



# INFODIENST WEIHENSTEPHAN SPEZIAL: SUBSTRATKOMPONENTEN





## **Neue Serie: Substratkomponenten**

Seit Oktober 2003 wurden an dieser Stelle in 48 Beiträgen unterschiedliche Ernährungsstörungen an einer Vielzahl von Kulturen ausführlich dargestellt. Nun ist der Zeitpunkt für ein neues Kapitel gekommen. In Zukunft werden in der Rubrik Pflanzenernährung verschiedenste Substratkomponenten vorgestellt. Darunter werden sowohl "gute Bekannte" aber auch einige Exoten sein. Die Serie erhebt dabei keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Dies ist allein deshalb nicht möglich, da der Substratmarkt einem ständigen Wandel unterliegt.

Beginnen wird die neue Rubrik mit einer bisher noch wenig verbreiteten Komponente für gärtnerische Erden:

## **Xylit**

### **Herkunft & Eigenschaften**

Bei Xylit handelt es sich um eine Vorstufe der Braunkohle. Es besteht aus nicht vollständig inkohlierten Pflanzenteilen, bei denen die Holzstrukturen noch deutlich zu erkennen sind. Das Material fällt als Nebenprodukt beim Braunkohleabbau an. Das Rohxylit wird mechanisch zerkleinert, abgeseibt und von Braunkohleanhaftungen weitestgehend gereinigt.



*Abb.1: Rohxylit*



*Abb.2: Rohxylit nach der  
Aufbereitung*

Insbesondere auf Grund seiner geringen Nährstoffgehalte und günstigen pH ist Xylit als Substratkomponente interessant, da die gewünschten Werte ähnlich wie bei Torf durch Kalkung und Düngung exakt eingestellt werden können. Im Gegensatz zu anderen Substratkomponenten auf Holzbasis (z.B. Holzfaser) verursacht Xylit keine Stickstoffimmobilisierung. Zudem ist das Material strukturstabil und verbessert die



Luftführung im Substrat. Die Wasserkapazität ist geringer als bei Torf. Die wichtigsten chemischen Eigenschaften sind in Tabelle 1 beschrieben.

pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Salz (H <sub>2</sub> O) g/l	N (CAT) mg/l	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAT) mg/l	K <sub>2</sub> O (CAT) mg/l
5-5,5	~ 0,5	< 10	< 10	< 50

### Verwendungsmöglichkeiten

Wie bereits angedeutet eignet sich Xylit sehr gut als Torfersatzstoff. Es kann zum einen in Aufwandmengen bis ca. 50 Vol.-% Torf beigemischt werden oder auch in Mischung mit anderen Torfersatzstoffen (z.B. Cocopeat, Rindenumus u.a.) als Basis für gänzlich torffreie Substrate dienen. Der Vorteil dabei ist, dass das Material auf Grund seiner torfähnlichen Eigenschaften keine besonderen Kulturmaßnahmen erforderlich macht.



An der Forschungsanstalt für Gartenbau Weihestephan wurden in den letzten Jahren verschiedene Versuche mit Xylit durchgeführt. Ein Schwerpunkt lag dabei auf torf reduzierten beziehungsweise torffreien Substraten.

Ein Balkonkastenversuch im Jahr 2006 zeigte, dass torffreie- sowie torf-reduzierte Substrate mit Xylit als Hauptbestandteil bei gleicher Behandlung einem handelsüblichen Torf-Ton-Substrat ebenbürtig sind.



Abbildung 3 zeigt zum Vergleich die Pflanzen in einem torffreien Substrat mit 35 Vol.-% Xylit (oben) und einem Torf-Ton-Substrat (unten) zu Versuchsende in KW 41.

In einem weiteren Versuch zur Pufferkapazität konnten durch einen Zuschlag von 20 Vol.-% Xylit Schäden durch überhöhte NaCl-Gaben im Vergleich zum reinen Torfsubstrat deutlich verringert werden.

Abb.3: Pflanzenentwicklung in KW 41; torffreies Substrat mit 35 Vol.-% Xylit oben, Torf-Tonsubstrat unten



---

## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe November 2007

---

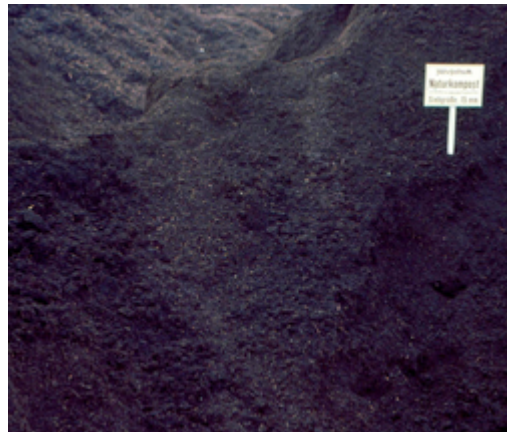
### Substratkomponenten

#### Kompost - Teil 1

##### Ein kurzer Streifzug durch die Geschichte

Bis zur Mitte des 20. Jahrhunderts waren im gärtnerischen Bereich betriebseigene Komposte unverzichtbarer Bestandteil der Herstellung spezieller Praxis- oder Betriebserden. Die nach traditionellen, empirischen Rezepturen hergestellten Erden bildeten die Grundlage für den betrieblichen Erfolg und unterlagen daher mitunter der Geheimhaltung.

