Landesamt für
Bergbau, Energie
und Geologie



Geofakten 45

Boden

Landesweite Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden sowie aus der Torfproduktion und -gewinnung in Niedersachsen

Höper, H.

Januar 2024

1. Veranlassung und Zielsetzung

Moore und weitere kohlenstoffreiche Böden (auch organische Böden genannt) sind eine bedeutende Quelle von Treibhausgasen. Sie enthalten Torf oder andere organische Substanzen, die sich im Laufe von Jahrtausenden gebildet und abgelagert haben und damit eine Senke für atmosphärisches Kohlendioxid darstellen. Mit der Inkulturnahme, Entwässerung und Nutzung der Standorte wurde und wird auch heute noch ein Teil der Torfe oder organischen Substanzen wieder oxidiert und klimarelevantes Kohlendioxid freigesetzt. Aus den durch Torfmineralisation oder Düngung freigesetzten Stickstoffverbindungen kann sich zudem Lachgas (N_2O) bilden, das ebenfalls eine starke Relevanz für das Klima besitzt. Bundesweit sind Moore und kohlenstoffreiche Böden für etwa 7 % der Gesamtemissionen an klimaschädlichen Gasen verantwortlich (UMWELTBUNDESAMT 2022). Eine Bund-Länder-Zielvereinbarung formuliert als Ziel, die bundesweiten Treibhausgasemissionen aus Moorböden von derzeit jährlich 53 Mio. t CO_2-Äquivalenten (2019) auf jährlich 48 Mio. t CO_2-Äquivalente bis zum Jahr 2030 zu senken (BMUV & BMEL 2021).

Die Berechnung der THG-Emissionen aus den kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen bietet Informationen über den Ist-Zustand und bildet die Bewertungsgrundlage für Maßnahmen zum Klimaschutz. Im Programm Niedersächsische Moorlandschaften (MU 2016) wurde eine erste Schätzung der Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden vorgenommen. Dies geschah anhand der zu diesem Zeitpunkt vorliegenden Kulisse der Niedersächsischen Moorlandschaften sowie anhand von standortspezifischen Emissionsfaktoren nach der Richtlinie „Klimaschutz durch Moorentwicklung“ (MU 2015). Inzwischen liegt eine konsolidierte Karte der kohlenstoffreichen Böden vor (MOORIS 2023a, HÖPER & GEHRT 2022). Zudem wurde von TIEMEYER et al. (2020) eine neue Methode zur Ableitung von Treibhausgasemissionen entwickelt, die auch in der Berichterstattung zum Nationalen Treibhausgasinventar verwendet wird (UMWELTBUNDESAMT 2022). Diese basiert auf der systematischen Auswertung eines einzigartigen deutschlandweiten Datensatzes aus mehr als 250 jährlichen und mit harmonisierten Verfahren ermittelten Treibhausgasbilanzen von 118 Standorten auf Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden in Verbindung mit den meisten Landnutzungskategorien. HÖPER (2022) hat, unter Berücksichtigung der Methodik von TIEMEYER et al. (2020), neue Emissionsfaktoren für Moore und kohlenstoffreiche Böden unter Berücksichtigung von Nutzungskategorien, Nutzungsintensität und Biotoptypen für Niedersachsen abgeleitet. Die Verwendung der Biotoptypen als Informationsebene dient vor allem dazu, die Feuchteverhältnisse am Standort und ihren Einfluss auf die Treibhausgasemissionen bestmöglich differenziert abzubilden. Vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) wurden neuere Kartierungen der Biotoptypen in FFH-Gebieten, vor allem durch die unteren Naturschutzbehörden, und weitere aktuelle und frühere Biotoptypenkartierungen zusammengestellt und über das Moorinformationssystem Niedersachsen verfügbar gemacht (MOORIS 2023b).

Im Bereich der Moore spielt neben den Moorflächen auch die Torfgewinnung und -nutzung im Gartenbau eine wichtige Rolle bei den Treibhausgasemissionen. In Niedersachsen finden über 80 % der deutschen Torfgewinnung und Torfproduktion statt (Kap. 5.1). Die THG-Emissionen aus der Torfverwendung im Land Niedersachsen werden in Kapitel 5 abgeleitet, wobei zwei Betrachtungsweisen, ausgehend von den Definitionen der Torfproduktion oder der Torfgewinnung, vorgestellt werden.

Die vorliegenden GeoFakten haben zum Ziel, die Treibhausgasemissionen für die aktuell (Stand 2022) am LBEG vorliegende Karte der kohlenstoffreichen Böden unter Verwendung der neuen Emissionsfaktoren für Niedersachsen abzuleiten. Damit können die Emissionen aus diesen Böden vor dem Hintergrund der gesamten landesweiten Treibhausgasemissionen in einen korrekten Kontext gestellt werden. Die ermittelten Werte stellen zudem den Ausgangspunkt und die Referenz für zukünftige Maßnahmen zur Minderung der Emissionen dar. Des Weiteren werden auch die Emissionen in Niedersachsen, die mit dem Einsatz von Torf im Gartenbau verbunden sind, für die Jahre 2019 und 2020 ermittelt.

Die Vorgehensweise nähert sich der Berichterstattung des Bundes im Rahmen des Berichtes zum Nationalen Treibhausgasinventar deutlich an und erlaubt es, den Anteil Niedersachsens an den bundesweiten Emissionen auf einer plausiblen Basis abzuleiten.

2. Vorgehensweise

Flächendeckende Messungen der Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden sind derzeit nicht möglich bzw. nicht finanzierbar, so dass die Emissionen aus anderen flächenhaft vorliegenden Daten (Aktivitätsdaten) und standardisiert abgeleiteten Emissionswerten je Flächeneinheit (Emissionsfaktoren) abgeleitet werden müssen. Zur Ermittlung der Treibhausgasemissionen werden neben der Karte der Moore und weiteren kohlenstoffreichen Böden die Landnutzung oder der Biotoptyp als Aktivitätsdaten verwendet und mit Emissionsfaktoren kombiniert (HÖPER 2022). Die Landnutzung bzw. die Biotoptypen liefern dabei Informationen zum Feuchtezustand des Bodens und ggf. zur Nutzung bzw. Nichtnutzung der Fläche und ermöglichen es damit, die Treibhausgasemissionen abzuleiten.

2.1 Kartengrundlagen für Aktivitätsdaten

Zur Ableitung der Aktivitätsdaten werden folgende Kartengrundlagen verwendet:

- Karte der **Kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz**
  Bodenkategorien der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden im Maßstab 1 : 50.000 ohne versiegelte Flächen mit einem Versiegelungsgrad über 30 % (BHK50KSoVS), ergänzt um die Kategorie der Moor-Treposole (MOORIS 2023a). Moor-Treposole sind Tiefumbruchböden, bei denen das Profil durch Meliorations- oder Kulturmaßnahmen stark verändert wurde, z. B. Sandmischkulturen oder Baggerkuhlungsböden. Die Moor-Treposole wurden einbezogen, da diese nach § 11 in Verbindung mit Anlage 2 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung (GAPKONDV 2022) zu den kohlenstoffreichen Böden gezählt werden. Eine Beschreibung der Ableitung und der Standorte findet sich bei HÖPER & GEHRT (2022).
- Karte **Moorbiotope**
  Die Karte enthält moorrelevante Biotoptypen nach dem aktuellsten Stand der beim NLWKN digital vorliegenden großmaßstäbigen Kartierungen (im Maßstab von ca. 1 : ≤ 5.000). Die Daten stammen aus der aktuellen Basiserfassung der Gebiete, die nach der EU-Fauna-Flora-Habitat-Richtlinie ausgewiesen wurden (FFH-Gebiete), sowie aus weiteren aktuellen Biotopkartierungen außerhalb der FFH-Gebiete (UMWELTKARTEN NIEDERSACHSEN 2023, MOORIS 2023b). Insgesamt deckt die Karte 73.500 ha (Tab. 2), untergliedert in 108.000 Flächen mit einer Größe von 0,2 ha im Median, ab. Für jede Flächeneinheit wurden bis zu 6 Biotoptypen bis zur dritten Hierarchiestufe (Untertypen, drei Großbuchstaben) mit den jeweiligen prozentualen Flächenanteilen erfasst (Beispiel in Tab. 1).

