

Ansätze für die Definition von Gebietskulissen für den GLÖZ-Standard 7:

**"Schutz von Feuchtgebieten und kohlenstoff-
reichen Böden einschließlich eines Erstum-
bruchverbots"**

Annette Freibauer, Norbert Röder und Bärbel Tiemeyer

**Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante
Klimaforschung**

10/2012

Braunschweig, im Oktober 2012

Autoren

Dr. Annette Freibauer ist stellvertretende Institutsleiterin am **Institut für Agrarrelevante Klimaforschung (AK)** des Thünen-Instituts:

Adresse:

Institut für Agrarrelevante Klimaforschung
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)
Bundesforschungsinstitut für
Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Telefon:+49 531 596-2634
E-Mail: annette.freibauer@vti.bund.de

Dr. Norbert Röder ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am **Institut für Ländliche Räume (LR)** des Thünen-Instituts:

Adresse:

Institut für Ländliche Räume
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)
Bundesforschungsinstitut für
Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50,
38116 Braunschweig
Telefon: +49 531 596-5215
E-Mail: norbert.roeder@vti.bund.de

Dr.-Ing. Bärbel Tiemeyer ist wissenschaftliche Mitarbeiterin am **Institut für Agrarrelevante Klimaforschung (AK)** des Thünen-Instituts:

Adresse:

Institut für Agrarrelevante Klimaforschung
Johann Heinrich von Thünen-Institut (vTI)
Bundesforschungsinstitut für
Ländliche Räume, Wald und Fischerei
Bundesallee 50
38116 Braunschweig
Telefon:+49 531 596-2644
E-Mail: baerbel.tiemeyer@vti.bund.de

Die Arbeitsberichte aus dem vTI-Institut für Agrarrelevante Klimaforschung stellen vorläufige, nur eingeschränkt begutachtete Berichte dar.

Zusammenfassung	4
1 Einleitung	4
2 Definitionen	5
2.1 Kohlenstoffreiche Böden nach IPCC (2006)	5
2.2 Feuchtgebiete	7
3 Mögliche Gebietskategorien	7
4 Entscheidungsgrundlagen	9
4.1 Die Vulnerabilität des Bodenkohlenstoffs	9
4.2 Humusverluste bei Umbruch von Dauergrünland	9
5 Ansätze zur Abgrenzung der Gebietskulissen	11
6 Abschätzung der betroffenen Fläche	12
7 Hinweise zur möglichen Umsetzung	13
8 Literatur	14

Zusammenfassung

Die folgende Studie entwickelt Szenarien für die Definition von Feuchtgebieten und kohlenstoffreichen Böden entsprechend des neuen von der Europäischen Kommission vorgeschlagenen GLÖZ-Standards 7 „Schutz von Feuchtgebieten und kohlenstoffreichen Böden einschließlich eines Erstumbruchverbots“. Die bei der Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland entstehenden Verluste der im Boden gebundenen organischen Substanz werden zur Abgrenzung von Flächenkategorien (Schutzprioritäten) herangezogen. Aufbauend werden Verfahren präsentiert, wie die entwickelten Flächenkategorien auf Basis von vorhandenen bodenkundlichen Informationen, wie bspw. geologische Übersichtskarte, mittelmaßstäbliche Standortkartierung, Bodenschätzung und der neu entwickelten Karte der organischen Böden der HU Berlin flächendeckend und flächenscharf abgegrenzt werden können. Es zeigt sich, dass ein erheblicher Teil des Dauergrünlandes auf Flächen mit hohen Vorräten an Bodenkohlenstoff liegt. Alleine auf den Mooren und Anmooren befinden sich 18% des landwirtschaftlich genutzten Dauergrünlandes. Bei einem Großteil dieser Standorte handelt es sich aber um absolute Grünlandflächen, die nicht ackerfähig sind. Der Bericht schließt mit Hinweisen zur effizienten Umsetzung des GLÖZ-Standards.

1 Einleitung

Die Europäische Kommission veröffentlichte am 12. Oktober 2011 ihre Legislativvorschläge für die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) für den Zeitraum 2014 bis 2020. Die Diskussionen über die GAP nach 2013 sind damit in eine neue Phase getreten. Mit einem Schreiben vom 24.11.2011 bat das Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz (BMELV) das vTI, die Kommissionsvorschläge hinsichtlich der Produktions-, Verteilungs- und Einkommenswirkungen auf die deutsche Landwirtschaft zu analysieren sowie Aussagen über die Umweltwirkungen zu treffen. In einer Besprechung zwischen vTI und BMELV am 21.12.2011 wurde der Auftrag weiter konkretisiert. Im Mittelpunkt des vorliegenden Berichts steht die Erarbeitung von Vorschlägen zur Abgrenzung von „Feuchtgebieten und kohlenstoffreichen Böden“ auf Basis von vorhandenen Informationen.

Im Rahmen dieser Kulisse sollen die Maßnahmen des GLÖZ-Standards 7 „Schutz von Feuchtgebieten und kohlenstoffreichen Böden einschließlich eines Erstumbruchverbots“ implementiert werden (KOM, 2011).