Schwankungen der physikalischen und chemischen Eigenschaften der Erden konnten bei der Kulturführung berücksichtigt bzw. ausgeglichen werden, da aufgrund des geringen Technisierungsgrads der Betriebe und der üblicherweise breit gefächerten Palette an kultivierten Arten - sämtliche Entwicklungsstadien umfassend - eine aufwändige und individuelle Betreuung des Pflanzenbestands unerlässlich war.



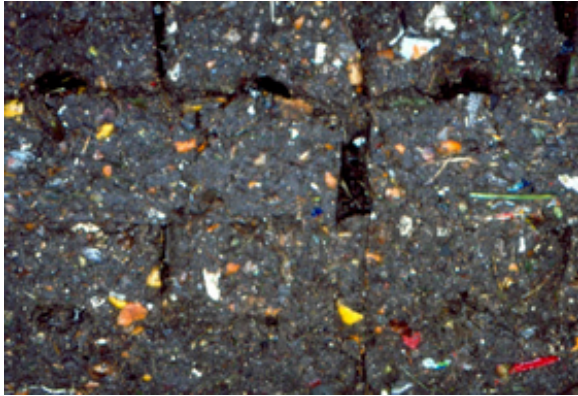
*Reifer, fein abgeseibter Kompost*

Fortschreitende Veränderungen der Anbaubedingungen (v.a. Spezialisierung in Breite und Tiefe, Technisierung der Produktion, Verringerung der Substratvolumina) stellten neue Anforderungen an das Kulturmedium, denen die Praxiserden vielfach nicht gewachsen waren. Sie wurden zunehmend von industriell hergestellten, standardisierten Kultursubstraten auf Torfbasis abgelöst.

Betriebseigene Abfälle wurden zwar z.T. weiterhin kompostiert, aber unter stark veränderten Gesichtspunkten: da Kompost aus produktionstechnischen und wirtschaftlichen Gründen nur noch in wenigen Bereichen sinnvoll zu verwerten war, richtete sich das Augenmerk weniger auf eine hohe Kompostqualität als auf eine möglichst extensive Rotteführung.

Das durch die Qualitätsminderung angeschlagene Image von Kompost wurde noch weiter beschädigt, als in den 70er Jahren auf kommunaler Ebene begonnen wurde, Siedlungsabfall in toto zu kompostieren. Mangels Sortierung des Ausgangsmaterials waren die Komposte mit zerkleinerten Fremdstoffen (z.B. Glas, Metall, Kunststoff) angereichert und wiesen beträchtliche Schadstoffgehalte auf. Der Grüne Bereich zeigte Verantwortung und lehnte es überwiegend ab, die angedienten Müll-Komposte in den Naturkreislauf einzutragen.





*Müll-Kompost*



*Sortenreines Grüngut: Ausgangsmaterial für hochwertige Substratkomposte*

Das umstrittene Konzept der Müll-Kompostierung wurde abgelöst durch die Einführung der großtechnischen Kompostierung von sortenreinem Grüngut (Gartenabfälle von privaten und öffentlichen Grünflächen). Einen maßgeblichen Anteil am Erfolg dieser neu ausgerichteten Grüngutverwertung hatten die von 1985-1991 an der Forschungsanstalt für Gartenbau Weißenstephan (FGW) durchgeführten Forschungsarbeiten. Wesentliches Ziel der Arbeiten war es, durch Selektion des Ausgangsmaterials und zielgerichtete Steuerung der Rotte qualitativ hochwertige Komposte zu erzeugen, die im gärtnerischen Bereich nutzbringend Verwendung finden können. Im Zuge dieser Arbeit wurden auch erstmals für den Gartenbau bedeutsame Qualitätskriterien definiert und Qualitätsstandards für Kompost festgelegt.

Mit weiteren Forschungsarbeiten, wiederum unter Beteiligung der FGW, konnte aufgezeigt werden, dass auch aus Bioabfall (Garten- und Küchenabfälle aus der Biotonne) mittels Kompostierung oder Vergärung wertvolles organisches Material gewonnen werden kann.



*Großtechnische Kompostierung von Grüngut (Aufsetzen von Mieten)*



*Großtechnische Kompostierung von Grüngut (Umsetzen der Mieten in der Heißrottephase)*

Zur dauerhaften Qualitätssicherung der erzeugten Komposte wurden 1990 die [Fachvereinigung Bayerischer Komposthersteller e.V.](#) und wenig später die [Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.](#) gegründet. Die für die einzelnen Verwendungszwecke differenzierten Vorgaben für die Kompostqualität (s. Tabelle) sind bei beiden Vereinen sehr ähnlich.