Tabelle 1: Auszug aus der Datentabelle der Karte der Moorbiotope. Abkürzung der Biotoptypen nach VON DRACHENFELS (2021).

	Biotoptypen (einzeln)						Flächenanteil [%]					
Nr.	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**1**	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**
1	MGB	MGZ	MGT	MWT	SOZ	DTZ	65	25	3	3	2	2
2	NSA	MWT	MWS	VOW	MPF	MIP	35	30	20	8	5	2
..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..	..

- Karte **Prüfkulisse I**
  Diese Karte enthält moorrelevante Biotope aus der früheren landesweiten Biotopkartierung (1984–2004) im Maßstab von ca. 1 : 50.000 von Flächen, für die keine aktuelleren qualitätsgesicherten Daten zur Verfügung stehen, also Prüfbedarf besteht (MOORIS 2023b). Es handelt sich um 35.800 ha (Tab. 2) auf 1.800 Flächen mit einer Flächengröße von 3 ha im Median. Es wurden bis zu 16 Biotoptypen auf Ebene der zweiten Hierarchiestufe (Haupteinheiten, zwei Großbuchstaben) mit prozentualen Flächenanteilen erfasst. Es werden auch Zusatzmerkmale geführt, die aber bei der Auswertung hier nicht berücksichtigt wurden.
- Karte **Prüfkulisse II**
  Karte mit mooratypischen Biotopen aus aktuellen großmaßstäbigen Kartierungen (ca. 1 : ≤ 5.000) auf kohlenstoffreichen Böden (FFH-Basiserfassung, aktualisierte selektive landesweite Biotopkartierung außerhalb der FFH-Gebiete). Dies sind vorwiegend Biotoptypen, die atypisch für Moorstandorte sind oder auf starke anthropogene Standortveränderungen hinweisen (MOORIS 2023b). In der Prüfkulisse II sind Flächeneinheiten mit bis zu 6 Biotoptypen auf Ebene der zweiten Hierarchiestufe (Haupteinheiten) mit Zusatzmerkmalen und den jeweiligen Flächenanteilen geführt. Insgesamt handelt es sich um 18.800 ha (Tab. 2) auf ca. 62.500 Flächen von 0,08 ha im Median.
- Karte **Prüfkulisse III**
  Karte mit mooratypischen Biotopen aus der früheren selektiven Landesweiten Biotopkartierung (1984–2004) im Maßstab von ca. 1 : 50.000 (MOORIS 2023b). In der Prüfkulisse III sind Flächeneinheiten mit bis zu 16 Biotoptypen auf Ebene der zweiten Hierarchiestufe (Haupteinheiten), teilweise mit Zusatzmerkmalen und den jeweiligen Flächenanteilen, verzeichnet. Insgesamt handelt es sich um 270 ha (Tab. 2) auf gut 160 Flächen von 0,4 ha im Median.
- Karte der **Landnutzungskategorien** nach ATKIS®
  Flächenobjekte der tatsächlichen Nutzung nach ATKIS®-Basis-DLM mit Stand 30.06.2020 (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem, Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM), ADV 2015). Es werden die Landnutzungskategorien Acker, Grünland, Laubwald, Nadelwald, Gehölz, Heide, Moor, Torfabbau, Siedlung, Gewässer und Brache unterschieden (MOORIS 2023c). Die Landnutzungskategorien nach ATKIS® außerhalb von Naturschutzgebieten werden für eine Fläche von 449.200 ha verwendet (Tab. 2).
- Karte der **Naturschutzgebiete** (NSG)
  Die digitale landesweite Übersichtskarte aller Geometrien der in Niedersachsen per Verordnung nach § 16 NNatSchG Abs. 1 festgesetzten Naturschutzgebiete (NSG; UMWELTKARTEN NIEDERSACHSEN 2023) wird mit der Karte der Landnutzungskategorien nach ATKIS® verschnitten. So werden Flächen ermittelt, die innerhalb von Naturschutzgebieten liegen, für die aber keine Biotopinformationen vorliegen. Dieses trifft für eine Fläche von 24.700 ha zu (Tab. 2).

Insgesamt gehen in die Ermittlung der Treibhausgasemissionen somit knapp 110.000 ha aktueller Biotopkartierungen, entsprechend 18 % der Fläche (Tab. 2), ein. Auf 3 % der Fläche werden alte Biotopkartierungen verwendet, die vor allem der Differenzierung zwischen Intensiv- und Extensiv- bzw. Feuchtgrünland sowie der Ausweisung von Waldbiotopen dienen. Für den größten Teil der Fläche, ca. 477.000 ha oder 79 %, wurden die Nutzungskategorien nach ATKIS® (ADV 2015), davon knapp 25.000 ha (4 %) innerhalb von NSG gelegen, für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen herangezogen.

Tabelle 2: Flächen nach Datenquelle in der Reihenfolge der Berücksichtigung bei der Ermittlung der THG-Emissionen.

Reihenfolge	Datenquelle	**Fläche** [ha]	Anteil
1.	Moorbiotope	73.500	12 %
2.	Biotope, Prüfkulisse I	35.800	6 %
3.	Biotope, Prüfkulisse II	18.800	3 %
4.	Biotope, Prüfkulisse III	270	0 %
5.	ATKIS® in NSG	24.700	4 %
6.	ATKIS®	449.200	75 %
	Summe	**602.300**	**100 %**

2.2 Zusammenführung der Kartengrundlagen und Ableitung der Aktivitätsdaten

Für die Zusammenführung der o. a. Kartengrundlagen und für die Ableitung der Aktivitätsdaten wird ein gestuftes Vorgehen gewählt:

- Kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz plus Moor-Treposole
  Diese Karte liefert den äußeren Rahmen für die Ermittlung der Treibhausgasemissionen. Es werden ausschließlich Standorte bewertet, die innerhalb der Karte der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz (BHK50KSoVS), erweitert um die Moor-Treposole, liegen, da nur für diese die von HÖPER (2022) angegebenen Emissionsfaktoren gelten.
- Biotoptypen
  Die in Kapitel 2.1 aufgeführten Karten zu Biotoptypen werden in Abhängigkeit vom Moorbezug der Biotoptypen und von der Aktualität der Kartierungen priorisiert und GIS-technisch mit der Karte der kohlenstoffreichen Böden plus Moor-Treposole verschnitten, d. h. den Bodenkategorien werden flächenscharf Biotoptypen zugewiesen. Dabei wird zunächst (a) die Karte „Moorbiotope“ mit denjenigen Biotoptypen, die weitgehend spezifisch auf Moorböden vorkommen, und mit der höchsten Aktualität der Daten verwendet. Für Standorte, für die aus dieser Karte keine Informationen zur Verfügung stehen, wird dann (b) die Karte „Prüfkulisse I“ mit moortypischen Biotoptypen, aber nicht aktuellen Informationen verwendet. In weiteren Schritten kommt (c) die Karte „Prüfkulisse II“ aus aktuellen Biotopkartierungen, die keine spezifisch auf Moorböden vorkommenden Biotoptypen aufweisen, und schlussendlich (d) die Karte „Prüfkulisse III“ aus früheren Biotopkartierungen, die keine spezifischen auf Moorböden vorkommenden Biotoptypen enthält, zum Einsatz. Für jede Flächeneinheit werden alle dort kartierten Biotoptypen mit ihren Flächenanteilen mitgeführt. Die Qualität der Daten nimmt zwar von (a) nach (d) ab, jedoch entstammen alle Daten aus den Biotopkartierungen meist einer konkreten Begehung der Fläche, und die Tatsache, dass überhaupt eine Biotopkartierung stattgefunden hat, liefert einen Hinweis auf Flächen von naturschutzfachlichem Wert mit extensiver Flächennutzung oder ungenutzt.
- Nutzungskategorien nach ATKIS® außerhalb oder innerhalb von Naturschutzgebieten
  Für Moore und weitere kohlenstoffreiche Böden, für die keine Informationen zum Biotoptyp vorliegen, werden Landnutzungskategorien nach ATKIS® sowie die Lage innerhalb oder außerhalb eines Naturschutzgebietes für eine grobe Zuweisung zu Biotoptypen, in der Regel auf der zweiten Hierarchiestufe (Haupteinheiten), herangezogen (Anhang 1). Bei ATKIS®-Objekten, die innerhalb eines Naturschutzgebietes liegen, wird dabei eine extensivere Nutzung bzw. eine nassere Ausprägung von Biotoptypen im Vergleich zum gleichen Objekt außerhalb eines Naturschutzgebietes angenommen. Die Zuweisung ist naturgemäß ungenau. In der Regel werden hier eher häufig vorkommende und naturferne bzw. gestörte Biotoptypen angenommen. Dies trägt auch der Annahme Rechnung, dass diese Standorte bisher nicht Gegenstand einer Biotopkartierung und daher vermutlich naturschutzfachlich wenig interessant waren.

