

TELMA	Band 6	Seite 169-178	3 Tab.	Hannover, 20. September 1976
-------	--------	---------------	--------	------------------------------

# Die physikalischen Eigenschaften von Torfen und synthetischen Substraten

## Physical Properties of Peats and Synthetic Substrates

von JÜRGEN GÜNTHER \*)

### ZUSAMMENFASSUNG

Die zunehmende Verwendung von Torfen aller Zersetzungsgrade und Gewinnungsverfahren zur Bodenverbesserung und Substrat-herstellung macht es erforderlich, daß für die Beurteilung der Materialeigenschaften, insbesondere der physikalischen Eigenschaften, die Werte nach e i n e r Methode ermittelt werden. Wichtig ist dabei, daß die in der Praxis auftretenden Ver-hältnisse mit dieser Methode zu erfassen sind.

Für eine Anzahl auf dem Markt befindlicher Substratzuschlag-stoffe wurden die physikalischen Eigenschaften bestimmt. Es bestätigte sich dabei, daß eine Verbesserung der physikali-schen Eigenschaften von wenig zersetztem Torf nicht erforder-lich und möglich ist. Die stärker zersetzten Torfe bedürfen für einige Anwendungsgebiete, z.B. Kultursubstrate, einer Zu-mischung von wenig zersetztem Torf oder eines anderen Zu-schlagstoffes. Viele Kulturmaßnahmen im Pflanzenbau, wie Be-wässerung, Düngung und Pflanzenschutz, können nur bei opti-malen physikalischen Eigenschaften der Substrate voll zur Wirkung kommen.

---

\*) Anschrift des Verfassers: Ing.grad.J.GÜNTHER, Torfforschung GmbH, Bachstelzenweg, 2903 Bad Zwischenahn

## SUMMARY

In horticulture, so for soil improvement and substrates, different types of peat as to the degree of decomposition and the method of winning are more and more used. Therefore it is necessary to use only one technique for the determination of the physical properties, whereby it is of importance to keep in mind the conditions which occur in practical use.

For a number of commercial substrates and additives the physical properties were determined. It is shown that it is not possible to improve low-decomposed peat. The more decomposed peat-types however, when used as substrates, need an admixture of some low-decomposed peat or of other additives, as many operations in horticulture, for example irrigation, fertilization and application of pesticides, develop their full effect only when the physical properties of the substrates are optimal.

## EINLEITUNG

Der Einsatz von Torf zur Bodenverbesserung und zur Substratherstellung ist seit Jahren in die Praxis eingeführt. Auch die Verwendung von synthetischen Produkten zur Bodenverbesserung und als Zuschlagstoff zu Kultursubstraten oder sogar als Ersatzstoff für Torf wird immer wieder in zahlreichen Veröffentlichungen diskutiert.

Den Torfverbrauchern, also den Hobbygärtnern, den Erwerbsgärtnern und den Landwirten mit Spezialkulturen, werden in technischen Informationen der Hersteller die Kenndaten der einzelnen Produkte mitgeteilt. Bisher fehlt es jedoch leider an einheitlichen Methoden, mit denen die physikalischen Eigenschaften der Materialien zu charakterisieren sind. Die mit Labormethoden ermittelten Werte können vielfach nur schwer in die Praxis übertragen werden. Hinzu kommt, daß der Anwender nur selten in der Lage ist, den Erfolg einer Maßnahme zu beurteilen, da ihm die Vergleichsmöglichkeit fehlt bzw. Unterschiede im Ertrag oder Wuchs bis zu 20% nur schwer visuell wahrgenommen werden können.

Im Rahmen unserer Arbeiten zur Neufassung der DIN 11 540 und 11 542 für Torf und Torfprodukte wurden Torfe vieler Herkunft und unterschiedlicher Zersetzungsgrade aus dem gesamten Bundesgebiet mit verschiedenen Methoden auf ihre chemischen und physikalischen Eigenschaften untersucht. Dabei wurde großer Wert auf die Reproduzierbarkeit der Methode und die Umsetzbarkeit der Laborwerte in die Praxis gelegt. Die Bestimmung der physikalischen Eigenschaften stand dabei im Vordergrund, sind sie doch für die Verwendbarkeit und die Eignung eines Materials zur Bodenverbesserung oder zur Substratherstellung von großer Bedeutung.