Aufgrund zahlreicher Forschungsergebnisse, die die hohe Qualität von Kompost und das gute Kulturergebnis bei der Anwendung von Kompost (bei Zierpflanzen, Stauden, Gehölzen etc.) belegen, ist die Akzeptanz für Kompost deutlich gestiegen. Dies zeigt sich auch daran, dass inzwischen die meisten Substrathersteller ihre Produktpalette mit komposthaltigen Substraten für den Erwerbs- und Freizeitgartenbau bereichert haben.

In der Dezember-Ausgabe des 'Infodienst Weihenstephan' werden unter dieser Rubrik Möglichkeiten und Grenzen der Verwendung von Kompost als Substratbestandteil im Gartenbau näher beschrieben.

Dipl.-Ing. (FH) Martin Jauch;  
Institut für Gartenbau

## Qualitätsmerkmale und Qualitätsanforderungen von Substratkompost der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (2007)

Qualitätsmerkmal	Qualitätsanforderung		
<b>Hygiene</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nachweis der seuchenhygienischen Wirksamkeit des Behandlungsverfahrens (direkte Prozessprüfung oder Konformitätsprüfung gemäß Hygiene-Baumusterprüfsystem nach Abschnitt 1.2 der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., oder andere vom Bundesgüteausschuss im Einzelfall bestimmte Verfahren)</li> <li>Nachweis der Einhaltung der für die Hygienisierung der Produkte erforderlichen Temperaturen und Temperatureinwirkungszeiten (indirekte Prozessführung)</li> <li>Maximal 0,5 keimfähige Samen und austriebfähigen Pflanzenteile je Liter Kompost</li> <li>Salmonellen nicht nachweisbar</li> </ul>		
<b>Fremdstoffe</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximal 0,5 Gew.-% i.d.TS auslesbare Fremdstoffe über 2 mm Durchmesser</li> <li>Maximal 0,1 Gew.-% i.d.TS auslesbare Fremdstoffe über 5 mm Durchmesser</li> <li>Bei Fremdstoffgehalten &lt; 0,1 Gew.-% i.d.TS: maximale Flächensumme der ausgelesenen Fremdstoffe 10 cm<sup>2</sup> je Liter Kompost</li> </ul>		
<b>Steine</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Maximal 5 Gew.-% i. d. TS auslesbare Steine &gt; 2 mm</li> <li>Maximal 0,5 Gew.-% i. d. TS auslesbare Steine &gt; 10 mm</li> </ul>		
<b>Pflanzenverträglichkeit</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Pflanzenverträglichkeit im vorgesehenen Anwendungsbereich (Keimpflanzenversuch)</li> <li>Frei von flüchtigen phytotoxischen Stoffen (Kressetest im geschlossenen Gefäß)</li> <li>Nicht Stickstoff immobilisierend (Brutversuch oder Keimpflanzenversuch mit N-Steigerung)</li> </ul>		
<b>Rottegrad</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Rottegrad V (Rottevorgang abgeschlossen)</li> </ul>		
<b>Wassergehalt</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lose Ware maximal 45 Gew.%, Sackware maximal 35 Gew.%</li> <li>Für Kompost mit mehr als 40 % OS sind höhere Wassergehalte gemäß Anlage 2 der Güte- und Prüfbestimmungen zulässig</li> </ul>		
<b>Körnung</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>In allen Körnungen &gt; 50 Vol.-% Partikel 0 - 5 mm</li> <li>Maximalkörnung 25 mm</li> </ul>		
<b>Organische Substanz</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mindestens 15 Gew.-% i.d.TS, gemessen als Glühverlust</li> </ul>		
<b>Schwermetallgehalte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grenzwerte entsprechend den mitgeltenden Rechtsbestimmungen nach Abschnitt 1.1 der Güte- und Prüfbestimmungen für Kompost (z.B. Düngemittelverordnung, Bioabfallverordnung)</li> <li>Für die Mikronährstoffe Kupfer und Zink bestimmt der Bundesgüteausschuss Plausibilitätswerte, die nicht überschritten werden dürfen</li> </ul>		
<b>Pflanzennährstoffe und Salzgehalt</b>		Typ 1	Typ 2
	Salzgehalt	max. 2,5 g/l	max. 5 g/l
	Summe NO <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> -N (CAL)	< 300 mg/l	< 600 mg/l
	lösliches Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) (CAL)	< 1.200 mg/l	< 2.400 mg/l
	lösliches Kalium (K <sub>2</sub> O) (CAL)	< 2.000 mg/l	< 4.000 mg/l
	lösliches Chlorid (H <sub>2</sub> O)	< 500 mg/l	< 1.000 mg/l
lösliches Natrium (H <sub>2</sub> O)	< 250 mg/l	< 500 mg/l	
<b>Carbonate (CaCO<sub>3</sub>)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>&lt; 10 % i. d. TM</li> </ul>		
<b>Angaben zur Deklaration</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Substratkompost (Körnung)</li> <li>Hersteller</li> <li>Rohdichte (Volumengewicht)</li> <li>pH-Wert</li> <li>Salzgehalt</li> <li>C/N-Verhältnis</li> <li>Pflanzennährstoffe gesamt (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, MgO)</li> <li>Pflanzennährstoffe löslich (N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O)</li> <li>Mikronährstoffe (gemäß den düngemittelrechtlichen Bestimmungen)</li> <li>basisch wirksame Stoffe (als CaO)</li> <li>organische Substanz</li> <li>Nettogewicht oder Volumen</li> <li>Hinweise zur sachgerechten Anwendung</li> </ul>		