Als Bezugsjahr kann das Jahr 2020 angenommen werden, das Jahr, für das der Datensatz zur tatsächlichen Landnutzung nach ATKIS® zur Verfügung gestellt wurde. Die ATKIS®-Informationen können jedoch bis zu 5 Jahre alt sein, dies entspricht dem Abstand der ATKIS®-Erhebungen (2010, 2015, 2020). Schwieriger ist es, die Kartierungen mit einem adäquaten Zeitstempel zu versehen. Sowohl die Kartierung der Moore und kohlenstoffreichen Böden als auch die Biotopkartierungen haben sich über Jahre bis Jahrzehnte erstreckt, und der jeweilige Zustand vor Ort kann deshalb nicht auf ein konkretes für alle Flächeneinheiten gültiges Datum zurückgeführt werden. Bei den Biotopkartierungen wurden die wichtigsten Veränderungen, vor allem durch Naturschutzprojekte mit Extensivierungs- oder Vernässungsmaßnahmen, zumindest teilweise durch neuere Geländebegehungen erfasst und gehen dann in die Ermittlung der Treibhausgasemissionen ein (Karten „Moorbiotope“ und „Prüfkulisse II“).

2.3 Ermittlung der THG-Emissionen

Den nach Kapitel 2.2 abgeleiteten Landnutzungskategorien und Biotoptypen werden Emissionsfaktoren nach HÖPER (2022) zugewiesen. Sind für ein Areal mehrere Biotoptypen angegeben, werden die einzelnen Biotoptypen mit ihren Emissionsfaktoren nach dem Flächenanteil gewichtet, und es wird ein mittlerer gewichteter Emissionsfaktor für das Areal ermittelt. Aus dem Produkt der Fläche mit dem Emissionsfaktor ergeben sich die Treibhausgasemissionen für das zu bewertende Areal.

3. Landesweite Emissionen aus kohlenstoffreichen Böden

Die landesweiten THG-Emissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden belaufen sich für das Jahr 2020 (Hinweise zum Bezugsjahr siehe Kap. 2.1) auf insgesamt 15,8 Mio. t CO_2-Äquivalente pro Jahr. Davon entfallen 0,7 Mio. t CO_2-Äquivalente auf Moor-Treposole und etwas weniger als 0,1 Mio. t CO_2-Äquivalente auf Abtorfungsflächen als On-site-Emissionen der Torfgewinnung, d. h. von der Produktionsfläche ausgehende Emissionen (vgl. Kap. 5.2.). Off-site-Emissionen aus der Torfproduktion bzw. Torfgewinnung, d. h. Emissionen, die aus der Zersetzung der von der Fläche entnommenen Torfe stammen, sind nicht eingeschlossen.

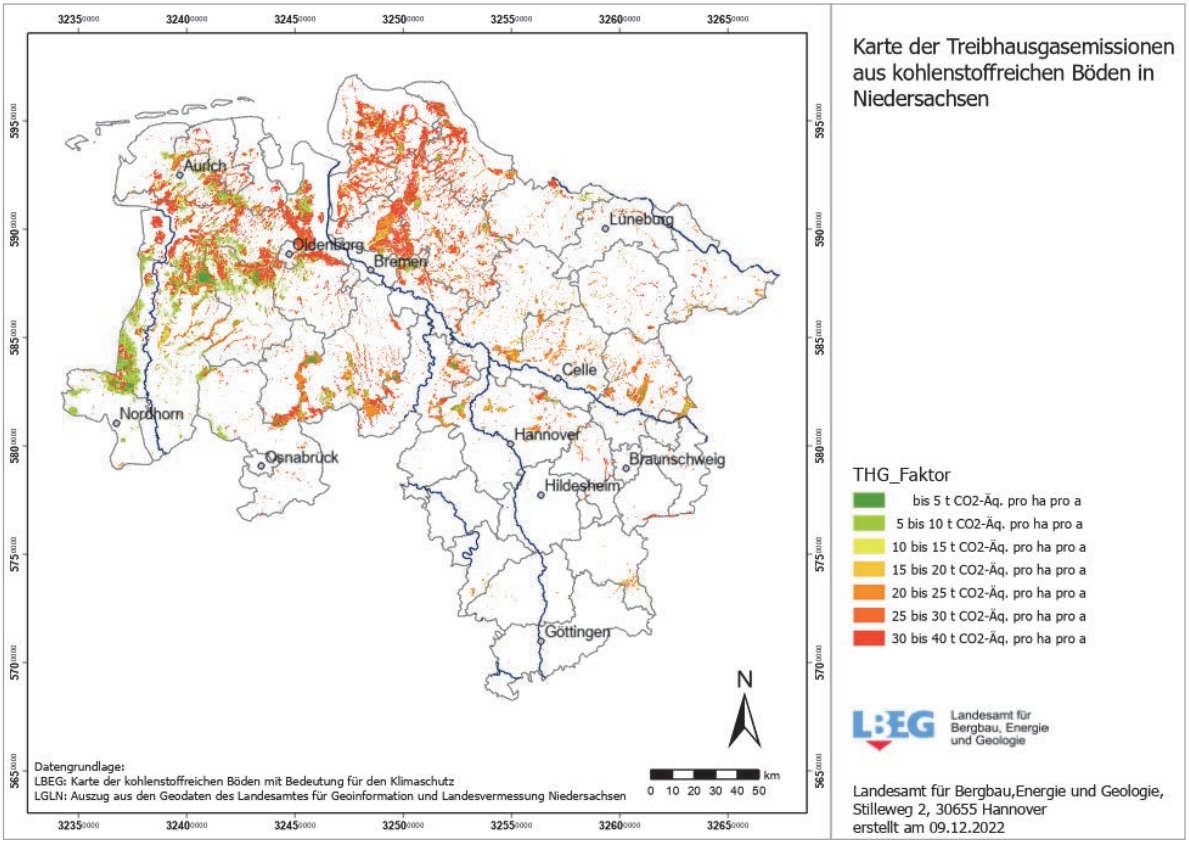


Abbildung 1: Karte der Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen. Dargestellt ist der mittlere Emissionsfaktor je Areal in Klassen (MOORIS 2023d).

Im Programm Niedersächsische Moorlandschaften (MU 2016) wurden die Treibhausgasemissionen aus kohlenstoffreichen Böden mit 10,6 Mio. t CO_2-Äquivalenten pro Jahr beziffert, wobei die Moor-Treposole nicht einbezogen worden sind. Der aktuelle Wert fällt somit um gut 40 % höher aus. Die Ursache hierfür liegt allein in der geänderten Methodik, d. h. in den höheren Emissionsfaktoren, die sich aus TIEMEYER et al. (2020) und, darauf aufbauend, HÖPER (2022) ableiten. Die im Programm Niedersächsische Moorlandschaften (MU 2016) verwendeten Emissionsfaktoren basierten bevorzugt auf Messungen in Niedersachsen und unterschieden Hoch- und Niedermoorstandorte, in Anlehnung an DRÖSLER et al. (2011, 2013). Die höheren Werte in der vorliegenden Studie kommen dadurch zustande, dass TIEMEYER et al. (2020) einen deutlich umfassenderen Datensatz mit mindestens 2jährigen Messungen an über 100 Standorten deutschlandweit zusammengetragen haben. Trotz der bereits relativ hohen Anzahl an Messstandorten ließen sich an dem Datensatz, weder bezogen auf einzelne Bundesländer noch auf die Moortypen Hoch- oder Niedermoor, spezifische Emissionsfaktoren statistisch belastbar ableiten. Durch die Einbeziehung von Daten aus anderen Bundesländern sowie eine stärkere Gewichtung der Niedermoorstandorte fielen die Messwerte tendenziell höher aus und schlagen sich somit auch in höheren Emissionsfaktoren nieder.

