

Torffrei im Garten

MOOR- UND KLIMASCHUTZ
DURCH DEN EINSATZ
VON TORFERSATZSTOFFEN



TerraPreila
IN NIEDERSACHSEN



Mit freundlicher Unterstützung
der Niedersächsischen Bingo-
Umweltsiftung

Torffreier Garten
Kooperationspartner
Kleingartenverein in Hannover



© Dr. Mona Gharib

Terra Preta Versuchsflächen
des Kleingärtnervereins
»Waldfrieden« e.V. in Duingen

HERAUSGEBER

Bund für Umwelt und
Naturschutz Deutschland (BUND)
Landesverband Niedersachsen e.V.
Goebenstraße 3a
30161 Hannover
Tel.: (0511) 9 65 69-34
E-Mail: terrapreta@nds.bund.net
www.bund-niedersachsen.de/terrapreta

VISDP

Carl-Wilhelm Bodenstern-Dresler

AUFLAGE

10.000, Juni 2016

PROJEKTLEITUNG

Dr. Mona Gharib

REDAKTION

Dr. Mona Gharib
Lara Schmidt

GESTALTUNG

Silvia Weindok

FOTOS

Umschlag: © Maksim Pasko,
kozoka303030 – fotolia.com



© Gera Tuchthalerhagen

Global denken, lokal handeln!



Stefan Wenzel,
Niedersächsischer
Umweltminister

Liebe Leserinnen und Leser,

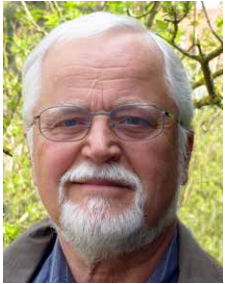
das oben genannte Motto trifft viele unserer Lebensbereiche – ganz besonders deutlich wird es jedoch im Bereich des Klimaschutzes. Damit die Folgen des Klimawandels noch beherrschbar bleiben, hat die internationale Staatengemeinschaft bei der UN-Klimakonferenz Ende des Jahres 2015 ein weitreichendes Klimaabkommen beschlossen. Um das Ziel einer Begrenzung der globalen Erwärmung allerdings noch erreichen zu können, müssen die Netto-Treibhausgas-Emissionen weltweit auf Null zurückgefahren werden. Dabei geht es u.a. auch darum, Moore in ihrer Funktion als natürlicher Speicher für klimarelevante Stoffe zu erhalten.

In durch Entwässerung beeinträchtigten Mooren und weiteren kohlenstoffreichen Böden sowie durch die Torfnutzung entstehen nämlich Treibhausgase, die in Niedersachsen rund 12% der Gesamtemissionen ausmachen. Das heißt, dass wir den Einsatz von Torf im Gartenbau reduzieren müssen. Die Entwicklung und Förderung von Torfersatzprodukten kann dazu beitragen, die Treibhausgas-Emissionen aus der Torfnutzung zu verringern und die natürlichen Kohlenstoffspeicher in Mooren zu erhalten.

„Lokal handeln“ kann also auch bedeuten, in der privaten Gartennutzung ohne Torfe auszukommen. Kreislaufwirtschaft heißt, wertvolle Inhaltsstoffe von Abfällen in den Stoffkreislauf zurückzuführen und den Verbrauch an Primärrohstoffen zu reduzieren. Ein Beispiel hierfür ist die Rückführung von Nährstoffen und Humus durch das Kompostieren von Pflanzenresten, die bereits seit Generationen erfolgreich praktiziert wird. Wesentliche Voraussetzung hierfür ist jedoch die Schadstoffarmut der hierfür genutzten Abfälle. Schadstoffe dürfen nicht großräumig und unumkehrbar auf dem Boden verteilt und nicht in diesem angereichert werden! Ziel der Verwertung muss daher eine Positivauslese geeigneter Abfälle mit einer geringen Schadstoffbelastung sein.

Ich wünsche mir, dass diese Broschüre dazu beiträgt, dass Sie sich auch weiterhin an blühenden Gärten und ihren gesunden Produkten erfreuen können – klimaschonend und ohne Torf!

Stefan Wenzel



Dr. Reinhard Löhmer,
BUND Landesverband
Niedersachsen e.V.

Bis vor 50 Jahren hatte der Naturschutz nur einen geringen Einfluss auf Moore und Torf. Nach altem Moorschutzgesetz wurde abgebaut und melioriert. Die kleineren Hochmoore, in denen bis in die 1950er Jahre Brenntorf für den Hausgebrauch per Handtorfstich gewonnen wurde, blieben sich selbst überlassen. Ihre Entwässerung wurde nicht aufgehoben. Damit war ihre Degeneration, ihre Entwicklung zu Moorwäldern vorprogrammiert.

Mit dem ersten europäischen Naturschutzjahr (1970) und dem damit verbundenen wachsenden Umweltbewusstsein gelangten auch in Niedersachsen die verbliebenen Moore in den Fokus von Politik und einer größeren Öffentlichkeit. Das Bodenabbaugesetz von 1972 und die Moorschutzprogramme von 1981 und 1986 brachten wichtige Regelungen für den Torfabbau und den Naturschutz. Die landwirtschaftliche Nutzung auf Torf stand damals nicht zur Disposition.

Erst mit Beginn des 21. Jahrhunderts wurde der Umstand diskutiert, dass mit der Zersetzung von Torfen ein Klimaproblem verbunden ist. In Niedersachsen gehen 12 % der Treibhausgase auf die Oxidation von Torfen zurück. Moore müssen ihre Funktion als Kohlenstoffsенke zurückerhalten und damit schnellstmöglich wieder vernässt werden. Im Einzelnen würde das für unsere Moore bedeuten:

- ▷ Handtorfstichmoore müssten zeitnah vernässt werden.
- ▷ für die Landwirtschaft auf Torf müssten durch Forschung (sozialverträgliche) Wege gefunden werden mit dem Ziel, herauszufinden was auf nassem Torf mit zurückerhaltener Stoffsenkenfunktion an der Oberfläche wirtschaftlich machbar ist, z. B. Paludikulturen.
- ▷ auch die Verwendung von Torf für die Substratherstellung insbesondere im Erwerbsgartenbau müsste noch mehr eingeschränkt werden. Es zeichnen sich bereits heute durch das Torfmoosfarming Alternativen ab, den Torfverbrauch in absehbarer Zeit deutlich weiter einzuschränken. Die Suche nach alternativen Substraten für den Gartenbau ist aus Klimaschutzgründen unerlässlich und hier kommt Terra Preta eine besondere Rolle zu.

Dr. Reinhard Löhmer

6 MOOR

- 8 Entstehung der Hochmoore
- 9 Nutzung der Moore in Nordwestdeutschland
- 12 Bedeutung der Moore
- 15 Folgen der Zerstörung

16 TORF

- 18 Gründe für den Torfabbau
- 20 Alternativen zum Torf
- 22 Torf gehört ins Moor
- 23 Forschung

24 TERRA PRETA

- 26 Das Terra Preta-Konzept
- 27 Die Herstellung der Terra Preta
- 28 Vorteile und Vorsichtsmaßnahmen
- 32 Forschung

36 AKTIVER MOORSCHUTZ

- 38 Aktionen
- 40 Maßnahmen im Moor
- 42 Ratgeber

- 45 Abkürzungsverzeichnis
- 45 Namensverzeichnis
- 46 Literaturverzeichnis



Moore

Über Jahrhunderte galten Moore als unwegsame, nutzlose Landschaften, die weder Ackerbau noch Forstwirtschaft erlaubten. Allerdings wurde der Torf noch bis ins 20. Jahrhundert in großem Maßstab als Brennmaterial und wird bis heute als Grundlage für Pflanzenerden genutzt. So galt es seit dem späten Mittelalter als hohes Ziel, die Moore durch Entwässerung und Abtorfung »nutzbar« zu kultivieren. Es sind im einst moorreichen Niedersachsen höchstens noch 10% der ursprünglichen Moorflächen fast intakt. Erst heute beginnt man zu verstehen, welche unwiederbringlichen Verluste damit verbunden sind und welche untereinander stark vernetzten Funktionen lebendige Moore erfüllen.

*Prof. Dr. Harm Glashoff
BUND Landesverband Niedersachsen e. V.*

Entstehung der Hochmoore

Mit dem Rückzug der eiszeitlichen Gletscher vor 10.000 Jahren herrschten in Europa Klimabedingungen, die ein Wachstum von Mooren zunächst nicht zuließen. Es war zu kalt und zu niederschlagsarm. In den Seen wuchsen Verlandungsgesellschaften, deren Reste vollständig zersetzt wurden. Dies änderte sich unter dem Einfluss des Golfstroms, der ab 8.000 v. Chr. Feuchtigkeit nach Nordwestdeutschland brachte. Ein hoher Grundwasserspiegel lässt die ersten nährstoffreichen Niedermoorgebiete in den Sumpfbereichen und Senken mit einem dichten Pflanzenwuchs entstehen. Bodentypologisch unterscheidet man bei den Niedermooeren, je nach Entstehungsart und -ort so genannte Versumpfungs-, Durchströmungs-, Verlandungs-, Überflutungs-, Hang-, Quell- und Kesselmoore. Ab etwa 6.000 v. Chr. ändert sich das Klima erneut, dauernde Regenfälle und wärmere Temperaturen begünstigen nun die Entstehung der Hochmoore. Das Hochmoor unterscheidet sich von allen anderen Ökosystemen dadurch, dass die in ihm wachsenden Pflanzen keinen Zugriff auf den Mineralboden und die sich darin findenden Nährstoffe haben. Das Hochmoor deckt seinen Nährstoffbedarf ausschließlich durch Niederschlagswasser und wird daher auch als Regenmoor bezeichnet. Geologisch kann Hochmoor sowohl auf Niedermoor (Verlandungshochmoor) als auch unmittelbar auf Mineralboden (wurzelechtes Hochmoor) aufwachsen.