Bei der Definition der Gebietskulisse ist ferner zu berücksichtigen, dass die EU-Kommission beabsichtigt, dass die Mitgliedsstaaten obligatorisch über die Emissionen von Treibhausgasen aus dem Bereich der Landnutzung- und des Landnutzungswandels berichten und nationale Aktionspläne für diesen Bereich entwickeln müssen (KOM, 2012). Im diesem Zusammenhang werden Maßnahmen zur Minimierung der Treibhausgasemissionen aus kohlenstoffreichen Böden explizit angesprochen.

Deutschland berichtet bereits die Emissionen von Treibhausgasen aus kohlenstoffreichen Böden („organic soils“) unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen (UNFCCC). Die sogenannten „organic soils“ nach IPCC (2006) umfassen in der deutschen bodenkundlichen Klassifikation die Nieder- und Hochmoore sowie weitere hydromorphe Böden (Kapitel 2.1). Bislang werden in der Berichterstattung nur die Nieder- und Hochmoorflächen berücksichtigt, ab 2014 aber alle „organic soils“ nach IPCC (2006).

2 Definitionen

2.1 Kohlenstoffreiche Böden nach IPCC (2006)

Nach IPCC (2006) sind „organic soils“ anhand ihres Gehalts an organischem Bodenkohlenstoff (C_{org}), ihres Wasserhaushalts und ihrer Mächtigkeit folgendermaßen definiert:

Böden werden zu den „Organischen Böden“ gezählt, wenn sie Bedingungen 1 und 2 **oder** 1 und 3 erfüllen:

1. Horizontmächtigkeit ≥ 10 cm. Bei einer Horizontmächtigkeit von ≤ 20 cm muss $\geq 12\%$ C_{org} in der Mischprobe von 0-20 cm sein.
2. Böden, die lediglich über wenige Tage pro Jahr wassergesättigt sind, müssen $> 20\%$ C_{org} enthalten.
3. Böden mit längeren Phasen der Wassersättigung und folgenden C_{org} Gehalten:
 - a) 12% C_{org} wenn kein Ton enthalten ist
 - b) 18% C_{org} bei Tongehalten $> 60\%$
 - c) Einen proportionalen Anteil zwischen $12\text{-}18\%$ C_{org} für Tongehalte von $1\text{-}60\%$

Nach der aktuellen deutschen bodenkundlichen Kartieranleitung KA5 (Ad-hoc-AG Boden, 2005) sind werden Horizonte mit $\geq 30\%$ organischer Bodensubstanz (OBS) als „Organische Horizonte (H-Horizonte)“ oder Torfe angesprochen. Anmoorige Horizonte (Aa) haben $15\text{-}30\%$ OBS. Die Definitionen nach IPCC und KA5 sind in Abbildung 1 visualisiert.

Eine Unsicherheit insbesondere im Grenzbereich zu mineralischen Böden stellt der Umrechnungsfaktor von dem in der IPCC-Definition organischen Bodenkohlenstoff (C_{org}) und der in der KA5 verwendeten organischen Bodensubstanz (OBS) dar. Hier wird der nach KA5 für Torfe zu verwendenden Faktor 2 zu Grunde gelegt. Für Mineralböden veranschlagt die KA5 einen Faktor von 1,72, so dass bei Verwendung dieses Faktors die maximale Grenze zwischen organic soils und Mineralböden nicht bei 24% OBS, sondern bei 21% OBS läge. Entsprechend liegt bei einer Verwendung des Umrechnungsfaktors für Mineralböden die Untergrenze der Anmoore bei $8,7\%$ C_{org} (Abb. 1).

