



Geofakten 37

■ Boden

Karten der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000

Höper, H. & Gehrt, E.

Juli 2022

1. Veranlassung

Moore und weitere kohlenstoffreiche Böden sind ein sehr wichtiges Handlungsfeld im natürlichen Klimaschutz (BMUV 2022). Sie binden Kohlendioxid aus der Atmosphäre und speichern es langfristig als Kohlenstoff, solange sie ökologisch intakt sind. Bei Entwässerung und Nutzung tragen sie erheblich zur Emission von Treibhausgasen bei. Bundesweit emittieren Moore und weitere kohlenstoffreiche Böden etwa 53 Mio. t CO₂-Äq. (BMUV & BMEL 2021) was ca. 7 % der nationalen Treibhausgasemissionen entspricht.

Darüber hinaus bieten Moore Lebensraum und Lebensgrundlage für Pflanzen und Tiere und tragen aufgrund ihrer besonderen Standortbedingungen zur Erhaltung der biologischen Vielfalt bei. Nach § 30 BNatSchG sind u. a. moortypische Biotop geschützt. Nach § 5 Abs. 2 Ziffer 5 ist bei landwirtschaftlicher Nutzung auf Moorstandorten ein Grünlandumbruch zu unterlassen. In § 2a NAGBNatSchG (2022) wird ein Grünlandumbruchverbot auf Moorstandorten konkretisiert und als Ordnungswidrigkeit eingestuft (§ 43 Abs. 2 Ziffer 6 NAGBNatSchG).

Das Programm der Niedersächsischen Moorlandschaften (MU 2016) trägt den unterschiedlichen Schutzziele und Nutzungen der Moore und kohlenstoffreichen Böden Rechnung. Aus der Gesamtchau der Moore, geologisch-bodenkundlich als Standorte mit Torfschichten sowie vegetationskundlich als Standorte mit moortypischer Vegetation definiert, wird eine Handlungskulisse für Niedersachsen entwickelt, die im Niedersächsischen Landschaftsprogramm aufgenommen und aktualisiert wurde. Neben den Moorböden und weiteren

kohlenstoffreichen Böden sind hier auch zusätzliche Moorlebensräume enthalten (MU 2016; 2021a, b).

Nach § 3 Ziffer 4 des Niedersächsischen Klimaschutzgesetzes (NKLMAG 2020) sollen zum Erreichen von Klimaschutzziele „natürliche Kohlenstoffspeicherkapazitäten“ erhalten oder gefördert werden. Dieser Aspekt bezieht sich neben Wald und Holz vor allem auf „kohlenstoffreiche Böden, insbesondere Moorböden“ (§ 4 Abs. 4 Ziffer 2 NKLMAG (2020)). Eine weitere Konkretisierung der Standorte erfolgt hier nicht.

Im vorliegenden Geofakt werden die Begriffe Moore und weitere kohlenstoffreiche Böden konkretisiert und die Grundlagen für Karten im Hinblick auf unterschiedliche Rechts- und Anwendungsbereiche dargelegt.

2. Definition und Auswahl der kohlenstoffreichen Böden

2.1 Kohlenstoffreiche Böden nach FAO und IPCC

Die Definition der kohlenstoffreichen Böden (*organic soils*) des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC 2003) bezieht sich auf die Definition der Histosole nach FAO¹ (1998). Danach sind Histosole wie folgt definiert:

Böden, die einen *histic* oder einen *folic*² Horizont haben, der

- mindestens 10 cm mächtig ab Bodenoberfläche bis zum mineralischen Kontakt ist oder der
- mindestens 40 cm mächtig ist und dessen obere Grenze innerhalb von 30 cm unter der Bodenoberfläche liegt³.

¹ Food and Agriculture Organization of the United Nations.

² Ein *folic* Horizont (von lateinisch *folium*, Blatt) ist ein Oberbodenhorizont oder ein Unterbodenhorizont in geringer Tiefe, der aus gut durchlüftetem organischen Material besteht.

³ Der Hinweis in FAO (1998) auf die Abwesenheit eines *andic* oder *vitric* Horizontes innerhalb der oberen 30 cm unter Geländeoberfläche spielt im Zusammenhang mit den kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen keine Rolle.

Ein *histic* Horizont ist wie folgt definiert:

Ein *histic* Horizont (von griechisch *histos*, Gewebe) ist ein Oberbodenhorizont oder ein Unterbodenhorizont in geringer Tiefe, der aus wenig durchlüftetem organischen Bodenmaterial besteht.

Ein *histic* Horizont muss

1. folgende Mindestwerte an organischem Kohlenstoff enthalten:
 - a. **entweder** mindestens 18 Gewichtsprozent organischen Kohlenstoff (30 % organische Substanz), wenn die Mineralfraktion aus mindestens 60 % Ton besteht
 - b. **oder** mindestens 12 Gewichtsprozent organischen Kohlenstoff (20 % organische Substanz), wenn die Mineralfraktion keinen Ton enthält
2. **und** in den meisten Jahren mindestens einen Monat mit Wasser gesättigt sein (außer er ist künstlich entwässert)
3. **und** mindestens 10 cm mächtig sein. Ein Horizont von weniger als 20 cm Mächtigkeit ist dann *histic*, wenn er bei Mischung des Materials bis in 20 cm Tiefe mindestens 12 Gewichtsprozent organischen Kohlenstoff (20 % organische Substanz) enthält.

Der IPCC (2003) hat kohlenstoffreiche, d. h. organische Böden wie folgt definiert:

Böden sind organisch, wenn sie entweder die Anforderungen 1 und 2 oder 1 und 3 aus der u. a. Liste erfüllen:

1. mindestens 10 cm mächtig, wobei Horizonte von weniger als 20 cm Mächtigkeit bei Durchmischung bis in 20 cm Tiefe mindestens einen Gehalt von 12 Prozent organischem Kohlenstoff enthalten müssen,
2. Böden, die bis auf wenige Tage niemals wassergesättigt sind, müssen mindestens 20 Prozent organischen Kohlenstoff (ca. 35 % organische Substanz) enthalten,
3. Böden, die zeitweise wassergesättigt sind, müssen in Abhängigkeit vom Tongehalt folgende Anforderungen erfüllen:
 - a. ohne Ton mindestens 12 Prozent organischen Kohlenstoff (ca. 20 % organische Substanz),

- b. bei ≥ 60 % Ton mindestens 18 Prozent organischen Kohlenstoff (ca. 30 % organische Substanz),
- c. bei > 0 und < 60 % Ton einen proportionalen Gehalt zwischen 12 und 18 % organischem Kohlenstoff.

Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen sind in der Regel zeitweise in oberflächennahen Schichten wassergesättigt (z. B. in den Wintermonaten), so dass die IPCC-Kriterien 1 und 3 heranzuziehen sind. Die Definitionen nach IPCC und FAO unterschieden sich nicht grundlegend. Allerdings wird durch Rückbezug auf FAO (1998) klar, dass Standorte mit mineralisch überdeckten kohlenstoffreichen Horizonten (Torfe) nur dann zu den organischen Böden gerechnet werden,

- wenn die mineralische Überdeckung nicht mehr als 30 cm beträgt und
- wenn die kohlenstoffreichen Horizonte (Torfe) eine Mindestmächtigkeit von 40 cm aufweisen.

2.2 Kohlenstoffreiche Böden nach bodenkundlicher Kartieranleitung

2.2.1 Horizonte mit hohem Gehalt an organischer Substanz

Bei der Ansprache von Horizonten nach der bodenkundlichen Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) werden die Gehalte an organischer Substanz nach Tabelle 1 klassifiziert. Die Grenzen der Gehaltsklassen stimmen nicht vollständig mit denen der IPCC-Definition überein. Mit den Klassen h7 und, im oberen Wertebereich, auch h6 werden die Kriterien für die Gehalte an organischer Substanz für Horizonte von organischen Böden nach IPCC abgedeckt.

Folgende Horizonte weisen definitionsgemäß hohe Gehalte an organischer Substanz auf:

- H-Horizonte: organische Horizonte mit ≥ 30 Gewichts-% organischer Substanz (h7, Torf),
- Aa-Horizonte: A-Horizont, unter Grundwasser- oder Stauwassereinfluss entstanden, mit 15 bis < 30 Gewichts-% organischer Substanz (8,7 bis < 15 % organischer Kohlenstoff, h6, anmoorig).

Tabelle 1: Klassen der Gehalte an organischer Substanz (AD-HOC-AG BODEN 2005).

Klasse	organische Substanz Gewichts-%	organischer Kohlenstoff Gewichts-%*	Bezeichnung
h0	0	0	humusfrei
h1	< 1	ca. < 0,6	sehr schwach humos
h2	1 – < 2	0,6 – < 1,2	schwach humos
h3	2 – < 4	1,2 – < 2,3	mittel humos
h4	4 – < 8	2,3 – < 4,6	stark humos
h5	8 – < 15	4,6 – < 8,7	sehr stark humos
h6	15 – < 30	8,7 – < 15	extrem humos, anmoorig
h7	≥ 30	≥ 15	organisch, Torf

* Zur Berechnung der Gehalte an organischem Kohlenstoff werden die Gehalte an organischer Substanz bei Mineralböden (h1 bis h6) durch 1,72 und bei Mooren (h7) durch 2,0 geteilt.

2.2.2 Bodentypen mit kohlenstoffreichen Horizonten

Die IPCC-Definition zur Auswahl der kohlenstoffreichen Böden in Abhängigkeit von der Mächtigkeit der kohlenstoffreichen Horizonte ist ebenfalls nicht vollständig auf die nach bodenkundlicher Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) und niedersächsischer Anweisung zur Erfassung von bodenkundlichen Profildaten (NLFB 2000) gewonnenen Daten zu übertragen.

In Analogie zur IPCC-Definition lassen sich folgende reine Bodentypen⁴ als kohlenstoffreiche Böden klassifizieren:

- **Hochmoor, Niedermoor:** Liegt an der Bodenoberfläche eine mindestens 30 cm mächtige Schicht aus Torf (einschließlich Mudden)⁵ mit mindestens 30 Gewichts-% organischer Substanz (h7) vor, spricht man von einem Moor. Je nach Torfart werden Hoch- und Niedermoores unterschieden.

Neben den reinen Bodentypen gibt es Übergangsbodentypen⁶ aus mineralischen und organischen Bodentypen, insbesondere bei flachen Torfauflagen oder bei mineralischer Überdeckung der Torfe.

Nach der Anweisung zur Erfassung von bodenkundlichen Profildaten (NLFB 2000) werden Moore als Hauptbodentyp ausgewiesen, wenn eine flache (< 40 cm) mineralische Überdeckung vorliegt (Tab. 2). Dieses Kriterium weicht von der Definition nach FAO (1998) ab, wonach eine Überdeckung maximal 30 cm betragen darf, um den Standort als Histosol anzusprechen. Angesichts der Tatsache, dass es sich bei der Mächtigkeit der Überdeckung nach den deutschen Klassifikationssystemen um eine Klasse mit Mächtigkeiten im Bereich ≥ 20 bis < 40 cm, im Mittel also 30 cm, handelt, kann diese Abweichung toleriert werden. Dabei ist ebenfalls zu berücksichtigen, dass Mächtigkeiten im Gelände kleinräumig variieren können und dass daher eine dezimetergenaue Festlegung der Mächtigkeit in Karten mit Unschärfen bezüglich der tatsächlichen räumlichen Ausdehnung der beschriebenen Legendeneinheit belegt ist.

Am Beispiel in Tabelle 2 lässt sich erläutern, wie die Zuordnung der Übergangsbodentypen zu den kohlenstoffreichen Böden vorgenommen wird. Danach werden die Übergangsbodentypen G/HN und G/HN (grau hinterlegt) den kohlenstoffreichen Böden zugerechnet, der Übergangsbodentyp G//HN dagegen nicht.

⁴ Von reinen Bodentypen spricht man, wenn oberhalb 8 dm unter Geländeoberfläche (GOF) nur diagnostische Horizonte eines einzigen Bodentyps auftreten (NLFB 2000).

⁵ Dies gilt allgemein für Standorte mit einer Torfschicht an der Bodenoberfläche. Organogene Mudden an der Bodenoberfläche ohne Torfauflage werden dem Niedermoor zugeordnet. Mineralische

Mudden an der Bodenoberfläche führen dazu, dass der Standort nicht den kohlenstoffreichen Böden zugeordnet wird.

⁶ Übergangsbodentypen sind Standorte, an denen oberhalb 8 dm unter Geländeoberfläche (GOF) diagnostische Horizonte von zwei oder mehreren Bodentypen auftreten.

Tabelle 2: Beispiele zur Kennzeichnung der Tiefenstufen bei Überdeckungen und Unterlagerungen (nach NLF B 2000).

