

ALTERNATIVEN ZUR VERWENDUNG VON TORF

Peter Fischer

Der Torfabbau ist wohl die im weitesten Sinn tiefgreifendste Nutzung der Moore, weil eine Ausbeutung bis auf geringe Restmengen erfolgt. Andererseits lohnen aber viele Flächen wegen geringer Torfmächtigkeit den Abbau nicht. Für eine wirtschaftliche Abtorfung ist eine gleichmäßige Mächtigkeit von mindestens 1 m notwendig.

Nach GÖTTLICH (1) beträgt die Hochmoorfläche in der Bundesrepublik ca. 440.000 ha, von denen der überwiegende Teil kultiviert und damit land- oder forstwirtschaftlich genutzt ist. Etwa 50.000 ha Hochmoorflächen werden von der Torfindustrie als Abbau- oder Reserveflächen beansprucht, z.T. als Eigentums-, z. T. als angepachtetes Land. Nach Schätzungen, genaue statistische Erhebungen liegen nicht vor, werden in der Bundesrepublik ca. 10 Mill. m³ Torferzeugnisse für die gärtnerische Verwendung pro Jahr produziert (Abb. 1). Das entspricht gewichtsmäßig etwa 3 Mill t Torfmasse (2). Dazu kommen noch etwa 230.000 t Brenntorf, die hauptsächlich zu Torfkoks und Aktivkohle verarbeitet werden. Diese Produkte haben einen sehr weiten Anwendungsbe- reich, der von der Metallveredelung über die Lebensmitteltechnologie, die Medizin, die Trinkwasser-, Abwasser- und Prozesswasserbereitung bis hin zur Luft- und Gasreinigung reicht. D. h., dieser Brenntorf wird heute besonders hochwertigen und wichtigen Verwendungszwecken zugeführt.

Von den in Abbildung 2 angeführten Einsatzgebieten der unterschiedlichen Torfprodukte werden in diesem Beitrag nur Alternativen zur gärtnerischen Anwendung im weiteren Sinne angesprochen.

In diesem Bereich ist die Suche nach Alternativen, die Torf zumindest teilweise ersetzen könnten, im großen und ganzen durch drei Faktoren ausgelöst worden. Zum einen gibt es Schätzungen, nach denen die Weißtorfvorkommen in der Bundesrepublik beim derzeitigen Verbrauch nur noch für 20–25 Jahre reichen sollen. Andere Schätzungen gehen von einem Zeitraum von etwa 50 Jahren aus, in jedem Fall ist die Erschöpfung der Torfvorräte abzusehen. Die verstärkte For- derung nach Schutz und Erhaltung von Moor-

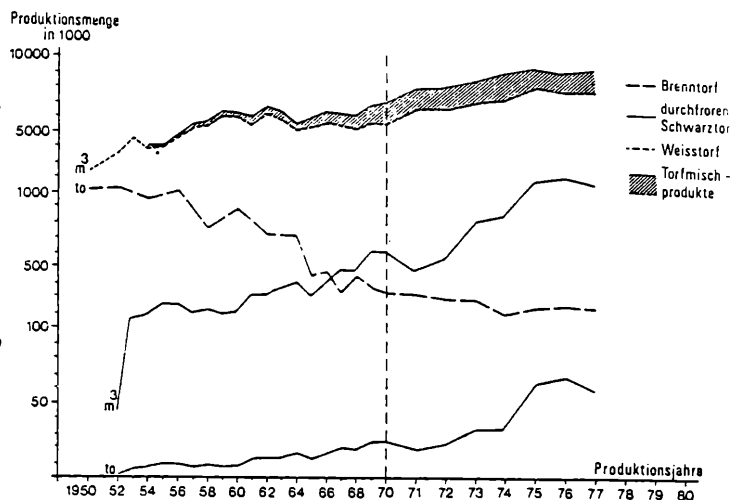


Abb. 1:

Torfproduktion in der Bundesrepublik Deutschland 1950–1977.

Kurve 1 gibt die Produktionsmenge von durchförenem Schwarztorf ("für gärtnerische Verwendung) in Tonnen wieder. Ein Teil davon findet sich mengenmäßig in den Torfmischprodukten wieder.

