

DIE STRUKTUR UND DAS RAUM- GEWICHT DES TORFES

VON
GUNNAR HOLMSEN

Den Eigenschaften des Torfes sind hauptsächlich diese zwei Faktoren zuzulegen: 1. Die ursprüngliche Vegetation des Moores, und 2. Die physischen und chemischen Aenderungen der Pflanzenüberreste vor ihrer Einlagerung unter den Grundwasserspiegel des Moores.

Wenn das Wasser am Moore frisch, nahrungsgebend und in Cirkulation ist, bedingt das eine artenreiche Vegetation, selbst von Pilzen und Bakterien. Stagniert das Wasser indessen, wird die Pflanzengesellschaft zu wenigen Arten vereinfacht. Viel Wasser, ob auch nur Regen- oder Schmelzwasser, befördert den Graswuchs, während wenig oder nahrungsarmes Wasser den Zwergsträuchern die Übermacht gibt.

Einige Moore besitzen im Sommer einen tiefen Grundwasserstand. Die Schicht, die über dem Grundwasserniveau liegt, wird zerteilt und durchlüftet. Der größte Teil des in einem Sommer produzierten Pflanzenstoffes wird in dem nächsten wieder wegoxydiert. Das Moor wächst langsam, der Torf erleidet eine eingehende Umwandlung und wird dicht und schwer. In den Mooren hingegen, wo das Grundwasser immer hoch steht, werden die Pflanzenüberreste ziemlich unverändert im Torfe eingelagert. Das Moor wächst in diesem Falle schnell, der Torf erscheint porös und leicht.

Nachdem die Pflanzenüberreste im Moore unter das Grundwasserniveau gesunken und im stillstehenden Moorwasser eingeschlossen sind, unterliegen sie nur kleinen Veränderungen. Die Pflanzenstoffe im Torfe erleiden gewiss eine Oxydation, wobei die Kohlenstoffmenge des Torfes zunimmt und der Sauerstoff-

gehalt abnimmt. Diese letzte Phase des Verrotungsprozesses verläuft indessen so langsam, daß der Torf unserer Moore seine Eigenschaften kaum geändert hat, seit ihn der Grundwasserspiegel erreichte. Hiervon sich zu überzeugen hat man Gelegenheit in tiefen Torfschichten, wo die Wand einunddieselbe Torfart durchschneidet.

Bei uns kommt gewöhnlich dem Sphagnumtorf die größte Mächtigkeit zu. Nicht selten findet man am Ostlande und nördlich vom Dovrefeld Sphagnummoore von 4--5 bis 6 Meter Dicke. In einer Tiefe von wenigen Decimetern findet man selbst in trocknen Sommern das Grundwasser im Moos-Moore, und unter dem Grundwasser zeigt sich der Torf sehr gleichartig bis an seine Unterlage. Am frischen Bruche ist es ein rötlicher, strukturloser Torf mit grossem Wassergehalt. Presst man mit der Hand das Wasser ab, zeigt es sich, daß das Wasser mit zunehmender Tiefe des Torfes eine dunklere braune Farbe besitzt. Das Nachdunkeln des Torfes durch Einwirkung der Luft wird auch bedeutender an Proben aus grösserer Tiefe als an denjenigen aus geringerer. Torfproben aus den untersten Schichten des Moos-Moores werden mehr verschrumpft sein und eine grössere Festigkeit annehmen als solche, die aus den oberen Schichten herkommen. Doch ist auch der tiefliegende Sphagnumtorf ein leichter und poröser, dem tausendjährigen Verrotungsprozesse zum Trotz.

Wenn der Torf in den tieferen Schichten des Moores gewöhnlich ein anderer ist als in den oberen, ist dies nicht dem Umstand zuzuschreiben, daß die untersten Schichten „reifer“ sind als die oberen, sondern daß sie aus einer anderen Pflanzengattung stammen.

Für die Verwertung eines Torfmoores dürfen keine anderen Eigenschaften notwendiger kennen zu lernen sein, als das Raumgewicht, die Struktur und die Schrumpfung des lufttrockenen Torfes. Während im Laufe der Zeit viel Arbeit und Kosten an chemische Untersuchungen geopfert worden sind, sind diesen physischen Eigenschaften zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet worden.

