

Kurzbericht zur Modellierung des LULUCF-Sektors auf Basis von NIR- 2016

Neuberechnungen in Anlehnung an die Annahmen der
2. Modellierungsrunde des Projekts Klimaschutz-
szenarien 2050

Darmstadt, 25. April
2016

Autorinnen und Autoren

Dr. Klaus Hennenberg, Margarethe Scheffler, Kirsten Wiegmann,
Julia Repenning
Öko-Institut e.V.

Geschäftsstelle Freiburg

Postfach 17 71
79017 Freiburg

Hausadresse

Merzhauser Straße 173
79100 Freiburg
Telefon +49 761 45295-0

Büro Berlin

Schicklerstraße 5-7
10179 Berlin
Telefon +49 30 405085-0

Büro Darmstadt

Rheinstraße 95
64295 Darmstadt
Telefon +49 6151 8191-0

info@oeko.de
www.oeko.de

Inhalt

Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	5
1. Hintergrund und Zielsetzung	7
2. Modellierung und Ergebnisse	7
2.1. Anpassung des Modells und der Szenarien	7
2.2. Vorläufige Ergebnisse der LULUCF-Modellierung	11
3. Fazit	13

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2-1	Flächenentwicklung im LULUCF-Sektor für die drei Szenarien	11
Abbildung 2-2	THG-Emissionen im LULUCF-Sektor für die drei Szenarien	12

Tabellenverzeichnis

Tabelle 2-1	Beispielhafter Vergleich der Flächenanteile und der Emissionsfaktoren für ausgewählte Flächentypen (NIR 2013 versus NIR 2016)	8
Tabelle 2-2	Vorläufige Szenarien-Annahmen im LULUCF-Sektor von 2015 bis 2020 (Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020)	9
Tabelle 2-3	Vorläufige Szenarien-Annahmen im LULUCF-Sektor ab 2021	10

1. Hintergrund und Zielsetzung

Im Rahmen des Projekts Klimaschutzszenarien 2050 im Auftrag des BMUB wird unter anderem die Entwicklung der THG-Emissionen im LULUCF-Sektor bis ins Jahr 2050 Szenarien-basiert modelliert. Mit dem Bericht zur zweiten Modellierungsrunde¹ des Projekts liegen Ergebnisse vor, die auf den „National Inventory Report for the German Greenhouse Gas Inventory“ (NIR) 2013 basieren. Mit dem NIR 2015 und NIR 2016 gab es aber deutliche Änderungen² in der Datengrundlage im LULUCF-Sektor, so dass die bisherigen Ergebnisse der zweiten Modellierungsrunde in diesem Sektor nicht mehr hinreichend die aktuelle Datenlage wiedergeben.

Vor diesem Hintergrund wurde eine Neuberechnung des LULUCF-Sektors durchgeführt, die auf den Daten des NIR 2016 aufbaut und bereits die Ziele des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020 der Bundesregierung berücksichtigt. Der vorliegende Kurzbericht soll als wissenschaftlicher Beitrag für die aktuell laufenden politischen Diskussionen und Abstimmungen im Zusammenhang mit dem Klimaschutzplan der Bundesregierung dienen.

2. Modellierung und Ergebnisse

2.1. Anpassung des Modells und der Szenarien

Als Flächentypen werden im LULUCF-Modell folgende Kategorien betrachtet:

- Wald (mineralische und organische Böden)
- Ackerland (mineralische und organische Böden)
- Grünland (mineralische und organische Böden)
Untergruppen: Grünland i.e.S. (Wiesen, Weiden) und Gehölze (Brachen, Hecken, etc.)
- Feuchtgebiete (mineralische und organische Böden)
Untergruppen: drainierte terrestrische Feuchtgebiete, Gewässer, Torfabbauf Flächen, wiedervernäßte terrestrische Feuchtgebiete
- Siedlungen (mineralische und organische Böden)
- Sonstige Flächen (mineralische und organische Böden) (nicht dargestellt)

Für diese Flächentypen wird zwischen neuen Flächen (Alter von 1-20 Jahren) und alten Flächen (älter als 20 Jahre) unterschieden.