Kurve 2 zeigt die produzierte Menge an durchförenem Schwarztorf volumenmäßig (m³). Aus Kurve 3 läßt sich das abnehmende Interesse an Brenntorf ablesen.

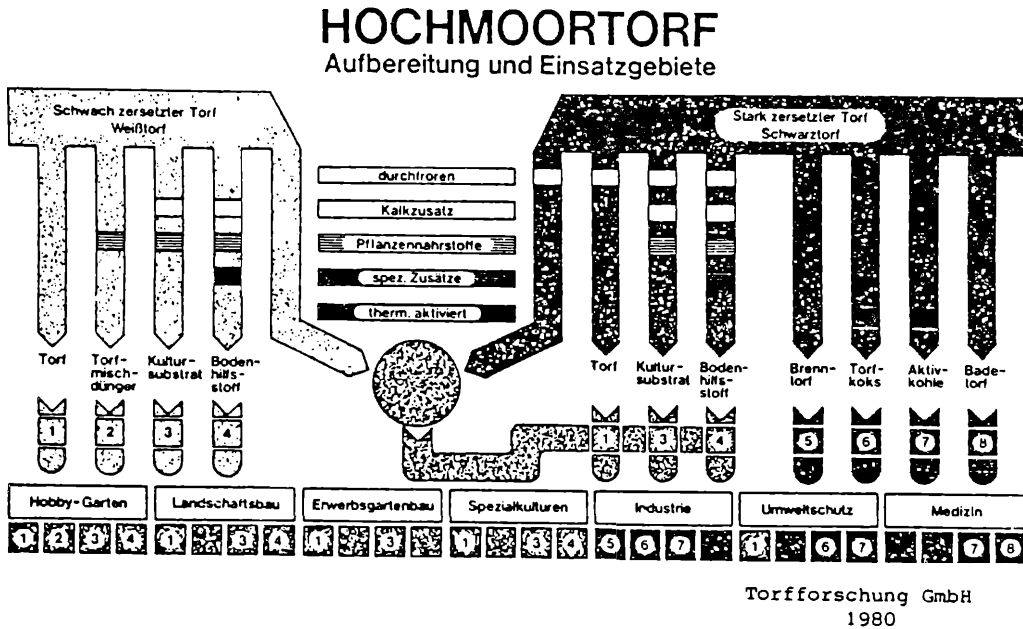
Die Kurven 4 und 5 verdeutlichen die mengenmäßige Entwicklung beim reinen Weißtorf und den Torfprodukten. aus (2)

*

flächen und natürlichen Ressourcen hat die Suche nach Ersatzstoffen ebenfalls ange- regert. Der größte wirtschaftliche Anreiz ergab sich in den letzten Jahren durch stark ge- stiegene Preise für Torfprodukte, vor allem in den Jahren 1980 und 1981, in denen durch schlechtes Ertewetter ein deutlich verrin- gertes Angebot festzustellen war. Die Preis- steigerungen mußten von den Gartenbau- betrieben bei gleichbleibenden bis sinkenden Preisen für gärtnerische Erzeugnisse und gleichzeitig höheren Heizkosten aufgefangen werden.

Je nach den Einsatzbereichen (Abb. 2) sind die gestellten Anforderungen und damit die möglichen Alternativen verschieden.

Abb. 2:



Anwendungsbereich Kultursubstrat

Nach groben Schätzungen werden etwa 20–30 % des für gartenbauliche Zwecke im weitesten Sinne verbrauchten Torfs als Kultursubstrat bzw. als Hauptbestandteil von Kultursubstraten verwendet. Kultursubstrate werden eingesetzt bei der Kultur von Topfpflanzen, Schnittblumen, in der Anzucht von Baumschulgehölzen in Containern und bei der Anlage von Dachgärten. Durch eine starke Einengung des für die Pflanze durchwurzelbaren Raumes werden hohe Anforderungen an die Substrate gestellt. Dabei haben sich schwach zersetzter Hochmoortorf (Weißtorf) und in den letzten Jahren zunehmend auch Gemische mit stärker zersetztem Hochmoortorf (Schwarztorf), sogenannte Schwarz-Weißtorf-Gemische, bestens bewährt. Als mögliche Alternative kommt hier entsprechend aufbereitete Baumrinde in Frage. Während der letzten vier Jahre sind zahlreiche Versuche mit kompostierter (fermentierter) Rinde als Substrat bzw. Substratzusatz an vielen gartenbaulichen Versuchsanstalten gelaufen. Rinde fällt bei arbeitssparender maschineller Entrindung in Verarbeitungsbetrieben an, wird damit dem natürlichen Nährstoffkreislauf im Wald entzogen und wird somit zum Abfallstoff. Noch vor etwa 4–5 Jahren wurde diese Rinde fast ausschließlich auf Deponien verbracht und auch heute wird ein beachtlicher Teil davon deponiert. Die Suche nach Verwendungsmöglichkeiten im landwirtschaftlich-gärtnerischen

Bereich führte über Mulchmaterial und Bodenverbesserungsmittel zum Substrat, weil hier die höchste Wertschöpfung im gartenbaulichen Bereich möglich ist. Andererseits treten dabei Schwierigkeiten besonders deutlich auf, die bei anderweitiger Verwendung nicht oder stark abgeschwächt zum Tragen kommen (4). Hierzu zählt, daß kompostierte Rinde mit sehr unterschiedlichen Eigenschaften angeboten wird. Dies beruht einmal auf sehr verschiedenen Ausgangsmaterialien, wie z. B. Rinden der einzelnen Baumarten, von Rinden teils mit, teils auch ohne Kaolinschlamm aus der Papierherstellung und ganz unterschiedlichen Kompostierungsverfahren. Durch ein sehr weites und damit ungünstiges C:N-Verhältnis (Kohlenstoff/Stickstoff-Verhältnis) ist die Stickstoffdynamik im Rindenmaterial nur schwer überschaubar. So kommt es häufig zu Stickstoffmangel an den Kulturen, bei längerer Kulturdauer später evtl. zu Stickstoffüberschuß durch unkontrollierte Stickstoff-Freisetzung aus mineralisiertem Mikrobeneiweiß. Ein weiteres Problem bei diesem Verwendungszweck ist der natürlicherweise hohe Mangengehalt in der Rinde, der unter bestimmten Bedingungen starke Eisenmangelerscheinungen an den Pflanzen induzieren kann. Aus diesen Gründen ergibt sich ein erhöhtes Anbaurisiko für den Gärtner, das diesem unter den wirtschaftlichen Bedingungen nicht zugemutet werden kann.

In diesem Bereich ist deshalb weitere Versuchs- und Forschungsarbeit notwendig,

da auch Ergebnisse aus skandinavischen Ländern und aus Nordamerika, wie die Erfahrung gezeigt hat, nur sehr bedingt auf mitteleuropäische Verhältnisse übertragbar sind.

Andere Stoffe, mit denen Substrate gestreckt und der Torfverbrauch reduziert werden könnte, wären z. B. aufgeschäumte Kunststoffe, wie Styromull oder Hygromull. Diese sind jedoch in der Regel nicht preiswerter als Torf und haben den Nachteil, daß sie aus Erdöl als Ausgangsstoff hergestellt werden. Blähton, Blähschiefer, Steinwolle und ähnliches können zwar Torf z. T. ersetzen, sind aber ebenfalls nicht billiger und haben den beachtlichen Nachteil, daß sie unter erheblichem Aufwand an Energie hergestellt werden. Müll-Klärschlamm-Kompost und sonstige Siedlungsabfälle können nur in sehr wenigen Fällen eingesetzt werden. Hohe Gehalte an löslichen Salzen, pH-Werte im alkalischen Bereich, hygienische Bedenken, z. T. überhöhte Schwermetall- und Schadstoffgehalte setzen der Verwendung dieser Materialien enge Grenzen.

Nach dem derzeitigen Stand der Forschung kann dem Erwerbsgartenbau nur eine Zuzusammensetzung von etwa 30 % Rindensubstrat, insbesondere zu stärker zersetztem Torf empfohlen werden (4). In einigen Jahren dürfte jedoch sicher bei einer Reihe von Kulturen ein stärkerer Einsatz von Rindensubstrat möglich sein. Insgesamt gesehen ist die Möglichkeit, Torf im Substratbereich zu ersetzen, jedoch sehr beschränkt.