Das Wesen aller Moore ist die Ablagerung von Torf, wobei dieser Prozess von oben nach unten zunimmt. Torf besteht aus dem, in einem sauerstofffreien Milieu abgestorbenen, nur unvollständig zersetzten Pflanzenmaterial. Hochmoortorf ist im Wesentlichen aus den Resten der Torfmoose (Sphagnum), Wollgräser (Eriophorum) und den in Trockenzeiten wachsenden Heiden (Erica) zusammengesetzt. Im nordwestdeutschen Küstengebiet gliedert sich der Hochmoortorf in den unteren, langsam aufgewachsenen, stark zersetzten Schwarztorf und den sich darüber befindenden, aufgrund des schnelleren Wachstums schwächer zersetzten, Weißtorf. Wie schnell

Lebendes Hochmoor,
Nationalpark
Südschweden



© Friedhelm Meyer



Schautorfstich, Torfsoden dienen als Heizmaterial

ein Moor aufwächst, ist vom Wasserhaushalt und dem Klima abhängig. Bei einem Zuwachs von 1–2 mm pro Jahr sind in Nordwestdeutschland bis heute Moormächtigkeiten bis zu 10 Metern erreicht worden.

Dr. Michael Haverkamp
Emsland Moormuseum

Die großen Hoch- und Niedermoorflächen Nordwestdeutschlands wurden in der frühen Neuzeit hauptsächlich für landwirtschaftliche Zwecke und Energiegewinnung kultiviert.

Dr. Michael Haverkamp
Emsland Moormuseum

Nutzung der Moore in Nordwestdeutschland

Die Moornutzung in der Frühen Neuzeit

Die naturräumliche Gliederung Nordwestdeutschlands (heutiges nordwestliches Niedersachsen und Bremen) war geprägt durch große, mächtige Hochmoorgebiete und ausgedehnte Niedermooere, die schon früh in der zeitgeschichtlichen Entwicklung sowohl die Siedlungsbildung als auch die wirtschaftliche Entwicklung des gesamten Raumes beeinflussten. Trockengelegte Niedermooere und Hochmoore wurden bis in das 18. Jahrhundert hinein als Viehweide, zur Plaggenentnahme, zum Buchweizenanbau und zur Gewinnung von Schwarztorf für den Hausbrand genutzt. Die vorwiegende Nutzung der Moore blieb die Moorbrandkultur. Hierbei wurde nach einer einfachen, oberflächlichen Moorentwässerung die obere Vegetationsschicht im Frühjahr abgebrannt. Schätzungen zufolge waren im Nordwesten bis zu vier Fünftel des Gebietes unkultivierter Boden. Vor dem Hintergrund schwindender Holzvorräte und mangelhafter Kohleversorgung



Torfabbau –
Sodentorfhäufen



Moore werden durch Entwässerung und
Abtorfung »nutzbar« kultiviert

beschäftigten sich immer wieder Fachleute mit der energetischen Nutzung, die enorme Schwarztorfvorräte forderte. Agrarökonomien sahen in der Nutzung der Moore durch Trockenlegung, Besiedlung und landwirtschaftliche Nutzung ein großes Potential zur Beseitigung der Agrarkrise des frühen 19. Jahrhunderts.

*Dr. Michael Haverkamp
Emsland Moormuseum*

Ödlandkultivierung, Bodenmelioration und frühes Torfunternehmertum im 19. und 20. Jahrhundert

Erst das preußische Ministerium für Landwirtschaft, Domänen und Forsten unternahm ernsthafte Schritte zur Verbesserung der Landeskultur und schuf die gesetzgeberischen und organisatorischen Voraussetzungen für eine allumfassende Ödlandkultivierung, deren Schwerpunkte auf der landwirtschaftlichen Nutzung der Moore lagen. Der Grund lag in der Ausweitung des Kohlebergbaus. Die Kohle war in die entlegensten Winkel Nordwestdeutschlands vorgedrungen und machte selbst in moorreichen Gebieten dem Schwarztorf in vielen Haushalten Konkurrenz. Mit Schwarztorf war nur noch Geld zu verdienen, wenn eine Nutzung vor Ort stattfand. Ein Gedanke, der in dem Bau von Torfkraftwerken und Kokereien im frühen 20. Jhd. mündete. Insgesamt verlagerte sich das Nutzungsinteresse der Torfindustrie auf die Weißtorfe, welche in den Vieh- und Pferdeställen der wachsenden Städte, in der Landwirtschaft und in einigen Industrien, in Ergänzung oder als Ersatz bereits bestehender Produkte steigende Anwendung fanden. So beispielsweise als Einstreu in den Ställen und für Torf toiletten, Satteldecken, Lappen, Teppiche, Vorleger, Packpapier, Papier, Torfwatte für medizinische Zwecke und als Isoliertorf.

*Dr. Michael Haverkamp
Emsland Moormuseum*

Moornutzung nach dem Zweiten Weltkrieg

Die Torfindustrie räumte ab den 1950er Jahren im Rahmen der Gesamtplanung den Torf nun im Rekordtempo ab, um die angestrebte bäuerliche Siedlungsentwicklung zu forcieren. Dabei half, dass die Schwarztorfe aufgrund veränderter Produktionsmethoden nun neben dem Weißtorf ebenfalls im Gartenbau Verwendung fanden, der Erwerbsgartenbau stark expandierte und immer größere Mengen Torf abnahm. Ende der 1990er Jahre waren Niedermoore und Hochmoore entwässert, neue Siedlungen gegründet und die Landschaft erschlossen.

Mit der Kultivierung fast aller nordwestdeutschen Moore verschwanden diese als Naturraum endgültig. Das in den 1970er Jahren erlassene Moorschutzgesetz erzwang zwar einen Ausgleich von Naturschutz und wirtschaftlichem Interesse, konnte aber kaum größere Moorkörper dauerhaft als Naturschutzraum bewahren. Lediglich für 575 km² niedersächsische Moorflächen gibt es heute eine Naturschutzgebietsausweisung, zerstückelt in viele kleine Einzelflächen. Dazu gehören auch die sich noch in der Abtorfung befindlichen 115 km² Moor sowie die 140 km² bereits wiedervernässten Flächen. In Niedersachsen werden noch immer 2.290 km² Hoch- und Niedermoore als Grünland und etwa 780 km² als Ackerland landwirtschaftlich genutzt.

*Dr. Michael Haverkamp
Emsland Moormuseum*

Die Mehrzahl der Moore in Deutschland wird landwirtschaftlich genutzt, ihre Klimawirksamkeit nimmt mit steigender Entwässerungs- und Nutzungsintensität zu. So stammen 84% [der Emissionen] aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Moorböden, lediglich 9% [der Emissionen] aus nicht sehr extensiv genutzten Mooren. Dagegen werden jährlich ca. 8 Mio. m³ Torf auf 2% der Moorfläche industriell abgebaut und hierbei ca. 1,9 Mio. t CO₂-Äquivalent freigesetzt. Dies entspricht einem Anteil von ca. 7% an den aus Mooren und Torfen stammenden Treibhausgasemissionen.

Heinrich Höper, Kiel 2010

Bedeutung der Moore

Klima-Regulation

Hochmoore bilden durch das Torfmoos-Wachstum pro Hektar und Jahr bis zu 8 t frische Trockenmasse, weitgehend Cellulose (Summenformel $C_6H_{10}O_5$). Der entscheidende Unterschied zwischen Mooren und »trockener« Vegetation ist aber: Abgestorbene Pflanzenreste zerfallen unter Mitwirkung von Mikroben in **aerober Umgebung**.

Aerober Prozess: $C_6H_{10}O_5 + 6 O_2 \rightarrow 6 CO_2 + 5 H_2O$
also CO_2 -produzierend und O₂-zehrend

Während der Zerfall in den Mooren unter **anaeroben Bedingungen** (ständige Wasserbedeckung) verläuft.

Anaerober Prozess: $C_6H_{10}O_5 \rightarrow 6 C + 5 H_2O$, also C-fixierend

Das geschieht zwar in geologischen Zeiträumen in vielen Zwischenstufen über Lignin, Braunkohle, Steinkohle bis zum Anthrazit, aber ohne Abgabe von Kohlenstoff (C). Man nennt das Inkohlung, welche in HTC- und Pyrolyse-Verfahren auch großindustriell nachgestellt wird. Bei Nieder- und Übergangsmooren entstehen durch stickstoff- und phosphorhaltige Eiweiße bei Fäulnis durch anaerobe Bakterien (im Saldo oben enthalten) allerdings auch geringe Mengen von Methan (CH_4) und Kohlenstoffdioxid (CO_2).

Fäulnis: $C_6H_{10}O_5 + H_2O \rightarrow 3 CH_4 + 3 CO_2$

Das Methan (Sumpfgas) kann gemeinsam mit Spuren von Monophosphan (PH_3) durch Selbstentzündung die so genannten Irrlichter bilden, sofern der Phosphor nicht durch Bildung von Vivianit ($Fe_3^{2+}[PO_4]_2 \times 8 H_2O$) mineralisch fixiert wird. Das sind die typischen himmelblauen Beläge auf Holzresten im Torf.

Unter der Annahme, dass von der neu gebildeten Cellulose bis zu 50% durch mikrobielle Aktivität schnell wieder zersetzt werden, bleiben bei Hochmooren 4 t neu gebildete Cellulose, das entspricht 1,8 t C bzw. 6,7 t CO_2 pro Hektar und Jahr, das aus der Atmosphäre fixiert wird.

Wichtig ist in Hochmooren auch durch den Inkohlungsprozess die Entstehung von chemisch neu gebildetem aktivem Wasser. Dadurch, dass die Moore wie ein Schwamm das Niederschlagswasser speichern und keinen direkten Kontakt mit dem Grundwasser haben, wirken sie auch als Verdunstungsschutz für das Grundwasser und selbst als Wasserreservoir, die das regionale Kleinklima stark prägen.

Besonders faszinierend sind hierbei die Hochmoore: Sie können durch eine charakteristische Anatomie der Torfmoos-Zellen, die auch bei abgestorbenen Pflanzenteilen erhalten bleibt, bis zum 20-fachen ihrer Trockenmasse an Wasser speichern. In trockenen Wetterperioden kann dadurch die Luftfeuchtigkeit für die Vegetation der Umgebung etwas reguliert werden. Auch wirken diese eigenen Wasserkörper der Moore gleichzeitig als Temperaturpuffer, die in der Umgebung die Temperatur-Extrema mildern.