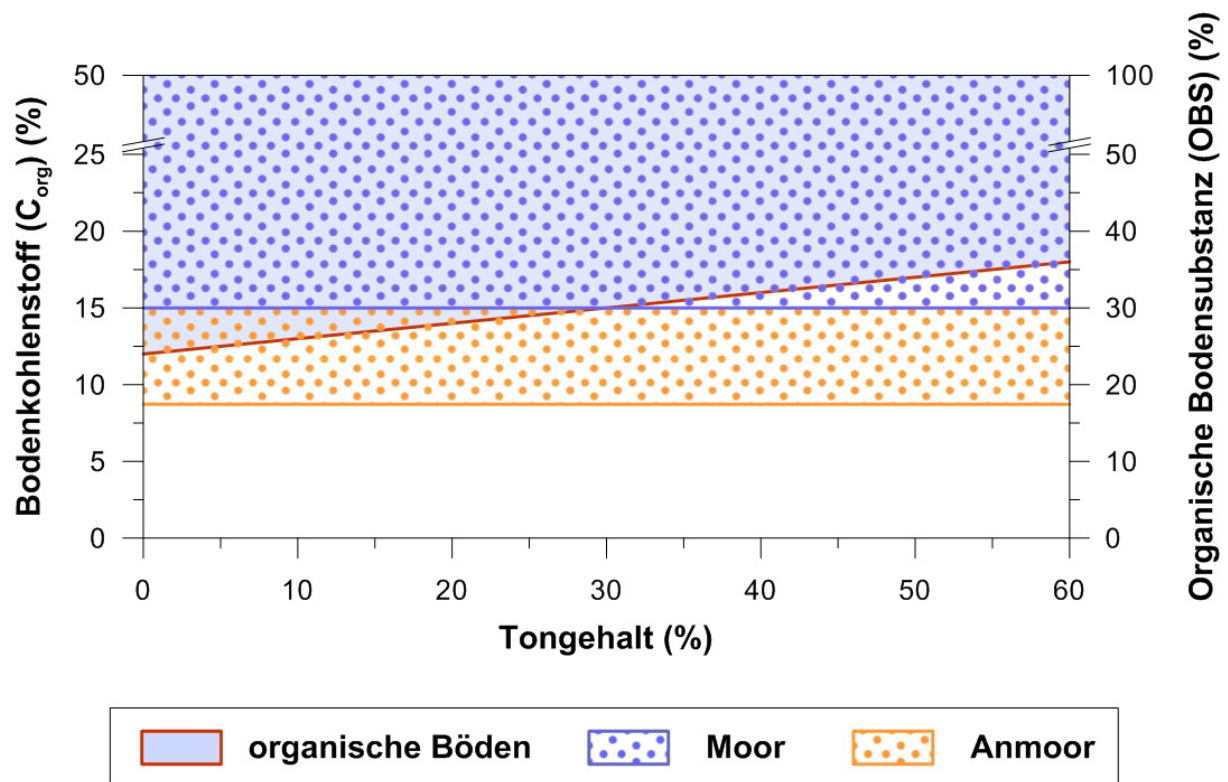


Abbildung 1: Definition der „organic soils“ nach IPCC (2006) sowie von Moor- und Anmoorhorizonten nach KA5. Der Grenze (rote Linie) zwischen „Organischen Böden“ und Mineralböden wurde ein Umrechnungsfaktor von 2,0 zwischen Bodenkohlenstoff (C_{org}) und organischer Bodensubstanz (OBS) zu Grunde gelegt, der Untergrenze der Anmoore der Umrechnungsfaktor für Mineralböden (1,72).

Böden aus Torfen mit einer Mächtigkeit von insgesamt ≥ 30 cm werden nach KA5 als Moore bezeichnet; bei einer geringeren Mächtigkeit (10-30 cm) spricht man von Moorgleyen oder Stagnogleyen. Anmoorige Horizonte an der Geländeoberfläche treten bei v.a. Anmoorgleyen, -stagnogleyen und -pseudogleyen auf. Somit stellen folgende Bodentypen nach KA5 die beste Annäherung an die IPCC-Definition dar:

- alle Bodentypen der Abteilung Moore
- alle Moor- und Anmoorgleye
- Hochmoor-, Niedermoor- und Anmoorstagnogleye
- Anmoorpseudogleye
- des weiteren entsprechen Sandmischkulturen häufig den IPCC-Kriterien, können aber nicht eindeutig einem Bodentyp zugewiesen werden.

Auch wenn die Böden mit anmoorigen Bildungen gemäß deutscher Bodensystematik zum Teil geringere C_{org} Gehalte aufweisen als von der IPCC für Organische Böden gefordert, werden sie aufgrund der dennoch großen Schnittmenge und der nachweislich hohen Emission (Brak et al., 2009) ebenso zu diesen gezählt.

Die relevanten Bodentypen sind in unterschiedlichem Detaillierungs- bzw. Aggregierungsgrad in Bodenkarten enthalten. Während eindeutige Fälle (wenig degradierte Torfe) im Feld angesprochen werden können, ist bei stark degradierten Torfen, Anmooren, Sandmischkulturen u.ä. Grenzfällen eine Bestimmung des Bodentyps bzw. die Zugehörigkeit zur Kategorie „Organische Böden“ nur durch Laboranalysen zu klären. Die Bestimmung des C_{org} -Gehaltes erfolgt dabei nach DIN ISO 10694, die der Körnung nach DIN ISO 11277. Bei der Probenahme ist auf eine schlagrepräsentative Auswahl der Beprobungspunkte zu achten.

Die Reichsbodenschätzung weist Moor („Mo“) als Bodenart aus. Anmoorige Böden sieht die Reichsbodenschätzung nicht vor. Entsprechend können alle Bodenartenkombinationen, in denen das Kürzel „Mo“ vorkommt, als organische Böden übersetzt werden (Mo, Mo/S, Mo/IS, Mo/L, Mo/T, MoS, MoL, MoT, SMo, SIMo, LMo, TMo). Eine Ausnahme sind dabei die Sanddeckkulturen oder andere überdeckte Moore (S/Mo, IS/Mo, L/Mo, T/Mo), für die aufgrund der unterschiedlichen Mächtigkeit der Überdeckung keine allgemeinen Aussagen möglich sind.

2.2 Feuchtgebiete

Der Entwurf zum GLÖZ-Standard 7 (KOM, 2011) unterscheidet zwischen „Feuchtgebieten“ und „kohlenstoffreichen Böden“. Zwar sind die kohlenstoffreichen Böden in den meisten Fällen (Ausnahme Gebietskategorie 4, Schwarzerden) auch gleichzeitig (potenziell) nass, aber es kommen als mögliche Feuchtgebiete weitere relativ kohlenstoffreiche Böden, die im unentwässerten Zustand potenziell nass sind, in Betracht. Dies betrifft folgende Bodentypen nach KA5:

- Gleye (insbesondere Humus- und Nassgleye)
- Organomarschen
- Pseudogleye (insbesondere Humus- und Hafthumus pseudogleye)

Im Hinblick auf das Risiko der Kohlenstoffverluste wird vorgeschlagen, „Feuchtgebiete“ in diesem Zusammenhang als „potenziell nasse Böden“ bzw. „im undrainierten Zustand nasse Böden“ zu verstehen.