Zwischen NIR 2013 und NIR 2016 treten deutliche Unterschiede für die Flächenanteile und Emissionsfaktoren auf. Beispielhaft sind in Tabelle 2-1 die entsprechenden Werte für Wald, Ackerland und Grünland (Wiese, Weide) zusammengestellt. Für den Wald hat die Senkenfunktion von -2,7 auf -5,1 Mg CO₂-Äq./ha zugenommen, was zu einer sehr deutlichen Steigerung der CO₂-Einlagerung in alten Waldflächen führt. Ein Grund ist die neu hinzugekommene Berücksichtigung des Waldbodens als Senke. Der Emissionsfaktor auf altem Ackerland auf organischen Böden wurde von 40,3 auf 29,7 Mg CO₂-Äq./ha reduziert. Hingegen wurde der Emissionsfaktor auf altem Grünland (Wiese, Weide) auf organischen Böden von 17,8 auf 25,1 Mg CO₂-Äq./ha erhöht, so dass der Unterschied der Emissionsfaktoren für Ackerland und Grünland auf organischen Böden

¹ Öko-Institut, Fraunhofer ISI (2015) Klimaschutzszenarien 2050. 2. Endbericht, Berlin.
<http://www.oeko.de/oekodoc/2451/2015-608-de.pdf>

² Z.B. Flächenanteil und Emissionsfaktoren für Ackerland und Grünland auf organischen Böden, Emissionsfaktoren für Feuchtgebiete.

im NIR 2016 deutlich kleiner geworden ist. Gleichzeitig wurden die alten Ackerflächen auf organischen Böden von 581.000 ha auf 253.000 ha reduziert und die alten Grünlandflächen auf organischen Böden von 598.000 ha auf 888.000 ha erhöht (vgl. Tabelle 2-1).

Tabelle 2-1 Beispielhafter Vergleich der Flächenanteile und der Emissionsfaktoren für ausgewählte Flächentypen (NIR 2013 versus NIR 2016)

Kategorie	Boden, Alter	NIR 2013			NIR 2016		
		Fläche (1.000 ha)	Emissionen (Gg CO ₂ -Äq) (Mg CO ₂ -Äq/ha)		Fläche (1.000 ha)	Emissionen (Gg CO ₂ -Äq) (Mg CO ₂ -Äq/ha)	
Wald	mineralisch, alt	10.384	-28.126	-2,7	10.662	-53.962	-5,1
	mineralisch, neu	304	-4.571	-15,0	348	-4.359	-12,5
	organisch, alt	226	241	1,1	111	511	4,6
	organisch, neu	19	-266	-14,2	34	-195	-5,7
Ackerland	mineralisch, alt	12.974	0	0,0	12.131	0	0,0
	mineralisch, neu	639	1.775	2,8	981	2.935	3,0
	organisch, alt	581	23.433	40,3	253	7.516	29,7
	organisch, neu	46	1.855	40,3	126	3.751	29,7
Grünland (Wiese, Weide)	mineralisch, alt	4.681	0	0,0	4.228	0	0,0
	mineralisch, neu	258	-395	-1,5	633	-1.400	-2,2
	organisch, alt	598	10.655	17,8	888	22.262	25,1
	organisch, neu	20	382	19,2	52	1.366	26,3

Quelle: eigene Berechnungen auf Basis von Daten des Thünen-Instituts und des UBA.