*Prof. Dr. Harm Glashoff
BUND Niedersachsen e.V.*

Flora und Fauna der Hochmoore

Es ist eine überschaubare Zahl spezialisierter Arten, die mit den Extrembedingungen des Standorts Hochmoor zurecht kommt. Um die extremen Lebensbedingungen im Hochmoor zu bewältigen, sind Anpassungen nötig. Unter den Gefäßpflanzen im Hochmoor befinden sich auffallend viele Heidekräuter wie Erica tetralix (Glockenheide), Vaccinium oxycoccus (Moosbeere) und Andromeda polifolia (Rosmarinheide). Diese Pflanzen zeigen jedoch in ihrem Bau Eigenschaften von Pflanzen wasserarmer Standorte. Sie haben relativ kleine, harte Blätter mit einer hohen Dichte an Spaltöffnungen, mit denen sie die Transpiration regulieren können. Dieser Regelungsmechanismus passt sie an die extremen Schwankungen von Trockenheit und Nässe im oberen Bereich des Hochmoores an.

Torfmoos



Sonnentau



Wollgras, Hamberger Moor



Kranichpaar





Kranichrast,
Diepholzer
Moorniederung

Biodiversität

Für Flora und Fauna spielen drei Faktoren eine herausragende Rolle:

- die gleichmäßige Bodenfeuchtigkeit mit kleinen, offenen Wasserstellen
- die Nährstoffarmut
- die Unwegsamkeit, also der weitgehende Ausschluss des »Störfaktors Mensch«

Prof. Dr. Harm Glashoff
BUND Landesverband
Niedersachsen e. V.

Ein zusätzlicher Grund für die spezifische Pflanzenausprägung im Wuchs ist die Nährstoffarmut, welche neben den beschriebenen Pflanzen eine weitere, sehr spezielle Lebensweise von Pflanzen hervorbringt: Einige Arten »fressen« Insekten. An den zählebrigen Schleimtropfen auf der Blattoberfläche der Sonnentau-Arten (*Drosera* spp.) verfangen sich Mücken, Fliegen, Libellen etc. Durch die Verdauung der Insekten werden zusätzlich Ionen, vor allem Stickstoff-Verbindungen, bezogen. Vergleichsweise häufig sind dagegen Moose und Flechten in den Hochmooren vertreten.

Von den in Mooren vorkommenden Tierarten sind einige besonders eng an den Lebensraum bzw. an die Pflanzenwelt der Hochmoore gebunden. So ernährt sich beispielsweise die Raupe des Moosbeeren-Schneckenfalters ausschließlich von den Blättern der Moosbeere. Auch der Heidekraut-Putzkäfer (*Agonum ericeti*) ist ein ausgesprochener Spezialist, der sich auf Torfmoosrasen aufhält und außerhalb von Hochmooren nicht zu finden ist. Einige Libellenarten wie z. B. die Kleine Moosjungfer, pflanzen sich ausschließlich in Hochmooren fort.

Im Gegensatz zu den Vögeln gibt es unter den Säugetieren keine, die an das Hochmoor gebunden sind. Das baumfreie Hochmoor ist ideal für Vögel, die offene Hochmoorlandschaften während der Brutzeit bevorzugen. Auch der Moorfrosch ist in den sauren Moorgewässern zu beobachten.

Dr. Michael Haverkamp
Emsland Moormuseum

Folgen der Zerstörung

Der Torfabbau in Hochmooren und die »Urbarmachung« besonders der Niedermoore hat auf der einen Seite zwar eine vielfältigere Landschaft von Feuchtgebieten hinterlassen, die für die Biodiversität durchaus positive Folgen hat. Auf der anderen Seite beginnt man jetzt den hohen Preis zu erkennen, den wir dafür gezahlt haben. So sind nicht nur die Rückzugsgebiete für Flora und Fauna immer enger geworden, sondern auch die Rolle der CO₂-Absorption ist geradezu umgekehrt. Nicht nur die absorbierenden Flächen sind auf wenige Prozente geschrumpft, sondern jede Moorbearbeitung setzt große Mengen von CO₂ frei. Durch die Entwässerung und das Aufpflügen des Torfes wird das anaerobe Milieu in aerobes gewandelt. Das heißt, die Cellulose und ihre Abbauprodukte aus dem Torf werden oxidiert.

| t CO ₂ -Ausstoß pro Hektar und Jahr | | |
|--|-----------|-------------|
| Nutzungsart | Hochmoor | Niedermoore |
| extensive Nutzung | keine | 17,4 |
| Grünland | 14,5 | 23,7 |
| Ackerland | bis zu 30 | 45,2 |
| Forst | 4,9 | 17,8 |

Abbildung 1: Aufwendige Analysen von Höper (2007) haben vorstehende Werte für verschiedene Nutzungsarten ergeben (hier vereinfacht dargestellt).

Ruft man sich in Erinnerung, dass intakte Hochmoore pro Hektar und Jahr bis zu 7 t CO₂ fixieren, bekommt man eine Ahnung davon, wie jede »Nutzung« der Moore den Bemühungen, die klimaschädlichen Gase zu reduzieren, entgegensteht – und leider sind das Prozesse, die über Jahrzehnte bis Jahrhunderte nicht zu stoppen sind. Die Wiederansiedlung der hochmoortypischen Organismen und Lebensgemeinschaften konnte trotz aufwendiger Pflegemaßnahmen nur einen begrenzten Erfolg verbuchen. Der Grund liegt darin, dass die nährstoffarmen Moorstandorte durch vor allem Stickstoffeinträge aus der Luft, Regenerationsprozesse behindern. Mit dem Abtorfen der Moore verschwindet auch die typische Moorfauna und kann nicht durch Renaturierungsmaßnahmen ersetzt werden.

Prof. Dr. Harm Glashoff
BUND Landesverband
Niedersachsen e. V.

Vorsichtige
Schätzungen gehen davon aus, dass der CO₂-Ausstoß der ehemaligen Moore in Deutschland mit dem des Verkehrsaufkommens vergleichbar ist.

Prof. Dr. Harm Glashoff
BUND Landesverband
Niedersachsen e. V.



Aktion im Moor zur Wiedervernässung

Torf

Ab einem Gehalt an organischer Substanz von 30 Prozent (Rest Wasser und Mineralien) spricht man von Torf, Gehalte unter 30 Prozent bezeichnet man als Feuchthumus oder (etwas veraltet) als Moorerde. Die Entstehung von Torf geht sehr langsam vor sich. Als Durchschnittswert für die Torfablagerung in einem Moor kann man einen Mittelwert von ca. 1 mm pro Jahr ansetzen. Wo die Bodenbeschaffenheit eine Ansammlung von stehendem seichtem Wasser in flachen Seen und Senken der Flussauen gestattet, eutrophiert dieses im Laufe der Zeit und verlandet durch die abgestorbenen Pflanzenreste. Zunächst entsteht ein nährstoffreiches Niedermoor mit Niedermoor- torf. Bei geeigneten Bedingungen koppelt sich die Oberfläche des Moores durch Auflagerungen allmählich vom stehenden Grundwasser in der Senke ab. An diese Bedingung sind die Hochmoor- Pflanzengesellschaften angepasst, deren Ablage- rungen dann den Hochmoortorf bilden.

*Prof. Dr. Martin Sauerwein
HAWK Hildesheim*

Gründe für den Torfabbau

Torfabbau in den Mooren hat in Deutschland eine lange Tradition. Während früher Torf als Brennstoff große Bedeutung hatte, steht heute die Nutzung im Gartenbau an erster Stelle. Torf hat spezifische Eigenschaften, die ihn zu einem geeigneten Ausgangsstoff für gärtnerische Pflanzsubstrate (Substrat, lat.- Nährboden) machen.

Eigenschaften von Torf

Torf speichert sehr viel Wasser/Nährlösung und ist trotzdem noch gut durchlüftet. Der Säuregrad (pH-Wert) und die Nährstoffversorgung lassen sich präzise auf den Bedarf der Kulturpflanze einstellen. Außerdem ist Torf ein »hygienisches« Substrat, das keine Krankheitserreger, Schadstoffe oder Wildkrautsamen enthält. Zudem ist der Abbau von Torf leider immer noch konkurrenzlos billig.

*Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische Station Osterholz*

Torfkörnungen:
fein, mittel, grob



Industrieller Torfabbau



Torfnutzung im Gartenbau

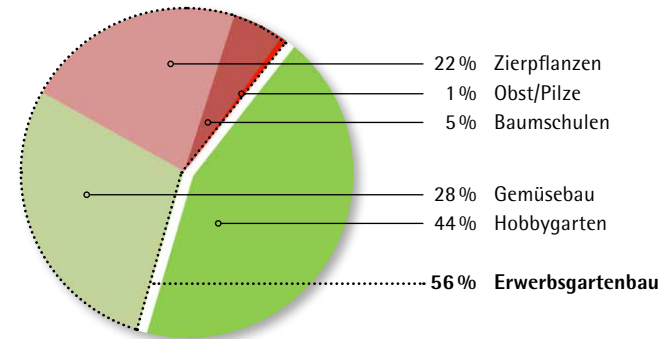


Abbildung 2

Quelle: Dr. Hans-Gerhard Kulp, verändert nach IVG 2012

Aktuell werden in Deutschland ca. 5,3 Mio. m³ Torf abgebaut. Dabei handelt es sich überwiegend um den stark zersetzten Schwarztorf. Die Weißtorf-Vorräte sind in Niedersachsen weitgehend erschöpft. Rund 2,7 Mio. m³ Weißtorf werden deshalb vor allem aus den baltischen Ländern nach Deutschland importiert und in Erdenwerken verarbeitet.

Aus den 8 Mio. m³ Torf als Rohstoff werden in Deutschland rund 9,5 Mio. m³ Blumenerden und Pflanzsubstrate hergestellt. Die Verwendung von Torf als Badetorf oder für die Herstellung von Aktivkohle ist mengenmäßig unbedeutend.

Der Hobbygärtner verbraucht 44 % des Torfes. Noch immer streuen Mitbürger ihre Gartenbeete mit Torf ab, weil es dann ordentlicher aussieht. Das wiederholt sich jedes Jahr, weil sich der Torf schon nach einem Jahr im Gartenboden zersetzt hat und Verbraucher jährlich diese Erden nachkaufen müssen!