Beispiel: Gley über Niedermoor			
Zeichen	Mächtigkeit der Überdeckung	Bezeichnung	Symbol, vereinfacht
\	< 20 cm	Hauptbodentyp: Niedermoor, sehr flach überdeckt von Gley	GHN
/	≥ 20 – < 40 cm	Hauptbodentyp: Niedermoor, flach überdeckt von Gley	G/HN
//	≥ 40 – < 80 cm	Hauptbodentyp: Gley unterlagert von Niedermoor	G//HN

Es ergeben sich folgende weitere (Übergangs-) Bodentypen als kohlenstoffreiche Böden:

- **„Moorgley“, Mineralboden mit flacher Torfauflage:** Bei einem Standort mit einer Torfschicht (h7) an der Bodenoberfläche von ≥ 10 und < 30 cm Mächtigkeit (einschließlich organischer Mudden), wird der unterlagernde Bodentyp für die Typisierung herangezogen. Die Torfart wird nicht immer angegeben, da die Torfe in den oberflächennahen Schichten teilweise stark zersetzt sind und die Torfart nicht mehr festgestellt werden kann. In Verbindung mit dem Nebentyp Gley gibt es Gleye mit geringmächtiger Erdniedermoorauflage (10–20 cm Torfauflage) oder Gleye mit Erdniedermoorauflage (20– < 30 cm Torfauflage). Darüber hinaus treten in geringem Umfang stauwasserbeeinflusste Böden (Pseudogleye), Marsch- und Strandböden mit Erdniedermoorauflage auf. Die Bezeichnung „Moorgley“ stellt in diesem Zusammenhang einen Sammelbegriff dar und umfasst alle Mineralböden mit flacher Torfauflage, mit Ausnahme der Organomarsch.
- **Organomarsch mit Niedermoorauflage:** Böden aus lagunären Sedimenten mit hohem Anteil an organischen Makroresten und einer Mächtigkeit > 20 cm werden als Organomarsch angesprochen. Organomarschen weisen in der Regel Gehalte an organischem Kohlenstoff zwischen 4 und 8 % auf und fallen damit nicht unter die kohlenstoffreichen Böden. Mit der Überdeckung durch Torfschichten ist allerdings das Kriterium des IPCC für kohlenstoffreiche Böden erfüllt.
- **Flach überlagerter Torf** wird angesprochen, wenn weniger als 40 cm Mineralboden eine mindestens 30 cm mächtige Torfschicht (h7) (einschließlich organischer Mudden) überdeckt. In der Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 (BK50) liegen vor allem mineralische Überlagerungen durch Kleimarsch, Kalkmarsch oder Gley vor (GEHRT et al. 2021).
- **Mächtig überlagerter Torf:** Hierbei handelt es sich um Mineralböden, die in einer Tiefe von mindestens 40 cm von einer mindestens 30 cm mächtigen Torfschicht unterlagert sind.

Weitere kohlenstoffreiche Böden sind kultivierte Moore, d. h. Moorböden, die profilverändernden Maßnahmen unterzogen worden sind. Im Folgenden werden hierbei Sanddeckkulturen, bei denen unter der Mineralbodendecke die Torfstratigraphie nicht verändert wurde, und Moor-Trepose, bei denen die Torfstratigraphie durch eine Vermischung von mineralischen und torfhaltigen Schichten gestört wurde, unterschieden.

- Eine **Sanddeckkultur** ist ein Kulturboden auf Moor und besteht aus einer etwa 1 bis 2 dm mächtigen, künstlich aufgebrachtene Sanddecke (ggf. auch eine Decke aus einem anderen mineralischen Material) über anstehendem Torf. Sie wurde vor allem auf hofnahen Flächen zur Verbesserung der Trittfestigkeit für die Beweidung von Hochmoorgrünland angelegt. Der Schutz der liegenden Torfe vor Mineralisierung durch die Sanddecke ist nicht vollständig. Die Mächtigkeit der Sandauflage und die Nutzungsart sind entscheidend bei der Beurteilung der torfkonservierenden Eigenschaften einer Sanddeckkultur. Die unter dem Sand liegenden Torfe können bei Ackernutzung durch Bodenbearbeitung an die Oberfläche geholt und dort mineralisiert werden, so dass Kohlendioxid freigesetzt wird.
- **Moor-Trepose** (Tiefumbruchböden aus Mooren): Moor-Trepose sind Umbruchböden, deren Profile durch Meliorations- oder Kulturmaßnahmen bis in eine Tiefe von mehr als 40 cm umgestaltet wurden. Je nach Meliorationsart wird die Verteilung von Mineralboden und Torf im Profil verändert. Vor allem folgende Kategorien sind in Niedersachsen zu finden:

- **Boden aus Sandmischkultur oder Tiefpflugsanddeckkultur:** Diese Böden sind durch schräggestellte, wechsellagernde Torf- und Sandbalken gekennzeichnet, die durch Tiefpflügen nach dem industriellen Torfabbau entstanden. Die Pflugbalken sind i. d. R. um 135° schräggestellt. Bei den Tiefumbrüchen ergibt sich bei einer Resttorfmächtigkeit von 50–60 cm und einer Pflugtiefe von 80–100 cm ein volumetrisches Sand-Torfverhältnis von ca. 1 : 1. In Abhängigkeit von der Pflugtiefe bzw. der Mächtigkeit der vormaligen Torfdecke finden sich Verhältnisse zwischen 2 : 1 und 1 : 2. Die Torfbalken dienen der Wasser- und Nährstoffspeicherung und Verbesserung der Durchwurzelbarkeit, die Sandbalken wirken drainierend. Bei Tiefpflugsanddeckkulturen, die nur in geringem Flächenumfang auf geringmächtigen Niedermooren angelegt worden sind, wird mit speziellen Pflügen eine Sandmischkultur mit einer Sanddecke abgedeckt.
- **Baggerkuhlungsboden:** Baggerkuhlungen werden auf Hochmoor und Hochmoor über Niedermoor mit mehr als 180 cm Mächtigkeit als Meliorationsverfahren mit konventionellen Baggern ausgeführt. Ziel der Maßnahme ist es, den Torf zu vergraben und dabei mit einer Sanddecke aus dem Untergrund zu bedecken. Daher ist der Baggerkuhlungsboden durch einen 3–5 m mächtigen, gestörten und teilweise mit Sandlinsen durchsetzten Torfkörper aus Weiß- und Schwarztorfen und eine nach oben abschließende Sanddecke von 5–6 dm Mächtigkeit (im Grünland z. T. auch geringmächtiger) gekennzeichnet.
- **Boden aus Spittkultur⁷:** Spittkulturen sind durch Nutzung von Schwarztorf, Umlagerung (Spitten) des nicht genutzten Hochmoortorfs und Überdeckung mit einer etwa 4 dm mächtigen carbonathaltigen Kleidecke aus dem Untergrund von Hand bis in eine Tiefe von 2 m umgesetzte Böden. Sie weisen im Profil ein Muster von Gräben mit umgesetztem Torf und Klei auf, wobei Grabenabstand und Grabenbreite 1–2 m oder mehr betragen können und damit deutlich breiter sind, als die Balken bei Sandmischkulturen.

Spittkulturen sind südlich des Jadebusens anzutreffen.