Moderne Kulturmethoden, wie sie heute im Erwerbsgartenbau zur Anwendung kommen, z.B. die automatische Bewässerung und Düngung, erfordern Substrate mit guten physikalischen Eigenschaften, denn ein Überschuß an Gießwasser muß schnell abge-

führt werden, damit die Wurzeln keinem Luftmangel ausgesetzt sind.

Von den geprüften Labormethoden zeigte die Bestimmung der physikalischen Eigenschaften nach O.BAGGE OLSEN die beste Reproduzierbarkeit und annähernd gleiche Werte, wie sie unter Praxisbedingungen bei der Verarbeitung der Substrate in Pflanzgefäßen, sei es im Blumentopf oder im Großcontainer, auftreten.

#### PHYSIKALISCHE EIGENSCHAFTEN

Von guten physikalischen Eigenschaften eines Substrates spricht man, wenn der Anteil an fester Substanz je Volumen-Einheit relativ niedrig ist und die Hohlräume im Material etwa zu gleichen Teilen mit Wasser und Luft gefüllt sind.

Das Gesamt-Porenvolumen setzt sich aus den Hohlräumen, die sowohl mit Wasser als auch mit Luft gefüllt sein können, zusammen. Von Einfluß sind hier die Porengrößen sowie die Oberflächenbeschaffenheit des Materials, die zum Beispiel durch das Gewinnungsverfahren beeinflußt sein kann.

Gesamtvolumen = feste Masse + Porenvolumen  
 Porenvolumen = Wasserkapazität + Luftkapazität

Je höher das Porenvolumen, um so mehr Wasser und Luft kann in den Hohlräumen enthalten sein. Bei Hochmoortorfen liegt das Porenvolumen bei über 90 Volumenprozent.

Die Wasserkapazität als wichtige Kenngröße wird vielfach in Gewichtsprozent angegeben. Sie sollte aber stets in Volumenprozent angegeben werden, da alle Substrate volumenmäßig zur Anwendung kommen.

Bei der Angabe in Gewichtsprozent muß unbedingt das Volumengewicht mitgenannt werden, damit eine Umrechnung in Volumenprozent bzw. ein Vergleich möglich ist.

In dieser Arbeit werden die wichtigsten physikalischen Eigenschaften von Torfen und anderen synthetischen Substraten bzw. Zuschlagstoffen, auch in Mischungen, dargestellt. Es zeigt sich dabei, daß durch die Mischung verschiedener Materialien stärkere Veränderungen im Volumengewicht und in der Wasser- bzw. Luftkapazität auftreten können.

#### METHODE

Die physikalischen Eigenschaften wurden nach der in der Torfforschung leicht abgewandelten Methode von O.BAGGE OLSEN (BARTELS 1971) bestimmt. Wie schon in der Einleitung ausgeführt, zeigte sich bei vielen Versuchsreihen die gute Reproduzierbarkeit dieser Methode im Labor. Noch wichtiger war für uns, daß die mit dieser Methode ermittelten Werte sehr gut mit den in der Praxis bei der Anwendung der Substrate auftretenden Verhältnissen übereinstimmen, also die Laborwerte in die Praxis zu übertragen sind. Es muß dazu gesagt werden, daß unter Praxisbedingungen je nach Material und Verarbeitung die gleiche Prüfsubstanz variierende Eigenschaften haben kann. Hauptursache hier-

für ist das geringe Substanzvolumen, also der schwankende Trokensubstanzgehalt im Pflanz- bzw. Kulturgefäß je nach Einfüllvorgang und Verdichtung. So sind für das gleiche Substrat unterschiedliche physikalische Eigenschaften festgestellt worden, bedingt durch die Verarbeitung, ob von Hand oder mit der Maschine getopft wurde. Auch der Wassergehalt und die Korngröße des Materials spielen hier herein. Die für die Substrate angegebenen physikalischen Werte beziehen sich auf den Ausgangswert vor der Verwendung bzw. vor der Einarbeitung. Was während der Kultur durch die vielfältigen Einflüsse der Wurzeln, der Temperatur, des Wassers und der biologischen Prozesse geschieht, wird bisher selten verfolgt, da es in der Untersuchung von der Methode her noch große Schwierigkeiten gibt. Hinzu kommt, daß bei in Kultur befindlichen Substraten mit gestörten Proben gearbeitet werden muß, die selten die Verhältnisse im ungestörten Zustand wiedergeben bzw. einen Vergleich zulassen.