**Typ 1:** bis 40 Vol.-% empfohlener Mischkomponentenanteil im Substrat

**Typ 2:** bis 20 Vol.-% empfohlener Mischkomponentenanteil im Substrat

## Substratkomponenten

### Kompost - Teil 2

#### Das große Potenzial nutzen

Wie in der November-Ausgabe (Kompost - Teil 1) kurz angesprochen, werden von einigen Kompostwerken auf die Belange des Gartenbaus abgestimmte Substratkomposte hergestellt, die einer regelmäßigen und strengen Qualitätskontrolle unterliegen und in Mengen bis zu 40 Vol.-% anderen substratfähigen Stoffen beigemischt werden können. Im Folgenden wird aufgezeigt, warum und wie dieses Potential genutzt werden sollte.



*Untersuchung der Lagerfähigkeit von Kompostsubstraten in handelsüblichen Säcken*

### Ökologische Aspekte

Mit der Verwendung von Kompost, einem kontinuierlich, in großen Mengen und regional anfallenden Sekundärrohstoff, eröffnet sich die Möglichkeit, erhebliche Mengen an Torf einzusparen. Torf ist ein sehr langsam nachwachsender, hochwertiger Rohstoff aus ökologisch bedeutsamen Lebensräumen. Da die heimischen Torf-Ressourcen sehr knapp sind, wird zunehmend Torf aus Osteuropa (v.a. Baltikum und Russland) importiert, wobei lange Transportstrecken in Kauf zu nehmen sind. Dem



*Substrat mit 25 Vol.-% Kompost (li.) und 50 Vol.-% Kompost (re.) bei Begonien*



Jahresverbrauch an Torf von über 12 Millionen m<sup>3</sup> steht in Deutschland eine Kompostproduktion in ähnlicher Größenordnung gegenüber.

### **Fachliche Aspekte**

Die Beimischung von Kompost erhöht den Nährstoff- und Kalkgehalt (pH-Wert), verbessert die Wiederbenetzbarkeit und steigert z.T. die Wasserkapazität sowie das Pufferungsvermögen von Substraten.

Die Verarbeitung von komposthaltigen gärtnerischen Erden in automatisierten Topfmaschinen bereitet keine Probleme. Gleiches gilt bei modernen, technisierten Kulturverfahren (Ebbe/Flut-, Matten-, Rinnen- und Tropfbewässerung mit Feuchtesensoren oder Tensiometern).

Bei der Nachdüngung sind die hohen Phosphat- und Kaligehalte in komposthaltigen gärtnerischen Erden zu berücksichtigen: Bei Kulturzeiten unter 3 Monaten sollte nur mit Stickstoff, bei längeren Standzeiten stickstoffbetont nachgedüngt werden. Bei kalkreichem Gießwasser sind dabei Düngemittel zu verwenden, die Stickstoff überwiegend als Ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) aufweisen.

Bei fachgerechter Lagerung in handelsüblichen Verpackungen ändern sich die chemischen und physikalischen Eigenschaften von Kompostsubstraten nicht stärker als bei kompostfreien Substraten.

### **Geeignete Partner für Substratmischungen**

Aufgrund ihrer hoch konzentrierten Inhaltsstoffe lassen sich Komposte in der Regel nicht pur als Substrat verwenden. Sie müssen mit anderen, möglichst nährstoffarmen Stoffen gemischt werden. Auch wenn ökologische Aspekte gegen eine Verwendung von Torf sprechen (s.o.) ist dieses in Hochmooren vorkommende, organogene Sediment der ideale Partner für Kompost, da sich die pflanzenbaulich ungünstigen, konträren Eigenschaften der beiden Materialien (stark sauer/sehr nährstoffarm bzw. neutral-alkalisch/nährstoffreich) in Mischungen kompensieren. Torf/Kompost-Mischungen lassen sich für nahezu alle gärtnerischen Kulturen (Ausnahme: sehr salz- und kalkempfindliche Arten) verwenden. Als Mischkomponenten zu Kompost eignen sich weitere organische Materialien (z.B. Holzfaser, Holzhäcksel, Kokosfaser und Xylit) sowie mineralische Stoffe (z.B. Perlite, Bims, Blähton, Ton und Sand). Diese Stoffe sind ebenfalls sehr nährstoffarm, haben aber den meist relativ hohen pH-Werten der Komposte, die durch den enthaltenen Kalk gut gepuffert sind, nur wenig entgegenzusetzen. Kompostmischungen mit diesen Stoffen, bei denen mit pH-Werten um 7 zu rechnen ist, eignen sich nur für Pflanzen, die im neutralen bis alkalischen Milieu gedeihen.



