

# Entstehung und Eigenschaften von organischen Böden

Autor(en): **Sticher, Hans**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Jahrbuch der Schweizerischen Naturforschenden Gesellschaft. Wissenschaftlicher und administrativer Teil = Annuaire de la Société Helvétique des Sciences Naturelles. Partie scientifique et administrative**

Band (Jahr): **162 (1982)**

PDF erstellt am: **16.08.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-90862>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# Entstehung und Eigenschaften von organischen Böden

Hans Sticher

## Zusammenfassung

Unter den Begriff «Organische Böden» fallen nach dem in der Schweiz gebräuchlichen Bodenklassifikationssystem die Moore verschiedenster Ausprägung sowie die aus ihnen entstandenen Kulturböden, sofern ihr oberster Horizont eine Mächtigkeit von mehr als 30 cm und einen Humusgehalt von mehr als 30% aufweist.

Im vorliegenden Aufsatz werden nach einem kurzen Abriss über die Entstehung und die morphogenetische Systematik der Moore chemische, biologische und physikalische Eigenschaften von Nieder- und Hochmooren erörtert und einander gegenübergestellt.

## Résumé

D'après le système suisse de classification des sols le terme «Sol organique» comprend des marais quelconques ainsi que des sols cultivés, si leur horizon supérieur a une épaisseur de plus de 30 cm et une teneur en humus de plus de 30%.

Dans l'article présent, après une brève esquisse sur la genèse et la systématique des marais en général, les propriétés chimiques, biologiques et physiques des bas-marais et des haut-marais sont présentées et comparées.

## Einleitung

Als organisch bezeichnet man nach dem in der Schweiz gebräuchlichen Klassifikationssystem Böden, welche unter hydromorphen Bedingungen entstanden sind. Böden mit aerob angehäuftem organischen Material, z.B. Podsole oder Tangelrendzinen, fallen dagegen nicht unter diesen Begriff, obschon hier rein organische Auflagehorizonte von 30 cm und mehr Mächtigkeit keine Seltenheit sind.

Hydromorphe Verhältnisse herrschen vor, wenn die Zufuhr von Wasser (irgendwelcher Herkunft: Niederschlag, Grundwasser, Rieselwasser, Quellwasser) gleich oder grösser ist als die Wegfuhr (Versickerung, Verdunstung, Transpiration). Dazu tragen einzeln oder kombiniert folgende Faktoren bei:

- undurchlässiger Untergrund
- hohe Jahresniederschläge
- kühle (aber nicht zu kalte) Temperatur
- hohe Luftfeuchtigkeit.

Unter hydromorphen Verhältnissen ist der mikrobielle Abbau von organischer Substanz infolge Sauerstoffmangels gehemmt, so dass die Produktion den Abbau übersteigt. Dadurch kommt es zu einer Anhäufung von nur teilweise zersetztem organischem Material.

Übersteigt die Akkumulation 30 cm, so spricht man von einem Moor und bezeichnet das im Moor konservierte organische Material als Torf. Bei weniger als 30 cm organischer Auflage spricht man, da hier die anorganische Unterlage pedologisch ebenfalls von Bedeutung ist, von einem Moorgley.

Unter den Begriff organische Böden fallen demnach die Moore selbst sowie die aus ihnen entstandenen Kulturböden, sofern ihr oberster Horizont eine Mächtigkeit von mehr als 30 cm und einen Humusgehalt von mehr als 30% aufweist.

## Entstehung und Systematik der Moore

Moore, die unter dem Einfluss von nährstoffreichem Wasser, sei es Grund- oder Oberflächenwasser, entstanden sind, werden allgemein unter dem Begriff Nieder- oder Flachmoor zusammengefasst.

Wo in Talmulden das Grundwasser bis an die Oberfläche ansteht und der Abbau der Streu infolge zeitweiser Anaerobie gehemmt ist, bildet sich das Versumpfungsmoor, bei welchem sedimentäre Prozesse allein von Bedeutung sind.