Ein Extrakt aus den Daten des nationalen Treibhausinventarberichts (UMWELTBUNDESAMT 2022) weist für Niedersachsen Treibhausgasemissionen der organischen Böden (Moore und weitere kohlenstoffreiche Böden) von 17,8 Mio. t CO_2-Äquivalenten im Jahr 2019 als Summe über die Sektoren 3 (Landwirtschaft) und 4 (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forst) aus (THÜNEN-INSTITUT 2021). Dieser Wert liegt um jährlich 2 Mio. t CO_2-Äquivalente höher als der in den vorliegenden Geofakten ermittelte, bei etwas geringerer Gesamtfläche (Tab. 3).

Tabelle 3: Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden (C-reiche Böden) für Niedersachsen nach den vorliegenden Geofakten und dem Auszug für Niedersachsen (NI) aus dem nationalen Treibhausinventar (THÜNEN-INSTITUT 2021, Berichtsjahr 2019) in t CO_2-Äq. pro Jahr sowie Anteil an den Gesamtemissionen des Landes Niedersachsen (Herleitung siehe Anhang 2 und 3).

		vorliegende Geofakten	**Nationaler Inventarbericht (Auszug NI)**
1	LULUCF[a]: Moore + C-reiche Böden		16.532.596
2	Landwirtschaft[b]: Moore + C-reiche Böden - N_2O	1.251.419	1.251.419
3	**Moore + C-reiche Böden: alle Sektoren**	**15.780.000**	**17.784.015**
	Moore + C-reiche Böden: Fläche [ha]	602.300	597.116
	mittlere Emission [t CO_2 je Hektar und Jahr]	26,2	29,8
4	THG-Emissionen Niedersachsen einschließlich LULUCF	89.090.507	91.094.522
5	**Anteil THG-Emissionen aus Mooren + C-reichen Böden an THG-Emissionen des Landes [%]**	**17,7**	**19,5**

[a] Sektor 4 LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forst),
[b] Sektor 3 Landwirtschaft, N_2O-Emissionen von Acker und Grünland auf Mooren und C-reichen Böden.

Der Unterschied liegt in teilweise systematisch abweichenden Emissionsfaktoren bei den kultivierten Mooren, insbesondere Sanddeckkulturen und Sandmischkulturen, sowie bei weiteren flach überlagerten Torfen. Den Sandmischkulturen, als mit Abstand wichtigster Bodentyp der Moor-Treposole, werden nach HÖPER (2022) Emissionsfaktoren von 6 (bei landwirtschaftlicher Nutzung) bzw. 4 t CO_2 je Hektar und Jahr (ohne Nutzung) zugewiesen. Bei Sanddeckkulturen oder flach überlagerten Torfen, die nicht ackerbaulich oder als Intensivgrünland genutzt werden, werden nach HÖPER (2022) etwa 50 % der Emissionen aus vergleichbaren, nicht überdeckten Mooren angenommen. Nach der Methodik des Nationalen Inventarberichts (UMWELTBUNDESAMT 2022) werden diese Standorte wie Moore bewertet, und vor allem die CO_2-Emissionen richten sich allein nach dem Wasserstand. Die Differenz würde bei den Moor-Treposolen etwa 3,76 Mio. t CO_2 je Jahr und bei den Sandmischkulturen bzw. flach mineralisch überlagerten Torfen

etwa 0,03 Mio. t CO_2 je Jahr ausmachen und läge damit höher als die beobachtete Differenz. Andererseits werden nach HÖPER (2022) die landwirtschaftlich genutzten Moore (Acker, Grünland) nicht weiter hinsichtlich der Wasserstände differenziert, wohingegen nach UMWELTBUNDESAMT (2022) Wasserstände standortabhängig modelliert werden, und es dadurch auch im Bereich der genutzten Moore zu höheren Wasserständen und damit rechnerisch niedrigeren Emissionen kommen kann.

4. Emissionen nach Boden- und Nutzungskategorie

4.1 Emissionen nach Bodenkategorie

Nach Bodenkategorie gegliedert entstammen die höchsten Emissionen den Hoch- und Niedermooren, die auch mit Abstand den höchsten Flächenanteil aufweisen (Tab. 4).

Tabelle 4: Flächen und Treibhausgasemission nach Bodenkategorie.

Nr.	Bodenkategorie	Fläche[1] [ha]	THG[2] [t CO_2-Äq./Jahr]
1	Hochmoor	201.100	5.640.000
2	Niedermoor	164.700	5.300.000
3	Moorgley	59.400	2.010.000
4	flach überlagerter Torf	39.400	1.420.000
5	Organomarsch mit Niedermooraufl age	7.600	280.000
6	Sanddeckkultur	12.200	460.000
7	Moor-Treposole	117.900	690.000
	Summe	**602.300**	**15.780.000**

4.2 Emissionen nach Nutzungs- oder Biotoptypkategorie

Nach Nutzungs- bzw. Biotoptypenkategorien ergibt sich folgendes Bild: Der höchste Anteil der THG-Emissionen mit 57 % entstammt dem Wirtschaftsgrünland, das einen Flächenanteil von 44 % aufweist. Die Emissionen von ackerbaulich genutzten Mooren belaufen sich auf etwa 18 % der Emissionen bei 21 % Flächenanteil (Tab. 5). Der im Vergleich zum Flächenanteil etwas geringere Anteil an den THG-Emissionen lässt sich mit einem hohen Anteil an alten Moor-Treposolen erklären, die bevorzugt ackerbaulich genutzt werden und als alte kulturtechnische Maßnahmen relativ geringe Emissionsfaktoren aufweisen. Extensiv-, Feucht- oder Nassgrünland sowie Wald und Gehölze machen einen Anteil von 8 bzw. 11 % an den THG-Emissionen aus. Siedlungsflächen, die nicht oder geringfügig versiegelt sind (Versiegelungsgrad unter 30 %), werden bezüglich der Treibhausgasemissionen wie Extensivgrünland bewertet. Hochmoorbiotope emittieren etwa 5 % der THG-Emissionen bei einem Flächenanteil von 9 %. Gehölzfreie Niedermoorbiotope sind von untergeordneter Bedeutung.

[1] Auf volle 100 ha gerundet.
[2] Auf 10.000 t gerundet.

Tabelle 5: Flächen und Treibhausgasemission nach Nutzungs- bzw. Biotoptypkategorie und Anteile an den Summen.

Nutzungs- / Biotoptypkategorie	**Fläche** [ha]	**Flächenanteil** [%]	**THG-Emissionen** [t CO_2-Äq./Jahr]	**THG-Emissionen** Anteil in [%]
Acker	128.800	21	2.890.000	18
Wirtschaftsgrünland	267.600	44	9.050.000	57
Extensiv-[3], Feucht-, Nassgrünland	55.800	9	1.240.000	8
Wald und Gehölz	79.600	13	1.710.000	11
gehölzfreie Niedermoorbiotope	7.900	1	70.000	0
Hochmoorbiotope	56.800	9	810.000	5
Sonstige	5.700	1	0	0
Summe	**602.300**	**100**	**15.780.000**	**100**

5. Emissionen aus der Torfproduktion und der Torfgewinnung in Niedersachsen

Im Folgenden werden zwei verschiedene Betrachtungsweisen eingenommen. Es werden die THG-Emissionen aus der Torfproduktion von denen aus der Torfgewinnung unterschieden. In Kapitel 5.1 werden die THG-Emissionen aus der Torfproduktion in Deutschland und in Niedersachsen ermittelt. Dabei wird die Vorgehensweise des Thünen-Instituts, Braunschweig (TI) bei der nationalen Klimaberichterstattung (UMWELTBUNDESAMT 2022) auf Niedersachsen übertragen. In Kapitel 5.2 werden dann Treibhausgasemissionen in Bezug auf die Torfgewinnung aus einheimischen Lagerstätten unter Ausschluss der Importe für Niedersachsen berechnet.