Den terrestrischen Feuchtgebieten auf organischen Böden in Deutschland wird im NIR 2016 ein Emissionsfaktor von 18,7 Mg CO₂-Äq./ha zugewiesen (ohne Torfabbauflächen)³. Im NIR 2013 lag dieser Wert bei 0 Mg CO₂-Äq./ha. Torfabbauflächen zeigen – inklusive der Emissionen aus produziertem, ausgebrachten Torf – einen Emissionsfaktor von 104,9 Mg CO₂-Äq./ha. Wiedervernäßte terrestrische Feuchtgebiete werden im NIR für Deutschland bisher nicht berücksichtigt. In der zweiten Modellierungsrunde wurde auch für wiedervernäßte terrestrische Feuchtgebiete ein Emissionsfaktor von 0 Mg CO₂-Äq./ha angesetzt. In der vorliegenden Neuberechnung wird dieser Wert nach dem IPCC-Guideline für Feuchtgebiete⁴ auf 5,2 Mg CO₂-Äq./ha erhöht.

In der Summe führen diese Unterschiede gerade für die THG-Berechnungen zu deutlichen Unterschieden zwischen den bisherigen Berechnungen in der zweiten Modellierungsrunde auf Basis des NIR 2013 und der in diesem Bericht vorgestellten Neuberechnungen auf Basis des NIR 2016.

Das bereits in der zweiten Modellierungsrunde genutzte LULUCF-Modell wurde an mehreren Stellen auf die aktuelle Situation angepasst:

- Implementierung der Beschlüsse aus dem Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 der Bundesregierung bis zum Jahr 2020. Damit kann der Zeitraum von 2015 bis 2020 unabhängig von dem Zeitraum von 2021 bis 2050 modelliert werden.
- Einpflegen der Flächendaten und der Daten zu Emissionsfaktoren auf Basis des NIR 2016.
- Ergänzen der Flächenkulisse um „wiedervernäßte terrestrische Feuchtgebiete“. Dies war notwendig, da der NIR 2016 für „terrestrische Feuchtgebiete“ annimmt, dass die Flächen eine

³ Laut NIR 2016 gelten 76,3% der terrestrischen Feuchtgebiete als drainiert.

Entwässerung erfahren. Dies ergibt relativ hohe Emissionswerte, die nach IPCC (2013)⁴ für „wiedervernässte terrestrische Feuchtgebiete“ niedriger liegen. Für „wiedervernässte terrestrische Feuchtgebiete“ wurden die IPCC *default values* verwendet (siehe oben).

Wie auch im Bericht zur zweiten Modellierungsrunde wurden wiederum 3 Szenarien gerechnet: Aktuelle-Maßnahmen-Szenario, Klimaschutzszenarien 80 (KS80) und Klimaschutzszenarien 95 (KS95). Die Annahmen in den hier dargestellten Szenarien lehnen sich an die Annahmen in der zweiten Modellierungsrunde an, unterscheiden sich aber:

- Von 2015 bis 2020 werden für alle drei Szenarien die gleichen Annahmen getroffen, die aus dem Aktionsprogramm Klimaschutz 2020 (KSAP 2020) abgeleitet sind (siehe Tabelle 2-2).
- Von 2021 bis 2050 entsprechen die Annahmen im Grundzug denen der zweiten Modellierungsrunde, allerdings bauen sie auf den Ergebnissen/Annahmen bis 2020 auf und werden nun in einem um fünf Jahre kürzeren Zeitraum umgesetzt (siehe Tabelle 2-3 und Tabelle 2-2).
- Zudem wurde der neue Flächentyp „wiedervernässte terrestrische Feuchtgebiete“ in die Szenarien-Annahmen integriert (siehe z.B. Differenzierung für Feuchtgebiete in Tabelle 2-3).

Tabelle 2-2 **Vorläufige Szenarien-Annahmen im LULUCF-Sektor von 2015 bis 2020**
(Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020)