In seichten Oberflächengewässern (Flachseen, Teichen, abgeschnittenen Flussarmen) füllt das sedentäre organische Material zusammen mit dem sedimentären Detritus das Gewässer allmählich bis zur Oberfläche auf: es bildet sich das Verlandungsmoor. Der Verlandungsprozess, der im wesentlichen vom Klima unabhängig ist, lässt sich nach folgendem Schema, das allerdings je nach Standort modifiziert werden muss, beschreiben (Overbeck 1975):

Sofern in der Umgebung des Gewässers offenes Land vorhanden ist, wird durch die Zuflüsse erodiertes Bodenmaterial eingeschwemmt und zusammen mit organischen Partikeln sedimentiert. Je nach Zusammensetzung nennt man solche Sedimente Ton- oder Kalkmudden. Mit fortschreitender Verlandung nimmt der organogene Anteil in den Mudden zu, bis diese schliesslich rein organisch anfallen. Nachhaltige Kälteperioden, welche das Pflanzenwachstum einschränken oder unterbinden, oder einmalige Überflutungsereignisse können jedoch erneut zu anorganischen Sedimenten führen. In Ca-reichem Wasser bewirkt die assimilatorische Tätigkeit von submersen Wasserpflanzen ausserdem eine Ausscheidung von Kalk (See-kreidebildung).

Im Uferbereich stellt sich eine an die hydromorphen Verhältnisse angepasste Vegetation ein, welche je nach Lage zum Wasserstand durch bestimmte Arten charakterisiert ist. Vom tieferen Wasser bis hin zum Ufer lässt sich – im Idealfall – folgende mehr oder weniger scharfe Zonenbildung beobachten:

1. Characeenrasen
2. Laichkrautgürtel
3. Seerosengürtel
4. Röhrichtgürtel
5. Gross-Seggenürtel (im Schwankungsbereich des Wasserspiegels)
6. Erlenbruchwald (am Ufer in der vernässten terrestrischen Zone).

Abgestorbene Reste der aufgeführten Pflanzengesellschaften heben den Gewässerboden vom Ufer her auf und schieben die einzelnen Gürtel – da deren Existenz an eine bestimmte Wassertiefe gebunden ist – immer mehr gegen die See-mitte hin vor. Dieses Weiterwandern der nebeneinander bestehenden Vegetationsgürtel bewirkt damit eine übereinanderliegende Abfolge von Sediment- und Torfarten, nämlich von unten nach oben: anorganische bis organogene Mudden, Schilftorf, Seggentorf, Erlenbruchwaldtorf.

Tabelle 1: Entstehungsbedingungen und Klassifikation von Mooren (nach Overbeck 1975)

A	Vernässung geogen, unter dem Einfluss von Mineralbodenwasser Moortyp: Niedermoor (engl. fen, frz. bas-marais) 1. Vernässung topographisch bedingt, wenig vom Klima abhängig, Oberfläche horizontal Moortypen: topogene Moore a) Verlandungsmoor (limnogenes Moor) b) Versumpfungsmoor (telmatogenes Moor) 2. Vernässung durch Überrieselung mit Wasser von Böden aus der Umgebung, Oberfläche konkav oder geneigt Moortypen: soligene Moore
B	Vernässung ombrogen, d.h. nur durch unmittelbar auf die Fläche fallendes Niederschlagswasser, Oberfläche uhrglasförmig Moortyp: Hochmoor (engl. bog, frz. haut-marais) a) wurzelechtes Hochmoor (direkt über dichtem saurem Mineralboden entstanden) b) nicht wurzelechtes Hochmoor (über Niedermoor entstanden)

Der Erlenbruchwald als Endglied der Verlandungsserie kann nur so lange überdauern, als er im Bereich des nährstoffreichen Grundwassers bleibt. Dies kann über sehr lange Zeiten der Fall sein. Sobald aber die Anhäufung von organischem Material über den Grundwasserspiegel hinaus ansteigt, gelangt die Vegetation zunehmend in den Einflussbereich des nährstoffarmen Niederschlagswassers. Die beim Abbau der Pflanzenreste anfallenden Huminsäuren können nicht mehr neutralisiert werden; der Boden versauert und verarmt. Die Erle macht vorerst der Birke und der Föhre Platz, und auch im Unterwuchs nehmen acidophile Pflanzen überhand (Übergangsmoor). Wenn schliesslich das Niederschlagswasser allein bestimmend wird, kommt es zur allgemeinen Verbreitung von Torfmoosen (Sphagnum); das mesotrophe Übergangsmoor geht in ein oligotrophes Hochmoor über.