Welche Bedeutung dem Gewicht des Torfes in unserem täglichem Leben zugeschrieben wird, zeigt die Feststellung von

Maximalpreisen auf Brenntorf während des Weltkrieges, da das Volumengewicht den Preisen zu Grunde gelegt wurde. Die Qualität der Handelsware wurde in der Weise bestimmt, daß ein großes Hohlmaß von mehreren Hektolitern mit lufttrocknen Torfstücken gefüllt, gewogen wurde. Das Kubikmetergewicht lieferte in diesem Falle — wenn behörige Rücksicht auf Gehalt des Brenntorfes an Asche und Wasser genommen wurde — ein brauchbares Maß.

Für die Nutzung der Moore in der Landwirtschaft ist es vom höchsten Wert, den physischen Zustand des Torfes nach der Entwässerung des Moores zu kennen. Von der Struktur des Toorfes hängt ein guter Ertrag eben so sehr ab, als von dessen Inhalt an natürlichen Pflanzennahrungstoffen.

Die Dichte des Torfes kann in mancher Weise bestimmt werden. In der Praxis handelt es sich gewöhnlich nicht darum, das spezifische Gewicht der Torfsubstanz zu bestimmen, sondern darum, das scheinbar spezifische Gewicht der Torfart, ihr Raumgewicht, zu finden. Die Volumenbestimmung stößt auf die Schwierigkeit, daß der Torf wegen seiner Porosität nicht im Wasser gewogen werden kann. Es hat sich darum ein Verfahren entwickelt, daß darin besteht, das Volumen des Torfstückes aus seinen Dimensionen zu berechnen. Das Ausmessen dagegen läßt sich nur in dem Falle genau ausführen, wenn die Form des Torfstückes eine einfache, z. B. ein Parallelepipedum ist, und die meisten Torfarten sind wegen ihrer Struktur und eingeschlossenen Holzteilen durch Schneidung schwer zu formen. Darum hat der Verfasser dieses Verfahren nicht gut gefunden. Auch ist er nicht mit der in der Literatur angegebenen Weise, die beabsichtigt, das Torfstück durch untertauchen in geschmolzenen Parafin zu parafinieren, zufrieden.

Wie man das Raumgewicht der Torfarten bestimmen kann.

Das Volumen einer Torfprobe kann, wie es aus der Literatur hervorgeht, dadurch bestimmt werden, daß man die Menge trocknen Sandes, die die Probe beim Einsenken verdrängt, mißt. Der Verfasser findet kleine, grüne Erbsen, so kugelrund wie

möglich, besser als Sand. Ein einfaches und hinreichend genaues Verfahren, um das Volumen eines Torfstückes zu bestimmen, ist:

Nachdem die Torfprobe bei Zimmertemperatur so lange getrocknet ist, bis sie konstantes Gewicht angenommen hat, wird ihre Größe bestimmt. Ein cylindrisches Aluminiumgefäß, dessen Volumen zuerst ins Reine zu bringen ist, wird unter leichtem Schütteln mit sortierten und gesiebten Erbsen gefüllt. Mittels einer Glasplatte wird das gehäufte Maß abgestrichen und dann das Maß mit seinem Inhalt gewogen. Das Füllen wiederholt man mehrmals, bis man eine hinreichende Übung in einem passenden Zusammenpacken der Erbsen im Maße erlangt hat. Wenn man die notwendige Fertigkeit erworben hat, wird aus den wiederholten Anfüllungen und Wiegungen hervorgehen, daß das Gewicht der Erbsen in einem Gefäß von etwa 1 Liter Rauminhalt nicht mehr als 1 bis 2 Gramm variieren wird. Dann kann man das Volumengewicht der Erbsen mit hinlänglicher Genauigkeit ausrechnen.

Das Torfstück ist auf einer gewöhnlichen Wage für 0.5 1 kg. Beladung mit einer Genauigkeit von 0.1 Gramm zu wiegen. Nachdem es gewogen ist, wird es in das Aluminiumgefäß hineingestellt, und ganz von Erbsen umgeben. Das Gefäß wird geschüttelt und das gehäufte Maß mit der Glasplatte abgestrichen. Bei wiederholter Wägung kann nun festgestellt werden, wieviele Gramm Erbsen die Torfprobe im Maße verdrängt hat. Das Volumen der verdrängten Erbsen, das dem Raumgewicht des Torfstückes gleich ist, ergibt sich nun aus seinem Gewicht und aus dem Volumengewicht der Erbsen. Wenn man Übung erlangt hat, werden wiederholte Versuche mit derselben Torfprobe große Übereinstimmung im Raumgewichte zeigen. Das Volumen eines Torfstückes, das nicht mehr als 600 cc. und kaum weniger als 300 cc. sein mag, wird mit einer Genauigkeit von 4 6 cc. bestimmt. Der relative Fehler in der Bestimmung ist deshalb geringer als 1 2⁰ o.

