Senken aus LULUCF in den deutschen Treibhausgasinventaren, 1990-2019



Quelle: Umweltbundesamt, UNFCCC, eigene Berechnungen.

Die mit dem deutschen Treibhausgasinventar 2021 vorgenommene Neueinordnung des LULUCF-Segments stellt so mit Blick auf die Situation für die Jahre 1990/1991 eine fundamentale Änderung dar. Gleichwohl ordnet sie sich auch in eine Abfolge großer Daten- und Methodenunterschiede ein, die sich sowohl auf die Unterschiede zwischen den unterschiedlichen Inventarvarianten als auch auf

die offensichtlichen Methoden- und Datenrevisionen im Zeitverlauf innerhalb eines spezifischen Inventarstandes beziehen. Die Entwicklung der Inventare über die letzten Jahre gibt schließlich keinen Anlass zu der Vermutung, dass sich diese komplexe Situation ohne massive Zusatzbemühungen im Bereich der Inventarerstellung in den nächsten Jahren grundlegend ändern könnte.

3. Die Auswirkungen der neuen Inventardaten auf die Klimaziele für Deutschland

Die spezifischen Herausforderungen im Bereich von Daten und Methoden zur Ermittlung der Quellen und Senken im LULUCF-Segment waren einer der Gründe, warum LULUCF in den letzten Jahren für Deutschland und die EU grundsätzlich nicht in die entsprechenden Verpflichtungen einbezogen worden ist, wobei als begrenzte Ausnahme auf einige LULUCF-spezifische Anrechnungsmöglichkeiten im Bereich der Europäischen Klimaschutzverordnung (*Effort Sharing Regulation* – ESR) hinzuweisen ist. Mit dem neuen NDC der EU-27 entsteht nun die Herausforderung, die explizite Einbeziehung von LULUCF in die europäischen und deutschen Verpflichtungen regelungsseitig umzusetzen. Angesichts der großen Datenunsicherheiten im LULUCF-Bereich wird in der Tabelle 3-1 gezeigt, welche Veränderungen sich aus einer Einbeziehung von LULUCF in die Struktur der deutschen Klimaschutzverpflichtungen ergeben können.

Auf Basis des Inventars 2021 würde sich folgende Situation ergeben:

- Ein Emissionsminderungsziel von -65% ggü. 1990 für Deutschland (im Rahmen eines -55% Emissionsminderungsziels für die EU-27) würde sich in ein Emissionsziel von 437 Mio. t CO₂-Äqu. für das Jahr 2030 übersetzen, wenn LULUCF nicht in die Verpflichtung einbezogen würde. Würde die Verpflichtung auf die Emissionen einschließlich LULUCF angewendet, so ergäbe sich mit 446 Mio. t CO₂-Äqu. ein um etwa 9 Mio. t CO₂-Äqu. höheres Zielniveau.
- Im Vergleich zum Jahr 2018 (zur Sicherung der Vergleichbarkeit mit dem Inventar 2020) würde ohne Einbeziehung von LULUCF eine weitere Emissionsminderungsnotwendigkeit von 419 Mio. t CO₂-Äqu. resultieren, mit Einbeziehung von LULUCF ergäbe sich eine Notwendigkeit zur Emissionsminderung über alle Sektoren (inkl. LULUCF) von 392 Mio. t CO₂-Äqu., also ein um 27 Mio. t CO₂-Äqu. geringerer Wert.
- Für einen konsistenten Vergleich ist jedoch auch zu berücksichtigen, dass für das Basisjahr 1990 im LULUCF-Segment ein exceptionelles Emissionsniveau in Ansatz gebracht wird und sowohl die Entwicklung seit 1990 als auch die in den nächsten Jahren erwartbaren Trends reflektiert werden müssen. Die Tabelle zeigt hier für vier verschiedene Zukunftsentwicklungen im Bereich LULUCF auch die resultierenden Emissionsminderungsnotwendigkeiten für die Sektoren jenseits von LULUCF. Wenn die LULUCF-Nettosenke auf dem Niveau von 2018 verbliebe, dann würden die Emissionsminderungsnotwendigkeiten im Zeitraum 2018 bis 2030 für die Sektoren jenseits von LULUCF von 419 auf 374 Mio. t CO₂-Äqu. (also um 45 Mio. t CO₂-Äqu.) gegenüber einer Verpflichtung ohne Einbeziehung von LULUCF sinken. Wenn dagegen die Bandbreite einiger aktueller Projektionen zugrunde gelegt wird, ergeben sich um 1 bis 3 Mio. t CO₂-Äqu. höhere Emissionsminderungsnotwendigkeiten für die Sektoren jenseits von LULUCF.¹

¹ Für die Projektionen „Referenz“ und „Beschlussene Maßnahmen“ wurde auf die Modellierungsarbeiten zum Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung (Öko-Institut, Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (Fraunhofer ISI), Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien (IREES) (2020): Abschätzung der Treibhausgasminderungswirkung des Klimaschutzprogramms 2030 der Bundesregierung. Untersuchung Im Auftrag des

