

(Institut für Bodenfruchtbarkeit)

Zur Charakterisierung von Torfprodukten

Bericht über die im Rahmen des Normenarbeitsausschusses  
"Torf für Landwirtschaft und Gartenbau" bis Oktober  
1961 in Groningen durchgeführten, diesbezüglichen  
Untersuchungen

von

Drs. H. van Dijk

I. Vergleich von zwei Bestimmungsmethoden für die Wasserka-  
pazität von Torfproben.

Eine der wichtigsten Eigenschaften welche, in der Landwirtschaft oder im Gartenbau zu verwendenden, Torfprodukte aufweisen sollen, ist das Vermögen viel Wasser in pflanzenaufnehmbarer Form zu speichern. Bei der Besprechung in Berlin am 5. Juni 1961 wurde daher vereinbart, an den teilnehmenden Instituten die in Frage kommenden Verfahren zur Bestimmung der Wasserkapazität an denselben Torfproben zu überprüfen.

In der letzten Sitzung des Ausschusses am 1.8.'61 in Meppen/Ems wurde hierüber Bericht erstattet. Dabei ergaben sich sehr grosse Unterschiede zwischen den bei den teilnehmenden Instituten gefundenen Werten für die W.K., obwohl die Bestimmungen nach denselben Methoden durchgeführt waren und alle Institute eine gute Reproduzierbarkeit erwähnten. Bei der Besprechung erwies es sich dass hierfür zum Teil eine unterschiedliche Berechnung verantwortlich war, aber dass auch relativ kleine Unterschiede in der Ausführung der Bestimmung bei den Instituten vermutlich eine grosse Rolle spielten. Deswegen wird unten eine ausführliche Beschreibung der in Groningen durchgeführten Untersuchungen gegeben.

Die Bestimmungen wurden ausgeführt an zwei Weisstorfproben (mit Begleitschreiben Dr. Sch/Ri vom 11. Juni empfangen von Torfforschung, Bad Zwischenahn) und an einem durchgefrorenen, halbgetrockneten und gemahlten Schwarztorf (s.g. "Tuinturf", Herkunft: Bargeroofterveen, Holland).

Es wurden zwei Methoden geprüft, nämlich die "neue Bremer Methode" (1) und die Methode Wiessmann (2) (oder richtiger die Methode Mitscherlich (3) ?). Arbeitsvorschriften für beide Bestimmungen wurden, zugleich mit den beiden Torfproben, erhalten von Torfforschung, Bad Zwischenahn.

Vorbehandlung der Torfproben

Zur Zerkleinerung wurden die Proben ohne Vortrocknung durch ein 6,8 mm Sieb mit runden Löchern (ein 5 mm Sieb wie vorgeschrieben war nicht vorhanden) gerieben. Ein Teil wurde wasserdampfdicht verschlossen in Plastik-beuteln) aufbewahrt, ein anderer Teil wurde an der Luft bei 30° C getrocknet.

Arbeitsverfahren nach der "Neuen Bremer Methode"

1. a) Ohne Evakuierung

Eine etwa 20 g (bei dem Schwarztorf etwa 30 g) Trockensubstanz entsprechende Menge der Proben wurde auf 0,05 g genau abgewogen (E gramm) und in ein 1-Liter Becherglas (hohe Form) mit einer ausreichenden Menge Wasser von Zimmertemperatur vorsichtig so lange verrührt bis alles gut benetzt war. Die Suspension blieb dann 3 Tage lang bei Zimmertemperatur stehen.

b) Mit Evakuierung

Wie bei a wurde eine Menge (E gramm) der Probe eingewogen und mit etwa 300 ml Wasser verrührt. Das Becherglas wurde dann in einen Absaugetopf nach Witt gesetzt. Im Deckel dieses Topfes war ein Scheidetrichter von 1 Liter angebracht, gefüllt mit Wasser. Wenn "Wasserstrahlvakuum" erreicht war wurde stossweise Wasser aus dem Scheidetrichter zugefügt. Beim Ablassen des Vakuums soll die ganze Torfmenge sinken; wenn nicht alles gesunken war wurde noch ein Mal evakuiert. Auch diese Suspension blieb dann 3 Tage bei Zimmertemperatur stehen.

2. Tara-Bestimmung

Ein Drahtkörbchen 10 x 10 x 10 cm, mit Nylon-Gewebe bekleidet und mit Filtrierpapier ausgelegt, wurde in Wasser getaucht und dann an einer der oberen Ecken aufgehängt zum Abtropfen. Dieses galt als beendet wenn pro Minute nur noch 1 Tropfen abgegeben wurde. Das Körbchen wurde dann auf eine passende Aluminium-Schale gesetzt und bis auf 0,1 g genau gewogen (T gramm).

3. Die Torfsuspension wurde jetzt quantitativ in das Drahtkörbchen übergeführt. Gleich danach, wenn die Probe noch unter Wasser stand, wurde ein Mal leicht horizontal geschüttelt um eine gleichmässige Lagerung des Torfes zu erreichen. Dann wurde das Drahtkörbchen an einer der Ecken aufgehängt zum Abtropfen usw. wie bei der Tarabestimmung (Endgewicht G gramm). Bei einer der (vielen) Ausführungsweisen dieser Methode wird 5 Minuten abtropfen lassen als ausreichend betrachtet. Um diese (einfachere) Ausführungsweise zu überprüfen fingen wir das Wasser, das nach 5 Minuten noch abtropfte, gesondert auf und wogen es (a g).