Flächenkategorie		Maßnahmen	Umsetzung APKS 2020
Grünland	Altes Grünland (organische Böden)	Grünland auf organischen Böden wird zu Wald (10%), Feuchtgebieten (80%) oder Gehölze (10%) umgewandelt (im Zeitraum von 2015-2020)	7,5%
	Ackerland		
Ackerland	Altes Ackerland (organischer Boden)	Ackerland auf organischen Böden wird zu Wald (40%), Feuchtgebieten (50%) oder Gehölze (10%) umgewandelt (im Zeitraum von 2021-2030)	7,5%
	Neues Ackerland (20 Jahre, organische und mineralische Böden)	Grünland und Gehölze werden nicht mehr zu Acker umgewandelt (lineare Abnahme von 2015 bis 2020 nur noch 5% des Fortschreibungswertes)	95%
Gehölze (Restriktion)	Neue Gehölze (20 Jahre, mineralische Böden)	Ackerland auf mineralischen Böden wird zu gleichen Flächenanteilen zu Gehölze wie Gehölze auf mineralischen Böden zu Ackerland (ab 2015 bis 2020)	100%

Quelle: eigene Darstellung. APKS 2020 = Aktionsprogramm Klimaschutz 2020.

⁴ 2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands (<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/wetlands/>)