Das Hochmoor ist über die Mineralbodenoberfläche aufgewölbt. Seine Form wird oft mit einem Uhrglas verglichen. Eine mehr oder weniger ebene Zentralfläche wird durch ein peripheres Randgehänge abgeschlossen. Die Zentralfläche ist gekennzeichnet durch einen Wechsel von kleinen aufgewölbten Polstern (Bülten) und dazwischen liegenden, meist mit Wasser gefüllten Gräben (Schlenken). Bei grösseren Hochmooren sammelt sich Überschusswasser in zentralen Hochmoorseen (Kolken) oder es fliesst durch Rinnsale (Rüllen) zum Moorrand,

wo es sich im Randsumpf (Lagg) zusammen mit nährstoffreicherem Wasser aus der Umgebung sammelt.

Hochmoore, welche sich über einem Niedermoor (Verlandungs- oder Versumpfungsmoor) gebildet haben, nennt man nicht wurzelecht, im Gegensatz zu den wurzelechten Hochmooren, welche direkt über schwer durchlässigem, nährstoffarmem Mineralboden entstanden. Grossflächig findet man wurzelechte Hochmoore in der nordwestdeutschen Tiefebene, wo sie sich über ortsteinverdichteten Heidepodzolen gebildet haben.

Moore können sich auch an Hängen bilden. Wenn bei ungenügend durchlässigem Untergrund nährstoffreiches Hangwasser den Boden überrieselt, wird der Abbau der anfallenden Streu in analoger Weise gehemmt wie beim Versumpfungsmoor. Man spricht in diesem Fall von einem soligenen Moor. Auch dieser Moortyp kann sich – besonders in seinem unteren Teil, wo von oben zufließende Nährstoffe ausgefiltert sind – zum Hochmoor weiterentwickeln (ombro-soligenes Moor). Im Gebirge häufig anzutreffende Vertreter der soligenen Moore sind die Quellmoore.

### Verbreitung der Moore

Entsprechend den dargestellten Entwicklungsbedingungen findet man die grösste Verbreitung von Mooren im nördlichen Europa, in Westsibirien, in Kanada und in den USA. Weniger bedeutende Vorkommen finden sich in den feuchten Tropen. Man schätzt die gesamte Moorfläche der Erde auf 1,5–2,3 Millionen Quadratkilometer, davon ca. 60% allein in der UdSSR. Für die Schweiz nimmt man eine Fläche von 55 km<sup>2</sup> an (Schneider 1980). Die in den Mooren der Erde konservierte Torfmenge wird auf mindestens 10<sup>6</sup> Millionen Tonnen beziffert. Jährlich werden davon um 500 Millionen Tonnen abgebaut (Naucke 1980).

Der Verbreitung der Hochmoore sind im Gegensatz zu den Verlandungsmooren enge klimatische Grenzen gesetzt. Sie können nur dort aufkommen, wo ein genügend grosses Niederschlagsnetto herrscht. So sind die Verhältnisse im schweizerischen Mittelland mit mittleren Jahrestemperaturen von 8–9°C und Niederschlägen um 100 cm für die Bildung von Hochmooren nicht mehr günstig. Hochmoorfreundlich sind dagegen die montane und die untere

subalpine Stufe der Nordalpen und des Jura mit Temperaturen von 2–6°C und Niederschlägen von mindestens 130 cm.