Zum besseren Verständnis soll hier die Methode beschrieben werden, mit der wir die Materialeigenschaften ermittelt haben.

Das zu untersuchende Material wird in lockerer Schüttung in einem geeigneten Gefäß mit so viel Wasser von 50° C übergossen, bis ein weicher Brei entsteht. Einzelne Klumpen werden zerdrückt. Die Mischung wird über Nacht stehengelassen, vorsichtig durchgerührt und der Brei in Mengen von 10 - 20 ccm auf Meßrohre verteilt. Die Meßrohre sind aus durchsichtigem Material mit einer lichten Weite von 5,5 - 6,0 cm mit abnehmbarem Siebboden aus nicht korrodierendem Gewebe von 0,5 - 1 mm Maschenweite und sind für die Volumenbestimmung kalibriert. Anschließend werden die Meßrohre in einen Filtrierstutzen gestellt, der langsam mit Wasser gefüllt wird, bis der Flüssigkeitsspiegel so hoch steht, daß der Torf aufschwimmt. Die Aufschwimmung in den Meßrohren wird nun mit einem Stab umgerührt, bis keine Luftblasen mehr aufsteigen. Anschließend hebt man die Meßrohre langsam aus dem Gefäß und stellt sie auf ein Abtropfsieb. Wenn sich die Oberfläche genügend gefestigt hat, werden die Meßrohre auf ein vorbereitetes Saugbett, das 10 cm hoch mit Feinsand von 0,1 - 0,2 mm Korndurchmesser gefüllt ist, gestellt. An der Sandoberfläche soll ständig eine Wasserspannung von 10 cm Wassersäule herrschen. Die Sandoberfläche ist mit saugfähigem Textilgewebe abgedeckt. Nun werden Stempel aus nicht korrodierendem Material, die leicht und ohne zu verkanten im Meßrohr gleiten, aufgesetzt. Die Gewichtsbelastung beträgt je Quadratzentimeter 10 g.

Die Entwässerungszeit auf dem Saugbett soll bei schwächer zersetzten Torfen 3 Stunden und bei stärker zersetzten Torfen 6 Stunden betragen. Eine definierte Wasserspannung im Torf wird in dieser Zeit nicht erreicht. Nach Abschluß der Entwässerung wird das Torfvolumen über die auf 0,1 cm genau gemessene Höhe der Torfsäule ermittelt. Die Stempel werden entfernt und der Inhalt eines jeden Meßrohres wird möglichst verlustlos in eine wasserbeständige Schale überführt. Nun wird das Gewicht der gefüllten Schale ermittelt, bei 105° C bis zur Gewichtskonstanz getrocknet und nach kurzem Abkühlen das Gewicht des getrockneten Materials bestimmt. Aus dem ermittelten Volumen und dem Frischgewicht der Probe läßt sich die Was-

serkapazität in g je Liter errechnen. Die Trockendichte bzw. das Volumengewicht in g Trockensubstanz je Liter ergibt sich aus dem Volumen und dem Gewicht des bei 105° C getrockneten Materials. Darüber hinaus kann man die Wasserkapazität in Prozent der Trockenmasse und das Porenvolumen in Prozent des Volumens sowie die Luftkapazität in Prozent des Volumens errechnen. Dazu ist allerdings die Bestimmung der Asche erforderlich.