Anwendungsbereich Bodenverbesserung

Rund 70 % der im landwirtschaftlich-gärtnerischen Bereich verbrauchten Torfmenge werden zur Humusversorgung und Bodenverbesserung verwendet. Wenn nach Alternativen gesucht wird, muß weiter untergliedert werden in die Anwendungsbereiche beim Erwerbsgärtner unter Glas und im Freiland, Verbrauch im Garten- und Landschaftsbau und im Öffentlichen Grün und die Verwendung im Privat- und Kleingartenbereich.

Bodenverbesserung im Erwerbsgartenbau

Als der Torf noch relativ preisgünstig war, verwendete man mit gutem Erfolg im Erwerbsgartenbau Mengen von ca. 10 Ballen Torf je 100 m² alle 5 Jahre. Diese Aufwandmengen brachten einen raschen und nachhaltigen Mehrertrag sowie eine deutliche Erhöhung des Gehaltes an organischer Substanz im Boden (5). Durch eine deutliche

Verteuerung des Torfes ist seine Verwendung als Bodenverbesserungsmaterial im Freiland sehr stark zurückgegangen. Die Aufwendungen sind, wenn überhaupt, dann nur noch im Anbau unter Glas wirtschaftlich zu vertreten.

Nach bisherigen Versuchsergebnissen (6) und praktischen Erfahrungen, sowohl im Anbau unter Glas als auch auf intensiv bebauten Freilandflächen, hat sich die Anwendung von kompostierter Rinde in einer durchschnittlichen Aufwandmenge von etwa 50 m³ Rinde pro ha alle 2 Jahre gut bewährt. Die Einsatzmöglichkeiten von Rinden für diesen Zweck sind jedoch begrenzt. So sollte wegen der hohen Transportkostenbelastung durch das deutlich höhere Volumengewicht gegenüber Torf die Rinde in näherer oder weiterer Umgebung anfallen. Außerdem reicht die derzeit anfallende Menge an Rinde von etwa 2 - 3 Mill. m³ nicht aus, um den gesamten Bedarf zu decken (7). Dabei ist außerdem zu beachten, daß Rinde in zunehmendem Maße zur Energiegewinnung verbrannt und die derzeit insgesamt für landwirtschaftlich-gärtnerische Anwendung verarbeitete Menge an Rinde erst bei etwa 550.000 m³ pro Jahr liegt (8).

Für die Versorgung intensiv genutzter gärtnerischer Flächen mit organischer Substanz wird immer wieder das Recycling von Siedlungsabfällen ins Gespräch gebracht. Dabei sind Produkte wie entwässerter Klärschlamm, Müllkompost und Müllklärschlammkompost im Gespräch. Auf intensiv genutzten Flächen sind diese Produkte bei den notwendigen häufigen und hohen Gaben in der Regel wegen ihrer hohen bis extrem hohen Schwermetallgehalte derzeit nicht einsetzbar. Dies würde zu einer überhöhten Menge an Schwermetallen im Boden führen und auf lange Sicht für die Erzeugung von Nahrungsmitteln ungeeignet machen. Bei Produkten aus Müll stört außerdem der Gehalt an Glas und Kunststoffmaterial, der - weil er schwer oder unverrottbar ist - sich im Boden unangenehmerweise stark anreichern kann. Nach der "Verordnung über das Aufbringen von Klärschlamm auf landwirtschaftlichen Flächen", die am 1. 4. 1983 für das Gebiet der Bundesrepublik Deutschland in Kraft tritt, ist auf Gemüse- und Obstbauflächen das Aufbringen jeglichen Klärschlammes verboten (9). Aus den genannten Gründen ist die Verwendung von Siedlungsabfällen in diesem Bereich nur sehr begrenzt und mit äußerster Vorsicht, zum überwiegenden Teil überhaupt nicht möglich.