2.2.3 Bodentypen mit relativ kohlenstoffreichen Horizonten, die die Definition des IPCC nicht erfüllen

Folgende Bodentypen erfüllen die Definition des IPCC in der Regel nicht:

- **Anmoorgleye** (auch: Anmoorpseudogleye und Anmoorstagnogleye) sind gekennzeichnet durch einen 10 bis < 40 cm mächtigen Aa-Horizont mit einem Gehalt an organischer Substanz zwischen 15 und < 30 % (h6). Anmoorgleye erfüllen die Definition des IPCC lediglich dann, wenn sie
 - (a) einen mindestens 20 cm mächtigen Aa-Horizont mit 12 % organischem Kohlenstoff oder
 - (b) einen mindestens 17 cm mächtigen Aa-Horizont mit 15 % organischem Kohlenstoff oder
 - (c) eine Kombination der Werte auf der Linie dazwischen erfüllen (Abb. 1)⁸.

Abbildung 1 stellt den Zusammenhang zwischen dem Gehalt an organischem Kohlenstoff und der Mächtigkeit der Schichten für die organischen Böden nach IPCC (2003) (gestrichelte rote Linie; Annahme: zeitweise wassergesättigte, tonarme Böden) sowie für einige kohlenstoffreiche Bodentypen nach bodenkundlicher Kartieranleitung (AD-HOC-AG BODEN 2005) dar. Wie zu erkennen ist, wird bei Anmoorgleyen die Definition des IPCC (2003) größtenteils nicht erfüllt und zwar dann nicht, wenn der Aa-Horizont weniger als ca. 20 cm mächtig ist oder wenn der Gehalt an organischem Kohlenstoff unter 14 % liegt.

Böden mit den entsprechenden Kohlenstoffgehalten sind zudem in der Mehrzahl Abbaustadien ehemaliger flacher Moore oder Moorogleye, die durch Bodenbearbeitung stark verändert sind. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Gehalte an organischer Substanz abnehmen und die Standorte aus der IPCC-Definition für organische Böden herausfallen. Da diese Abbaustadien nur temporäre Übergangsstadien zu Gleyen darstellen und sie die Arealgröße von 6 ha i. d. R. nicht überschreiten, sind sie in der BK50 nicht nachgewiesen.

⁷ Aufgrund der mächtigen Kleidecken, der breiten Balken aus anstehendem mineralischem Kleimaterial sowie im Hinblick auf die Klimarelevanz und mögliche Maßnahmen der Emissionsminderung gilt es zu prüfen, ob Spittkulturen im Kontext der kohlenstoffreichen Böden betrachtet werden sollten.

⁸ Annahmen: Liegende mineralische Schicht enthält 1 % organischen Kohlenstoff, die Dichte der Schichten ergibt sich nach SPRINGOB et al. (2001) aus: Rohdichte = $1,52 - 0,213 \cdot \ln(C_{\text{org}}[\%])$.

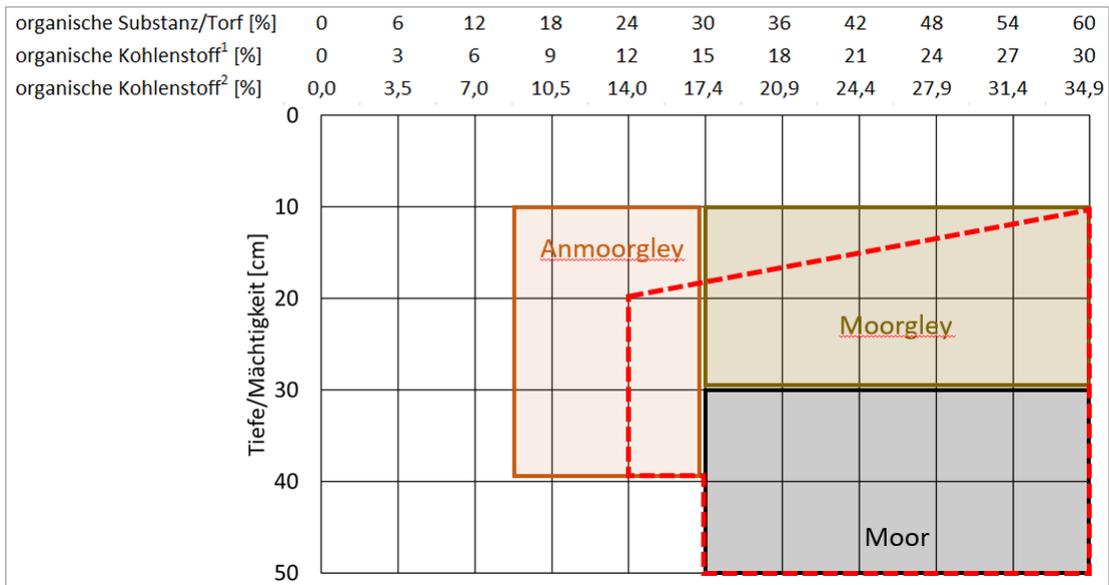


Abbildung 1: In Anmoorgley, Moorgley und Moor definitionsgemäß auftretende Kombinationen aus Tiefenlage und Mächtigkeit der Schichten sowie des Gehaltes an organischer Substanz bzw. an organischem Kohlenstoff (¹ Faktor 2,0; ² Faktor 1,72 für das Verhältnis von organischer Substanz zu organischem Kohlenstoff) und Definitionsbereich der organischen Böden nach IPCC (2003) (rot gestrichelt umrandete Fläche, für zeitweise wassergesättigte, tonarme Böden). Für Moor ist die Mächtigkeit nicht begrenzt.

- **Ehemaliger Moorgley unter Acker:** Hierbei handelt es sich um Standorte mit geringmächtiger Torfauflage (Moorgley) zum Zeitpunkt der Bodenschätzung (in der Regel vor einigen Jahrzehnten), bei denen davon ausgegangen wird, dass infolge von Bodenbearbeitung oder Kultivierungsmaßnahmen, die zu einer Vermischung von Torf und mineralischen Substraten des Unterbodens geführt haben, der Charakter des Moorgleys inzwischen verlorengegangen ist. In der Profilbeschreibung werden diese Standorte mit einem Hinweis auf die Moorvergangenheit („mit Torfresten im Pflughorizont“) versehen.
- **Auenböden und Marschen** weisen Gehalte an organischer Substanz der Klassen h3 und h4, Organomarschen der Klassen h4 bis h5 auf. Diese Bodentypen erfüllen damit nicht die Definition der IPCC für kohlenstoffreiche Böden (HÜBSCH et al. 2013). Dies gilt ebenso für Gleye und Pseudogleye.