### Stoffproduktion und Torfbildung

Die mittlere Stoffproduktion einer Hochmoorvegetation beträgt zwischen 2 und 10 Tonnen Trockensubstanz pro ha und Jahr. Der jährliche Zuwachs wird im Mittel mit 0,5 mm angegeben, was einer Torfproduktion von 100 bis 500 kg pro ha und Jahr entspricht. Bei der Vertorfung der Vegetation tritt also ein beträchtlicher Substanzverlust ein, der zwischen 50 und 80% der produzierten Trockenmasse liegen dürfte. Dieser hohe Verlust erstaunt um so mehr, als die vielen gut erhaltenen Pflanzenreste eine weitgehende Konservierung des Pflanzenmaterials vortäuschen (Grosse-Brauckmann 1980).

Der Stoffabbau im Hochmoor erfolgt aerob in der obersten torfogenen Schicht, welche zeitweise dem Luftzutritt zugänglich ist. Für den Abbau (Mineralisierung und Humifizierung) verantwortlich sind Mikroorganismen (Bakterien, Aktinomyceten und Pilze). Entsprechend dem hohen Säuregrad sind Pilze vorherrschend (raschwüchsige *Penicillium*- und *Verticillium*-Arten). Besondere Bedeutung kommt aber den als Symbionten mit den Ericaceen-Wurzeln lebenden Mykorrhiza-Pilzen der Gattung *Cladospodium* zu. Diese verfügen wie die *Penicillium*- und *Verticillium*-Arten über das Enzym Pektinase, mit welchem sie die Pektinstoffe und teilweise auch die Cellulose der Sphagnen anzugreifen und abzubauen vermögen. Darüber hinaus scheiden sie Förderstoffe aus, welche das Wachstum der an der Zersetzungsarbeit beteiligten Bakterien begünstigen. Schliesslich tragen sie mit Hilfe von Polyphenoloxidasen zur Synthese von Huminstoffen aus bakteriellen Abbauprodukten bei (Overbeck 1975).

Wegen des grundsätzlich verschiedenen Wachstumsverhaltens unterscheidet sich der Torfbildungsprozess von Sphagnen von jenem höherer Pflanzen wesentlich. Moose wachsen von unten nach oben nach. Sie sterben an ihrer Basis in gleichem Masse ab, wie sie an der Spitze weiterwachsen. Höhere Pflanzen produzieren mit ihren oberirdischen Teilen Streu, welche auf die Bodenoberfläche fällt und dort weitgehend abgebaut und mineralisiert wird. Daher findet man im Torf kaum oberirdische Teile von höhe-

ren Pflanzen, obschon solche als Begleiter der Sphagnen das Hochmoor besiedeln.

Unterhalb der torfogenen Schicht nimmt die Zahl der aeroben Organismen rasch ab, jene der anaeroben zu, allerdings nur in einem bescheidenen Ausmass. Die grösste Aktivität der anaeroben liegt unmittelbar unter der Zone der aeroben Zersetzung, wo dem mineralisierenden Abbau noch umsetzbares, durch Aerobier noch nicht verwertetes Pflanzenmaterial zur Verfügung steht (Grosse-Brauckmann 1980).

Tiefer im Moor finden keine entscheidenden Abbauprozesse mehr statt, wenn auch das zuweilen beobachtete Entweichen von Sumpfgas auf gewisse Umsetzungen hinweist. Organisches Material, das zufälligerweise in diese Zone hineingerät, wird daher weitgehend konserviert (vgl. Moorleichen, Moorarchäologie). Die oft beobachtete Schichtung von Hochmoorprofilen ist auf wechselnde Zersetzungsintensitäten zurückzuführen, welche ihrerseits auf langzeitigen Schwankungen in Wasserstand, Acidität, N-Haushalt und Pflanzenbestand beruhen.

Bei der Bildung von Niedermooren ist der Substanzverlust im allgemeinen noch höher als bei den Hochmooren. In der Niedermoorvegetation ist der Anteil krautiger, gut abbaubarer Arten hoch. Ein guter Teil davon dient der artreichen Wasserfauna als Nahrung, wird zerkleinert, verdaut und fällt schliesslich als organogenes (koprogenes) Sediment auf den Grund (Mudde bzw. Gytja).