#### BEEINFLUSSENDE FAKTOREN

Bei den Torfen hat neben dem Zersetzungsgrad auch die botanische Zusammensetzung einen Einfluß auf die physikalischen Kenngrößen. Hinzu kommt, daß der Torf nach verschiedenen Verfahren gewonnen und aufbereitet wird. Die Gewinnung von wenig zersetztem Hochmoortorf erfolgt überwiegend mit Stechmaschinen in Sodenform. Dieser mit der Stechmaschine gewonnene und auf dem Feld bis auf einen Wassergehalt von etwa 50%, also Lieferfeuchte, getrocknete Torf hat eine sehr hohe Wasserkapazität, die zwischen 65 und 85 Volumenprozent schwanken kann.

Wird der gleiche Torf dagegen im Frästorfverfahren gewonnen und ebenfalls bis auf einen Wassergehalt von etwa 50% getrocknet, so kann die Wasserkapazität bis auf 35 Volumenprozent absinken. Bei geringerer Trocknung bis auf einen Wassergehalt von 65 - 75% liegt die Wasserkapazität etwa gleich hoch wie beim Sodentorf.

Die verminderte Wasserkapazität des als Frästorf gewonnenen Torfes hat ihre Ursache in einer gewissen Verhärtung an den Außenseiten der Torfpartikel bei der Trocknung.

Man kann also aus gleichem Ausgangsmaterial durch die Art der Gewinnung einen Torf mit unterschiedlichen physikalischen Eigenschaften erhalten. Auch die Aufbereitung in der Fabrik, also die Korngröße, hat hier ebenso einen Einfluß wie die thermische Trocknung in einer Trocknungsanlage.

#### MATERIALBESCHREIBUNG

##### SCHWACH ZERSETZTER HOCHMOORTORF

Die wenig zersetzten Hochmoortorfe werden wegen ihrer guten physikalischen Eigenschaften, nämlich dem niedrigen Aschengehalt, dem niedrigen Volumengewicht und einem hohen Porenvolumen, bevorzugt eingesetzt (Tab.1). Sie eignen sich sehr gut zur Bodenverbesserung und Substratherstellung. Viele synthetische Produkte, wie z.B. Hygromull, Styromull oder Hygropor, werden als Zuschlagstoff oder wie Baystrat und Grodan als Ersatz für Torf angeboten.

Nach unseren Erfahrungen kann wenig zersetzter Hochmoortorf mit Volumengewichten zwischen 50 und 100 g Trockensubstanz je Liter nicht oder nur unwesentlich durch die eben erwähnten Stoffe verbessert werden. So gibt es Zuschlagstoffe mit geringer Strukturstabilität, die sich beim Mischvorgang verdichten, so daß nach der Mischung von 2 Volumenteilen Torf und 2 Volumen-

Tab.1: Durchschnittswerte für Hochmoortorfe  
Mean values for raised-bog peat

	WT	ST + Frost
VG (Lufa) g/l	80- 120	140-200
VG (OLSEN) g/l	50- 100	120-180
WK (OLSEN) g/100 g TS	1000-1500	400-700
PV % des Volumens	93- 96	88- 93
WK % des Volumens	65- 85	70- 86
LK % des Volumens	11- 31	7- 18
Asche i. TS % des Gewichts	1- 5	1- 5

wenig zersetzt = WT  
low decomposed = white peat

stark zersetzt und durchgefroren = ST + Frost  
strong decomposed and frozen = black peat + frost

VG = Volumengewicht	volume weight
PV = Porenvolumen	pore volume
WK = Wasserkapazität	water capacity
LK = Luftkapazität	air capacity
TS = Trockensubstanz	dry matter

teilen Zuschlagstoff nicht 4 Volumentteile Mischprodukt, sondern nur 2,5 bis 3 Volumentteile übrigbleiben. Werden an diesen Mischprodukten die physikalischen Kenngrößen bestimmt, so kommt man nicht zu den theoretischen Werten, sondern es zeigt sich vielfach, daß ein Mischprodukt mit ganz anderen Eigenschaften entstanden ist.