*Substrat mit 30 Vol.-%  
Kompost bei Basilikum*

## Forschungsergebnisse und Praxiserfahrungen

Bei Topf- bzw. Containerkulturen im Zierpflanzenbau unter Glas und im Freiland, in Baumschulen sowie im Gemüsebau wurden im Rahmen von umfassenden Forschungsarbeiten (v.a. an der Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau Hannover-Ahlem, an der Versuchsanstalt für Gartenbau Weihenstephan sowie in Praxisbetrieben) gute Ergebnisse hinsichtlich der Verwendung komposthaltiger gärtnerischer Erden erzielt. Die Eignung der Erden wurde dabei anhand einer möglichst breiten Palette bedeutsamer Kulturen (z.B. *Helianthus annuus*, *Ficus benjamina*, *Primula vulgaris*, *Pelargonium-Zonale*- und *-Peltatum*-Hybriden, *Cyclamen persicum*, *Euphorbia pulcherrima*, *Spathiphyllum*-Hybriden, *Saintpaulia-Ionantha*-Hybriden) geprüft. Die Pflanzen wiesen in Komposterden ein gleich gutes Wachstum und eine vergleichbare Qualität wie in herkömmlichen Torfsubstraten auf. Trotz guter Erfolge stellen sich bei der Verwendung komposthaltiger Erden mitunter auch Probleme ein, die in der Januar-Ausgabe näher beleuchtet werden sollen.



*Balkonkastenerde mit 50 Vol.-%  
Kompost bei Pelargonien*



*Balkonkastenerde mit 25 Vol.-%  
Kompost bei Surfinien*

Dipl.-Ing. (FH) Martin Jauch  
Institut für Gartenbau



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Januar 2008

### Substratkomponenten

#### Kompost - Teil 3

##### Grenzen der Kompostverwendung bei gärtnerischen Erden

Kompost ist nicht gleich Substratkompost. Voraussetzung für die Herstellung von Substratkomposten ist eine zielgerichtete Steuerung des Inputs und des Rotteprozesses, denn nur ein Teil der unterschiedlichen biogenen Abfallarten lässt sich nach dem materialspezifisch angewandten Aufbereitungsverfahren in substratfähigen Kompost umwandeln.

In der Praxis sind nur wenige Kompostwerke in der Lage, Kompost zu produzieren, der den Qualitätsanforderungen für Substratkompost der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. entspricht ([s. Infodienst vom November 2007: Kompost - Teil 1](#)).



*Sackung durch Volumen- und Masseverlust nach ca. 6 Monaten bei einem Torfsubstrat (li.) und einer Mischung aus 30 Vol.-% Kompost und 70 Vol.-% Holzfaser (re.)*

##### Die Unterschiede (s. Tabelle)

Aus Grüngut, d.h. Gartenabfällen in einer ausgewogenen Mischung von nährstoffarmen Materialien (z.B. Gehölzschnitt, Laub) und nährstoffreichen Materialien (z.B. Grasschnitt, Obst- und Gemüsereste), können nach Zerkleinerung, mehrwöchiger intensiver Rotteführung und feinem Absieben salz- und nährstoffarme Komposte gewonnen werden, die sich überwiegend als Substratbestandteil eignen. Da Gehölzschnitt zunehmend der thermischen Verwertung zugeführt wird, werden sich Grüngutkomposte künftig vor allem aus nicht verholzten, meist nährstoffreichen Materialien zusammensetzen, was deren Verwendungsmöglichkeiten stark einschränkt.

Bioabfall, d.h. das in Biotonnen gesammelte, vorwiegend aus vegetabilen Küchen- und Gartenabfällen zusammengesetzte Material, ist gegenüber Grüngut deutlich nährstoff- und salzreicher, so dass es sich nach der Kompostierung in der Regel kaum zur Herstellung von Substraten eignet. Bioabfallkompost wird vornehmlich zur Düngung und Verbesserung von Böden verwendet.

Zur CO<sub>2</sub>-neutralen energetischen Nutzung wird Bioabfall zunehmend in geschlossenen Behältern von Biogasanlagen vergoren. Neben Methan, Wärme und Prozesswasser fallen dabei auch feste Rückstände (sog. Gärreste) an. Da Gärreste



z.T. noch phytotoxische Stoffe enthalten und einen instabilen Stickstoff-Haushalt aufweisen, wird der (anaeroben) Vergärung eine (aerobe) Kompostierung nachgeschaltet. Hernach sind die Gärrestkomposte meist pflanzenverträglich sowie N-stabil und lassen sich zum Teil als Substratkomponenten verwerten. Dies konnte in umfangreichen Forschungsarbeiten an der Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan (gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Umwelt, Gesundheit und Verbraucherschutz und der Deutschen Bundesstiftung Umwelt) nachgewiesen werden.