Da das Oberflächenwasser, besonders wenn es bewegt ist, Sauerstoff enthält, erfolgt der mikrobielle Abbau abgestorbener Pflanzenteile rasch. Niedermoor torfe enthalten daher in ihrem sedentären Bereich vor allem Rückstände nicht zerfressener, bzw. nicht abgebauter Pflanzenteile wie Stengel und Rhizome.

### Chemische Eigenschaften von Mooren

Die anorganischen Bestandteile der Torfe spiegeln die unterschiedlichen Entstehungsbedingungen wider. Während das ombrogene Hochmoor Mineralstoffe in geringer Menge nur über die Atmosphäre erhält, wächst das Niedermoor in mehr oder weniger eutrophem Wasser auf, in welchem sich, wie oben bereits dargestellt, ausserdem allochthones silikatisches Material absetzen kann. Der Aschegehalt von Niedermoor torfen variiert daher innerhalb beträchtlicher

Grenzen. Bei Abwesenheit von allochthonem Material liegt er meist im Bereich von 5–15%. Entsprechend dem hohen Calciumgehalt des eutrophen Wassers stellt dieses Element den Hauptanteil an der Asche. Dagegen übersteigt der Aschegehalt von Hochmoortorfen 3% selten (vgl. Tab. 2).

Beachtliche Unterschiede finden sich auch bei den Spurenelementen. Naucke (1978) hat diesbezüglich zahlreiche balneologisch genutzte Nieder- und Hochmoore Deutschlands untersucht (Tab. 3). Der bedeutend höhere Gehalt in den Niedermoor torfen dürfte allerdings nicht allein durch die unterschiedlichen Entstehungsbedingungen, sondern in starkem Masse vom pH beeinflusst sein (s. unten). Entsprechend dem niedrigen Redoxpotential der anaeroben Torfe liegt das Eisen in der mobilen Ferroform vor. Bei der Dränage von Mooren gelangen die Ferroionen mit dem Wasser bis ins Dränagesystem und werden dort oxydiert und ausgefällt, was zur bekannten Dränverockerung führt, welche im Extremfall bis zur Verstopfung der Abflussröhren fortschreiten kann (Jelmini et al. 1981).

Unter den organischen Bestandteilen der Torfe kommt den Huminstoffen eine besondere Be-

Tabelle 2: pH, Aschegehalt und Gehalt einiger Makroelemente in Hoch- und Niedermooren (nach Grosse-Brauckmann 1980)

	Hochmoor	Niedermoor
pH	3 – 5	5 – 7,5
Aschegehalt (%)	1 – 2	5 – 15
CaO (%)	0,2 – 0,4	1,5 – 4
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (%)	< 0,1	0,3 – 0,6
K <sub>2</sub> O (%)	< 0,1	0,1 – 0,2
S (%)	< 0,25	0,5 – 5
N (%)	< 1	2,5 – 4,5
C/N-Verhältnis	20 – 70	15 – 35

Tabelle 3: Spurenelemente (Mittelwerte in ppm) und pH-Werte in 14 Hochmoor- und 25 Niedermoor torfen Deutschlands, welche balneologisch genutzt werden (nach Naucke 1980)

Elemente	Hochmoore	Niedermoore
Aluminium	1500	10 000
Eisen	2400	17 000
Mangan	28	280
Nickel	15	43
Chrom	16	80
Zink	23	66
Kupfer	8	18
pH	4	6

Tabelle 4: Physikalische Kennwerte verschiedener Torfe und von Seekreide (nach Hohenstatter 1973, zusammengestellt von Schuch 1980). Durchschnittswerte