2.3 Versiegelte Flächen

Die Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 liefert flächendeckende Informationen (GEHRT et al. 2021) und schließt versiegelte Flächen ein. Dies ist maßstabsbedingt, da versiegelte Flächen häufig nur

kleinere Teile von Grundstücken (z. B. Grundfläche eines Hauses) oder schmale lineare Strukturen (z. B. Straßen) darstellen, die in dem Maßstab nicht adäquat als eigenständige Fläche abgebildet werden können. Auch lässt sich die Auswirkung der Versiegelung auf das Bodenprofil nicht ausreichend genau abschätzen, um aus der Versiegelung hervorgegangene Bodentypen darzustellen. Die Karte der kohlenstoffreichen Böden (Kap. 3.1, BHK50) folgt dem flächendeckenden Ansatz.

Im Hinblick auf die Klimarelevanz sowie die Möglichkeit von Maßnahmen zur Emissionsminderung sind versiegelte Flächen gesondert zu betrachten. Stark durch Versiegelung überprägte Standorte sind bodentypologisch verändert worden, teilweise durch Auskofferung der Torfe und/oder durch Verschluss der Bodenoberfläche, so dass auch der Charakter eines kohlenstoffreichen Bodens verlorengegangen ist.

Bei der Erstellung der Karte der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz wurden Flächen, die nach ADV (2015) eine Objektart mit einem mittleren Versiegelungsgrad von mehr als 30 % aufweisen sollten, aus der Karte ausgeschlossen⁹. Das Vorgehen zur Ausweisung der Versiegelungsgrade in Abhängigkeit von der Objektart ist bei SBRESNY (2017) beschrieben.

⁹ Dies betrifft die Objektarten AX_Wohnbaufläche, AX_IndustrieUndGewerbefläche (tlw.), AX_Bergbaubetrieb, AX_FlächeGemischterNutzung, AX_FlächeBesondererFunktionalerPrägung, AX_SportFreizeitUndErholungsfläche (tlw.), AX_Strassenverkehr,

AX_Platz, AX_Bahnverkehr, AX_Flugverkehr (tlw.) und AX_Schiffsverkehr.

3. Karten der kohlenstoffreichen Böden

Anhand der o. a. Kriterien wurden die kohlenstoffreichen Böden aus der nutzungsdifferenzierten Bodenkarte des Landes Niedersachsen im Maßstab 1 : 50.000 (BK50n, GEHRT et al. 2021) extrahiert. Einen Überblick über alle kohlenstoffreichen Böden gibt die BHK50 (Kap. 3.1). Weitere Derivate wurden im Hinblick auf unterschiedliche Anwendungen und Rechtsbereiche erstellt, so für Fragen des Klimaschutzes (Kap. 3.2), für eine aktualisierte Programmkulisse der Niedersächsischen Moorlandschaften (Kap. 3.3) sowie für den Grünlanderhalt auf Moorböden nach Naturschutzrecht (Kap. 3.4).

3.1 Karte der kohlenstoffreichen Böden 1 : 50.000 (BHK50)

Diese Karte gibt einen Überblick über alle Standorte, die Schichten im Sinne der Definitionen nach Kap. 2 enthalten. Hierbei handelt es sich um folgende Kategorien:

1. Hochmoor,
2. Niedermoor,
3. Moorgley,
4. flach überlagerter Torf,
5. Organomarsch mit Niedermoorauflage,
6. Sanddeckkultur,
7. Moor-Treposele,
8. mächtig überlagerter Torf.

3.2 Karte der kohlenstoffreichen Böden 1 : 50.000 mit Bedeutung für den Klimaschutz ohne versiegelte Flächen (BHK50KSoVS)

Nicht alle kohlenstoffreichen Böden sind für die Fragestellung „Klimaschutz“ relevant, d. h., sind für Maßnahmen zum Klimaschutz geeignet. Als Maßnahmen zum Klimaschutz werden hier im weitesten Sinne solche verstanden, die dem anthropogen verursachten Klimawandel entgegenwirken, seine Folgen abmildern oder ihn sogar verhindern (UBA 2009). Bezogen auf die kohlenstoffreichen Böden sind dies im Idealfall Maßnahmen zur Wiederherstellung eines naturnahen Zustands (Vernässung und Renaturierung), die zu einer weitgehenden Reduzierung der Emissionen und im Idealfall sogar zu einer geringfügigen Aufnahme von Treibhausgasen, vor allem von Kohlendioxid, durch das System Boden–Pflanze führen können. Weitere Maßnahmen, die der Erhaltung einer wirtschaftlich tragfähigen Bewirtschaftung Rechnung tragen, wie z. B.

Wasserstandsanhhebung, Nutzungsextensivierung und Umstellung von Acker- auf Grünlandnutzung, bewirken eine teilweise Reduktion der Emissionen. Darüber hinaus sind gegebenenfalls auch Maßnahmen erforderlich, die den Erhalt des aktuellen Zustands zum Ziel haben, z. B. den Schutz naturnaher Moore durch die Schaffung von Pufferzonen. Für den Klimaschutz von Bedeutung sind somit (A) Standorte mit einem Potenzial zur Emissionsminderung (Minderungspotenzial) oder (B) Standorte mit einem besonderen Schutzbedarf (HÜBSCH et al. 2013, HÜBSCH & HÖPER 2014).

Folgende Bodentypen nach bodenkundlicher Kartieranleitung erfüllen die Definition des IPCC und weisen ein Potenzial für Maßnahmen des Klimaschutzes zur Reduzierung der Treibhausgasemissionen auf. Sie werden daher in die Karte der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz aufgenommen. Flächen mit einem Versiegelungsgrad > 30 % werden ausgeschlossen.

1. Hochmoor,
2. Niedermoor,
3. Moorgley,
4. flach überlagerter Torf,
5. Organomarsch mit Niedermoorauflage,
6. Sanddeckkultur.

3.3 Kohlenstoffreiche Böden in Niedersachsen 1 : 50.000 mit Bedeutung für den Klima- schutz sowie zusätzliche Moorlebensräume der „Programmkulisse Niedersächsische Moorlandschaften“ ohne versiegelte Flächen (BHK50NMLoVS)

Bei der Erstellung des Programms wurde eine Flächenkulisse der Niedersächsischen Moorlandschaften erstellt (MU 2016). Nach Fertigstellung der Bodenkarte im Maßstab 1 : 50.000 im Jahre 2018 als Grundlage für die Auswahl der kohlenstoffreichen Böden und nach Abstimmung innerhalb der AG Moormanagement (HÖPER 2021) werden die u. a. Bodenkategorien in diese Karte aufgenommen. Flächen mit einem Versiegelungsgrad > 30 % werden ausgeschlossen.