3 Mögliche Gebietskategorien

Zuerst werden aufgrund des möglichen Umfangs der Freisetzung des im Boden gebundenen Kohlenstoffs je Hektar fünf verschiedene Gebietskulissen abgegrenzt. Für die Abschätzung der Freisetzung ist sowohl der Kohlenstoffvorrat im Boden als auch die Freisetzungsraten zu berücksichtigen. Die Kategorien sind in Hinblick auf die Höhe der Kohlenstoffverluste und die Bedeutung für den Erhalt des Bodenkohlenstoffs in absteigender Reihenfolge sortiert. Die Kategorien entsprechen somit Schutzprioritäten:

1 ***Sehr kohlenstoffreich und nass:***

Niedermoor-, Hochmoor- und Anmoorböden einschließlich Sandmischkulturen¹ und flache Sanddeckkulturen, d. h. die „organic soils“ nach IPCC (2006) (Kapitel 2.1). Die Kategorie 1 sollte über die kohlenstoffreichen und nassen Standorte hinaus auch die festgesetzten Überschwemmungsgebiete beinhalten, um Stoffeinträge in Gewässer zu vermeiden.

Langfristiger Verlust des Bodenkohlenstoffs bei ackerbaulicher Nutzung größer 80%

2 ***Kohlenstoffreich und zeitweilig nass:***

Grundwassernahe Böden, im wesentlichen Gleye, Organomarschen und Sanddeckkulturen, die nicht der IPCC (2006) Definition entsprechen: Böden, bei denen viel durch Nässe geschützter Kohlenstoff im Ober- und Unterboden ist, der bei Entwässerung für Acker- nutzung freigesetzt wird.

Langfristiger Verlust des Bodenkohlenstoffs bei ackerbaulicher Nutzung 50-80%

3 ***Kohlenstoffreich, zeitweilig staunass:***

Humus-Pseudogleye (schwarze - grauschwarze - schwarzbraune Böden mit Staunässe): Böden, bei denen viel durch zeitweilige Staunässe geschützter Kohlenstoff im Ober- und Unterboden ist, der bei Entwässerung für Ackernutzung freigesetzt wird.

Langfristiger Verlust des Bodenkohlenstoffs bei ackerbaulicher Nutzung 50-80% (bei un- sicherer Datenlage)

4 ***Kohlenstoffreich trocken:***

Tschernosem – Schwarzerden: Eine Besonderheit kohlenstoffreicher Böden in Deutschland stellen die Schwarzerdeböden dar, die die hoch produktiven Bördelandschaften charakterisieren. Sie sind in einem Steppenklima unter Dauergrünland entstanden. Die hohen Kohlenstoffvorräte bleiben nur erhalten, wenn eine sehr hohe Zufuhr von frischem Material, im wesentlichen Graswurzeln, dauerhaft gewährleistet ist. Mehrjährige Messungen in Deutschland haben bestätigt, dass Schwarzerden unter Ackernutzung selbst bei guter fachlicher Praxis ca. 0,5 t C ha⁻¹ a⁻¹ verlieren (Kutsch et al. 2010). Bei diesen Böden kommen zu den üblichen 35% Verlust des Bodenkohlenstoffs weitere längerfristige Verlust des Bodenkohlenstoffs durch die Ackernutzung dazu.

5 ***Alle anderen Dauergrünlandböden:***

Jeder Dauergrünlandumbruch führt zu Humusverlusten (siehe 3.2).

Langfristiger Verlust des Bodenkohlenstoffs bei ackerbaulicher Nutzung 35%

¹ Vorläufige Messergebnisse des Projektes „Organische Böden“ (z.B. Brak et al., 2009) des Thünen- Instituts haben gezeigt, dass Anmoorböden und Sandmischkulturen Treibhausgase in ähnlicher Größenordnung wie Moorböden emittieren.

4 Entscheidungsgrundlagen

4.1 Die Vulnerabilität des Bodenkohlenstoffs

Kohlenstoff akkumuliert im Boden, wenn die Zufuhr von frischem Material, im Wesentlichen abgestorbene Pflanzen- / Wurzelteile und Wirtschaftsdünger, höher ist als die Abbaurate durch Mikroorganismen im Boden. In den meisten Böden mit hohen Kohlenstoffvorräten ist die Abbaurate chemisch (z. B. zu sauer) oder physikalisch (v. a. zu nass) limitiert. Werden diese limitierenden Faktoren reduziert oder entfernt, z. B. durch Kalkung oder Entwässerung, so werden die akkumulierten Kohlenstoffvorräte schnell umgesetzt – der Humus geht als CO₂ verloren. Humus wird in begrenzter Menge im Boden durch Sorption an Tonoberflächen stabilisiert. Böden mit hohen Kohlenstoffvorräten haben Humusgehalte, die weit über der Sorptionskapazität der Tonoberflächen liegen, so dass der Humus nicht langfristig stabil ist. Sandige und moorige Böden verlieren besonders viel Kohlenstoff nach Störungen.