Im Erwerbsgartenbau werden 56 % des Torfes eingesetzt. Über die Hälfte davon werden für die Anzucht von Gemüsepflanzen gebraucht. Das heißt, jede Gemüsepflanze hat zumindest in ihrer Jugend einmal in Torf gestanden. Mit jeder Mahlzeit essen wir Torf! Für die Kultivierung von Zierpflanzen werden 22 % des Torfes verbraucht, z. B. für Stiefmütterchen, Veilchen und Weihnachtssterne – kurzlebige Wegwerfpflanzen. Weitere 5 % werden in Baumschulen für die Anzucht von Gehölzen (z. B. Rhododendren) verbraucht. Vergleichsweise geringe Mengen gehen in die Obst- und Pilzzucht. Die Verantwortung für den Konsum von in Torf gezogenen Pflanzen trägt der Verbraucher.

*Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische Station Osterholz*

Aktuell werden in Deutschland ca. 5,3 Mio. m³ Torf abgebaut. Während der Hobbygärtner 44 % des Torfes verbraucht, wird der größere Teil von 56 % im Erwerbsgartenbau verwendet.

*Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische Station
Osterholz*

Torfnutzung im Garten



Alternativen zum Torf

Torfabbau ist ein Raubbau an der Landschaft und heute nicht mehr zeitgemäß. Der Verbrauch von Torf ist mit großen Problemen behaftet. Da wir im Gartenbau weiterhin Pflanzenerden brauchen, muss der Torf als Rohstoff sukzessive ersetzt werden.

Torfersatzstoffe müssen ähnliche Qualitäten haben wie Torf und auch preislich erschwinglich sein. Als Torfersatzstoffe werden zurzeit Holzfaser, Kokosfaser, Kompost, Reisspelze, Rinde, Rindenumus, Terra Preta und Torfmoose getestet oder schon eingesetzt.

Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische Station Osterholz

Der Anteil der Torfersatzstoffe beträgt aktuell ca. 16%. Es gibt Bestrebungen, die auch von Seiten der Torfindustrie getragen werden, den Anteil der Torfersatzstoffe auf 25% zu steigern. Das heißt, es müssen Ersatzstoffe in der Größenordnung von ca. 2 Mio. m³/Jahr zur Verfügung stehen. Hier gibt es einen Engpass:

- ▶ **Grünschnittkompost** wird in Deutschland zurzeit in einer Menge von 250.000 – 500.000 m³ als Zuschlagsstoff verwertet. Kompost aus Haushalten (»Grüne Tonne«) ist leider ungeeignet, weil er zu stark mit Nähr-, Fremd- und Schadstoffen belastet sein kann.
- ▶ Kompost, aber auch weitere Rohstoffe wie **Holzfasern und Baumrinden**, eignen sich nicht nur als Torfersatz, sondern auch für die Verbrennung. Die Förderung über das Erneuerbare-Energien-Gesetz macht die thermische Verwertung so lukrativ, dass die Erdenhersteller im Wettbewerb preislich nicht mithalten können.
- ▶ **Kokosfasern** hat zwar gute Eigenschaften, wird aber aus Südostasien importiert. Zur Gewinnung der Faser muss sehr viel Süßwasser eingesetzt werden und die weiten Transportwege sind ebenfalls ein Gegenargument.

Einige Torfersatzstoffe: Kompost



Kokosfaser



Holzfasern



Torfmoose



Bestandteile von Blumenerden und Kultursubstraten

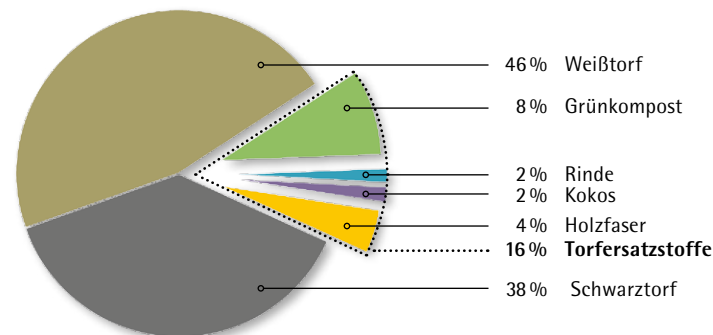


Abbildung 3

Quelle: Dr. Hans-Gerhard Kulp, verändert nach IVG 2014

Auch für die einzelnen Torfersatzstoffe muss der ökologische Fußabdruck berücksichtigt und eine Ökobilanz erstellt werden, die vergleichbar ist.

In der Testphase ist der Anbau von Torfmoosen als Torfersatzstoff. Man nennt den Anbau Sphagnumfarming, abgeleitet aus dem lateinischen Namen der Torfmoose (Sphagnum). Dabei werden ehemalige Grünlandflächen wiedervernässt und auf dem nassen Moorboden Torfmoose angesät und zum Wachstum gebracht. Nach vier bis fünf Jahren kann das frische Torfmoos geerntet und getrocknet werden. Es hat ähnlich gute Eigenschaften wie Weißtorf. Um den Bedarf der deutschen Gartenbauer an hochwertigem Weißtorf zu befriedigen, müsste man aber 40.000 ha Hochmoor-Grünland für die Torfmooskultivierung umwandeln. Dem stehen regional auch Vorbehalte seitens des Naturschutzes gegenüber.

Als alternativer Ersatzstoff wird neuerdings auch Terra Preta diskutiert und erprobt. Weitere Informationen siehe Seite 24.

Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische Station Osterholz

Torf gehört ins Moor

Der Erwerbsgartenbau sollte schrittweise eine deutliche und kontinuierliche Reduktion des Torfeinsatzes schon aus eigenem Interesse vorantreiben, denn die abbaubaren Torfvorräte gehen zur Neige. Forschung und Entwicklung neuer Ersatzstoffe sind unabdingbar.

Der Hobbygärtner kann viel leichter auf Torf verzichten als der Erwerbsgartenbau.

*Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische
Station Osterholz*

Eine interessante Alternative ist der Anbau von Torfmoosen auf nassem Torf und die Ernte als Torfersatzstoff. Man nennt diesen Anbau Paludikultur von lat. palus = Sumpf. Die Torfmoosbiomasse hat getrocknet ähnlich gute Eigenschaften als Pflanzsubstrat wie Weißtorf. Der Vorteil gegenüber dem Torfabbau ist nicht nur, dass kein Torf abgebaut wird, sondern auch, dass der Torfkörper auf den Anbauflächen vernässt ist, sich nicht zersetzt und keine Treibhausgase frei werden.

Für den Hobbygärtner sind heute schon torffreie oder torfgeduzierte Erden im Handel verfügbar. Der Gärtner muss sich dafür aber etwas umgewöhnen: torffreie Blumenerde ist teurer, meist schwerer, hält das Wasser nicht so gut und ist biologisch aktiv, d. h. sie zersetzt sich mit der Zeit. Der Hobbygärtner sollte natürlich in erster Linie aus seinen Gartenabfällen selber Kompost herstellen und als Bodenverbesserer oder für Topfpflanzen verwenden.

An der Reduktion des Torfverbrauches führt kein Weg vorbei. Moore und Torfe sind zu wichtig, als dass sie im Blumentopf enden. Deshalb ist auch die Politik gefragt. Die Bundesregierung sollte sich für eine EU-weite Regelung der Torfnutzung einsetzen. Das Ziel muss die Einschränkung der Torfnutzung sein, evtl. mit einer CO₂-Steuer auf Torfverbrauch.

*Dr. Hans-Gerhard Kulp
BioS, Biologische Station Osterholz*

Weißtorf



Sodentorf



Forschung

Ehemalige Moore können wiedervernässt werden (solange der Torf nicht abgebaut worden ist). Dabei tritt in den ersten Jahren ein zusätzlicher Treibhauseffekt auf, weil Methan freigesetzt wird. Nach einigen Jahren überwiegt jedoch die CO₂-Speicherung. Langfristig gehen die Moore dann in ihren natürlichen Zustand über, in dem sie sehr langsam weiter wachsen und dabei langfristig Kohlenstoff akkumulieren. Der Erhalt (höchste Priorität) und die Wiedervernässung (zweite Priorität) von Mooren sind daher ein wichtiger Beitrag zum Klimaschutz.

*Prof. Dr. Martin Sauerwein
HAWK Hildesheim*

Moore, vor allem unsere Hochmoore, sind auch Heimat seltener Tiere und Pflanzen, die dort ihre Nische gefunden haben und an anderer Stelle nicht überleben können. Es handelt sich um hochspezialisierte und an die extremen Bedingungen in Mooren angepasste Lebewesen. Dazu zählen in Europa zum Beispiel der Kranich, der Seggenrohrsänger und die Bekassine – der Vogel des Jahres 2013.

Leider wird oft vergessen, dass die Torfe der Moore auch Archive unserer Geschichte sind, die viele Jahrtausende zurückreichen. Das ist der Zweck vegetationsgeschichtlicher Forschung. Durch schriftliche Archive sind wir maximal über die letzten 200 bis 300 Jahre gesichert informiert, wobei diese Archive dann auch oft durch die jeweilige Herrschaft in ihrer Aussage geprägt sind.

Unter günstigen Bedingungen bleibt beim Moorwachstum alles, was auf die Oberfläche eines Moores fällt, für die Nachwelt erhalten. Man muss es nur erschließen und kann dann wie in einem Geschichtsbuch lesen. Als Methoden werden hierzu vor allem die Pollenanalyse (Untersuchung des Blütenstaubs), die Großrestanalyse (Untersuchung der Samen, Früchte, Moose und sonstige Reste), die Geochemie (Untersuchung der chemischen Bestandteile), Rhizopodenanalyse (Gehäuse der Thekamöben) angewandt. Vor allem die Kombination verschiedener Methoden erlaubt weitgehende Aussagen zur Umwelt- und Klimageschichte.

*Prof. Dr. Martin Sauerwein
HAWK Hildesheim*



© Gino Santa Maria

Terra Preta

Durch den Einsatz von mineralischen Mehrnährstoffdüngern, die wichtige Pflanzennährstoffe wie Stickstoff und Phosphor enthalten, können auf humusarmen Böden ordentliche Erträge erzielt werden. Doch weil er relativ wenige Nährstoffe speichern kann und diese schnell in tiefere Schichten versickern, geht ein beträchtlicher Teil ungenutzt verloren. Düngermischungen nach dem Terra Preta-Konzept können eine Alternative sein. Sie bestehen aus nährstoffreichen organischen Substraten (Pflanzenresten, Dung) und aus Biochar. Biochar bezeichnet die Pflanzenkohle, welche durch Pyrolyse in technisch sauberen Anlagen produziert wurde und EBC zertifiziert ist. Durch ihre hohe Absorptionsfähigkeit ist sie in der Lage, Nährstoffe und Wasser aufzunehmen, sodass Verluste reduziert werden können. Durch die Adsorptionsfähigkeit werden ebenfalls Nährstoffe angelagert und gebunden.