Um die Schrumpfung und das Raumgewicht verschiedener Torfarten näher zu studieren, schaffte ich im Sommer 1922 für „Norges geologiske undersøkelse“ einige Blechbüchsen ohne Deckel und Boden an. Die Büchsen sind von solidem

Plattenblech zusammengefaltet, haben eine Höhe von 10 cm. und einen Diameter von ungefähr 10 cm. Um die cylindrische Blechhülse so fest wie möglich zu machen, ist ihr oberer Rand gefalzt, der andere aber, der in den Torf hineingedrückt wird, ist glatt. Das Plattenblech ist so dick, daß die ganze Büchse 170 Gramm wiegt. Der Verfasser hat in der Weise das Volumen einiger Blechbüchsen bestimmt, daß der offene Cylinder auf eine Glasplatte, welche an den Cylinder mit Modellierwachs festgekittet war, gestellt und dann mit Wasser gefüllt, gewogen wurde. Die Blechbüchsen sind so genau gearbeitet, daß sie alle nahe an 820 cc. räumen, keine weniger als 815 cc. und keine mehr als 825 cc.

Mit einem solchen Blechcylinder, dessen Volumen immer auf 820 cc. in Rechnung getragen wird, nimmt man die Torfprobe aus der Wand einer frischen Aufschliessung im Moore. Der Cylinder wird in den Torf hineingetrieben. Mit Hilfe eines Spatens löst man den ganzen Torfklumpen mit der eingetriebenen Blechbüchse von der Wand ab und mittels eines scharfen Seemannsmessers schneidet man die Endflächen genau zu, aber erst nachdem die Torfprobe an eine Stelle gebracht ist, wo sie in Ruhe stehen kann, um vorläufig zu trocknen. Nachdem die Endflächen der Torfprobe rein geschnitten sind, soll sie in der Blechbüchse stehen, bis sie soviel geschrumpft ist, daß sich die Büchse, ohne das Torfstück zu zerreißen, entfernen läßt. Wenn es notwendig ist, die Torfprobe zu verpacken und zu versenden, bevor sie trocken ist, steckt man sie in die Büchse, um sie unter dem Transporte gegen zerbrechen zu schützen.

Alle Torfproben, deren Schrumpfung unten angeführt ist, sind vom frischen Aufschluß des Moores ausgenommen. Die meisten Proben lagen so im Moore, daß die Achse des Torfcylinders wagrecht war.

Die Bezeichnung der Torfarten bezieht sich auf die Terminologie, die ich in „Die Vegetation und die Torfarten unserer Moore“, Norges geol. Unders. Skrifter No. 99, angegeben habe.

Für einige Proben habe ich das Wassergehalt bestimmt. Getrocknet im Trockenschrank bei 105 °C zeigten die untersuchten Proben alle zwischen 9.5 und 10.0 Wasser.

Die *Schrumpfung* wird hier als das Volumen in cm³, das ein Stück Rohtorf von 1 Liter Größe während dem Trocknen bei Zimmertemperatur angenommen hat, gegeben.

Das *Volumengewicht* ist das Gewicht in Gramm, das 1 Liter Rohtorf nach dem Trocknen angenommen hat.

Tabelle 1.
Das Litergewicht gewisser Torfarten.