Berechnung beim Abtropfen lassen bis zu 1 Tropf./Minute

$$W.K. = \frac{\left\{ G - \left( 1 - \frac{w}{100} \right) \cdot E - T \right\} \cdot 100}{\left( 1 - \frac{w}{100} \right) \cdot E}$$

$$\text{oder } W.K. = \frac{\left\{ G - (E + T) \right\} \cdot 100}{\left( 1 - \frac{w}{100} \right) \cdot E} + \frac{100 w}{100 - w}$$

(w = Wassergehalt)

Bei der Berechnung der W.K. bei 5 Minuten Abtropfen lassen wird der Wert für G mit a korrigiert.

(Die in der Sitzung des Ausschusses in Meppen/Ems für Probe I

mitgeteilten, in Groningen gefundenen Werte galt nur für das aufgenommene Wasser, also berechnet nach der letzten Formel ohne  $\frac{100 w}{100 - w}$ . Die Werte für Probe II "feucht" waren zudem berechnet auf Basis eines falschen Wassergehaltes).

### Methode Wiessmann

In Vorversuchen wurden miteinander verglichen:

a. Glasrohre - innen  $\varnothing$  40 mm, Höhe 20 cm -, an einem Ende mit Nasen zum mit Hilfe von Gummibändchen Befestigen eines Mullläppchens und Kunststoffrohre - innen  $\varnothing$  38 mm, Höhe 20 cm -, an einem Ende mit einem kleinen Kragen zur Befestigung eines Läppchens. (Der Vorteil der letztgenannten Rohre ist dass Sie sehr leicht herzustellen sind aus den handelsüblichen weissen Plastikrohren, ein geringes Gewicht haben und viel weniger zerbrechlich sind).

b. Mullläppchen und Läppchen aus Nylongewebe (von letzteren genügt ein einfaches Läppchen, das ausserdem den Vorteil hat, dass durch Verschmelzen der Ränder das Gewebe nicht mehr faserförmig ist).

c. Abtropfen auf einer 4-fachen Schicht von nassen Filterpapierbogen, die auf einer perforierten Porcellan-Platte (aus einem Exsikkator) in einer flachen Schale liegen, wobei die nach unten umgefalteten Ränder der Filterbogen Kontakt machen mit Wasser, dessen Spiegel sich konstant  $1\frac{1}{2}$  cm unter der Oberfläche der Filterbogen befindet gegenüber dem Abtropfen auf nassem Sande, dessen "Grundwasserspiegel" sich gleichfalls  $1\frac{1}{2}$  cm unter der Sandoberfläche befindet. Bei einer Füllhöhe der Rohre von 17 cm hat man also beim Abtropfen in beiden Fällen eine konstante mittlere Saugspannung von  $\frac{1}{2} \times 17 + 1\frac{1}{2} = 10$  cm Wasser (pF 1).

### Arbeitsgang

#### 1. Tara-Bestimmung

Die an einem Ende mit Mull- oder Nylonläppchen verschlossenen Glas- oder Kunststoffrohre wurden in Wasser von Zimmertemperatur getaucht und nach 15-minütigem Abtropfen (siehe oben bei c) gewogen (T gramm).

2. Die Rohre wurden "unter leichtem Aufstossen auf einem Gummistopfen 17 cm hoch mit der Torfprobe gefüllt". (Man könnte die Füllung besser reproduzierbar machen durch z.B. nach jeder lockeren Beifüllung von einer 3 cm dicken Schicht das Rohr 10 Mal von einer Höhe von 3 cm auf einen Gummistopfen fallen zu lassen. Am Ende dieser Abhandlung wird noch über einige Versuche mit verschiedenen Füllungsweisen berichtet). Nach Erreichung der Füllhöhe von 17 cm wurde ein zylindrisches Stück Blei ( $\varnothing$  35 mm) von 200 gramm ohne zusätzliches Drücken auf den Torf gelegt. Torf wird dadurch etwas zusammengedrückt. Darum wurde der Zylinder wieder abgenommen und so viel Torf beigefüllt bis eine konstante Füllhöhe von 17 cm erreicht war. Die Einwaage des Torfes wurde auf 0,05 g genau bestimmt (E gramm).

3. Die gefüllten Rohre wurden mit aufgesetztem Bleigewicht in Wasser von Zimmertemperatur so tief eingetaucht dass der Wasserspiegel im Gefäss bleibend etwa 2 cm höher lag als die Torfoberfläche im Rohr. Ein Aufsteigen des Torfes wird durch

/-Der

das Bleigewicht verhindert.

Zum Vergleich wurden die Bestimmungen sowohl ohne als mit Evakuierung ausgeführt. Im letzten Fall wurde das Gefäss in einen Absaugetopf nach Witt gestellt und vorsichtig evakuiert.