#### STÄRKER ZERSETZTER HOCHMOORTORF

Der stärker zersetzte Hochmoortorf wurde früher ausschließlich zu Brenntorf verarbeitet. Heute geht ein steigender Anteil in die Bodenverbesserung und Substratherstellung, und zwar überwiegend als durchgefrorener Schwarztorf; in Deutschland unter dem Handelsnamen Humintorf, in den Niederlanden als Tuintorf im Handel (Tab.1). Dieser stärker zersetzte Torf wird durch die Frosteinwirkung bei hohem Wassergehalt in seiner Struktur sehr locker und erreicht Volumengewichte von 120 - 180 g Trockensubstanz je Liter. Das Gesamtporenvolumen schwankt zwischen 88 und 93 %. Da die Wasserkapazität zwischen 70 und 86 Volumenprozent schwanken kann, ist die Luftkapazität relativ niedrig.

Durch den hohen Trockensubstanzgehalt je Volumeneinheit eignet sich dieses Material sehr gut zur Bodenverbesserung überall

dort, wo der Humusgehalt des Bodens aufge bessert werden muß. In Mischung mit wenig zersetztem Hochmoortorf erhält man ein Material, das gute physikalische und chemische Eigenschaften aufweist und in zunehmendem Maße auch als Substrat Verwendung findet.

Diese stärker zersetzten Torfe waren Ausgangspunkt für zahlreiche Substratversuche mit den verschiedensten Zuschlagstoffen.

#### HYGROMULL

Hygromull ist ein überwiegend offenporiger organisch-synthetischer Harzschaum, dessen Stoffgrundlage ein Kondensat aus Harnstoff und Formaldehyd ist. Das Raumgewicht der lufttrockenen Blockware liegt bei etwa  $22 \text{ kg/m}^3$ . Das Gewicht der handelsüblichen Flockenware wird mit 35 bis  $40 \text{ kg/m}^3$  angegeben. Der Wassergehalt schwankt zwischen 50 - 65%. Durch die offenporige Struktur kann Hygromull Wasser und darin gelöste Nährstoffe aufnehmen.

Das Wasseraufnahmevermögen liegt unter normalen Bedingungen im Boden bei 50 - 70 Volumenprozenten. Die Wasserabgabe erfolgt gleichmäßig und die Wiederbefeuchtung schnell. Als Substratzuschlag werden für Containerkulturen bis zu 30 Volumenprozent und für Moorbeetpflanzen bis zu 40 Volumenprozent empfohlen. Bei der Mischung ist darauf zu achten, daß vielfach eine gewisse Schrumpfung durch Abrieb an den Flocken oder Stauchung durch Druck erfolgt. Der Abbau des Materials im Boden beträgt 3 - 5% pro Jahr. Bei Substraten mit saurer Reaktion, also bei pH-Werten unter 5, wird dieser Vorgang wesentlich beschleunigt.

#### STYROMULL

Styromull wird als Flockengemisch aus Polystyrol-Schaumstoffen durch Zermahlen gewonnen. Es ist ein Abfallprodukt und fällt bei der Verarbeitung von Styropor an. Die durchschnittliche Flockengröße liegt im Bereich von 4 - 14 mm und das Gewicht schwankt bei loser Schüttung zwischen  $14 - 22 \text{ kg/m}^3$ . Styromull hat geschlossene Poren, kann also kein Wasser aufnehmen, ist steril und verrottungsfest. Als Zuschlagstoff zu Torf ist es nur in Ausnahmefällen geeignet, da das Material keine Austauschigenschaften besitzt und die hohe Luftkapazität des Materials nur von theoretischer Bedeutung ist.

#### HYGROPOR

Hygropor ist ein Mischprodukt aus Hygromull und Styromull. Hygropor 73 setzt sich aus 70% Hygromull und 30% Styromull zusammen. Das Schüttgewicht liegt bei etwa  $14 \text{ kg/m}^3$  Flockenware in lufttrockenem Zustand. Das Schüttgewicht der handelsüblichen Ware beträgt etwa  $35 \text{ kg/m}^3$ . Durch die Zugabe von Styromull zum Hygromull soll die Stauchung, d.h. der Volumenschwund des Hygromulls bei der Einarbeitung verhindert werden. Als Substratzuschlagmengen werden für Containersubstrate 25 - 35 Volumenprozent und für Moorbeetpflanzen 40 - 50 Volumenprozent empfohlen. Die Wasserkapazität liegt unter normalen Bedingungen im Boden bei etwa 50 Volumenprozent.