Dr. Mona Gharib
BUND Landesverband Niedersachsen e.V.



Das Terra Preta-Konzept

Mehr zum landesweiten BUND-Projekt Terra Preta in Niedersachsen unter www.bund-niedersachsen.net/terrapreta oder einfach den QR-Code einscannen



Um Mineraldünger und Torferden zu vermeiden und dennoch eine prachtvolle Ernte zu erzielen, können je nach Bedarf der Pflanzen verschiedene Torfersatzstoffe eingesetzt werden. Im Bereich der Nutzpflanzen eignet sich die mit Pflanzenkohle angereicherte Terra Preta-Erde besonders gut. Diese kann im Garten mit den anfallenden organischen Reststoffen selbst hergestellt werden.

Der Begriff »Terra Preta« ist ursprünglich ein anthropogener Bodentyp (in den feuchten Tropen), der sehr wahrscheinlich Ergebnis einer (unbeabsichtigten) Kreislaufwirtschaft war. Deswegen ist es sinnvoller, von »Terra Preta-Konzept« zu sprechen, was die Schließung regionaler Stoffkreisläufe beinhaltet. Terra Preta erhält nicht nur die Bodenfruchtbarkeit, sondern schont Ressourcen und stärkt regionales Wirtschaften.

So ist der Einsatz von Terra Preta, portugiesisch für »schwarze Erde«, ein Weg, umwelt- und klimafreundlich für gutes Wachstum zu sorgen. Um die Vorteile des Terra Preta-Konzeptes einer breiten Öffentlichkeit bekannt zu machen, hat der BUND Landesverband Niedersachsen ein landesweites Projekt ins Leben gerufen.

Dr. Mona Gharib
BUND Landesverband Niedersachsen e. V.

Terra Preta
IN NIEDERSACHSEN

Terra Preta-Versuchsflächen im
Schulbiologiezentrum Hannover-Burg



Die Herstellung der Terra Preta

Die Zusammensetzung ist in der Abbildung 4 dargestellt. Alle Inhaltsstoffe werden homogenisiert und zu einem Haufen aufgeschichtet und die Seiten der Miete abgeschrägt. Die Fermentationsmiete wird mit einer geeigneten stabilen und luftdichten Folie, z. B. Silagefolie, luftdicht abgedeckt. Die Ränder werden mit Erde oder Sandsäcken luftdicht und wind-sicher beschwert. Der Vorgang dauert bei stimmigen Prozessbedingungen ca. 5-6 Wochen und kann kontrolliert werden. Innerhalb dieses Zeitraums ist der enthaltene Restsauerstoff aus der Biomasse unter der Folie verbraucht und es entsteht ein Unterdruck, die Folie saugt sich an. Bei der Fermentierung entsteht Milchsäure, die der Biochar (Pflanzenkohle) mit ihrer stark porösen Oberfläche (1 g Biochar hat eine spezifische Oberfläche von ca. 300 m²) eine hohe Absorption ermöglicht. Mikroorganismen benötigen Wärme. Der Standort für die Fermentation sollte nach Möglichkeit so ausgewählt werden, dass die Fermentationsmiete relativ warm gehalten wird. Dazu eignet sich ein sonniger, windgeschützter Standort. Mikroorganismen haben unterschiedliche Temperaturansprüche. Viele wachsen am besten bei Temperaturen ab 15 °C. Bei Kälte stellen sie ihr Wachstum ein, aber auch bei zu viel Hitze (ab ca. 60 °C) werden sie abgetötet.

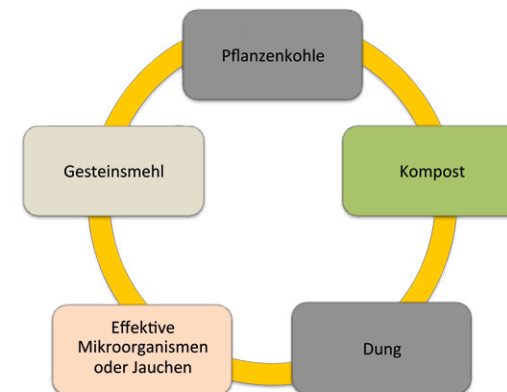
Mist und Kompost sollten vor Anwendung gut vererdet sein. Im Festmist (Dung) liegt der Stickstoff überwiegend gebunden in der organischen Substanz vor. Er wird erst durch den Mineralisationsprozess pflanzenverfügbar, die Abbaugeschwindigkeit hängt von vielen Parametern (C:N-Verhältnis, Temperatur, Feuchtigkeit) ab. Der Kompost sollte einen Rottegrad V haben, um N-Verluste zu vermeiden.

Dr. Mona Gharib
BUND Landesverband Niedersachsen e. V.

Ingredienzien zur Herstellung der Terra Preta

- 10 % bis maximal 15 % zertifizierte und geprüfte **Pflanzenkohle**
- 60 % gut gereifter **Kompost**
- 20 % gut gereifter **Dung** aus kontrolliert biologischer Herkunft
- Rest: **Pflanzenjauche** oder **Aufguss** aus effektiven **Mikroorganismen** und etwas **Gesteinsmehl**

Abbildung 4
Vol. %-Angaben sind Richtwerte, die leicht variieren können. Quelle: Dr. Mona Gharib





- 1 Homogenisieren und Bewässern mit EMA, Kooperationspartner BUND Kreisgruppe Osnabrück mit Museum am Schölerberg



- 2 Fermentieren Kooperationspartner BUND Kreisgruppe Osnabrück mit Museum am Schölerberg



- 3 Fertige Terra Preta-Erde zum Ausbringen



- 4 Bepflanzung in Terra Preta

Vorteile und Vorsichtsmaßnahmen

Die Vorteile in der Herstellung und Anwendung der Terra Preta liegen darin, dass organische Reststoffe in nährstoffreiche Dünger umgewandelt werden und der Einsatz von mineralischen Substraten oder Torferden vermieden wird. Durch die Wiederverwertung können parallel lokale Stoffkreisläufe geschlossen werden (Eigenkompostierung ist ebenfalls eine Kreislaufwirtschaft), somit fällt hierbei kein Restmüll an. Die pyrolysierte Biochar besitzt eine hohe spezifische Oberfläche von teilweise 300 m² pro Gramm und besitzt hohe AK (Absorptionskapazitäts)- und KAK (Kationenaustauschkapazitäts)-Werte, die dafür sorgen, dass große Mengen an Nährstoffen absorbiert werden.

Eine wichtige Eigenschaft zur Erklärung der Pflanzendynamik ist die Kationenaustauschkapazität. Sie repräsentiert die Fähigkeit der Biochar, Kationen (positiv geladene Ionen, bezogen auf Pflanzennährstoffe) zu binden und pflanzenverfügbar bereitzustellen. Hohe KAK-Werte verhindern partiell, abhängig von den chemischen Parametern der Biochar, ein Auswaschen von mineralischen und organischen Nährstoffen. Dies führt zu einer höheren Nährstoffverfügbarkeit.

Durch die C-Sequestrierung im Boden kann der Kohlenstoff der Atmosphäre entzogen und gespeichert werden, diese Aussage ist nur unter Berücksichtigung von klimatischen Verhältnissen und Bodengefügen gültig. Dies trägt dazu bei, dass weniger CO₂ und CH₄ (Treibhausgase) entstehen. Die Entstehung der klimaschädlichen Gase wird vermieden, indem die Prozessbedingungen eingehalten werden und keine Fäulnisprozesse entstehen.



© Dr. Mona Gharib
Aktivierung des Keimvorgangs



© Dr. Mona Gharib
Anzucht

Vor der Aussaat wird die Keimstimulierung, d. h. die Aktivierung des Keimvorganges, besonders bei Gemüsesamen als bewährtes Verfahren eingesetzt. Das Keimergebnis kann so verbessert und ein schneller und gleichmäßiger Aufgang nach der Aussaat begünstigt werden.

Dr. Mona Gharib
BUND Landesverband
Niedersachsen e. V.

Zum derzeitigen Standpunkt gilt es noch zu klären, ob der Klimaschutzeffekt durch die Speicherung im C-Humus oder C-Biochar stattfindet. Unstrittig sind die Förderung des Pflanzenwachstums und Amelioration von günstigen Bodenbedingungen (vor allem Humusgehalt, Wasserkapazität, Minderung N₂O-Emission) durch die Zugabe von Gemischen von Kompost/Mist/Gülle mit Pflanzenkohle. Dies ist nicht immer und unter allen Bedingungen der Fall, aber insgesamt so deutlich, dass es selbst für den konventionellen Landbau attraktiv sein kann. Unabhängig von dem Zusatz von Pflanzenkohle ist die Zufuhr von organischer Substanz und vielgliedrigen Fruchtfolgen mit Zwischenfruchtanbau der Schlüsselansatz für den Erhalt von Bodenfruchtbarkeit.



Gemüseanbau

Um eine ökologisch nachhaltige Beschaffung der verwendeten Biomasse zur Herstellung von Pflanzenkohle zu sichern und um die Eigenschaften und die Qualität der Pflanzenkohle zu standardisieren, empfehlen wir zur Einhaltung der gesetzlichen Vorgaben des Bodenschutzes zertifizierte EBC-Pflanzenkohle (European Biochar Certification).

Richtlinie des Europäischen Pflanzenkohle-Zertifikates (European Biochar Certificate)

Das Ziel der Richtlinie besteht in der Gewährleistung einer wissenschaftlich fundierten, gesetzlich abgesicherten, wirtschaftlich verantwortbaren und praktisch umsetzbaren Kontrolle der Produktion und Qualität von Pflanzenkohle. Für Anwender von Pflanzenkohle und Produkten auf Basis von Pflanzenkohlen soll eine transparente und nachvollziehbare Kontrolle und Qualitätsgarantie ermöglicht werden.

Die EBC-Richtlinien finden Sie hier:
www.european-biochar.org/en/download

Pyrolysierte Pflanzenkohle



© Leuphana Universität, Dr. Frank Krüger



Öffentlichkeitsarbeit
beim Kooperationspartner
»Waldfrieden« e.V.
in Duingen

Als Torfersatz und Mineraldüngersubstitut im Garten eignet sich die Terra Preta durch Wiederverwertung organischer Reststoffe und Optimierung der Nährstoffkreislaufführung.