4. Nach einer halben Stunde liess man die Rohre 15 Minuten abtropfen wonach sie gewogen (G gramm) und wieder in Wasser eingetaucht wurden. Nachdem die Rohre sich insgesamt 1½, 3½, 20 und 72 Stunden im Wasser befunden hatten wurde das Abtropfen lassen und Wägen wiederholt. (Das Evakuieren wurde nicht wiederholt). Nach der letzten Wägung wurden die Rohre nochmals 105 Minuten abtropfen gelassen und wieder gewogen. Die Berechnung ist wie bei der neuen Bremer Methode.

Ergebnisse

A. Vorversuche mit Probe I aus Bad Zwischenahn (Weisstorf mit 71,1% Wasser) nach der Methode Wiessmann:

1. Vergleich von Glas- mit Kunststoffrohren:

Mittelwert bei Glas = 1169 (s = 63, 8 Wiederholungen)  
" " Kunststoff = 1143 (s = 19, 8 " " ) P > 50%

2. Vergleich von Lämpchen aus Nylongewebe und Mulllämpchen:

Mittelwert bei Nylon = 1124 (s = 20, 8 Wiederholungen)  
" " Mull = 1188 (s = 45, 8 " " ) P ≈ 20%

3. Vergleich zwischen Abtropfen auf Filterbogen (1½ cm Unterdruck) und Sandbad (idem):

Mittelwert bei Filterbogen = 1167 (s = 47, 8 Wiederholungen)  
" " Sandbad = 1145 (s = 47, 8 " " ) P > 50%

P = Prozentuale Sicherungsstufe

s = Standard-Deviation =  $\sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$

Schlussfolgerungen

1. Der Unterschied zwischen Glas- und Kunststoffrohren ist nicht gesichert. Die Reproduzierbarkeit ist bei Verwendung von Kunststoffrohren aber besser als bei Glasrohren.

2. Der Unterschied zwischen Nylon- und Mulllämpchen ist wenig gesichert. Der höhere Wert bei Verwendung von Mulllämpchen wird vielleicht dadurch verursacht dass die Rohre für die Bestimmung des Tarawertes nur kurz im Wasser gestanden haben und die Zellulose noch nachträglich gequollen ist. Die Reproduzierbarkeit ist bei Verwendung von Nylonlämpchen besser.

3. Der Unterschied zwischen Abtropfen auf nassen Filterbogen und auf einem Sandbad (beide Bestimmungen bei pF ca 1) ist nicht gesichert und die Reproduzierbarkeit ist dieselbe.

B. Vergleich der Methode Wiessmann mit der neuen Bremer Methode

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 und 2 dargestellt.

Daraus lässt sich Folgendes schliessen

1. Die gefundenen Werte für die "W.K." sind bei der "neuen Bremer Methode" absolut höher als bei der Methode Wiessmann, sie sind aber miteinander korreliert (Figur I). Die Reproduzierbarkeit ist bei beiden Methoden relativ wenig unterschiedlich.

2. Die Ausgangsfeuchte hat bei der Methode Wiessmann, sowohl mit als ohne Evakuierung einen sehr gut gesicherten Einfluss.

Tabelle 1. Die Wasserkapazität bestimmt nach der "Neuen Bremer Methode"

		5 Min. Abtropfen(s)		Abtropfen bis 1 Tropf/Min.(s)	
Probe I	feucht (71,1% Wasser)	ohne evakuieren	(8x) 2008 (85)	$P < 5\%$	1821 (22)
		mit "	(4x) 2224 (79)	$P < 10\%$	-
	lufttrocken (11,3% Wasser)	ohne "	(4x) 1787 (67)	$P < 20\%$	1678 (53)
		mit "	(4x) 1827 (81)	$P < 50\%$	1765 (52)
Probe II	feucht (23,5% Wasser)	ohne "	(4x) 1659 (81)	$P < 10\%$	1488 (50)
	lufttrocken (11,8% Wasser)	ohne "	(4x) 1592 (66)	$P < 50\%$	-
durchgefrorener Schwarztorf (Tuin- turf 60V128)	feucht (67,3% Wasser)	ohne "	(5x) 771 (14)	$P < 5\%$	729 (10)
		mit "	(5x) 848 (48)	$P < 20\%$	784 (10)
	lufttrocken (16,6% Wasser)	ohne "	(5x) 787 (29)	$P > 50\%$	767 (16)
		mit "	(8x) 794 (29)	gleich	-

Tabelle 2. Die Wasserkapazität bestimmt nach der Methode Wiessmann.