4.2 Humusverluste bei Umbruch von Dauergrünland

Böden unter Dauergrünland haben im Allgemeinen höhere Kohlenstoffvorräte als Ackerböden. Dies liegt einerseits an der deutlich höheren Zufuhr von frischem Material zur Humusneubildung unter Grünland, andererseits auch an der Standortwahl, weil Dauergrünland in der Agrarlandschaft bereits eher auf ackerbaulichen Ungunststandorten, v. a. nassen bzw. kühlen Bereichen konzentriert ist, die standortbedingt bereits kohlenstoffreicher sind. Das bedeutet, dass Dauergrünland häufiger als Acker auf kohlenstoffreichen ehemals nassen Böden zu finden ist. Die aktuell umgebrochenen Dauergrünlandstandorte verlieren daher überdurchschnittlich viel Kohlenstoff.

Jeder Umbruch von Dauergrünland führt zu einem Verlust von mindestens 30 bis 50% des im Boden vorhandenen Humus innerhalb von 20 bis 40 Jahren. Je höher die ursprünglichen Kohlenstoffvorräte unter Dauergrünland waren, desto größer ist auch der absolute Kohlenstoffverlust. Bei nassen Böden kommt zum Umbruch des Dauergrünlandes oft noch eine verstärkte Entwässerung dazu. Dadurch wird anschließend zusätzlich der Teil des Humus zersetzt, der durch die Bodennässe vor mikrobiellem Abbau geschützt war. Dies sind weitere 25 bis 40% des ursprünglichen Humus (also insgesamt 75 bis 90% Humusverlust).

Tabelle 1 zeigt typische Kohlenstoffvorräte im Oberboden, Gesamtverluste in Mineralböden und durchschnittliche jährliche Verlustraten, wobei die Bodenkohlenstoffverluste entsprechend dem internationalen Standard für die Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention auf 20 Jahre normiert wurde. Aber auch in tieferen Horizonten geht Kohlenstoff nach Umbruch von Dauergrünland verloren. Die in Tabelle 1 angegebenen Gesamtverluste von Bodenkohlenstoff unterschätzen daher die tatsächlichen Verluste.

Tabelle 1: Kohlenstoffverluste nach Umbruch von Dauergrünland in Mineralböden

Boden	C-Vorrat im Grünland [t C ha ⁻¹]	Bodentiefe [cm]	C-Verlust nach Umbruch [t C ha ⁻¹] ¹	C-Verlust nach Umbruch [% des Vorrats]	Jährlicher C-Verlust ^{1,2} [t C ha ⁻¹ a ⁻¹]	Quelle
Dauergrünland der gemäßigten Breiten	115	27	40	35	2,0	Poeplau et al. 2010
Grundwasserbeeinflusste Sandböden in Niedersachsen ³	72	20	36	50	1,8	Spohn & Giani 2011b
Anmoorgleye in Niedersachsen ⁴	223	20	185	83	9,3	Spohn & Giani 2011b
Stauwasserbeeinflusste Böden in Niedersachsen ⁴	262	40	192	74	9,6	Spohn & Giani 2011a

¹ Die Werte beziehen sich auf unterschiedliche Bodentiefen, so dass sie nicht direkt vergleichbar sind.

² Normiert auf 20 Jahre

³ Nur Effekt des Umbruchs des Dauergrünlandes, Kohlenstoffverluste durch die Entwässerung der Grünlandböden sind nicht enthalten

⁴ Kombiniertes Effekt der stärkeren Entwässerung für Ackernutzung und des Umbruchs des Dauergrünlandes

In entwässerten Moorböden geht der Kohlenstoffverlust auch in größeren Bodentiefen so lange weiter, bis die Bodenoberfläche wieder wie in natürlichen Mooren an der Grundwassergrenze liegt. Das bedeutet, dass in Moorböden der Kohlenstoffverlust auch Jahrzehnte nach der Entwässerung weiter geht und nicht wie in Mineralböden zum Erliegen kommt, sobald ein neues Gleichgewicht beim Bodenkohlenstoff erreicht ist. Tabelle 2 gibt einen Überblick über die typischen C-Vorräte und Treibhausgasemissionen organischer Böden in Deutschland.

Tabelle 2: Jährliche Treibhausgasemissionen (THG) aus organischen Böden, Mittel deutscher Messdaten

	C-Vorrat im Dauergrünland [t C ha ⁻¹]	Bodentiefe [cm]	Jährliche THG-Emission [t C _{eq} ha ⁻¹ a ⁻¹]	Quelle
Organische Böden, Deutschland: Acker	>300 >1500	30 150	9,2 (3,9 – 13,6)	Drösler et al. 2011
Organische Böden, Deutschland: Differenz intensiv genutztes Dauergrünland – Acker ohne zusätzliche Entwässerung			+ 2,6 (1 – 5)	Drösler et al. 2011
Organische Böden, Deutschland: Differenz intensiv genutztes Dauergrünland – Acker – Dauergrünland bei zusätzlicher Entwässerung			+ 7,2 (6 – 11)	Drösler et al. 2011
Typische Differenz Dauergrünland – Acker ohne zusätzliche Entwässerung			+ 4	
Typische Differenz Dauergrünland – Acker bei zusätzlicher Entwässerung			+ 8	