5.1 THG-Emissionen aus der Torfproduktion in Deutschland und Niedersachsen

Im Nationalen Treibhausinventarbericht werden die THG-Emissionen aus der Torfproduktion in Deutschland wie in Tabelle 6 dargestellt kalkuliert (UMWELTBUNDESAMT 2022). Die Zahlen zur Torfproduktion stammen vom STATISTISCHEN BUNDESAMT (2023a), wobei nur Betriebe mit mehr als 20 Mitarbeitern erfasst werden. Die Daten zu den aktuell in Abtorfung befindlichen Flächen ergeben sich aus dem ATKIS®-Basis-DLM mit Stand 30.06.2020 (ADV 2015).

Bei dieser Methodik wird davon ausgegangen, dass der Torfproduzent, d. h. derjenige, der den Torf auf den Markt bringt, der Verursacher für die Treibhausgasemissionen ist. Dies gilt unabhängig davon, wo der Torf herkommt (Import oder Inlandsproduktion) oder wo der Torf hingeht (Endverbraucher in Deutschland oder Export ins Ausland). Auch wird angenommen, dass die vollen THG-Emissionen aus dem gewonnenen Torf direkt dem Produktionsjahr zuzuordnen sind.

[3] Einschließlich Flächen der Kategorien Siedlung und Verkehr bei einem Versiegelungsgrad unter 30 %.

Tabelle 6: Emissionen aus der Torfproduktion in Deutschland in den Jahren 2019 und 2020 nach Methodik des Nationalen Treibhausinventarberichts (vereinfacht)[a].

THG-Emissionen am Ort der Torfgewinnung (On-site-Emissionen)			
	Einheit	**2019**	**2020**
Torfabbaufläche	ha	15.623	14.960
Emissionsfaktor	t CO_2-Äq./ha/Jahr	5,86	5,86
THG-Emissionen (on-site)	t CO_2-Äq./Jahr	91.551	87.666
THG-Emissionen aus dem Torf nach der Gewinnung (Off-site-Emissionen)			
	Einheit	**2019**	**2020**
Produktionsmenge Torf	m³	8.171.000	8.622.000
Emissionsfaktor	t CO_2-Äq./m³ ltr. Torf[b]	0,2567	0,2567
THG-Emissionen (off-site)	t CO_2-Äq./Jahr	2.097.496	2.213.267
THG-Emissionen gesamt (Summe on- und off-site)	**t CO_2-Äq./Jahr**	**2.189.046**	**2.300.933**

[a] geringfügige Abweichungen zum Treibhausgasinventarbericht infolge Rundungen und leichter Vereinfachung der Vorgehensweise,
[b] ltr. = lufttrocken (Restfeuchte ca. 40–60 %).

Die Treibhausgasemissionen aus der Torfproduktion in Deutschland betrug 2,2 respektive 2,3 Mio. t CO_2-Äquivalente in den Jahren 2019 und 2020 (Tab. 6). Davon gehen gut 95 % auf die Off-site-Emissionen zurück, d. h. die Emissionen, die aus der Zersetzung der Torfe nach der Gewinnung resultieren.

Das LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (LSN 2023) führt eine Erhebung zur Produktionsmenge von Torf in Niedersachsen durch und erfasst hierbei, wie das Statistische Bundesamt, Betriebe mit mehr als 20 Mitarbeitern. Aus der Statistik des LSN ergibt sich ein Wert für die Torfproduktion in Niedersachsen von gut 80 % der Torfproduktion in Deutschland in den Jahren 2019 und 2020. Die Differenz kann auf Produzenten außerhalb Niedersachsens zurückgeführt werden. In den Bundesländern Nordrhein-Westfalen, Hessen und Rheinland-Pfalz weist die dortige Landesstatistik jeweils einen Betrieb mit Torfproduktion aus, wobei aus Gründen der Geheimhaltung (weniger als 3 Betriebe) keine Produktionszahlen veröffentlicht werden (STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ 2022, LANDESBETRIEB IT NRW 2023, HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT 2023).

Die Zahlen zur Torfabbaufläche (ATKIS®) sowie die Methodik zur Berechnungen der THG-Emissionen wurden, wie in Tabelle 6 beschrieben, verwendet.

Für Niedersachsen ergeben sich dann Treibhausgasemissionen aus der Torfproduktion von 1,8 respektive 1,9 Mio. t CO_2-Äquivalenten in den Jahren 2019 und 2020 (Tab. 7).

Tabelle 7: Emissionen aus der Torfproduktion in Niedersachsen in den Jahren 2019 und 2020 unter Verwendung der Daten des LANDESAMTES FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (2023).

	Einheit	2019	2020	Bemerkungen
THG-Emissionen am Ort der Torfgewinnung (On-site-Emissionen)				
Torfabbaufläche	ha	15.623	14.960	wie Tabelle 6
Emissionsfaktor	t CO_2-Äq./ha/Jahr	5,86	5,86	wie Tabelle 6
THG-Emissionen (on-site)	t CO_2-Äq./Jahr	91.551	87.666	wie Tabelle 6
THG-Emissionen aus dem Torf nach der Gewinnung (Off-site-Emissionen)				
Produktionsmenge Torf (Niedersachsen)	m³	6.741.000	7.018.000	
Anteil Produktion in Niedersachsen an Produktion in Deutschland	%	82,5	81,4	D: siehe Tabelle 6
Emissionsfaktor	t CO_2-Äq./m³ ltr. Torf[a]	0,2567	0,2567	wie Tabelle 6
THG-Emissionen (off-site)	t CO_2-Äq./Jahr	1.730.415	1.801.521	
THG-Emissionen gesamt (Summe on- und off-site)	**t CO_2-Äq./Jahr**	**1.821.965**	**1.889.186**	

[a] ltr. = lufttrocken (Restfeuchte ca. 40–60 %).

5.2 Ermittlung der THG aus der Torfgewinnung in Niedersachsen

Aus der Außenhandelsstatistik des STATISTISCHEN BUNDESAMTES (2023b) geht hervor, welche Menge an Torf für die hiesige Torfproduktion importiert wird. Die Importe finden überwiegend aus dem Baltikum sowie aus den Niederlanden statt (BÖDECKER et al. 2022). Der importierte Torf fließt neben dem in Deutschland gewonnen Torf als Rohstoff in die Torfproduktion ein. Die rechnerische Differenz aus Torfproduktion und Torfimport entspricht der Torfgewinnung vor Ort. Es kann davon ausgegangen werden, dass die deutsche Torfgewinnung ausschließlich in Niedersachsen stattfindet, so dass mit diesem Ansatz direkt die Torfgewinnung in Niedersachsen ermittelt werden kann.

(1) Torfgewinnung = Torfproduktion minus Import

Bei der Berechnung ist zu berücksichtigen, dass die Torfproduktion volumenbezogen (m³/Jahr), die Torfimporte aber gewichtsbezogen (t/Jahr) angegeben werden. Daher wird hier zunächst die Torfproduktion gewichtsbezogen ermittelt, wobei Annahmen zur Schüttdichte der Torfprodukte zu treffen sind (Anhang 4). Zudem erscheint der gehandelte Torf zwar trocken, weist aber immer noch eine Restfeuchte zwischen 40 und 60 % auf, die bei der Berechnung des Emissionsfaktors berücksichtigt werden muss. Die Ableitung des gewichtsbezogenen Emissionsfaktors wird in Anhang 5 erläutert.

Tabelle 8: Emissionen aus der Torfgewinnung in Niedersachsen in den Jahren 2019 und 2020.