	Litergew. Gramm
<i>Moosmoortorf.</i>	
Racomitrium lanuginosum-Torf. Vigra	192
Racomitrium lanuginosum-Torf etwas vertorft, Vigra.....	416
Zwergstrauchreicher Sphagnum-Torf, bekommen von Ing. Thaulow	97
do. do. do. Losmyren. Vaaler	136
Carex.rostrata-reicher Sphagn.-Torf, Fuglemyren. Vettakollen. An 11 ¹	130
Grasr. Sphagn. squarrosus-Torf, Stangelandsmyren, Jæderen. An. 13 ¹	167
Grasr. Sphagn.-Torf mit <i>Polytrichum commune</i> Reksten, Kinn...	190
do. mit <i>Calliergon</i> , <i>Campyllum</i> etc. und <i>Polytrichum</i> . Stangelands-	
myren, Jæderen. An. 14 ¹	220
Equisetum limosum-reicher Sphagn.-Torf. Harvelandsvand, Jæderen.	
An 27 ¹	315
<i>Grasmoortorf.</i>	
Phragmites communis-Torf. Gimremyren, Jæderen. An. 39 ¹	184
Startorf mit <i>Sph. cuspidata</i> . Roaldmyren, Vigra. An. 33 ¹	315
Carex rostrata-Torf. Gimremyren, Jæderen. An. 37 ¹	332
Scirpus caespitosus-Torf. Skaaraasmyren, Manger. An. 30 ¹	405
Startorf mit <i>Phragmites communis</i> . Roaldmyren, Vigra. An. 38 ¹ ..	426
Juncus squarrosus-Torf. Rognaldsvaag, Kinn. An 31 ¹	447
<i>Gebüschmoortorf.</i>	
„Steintorf“. Ytre Reksten, Rognaldsvaag, Kinn	780
Dopplerit-ähnlicher Torf. Bø, Andøy	840
„Steintorf“, bekommen von Ing. Thaulow	865
<i>Waldmoortorf</i>	
mit niedergewachsenen Radizellen von <i>Juncus squarrosus</i> . Rognalds-	
vaag, Kinn. An. 44 ¹	550
<i>Gytje.</i>	
Phragmites communis-gytje. Rognaldsvaag, Kinn. An. 52 ¹	404

¹ Analyse No. in Tabellen S. 88. „Die Pflanzendecke unserer Moore und Torfarten“, Norges Geologiske Undersøkelse No. 99.

Tabelle 2.
Das Litergewicht und die Schrumpfung gewisser
Torfarten.

	Litergewicht Gramm	Schrumpfung, 1000 cm ³ Rohorf messen nach Trocknung cm ³	Die Tiefe der Probe unter der Oberfläche in cm.
<i>Moosmoortorf.</i>			
<i>A. Zwergstrauchreicher Weissmoortorf.</i>			
Calluna vulgaris-reicher Sphagnum-Torf. Aurstadmosen, Nes	57	920	25
Empetrum nigrum-reicher Sphagnumtorf. Saura, Andøy	107	855	35
do. do. Haugneselva, Andøy	148	650	115
Calluna vulgaris-reicher Sphagnum-Torf. Loftrød, Nøtterøy	151	525	130
Empetrum nigrum-reicher Sphagnum-Torf mit <i>Racomitrium</i> . Saura, Andøy	156	766	35
do. do. Übergang zum grasreichen Sphagnum-Torf. Saura	179	541	105
<i>B. Grasreicher Weissmoortorf.</i>			
Grasreicher Sphagnum-Torf mit <i>Polytrichum comm.</i> Gullundmosen, Id 50 ¹	246	480	60
Scirpus caespitosus-reicher Sphagnum Torf. Gullund- mosen, Id.	253	407	150
Grasreicher Sphagnum-Torf. Gullundmosen, Id.	253	403	100
do. do. mit <i>Polytrichum comm.</i> Troldskaret, Dønna 120 ¹	262	462	30
Grasreicher Sphagnum-Torf. Storemyr, Ose, Setesdalen	284	393	60
Scirpus caespitosus-reicher Sphagnum-Torf. Gullund- mosen, Id.	290	680	20
Grasreicher Sphagnum-Torf. Storemyr, Ose, Setesdalen	292	311	90
Erioph. vag. Scirp. caesp-reich. Sphagnum-Torf, mit <i>Hylo- chomium</i> . Kirkeræet, Andøy 250 ¹	365	511	100
Eriophorum vaginatum-reicher Sphagnum-Torf. Saura, Andøy	393	373	180
<i>Grasmoortorf.</i>			
Phragmites communis-Torf. Sjølsmyren, Sande 30 ¹ .	184	619	220
Scirpus lacuster-Torf. Sjølsmyren, Sande 15 ¹	249	530	235
Grasmoortorf. Postmyren. Kjære, Onsøy	275	492	35
do. mit <i>Equisetum</i> , <i>Menyanthes</i> . Torbjørn- rød, Nøtterøy	281	537	40

¹ Centimeter vom Grunde.

(Fortsetzung)

Tabelle 2.