Seit Jahren wird im Intensivgemüsebau der Einsatz der Gründüngung diskutiert und erprobt. Wenn sich die Gründüngung im Gemüsebau noch nicht stärker durchgesetzt hat, so ist das in erster Linie auf den hohen Flächenbedarf zurückzuführen. Vorläufige Versuchsergebnisse zeigen jedoch, daß selbst die auf schweren Böden als problematisch angesehene Wintergründüngung nach einer Anlaufzeit von 4 – 5 Jahren in ihrer ertragssteigernden Wirkung einer Stallmistdüngung von etwa 300 dt pro ha alle 2 Jahre durchaus ebenbürtig ist (5). Im Erwerbsgartenbau ist Torf zur Bodenverbesserung durch kompostierte Rinde, Gründüngung und Einarbeitung von Ernterückständen zu ersetzen. Torf wird hier auch wegen der hohen Kosten, zumindest im Freiland, kaum noch eingesetzt.

Bodenverbesserung im Garten- und Landschaftsbau und im Öffentlichen Grün

In diesem Bereich fallen einige schwerwiegende Bedenken gegen den Einsatz der Siedlungsabfälle weg, da die Anwendung häufig nur einmal zur Bodenverbesserung für Pflanzflächen, für Gehölze und Rasenflächen, oder zur Rekultivierung erfolgt. Damit kommen die Vorteile der hohen Gehalte an Hauptnährstoffen und Spurennährstoffen sowie der hohe Gehalt an organischer Substanz voll zum Tragen, und die Nachteile der hohen Gehalte an Schwermetallen und zum Teil toxischen Stoffen fallen wegen der einmaligen Anwendung bei Pflanzen, die nicht der Ernährung dienen, weniger ins Gewicht. Nach Empfehlungen des Bundesernährungsministeriums (10) können unter Beachtung des Salzgehaltes bei der Gartengestaltung und beim Landschaftsbau 100–300 t Frisch-, Fertig- oder Spezialkompost und bei der Rekultivierung bis zu 1.000 t dieser Materialien pro ha verwendet werden. Der Einsatz dieser Siedlungsabfälle wird z. T. durch zu weite Transportstrecken behindert; im allgemeinen ist ein Transport über mehr als 20 km nicht tragbar. Außerdem können große Qualitätsunterschiede und z. B. Geruchsbelästigung durch anaerobe Prozesse bei der Kompostierung und bei unzureichend durchkompostiertem Material Schwierigkeiten bereiten. Auch der mitunter hohe Glasanteil in den Müll- und Müllklärschlammkomposten kann den Einsatz z. B. im Öffentlichen Grün und bei der Anlage von Rasenflächen stark behindern.

Bei der Pflege von Gehölzpflanzungen im Öffentlichen Grün und bei Straßenmeistereien

fallen z. T. beachtliche Mengen an Ästen und Zweigen an, die bisher entweder verbrannt oder zerkleinert als Mulch aufgebracht wurden. Dieses Material läßt sich bei entsprechender Maschinenausstattung mit geringem Aufwand zerkleinern, kompostieren und dann zur Bodenverbesserung einsetzen. Zu dieser Frage seit 1980 an der Staatlichen Versuchsanstalt für Gartenbau bei der Fachhochschule Weihenstephan (Institut für Technik, Institut für Freilandplanung und Institut für Bodenkunde und Pflanzenernährung) durchgeführte Versuche haben sehr positive Ergebnisse gezeigt (11, 12 und 13). Die anfallenden Mengen an Pflanzenmaterial sind beachtlich, so rechnet man z. B. am Hauptfriedhof Ohlsdorf in Hamburg bei einer Fläche von 400 ha jährlich mit etwa 5.200 m³ Tannengrün und etwa 20.000 m³ Buschwerk (14); in der Stadtgärtnerei München fallen rd. 23.000 m³ Äste von 580.000 städtischen Bäumen an (15). Durch das Häckseln des Strauch- und Astwerks wird das Volumen auf ca. 20 % verringert. Setzt man das zerkleinerte Material unter Stickstoffzugabe (etwa 1 kg N/m³) auf Mieten und befeuchtet es, so erfolgt eine stürmische mikrobielle Umsetzung, die sich durch einen Temperaturanstieg in der Miete auf 60 – 70° C ausdrückt. In den Versuchen wurden nach 2 Monaten die Mieten umgesetzt und nochmals befeuchtet (12). Nach insgesamt 6 1/2 Monaten wurde das kompostierte Material nochmals zerkleinert und hatte dann eine Struktur, die in etwa faserigem, nur schwach zersetztem Torf entsprach. Der so hergestellte Schnittholzkompost wurde zusätzlich zur chemischen Untersuchung durch Aussaatversuche mit Gerste und Kopfsalat im Vergleich zu Torf auf seine Eignung zur Bodenverbesserung geprüft. Unter diesen erschwerten Bedingungen, es wurde in reinen, mit Mineraldünger versehenen Schnittholzkompost ausgesät, zeigten sich deutliche Unterschiede in Abhängigkeit vom Kompostierverfahren. Dabei brachten einige Schnittholzvarianten gleich gute Wuchsleistungen wie Hochmoortorf. Durch weitere Versuchsarbeit auf diesem Gebiet könnten die Produkte verbessert und ihr Einsatzbereich ohne größeres Risiko stark erweitert werden. Schnittholz könnte z. B. im Bereich der Straßenverwaltung auch zusammen mit Mähgut kompostiert werden und dann Torf im Bereich der Neubegrünung von Böschungen ganz oder zumindest zum Teil ersetzen. Erhebungen oder Schätzungen über die Mengen des anfallenden Strauch- und Buschwerks liegen allerdings leider nicht vor.