	Einheit	2019	2020
Torfproduktion, gesamt (Gewicht)[a]	t/Jahr	2.427.349	2.526.750
abzüglich Torfimporte (Gewicht)[a]	t/Jahr	-1.001.431	-970.617
Torfgewinnung[a] (Gewicht)	t/Jahr	1.425.918	1.556.133
Emissionsfaktor (Gewicht)[b]	t CO_2-Äq./t ltr. Torf[c]	0,89	0,89
THG-Emissionen (off-site)	t CO_2-Äq./Jahr	1.269.067	1.384.958
THG-Emissionen (on-site)	t CO_2-Äq./Jahr	91.551	87.666
THG-Emissionen gesamt (Summe on- und off-site)	**t CO_2-Äq./Jahr**	**1.360.618**	**1.472.624**

[a] siehe Anhang 4, [b] siehe Anhang 5, [c] ltr. = lufttrocken (Restfeuchte ca. 40–60 %).

Die Treibhausgasemissionen aus der Torfgewinnung in Niedersachsen belaufen sich auf 1,36 respektive 1,47 Mio. t CO_2-Äquivalente in den Jahren 2019 und 2020 (Tab. 8).

5.3 Diskussion der Klimawirkung aus der Torfproduktion und -gewinnung in Niedersachsen

Nach der Methodik der Berichterstattung zum Nationalen Treibhausinventar werden THG-Emissionen aus der Torfnutzung über die Statistik zur Torfproduktion ermittelt. Die THG-Emissionen aus der Torfproduktion machen mit 1,8 bis 1,9 Mio. t CO_2-Äquivalenten pro Jahr etwa 11 % der niedersächsischen Emissionen aus Moor und Torf sowie etwa 2 % der Gesamtemissionen des Landes aus.

Für die Torfproduktion, d. h. für die Vermarktung von torfhaltigen Produkten, werden einheimische, vor allem in Niedersachsen gewonnene Torfe, sowie, mit einem Anteil von etwa 40 %, importierte Torfe eingesetzt. Die tatsächlich durch Bodenabbau in Niedersachsen gewonnenen Torfe verursachen THG-Emissionen von knapp 1,36 bis 1,47 Mio. t CO_2-Äquivalenten pro Jahr, entsprechend gut 8 % der THG-Emissionen aus Moor und Torf und 1,6 % der Gesamtemissionen. Die Differenz zu den THG-Emissionen aus der Torfproduktion, ca. 0,45 Mio. t CO_2-Äquivalente pro Jahr, geht auf die Verwendung importierter Torfe zurück.

Maßnahmen zur Emissionsminderung bei der Torfnutzung müssen bei der Produktion, d. h. bei der Nachfrage nach torfhaltigen Produkten in Deutschland (bzw. im Ausland) ansetzen. Dagegen würde eine Reduktion der Torfgewinnung in Niedersachsen bei gleicher Nachfrage lediglich zu einem Anstieg der Torfimporte führen.

6. Ausblick

Die vorgestellten Berechnungen stellen die derzeit bestmögliche Ableitung der Treibhausgasemissionen aus Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden für die Ist-Situation (hier ca. 2020) in Niedersachsen dar. Sie berücksichtigt die aktuelle Karte der kohlenstoffreichen Böden sowie anhand von neueren Veröffentlichungen abgeleitete Emissionsfaktoren. Die emissionsmindernde Wirkung von Maßnahmen aus den letzten Jahrzehnten ist berücksichtigt, wenn sich diese in dokumentierten Veränderungen der Landnutzung (ATKIS®) oder der Biotoptypen (aktuelle Kartierungen) niedergeschlagen haben.

Für zukünftige Berechnungen sind zweierlei Arten von Veränderungen zu erwarten:

Zum einen sind methodische Änderungen möglich. So können sich, basierend auf der Weiterentwicklung von Messmethoden, weiteren Messergebnissen oder neuen Erkenntnissen über Einflussparameter, die Emissionsfaktoren, aber auch die Ableitungsverfahren ändern. Das hier verwendete, auf TIEMEYER et al. (2020) basierte Verfahren nach HÖPER (2022) weist eine erhebliche Vorhersageungenauigkeit auf und baut im Wesentlichen auf dem mittleren Wasserstand, teilweise auf der Bodenkategorie, als Eingangsgrößen auf. Die Einbeziehung weiterer potenzieller Eingangsgrößen wie Nährstoffgehalte im Boden, Moortyp oder auch saisonale Wasserstände könnte zukünftig die Vorhersagegenauigkeit verbessern, erfordert allerdings auch viele weitere Untersuchungen. Auch bei der Bewertung der Treibhausgasemissionen aus kultivierten Mooren bestehen noch erhebliche Unsicherheiten, und weitere Messungen sind notwendig. Bei methodischen Änderungen muss die gesamte Zeitreihe, auch rückwirkend, neu gerechnet werden, um si-

cherzustellen, dass eventuelle zeitliche Änderungen bei den Treibhausgasemissionen (idealerweise eine Reduktion) tatsächlich auf Veränderungen der Aktivitätsdaten und nicht auf das geänderte Berechnungsverfahren zurückzuführen sind.

Zum anderen kann und wird es Änderungen bei den Aktivitätsdaten, vor allem infolge der aus Klimaschutzgründen anvisierten Maßnahmen, aber auch aufgrund von Kartierungen geben. Derzeit wird eine neue Karte der kohlenstoffreichen Böden für Niedersachsen am Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) erstellt. Diese könnte eine geringere Fläche an kohlenstoffreichen Böden aufweisen als die vorherige. Wann diese Veränderungen im Gelände tatsächlich aufgetreten sind, kann allerdings in der Regel nicht jahresgenau festgestellt werden. Vielmehr kann die neue Karte als eine verbesserte Darstellung des Ist-Zustandes angesehen werden. Die Auswirkungen von Maßnahmen lassen sich durch eine regelmäßige Biotoptypenkartierung dokumentieren. Allerdings passt sich die Vegetation meist erst verzögert an die veränderten Standortbedingungen an. Auch finden derzeit Biotopkartierungen bevorzugt in FFH-Gebieten statt und können Maßnahmen auf landwirtschaftlich genutzten Flächen außerhalb dieser Gebiete nicht adäquat abbilden.

Eine deutliche methodische Verbesserung der Datenlage hinsichtlich Qualität und Aktualität ist zu erreichen, wenn zukünftig systematisch und möglichst jährlich flächendeckend Daten zur Nutzung (vor allem Ackerkulturen, Anzahl der Schnitte und Beweidung im Grünland und Düngung, insbesondere Stickstoff), zu Vernässungs- und Renaturierungsmaßnahmen sowie zu den Wasserständen (vor Ort gemessen oder verlässlich modelliert) der kohlenstoffreichen Böden erfasst werden. Maßnahmen könnten standardisiert in einer zentralen Datenbank online erfasst werden, idealerweise gar als Nebenbedingungen im Rahmen der Förderung mit öffentlichen Mitteln. Die repräsentative Messung von Wasserständen ist dagegen aufwändig und vermutlich am besten über ein landesweites Messnetz an repräsentativ ausgewählten, oberflächennah filternden (< 2 m tief) Moormessstellen zu gewährleisten.

7. Dank

Der Autor dankt Katharina Hauck-Bramsiepe für die Durchführung der Berechnungen zu den Treibhausemissionen sowie Dr. Martha Graf für wertvolle Hinweise bei der Erstellung des Manuskriptes.

Literatur

ADV – ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2015): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem ATKIS®. Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM). – München.

BMEL (2022): Torffrei gärtnern, Klima schützen. Die Torfminderungsstrategie des BMEL. – Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft; Berlin – *https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/torfminderungsstrategie.pdf?__blob=publicationFile&v=6*.

BMUV & BMEL (2021): Bund-Länder-Zielvereinbarung zum Klimaschutz durch Moorbodenschutz. – 13 S., Bundesministerin für Ernährung und Landwirtschaft und die Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit; Bonn – *https://www.bmuv.de/download/bund-laender-ziel-verein-barung-zum-moorbodenschutz*.

BÖDECKER, S., HELM, C., HOFMANN, M., HÖPER, H., MANDL, J., MEYER, A., POSER, C., RADKE, M., SCHRAMM, F., SCHWARZ, C. & WESTERLAGE, C. (2022): Rohstoffsicherungsbericht Niedersachsen 2022. – GeoBerichte **46**: 122 S., 91 Abb., 6 Tab.; Hannover (LBEG) – *DOI: 10.48476/geober_46_2022*.