Probe	Beschreibung	15 Min. abtropfen					72	2 Std. abtropfen nach 72 Std. in H <sub>2</sub> O	
		1/2 Std.	1 1/2	1 1/2	3 1/2	20		30%	1%
Probe I	ohne evakuieren (8x)	Nylon: 1090 (32) P < 30%	1097 (20) P < 10%	1108 (21) P < 30%	1139 (20) P < 30%	1187 (26) P < 30%	1156 (21) P < 20%	1225 (50) P < 1%	1156 (21) P < 5%
	mit	Mull: 1154 (40)	1161 (33)	1168 (40)	1203 (50)	1255 (62)	1473 (64)	1036 (46) P < 1%	1232 (14)
	ohne	"	"	"	"	"	"	"	"
Probe II	luft-trock. (11,3%) mit	"	"	"	"	"	"	"	"
	feucht (23,5%) ohne (Glasrohre)	"	"	"	"	"	"	"	"
	luft-trock. (11,8%) ohne	"	"	"	"	"	"	"	"
	feucht (67,3%) ohne	847 (22) P < 2%	913 (31) P < 1%	980 (35) P < 2%	1012 (39) P < 5%	1049 (32) P < 2%	1037 (33) P < 2%	939 (11)	1037 (33) P < 2%
	durchgef. Schwarz (60V128)	739 (28)	790 (20)	873 (14)	908 (15)	950 (8)	546 (6) P < 1%	602 (16) P < 1%	546 (6) P < 1%
	feucht (16,6%) mit	548 (10) P < 5%	546 (7)	542 (5)	547 (7)	557 (5) P < 1%	546 (6) P < 1%	514 (13) P < 1%	514 (13) P < 1%
	lufttr. ohne	636 (34)	629 (29)	618 (23)	615 (18)	613 (15)	453 (13) P < 1%	514 (13) P < 1%	453 (13) P < 1%

Ein gesicherter Einfluss wurde dagegen nicht immer festgestellt bei der neuen Bremer Methode.

3. Bei derselben Ausgangsfeuchte ist der Einfluss des Evakuierens bei der Methode Wiessmann sehr gut, bei der "neuen Bremer Methode", ausgenommen bei feuchtem Schwarztorf, nicht gesichert.

4. Evakuierung gibt bei keiner der beiden Methoden eine Verbesserung hinsichtlich der Reproduzierbarkeit, kann also weggelassen werden.

5. Gewichtskonstanz ist bei der Methode Wiessmann beim Weisstorf auch nach 3 Tagen im Wasser noch nicht erreicht. Die Geschwindigkeit der Gewichtszunahme ist aber innerhalb 24 Stunden konstant (Figur 2). Bei dem feuchten "Tuinturf" genügte  $\frac{1}{2}$  Std. Eintauchen. Auf Grund von Erfahrungen mit Niederungsmoortorfen sollen die Proben zumindest zwei Tage im Wasser gelassen werden.

6. Der Unterschied zwischen 15 Minuten Abtropfen und 2 Stunden Abtropfen bei der Methode Wiessmann ist nicht gesichert und die Reproduzierbarkeit ist in beiden Fällen nahezu gleich. Die niedrigeren Werte bei 2 Stunden Abtropfen weisen aber darauf hin dass bei 15 Minuten Abtropfen noch kein Gleichgewicht erreicht ist.

7. Bei der "neuen Bremer Methode" gibt Abtropfen bis pro Minute nur noch weniger als 1 Tropfen abgegeben wird, besser reproduzierbare Werte (jedenfalls bei Weisstorf) als wenn man nur 5 Minuten abtropfen lässt. Das Erste ist aber umständlicher.

### C. Über das Einfüllen der Rohre bei der Methode Wiessmann

Anlässlich den Mitteilungen von Dr. Schulz in der letzten Sitzung des Ausschusses, über den starken Einfluss der Weise des Einfüllens der Rohre, wurden noch folgende Versuche angestellt. (Probe II; ohne Evakuierung; 3 Tage im Wasser und 2 Stunden abtropfen lassen; alle Versuche in vierfacher Wiederholung mit Kunststoffrohren).

1. Wiederholung der Bestimmung wie oben bei "Arbeitsgang" beschrieben aber einige Wochen später ausgeführt. Gefunden:  $E = 18,3$  g, W.K. = 905 ( $s = 13$ ). Früher gefunden: W.K. = 1037 ( $s = 33$ ). Der Unterschied in W.K. ist statistisch sehr gut gesichert ( $P < 1\%$ ). Vielleicht spielt hierbei eine Rolle der Umstand, dass bei der ersten Bestimmung die Rohre 5 Mal zum Abtropfen gestellt und wieder in Wasser eingetaucht wurden gegen hier nur ein Mal.

2. Einfüllen der Rohre wie oben aber ohne Verwendung der Bleigewichte. Gefunden:  $E = 17,4$  g, W.K. = 969 ( $s = 66$ ). Der Unterschied mit (1) ist nicht gesichert ( $P > 30\%$ ).

3. Jedesmal nachdem eine Schicht von 2 cm Torf locker eingefüllt war, wurde das Bleigewicht vorsichtig angebracht, wieder abgehoben, wieder 2 cm Torf eingefüllt usw. Gefunden:  $E = 21,2$  (also deutlich mehr als bei (2)), W.K. = 913 ( $s = 24$ ). Der Unterschied mit (1) ist nicht gesichert ( $P > 50\%$ ). Der Unterschied mit (2) ist auch nicht gesichert ( $P > 30\%$ ).

4. Ein Teil der Torfprobe wurde mit Wasser zu einem Brei angerührt. Dieser wurde dann in ein Rohr eingeschlämmt bis wieder eine Höhe von 17 cm erreicht war. Die Menge der Trockensubstanz wurde festgestellt durch Trocknen und Wägen des eingefüllten Torfes nach Abschluss der Bestimmung. Gefunden:

$E = 18,7$  g, W.K. = 994 ( $s = 56$ ). Der Unterschied mit (1) ist nicht gesichert ( $P > 10\%$ ), mit (2) und (3) nicht gesichert ( $P > 40\%$  bzw.  $> 10\%$ ).