Es liegen keine Messdaten vor, wie sich die Umwandlung von Dauergrünland in Ackerland auf die Kohlenstoffverluste in organischen Böden auswirkt. Die Wirkung kann aber geschätzt werden, indem die Treibhausgasemissionen aus landwirtschaftlich genutzten organischen Böden auf benachbarten Flächen verglichen werden. Sie entsprechen weitestgehend den Kohlenstoffverlusten als CO₂. Dazu kommt ggf. N₂O aus dem beim Torfschwund mineralisierten Stickstoff. Kohlenstoffverluste aus entwässerten organischen Böden liegen meist über 5 t C ha⁻¹ a⁻¹, bei Ackernutzung durchschnittlich über 9 t C ha⁻¹ a⁻¹. Häufig ist Dauergrünland auf organischen Böden extensiver genutzt als im Umland. Der Umbruch von Dauergrünland geht daher oft auch mit einer Intensivierung der Nutzung einher, die zusätzliche Treibhausgasemissionen verursacht. Die räumliche Verteilung von intensiv und extensiv genutztem

Dauergrünland auf kohlenstoffreichen Böden in Deutschland ist unbekannt. Auf der bestehenden Datenbasis kann vereinfacht in Folge einer Umwandlung von Dauergrünland auf organischen Böden von einer dauerhaften Mehremission in der Größenordnung von $4 \text{ t C ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ ausgegangen werden. Bei zusätzlicher Entwässerung für die Ackernutzung verdoppelt sich die Kohlenstoffverlustrate.

Zur Einordnung der Emissionen sei darauf verwiesen, dass die maximale Einsparung durch die Substitution von fossilen Energieträgern durch den Anbau von nachwachsenden Rohstoffe in Deutschland bei $3 \text{ t C}_{\text{eq}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ liegt (Roth et al. 2011).

5 Ansätze zur Abgrenzung der Gebietskulissen

Prinzipiell ist festzuhalten, dass es für Deutschland keine flächendeckende, flurstücksgenaue Kartierung der Bodentypen gibt. Ferner deckt sich die Definitionen der deutschen Bodentypen nicht vollständig mit den Kriterien des IPCC (2006) zur Definition von „organic soils“. Für die Abgrenzung einer Gebietskulisse kommen folgende Quellen in Betracht:

- Geologische Übersichtskarte von Deutschland (Maßstab 1:200 000) (GUEK 200) (BGR, 2003)
- Bodenkundliche Übersichtskarte von Deutschland (Maßstab 1:200 000) (BUEK 200) (BGR, Erstellung bis Ende 2013)
- Mittelmaßstäbliche landwirtschaftliche Standortkartierung (MMK) (Maßstab 1:100 000) (nur neue Länder)
- Karte der organischen Böden (Maßstab ~ 1:25 000) (HU-Berlin, bis Ende 2012)
- Bodenkundliche Karten der Länder (verschiedene Maßstäbe (1:5 000-1:50 000) und nicht flächendeckend)
- Bodenschätzung (flurstücksgenau)
- Kulissen der Überschwemmungsgebiete der Bundesländer

Die GUEK 200 und die „Karte der organischen Böden“ sowie die Kulissen der Überschwemmungsgebiete der Bundesländer können insbesondere zur Abgrenzung der Böden der Kategorie 1 (sehr kohlenstoffreich und nass) verwendet werden.

Die Karte der organischen Böden der Humboldt Universität (Fell et al., 2012) wird ab 2014 die bodenkundliche Grundlage der Emissionsberichterstattung im Bereich der organischen Böden darstellen und stellt eine deutschlandweite IPCC-konforme „Übersetzung“ verfügbarer Kartengrundlagen dar. In dieses Kartenwerk gehen – je nach Datenverfügbarkeit in den einzelnen Bundesländern – die oben genannten Kartenwerke sowie Moorstandortkataloge, forstliche Standortkartierungen und geologische Karten ein. Endprodukt wird eine Rasterkarte im Maßstab von 1:25 000 sein. Auch wenn dieser Detaillierungsgrad in einzelnen Bundesländern nicht erreicht werden kann, wird die Karte einheitlich gerastert, um Informationen aus Bundesländern mit besserer Datenlage nicht zu verlieren.

Für die Kategorien 2 bis 4 müssen hingegen die bodenkundlichen Karten herangezogen werden. Zur Abgrenzung der Kategorie 5 reichen die im InVeKoS gesammelten Daten aus. Dies gilt solange wie innerhalb der Kulisse keine weiteren Maßnahmen zum Schutz des Bodenkohlenstoffs (z. B. Rückumwandlung von Äckern, Rückbau der Entwässerung) ergriffen werden sollen. Wobei die Frage, ob diese Maßnahmen über spezielle Auflagen oder Förderinstrumente realisiert werden, in diesem Zusammenhang nachgelagert ist.

Die Bodenschätzung liegt deutschlandweit vor und sie ist die Quelle zu den Bodeninformationen mit dem höchsten Detaillierungsgrad (Beschreibung für jedes Flurstück). Im Gegensatz zu den bodenkundlichen Karten liefert sie keine Information zum Bodentyp. Dafür enthält sie Angaben zur Bodenart und zur Klassifizierung der Wasserverhältnisse. Aufgrund von bodenphysikalischen Prozessen, die unmittelbar mit diesen beiden Parametern verbunden sind, könnte man hier die Abgrenzung der kohlenstoffreichen Böden und Feuchtgebiete zumindest für die Kategorien 1 bis 3 vornehmen. Die Bodenschätzung hat im Vergleich zu den anderen Informationsquellen den großen Vorteil, dass die Landwirte mit dieser Datenquelle vertraut sind, da sie für verschiedenste Zwecke zur Bestimmung des Wertes und der Nutzungsfähigkeit einer Fläche verwendet wird. Tabelle 3 zeigt einen ersten Vorschlag für ein solches Klassifikationsschema der kohlenstoffreichen Böden auf Basis der Bodenschätzung.