	Litergewicht Gramm	Schrumpfung. 1000 cm ³ Rohorf messen nach Trocknung cm ³	Die Tiefe der Probe unter der Oberfläche in cm.
<i>Grasmoortorf.</i>			
Grasmoortorf mit viel <i>Drepanocladus</i> . Glein, Dønna	291	526	35
do. do. do. Haugsneselva,			
Andøy 20 ¹	325	366	210
Erioph. vag.-Scirp. caesp.-Torf. Dverbergmyren, Andøy			
10 ¹	453	427	110
Carex-Torf mit <i>Paludella</i> und Braunmoosen. Kirkeræet,			
Andøy 150 ¹	468	324	200
Erioph. angustifolium-Torf. Myre, Andøy.....	478	202	60
Eriophorum vaginatum-Torf. Sellevoldmyren, Andøy 40 ¹	505	281	185
<i>Zwergstrauchmoortorf.</i>			
<i>Vaccinium uliginosum</i> -Torf. Kirkeræet, Dverberg, Andøy			
15 ¹	354	391	85
<i>Calluna vulgaris</i> -Torf mit <i>Erioph. vag.</i> Ose, Setesdalen	428	476	30
<i>Gebüschmoortorf.</i>			
Gebüschmoortorf. Dverberg, Andøy 15 ¹	591	329	135
do. Glein-Vaag, Dønna 20 ¹	598	311	
<i>Waldmoortorf.</i>			
Birkenmoortorf. Postmyren, Kjære, Onsøy.....	264	511	55
Waldmoortorf. Torbjørnrød, Nøtterøy.....	561	478	65
Birkenmoortorf mit Schlamm. Postmyren, Kjære, Onsøy			
10 ¹	407	480	90
Birkenmoortorf. Glein, Weg nach Troldskaret, Dønna 30 ¹	435	362	100
do. Kirkeræet, Andøy 100 ¹	440	358	250

Die Tabellen 1 und 2 enthalten ein Material, groß genug, um eine Übersicht über das Raumgewicht und die Schrumpfung unserer wichtigsten Torfarten zu geben.

Die schwersten Torfarten, die in unserem Lande auftreten, entstehen in den Assoziationen des Zwergstrauchmoores und des Gebüschmoores. Dies steht in Verbindung mit der langsamen Absetzung des Torfes in solchen Mooren, wo das Grundwasser

¹ Centimeter vom Grunde.

verhältnismäßig tief liegt. In Mooren mit hohem Grundwasserstande werden im Gegenteil die leichtesten Torfarten entstehen.

Innerhalb der einzelnen Formationen können die Pflanzenüberreste einer Assoziation mehr widerstandsfähig gegen die Verrotfung sein, als die einer anderen. In dem grasreichen Torfmoosmoore liefert z. B. das *Scirpus caespitosus*-reiche Sphagnummoor einen leichteren Torf, als das *Eriophorum vaginatum*-reiche Sphagnummoor. In derselben Weise im Grasmoore, wo der *Scirpus caespitosus*-Torf leichter ist, als der *Eriophorum vaginatum*-Torf. Indem *Scirpus caespitosus*-Torf von Manger hat das Litergewicht 405 Gramm, zeigt *Eriophorum vaginatum*-Torf von Andøy 505 Gramm.

In Tabelle 2 ist die Tiefe unter der Oberfläche, von welcher die untersuchte Probe geholt ist, angegeben. Dies um zu zeigen, daß die untersten Schichten im Moore nicht immer schwerer sind, als die nach oben belegenden. Unter den grasreichen Torfmoosarten findet man drei Proben von *Scirpus caespitosus*-reiches Sphagnum-Torf aus Gullundmoosen in Id, bzw. von 20, 60 und 100 cm Tiefe. Diese drei Proben sind aus einer und derselben Stelle unter einander geholt in einem sehr einheitlichen Torf. Die oberste ist schwerer als die zwei anderen, die beide das Litergewicht von 253 Gramm zeigen. Da das Moor an der Stelle planiert und entwässert war, ist es wahrscheinlich, daß die oberste Probe ihr größeres Volumen-gewicht der Entwässerung verdankt. Aus Storemyr, Ose, Setesdalen, wurden drei Proben von verschiedener Tiefe mitgebracht. Dies Moor hat eine unzerstörte Oberfläche. Die Probe von 30 cm Tiefe ist ein Zwergstrauch-Torf mit dem Litergewicht von 428 Gramm. Die grasreichen Sphagnumtorfe in 60 und 90 cm Tiefe indessen zeigen beziehungsweise die Volumengewichte 284 und 292 Gramm.

Die Formveränderung der Torfcylinder nach der Schrumpfung.