Tabelle 2-3 Vorläufige Szenarien-Annahmen im LULUCF-Sektor ab 2021

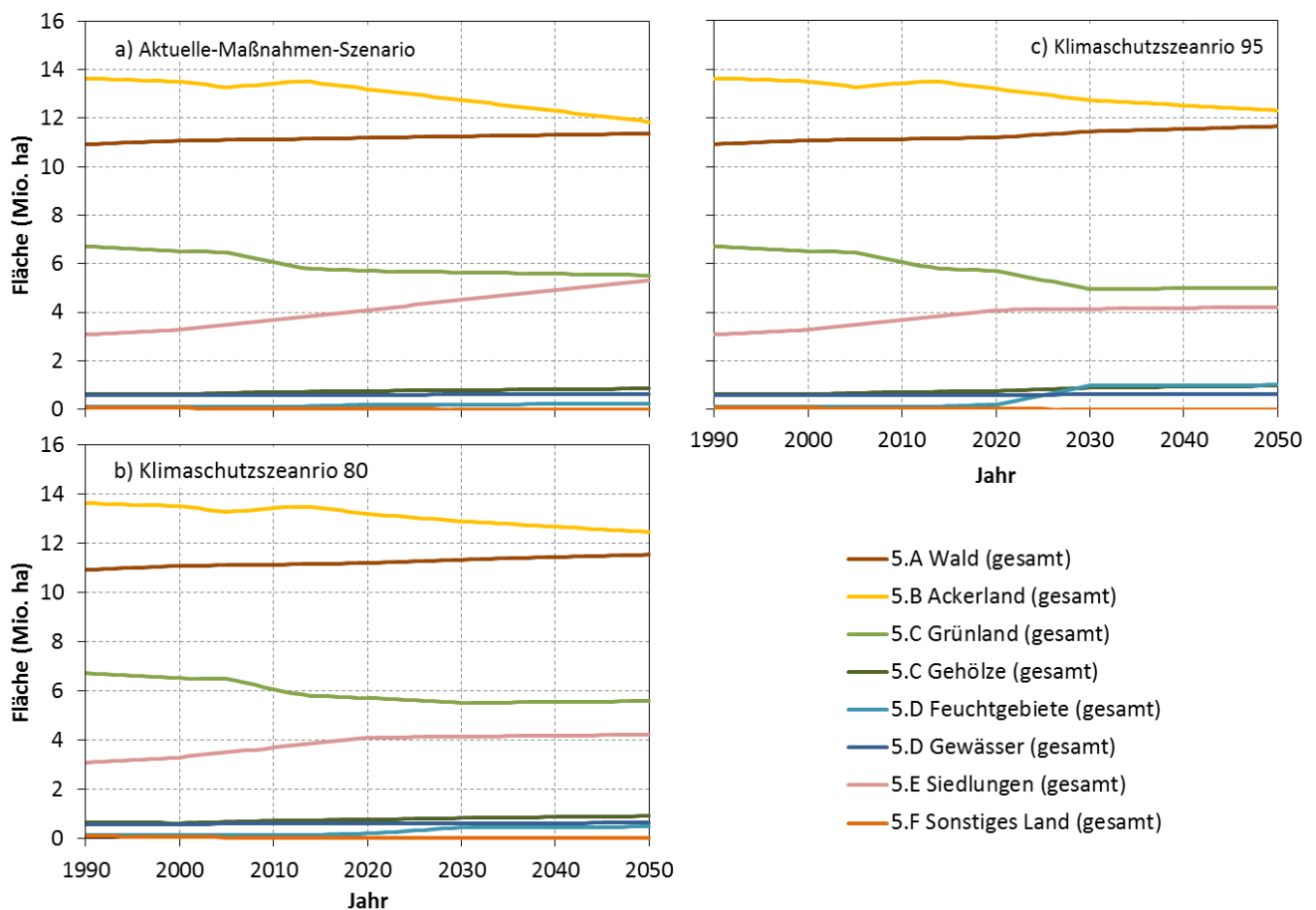
Flächenkategorie		Maßnahmen	Umsetzung (zusätzlich zum Klimaschutzaktionsprogramm)		
			AMS	KS 80	KS 95
Siedlungen	Neue Siedlungen (20 Jahre) aus anderen Flächenkategorien	Die Inanspruchnahme von Fläche für Siedlungen wird bis 2020 auf 30 ha/Tag reduziert (2010: 128 ha/Tag). Keine Sondermaßnahme für Grünland und Gehölze.	--	100%	100%
	Alte Feuchtgebiete	Der Abbau von Torfmoor wird eingestellt (im Zeitraum von 2021-2030; 30% der Flächen werden drainierte und 70% wiedervernäßte terrestrische Feuchtgebiete)	--	100%	100%
Grünland	Altes Grünland (organische Böden)	Grünland auf organischen Böden wird zu Wald (10%), Feuchtgebieten (80%) oder Gehölze (10%) umgewandelt (im Zeitraum von 2021-2030)	--	30%	95%
	Neues Dauergrünland (20 Jahre, organische Böden)	Andere Flächenkategorien auf organischen Böden werden nicht zu Dauergrünland umgewandelt (ab 2021 nur noch 5% des Fortschreibungswertes)	--	30%	95%
Ackerland	Altes Ackerland (organischer Boden)	Ackerland auf organischen Böden wird zu Wald (40%), Feuchtgebieten (50%) oder Gehölze (10%) umgewandelt (im Zeitraum von 2021-2030)	--	30%	95%
	Neues Ackerland (20 Jahre, organische Böden)	Andere Flächenkategorien auf organischen Böden werden nicht zu Ackerland umgewandelt (ab 2021 nur noch 5% des Fortschreibungswertes)	--	30%	95%
	Neues Ackerland (20 Jahre, organische und mineralische Böden)	Grünland und Gehölze werden nicht mehr zu Acker umgewandelt (ab 2021 nur 5% des Fortschreibungswertes)	95%	95%	95%
Gehölze (Restriktion)	Neue Gehölze (20 Jahre, mineralische Böden)	Ackerland auf mineralischen Böden wird zu gleichen Flächenanteilen zu Gehölze wie Gehölze auf mineralischen Böden zu Ackerland (ab 2021)	100%	100%	100%

Quelle: eigene Darstellung.