	Wassergehalt Vol.-%	Rohdichte kg/dm <sup>3</sup>	Scheinbare Dichte kg/dm <sup>3</sup>	Reelle Dichte kg/dm <sup>3</sup>	Aschegehalt % der TS
Hochmoortorf	80,0	0,902	0,102	1,45	2,3
Niedermoortorf	87,9	0,982	0,103	1,48	8,5
Torfmulde	89,6	0,949	0,053	1,41	6,9
Seekreide	69,7	1,313	0,616	2,48	54,2

deutung zu. Da diese als Endprodukt des Ver-  
torfungsprozesses auftreten, nimmt ihr Gehalt  
mit steigendem Zersetzungsgrad zu. So fand  
Naucke (1978) in den bereits erwähnten stark  
zersetzten Niedermoorbadetorfen einen mittlere-  
ren Huminstoffgehalt von 36,3%, und in den  
etwas weniger stark zersetzten Hochmoortor-  
fen 30,5%. Eine relative Zunahme im Laufe der  
Vertorfung erfolgt auch bei den mikrobiell  
schwer abbaubaren Pflanzeninhaltsstoffen Li-  
gnin, Wachs, Harz und Bitumen. Andererseits  
nimmt der Anteil der leicht zersetzbaren Kom-  
ponenten Hemicellulose und Cellulose rasch  
ab. Da jedoch auch ein huminstoffreicher Torf  
stets noch viele wenig zersetzte Pflanzenteile  
enthält, sinkt die Cellulose- und Hemicellulose-  
Fraktion kaum je auf Null ab (Naucke 1980).  
Neben den genannten Hauptkomponenten  
wurden aus Torfen verschiedenste weitere  
Stoffe isoliert, welche aber zum Teil Reste der  
ursprünglichen Pflanzensubstanz darstellen  
oder nur in Spuren nachgewiesen werden konn-  
ten. Allerdings können gerade diese Spurens-  
stoffe als Wirkstoffe von Bedeutung sein (Kü-  
ster 1980).

Die Kationentauschkapazität von gut zerset-  
ten Torfen liegt im Bereich von 1,5 bis 2,0 Val  
pro kg Trockensubstanz. Dieser hohe Wert ist  
vor allem auf den hohen Huminstoffgehalt zu-  
rückzuführen. Torf kann somit als schwach  
saurer Kationentauscher mit hoher Tauschkapazität  
bezeichnet werden. Eine besondere Affi-  
nität besteht zu den Schwermetallen, im besonde-  
ren Blei und Kupfer. Diese beiden Elemente  
werden wahrscheinlich zweizählig in Form von

Innenkomplexen an Carboxylgruppen der  
Huminstoffe gebunden (Bloom et al. 1979). Die  
Bindungsfestigkeit nimmt mit steigendem pH  
zu (Boehring et al. 1980). Daher besteht bei  
organischen Böden, welche sich aus Nieder-  
mooren entwickelt haben, eine latente Gefahr  
des Kupfermangels. Das gleiche gilt für Hoch-  
moorböden, bei welchen Kulturmassnahmen  
zu einer Anhebung des pH-Wertes geführt ha-  
ben.

#### Physikalische Eigenschaften

Beim Aufwachsen der Moore bleibt ein Teil der  
strukturellen Hohlräume selbst unter jahrtau-  
sendelangem Wasserabschluss luftgefüllt. Da  
der Sauerstoff beim Torfbildungsprozess durch  
die Mikroorganismen verbraucht wird, setzt  
sich die Porenluft nahezu ausschliesslich aus  
Stickstoff und Kohlendioxid zusammen. Ent-  
sprechend den Entstehungsbedingungen im  
Kontakt mit der Atmosphäre ist das luftgefüllte  
Porenvolumen beim Hochmoor besonders  
hoch und liegt im Bereich von 10 bis 30%, was  
sich in der geringen mittleren Rohdichte von  
lediglich 0,9 kg/dm<sup>3</sup> niederschlägt (Tab. 4).