Die Karte der kohlenstoffreichen Böden wird um Standorte ergänzt, die nach den Daten des LBEG keine kohlenstoffreichen Böden aufweisen bzw. die ggf. maßstabsbedingt nicht durch die bodenkundliche Kartierung erfasst worden sind, aber eine moortypische Vegetation aufweisen. Diese werden als „zusätzliche Moorlebensräume“ bezeichnet (MU

2016). Die Datengrundlage für die Kartendarstellung wird vom Niedersächsischen Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) zur Verfügung gestellt.

Insgesamt ergeben sich daher folgende Standortkategorien:

1. Hochmoor,
2. Niedermoor,
3. Moorgley,
4. flach überlagerter Torf,
5. Organomarsch mit Niedermoorauflage,
6. Sanddeckkultur,
7. zusätzliche Moorlebensräume.

3.4 Karte der kohlenstoffreichen Böden 1 : 50.000 mit Bedeutung für den Grünlanderhalt auf Moorböden ohne versiegelte Flächen (BHK50GLEoVS)

Die Karte der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Grünlanderhalt auf Moorböden bezieht sich auf die Umsetzung des § 5 Abs. 2 Ziffer 5 BNatSchG, wonach u. a. „auf Moorstandorten ein Grünlandumbruch zu unterlassen“ ist. Im Niedersächsischen Ausführungsgesetzes zum Bundesnaturschutzgesetz (NAGBNatSchG) wird dieses Umbruchverbot konkretisiert und als Ordnungswidrigkeit eingestuft. Nach den Auslegungshinweisen des MU (2021a) zum Grünlandumbruchverbot handelt

es sich um Moorstandorte, „wenn unter natürlichen Standortbedingungen der Hauptbodentyp Hochmoor oder Niedermoor vorliegt. Das heißt, es liegt eine mindestens 30 cm mächtige Torfschicht mit einem Humusgehalt von mindestens 30 Masse-Prozent vor, die maximal mit weniger als 40 cm mineralischem Material überdeckt ist.“ Dazu zählen folgende Bodenkategorien:

1. Hochmoor,
2. Niedermoor,
3. flach überlagerter Torf,
4. Organomarsch mit Niedermoorauflage,
5. Sanddeckkultur.

4. Flächengerüst der Karten der kohlenstoffreichen Böden

4.1 Fläche der kohlenstoffreichen Böden nach Kartentyp

Die Karte der kohlenstoffreichen Böden weist insgesamt 682.100 ha aus, davon 207.700 ha Hochmoor und 168.400 ha Niedermoor. Davon sind etwa 24.400 ha zu mehr als 30 % versiegelt. Für den Klimaschutz relevant sind 484.300 ha. Für die Niedersächsischen Moorlandschaften ergibt sich unter Einbeziehung der zusätzlichen Moorlebensräume eine Gesamtfläche von 502.600 ha. Für den Grünlanderhalt nach NAGBNatSchG relevant sind 424.900 ha.

Tabelle 3: Fläche der kohlenstoffreichen Böden nach Kategorien für die unterschiedlichen Kartentypen (Angaben in ha).

Nr.	Kategorie	gesamt (BHK50/ BHK50BOT)	versiegelt	Klimaschutz* (BHK50KSoVS)	Kulisse Moorlandschaften* (BHK50NMLoVS)	Grünland- erhalt* (BHK50GLEoVS)
		Fläche in ha (gerundet)				
1	Hochmoor	207.700	6.700	201.000	201.000	201.000
2	Niedermoor	168.400	3.700	164.700	164.700	164.700
3	Moorgley	61.400	2.000	59.400	59.400	
4	flach überlagerter Torf	40.700	1.300	39.400	39.400	39.400
5	Organomarsch mit Niedermoorauflage	8.000	400	7.600	7.600	7.600
6	Sanddeckkultur	12.900	700	12.200	12.200	12.200
7	Moor-Treposele (Tiefumbruchböden aus Mooren)	124.100	6.200			
8	mächtig überlagerter Torf	58.900	3.400			
9	zusätzliche Moorlebensräume				18.300	
	Summe	682.100	24.400	484.300	502.600	424.900

* ohne versiegelte Flächen.

4.2 Fläche der kohlenstoffreichen Böden nach Kategorie und Nutzung

Die Nutzung wurde anhand der Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) aus dem Jahr 2020 ermittelt (AdV 2015). Neben den Objektarten Landwirtschaft (v. a. Ackerland, Grünland) und Wald wurden die Objektarten Gehölz, Heide, Moor und Unland zu einer Klasse zusammengeführt. Objektarten aus dem Siedlungsbereich, Gewässer und Torfabbauflächen wurden unter Sonstiges zusammengefasst.

Der größte Teil der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz, gut 270.000 ha, wird als Grünland genutzt, weitere knapp 65.000 ha als Ackerland (Tab. 4). Der Anteil der kohlenstoffreichen Böden unter Grünland liegt bei 56 %, derjenige unter Ackerland bei 13 % (Tab. 5). Bei Niedermooren befindet sich mit 76 % mehr Fläche unter landwirtschaftlicher Nutzung als bei Hochmooren mit 54 %. Organomarschen werden zu mehr als 85 % als Grünland genutzt. Sanddeckkulturen liegen etwa zu gleichen Teilen unter Acker- und Grünlandnutzung. Der Ackeranteil auf Moorgley liegt bei 12 %, dennoch erscheint der Wert zu hoch, wenn

man berücksichtigt, dass durch eine wendende Bodenbearbeitung mit 30 cm Tiefe der Moorgley, der definitionsgemäß eine Torfaufgabe unter 30 cm über Mineralboden hat, zerstört wird. Mit der laufenden großmaßstäbigen Neukartierung der kohlenstoffreichen Böden ist eine Klärung dieses Sachverhaltes zu erwarten.

51.000 ha befinden sich unter Wald, und 73.000 ha werden nach ATKIS den Objektarten Gehölz, Heide oder Moor zugewiesen. Der Anteil letzterer ist bei Hochmooren mit 57.000 ha und 29 % besonders hoch und ein Ergebnis der Unterschätzung von Hochmoorstandorten im Rahmen des Niedersächsischen (Hoch-)Moorschutzprogramms aus den Jahren 1981 bis 1994 (ML 1981, 1986; MU 1994). Unter Sonstiges findet man neben Gewässern und Siedlungsflächen auch Abtorfungsflächen, die in den Hochmooren einen relevanten Anteil ausmachen. Die Ausweisung als Abtorfungsfläche nach ATKIS ist das Ergebnis einer Luftbildauswertung und tendiert zu einer Überschätzung des Anteils der tatsächlich aktuell aktiv in Abtorfung befindlichen Fläche (FRANK et al. 2021).

Tabelle 4: Fläche der kohlenstoffreichen Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz (BHK50KSoVS) nach Kategorie und Nutzung (Angaben in ha).