5. Wiederholung der Bestimmung wie oben bei "Arbeitsgang" beschrieben aber von einem anderen Laboranten (alle bisher erwähnten Bestimmungen waren von einem Laboranten gemacht). Gefunden:  $E = 19,2$  g, W.K. = 880 ( $s = 20$ ). Der Unterschied mit (1) ist nicht gesichert ( $P > 20\%$ ).

### Schlussfolgerung

Der Einfluss des Einfüllens der Rohre ist, jedenfalls bei Probe II, nicht derart gross dass darauf die Methode scheitern sollte. Immerhin soll aber dieser Teil des Arbeitsverfahrens so gut wie möglich standardisiert werden.

### Schlussbemerkungen

1. Die erhaltenen Ergebnisse weichen zum Teil ab von denen erwähnt von Gordon und Wiechmann (4). Die Ursachen hierfür sind nicht ohne weiteres anzugeben.

2. Obwohl auf Grund der obenerwähnten Ergebnisse bisher nicht eine der beiden Methoden als die Beste angewiesen werden kann würden wir doch die Methode Wiessmann empfehlen und zwar aus folgenden Gründen:

a. Die Methode Wiessmann eignet sich sowohl für die Torfprodukte selbst als für Erdmischungen bereitet mit diesen Torfprodukten.

b. Da das Füllvolumen bekannt ist kann die W.K. also auch berechnet werden in Grammen pro Volumeneinheit, was für die Praxis z.B. bei Anwendung in Töpfen interessant sein kann. Zudem kann bei bekannter Dichte auch die "Luftkapazität" berechnet werden.

c. Bei der Methode Wiessmann kann man in einfacher Weise einen Eindruck erhalten von der Geschwindigkeit der Wasseraufnahme.

3. Bei einer Entschlussfassung für die Normung soll in Erwägung gezogen werden dass die Bestimmung an lufttrockenen Produkten eine bessere Materialkonstante liefert als eine Bestimmung an Produkten mit "vorliegendem" Wassergehalt. Zudem kann man die Frage ob z.B. Schwarztorf durchgefroren ist oder nicht, nur beantworten bei Durchführung der Bestimmung an trocknen Produkte.

Wie schon früher (5) bemerkt wurde, kann man die Bestimmung bei "vorliegendem" Wassergehalt zusätzlich ausführen um dadurch einen Eindruck zu erhalten inwieweit eine weitere Trocknung irreversibel ist.



## II. Über die Bestimmung des Zersetzungsgrades bei Torfproben.

Eine gute Charakterisierung von Torfen schliesst eine Angabe des Zersetzungsgrades ein. Zudem gibt es starke Anweisungen dass Eignung von Torfen für bestimmte Anwendungszwecke abhängt von der Teilchenfeinheit und damit vom Zersetzungsgrad. Die Bestimmung dieser Grösse ist also auch für die Qualitätsermittlung erforderlich.

Wie für die Bestimmung der Wasserkapazität so wurde im Normenausschuss ebenfalls vereinbart eine Gemeinschaftsuntersuchung hinsichtlich der Bestimmung des Zersetzungsgrades aus zu führen. Arbeitsvorschriften und Torfproben wurden dazu empfangen vom Torf-Institut Hannover (mit Begleitschreiben Goe./Br. vom 30. Juni 1961).

Die beiden geprüften Methoden waren die Bestimmung des k-Wertes nach Springer (6) und die Bestimmung des r-Wertes und des d-Wertes nach Keppeler (7). Zusätzlich wurden von uns noch einige Modifikationen der Ausführungsform des Torfinstitutes Hannover überprüft. Der Kürze halber wird unten der Arbeitsgang nur angegeben insofern dieser abweicht von der Vorschriften des Torfinstitutes Hannover.

Untersucht wurden nur die Proben III und V, und IV teilweise.

Probe III,	Wassergehalt	12,4	12,4	12,3%	Mittel	12,4%
	Aschegehalt	1,0	1,0	1,0%	Mittel	1,0%
Probe V,	Wassergehalt	14,5	14,4	14,5%	Mittel	14,5%
	Aschegehalt	2,1	2,2	2,1%	Mittel	2,1%

### 1. k-Wert nach Springer.

Neben einer Ausführung der Bestimmung in Einzelheiten nach der Vorschrift von Hannover wurde die Bestimmung auch ausgeführt an den bei 105°C getrockneten Proben, beide in 5-facher Wiederholung.

#### Gefunden:

Probe III, lufttrocken, Mittelwert 1,38 (s=0)  
, auf 105°C getrocknet, Mittelwert 1,60 (s=0,07; s errechnet aus den Werten erhalten an 37 Schwarztorf-Proben, doppelt bestimmt, war 0,04). Der Unterschied zwischen lufttrocken und bei 105°C getrocknet ist statistisch sehr gut gesichert (P < 1%).

Probe V, lufttrocken, Mittelwert 0,54 (s=0,005)  
, auf 105°C getrocknet, Mittelwert 0,63 (s=0,012) Der Unterschied ist statistisch sehr gut gesichert (P < 1%).