Für die landwirtschaftliche Nutzung sind noch einige Unebenheiten zu klären. Es ist nicht endgültig dargestellt, ob der Humusmangel ebenso verträglich und optimal durch Ersatzmaßnahmen behoben werden kann (Mist- und Komposteinsatz, intensiverer Zwischenfruchtanbau, ausgewogene Fruchtfolgen, Humusmehrer im Wechsel mit Humuszehrer). Ebenso wie im Garten sollte auch hier gerade bei dem Einsatz von Pflanzenkohlesubstraten oder unter dem Namen »Terra Preta« vermarkteten Erden auf die Zertifizierung der Pflanzenkohle geachtet werden. Hierzu eignen sich die Vorgaben aus dem EBC, damit keine Grenzwerte von Schadstoffen überschritten werden. In diesem Kontext sind für nicht private Flächen folgende Richtlinien und Verordnungen einzuhalten wie die Kompost- und Düngemittelverordnung und die BBodschV.

So soll verhindert werden, dass es zu Belastungen der Böden oder des Grundwassers oder zu Gesundheitsgefährdungen kommt. Dies ist besonders da bedeutend, wo mit Hilfe von Terra Preta-Substraten Gemüse, Kräuter oder Obst angebaut werden. Viele Verbraucher verhalten sich im Umgang mit Pflanzenkohlen und Terra Preta-Substraten unterschiedlich im Bezug auf unterschiedliche Mengen und Häufigkeit der Ausbringung, verglichen mit anderen organischen Stoffen. Da die Herstellung und die Zusammensetzung der handelsüblichen Terra Preta-Erden heterogen sind, ist besondere Achtsamkeit einhergehend mit guter fachlicher Beratung essentiell.

Der Torfersatzstoff »Terra Preta« macht je nach Standort, Bodengefüge- und -qualität sowie Anbau mehr oder weniger Sinn. Überdüngte Gartenböden sollten nicht weiter mit Nährstoffen überladen werden. Das größte Potenzial dieser Erde als Torf- und Mineraldüngersubstitut wird im privaten Gartenbereich eingeordnet, in sinnvollen Mengen und einhergehend mit dem Gedanken des naturnahen Gärtnerns.

Forschung

In der Forschung laufen vielseitige Versuche, um zum Torf, welcher aus den Mooren stammt und ein begrenzter Rohstoff ist, Alternativen mit vergleichbaren positiven Eigenschaften zu entwickeln. Das **Torfmoos** (Sphagnum farming) hat die gleichen positiven Eigenschaften wie Torf und wird bereits in der Kultivierung von beispielsweise Orchideen eingesetzt. Um den Nährstoffbedarf bei anderen Kulturen zu decken und Torfmoose zu verwenden, ist weitere Forschung notwendig.

Um im Erwerbsgartenbau eine kontrollierte und gleichbleibend gute Produktion zu gewährleisten, wird immer noch ein immenser Anteil Torf eingesetzt. Einige wichtige Merkmale, die an ein Kultursubstrat gestellt werden, sind:

- ▶ eine hohe Wasser- und Luftkapazität
- ▶ Schadstoff-, Unkraut- und Samenfreiheit
- ▶ ein optimaler pH-Wert und exakt dosierbare Nährstoffgehalte
- ▶ eine gute Strukturstabilität
- ▶ gleichbleibende Qualität und geringe Kosten

*Dr. Mona Gharib
BUND Landesverband Niedersachsen e.V.*

Bodenprofilanalyse, Mitarbeiter der Leuphana Universität Lüneburg an den Flächen im Schulbiologiezentrum Hannover-Burg



Die Klimawirkung von Moorböden wird errechnet, indem die Emissionen von Kohlendioxid, Methan und Lachgas auf CO₂-Äquivalente umgerechnet werden. Grob geschätzt werden bundesweit 31 Mio. t CO₂-Äquivalente aus Mooren und durch deren Nutzung freigesetzt. Dies entspricht etwa 2,8% der Gesamtemissionen der Bundesrepublik Deutschland an klimarelevanten Gasen. Davon stammen [...] 7% aus der industriellen Abtorfung mit anschließender gärtnerischer Torfnutzung.

Heinrich Höper, Kiel 2007

Wissenschaftliche Begleituntersuchungen durch die Leuphana Universität Lüneburg

Das landesweite Terra Preta-Projekt nimmt an den Versuchsflächen im Schulbiologiezentrum in Hannover-Burg über die gesamte Projektlaufzeit von drei Jahren Bodenuntersuchungen vor. Diese dienen dem Ziel, die biologisch-chemischen Veränderungen in den Böden der Versuchspartnern zu dokumentieren. Die Untersuchungen beziehen sich auf die Substrate Kompost und Terra Preta sowie den Ausgangsboden (hier Lehm-Sand-Boden). Hierzu findet dreimal p.a. eine Grundanalytik durch die LUFA statt.



Klimakammer Datenaufnahme



Biokohle, Lysimeter

Über die Kooperation mit der Leuphana Universität mit Frau Prof. Dr. Brigitte Urban, Institut für Ökologie, finden weitergehende Untersuchungen zur Spezifizierung der Stickstoff- und Phosphatveränderungen bezogen auf die Versuchsflächen im Schulbiologiezentrum Hannover statt. Hinzu kommt eine in 2015/2016 erstellte Bachelorarbeit von Matthias Pütz über »Begleituntersuchungen zum Einsatz von Fertigungskompost und Pflanzenkohlesubstrat und deren pflanzenbauliche Bewertung für einen Parzellenversuch des BUND Niedersachsen.« Hierfür werden auch die bodenmikrobiologischen Parameter erhoben.

Hierin wird der Fragestellung nachgegangen:

- ▶ Wie lassen sich Fertigungskompost und Pflanzenkohlesubstrat für die gartenbauliche Verwendung charakterisieren?
- ▶ In welchen Eigenschaften sind die Unterschiede zwischen den Varianten am deutlichsten?
- ▶ Haben die verwendeten Stoffe als reine Substrate eine geeignete Beschaffenheit für Gemüsekulturen?

Dr. Mona Gharib
BUND Landesverband Niedersachsen e.V.



Matthias Pütz,
Leuphana Universität Lüneburg
Bodenuntersuchungen an
den Flächen im Schulbiologie-
zentrum Hannover-Burg



Bodenprobenentnahme an den Flächen im Schulbiologiezentrum Hannover-Burg

Der Freilandversuch des BUND Niedersachsen Projektes »Terra Preta in Niedersachsen« findet unter der Leitung von Frau Dr. Mona Gharib und begleitend durch Lara Schmidt statt. Weiterführende Unterstützung erhält das Projekt von Frau Prof. Dr. Brigitte Urban, Leuphana Universität Lüneburg. Hierzu wurde für Freilandversuche mit Terra Preta eine definierte Versuchsanleitung mit vierfach randomisierten Blockanlagen erstellt. Verglichen werden reifer Bioabfallkompost und handelsübliche Terra Preta-Erde gegenüber dem Nullboden; hiermit ist der gewachsene Ausgangsboden gemeint. In den Plots (Parzellen) sind die Substrate mit einer identischen Füllhöhe ausgebracht und werden über drei Jahre mit Nutzpflanzen (Stark-, Mittel- und Schwachzehrer) bepflanzt. Hierzu werden Versuche unternommen, um die Entwicklung der Nährstoffunterschiede zu dokumentieren. Die Substrate werden nicht in den Vegetationsperioden neu aufgefüllt, sodass ein Versuchsverlauf über drei Jahre dokumentiert und ausgewertet werden kann.

Nach Ende der Projektlaufzeit (Oktober 2017) werden die Beobachtungen und Auswertungen veröffentlicht und der interessierten Allgemeinheit zur Verfügung gestellt.

Lara Schmidt
BUND Landesverband Niedersachsen e.V.

Aktiver Moorschutz

Dem Schutz der Moore kommt in vielerlei Hinsicht eine große Bedeutung zu. Aktiver Einsatz ist dabei ebenso wichtig wie ein geregeltes Management und staatliche Regelungen, um Aktionen und Maßnahmen zu koordinieren. In Niedersachsen werden Moore häufig durch landwirtschaftliche Nutzung zerstört, welches große Auswirkungen auf Flora, Fauna und das Klima hat. Bisher wurden keine ausreichenden Lösungen gefunden, da die Ökonomie den ökologischen Vorstellungen im Wege steht. Gefordert sind hier staatliche Regelungen zum Schutz und eine koordinierte Flächenplanung.

Ein positives Beispiel für Moorschutz ist das Land Niedersachsen. Hier wird seit vielen Jahren haupt- und ehrenamtlich Moorschutz betrieben und es entstanden verschiedene Einrichtungen und Aktionen, welche Umweltbildung wie auch praktische Maßnahmen umsetzen. Auch der Konsument kann aktiv Moorschutz betreiben. Durch die Verwendung torffreier Produkte im Garten, auf dem Balkon oder auf der Fensterbank, kann er ein Zeichen gegen den Torfabbau setzen.

Lara Schmidt
BUND Landesverband Niedersachsen e.V.



Aktionen

Biologische Station Osterholz e.V.

Die Biologische Station Osterholz e.V. (BioS) ist ein Umweltzentrum im Landkreis Osterholz bei Bremen. Sie wird von Naturschutzverbänden, Heimatvereinen, Bildungseinrichtungen und engagierten Einzelpersonen aus der Region getragen. Im Umweltbildungsbereich bietet sie als anerkanntes Regionales Umweltbildungszentrum (RUZ) Kindergärten und Schulklassen vielfältige Entdeckungsreisen in die Natur an. Im Landschafts- und Artenschutz entwickelt sie Renaturierungsmaßnahmen und betreut die Schutzgebiete in der Region. Für die anerkannten Naturschutzverbände verfasst sie die Stellungnahmen in der Verbandsbeteiligung. Auf den Exkursionen »Wege ins Moor« können die Bewohner und Besucher der Region das Teufelsmoor kennenlernen. Mehr Informationen gibt es auf ihrer Webseite: www.biologische-station-osterholz.de

Jörgen Birkhan
Biologische Station Osterholz e.V.