Sofern größtenteils pflanzliche Reststoffe nach diesem Verfahren verarbeitet werden, zeigen sich bei den Gärrestkomposten im Vergleich zu Bioabfallkomposten meist wesentlich geringere Gehalte an Salzen, Natrium, Kalium und Chlorid, da ein Teil der im Ausgangsmaterial enthaltenen Stoffe bei der Vergärung im Prozesswasser gelöst und abgeführt wird. Mitunter erfolgt aber auch eine Co-Vergärung mit Panseninhalt, Speiseabfällen aus der Gastronomie oder Geflügelmist, was zu Komposten führt, die v.a. aufgrund ihrer überhöhten Salz- und Phosphatgehalte als Substratbestandteil nicht zu verwenden sind.

#### Durchschnittliche Gehalte an löslichen Stoffen und pH-Werte von Komposten sowie Grenzwerte für deren Eignung als Substratbestandteil

Inhaltsstoffe und pH	GGK <sup>1)</sup>	BAK <sup>2)</sup>	GRK <sup>3)</sup>	20 Vol.% Kompost <sup>4)</sup>	40 Vol.% Kompost <sup>4)</sup>
	Mittelwert	Mittelwert	Mittelwert		
N (CaCl <sub>2</sub> ) mg/l	70	360	310	< 600	< 300
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL) mg/l	720	1440	1570	< 2400	< 1200
K <sub>2</sub> O (CAL) mg/l	2100	4600	2460	< 4000	< 2000
Na (H <sub>2</sub> O) mg/l	180	710	580	< 500	< 250
Cl <sup>-</sup> (H <sub>2</sub> O) mg/l	410	1840	940	< 1000	< 500
Salz (H <sub>2</sub> O) g/l	2,2	6,5	4,1	< 5,0	< 2,5
pH (CaCl <sub>2</sub> )	7,6	8,1	7,5	---	---

<sup>1)</sup> GGK = Grüngutkompost, <sup>2)</sup> BAK = Bioabfallkompost, <sup>3)</sup> GRK = Gärrestkompost

<sup>4)</sup> Grenzwerte für gütegesicherte Substratkomposte bei der Verwendung von 20 bzw. 40 Volumenanteilen Kompost im Substrat (Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.)

#### Mögliche Probleme mit komposthaltigen Substraten

Komposterden weisen gegenüber herkömmlichen Torfsubstraten z.T. deutlich veränderte Eigenschaften auf. Dies erfordert eine Anpassung der Kulturführung und schränkt die Verwendung der Erden in manchen Bereichen ein.

- Substratkompost selbst ist weitgehend strukturstabil. Das stark belebte Material kann aber v.a. bei anhaltend hohen Temperaturen zu einem verstärkten mikrobiellen Abbau der organischen Substanz anderer organischer Substratkomponenten (z.B. Holzfaser, Holzhäcksel) führen. In der Folge ist ein deutlicher Masse- und Volumenverlust der Substrate festzustellen, wovon insbesondere Kulturen mit längerer Standzeit (z.B. Kübelpflanzen) oder Innenraumbegrünungen betroffen sind.
- Die relativ schweren Komposte erhöhen in Mischungen mit Torf, Holzfaser, Holzhäcksel, Kokosfaser, Xylit, Blähton oder Perlite das Volumengewicht des

Substrats und vermindern in der Regel dessen Luftkapazität bzw. erhöhen dessen Wasserkapazität. Bei unangepasster Bewässerungsstrategie kann dies besonders im Winter und in den ersten Kulturwochen Probleme bereiten.

- Wie bei allen Substraten, die sich aus zwei oder mehr Komponenten zusammensetzen, machen sich auch bei Kompostsubstraten relativ geringe Unregelmäßigkeiten in der Mischung deutlich bemerkbar, wenn in sehr kleinen Pflanzgefäßen, wie z.B. bei der Jungpflanzenanzucht kultiviert wird. Dies kann zu einem inhomogenen Pflanzenbestand führen.
- Bedingt durch den im Kompost enthaltenen Kalk weisen torfarme oder torffreie Kompostsubstrate mit Holzfaser-, Holzhäcksel-, Kokosfaser-, Xylit-, Perlite-, Bims-, oder Blähtonanteilen meist einen relativ hohen pH-Wert auf, der während der Kultur - insbesondere bei Verwendung von kalkreichem Gießwasser - noch weiter ansteigt. Bei pH-sensiblen Pflanzen (Scaevola, Petunia, Citrus etc.) treten dabei z.T. deutliche Schadsymptome durch induzierten Spurennährstoffmangel auf. Das Bemühen, durch sauer wirkende Düngung oder durch Bewässerung mit kalkfreiem Gießwasser eine spürbare Veränderung der Alkalität von Kompostsubstraten herbeizuführen, ist meist vergebens. Als wirkungsvolles und schonendes Korrektiv steht aber elementarer Schwefel (Schwefelblüte) zur Verfügung (s. [Infodienst vom Mai 2004 - Forschung aktuell](#)).