Im Bereich der öffentlichen Grünanlagen empfiehlt sich auch die Kompostierung sonstiger organischer Abfälle und deren Verwendung zur Bodenverbesserung anstelle von Torf. Hier sei als Beispiel nur die Kompostierung von Friedhofsabfällen genannt, die technisch bereits gelöst erscheint. So rechnet man z. B. in München mit ungefähr 45.000 m³ Friedhofsabfällen in Form von Laub, Kränzen, Blumengebinden, Pflanzen usw., die bei entsprechender Aufbereitung ungefähr 12 – 15.000 m³ Komposterde pro Jahr ergeben können (15).

Im Bereich des Garten- und Landschaftsbaus und im Öffentlichen Grün könnten – wie aufgezeigt wurde – beachtliche Mengen an Torf eingespart werden; die Voraussetzungen dafür müssen z. T. jedoch erst geschaffen werden.

Bodenverbesserung im Privat- und Kleingartenbereich

Im Kleingarten- und Hobbybereich werden heute noch große Mengen an Torf zur Bodenverbesserung eingesetzt. Durch Kompostierung von Garten- und Küchenabfällen sowie Schnittholz kann Torf zum großen Teil ersetzt werden. Zerspanungsgeräte, auch für den Kleingartenbereich, werden bereits in beachtlicher Zahl angeboten (11). Im Klein- und Privatgarten scheidet der Ersatz von Torf häufig nur an Gedankenlosigkeit und Bequemlichkeit. Als ebenfalls bequemer und einfach zu handhabender Ersatzstoff bietet sich auch hier kompostierte Rinde an. Nur im Bereich der Moorbeetpflanzungen, bei denen neben der Zufuhr organischer Substanz auch die saure Wirkung des Torfs vonnöten ist, erscheint der Torf augenblicklich noch nicht ersetzbar.

Zusammenfassung

Im letzten Jahrzehnt ist man zu der Auffassung gelangt, daß Torf zu wertvoll ist, um ihn als Brenntorf zu verheizen. Sicherlich wird sich in wenigen Jahren die Ansicht durchsetzen, daß Torf auch zu wertvoll ist, um ihn in größeren Mengen als Bodenverbesserungsmittel zu verwenden. Derzeit besteht bereits die Möglichkeit, den Torf im Bereich der Kultursubstrate bzw. Blumenerden mit kompostierter Rinde zu strecken bzw. in der Bodenverbesserung teilweise ganz zu ersetzen. Alternativen zu Torf im gärtnerischen Bereich sind bereits vorhanden, wenn auch z. T. – wie z. B. bei der Rinde – die verfügbaren Mengen einen voll-