Aktion Moorschutz

Die Aktion Moorschutz wurde 2012 gegründet. An dem überverbandlichen Zusammenschluss sind neben dem BUND Niedersachsen, der BUND Bremen, der NABU Niedersachsen, der Niedersächsische Heimatbund (NHB), die Manfred-Hermsen-Stiftung und die Biologische Station Osterholz beteiligt. Darüber hinaus kooperiert die Aktion Moorschutz mit zahlreichen Akteuren aus dem Bereich Moorschutz.

Die Aktion Moorschutz unterstützt den Moorschutz in Niedersachsen durch Öffentlichkeitsarbeit. Sie trägt das Thema in die gesellschaftliche und politische Debatte und bietet Beratung für Entscheidungsprozesse rund um das Thema Moorschutz und nachhaltige Moorentwicklung an. Interessenten können sich unter: www.aktion-moorschutz.de rund um das Thema Moore in Niedersachsen informieren.

Jörgen Birkhan
Biologische Station Osterholz e.V.

Aktionen mit ehrenamtlichen Helfern im Neustädter Moor



Moorschutz in Niedersachsen

2015 startete das von der Aktion Moorschutz unterstützte Projekt »Moorschutz in Niedersachsen (MooNi)« in der Biologischen Station Osterholz. MooNi entwickelt Umweltbildungsinstrumente für die außerschulische Bildung: u. a. ein Ausstellungsmodul zum Thema Moor- und Klimaschutz (niedersachsenweit ausleihbar), Unterrichtsmaterialien für die Sek.I und Sek.II sowie MultiplikatorInnenschulungen. Zudem werden Geocaching/GPS-Angebote unterstützt und ausgebaut. In 2016 und 2017 wird jeweils eine niedersachsenweite Moor-Aktionswoche Ende September durchgeführt werden. Mehr auf www.moo-ni.de

Jörgen Birkhan
Biologische Station Osterholz e.V.

Europäisches Fachzentrum für Moor und Klima (EFMK)

Hinter dem EFMK stehen der BUND Landesverband Niedersachsen e.V., die Gemeinde Wagenfeld und der Förderverein Europäisches Fachzentrum Moor und Klima e.V. In dem Zentrum wollen sie ihr gesammeltes Fachwissen auf den Gebieten des Natur-, Moor- und Klimaschutzes bündeln. Durch intensive Kooperationen mit Partnern innerhalb der EU wird das EFMK zur Vertiefung des europaweiten Austausches zwischen Forschung und Anwendung zur Verbesserung der Renaturierung und Nutzung von Hochmoorgebieten beitragen. Ziel ist ein Zentrum, in dem Menschen aus Wissenschaft und Praxis interdisziplinär zusammenarbeiten – von der bewährten Naturschutzarbeit über den Dialog mit der Torf- und Landwirtschaft bis hin zur touristischen Nutzung.

www.moorwelten.de

Friedhelm Niemeyer
BUND Diepholzer Moorniederung

Kooperationspartner
»Waldfrieden« e.V.
in Duingen

Maßnahmen im Moor



Schutzmaßnahmen im Hochmoor

Der BUND Landesverband Niedersachsen zeigt mit seiner Einrichtung in der Diepholzer Moorniederung seit mehr als 30 Jahren, was man im großräumigen Gebietsmanagement für den Schutz, die Entwicklung und den Erhalt von Mooren unternehmen kann und wie Erfolge erreichbar sind.

Die Moorschutzarbeit des BUND Diepholzer Moorniederung erfolgt in Kooperation mit zuständigen Verwaltungen beim Land, bei den Landkreisen, Gemeinden sowie mit Grundeigentümern, Bewirtschaftern, Stiftungen und Verbänden. In Schutzgebieten von insgesamt 17.000 ha Größe, überwiegend Hochmooren, plant der BUND Diepholzer Moorniederung die Entwicklung und den Erhalt von ausgesuchten Teilgebieten mit konkreten Maßnahmen. Nach einer fachlichen und rechtlichen Abstimmung setzt er die Maßnahmen in die Praxis um i.d.R. in den Winterhalbjahren. Die Durchführung erfolgt durch beauftragte Unternehmen, die spezielle moortaugliche Maschinen einsetzen. Auch erfahrene BUND-Mitarbeiter, zeitweise unterstützt durch freiwillige Helfer, führen die Landschaftspflegearbeiten mit eigenem Maschinenpark durch. Eine Sonderausstattung ermöglicht die Bewirtschaftung und Pflege.

Erfolgreiche Hochmoorregeneration mit Schwingrasenbildung



Wiedervernässter Handtorfstich mit abgestorbenen Birken, aufkommendem Wollgras und Torfmoosen.

Wo erlaubt, abgestimmt und finanziert, werden dann im Moor

- ◊ Entwässerungsgräben durch Teilverfüllung mit anstehendem Torf aufgestaut,
- ◊ Querdämme und Verwallungen angelegt,
- ◊ steile Torfstichkanten abgeschrägt,
- ◊ infolge Entwässerung aufgekommene Verbuschung (Birke, Kiefer, Weide u.a.) entfernt,
- ◊ und das wiedervernässte und freigestellte Moor danach mit Hilfe von Schafbeweidung, Mulch- und Mäharbeiten dauerhaft offen gehalten.

Ziel ist dabei, die entwässerten Torfe möglichst gut wiederzuvernässen, um eine torfzersetzungsbedingte CO₂-Freisetzung zu vermeiden und ein neues Torfwachstum und damit CO₂-Festlegung zu initiieren. Gleichzeitig wird der hochmoortypische Lebensraum für gefährdete Tier- und Pflanzenarten wiederhergestellt und verbessert.

Interessierte können sich über einen konkreten Beitrag zum aktiven Moorschutz, beispielsweise der Beteiligung an einem der angebotenen Samstags-Arbeitseinsatztermine, bei der Diepholzer Moorniederung unter www.bund-dhm.de erkundigen.

Wer seine Wohnung oder sein Haus mit Blumen schmückt, kann mit dem Kauf von torffreier Ware zum Moorschutz beitragen, ebenso durch die Eigenkompostverwendung im eigenen Garten.

Friedhelm Niemeyer
BUND Diepholzer Moorniederung

Ratgeber

Torffreie Erden in Baumärkten, Gartencentern und Online-Shops[Ⓢ]

| Markt oder Online-Shop | Torffreie Erden im Sortiment |
|--|--|
| BAUHAUS www.bauhaus.info | Floragard Bioerde Beeren Obst – Kokosmark |
| | Floragard Bioerde – Kokosmehl |
| | Gardol Pure Nature Pflanzeerde torffrei (Eigenmarke) |
| | Neudorff NeudoHum Blumenerde; Orchideenerde; Pflanzeerde; Tomaten- und Gemüseerde |
| | Neudorff KokoHum Blumenerde – Kokosfasern |
| | SERAMIS Blumenerde (torffrei); Pflanzengranulat |
| Bioland Biogartenversand www.biogartenversand.de | Neudorff NeudoHum Aussaat- und Kräutereerde |
| | Ökohum Bio-Universalerde ohne Torf |
| Dehner Garten-Center www.dehner.de | COMPO Bio Universal-Erde (torffrei) |
| | Dehner Bio Aussaat- und Kräutereerde; Tomaten-Erde; Universal-Erde |
| | Neudorff KokoHum Blumenerde |
| | Palaterra Beet & Garten; Haus & Balkon |
| | SERAMIS Ton-Granulat; Ton-Granulat für Zimmerpflanzen |
| Hagebaumärkte, Werkmärkte und Floraland www.hagebau.de | COMPO Bio-Erden torffrei, diverse |
| | Gartenkrone Bio-Blumenerde |

[Ⓢ] Hier handelt es sich lediglich um einen kleinen Auszug. Den gesamten Umfang finden Sie im BUND-Einkaufsführer für torffreie Erden: N. Uhde, in: BUND e. V. (Hrsg.), Blumenerde ohne Torf, http://www.bund.net/themen_und_projekte/naturschutz/moore_torf/

| Markt oder Online-Shop | Torffreie Erden im Sortiment |
|---|--|
| Hornbach Bau- und Gartenmarkt www.hornbach.de | FloraSelf Nature Blumenerde ohne Torf; Pflanzeerde ohne Torf; Kräuter- und Anzuchterde ohne Torf; Tomaten- und Gemüseerde (Eigenmarke) |
| | Neudorff KokoHum Blumenerde |
| OBI www.obide.de | OBI Living Garden Bio Blumenerde torffrei; Bio Pflanzeerde torffrei; torffreie Blumenerde für Zimmer-, Balkon- und Gartenpflanzen; Bio Tomaten- und Gemüseerde torffrei; Bio-Naturkompost |
| | OBI torffreie Blumenerde |
| | OBI Bio Torfersatz |
| | COMPO Bio Universal-Erde torffrei; Tomaten- und Gemüseerde; Hochbeet-Erde |
| | Neudorff NeudoHum Blumenerde Pflanzeerde; RasenErde; Orchideen-Erde; Aussaat- und Kräuter-Erde |
| | Neudorff Kokohum Blumenerde |
| Plus.de www.plus.de | SERAMIS Terrassen- und Kübelpflanzeerde; Blumenerde |
| | Floragard Bio Erde ohne Torf |
| | Neudorff NeudoHum Blumenerde |
| | Romberg 2x2 Brikett á 1 Liter Kokoserde – Kokossubstrat |
| | SERAMIS Magischer Erdenzauber – Kokossubstrat |
| toom Baumarkt www.toom-baumarkt.de | COMPO SANA® BIO Hochbeet-Erde (torffrei) |
| | toom Naturtalent Bio Kompost; Bio Kräutererde; Bio Tomaten- und Gemüseerde; Bio Universalerde |

Die Produktpalette und damit die tatsächliche Verfügbarkeit einer bestimmten Erde sind in den einzelnen Märkten und auch im Online-Vertrieb der Baumärkte unterschiedlich. Eine Reihe von lokalen Gärtnereien und Baumschulen, regionalen Kompost- und Entsorgungswerken, Bioläden sowie Eine-Welt-Läden führen torffreie Erden. Auch bei den Kompostwerken heißt es Augen auf: Sie verkaufen neben torffreien Erden auch Kompost, dem Torf beigemischt wurde. **Nur wo »torffrei« oder »ohne Torf« drauf steht, ist dem auch so.**

BUND Einkaufsführer »Blumenerde ohne Torf«

Im Fall der eigenen Herstellung von Terra Preta (s. Kapitel Terra Preta) sollte unbedingt auf die **EBC-Zertifizierung der Pflanzenkohle** geachtet werden. Bei Fragen zu diesem Thema und zu möglichen Bezugsquellen können Sie sich gerne an das Team des Projektes »Terra Preta in Niedersachsen« wenden. Zur Anzucht eignen sich nährstoffarme und torffreie Substrate. Bei speziellen Kulturen kann ökologisch nachgedüngt werden oder andere Torfersatzstoffe, die sich für die Anzucht eignen, verwendet werden.