Porengrössenverteilung und Wasserdurchläs-  
sigkeit  $k$  weisen, je nach Torfart, erhebliche  
Schwankungen auf. In einem stark zersetzten  
Hochmoortorf nehmen die Poren von 0,2 bis 10  
 $\mu\text{m}$  nahezu die Hälfte des Porenvolumens ein,  
jene über 10  $\mu\text{m}$  und unter 0,2  $\mu\text{m}$  je etwa einen  
Viertel. Der  $k$ -Wert liegt im Bereich von 0,001  
bis 10 m pro Tag, wobei sehr oft eine beträchtli-

Tabelle 5: Wärmekonstanten von Torf und Sand (nach Geiger 1950, zitiert nach Eggelsmann 1980)

Boden	Wärmeleitfähigkeit (J/cm <sup>2</sup> ·sec·grad)·10 <sup>-3</sup>		Wärmekapazität J/cm <sup>3</sup> ·grad		Temperaturleitfähigkeit (cm <sup>2</sup> /sec)·10 <sup>-3</sup>	
	trocken	nass	trocken	nass	trocken	nass
Torf	0,6	8,3	0,4	2,9	1,5	3
Sand	1,7	16,6	1,2	1,7	1,3	10

che räumliche Anisotropie festzustellen ist, besonders wenn bei Niedermooren rein organogene Schichten mit Überschwemmungssedimenten oder Seekreide abwechseln (Schuch 1980).

Für das Mikroklima von Moorböden sind die kalorischen Eigenschaften von besonderer Bedeutung. Wegen des hohen Volumenanteils von Wasser werden diese weitgehend durch die entsprechenden Wärmekonstanten des Wassers selbst geprägt. Der hohen Wärmeleitfähigkeit im nassen Torf steht die ebenfalls hohe Wärmekapazität gegenüber, so dass sich die Temperaturleitfähigkeit, welche den Verlauf einer Wärmewelle im Boden bestimmt, zwischen trockenem und nassem Zustand nur unwesentlich unterscheidet. Die Bodenverbesserung, welche sich durch Beimischen von Sand erzielen lässt, geht nicht zuletzt auf die erhöhte Temperaturleitfähigkeit zurück (Tab. 5, Eggelsmann 1980).

## Literatur

- Bloom, P. R., McBride, M. B. 1979: Metal ion binding and exchange with hydrogen ions in acid washed peat. Soil Science Society of America Journal 43, 1979, 687–692.
- Boehringer, J., Sticher, H. 1980: Ionenaustausch an Torf in den Systemen H-Ca-Pb und H-Ca-Zn. Bulletin der Bodenkundlichen Gesellschaft der Schweiz, 4, 1980, 36–41.

- Eggelsmann, R. 1980: Mikroklima der Moore. In: Göttlich, K.: Moor- und Torfkunde, S. 224–230.
- Göttlich, K. (Herausg.) 1980: Moor- und Torfkunde. 2. Auflage, E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart.
- Grosse-Brauckmann, G. 1980: Ablagerungen der Moore. In: Göttlich, K.: Moor- und Torfkunde, S. 130–173.
- Jelmini, G., Dubois, J.-P., Dubois, D. 1981: Etude préliminaire de l'influence du drainage sur la migration des éléments dans une source eutrophe. Veröffentlichungen des Laboratoire de Pédologie EPF Lausanne, Heft 7, 1981.
- Küster, E. 1980: Mikrobiologie von Moor und Torf. In: Göttlich, K.: Moor- und Torfkunde, S. 196–205.
- Naucke, W. 1978: Untersuchungen an niedersächsischen Torfen zur Bewertung ihrer Eignung für die Moortherapie. Archiv des Niedersächsischen Landesamts für Bodenforschung, Hannover, 51 S.
- Naucke, W. 1980: Chemie von Moor und Torf. In: Göttlich, K.: Moor- und Torfkunde, S. 173–196.
- Overbeck, F. 1975: Botanisch-Geologische Moorkunde. Wachholtz-Verlag, Neumünster.
- Schneider, S. 1980: Verteilung der Moore auf der Erde. In: Göttlich, K.: Moor- und Torfkunde, S. 52–64.
- Schuch, M. 1980: Physik des Torfes und der Moorböden. In: Göttlich, K.: Moor- und Torfkunde, S. 205–210.

## Adresse des Autors:

Prof. Dr. Hans Sticher  
Laboratorium für Bodenkunde  
ETH Zentrum  
CH-8092 Zürich