Diese Ergebnisse liessen vermuten dass bei 105°C eine gewisse "Einkohlung" stattgefunden hatte. Sicherheitshalber wurden die Bestimmungen an den lufttrocknen Proben nach 14 Tagen noch wiederholt (2-fach). Dabei wurde gefunden für Probe III: k = 1,6 bzw. 1,5  
für Probe V: k = 0,58 bzw. 0,59.  
Also ziemlich abweichend von den erstgefundenen Werten. Der Unterschied mit den auf 105°C getrockneten Proben ist nun nicht mehr gesichert.

Diese Extinktionsmessungen wurden alle durchgeführt in einem Bausch und Lomb-Spektrophotometer bei einer Wellenlänge von 570 m $\mu$ . Zur Vergleichung wurde an den letzten Torfextrakten zugleichzeit die Extinktion gemessen in einem Beckman-Spektrophotometer G 2400 Model DU (Spaltbreite 0,040 mm). Dabei wurde gefunden für Probe III:  $k = 1,32$  bzw.  $1,32$  und für Probe V:  $k = 0,50$  bzw.  $0,50$ . Eine Erklärung für diese Abweichungen können wir nicht geben. In anbetracht der grossen Unterschiede auch zwischen den Messergebnissen erwähnt von den anderen Instituten (vermutlich erhalten mit verschiedenen Colorimetern) bekommt man keinen günstigen Eindruck von der Zuverlässigkeit dieser Methode.

## 2. r- und d-Wert nach Keppeler.

In der Ausführungsform des Torfinstitutes Hannover wird erst eine Behandlung mit 10 ml 72%-iger Schwefelsäure bei Zimmertemperatur vorgeschrieben. Dann soll verdünnt werden auf 20 ml und über Nacht stehen gelassen werden. Schliesslich soll nach Verdünnung auf 400 ml 5 Stunden gekocht werden am Rückflusskühler. (Unten ist dieses Verfahren angedeutet als 72%, 5-5 Std.). Nun werden analoge Bestimmungen auch oft ausgeführt an Komposten u. dgl. Dabei findet man aber allerhand Variationen sowohl bezüglich der Schwefelsäurekonzentration als auch der Zeitdauer der Hydrolyse. Im Allgemeinen wird bei Komposten u. dgl. 80%-ige Schwefelsäure verwendet. Die Menge, die nachherige Verdünnung und die Zeitdauer der Hydrolyse wechselt aber beinahe vom Labor zu Labor.

Es wäre sehr zu empfehlen alle Bestimmungen, sowohl an Torfen als auch an Komposten nach einheitlichen Vorschriften aus zu führen. Das spricht noch umsomehr weil in der letzten Zeit Mischprodukte aus Torf und Stadtmüllkompost in Anwendung kommen. Eine Vereinheitlichung der Analysemethodik wird auch von anderen Seiten angestrebt (u.A. vom "Verband Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten" und von der "Internationalen Gemeinschaft für Müllforschung"). Eine gemeinschaftliche Beratung erscheint daher wohl gewünscht.

Zur Vergleichung wurden an den Proben III und V (teilweise auch IV) einige Variationen in der Ausführung der Bestimmung überprüft. Die Einwaage war immer 1 g der feingemahlten, lufttrockenen Torfprobe. Zugefügt wurde 10 ml einer 72%-igen oder 80%-igen Schwefelsäurelösung. Ausserhalb in der Ausführungsform Hannover wurde sofort nach der angegebenen Zeit der Behandlung bei Zimmertemperatur verdünnt auf 400 ml und am Rückflusskühler gekocht.

Weiter wurde bei einem der Hydrolysate die vom Torfinstitut Rostock angewandte Methode zur Bestimmung des d-Wertes überprüft. Dabei wurde die Fehlingsche Lösung neben einander bei Zimmertemperatur (und erst nachher erhitzen) und an die heisse Lösung zugefügt und der erhaltene Niederschlag ( $\text{Cu}_2\text{O}$ ) wurde sowohl nach Trocknen auf 105°C als auch nach Glühen ( $\text{CuO}$ ) gewogen. (In Tabelle 3 sind diese Variationen angegeben als  $\text{Cu}_2\text{O}$ -kalt,  $\text{Cu}_2\text{O}$ -warm,  $\text{CuO}$ -kalt,  $\text{CuO}$ -warm wobei also  $\text{Cu}_2\text{O}$ -kalt die Arbeitsweise von Rostock und  $\text{CuO}$ -warm die von Hannover darstellt.

Tabelle 3. r- und d-Werte

Probe III (Schwarztorf)

72%, 5-5 Std. (5x)	r = 74,9 (s = 0,11)	d = 16,9 (s = 0,76)
	gleich	P > 40%
80%, 5-5 Std. (4x)	r = 74,9 (s = 0,22)	d = 17,7 (s = 0,35)
	P < 1%	CuO, warm d = 13,6 (s = 0,05)
		P < 10%
72%, 1/2-1/2 Std. (5x)	r = 63,7 (s = 1,3)	CuO, kalt d = 16,0 (s = 1,20) P < 1%
		Cu <sub>2</sub> O, warm d = 10,8 (s = 0,04) P > 20%
		Cu <sub>2</sub> O, kalt d = 12,3 (s = 1,14)

Probe V (Weisztorf)