2.2. Vorläufige Ergebnisse der LULUCF-Modellierung

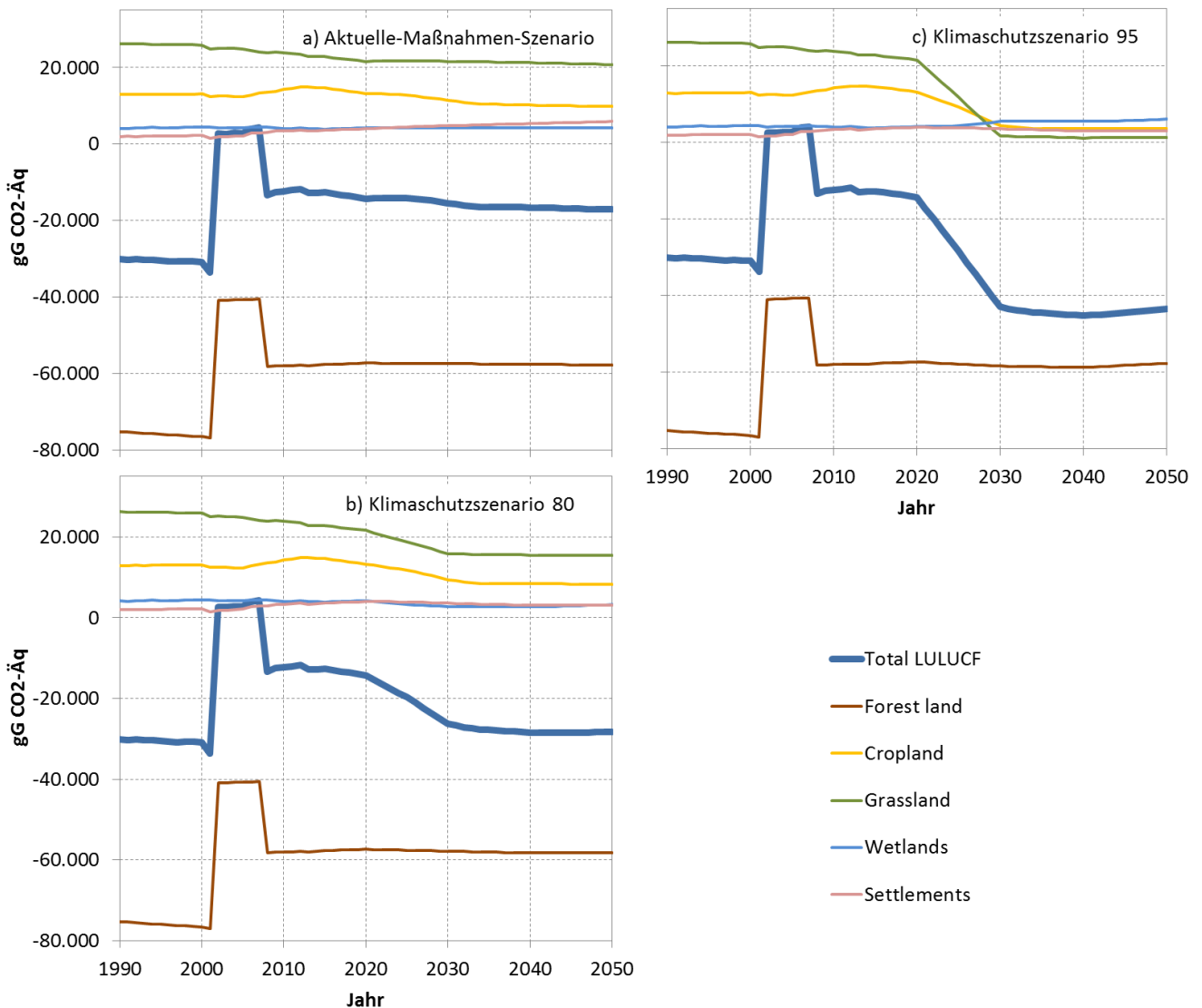
Für die Flächenentwicklung zeigt sich im AMS, dass Siedlungsflächen bis 2050 auf 5,3 Mio. ha zunehmen (Abbildung 2-1). Dies liegt daran, dass die Flächenneuanspruchnahme nicht auf 30 ha/Tag gedeckelt wird. Dies führt direkt zu einer Abnahme der Ackerfläche. Da ein Grünlandumbruch hin zu Ackerland zu 95% untersagt wird, bleibt die Grünlandfläche konstant. Im KS80 und KS95 hingegen wird die Flächenneuanspruchnahme bis 2020 auf 30 ha/Tag reduziert, so dass sich die Siedlungsfläche ab 2020 bei 4,2 Mio. ha einstellt. Dennoch verringert sich die Ackerfläche, da in diesen beiden Szenarien Ackerfläche zu wiedervernäßten terrestrischen Feuchtgebieten, zu Wald und zu Gehölzen (Grünland) werden. Dieser Effekt tritt ebenfalls für Grünland auf und – aufgrund des hohen Anteils an Grünland auf organischen Böden – im KS95 deutlich stärker als im KS80. Im Gegenzug steigt die Fläche an Feuchtgebieten entsprechend an.