*Scaevola mit deutlichem Nährstoffmangel-Symptomen in einem Substrat aus 40 Vol.-% Kompost und 60 Vol.-% Torf*



*Links: Surfinia mit starken Nährstoffmangel-Symptomen in einem Substrat aus 80 Vol.-% Holzfaser + 20 Vol.-% Kompost ohne Schwefel. Rechts: Normal entwickelte Pflanze im gleichen Substrat mit 2,4 g S/l*

## Fazit

Aufgrund der Vorteile, die Kompost als Substratbestandteil bietet (s. [Infodienst vom Dezember 2007](#)), sind Kompostanteile im Rahmen der aufgezeigten Grenzen im Substrat erwünscht und werden auch in Teilbereichen vom Markt gefordert. Die Verwendung von Kompost im Substratsektor bietet durchaus Anreize, die auch wahrgenommen werden sollten.

In der Februar-Ausgabe des Infodienstes werden Verwendungsmöglichkeiten von komposthaltigen Substraten im Garten- und Landschaftsbau aufgezeigt.

Dipl.-Ing. (FH) Martin Jauch;  
Institut für Gartenbau



---

## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Februar 2008

---

### Substratkomponenten

#### Kompost - Teil 4

#### Verwendung von Kompostsubstraten im GaLaBau

Im Garten- und Landschaftsbau werden meist lokal angebotene Oberbodengemische als Vegetationstragschicht verwendet.

Diese vordergründig kostengünstige Lösung erweist sich allerdings meist als nachteilig, da die Gemische häufig Unkrautsamen oder austriebsfähige Pflanzenteile (Rhizome, z. B. von Quecke, Ackerwinde, Ackerschachtelhalm, Ackerkratzdistel) enthalten. Zudem wird in Folge der Verarbeitung das natürliche Gefüge des Bodens zerstört und ein Fragmentgefüge geschaffen, das sich mittel- bis langfristig als wenig beständig erweist. Aufbereiteter Oberboden unterliegt daher in der Regel einem deutlichen Volumenschwund und somit auch einer Veränderung wesentlicher physikalischer Eigenschaften. Des weiteren erschwert die - je nach Standort - meist sehr unterschiedliche Beschaffenheit des Oberbodens eine Standardisierung zweckorientierter Substratmischungen erheblich.

Aufgrund ihrer wesentlich günstigeren biologischen, chemischen und physikalischen Eigenschaften wäre es in vielen Bereichen des Garten- und Landschaftsbaus sinnvoll, anstelle von Oberbodengemischen zielgerichtet konzipierte, standardisierbare Kompostsubstrate einzusetzen.



Abb. 1: Unterschiedliche Kompostsubstrate zur Begrünung einer Lärmschutzsteilwand



## Forschungsergebnisse liegen vor

Seit 1992 werden an der FGW Untersuchungen zur Verwendung von Kompostsubstraten bei der Begrünung von Lärmschutzwänden, Rasengittersteinen, Pflanztrögen, Pflanzflächen sowie bei der Dachbegrünung durchgeführt. Welche besonderen Aufgaben spezielle Kompostsubstrate dabei bewältigen können, lässt sich anhand einiger Untersuchungsergebnisse aufzeigen.

### Begrünung von Lärmschutzwänden

Eine Lärmschutz-Steilwand aus Betonelementen wurde mit Mischungen aus 50 Vol.-% Grüngutkompost (GGK) und 50 Vol.-% mineralischen Schüttstoffen (Recycling-Ziegelbruch, Blähton bzw. gebrochener Blähschiefer) verfüllt. Durch eine auf den Standort abgestimmte Bepflanzung mit überwiegend sommergrünen Gehölzen ließ sich dauerhaft eine sehr ansprechende Begrünung erzielen, wobei bei diesem Steilwandsystem regelmäßige Wassergaben mittels Tröpfchenbewässerung unentbehrlich waren. Eine Nachdüngung war bislang, 15 Jahre nach der Bepflanzung, nicht erforderlich.



Abb.2: 50-Vol.-% GGK + 50 Vol.-% Recycl.-Ziegelbruch



Abb.3: 50 Vol.-% GGK + 50 Vol.-% Recycl.-Ziegelbruch

Eine weitere Lärmschutz-Steilwand wurde mit unterschiedlichen Substraten auf der Basis von 30 Vol.-% Bioabfallkompost (BAK) in Mischung mit Recycling-Ziegelbruch bzw. mit Recycling-Ziegelbruch und Holzhäcksel befüllt. Als Vergleichssubstrat diente ein Oberboden (schluffiger, sandiger Lehm). Bei allen Betonelementen wurde eine Anspritzbegrünung mit einer Saatgutmischung aus diversen trockenverträglichen Kräutern durchgeführt. Ergänzend hierzu wurden einige Betonelemente mit Laubgehölzen bepflanzt. Die Bewässerung erfolgte wiederum mittels Tropfern in den obersten Pflanzelementen. Im Fall der Kompostsubstrate zeigte die Lärmschutzwand eine anhaltend gefällige Begrünung. In den mit Oberboden verfüllten Betonelementen hingegen war keine flächendeckende Begrünung zu erzielen, da sich der Boden als nicht erosionsbeständig erwies und sich einige Formsteine bereits nach den ersten Bewässerungsvorgängen entleerten.