72%, 5-5 Std. (5x)	r = 40,9 (s = 0,18)	d = 38,4 (s = 0,29)
	P < 1%	P > 20%
80%, 5-5 Std. (5x)	r = 42,8 (s = 0,27)	d = 36,9 (s = 1,41)

Probe IV (an der Luft getrocknet und feingemahlen; alle Bestimmungen 4x)

72%				80%							
Std	r	(s)	P (in Bezug auf r)	Std	r	(s)	d (Allihn)	(s)	P (in Bezug auf d)	d (Luft-Schoorl)	(s)
5-5	40,8	(0,26)	< 1%	5-5	43,4	(0,47)	31,8	(2,09)	< 5%	36,6	(0,69)
1 1/2-5	39,1	(0,38)									
1/2-5	46,9	(1,52)	< 1%	1/2-5	39,0	(0,37)	37,0	(2,45)	> 40%	35,0	(1,10)
5-1 1/2	42,2	(0,53)									
5-1/2	45,0	(0,69)	> 10%	5-1/2	46,8	(1,15)	22,8	(1,90)	> 50%	23,2	(1,07)
				1/2-1/2	44,7	(1,08)	23,4	(0,84)	> 30%	22,6	(0,52)

Bei einigen Hydrolysaten wurde neben einer "Glucose"-Bestimmung nach Allihn auch eine nach Luff-Schoorl durchgeführt (Überschuss Luff-Reagenz reduzieren mit KJ und das freigesetzte Jod titrieren mit Natriumthiosulfat).

Die Ergebnisse sind in Tabelle 3 dargestellt.

### Schlussfolgerungen.

1. Die Reproduzierbarkeit der Bestimmung des r-Wertes ist, besonders bei längerer Hydrolyse-Dauer, sehr befriedigend. Die Tatsache dass die r-Werte bei den Proben IV und V (die ja gleich sein sollten) besonders bei Anwendung von 72%-iger Schwefelsäure gut übereinstimmen, obwohl die Bestimmungen an den Proben IV und V mehr als einen Monat auseinander lagen weisen in derselben Richtung. Weiter kann hier erwähnt werden dass die Standardabweichung errechnet aus den Duplowerten erhalten für r (mit 80%-iger  $H_2SO_4$ ,  $\frac{1}{2}$ - $\frac{1}{2}$  Std.) bei 38 Schwarztorfproben 0,91 war, also relativ gering. Die Übereinstimmung zwischen den an den verschiedenen Instituten gefundenen Werten kann auch als gut angemerkt werden.
2. Die Reproduzierbarkeit der d-Wert-Bestimmung ist deutlich schlechter als die der r-Wert-Bestimmung. Ausserdem ist die Bestimmung des d-Wertes viel umständlicher.
3. Der Einfluss der Ausgangskonzentration der Schwefelsäure war bei der Schwarztorfprobe nicht merkbar, dagegen bei den Weisstorfproben sehr gut gesichert. Es soll also eine Wahl gemacht werden.
4. Die Ergebnisse der Hydrolyse sind auch deutlich abhängig von der Hydrolysedauer, sowohl was die Dauer der Behandlung mit konzentrierter Schwefelsäure bei Zimmer-temperatur als die Kochzeit mit verdünnter Schwefelsäure betrifft. Dass der Einfluss der Hydrolysedauer nicht regelmässig ist haben wir auch bei Komposten festgestellt. Vielleicht hat man bei dieser Säurebehandlung mit verschiedenen Prozessen zu tun und verlaufen Hydrolyse- und Kondensations-Reaktionen bzw. Verkohlungsprozesse neben einander. Wahrscheinlich spielt hierbei aber auch eine Rolle dass bei kürzerer Hydrolysedauer der Rückstand im Allgemeinen feiner verteilt war und sich schlechter abfiltrieren liess. (Hier sei bemerkt dass wir bei Komposten mit gutem Erfolg zentrifugieren statt filtrieren.)

Jedenfalls geht aus den erwähnten Ergebnisse deutlich hervor, dass auch die Dauer der Säurebehandlungen vereinbart werden soll. Bei Komposten haben wir die Erfahrung dass eine Abkürzung der Behandlung mit 80%-iger Schwefelsäure auf  $1\frac{1}{2}$  oder 2 Stunden den r-Wert nicht wesentlich beeinflusst. Auch bei der Stroh-Analyse ist hierfür, allenfalls in Holland, eine Zeitdauer von  $1\frac{1}{2}$  Stunden üblich (dabei wird allerdings 72%-ige Schwefelsäure verwendet). Das hat den Vorteil dass zumindest die ganze Säurebehandlung dann innerhalb eines Tages ausgeführt werden kann.

7die Zu-  
fügung

5. Die Werte für  $d$  nach Luff-Schoorl unterschieden sich nur in einem Fall (wo der Allihn-Wert wahrscheinlich zu niedrig ist) gesichert von den Werten nach Allihn. Der Wert den man für  $d$  erhält ist dagegen wohl abhängig von der Ausführungsweise der Bestimmung insofern insofern als es des Reagenzes zur kalten oder heißen Lösung und Trocknen oder Glühen des Niederschlages betrifft.