Abbildung 2-1 Flächenentwicklung im LULUCF-Sektor für die drei Szenarien



Quelle: eigene Berechnungen (LULUCF-Modell).

Abbildung 2-2 THG-Emissionen im LULUCF-Sektor für die drei Szenarien



Quelle: eigene Berechnungen (LULUCF-Modell).

Im Hinblick auf die THG-Emissionen stellt der Wald in allen drei Szenarien eine deutliche Senke dar. Dies liegt daran, dass angenommen wird, dass wie bisher – neben den CO₂-Einlagerungen im Boden – eine Zunahme des Holzvorrates in den Wäldern stattfindet.

Die Emissionen auf Grünlandflächen sind im Jahr 2014 etwa um 50% höher als auf Ackerflächen. Diese Emissionen stammen vor allem von organischen Böden, die mit einem höheren Anteil auf Grünlandflächen vorkommen (vgl. Tabelle 2-1). Durch die Maßnahmen im Szenario KS80 und besonders stark im Szenario KS95 werden diese Quellen reduziert, so dass die THG-Emissionen auf den landwirtschaftlichen Flächen deutlich abnehmen. Gleichzeitig ist ein leichter Anstieg der THG-Emissionen aus Feuchtgebieten als Effekt der Wiedervernässung festzustellen.

In der Summe reduzieren sich die THG-Emissionen im Szenario AMS nur leicht von -12,8 Mio. CO₂-Äq./ha im Jahr 2014 auf -17,2 Mio. CO₂-Äq./ha im Jahr 2050. Im gleichen Zeitraum wird im

Szenario KS80 eine THG-Reduktion bis auf -28,2 Mio. CO₂-Äq./ha und im Szenario KS95 eine THG-Reduktion bis auf -43,4 Mio. CO₂-Äq./ha erreicht.

3. Fazit

Folgende Punkte sind auf Basis der Neuberechnung der Szenarien für den LULUCF-Sektor herauszustellen:

- Auch wenn sich die Flächenverhältnisse und die Emissionsfaktoren für die LULUCF-Berechnung im NIR 2016 gegenüber dem NIR 2013 verändert haben, bestehen für Grünland- und Ackerflächen auf organischen Böden sehr große THG-Reduktionspotenziale. Dieses Ergebnis entspricht von der Grundaussage dem bisherigen Ergebnis der zweiten Modellierungsrunde.
- Die Reduktion der Flächenneuanspruchnahme ist eine wichtige Voraussetzung, um ein effektives, an den Klimaschutz ausgerichtetes Flächenmanagement in Deutschland zu erreichen. Auch dieses Ergebnis findet sich bereits in der bisherigen Modellierung.
- Auch auf wiedervernässten organischen Böden treten THG-Emissionen auf, die aber um ein Vielfaches geringer sind, als Emissionen von Ackerland und Grünland auf organischen Böden.
- Eine naturnahe Bewaldung oder eine Umwandlung zu naturnahen Gehölzflächen von Acker- und Grünland auf organischen Böden kann in Situationen, wo eine vollständige Wiedervernässung schwierig ist, eine mögliche Alternative zum Moorschutz darstellen. Ebenfalls eine extensive, an den Moorschutz angepasste Grünlandnutzung kann in bestimmten Situationen sinnvoll sein (im Modell nicht als eigene Flächenkategorie integriert). Dabei ist aber vor Ort zu prüfen, wie gut die organische Substanz im Boden ohne eine Wiedervernässung durch diese Maßnahmen erhalten werden kann und ob z.B. eine Teilvernässung möglich bzw. sinnvoll ist.