Tabelle 3: Vorschlag zur Klassifizierung der kohlenstoffreichen Böden auf Basis der Informationen der Bodenschätzung

Kategorie	Bodenart	Wasserverhältnisse
1	Mo; und alle Mischformen mit Mo	
2	Alle Bodenarten, wenn nicht bei Kategorie 1	5-
3	Alle Bodenarten, wenn nicht bei Kategorie 1 und 2 erfasst	4-

Mo: Moor (organogene Hauptbodenart)
 5-: nasse bis sumpfige Lagen mit überwiegend Sauergräsern
 4-: Zwischenstufe zwischen 5- und 3-
 3-: feuchte Lage, aber noch keine stauende Nässe; weniger gute Gräser mit nur geringem Anteil an schlechten Sauergräsern

6 Abschätzung der betroffenen Fläche

Da keine flächendeckende bodenkundlichen Informationen insbesondere für die kohlenstoffreichen Böden außerhalb der Moore und Anmoore vorliegen, kann die von einem GLÖZ-Standard betroffene landwirtschaftlich genutzte Fläche nur teilweise bestimmt werden. Tabelle 4 auf Basis der GUEK 200 gibt eine Übersicht über die betroffene Fläche für die verschiedenen Regionen Deutschlands.

Tabelle 4: Verteilung und landwirtschaftliche Nutzung der wasserbeeinflussten Böden mit sehr hohen Gehalten an organischer Substanz (Kategorie 1) in Deutschland (in 1.000 ha)¹⁾

	Bundesland	Hochmoore	Niedermoore	Sonstige Moore und Organo- mudden	Sandmisch- kultur	Anmoore	Gesamt
Ackerland	SH & HH	5	40	1	0	9	56
	NI & HB	34	44	0	22	29	129
	BY	1	15	0	0	20	36
	BB & BE	0	53	1	0	72	126
	MV	0	29	0	0	8	37
	ST	0	5	0	0	20	25
	Rest	2	17	0	0	7	26
Gesamt		42	204	3	21	166	437
Grünland	SH & HH	16	64	1	0	4	84
	NI & HB	111	118	0	12	25	267
	BY	8	46	0	0	31	85
	BB & BE	0	128	1	0	66	195
	MV	1	144	0	0	17	162
	ST	0	26	0	0	29	55
	Rest	2	26	1	0	7	36
Gesamt		138	553	2	12	180	884
Gesamt		179	756	5	35	345	1'321

Quelle: Röder & Grützmacher (2012)

¹⁾ ohne Überschwemmungsgebiete. Beispielrechnungen für Niedersachsen zeigen, dass Überschwemmungsgebiete außerhalb der organischen Böden ca. 49 000 ha ausmachen (alle Landnutzungskategorien)

Für die Länder Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern und Niedersachsen konnte auf Basis von höher aufgelösten Bodendaten eine erste Abschätzung der von den verschiedenen Kategorien belegten Flächen durchgeführt werden (Tabelle 5).

Tabelle 5: Flächenanteile in den einzelnen Kulissen bezogen auf die gesamte Acker- bzw. Dauergrünlandfläche

	Flächenkategorie				
	1 ¹⁾	2	3	4	5 ²⁾
Ackerland					
BB	10%	18%	14%	0%	58%
MV	9%	19%	19%	1%	52%
NI	12%	13%	17%	27%	32%
Dauergrünland					
BB	50%	20%	13%	0%	17%
MV	44%	14%	11%	1%	30%
NI	38%	28%	16%	8%	10%

Quelle: Eigene Darstellung auf Basis des DLM, Ausgewiesene Überflutungsgebiete, MMK (BB, MV) und der BUEK 50 (NI)

¹⁾ ohne Überschwemmungsgebiete

²⁾ Kategorie 5 bezieht sich bei Ackerland auf alle Ackerflächen, die sich weder auf potentiell kohlenstoffreichen noch feuchten Flächen befinden.

7 Hinweise zur möglichen Umsetzung

Aufgrund der Unsicherheit der bodenkundlichen Informationen hinsichtlich der Lage und der Ausdehnung der kohlenstoffreichen Böden bietet es sich an, Einschränkungen der Nutzungsoptionen (insbesondere Umbruchverbot) innerhalb der Kulissen über das Prinzip der Beweislastumkehr umzusetzen. So definieren die Neuen Bundesländer die Umwandlung von Dauer-

grünland in Ackerland auf Mooren als Eingriff (im Sinne der Eingriffsregelung). Liegt die umzuwandelnde Fläche in einer vom Land definierten Gebietskulisse, so wird dieser z. B. in Brandenburg nur gewährt, wenn der Landwirt nachweisen kann, dass es sich bei dem Standort, den er umwandeln will, nicht um einen Moorboden handelt.²