Tabelle 3-1: Modellrechnungen für die die Implikationen unterschiedlicher Inventarstände für Klimaschutzziele mit und ohne Einbeziehung von LULUCF

	1990	2000	2010	2018	2030	2018-2030
	Mio. t CO ₂ -Äqu.					
Inventarstand 2021						
Gesamt ohne LULUCF	1.249	1.043	942	856		
Gesamt mit LULUCF	1.273	1.022	932	838		
LULUCF Referenz	25	-21	-10	-18		
Emissionsminderungsziel -65% in 2030 ggü. 1990						
Gesamtziel ohne LULUCF					437	-419
Gesamtziel mit LULUCF					446	-392
LULUCF Projektion						
Referenz*					12	30
Beschlossene Maßnahmen*					11	29
Höhere Ambition*					10	28
Emissionsminderungsziele						
Gesamtziel ohne LULUCF (d.h. Minderungsziel für Nicht-LULUCF-Sektoren)						-419
Gesamtziel mit LULUCF, Minderungsziel für Nicht-LULUCF-Sektoren						
LULUCF konstant auf Niveau 2018						-374
Referenz*						-422
Beschlossene Maßnahmen*						-421
Höhere Ambition*						-420
Inventarstand 2020						
Gesamt ohne LULUCF	1.249	1.043	942	858		
Gesamt mit LULUCF	1.221	1.008	923	831		
LULUCF Referenz	-29	-35	-20	-27		
Emissionsminderungsziel -65% in 2030 ggü. 1990						
Gesamtziel ohne LULUCF					437	-421
Gesamtziel mit LULUCF					427	-404
LULUCF Projektion						
Referenz*					4	31
Beschlossene Maßnahmen*					3	30
Höhere Ambition*					1	28
Emissionsminderungsziele						
Gesamtziel ohne LULUCF (d.h. Minderungsziel für Nicht-LULUCF-Sektoren)						-421
Gesamtziel mit LULUCF, Minderungsziel für Nicht-LULUCF-Sektoren						
LULUCF konstant auf Niveau 2018						-377
Referenz*						-435
Beschlossene Maßnahmen*						-434
Höhere Ambition*						-432
Anmerkung: * LULUCF-Projektionen wurden als Differenz zwischen dem jeweils genannten letzten historischen Wert und dem Niveau des Jahres 2030 auf den Wert für das entsprechende historische Jahr des jeweiligen Inventarstandes skaliert.						

Quelle: Eigene Berechnungen

Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit sowie des Umweltbundesamtes. UBA Climate Change 33/2020. https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/abschaetzung_treibhausgasemissionsminderungswirkung_klimaschutzprogramms2030_der_bundesregierung_final.pdf) und für die Projektion „Höhere Ambition“ auf die Analysen zu einem 65%-Minderungsziel für Deutschland (Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2020): Klimaneutrales Deutschland. Studie im Auftrag von Agora Energiewende, Agora Verkehrswende, und Stiftung Klimaneutralität https://static.agora-energiewende.de/fileadmin2/Projekte/2020/2020_10_KNDE/A-EW_195_KNDE_WEB_V111.pdf) zurückgegriffen.

Diese Implikationen einer Einbeziehung von LULUCF in die Verpflichtungsarchitektur der deutschen Klimapolitik können mit einer entsprechenden Analyse auf Basis des Inventars von 2020 kontrastiert werden:

- Die notwendigen Emissionsminderungen von 2018 bis 2030 würden hier ohne Einbeziehung von LULUCF um etwa 2 Mio. CO₂-Äqu. und mit Einbeziehung von LULUCF um 12 Mio. t CO₂-Äqu. stärker ausfallen.
- Für den Fall, dass die Quellen- bzw. Senken-Situation im Bereich LULUCF auf dem Niveau von 2018 verbliebe, führt eine Einbeziehung von LULUCF zu einer um 44 Mio. t CO₂-Äqu. geringeren Emissionsminderungsnotwendigkeit für die Gesamtheit der Sektoren jenseits von LULUCF. Wird dagegen die Bandbreite aktueller Projektionen in Ansatz gebracht, so lägen die Emissionsminderungsnotwendigkeiten in diesen Sektoren um 11 bis 14 Mio. t CO₂-Äqu. über denen einer Option, in der die Verpflichtung eine Berücksichtigung von LULUCF nicht vorsieht.

Veränderungen der Treibhausgas-Inventarisierung im Bereich LULUCF können damit erhebliche Implikationen für die notwendigen Emissionsminderungsanstrengungen in den anderen Bereichen haben, wenn die Emissionsquellen bzw. die Kohlenstoffsinken im Bereich LULUCF in die übergreifende Emissionsminderungsverpflichtung einbezogen wird. Diese Implikationen können mehrere Prozentpunkte des Basisniveaus für die Klimaschutzverpflichtungen (im Jahr 1990) betragen.

4. Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Mit dem neuen NDC der EU-27 wurde auf Ebene der internationalen und völkerrechtlich verbindlichen Verpflichtung die Einbeziehung von LULUCF vollzogen. Mit Blick auf die Umsetzung dieser übergeordneten Verpflichtung in die konkrete Klimaschutzarchitektur der Europäischen Union wie auch Deutschlands sind vor allem zwei Aspekte von besonderer Bedeutung:

- Einerseits kann und soll ein wichtiger Handlungsbereich der Klimaschutzpolitik nun in einem deutlich verbindlicheren Rahmen adressiert werden. Die Notwendigkeit, stärkere klimapolitische Maßnahmen im Bereich LULUCF zu ergreifen wird v.a. für Deutschland angesichts des zunehmenden Verlustes der Netto-Senkenfunktion der deutschen Wälder, aber auch der steigenden bzw. zu langsam sinkenden Emissionen aus Acker- und Grünlandflächen immer unübersehbarer.
- Andererseits müssen mit Blick auf die Integration von LULUCF in die Klimaschutzarchitektur auch die signifikanten Unsicherheiten bei der quantitativen Ermittlung von übergeordneten und sektoralen Klimaschutzziele sowie auch für die Governance der Klimaschutzverpflichtungen (Monitoring, Nachsteuerung, Sanktionen) berücksichtigt werden. Wenn sich durch Veränderungen im Bereich von Daten und/oder Methoden die Emissionssituation im Bereich von mehreren Prozentpunkten des Basisniveaus 1990 und möglicherweise auch noch sprunghaft verändern kann, kann ein auf zeitnahes Monitoring bzw. stringente Nachsteuerung angelegtes sowie mit Sanktionen bewehrtes Klimaschutzregime wie z.B. das deutsche Bundes-Klimaschutzgesetz schnell ins Leere laufen oder für andere Sektoren zu erheblichen Konsequenzen führen.

Als entscheidender Punkt erweist sich damit nicht mehr die grundsätzliche Frage einer Einbeziehung von LULUCF sondern eher die Art und Weise dieser Integration von LULUCF in die europäische und deutsche Klimaschutzarchitektur, also das derzeit im Gesetzgebungsgesetz befindliche

Klimaschutzgesetz der EU² sowie die im Kontext der neuen EU-Ziele notwendige Novellierung des Bundes-Klimaschutzgesetzes³. Mit einem spezifischen Blick auf die aktuellen Entwicklungen im Bereich der Inventare für Deutschland lassen sich hier die folgenden Erkenntnisse ableiten:

- Die methodischen Grundlagen der Treibhausgas-Inventare bedürfen im Bereich LULUCF sehr deutlich einer Verbesserung. Methodisch bedingte Sprungartefakte vor allem für die Senkenfunktion der Wälder in Deutschland (z.B. mit Blick auf die Waldinventuren) sind in einem sanktionsbewehrten Verpflichtungssystem nicht mehr akzeptabel. Dies gilt insbesondere für die aktuellen Jahre, aber auch für diejenigen Jahre der Vergangenheit, für die solche Sprungartefakte eine herausragende Bedeutung haben können (z.B. das Basisjahr 1990).
- Angesichts der bis auf Weiteres verbleibenden großen Methoden- und Datenunsicherheiten für das LULUCF-Segment sollten Klimaschutzverpflichtungen für LULUCF und die anderen Bereiche strikt voneinander getrennt und Flexibilitäten zwischen diesen Verpflichtungen nicht oder nur in sehr engen Grenzen zugelassen werden.
- Wenn LULUCF in die Gesamtverpflichtung einbezogen werden soll oder muss, sollten die Emissionsminderungsverpflichtungen für die Bereiche jenseits von LULUCF eine Sicherheitsmarge für die Methoden-, Daten- und Trendunsicherheiten im Bereich von LULUCF reflektieren, also eine eher „pessimistischen“ Einordnung von Emissionstrends und Datenunsicherheiten für den Bereich LULUCF vornehmen. Ambitionierte Ziele für den so abgegrenzten Bereich der Quellen und Senken im Bereich LULUCF sollten davon unberührt bleiben. Einen diesbezüglichen Grenzbereich bildet der Sektor Landwirtschaft. Angesichts der jedoch offensichtlich viel größeren Unsicherheiten im LULUCF-Segment ist jedoch auch eine Zusammenfassung der Verpflichtungen für Landwirtschaft und LULUCF sehr kritisch zu sehen.
- Eine Einbeziehung von LULUCF in Mengensteuerungssysteme der CO₂-Bepreisung verbietet sich angesichts der für solche Systeme unakzeptablen Methoden- und Datenunsicherheiten.

² Europäische Kommission (2020): Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0080&from=EN>) sowie Europäische Kommission (2020): Geänderter Vorschlag für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates zur Schaffung des Rahmens für die Verwirklichung der Klimaneutralität und zur Änderung der Verordnung (EU) 2018/1999 (Europäisches Klimagesetz) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020PC0563&from=EN>).

³ Bundes-Klimaschutzgesetz vom 12. Dezember 2019 (BGBl. I S. 2513, <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>).