## PERLITE

Perlite wird aus vulkanischem Gestein bei Temperaturen über 1000° C in modernen Expansionsanlagen um das Zehnfache bis Zwanzigfache seines Volumens vergrößert. 1 m<sup>3</sup> wiegt je nach Korngröße zwischen 60 - 120 kg. Das Material wird in Korngrößen von 0 - 4 mm angeboten. Substratzuschläge von 30 bis 50% werden empfohlen.

## VERMICULITE

Vermiculite ist ein Glimmermaterial, das schockartig einer hohen Temperatur von 700 - 1000° C ausgesetzt wird und dabei durch das Entweichen des Kristallwassers expandiert. Bei Korngrößen von 1 - 3 mm beträgt das Schüttgewicht 80 - 150 kg/m<sup>3</sup>. Substratzuschläge von 10 - 50% werden empfohlen.

## GRODAN

Grodan wird aus Basaltgestein, das bei 1600 - 2000° C geschmolzen und anschließend zu Fasern geblasen wird, hergestellt. Es ist in Blockform zur Hydrokultur und als Granulat als Zuschlagstoff im Handel. Die Wasserkapazität des Materials ist sehr stark abhängig von der Blockhöhe, da das Wasser nur an der Oberfläche der Fasern gehalten wird. Als Substratzuschlag eignet sich das Grodan-Granulat kaum.

Die physikalischen Eigenschaften vieler Ausgangsstoffe boten sich für Mischungen an und führten in Kulturversuchen auch zu guten Wachstumsergebnissen (Tab. 2). Es fehlen aber vielfach

Tab.2: Physikalische Daten der Ausgangsprodukte  
Physical data of the basic materials

	WT 173	ST+F 174	Hygro- mull	Styro- mull	Hygro- por 73	Per- lite	Vermi- culite	Grodan Granulat	Grodan Block
VG g/l OLSEN (wasserfrei)	60	180	14	10	25	125	145	125	80
WK, g/100 g TS	1140	450	1420	200	580	290	350	480	500
PV % d.Vol.	96	90	99	99	98	95	95	95	97
WK % d.Vol.	65	82	20	2	15	36	50	60	43
LK % d.Vol.	31	8	79	97	84	59	45	35	54
Wassergehalt bei Lieferung	60	72	65	0	69	0,4	3	8,5	0
Asche i.TS %	2	3	0	0	0	98,5	96,3	99	99

die physikalischen Daten für die Mischungen und die Angabe des Volumens nach der Mischung. Spätestens bei der Verwendung mußte man vielfach feststellen, daß die berechnete Menge nicht ausreichte, also bei der Mischung ein Volumenschwund aufgetreten war. Die guten Wachstumserfolge wurden den Zuschlagstoff-



fen zugeschrieben, obwohl durch den aufgetretenen Volumenschwund vielfach nur ein höheres Nährstoffangebot den Ertragszuwachs gebracht hatte.

Unter den auf dem Markt befindlichen Zuschlagstoffen, seien sie mineralischen oder synthetischen Ursprungs, ist kein Produkt, das die physikalischen Eigenschaften von wenig zersetztem Torf entscheidend verbessern kann. Beim stärker zersetzten Torf sind Mischungen aus wenig zersetztem und stärker zersetztem Torf in Volumenverhältnissen, die den physikalischen Eigenschaften der Mischkomponenten und den Kulturansprüchen der Pflanzen entsprechen, genau so gut wie Mischungen aus stärker zersetztem Torf mit mineralischen oder synthetischen Produkten. Die in den Tabellen wiedergegebenen Werte wurden an den Materialien vor der Verwendung als Substrat ermittelt. Bei den Zahlen für den wenig und stärker zersetzten Torf handelt es sich um Mittelwerte, bei den Mischungen wurde mit einem definierten wenig zersetzten und einem stärker zersetzten Torf gearbeitet, der dem Durchschnitt der angebotenen Torfe entsprach.