DRÖSLER, M., FREIBAUER, A., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMANN, 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, P., SOMMER, M., THUILLE, A. & WEHRHAN, M. (2011): Klimaschutz durch Moorschutz in der Praxis. Ergebnisse aus dem BMBF-Verbundprojekt „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006–2010. – vTI-Arbeitsberichte **4**/2011: 21 S.

DRÖSLER, M., FREIBAUER, A., ADELMANN, W., AUGUSTIN, J., BERGMANN, 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, P., SOMMER, M., THUILLE, A. & WEHRHAN, M. (2013): Klimaschutz durch Moorschutz. Schlussbericht des Vorhabens „Klimaschutz - Moornutzungsstrategien“ 2006–2010. – 201 S., Hochschule Weihenstephan-Triesdorf, Vegetationsökologie; Freising.

GAPKONDV (2022): GAP-Konditionalitäten-Verordnung vom 7. Dezember 2022 (BGBl. I: 2244), die durch Artikel 1 des Gesetzes vom 9. Dezember 2022 (BGBl. I: 2273) geändert worden ist. – *https://www.gesetze-im-internet.de/gapkondv/BJNR224400022.html*.

HESSISCHES STATISTISCHES LANDESAMT (2023): Statistische Berichte. Verarbeitendes Gewerbe in Hessen 2022. – Hessisches Statistisches Landesamt; Wiesbaden – *https://statistik.hessen.de/sites/statistik.hessen.de/files/2023-07/EI1_j22.pdf*.

HOFER, B. (2011): Studie zur Situation des Torfabbaus im Baltikum im Auftrag des IVG. – 41 S., Industrieverband Garten (IVG) e. V.; Ratingen.

HÖPER, H. (2022): Treibhausgasemissionen der Moore und weiterer kohlenstoffreicher Böden in Niedersachsen. – Geofakten **38**: 23 S., 1 Abb., 10 Tab., 2 Anh.; Hannover (LBEG) – *DOI: 10.48476/geofakt_38_1_2022*.

HÖPER, H. & GEHRT, E. (2022): Karten der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000. – Geofakten **37**: 12 S., 1 Abb., 6 Tab.; Hannover (LBEG) – *DOI: 10.48476/geofakt_37_1_2022*.

IPCC (2006): 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. – Edited by Eggelston, S., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T. & Tanabe, K., published by the Institute for Global Environmental Strategies (IGES) for the IPCC, [ISBN 4-88788-032-4].

LSN – LANDESAMT FÜR STATISTIK NIEDERSACHSEN (2023): Statistische Berichte Niedersachsen. Produktion 2021. Verarbeitendes Gewerbe sowie Bergbau und Gewinnung von Steinen und Erden. E I 5 - j/2021. – Excel-Datei, *www.statistik.niedersachsen.de* > Veröffentlichungen > Statistische Berichte > E Produzierendes Gewerbe, Handwerk > E I 5 Produktion; aufgerufen am 21.03.2023.

LANDESBETRIEB IT NRW (2023): Vierteljährliche Produktionserhebung im Verarbeitenden Gewerbe: Wert, Betriebe der zum Absatz bestimmten Produktion nach dem Güterverzeichnis 2019 (9-Steller) - Land - Jahr. Code 42131-03i. – *https://www.landesdatenbank.nrw.de*, Excel-Tabelle; aufgerufen am 23.03.2023

MOORIS (2023a): Kohlenstoffreiche Böden 1 : 50.000 (BHK50) – *https://www.mooris-niedersachsen.de/?pgId=141*; aufgerufen am 14.11.2023.

MOORIS (2023b): Moorbiotope. – *https://www.mooris-niedersachsen.de/?pgId=1277*; aufgerufen am 14.11.2023.

MOORIS (2023c): Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen - Landnutzung nach ATKIS® (ATKISH), *https://www.mooris-niedersachsen.de/?pgId=151*; aufgerufen am 14.11.2023.

MOORIS (2023d): Treibhausgasemissionen der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen (BHK50THG). – *https://www.mooris-niedersachsen.de/?pgId=12769*; aufgerufen am 29.11.2023.

MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2015): Richtlinie über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung des Klimaschutzes durch Verringerung der Freisetzung von Treibhausgasen aus kohlenstoffreichen Böden. – Erl. d. MU v. 16.07.2015, Nds. MBl. **28**/2015: 642–645.

MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2016): Programm Niedersächsische Moorlandschaften. Grundlagen, Ziele, Umsetzung. – 72 S.; Hannover – *https://www.umwelt.niedersachsen.de/start-seite/themen/moorschutz/niedersaechsische-moorlandschaften-116261.html*.

SCHMILEWSKI, G. (2018) Kultursubstrate und Blumenerden - Eigenschaften, Ausgangsstoffe, Verwendung. – 254 S., Industrieverband Garten e. V., online unter: *https://substratbuch.ivg.org/*; aufgerufen am 17.03.2023, Tabelle 8.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2023a): Produktion im Verarbeitenden Gewerbe: Deutschland, Jahre, Güterverzeichnis (2-/4-Steller). Code 42131-0003. – Abruf aus der Genesis-Online-Datenbank.

STATISTISCHES BUNDESAMT (2023b): Aus- und Einfuhr (Außenhandel): Deutschland, Jahre, Ware (8-Steller), Länder. Code 51000-0016. Ware: Torf, auch agglomeriert (WA27030000). – Excel-Tabelle; Abruf aus der Genesis-Online Datenbank vom 15.12.2023.

STATISTISCHES LANDESAMT RHEINLAND-PFALZ (2022): Statistische Berichte. Produktion des Verarbeitenden Gewerbes sowie des Bergbaus und der Gewinnung von Steinen und Erden 2021, E I – J/21. – 97 S., Statistisches Landesamt Rheinland-Pfalz; Bad Ems – *www.statistik.rlp.de/de/publikationen/statistische-berichte/*.

THÜNEN-INSTITUT (2021): Treibhausgasemission aus organischen Böden infolge LULUCF (Landnutzung, Landnutzungsänderung und Forst). – Extrakt zu Niedersachsen aus dem Nationalen Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2019, Submission 2021 [Unveröff.].

TIEMEYER, B., FREIBAUER, A., 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., JURASINSKI, 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 **109**, Artikel 105838.

UGRDL (2023): Umweltökonomische Gesamtrechnungen der Länder - Gase - Treibhausgasemissionen. – Statistische Ämter des Bundes und der Länder, gemeinsames Statistikportal, *https://www.statistikportal.de/de/ugrdl/ergebnisse/gase/thg#5924*; aufgerufen am 16.11.2023.

UMWELTBUNDESAMT (2022): Berichterstattung unter der Klimarahmenkonvention der Vereinten Nationen und dem Kyoto-Protokoll 2022. Nationaler Inventarbericht zum Deutschen Treibhausgasinventar 1990–2020. – Climate Change **24**/2022, Daten online unter *https://cdr.eionet.europa.eu/de/eu/mmr/art07_inventory/ghg_inventory/envyis0nw/index_html?&page=2*.

UMWELTKARTEN NIEDERSACHSEN (2023): Landesweite Biotopkartierung 1984–2004. – *https://www.umweltkarten-niedersachsen.de/Umweltkarten/?lang=de&topic=Natur&bgLayer=TopographieGrau&catalogNodes=&layers=LandesweiteBiotopkartierung1984_2004*; aufgerufen am 14.11.2023

VON DRACHENFELS, O. (2021): Kartierschlüssel für Biotoptypen in Niedersachsen unter besonderer Berücksichtigung der gesetzlich geschützten Biotope sowie der Lebensraumtypen von Anhang I der FFH-Richtlinie, Stand März 2021. – Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen A/**4**: 336 S.

Anhang

Anhang 1: Zuweisung der Objektarten und Attributwerte nach ATKIS® zu Nutzungskategorien bzw. Biotoptypen in Abhängigkeit der Lage außerhalb oder innerhalb von Naturschutzgebieten (NSG).