Während der Trocknung schrumpfen die Torfproben ungleichförmig, und die Cylinder aus Torf werden mehr oder weniger deformiert. Wenn die Lage der Probe so wäre daß die Cylinder-

achse parallel den Schichten des Moores läge, würde der cirkelförmige Querschnitt des Torfcylinders beim Trocknen ein elliptischer. No. 1 auf der reproduzierten Photographie ist einem Carex-Torf aus Andøy entnommen. Die grosse Achse der elliptischen Querschitte misst 7,3 cm, die kleine nur 5,5 cm. Wenn die Cylinderachse bei der Probeentnehmung senkrecht im Moore stände, würde oft der untere Teil der Probe mehr einschrumpfen als der obere, und der Cylinder nimmt eine Form an, die sich einem gerade abgestumpften Kegel nähert. So hat beispielsweise auf No. 7 der Photographie, ein Gebüschmoortorf aus

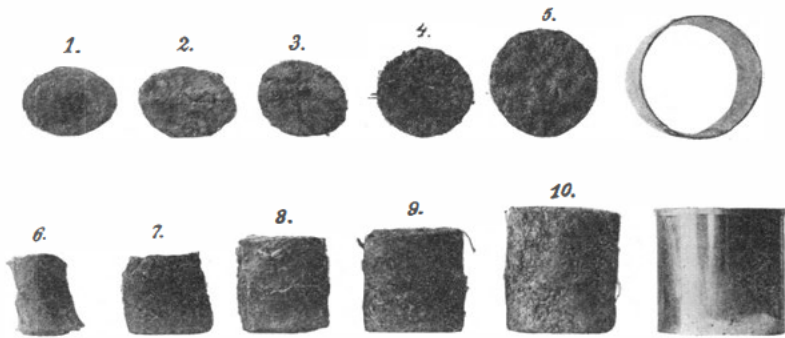


Fig. 1. Die Formveränderung der Torfcylinder.

1. Carex (konf. rostrata-)Torf. Kirkeræet, Andøy. 2. Grasmooortorf mit viel *Drepanocladus*. Andø. 3. Birkenmoortorf, Kirkeræet, Andøy. 4. Erioph. vag.-Scirp. caesp.-Torf. Dverbergmyren, Andøy. 5. Empetrum nigrum-reicher Sphagnum-Torf. Saura, Andøy. 6. Erioph. angustifolium-Torf. Myre, Andøy. 7. Gebüschmoortorf. Glein-Vaag, Dønna. 8. Birkenmoortorf. Troldskaret, Dønna. 9. Phragmites communis-Torf. Sjølsmyren, Sande. 10. Calluna vulgaris-reicher Sphagnum-Torf. Aurstadmosen, Nes.

Dønna, die Endflächen seiner Form behalten. Die obere Endfläche hat aber einen Diameter von 7,0 cm, zu selber Zeit, wie die untere nur ein Quermaß von 5,7 cm mißt. Läge endlich die Achse des Torfcylinders schräg im Moore, wird er nach der Trocknung schief, wie No. 6, ein Eriophorum vaginatum-Torf aus dem Sellevoldmyr, Andøy.

Die Deformation der Cylinderform zeigt, daß der Torf eine Struktur besitzt, die in vertikaler Richtung eine größere Schrumpfung bedingt, als an den Schichten entlang. Am Deutlichsten

tritt dies bei langsam abgesetzten, stark humifizierten Torfarten hervor, so z. B. bei Gebüschmoortorf und gewissen Grasmooortorfarten. Die Torfarten dagegen, die in kürzerer Zeit in dem Grundwasser des Moores eingelagert werden, z. B. gestrauchreicher Sphagnumtorf, Phragmites communis-Torf und gewisse Groß-Seggentorfarten, sind so homogen, daß cylinderförmige Proben von diesen ihre Form einigermassen behalten, unangesehen wie die Lage der Torfproben im Moore war. z. B. No. 5 und No. 6 auf der Photographie. Die Waldmoortorfarten und die graßreichen Sphagnum-Torfarten unterliegen während der Trocknung einer mittelgrossen Formveränderung; Proben des Zwergstrauchmoortorfes aus geringer Tiefe aber (Andøy und Setesdalen) behalten beinahe ihre Cylinderform.

Schrumpfung und Veränderung der Form sind Eigenschaften, die die Torfarten zum Teil dem Vertorfungsprozesse verdanken, und dürfen als Maßstab für diesen betrachtet werden.