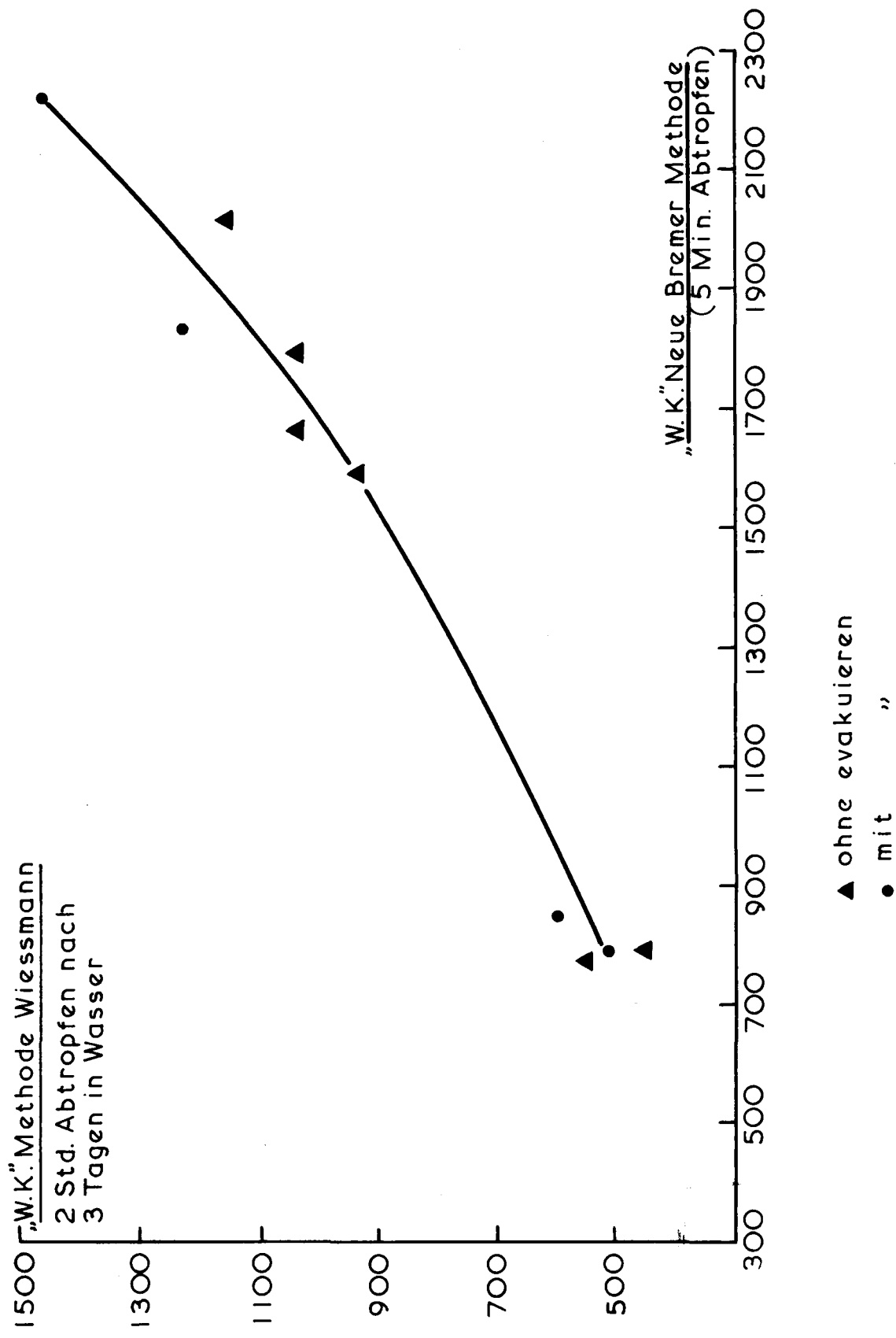
#### Vorschlag.

Auf Grund der obenerwähnten Ergebnisse und in Anbetracht der relativ sehr guten Übereinstimmung zwischen den an den verschiedenen Instituten gefundenen  $r$ -Werten wird vorgeschlagen für die Normung, jedenfalls vorläufig, Werte für den Zersetzungsgrad zu beziehen auf eine  $r$ -Wertbestimmung. Eine gut umschriebene Arbeitsweise für diese Bestimmung soll, so viel wie möglich einheitlich, sowohl für Torfen als für Komposten u. dgl., vereinbart werden.

#### Literatur.

1. Tacke, Br., und Minssen, H., Mitt.d.Vereins z. Förderung d. Moorkultur, 27 (1909) 177-188.
2. Wiessmann, H., und Nehring, K., Agrikulturchemisches Praktikum. Verlag Paul Paray, Berlin (1951) S. 196.
3. Methodenbuch, B. I (1941) S. 32.
4. Gordon, M., und Wiechmann, H., Torfnachrichten 11 (1960) 13-14.
5. Dijk, H. van, Beitrag zu einem Entwurf von Qualitätsnormen für Torfprodukte, die im Gartenbau und in der Landwirtschaft verwendet werden. (Rapport I.B. Januari, 1961).
6. Springer, U., Bodenkunde u. Pflanzenernährung 6 (1938) 312-373.
7. Keppeler, G., Journal f. Landwirtschaft 68 (1920) 43.

Figur I



Figur II

„W.K.“(Wiessmann)