	Kategorie	Acker	Grünland	Wald	Gehölz/ Heide/Moor	Sonstiges	Summe
1	Hochmoor	21.000	88.400	14.300	57.300	20.000	201.000
2	Niedermoor	26.800	98.100	25.500	11.500	2.800	164.700
3	Moorgley	7.100	38.100	10.700	2.400	1.100	59.400
4	flach überlagerter Torf	2.900	33.800	300	1.500	900	39.400
5	Organomarsch mit Niedermoorauflage	800	6.600	0	100	100	7.600
6	Sanddeckkultur	5.900	5.600	200	200	300	12.200
	Summe	64.500	270.500	51.000	73.000	25.200	484.300

Tabelle 5: Anteil der Nutzungsklassen für kohlenstoffreiche Böden mit Bedeutung für den Klimaschutz (BHK50KSoVS) (Angaben in %).

Kategoriengruppe	Acker	Grünland	Wald	Gehölz/ Heide/Moor	Sonstiges	Summe
Hochmoor	10	44	7	29	10	100
Niedermoor	16	60	15	7	2	100
kohlenstoffreiche Böden	13	56	11	15	5	100

4.3 Fläche der kohlenstoffreichen Böden nach Kategorie und Torfmächtigkeitsklassen

Nach derzeitigem Kenntnisstand findet man bei knapp 130.000 ha vorwiegend Hoch- und Niedermoor Torfmächtigkeiten von über 20 dm (Tab. 6). Weitere 100.000 ha liegen zwischen 8 und 20 dm. Für etwa 80.000 ha ist die Torfmächtigkeit nicht genau bekannt. Knapp 110.000 ha weisen Mächtigkeiten von weniger als 8 dm auf. Bei 67.000 ha Moorgleyen und den mit Niedermoortorf überlagerten Organomarschen liegen die Mächtigkeiten der

Torfauflage definitionsgemäß unter 3 dm. Je nach Datum der letzten Begehung – diese kann bereits einige Jahrzehnte zurückliegen – und der Nutzungsintensität ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass die Standorte mit geringer Torfmächtigkeit zum Zeitpunkt der letzten Begehung heute nicht mehr als kohlenstoffreicher Boden einzustufen sind.

Tabelle 6: Fläche der kohlenstoffreichen Böden nach Kategorie und Torfmächtigkeitsklasse (Angaben in ha).

Nr.	Kategorie	Klassen der Torfmächtigkeit (Angaben in dm)					
		2 bis < 3	≥ 3*	3 bis < 8	8 bis < 13	13 bis < 20	≥ 20
1	Hochmoor		33.800	49.700	31.200	12.100	74.200
2	Niedermoor		35.000	51.800	37.900	8.800	31.200
3	Moorgley	59.400					
4	flach überlagerter Torf		8.100	4.000	4.300	900	22.100
5	Organomarsch mit Niedermoorauflage	7.600					
6	Sanddeckkultur		3.500	2.700	1.900	2.500	1.600
	Summe	67.000	80.400	108.200	75.300	24.300	129.100

* Torfmächtigkeit nicht bekannt, aber mindestens 3 dm.

5. Ausblick

Derzeit findet eine Neukartierung der kohlenstoffreichen Böden in Niedersachsen statt. Dabei liegt ein Fokus auf Moorflächen- und Torfmächtigkeitsverluste durch Torfmineralisation und Bodenbearbeitung.

Die hier vorgestellten Karten basieren auf bodenkundlich-geologischen Informationen. Zur Beurteilung des Zustandes der kohlenstoffreichen Böden sind weitere Datengrundlagen heranzuziehen bzw. zukünftig aufzubauen. Vorhanden sind Daten zur allgemeinen Landnutzung nach ATKIS (AdV 2015), zur landwirtschaftlichen Nutzung im Rahmen der EU-Agrarförderung oder, auf naturschutzfachlich wertvollen Flächen, Informationen zum Biotoptyp. Für die landwirtschaftlich genutzten Moore fehlen jedoch flächenscharfe Informationen zur Nutzungsintensität, die vor allem auf Moorgrünland sehr variabel sein kann. Des Weiteren fehlen Informationen zu den Wasserständen im Jahresverlauf und auch in der interannuellen Schwankung. Anhand der BK50 können im mittleren Maßstab langjährige mittlere Hoch- und Tiefwasserstände, soweit sie sich teilweise auch am Bodenprofil ableiten lassen, dargestellt werden. Für großmaßstäbige Betrachtungen und Planungen müssen diese Wasserstandsschätzungen in Abhängigkeit von der kleinräumigen Topographie, vom Gewässernetz und

von Maßnahmen der Wasserregulierung oder Wasserstandsanehebung angepasst und räumlich differenziert werden. Hierbei sind auch potenzielle Auswirkungen des Klimawandels auf die Hydrologie zu berücksichtigen.

Infolge ihrer Dynamik und Empfindlichkeit gegenüber Änderungen in Nutzung und Wasserhaushalt unterliegen kohlenstoffreiche Böden stetigen Veränderungen. Ihre Kartierung muss daher in regelmäßigen Abständen aktualisiert werden. Darüber hinaus müssen zentrale Einflussfaktoren, wie Wasserstände und Nutzungsintensitäten, in adäquater räumlicher und zeitlicher Auflösung erfasst bzw. dokumentiert werden. Kohlenstoffreiche Böden erfordern eine besondere und stetige Aufmerksamkeit.