ATKIS®-Objektarten und Attributwerte	**Nutzungskategorie bzw. Biotoptyp**	
	außerhalb NSG	**innerhalb NSG**
AX_Landwirtschaft - Ackerland - Gartenland - Baumschule - Obstplantage	Acker (AM [a])	Acker (AM)
AX_Landwirtschaft - Grünland - Streuobstwiese	Grünland (GI)	Extensivgrünland (GE)
AX_Wald	Laub-/Mischwald: Eichenmischwald (WQ) Nadelwald: Birken-/Kieferwald entwässerter Moore (WV)	Laub-/Mischwald: Erlen- und Eschenwald (WE) Nadelwald: Kiefern-Bruchwald (WB)
AX_Gehoelz	wie Eichenmischwald WQ	Feuchtgebüsch (BF)
AX_Heide	Trockeneres Pfeifengras-Moorstadium (MPT)	Feuchteres Heidestadium von Hochmooren (MGF)
AX_Moor	HH [b]: Sonstiges Moordegenerationsstadium entwässerter Moore (MD) HN: Extensivgrünland feucht (GF)	HH: Wollgras-Degenerationsstadium entwässerter Moore (MWD) HN: Extensivgrünland nass (GN)
AX_TagebauGrube-Steinbruch - Torf	Abtorfungsflächen ohne Vegetation, Initialstadium vernässter Hochmoorflächen (DT, MI)	Abtorfungsflächen ohne Vegetation, Initialstadium vernässter Hochmoorflächen (DT, MI)
AX_FlaecheZurZeit-Unbestimmbar, AX_Unland Vegetationsloseflaeche	Brache. HH: Sonstiges Moordegenerationsstadium (MD); HN: Extensivgrünland – trocken oder feucht (GE, GF)	Brache. HH: Sonstiges Moordegenerationsstadium (MD); HN: Extensivgrünland – trocken oder feucht (GE, GF)
Siedlung, Verkehr [c]	Extensivgrünland (GE)	Extensivgrünland (GE)

[a] Codes für Biotoptypen nach VON DRACHENFELS (2021); [b] HH = Hochmoor, HN = Niedermoor; [c] hier nur bewertet, wenn Versiegelungsgrad unter 30 %.

Anhang 2: Ableitung der Treibhausgasemissionen des Landes Niedersachsen in t CO_2-Äq je Jahr über alle Sektoren einschließlich LULUCF.

Zeile		**THG-Emissionen Niedersachsen**	
		Nationaler Inventarbericht (Auszug) [a]	**vorliegende Geofakten**
1. Ermittlung der THG-Emissionen aus Mooren und C-reichen Böden, Sektor 4 LULUCF, aus den Daten der vorliegenden Geofakten			
1	Moore + C-reiche Böden: Alle Sektoren		15.780.000
2	abzüglich Moore + C-reiche Böden, Sektor 3 Landwirtschaft (N_2O) [a]		- 1.251.419
3	= Moore + C-reiche Böden, Sektor 4 LULUCF		= 14.528.581
2. Ermittlung der Gesamtemissionen aus LULUCF für Niedersachsen als Summe aus LULUCF Moore + C-reiche Böden und LULUCF mineralische Böden			
4	LULUCF Moore + C-reiche Böden	16.532.596	(aus Zeile 3) 14.528.581
5	LULUCF Mineralböden, sonstige [a, b]	-4.978.570	-4.978.570
6	LULUCF Torfproduktion off-site [c, d] (Tab. 5)	2.097.496	2.097.496
7	LULUCF gesamt	13.651.522	11.647.507

[a] THÜNEN-INSTITUT (2021) Berichtsjahr 2019, [b] Wert ist negativ wegen Wald als THG-Senke, [c] Berichtsjahr 2019, [d] On-site-Emissionen der Torfproduktion in Zeile 4 enthalten, [e] UGRdL (2023).

Anhang 2: Ableitung der Treibhausgasemissionen des Landes Niedersachsen in t CO_2-Äq je Jahr über alle Sektoren einschließlich LULUCF (Fortsetzung).

Zeile		THG-Emissionen Niedersachsen	
		Nationaler Inventarbericht (Auszug) [a]	Vorliegende Geofakten
3. Ermittlung der Gesamtemissionen des Landes Niedersachsen als Summe aus den berichteten THG-Emissionen (ohne LULUCF) und LULUCF gesamt			
8	THG-Emissionen Niedersachsen (ohne LULUCF) [c, e]	77.443.000	77.443.000
9	THG-Emissionen Niedersachsen LULUCF gesamt (aus Zeile 7)	13.651.522	11.647.507
10	**THG-Emissionen Niedersachsen incl. LULUCF**	**91.094.522**	**89.090.507**

[a] THÜNEN-INSTITUT (2021) Berichtsjahr 2019, [b] Wert ist negativ wegen Wald als THG-Senke, [c] Berichtsjahr 2019, [d] On-site-Emissionen der Torfproduktion in Zeile 4 enthalten, [e] UGRdL (2023).

Anhang 3: Umrechnung von volumenbezogenen zu gewichtsbezogenen Werten.

	Einheit	2019	2020
Torfproduktion (Volumen) [a]			
Schwarztorf (Volumen)	m³/Jahr	818.000	694.000
Weißtorf (Volumen)	m³/Jahr	155.000	268.000
Blumenerden und Kultursubstrate (Volumen)	m³/Jahr	7.198.000	7.660.000
Torfproduktion, gesamt (Volumen)	m³/Jahr	8.171.000	8.622.000
Schüttdichten			
Schüttdichte Schwarztorf [b]	kg/m³	400	400
Schüttdichte Weißtorf [b]	kg/m³	175	175
Schüttdichte, Blumenerden und Kultursubstrate [c]	kg/m³	288	288
Torfproduktion (Gewicht)			
Schwarztorf (Gewicht)	t/Jahr	327.200	277.600
Weißtorf (Gewicht)	t/Jahr	27.125	46.900
Blumenerden und Kultursubstrate (Gewicht)	t/Jahr	2.073.024	2.202.250
Torfproduktion, gesamt (Gewicht)	t/Jahr	2.427.349	2.526.750
Torfgewinnung (Gewicht)			
Torfproduktion, gesamt (Gewicht)	t/Jahr	2.427.349	2.526.750
abzüglich Importe Torf (Gewicht)	t/Jahr	-1.001.431	-970.617
Torfgewinnung (Gewicht)	**t/Jahr**	**1.425.918**	**1.556.133**

[a] STATISTISCHES BUNDESAMT (2023a), [b] SCHMILEWSKI (2018), [c] Mittelwert der Schüttdichten von Schwarz- und Weißtorf.

Anhang 4: Ableitung des gewichtsbezogenen Emissionsfaktors für lufttrockenen (ltr.) Torf.

	Roh-dichte [a]	**Schütt-dichte** [a]	**Wassergehalt** [b]	**Trockenmasse** (TM)	**C-Gehalt im Torf**	**C je t ltr. Torf**	**CO_2 je t ltr. Torf**
Einheit	kg/m³	kg/m³	Gew.-%	t TM/t ltr. Torf	%	t C/t ltr. Torf	t CO_2/t ltr. Torf
Weißtorf	100	175	42,9	0,57	50	0,285	1,05
Schwarztorf	155	400	61,3	0,39	50	0,195	0,72
Wert bei 50 % Schwarztorf und 50 % Weißtorf							**0,89**

[a] SCHMILEWSKI (2018), [b] rechnerisch aus Rohdichte und Schüttdichte.

Impressum

Die Geofakten werden vom Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG) herausgegeben und erscheinen unregelmäßig bei Bedarf.

Die bisher erschienenen Geofakten können unter *https://www.lbeg.niedersachsen.de* abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2024

Version: 09.11.2026

DOI: 10.48476/geofakt_45_1_2024

Autorenschaft

- Dr. Heinrich Höper, Tel.: 0511/ 643-3265
  mail: *Heinrich.Hoeper@lbeg.niedersachsen.de*

  Landesamt für Bergbau,
  Energie und Geologie
  Stilleweg 2, 30655 Hannover
  Internet: *https://www.lbeg.niedersachsen.de*