Aus Sicht des Klimaschutzes ist der Erhalt des Dauergrünlandes in den Kategorien 1 bis 5 prioritär. In den Kategorien 1 bis 3 kann ein langfristiger Klimaschutzeffekt nur erreicht werden, wenn die Wasserstände auf diesen Standorten deutlich angehoben werden. Zusätzlich ist auf diesen Standorten eine Nutzung zu etablieren, die die organische Substanz erhält (z. B. durch umbruchlose Grünlanderneuerung, Reduzierung der mineralischen Düngung). Die Kategorien 1 bis 5 geben eine Einstufung der Flächen hinsichtlich der Maßnahmeneffektivität (Einsparung an Treibhausgasen je ha) wieder. Eine darüber hinausgehende Beurteilung der Maßnahmeneffizienz (Einsparung an Treibhausgasen je €) ist nur möglich, insofern die lokalen hydrologischen Bedingungen und die wirtschaftlichen Situation der betroffenen Betriebe bekannt sind. Grünlandbestände und kohlenstoffreiche Böden werden insbesondere durch Futterbaubetriebe genutzt. Gerade dieser Betriebstyp ist durch sehr große Unterschiede in der Wertschöpfung zwischen den Betrieben geprägt.

8 Literatur

Ad-Hoc AG Boden (2005) Bodenkundliche Kartieranleitung, 5. Aufl., Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Hannover.

Brak, M, Reuchlin, M, Stahr, K, Fiedler, S (2009) N₂O, CH₄ und CO₂ – Flüsse aus anthropogen genutzten organischen Böden in der Rheinebene – erste Ergebnisse. Tagungsbeitrag zur Jahrestagung der DBG „Böden – eine endliche Ressource“ in Bonn. URL: http://www.eprints.dbges.de/380/1/DBG_Mitteilung_09_mandy_sf.pdf

Drösler M, Freibauer A, Adelmann W, Augustin J, Bergman L, Beyer C, Chojnicki B, Förster C, Giebels M, Görlitz S, Höper H, Kantelhardt J, Liebersbach H, Hahn-Schöfl M, Minke M, Petschow U, Pfadenhauer J, Schaller L, Schägner JP, Sommer M, et al (2011) Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis: Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt "Klimaschutz - Moornutzungsstrategien" 2006-2010. Braunschweig, Berlin, Freising, Jena, Müncheberg, Wien: vTI Institut für Agrarrelevante Klimaforschung, 21 S., Arbeitsbericht vTI-Institut Agrarrelevante Klimaforschung 2011/04.

EU-KOM, Europäische Kommission (2011) Vorschlag für eine VERORDNUNG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über die Finanzierung, die Verwaltung und das Kontrollsystem der Gemeinsamen Agrarpolitik. URL: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2011:0628:FIN:DE:PDF>. Stand 10.11.2011

² In Brandenburg gilt kein generelles Gebot zum Grünerhalt auf Basis der Cross-Compliance Regelungen.

- EU-KOM Europäische Kommission (2012) Vorschlag für einen BESCHLUSS DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES über Anrechnungsvorschriften und Aktionspläne für die Emissionen und den Abbau von Treibhausgasen infolge von Tätigkeiten im Sektor Landnutzung, Landnutzungsänderungen und Forstwirtschaft. URL: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/de/com/2012/com2012_0093de01.pdf Stand 12.3.2012
- Fell, H, Roskopf, N, Zeitz, (2012) Mapping organic soils in Germany in the frame of climate reporting. 9th INTECOL International Wetlands Conference; 2012; Orlando, FL, USA URL: www.conference.ifas.ufl.edu/intecol/Abstracts.pdf
- IPCC (2006) Good practice guidance for land use, land use change and forestry. URL: http://www.ipccngip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_03_Ch3_Representation.pdf. Genf.
- Kutsch W L, Aubinet M, Buchmann N, Smith P, Osborne B, Eugster W, Wattenbach M, Schrumpf M, Schulze E-D, Tomelleri E, Ceschia E, Bernhofer C, Béziat P, Carrara A, Di Tommasi P, Grünwald T, Jones M, Magliulo V, Marloie O, Moureaux C, Oliso A, Sanz M. J., Saunders M, Søgaard H, Ziegler W (2010) The net biome production of full crop rotations in Europe. *Agriculture ecosystems and environment* (139): 336-345.
- Poeplau C, Don A, Vesterdal L, Leifeld J, Van Wesemael B, Schumacher J, Gensior A (2011) Temporal dynamics of soil organic carbon after land-use change in the temperate zone - carbon response functions as a model approach. *Global Change Biology* (17): 2415-2427.
- Röder N, Grützmacher F (2012) Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Mooren – Vermeidungskosten und Anpassungsbedarf. *Natur und Landschaft* (87): 56-61.
- Roth U, Döhler H, Hartmann S (2011) Ergebnisse CO₂-Einsparung und CO₂-Vermeidungskosten in Trommler M (Hrsg.): *Nachhaltige Biogaserzeugung in Deutschland – Bewertung der Wirkungen des EEG*. Leipzig. 233 S.
- Spohn M, Giani L (2011a) Impacts of land use change on soil aggregation and aggregate stabilizing compounds as dependent on time. *Soil Biology & Biochemistry* (43): 1081-1088.
- Spohn M, Giani L (2011b) Total, hot water extractable, and oxidation-resistant carbon in sandy hydromorphic soils-analysis of a 220-year chronosequence. *Plant Soil* (338):183-192.