Tab.3: Der Einfluß von Zuschlagstoffen auf die physikalischen Eigenschaften des Mischproduktes  
Influence of additives on the physical properties of mixtures

Mischkomponenten	Theor. Volumengewicht g/l	Tatsächl. Volumengewicht g/l	Porenvolumen % d.Vol.	Wasserkapazität % d.Vol.	Luftkapazität % d.Vol.	
durchfrorener Torf (ST + Frost)	100: 0 75: 25 50: 50 25: 75 0: 100	180 150 120 90 60	180 155 125 95 60	90 91 93 94 96	82 82 81 80 65	8 9 12 14 31
dto.	100: 0 75: 25 50: 50 0: 100	180 138 97 14	180 155 120 14	90 90 92 99	82 78 61 20	8 12 31 79
dto.	100: 0 75: 25 50: 50 0: 100	180 137 95 10	180 140 100 10	90 91 93 99	82 67 52 2	8 24 41 97
dto.	100: 0 75: 25 50: 50 0: 100	180 141 102 25	180 155 120 25	90 90 92 99	82 75 67 15	8 15 25 84
dto.	100: 0 75: 25 50: 50 0: 100	180 166 151 125	180 180 180 125	90 91 92 95	82 71 63 36	8 20 29 59
dto.	100: 0 75: 25 50: 50 0: 100	180 171 162 145	180 180 180 145	90 91 92 95	82 80 80 50	8 11 12 45
dto.	100: 0 75: 25 50: 50 0: 100	180 166 151 125	180 180 180 125	90 91 92 95	82 80 80 60	8 11 12 35

Aus den dargestellten Werten in Tab. 3 läßt sich ableiten, daß die Werte der Ausgangssubstanzen von den Mischprodukten nicht erreicht werden. Es tritt zum Teil eine Volumenabnahme ein, die sich in dem gestiegenen Volumengewicht gegenüber dem theoretischen Volumengewicht äußert.

Die für das Hygromull und Hygropor 73 gefundenen Werte weichen von den Angaben in den Produktbeschreibungen stärker ab. Das hat seine Ursache in der Methode. In unseren Versuchen wurde das Material, wie in der Methode beschrieben, mit 50° C warmem Wasser eingeweicht und über Nacht stehengelassen. Zur Verhinderung des Aufschwimmens wurden die sehr leichten Materialien mit einem Sieb unter Wasser gehalten. Für das Produkt Hygromull reicht die Zeitspanne zur vollen Wassersättigung des Materials nicht aus. Die nach der DIN 11 542 unter Vakuum ermittelte Wasserkapazität von mehr als 90% wird unter Praxisbedingungen auch nicht die angegebenen 50 - 70% erreichen. Eine zu langsame Aufnahme und Abgabe des Wassers kann dazu führen, daß das beim Gießen angebotene Wasser nicht schnell genug aufgenommen wird. Bei den heutigen Bewässerungsmethoden werden häufig große Wassermengen innerhalb kurzer Zeit verabreicht.

#### LITERATUR

- BARTELS, W.: Die Bestimmung des Volumengewichtes von Torf - Ein Methodenvergleich. - Torfnachrichten, 21, 1. Halbj., S. 1 - 3, 1 Tab., Bad Zwischenahn 1971.
- DRACH, M.: Schaumstoffe als Zuschlag zu gärtnerischen Substraten. - Gartenwelt, 76, Nr. 11, S. 225 - 228, 3 Abb., Berlin-Hamburg 1976.
- JUNGK, A.: Eigenschaften des Torfes und anderer Substrate in ihrer Bedeutung für die Ernährung der Pflanze. - TELMA, 5, S. 167 - 187, 11 Abb., 2 Tab., Hannover 1975.
- REEKER, R. u. E. SPRINGER: Torf im Gartenbau. - Schriftenreihe Gärtnerische Berufspraxis, H. 33, 74 S., 18 Abb., 14 Tab., 14 Lit., Berlin-Hamburg 1973.
- REEKER, R.: Zur Beurteilung von Gärtnertorf. - TELMA, 3, S. 39 - 50, 3 Abb., Hannover 1973.
- WILL, H.: Aufwerten von Schwarztorf. - Gartenwelt, 75, Nr. 10, S. 214 - 215, 4 Tab., 2 Abb., Berlin-Hamburg 1975.