*Lara Schmidt
BUND Landesverband Niedersachsen e. V.*



Multiplikatorenschulungen zum torffreien Gärtnern mit Terra Preta

| | |
|--|--|
| AK | Absorptionskapazität |
| BioS | Biologische Station Osterholz |
| °C | Grad Celsius |
| C | Kohlenstoff |
| C ₆ H ₁₀ O ₅ | Cellulose |
| CH ₄ | Methan |
| CO ₂ | Kohlenstoffdioxid |
| d. h. | das heißt |
| DHM | Diepholzer Moorniederung |
| EBC | European Biochar Certification (europäisches Zertifikat für Pflanzenkohle) |
| EU | Europäische Union |
| EFMK | Europäisches Fachzentrum Moor- und Klimaschutz |
| EMa | Effektive Mikroorganismen aktiv |
| Fe ₃ ²⁺ [PO ₄] ₂ × 8 H ₂ O | Vivianit (Mineralklasse wasserhaltige Phosphate) |
| g | Gramm |
| H ₂ O | Wasser |
| ha | Hektar |
| HTC | Hydrothermale Karbonisierung |
| i. d. R. | in der Regel |
| Jhd. | Jahrhundert |
| KAK | Kationenaustauschkapazität |
| lat. | lateinisch |
| LUFA | LUFA Nord-West; Institut für Boden und Umwelt |
| N | Stickstoff |
| N ₂ O | Distickstoffmonoxid; Distickstoffoxid |
| NPK-Dünger | Volldünger, enthält Stickstoff (N), Phosphat (P) und Kalium (K) |
| O ₂ | Sauerstoff |
| p. a. | per annum |
| PH ₃ | Monophosphan |
| t | Tonne |

NAMENSVERZEICHNIS

Terra Preta-Konzept

Es ist sinnvoller, von Terra Preta-Konzept zu sprechen, was die Schließung regionaler Stoffkreisläufe beinhaltet. Dies erhält nicht nur die Bodenfruchtbarkeit, sondern schont Ressourcen und stärkt regionales Wirtschaften.

C:N-Verhältnis

Ist für die Kompostierung wichtig und stellt einen Parameter für die Abbaugeschwindigkeit dar.

Ein besonderer Dank gilt:
Dr. Andreas Faenßen-Thiebes,
Anja Frakstein,
Prof. Dr. Harm Glashoff,
Katja Helbig, Dr. Regine Leo,
Dr. Reinhard Löhmer und
Prof. Dr. Helmut Scharpf.

Baden, W.: **Mitteilungen über die Arbeiten der Moor-Versuchsstation in Bremen**, Festschrift zum 75 jährigen Bestehen der Anstalt, Bremen, 1952.

Behre, K. H.: **Landschaftsgeschichte Norddeutschlands, Umwelt und Siedlung von der Steinzeit bis zur Gegenwart**, Neumünster, 2008.

Berg, E.: **Die Kultivierung der Nordwestdeutschen Hochmoore**, in der Reihe: Oldenburger Forschungen, Neue Folge, Oldenburg, 2004.

Blackbourn, D.: **Die Eroberung der Natur. Eine Geschichte der deutschen Landschaft**, München, 2007.

Borck, H.-G.: **Die Besiedlung und Kultivierung der Emslandmoore bis zur Gründung der Emsland GmbH**, Niedersächsisches Jahrbuch für Landesgeschichte Nr. 45, 1-30, Hannover, 1973, 213ff.

Bund für Umwelt- und Naturschutz Deutschland e. V. (Hrsg.), Faensen-Thiebes, A./Beste, A./Gharib, M./Baitinger, C./Hoffmann, H./Neumann, W./Idel, A.: **Terra Preta/Pyrolysekohle – BUND-Einschätzung ihrer Umweltrelevanz**, Berlin, 2015.

Dunst, G.: **Die erste abfallrechtlich bewilligte Pflanzenkohleproduktionsanlage Europas**, Müll und Abfall 12/2013, 2013, S. 661-664.

European Biochar Foundation: **European Biochar Certificate (EBC) – Guidelines for a Sustainable Production of Biochar**, Arbaz, 2013.
www.european-biochar.org/en/download

Enzyklopädie deutscher Geschichte, Band 29, München, 1994, S. 51ff.

Fischer, D./Glaser, B.: **Synergisms between compost and biochar for sustainable soil amelioration**, in: Sunil, K./Bharti, A.: *Management of Organic Waste*, S. 167-198, Rijeka, 2012.

Geheimes Staatsarchiv Preußischer Kulturbesitz, Bestand: I. HA Rep. 164 G Zentrale Moorkommission, Nr.10 und Nr.15.

Harter, J./Krause, J./St.Ruser, R./Fromme, M./Scholten, Th./Kappler, A./Behrens, S.: **Linking NO₂ emissions from biochar-amended soil to the structure and function of the N-cycling microbial community**, The ISME Journal 8, S. 660-674, 2014.

Haverkamp, M.(Hrsg.)/Ostendorf, D.: **Von den Heseper Torfwerken zur Klasmann-Deilmann GmbH 1913-2013**, Bramsche, 2013.

Hüppe, J.: **Von der Urlandschaft zur Kulturlandschaft. Die Vegetations- und Landschaftsentwicklung**, in: *Der Landkreis Emsland: Geographie, Geschichte, Gegenwart – eine Kreisbeschreibung*. Im Auftrage des Landkreises Emsland. Hrsg.: Franke, Werner, Grave, Josef, Schüpp, Heiner, Steinwascher Gerd, Meppen, 2002, S. 141ff.

Höper, H.: **Was haben Moore mit dem Klima zu tun?** Broschüre der Deutschen Gesellschaft für Moor- und Torfkunde, Kiel, 2010.

Höper, H.: **Freisetzung Klimarelevanter Gase aus deutschen Mooren**, Telma 37, 85-116, 2007

Kammann, C.: **Chancen und Risiken des Einsatzes von Pflanzenkohle, Biokohle in Böden**, Müll und Abfall 5/2012, 2013, S. 256-263

Kammann, C./Ratering, St./Eckhaard, Ch./Müller, Ch.: **Biochar and Hydrochar Effects on Greenhouse Gas (Carbon Dioxide, Nitrous Oxide and Methane) Fluxes from Soils**, Journal Environment Quality 41, 2012, S. 1052-1066.

Karl, A., **Torf-Industrie**, Zschörner & Comp., Wien, 1899.

LBEG und NLWKN Niedersachsen, **Umsetzung des Niedersächsischen Moorschutzprogramms und Flächennutzungen**.

Lehmann, J.: **A handful of carbon**, Nature 447, 2007, S. 143-144.

Lehmann, J./Rillig, MC./Thies, J./Masiello, CA/Hockaday, WC/Crowly, D.: **Biochar effects on soil biota – A review**, Soil Biology and Biochemistry 43, 2011, S. 1812-1836.

Marcard, Eduard: **Über die Kanalisierung der Hochmoore im mittleren Emsgebiet**, Osnabrück, 1871, S. 23ff.

Schmidt, H.-P.: **Pflanzenkohle**, Ithaka Journal 1/2011, 2011, S. 75-82.

Schmidt, H.-P.: **55 Anwendungen von Pflanzenkohle**, Ithaka Journal 1/2012, 2012, S. 99-102.

Schulz, H./Glaser, B.: **Effects of biochar compared to organic and inorganic fertilizers on soil quality and plant growth in a greenhouse experiment**, Journal Plant Nutr. Soil Sci. 175, 2012, S. 410-422.

Schulz, H./Dunst, G./Glaser, B.: **No Effect Level of Co-Composted Biochar on Plant Growth and Soil Properties in a Greenhouse Experiment**, Agronomy 4, 2014, S. 34-51.

Stumpfe, E.: **Die Besiedelung der deutschen Moore mit besonderer Berücksichtigung der Hochmoor- und Fehnkolonisation**, Leipzig und Berlin, 1903.

Verein zur Förderung der Moorkultur im Deutschen Reiche (Hrsg.): **Denkschrift über die Verhandlungen im Deutschen Landwirtschafts-Rate und aus der öffentlichen Versammlung des Vereins für Moorkultur im Deutschen Reiche im Februar 1911**, Berlin, 1911, S.70.

Wiedner, K./Schneeweiß, J./Dippold, M./Glaser, B.: (2014) **Anthropogenic Dark Earth in Northern Germany – The Nordic Analogue to terra preta de Índio in Amazonia**. Special Issue Catena: Anthropogenic footprints recorded in soils, doi:10.1016/j.catena.2014.10.024, 2014.

Winterberg, A.: **Das Bourtanger Moor. Die Entwicklung des gegenwärtigen Landschaftsbildes und die Ursachen seiner Verschiedenartigkeit beiderseits der deutsch-niederländischen Grenze**, Remagen/Rhein, 1957.

INTERNETQUELLEN

www.chemie.de

Industrieverband Garten e. V.: **Torf in Blumenerden und Kultursubstraten – Unerlässlich für den Gartenbau oder eine Gefahr für Moore?**, www.warum-torf.info/download, Zugriff: 19.04.2016.

Industrieverband Garten e. V., www.warum-torf.info/torf-alternativen/einsatz-alternativer-ausgangsstoffe-deutschland, Zugriff: 19.04.2016.



TerraPreta

IN NIEDERSACHSEN

BUND Landesverband Niedersachsen e.V.
Goebenstraße 3a, 30161 Hannover
E-Mail: terrapreta@nds.bund.net
www.bund.niedersachsen.de/terrapreta



QR-Code scannen
und sofort mehr
über Terra Preta
erfahren!

Spendenkonto

Stichwort: Terra Preta
Bank für Sozialwirtschaft
IBAN: DE76 251205100008498404
BIC: BFSWDE33HAN

Der BUND Niedersachsen ist als
gemeinnützig anerkannt. Spenden
sind von der Steuer absetzbar.