6. Literatur

- AD-HOC-AG BODEN (2005): Bodenkundliche Kartieranleitung (KA5). – 5. Aufl., 438 S., 41 Abb., 103 Tab., 31 Listen; Hannover.
- ADV – ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (2015): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem ATKIS. Digitales Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM). – München.
- BMUV (2022): Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz. Eckpunktepapier. – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz; Bonn, <www.bmuv.de>.
- 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-zielvereinbarung-zum-moorbodenschutz>>.
- BNATSCHG – GESETZ ÜBER NATURSCHUTZ UND LANDSCHAFTSPFLEGE (2009): Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I: 2542), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 18. August 2021 (BGBl. I: 3908) geändert worden ist. – <https://www.gesetze-im-internet.de/bnatschg_2009/BJNR254210009.html>.
- FAO – FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (1998): World Reference Base for Soil Resources, by ISSS–ISRIC–FAO. – World Soil Resources Reports **84**; Rome [ISBN 92-5-104141-5].
- FRANK, S., CASPERS, G., HÖPER, H. & SCHÄFER, W. (2021): Karte der Flächen mit industriellem Torfabbau in Niedersachsen. – GeoBerichte **38**: 31 S., 11 Abb., 7 Tab.; Hannover (LBEG), [DOI 10.48476/geober_38_2021].
- GAPKondV – GAP-Konditionalitäten-Verordnung (2021): Verordnung zur Durchführung der im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik geltenden Konditionalität. – Kabinettsfassung vom 17.12.2021, <<https://www.bmel.de/SharedDocs/Gesetzestexte/DE/GAPKondV.html>>.
- GEHRT, E., BENNE, I., EVERTSBUSCH, S., KRÜGER, K. & LANGNER, S. (2021): Erläuterung zur BK 50 von Niedersachsen. – GeoBerichte **40**: 282 S., 125 Abb., 100 Tab.; Hannover (LBEG), [DOI 10.48476/geober_40_2021].
- HÖPER, H. (2021): AG Moormanagement - Kulisse Moorlandschaften. – Schreiben an Ulrich Sippel, Nds. Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz vom 14.06.2021, Geschäftszeichen L3.2/L68103/05-00/2021-0001/003; Hannover (LBEG).
- HÜBSCH, L. & HÖPER, H. (2014): Bedeutung kohlenstoffreicher Böden für die Freisetzung von Treibhausgasen in Niedersachsen. – Wasser und Abfall **6**: 20–24.
- HÜBSCH, L., ENGEL, N., BOESS, J., MÜLLER, U., HÖPER, H., SCHÄFER, W., LANGNER, S. & GEHRT, E. (2013): Erstellung einer Gebietskulisse von Böden mit hohen Kohlenstoffgehalten im Auftrag des Niedersächsischen Ministeriums für Umwelt, Energie und Klimaschutz. – Abschlussbericht, Juli 2013; Hannover (LBEG) [Unveröff.].
- IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (2003): Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. – PENMAN, J., GYTARSKY, M., HIRAISHI, T., KRUG, T., KRUGER, D., PIPATTI, R., BUENDIA, L., MIWA, K., NGARA, T., TANABE, K. AND FABIAN WAGNER, F. (ed.), Institute for Global Environmental Strategies (IGES), Hiyama, Japan, <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/gpplulucf/gpplulucf_files/GPG_LULUCF_FULL.pdf>.
- KARTENSERVEN DES LBEG: NIBIS® Kartenserver im Niedersächsischen Bodeninformationssystem. – <<http://nibis.lbeg.de/cardomap3/>>.
- ML – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1981): Niedersächsisches Moorschutzprogramm, Teil I: Programm der Niedersächsischen Landesregierung zum Schutz der für den Naturschutz wertvollen Hochmoore. – Mappe mit Erläut., 37 S., 82 Karten 1 : 25.000; Hannover.
- ML – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR ERNÄHRUNG, LANDWIRTSCHAFT UND FORSTEN (1986): Niedersächsisches Moorschutzprogramm, Teil II: Programm der Niedersächsischen Landesregierung zum Schutz der für den Naturschutz wertvollen Hochmoore und Kleinsthochmoore. – Mappe mit Erläut., 12 S., 3 Anl. mit 29 S., Tab., Register und Listen, 1 Übersichtskarte 1 : 500.000, 4 Karten 1 : 25.000; Hannover.
- MU – NIEDERSÄCHSISCHES UMWELTMINISTERIUM (1994): Naturschutzfachliche Bewertung der Hochmoore in Niedersachsen. – Hannover, <[NdsMoorschutzprogramm_Neubewertung_Text.pdf](#)>.

- MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE UND KLIMASCHUTZ (2016): Programm Niedersächsische Moorlandschaften. Grundlagen, Ziele, Umsetzung. – 72 S.; Hannover, <<https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/themen/moorschutz/niedersaechsische-moorlandschaften-116261.html>>.
- MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ (2021a): Auslegungshinweise Grünlandumbruchverbot (zu § 2a NAGBNatSchG). – Erlass vom 17.05.2021; Hannover.
- MU – NIEDERSÄCHSISCHES MINISTERIUM FÜR UMWELT, ENERGIE, BAUEN UND KLIMASCHUTZ (2021b): Niedersächsisches Landschaftsprogramm. – Hannover.
- NAGBNATSchG – NIEDERSÄCHSISCHES AUSFÜHRUNGSGESETZ ZUM BUNDESNATURSCHUTZGESETZ vom 19. Februar 2010, verkündet als Artikel 1 des Gesetzes zur Neuordnung des Naturschutzrechts vom 19. Februar 2010 (Nds. GVBl.: 104), letzte berücksichtigte Änderung: mehrfach geändert; §§ 1a, 2a, 2b, 5, 13a und 25a eingefügt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 11.11.2020 (GVBl.: 451). – <<https://www.nds-voris.de/jportal/?quelle=jlink&query=BNatSchGAG+ND&psml=bsvorisprod.psml&max=true&aiz=true>>.
- NKLIMAG – NIEDERSÄCHSISCHES KLIMAGESETZ (2020): Niedersächsisches Gesetz zur Förderung des Klimaschutzes und zur Minderung der Folgen des Klimawandels vom 10. Dezember 2020. – Nds. GVBl. **45**: 464.
- NLFB – NIEDERSÄCHSISCHES LANDESAMT FÜR BODENFORSCHUNG (2000): Profil-Erfassungs-Programm (PEP) - Anweisung zur Erfassung von bodenkundlichen Profildaten nach Bodenkundlicher Kartieranleitung (KA4). – Version 1.1, 216 S.; Hannover.
- SBRESNY, J. (2017): Ableitung einer Nutzungsebene und Zuordnung von Versiegelungsklassen aus den ATKIS-Daten von 2015 Niedersachsen. – NIBIS®-Dokumentation, 9 S., Stand 07.01.2017; Hannover (LBEG) [Unveröff.].
- SPRINGOB, G., BRINKMANN, S., ENGEL, N., KIRCHMANN, H. & BÖTTCHER, J. (2001): Organic carbon levels of Ap horizons in North German pleistocene sands as influenced by climate, texture and history of land-use. – Journal of Plant Nutrition and Soil Science **164**, 681–690.
- UBA – UMWELTBUNDESAMT (2009): Dem Klimawandel begegnen - Die Deutsche Anpassungsstrategie. – Berlin (BMU).

Impressum

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

Die bisher erschienenen Geofakten können unter <http://www.lbeg.niedersachsen.de> abgerufen werden.

© LBEG Hannover 2022

Version: 05.09.2022

DOI: 10.48476/geofakt_37_1_2022

Autorenschaft

- Dr. Heinrich Höper, Tel.: 0511/ 643-3265
mail: Heinrich.Hoepfer@lbeg.niedersachsen.de
 - Dr. Ernst Gehrt, Tel.: 0511/ 643-3601
mail: Ernst.Gehrt@lbeg.niedersachsen.de
- Landesamt für Bergbau,
Energie und Geologie
Stilleweg 2, 30655 Hannover
Internet: <http://www.lbeg.niedersachsen.de>