ständigen Ersatz nicht ermöglichen. In manchen Teilbereichen, wie z. B. der Kompostierung und Verwendung von Schnittholz und Friedhofsabfällen ist eine gezielte Förderung der angewandten Forschung notwendig, um den Ersatz von Torf vorantreiben zu können. In Teilbereichen der gärtnerischen Anwendung, wie z. B. bei Kultursubstraten, ist der Ersatz von Torf in größerem Umfang noch nicht möglich. Bei der Bodenverbesserung im Erwerbsgartenbau, im Garten- und Landschaftsbau, Öffentlichem Grün und im Kleingartenbereich lassen sich jedoch beachtliche Mengen an Torf einsparen. Die zum Abbau zur Verfügung stehenden Mengen an Torf sollten deshalb für den höherwertigen Einsatz als Torfkoks und Aktivkohle sowie für Kultursubstrat vorgesehen werden und reserviert bleiben.

Literatur:

- (1) GÖTTLICH, K. (1976):
Moor- und Torfkunde. E. Schweizerbarth'sche Verlagshandlung, Stuttgart
- (2) FIKUART, W. (1979):
Zur Bedeutung des Schwarztorfes als Basisrohstoff – Neue Aspekte zur Gewinnung, Verarbeitung und Verwertung. Neues Archiv für Niedersachsen 28, Heft 3, S. 390–400
- (3) GÜNTHER, J. (1982):
Haben wir morgen noch Torf? – Zur Rohstoffsituation in Deutschland. Deutscher Gartenbau 36, Heft 29, S. 1212– 1218
- (4) FISCHER, P. (1981):
Eignung von Rindenkultursubstraten zur Verwendung im Zierpflanzenbau und in Baumschulen. Gb+Gw 81, Heft 47, S. 1078–1080
- (5) FRENZ, F.-W. (1980):
Feldversuch über die Wirkung verschiedener organischer Dünger. Jahresbericht der Fachhochschule Weihenstephan
- (6) BAUMANN, E. (1975):
Nutzung von Entrindungsabfällen im Gartenbau. IGA-Ratgeber (DDR)
- (7) GÜNTHER, J. (1979):
Rinde statt Torf? Deutscher Gartenbau 33, Nr. 51/52, S. 2161–2163

- (8) HANGEN, H. O. (1981):
Der Stand der Verwertung von Baumrin-
in der Bundesrepublik Deutschland unter
besonderer Berücksichtigung der Verar-
beitung von Rinde zu Bodenverbesse-
rungsmitteln. Arbeitskreis für die Nutz-
barmachung von Siedlungsabfällen e.V.
- (9) N. N.(1982):
Neue Vorschriften über die Klärschlamm-
Verwertung. Deutscher Gartenbau 36,
Heft 28, S. 1183
- (10) N. N. (1979):
Müll- und Müllklärschlammkomposte -
Herstellung und Verwendung. Stellung-
nahme des Bundesernährungsministeri-
ums. Deutscher Gartenbau 34, Heft 24,
S. 1020-1024
- (11) RANNERTSHAUSER, J. (1982):
Aufbereitung und Verwendung von
Schnittholz. Teil I: Zerkleinerungsma-
schinen für Schnittholz. Das Garten-
amt 31, Heft 2, S. 112-115
- (12) FISCHER, P. u. RANNERTSHAUSER, J.
(1982):
Aufbereitung und Verwendung von Schnitt-
holz. Teil II: Kompostierung von Schnitt-
holz. Das Gartenamt 31, Heft 5, S. 309-
315
- (13) FISCHER, P. u. RICHTER, G. (1982):
Aufbereitung und Verwendung von
Schnittholz. Teil II: Verwendung von
Kompost und Häcksel aus Schnittholz.
Das Gartenamt 31, Heft 8, S. 480-482
- (14) LOHFELD, K. H. (1980):
Beispiele rationeller Abfallentsorgung
und Verwertung auf Friedhöfen. Deut-
sche Friedhofskultur 70, Heft 7, S.
181- 187
- (15) GRAUPNER, H. (1980):
Aus Trauerkränzen wird Humus. Süd-
deutsche Zeitung, 11.11.1980

Anschrift des Verfassers:

Prof. Dr. Peter Fischer
Institut für Bodenkunde und
Pflanzenernährung an der
Fachhochschule Weihenstephan
8050 Freising 12