### Begrünung von Rasengittersteinen und Rasenschutzwaben

Zur Begrünung von nicht erdgebunden verlegten Rasengittersteinen kamen ebenfalls Substrate zur Anwendung, die sich aus 50 Vol.-% GGK und 50 Vol.-% mineralischen Schüttstoffen zusammensetzten. Die Begrünung erfolgte mit zwei trockenheitsverträglichen Rasensaatgut-Mischungen. Die Pflegemaßnahmen begrenzten sich auf eine anfängliche Bewässerung, eine jährliche Mahd und eine Düngung in der zweiten Vegetationsperiode. Die Pflanzenentwicklung war ansprechend, zumal

die Gräser auch anhaltend trocken-heiße Witterungsphasen zumeist ohne bleibende Schäden überstanden. Bei einer weiteren Untersuchung zur Begrünung von Rasenschutzwaben wurden Kompostsubstrate und Oberbodengemische verwendet. Begrünt wurde wiederum mit zwei unterschiedlichen Rasensaatgut-Mischungen, die sich auf den komposthaltigen Substraten weitaus besser entwickelten als auf den Oberbodengemischen.



Abb.4: 50 Vol.-% GGK + 50 Vol.-% Recycl.-Ziegelbruch)

### Begrünung von Pflanztrögen



Abb. 5: 50 Vol.-% GGK + 50 Vol.-% Recycl.-Ziegelbruch

Auch bei Pflanztrögen sicherten Kompostsubstrate in einer Schichtdicke von 40 cm einen anhaltenden Erfolg der Begrünung, die sich aus Stauden und Gehölzen zusammensetzte. Als Mischkomponenten dienten offenporige mineralische Schüttstoffe wie Lava, Bims, Recycling-Ziegelbruch, gebrochener Blähschiefer, und verschiedene Schlacken. Die Kompostanteile im Substrat lagen bei 50 Vol.-% (GGK) bzw. 30 Vol.-% (BAK).

### Dachbegrünung

Die durchgeführten Untersuchungen belegen, dass sich Komposte als Substratkomponente in Mischung mit offenporigen mineralischen Schüttstoffen für Dachbegrünungen grundsätzlich eignen. Grüngutkomposte mit sehr niedrigen Nährstoff- und Salzgehalten lassen sich dabei in Anteilen bis 10 Vol.-% (Extensivbegrünung) bzw. 30 Vol.-% (Intensivbegrünung) vorteilhaft einsetzen. Bei der Verwendung von BAK bzw. GRK (Gärrestkompost) sind die Volumenanteile in etwa zu halbieren. Komposthaltige Vegetationstragschichten bewirken bei Dachbegrünungen eine anhaltend gute Pflanzenentwicklung - ohne ergänzende Düngungsmaßnahmen.



Abb. 6: 15 Vol.-% BAK + 85 Vol.-% gebrochener Blähschiefer zur einfach intensiven Dachbegrünung



## Öffentliche Grünflächen (s. Infodienst September 2007)

Bei Staudenpflanzungen im öffentlichen Bereich gehen Überlegungen dahin, anstehenden Oberboden durch Vegetationssubstrate zu ersetzen, die frei von Unkrautsamen und austriebsfähigen Pflanzenteilen sind. Dadurch sollen Pflanzflächen mit verringertem Pflegeaufwand geschaffen werden. Vegetationssubstrate auf Splittbasis (Körnung 2-16 mm), denen 20 Vol.-% Sand, 20 Vol.-% Ton bzw. 10-30 Vol.-% Grüngutkompost beigemischt waren, zeigten im Vergleich zu Oberboden einen deutlich geringeren Pflegebedarf: Im ersten Jahr nach der Pflanzung ergaben sich bei den Substraten Pflegezeiten von unter 1 Minute/m<sup>2</sup>. Dem steht bei der Pflanzung auf gewachsenem Boden ein zeitlicher Pflegeaufwand von 11,5 Minuten/m<sup>2</sup> gegenüber. Auf der Vegetationstragschicht mit 10 und 20 Vol.-% Kompost zeigten die Stauden (jeweils 7 Staudenarten aus den für sonnige Standorte konzipierten Modulen „Silbersommer“, „Blütenwooge“ und „Sommernachtstraum“) einen sehr ansprechenden Aufwuchs mit dem gewünschten artgerechten Wuchscharakter - in etwa vergleichbar mit der Entwicklung auf dem Oberboden.



Abb. 7: Staudenpflanzung auf Substrat mit 20 Vol.-% GGK und 80 % Splitt 2-16 mm (Schichtdicke 30 cm)

## Fazit

Im Vergleich zu aufbereitetem Oberboden zeigen Kompostsubstrate deutlich günstigere Eigenschaften, die im Garten- und Landschaftsbau vorteilhaft genutzt werden können. Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass sich mit komposthaltigen Substraten und einer standortgerechten Pflanzenauswahl sehr ansprechende, beständige Begrünungen erzielen lassen. Mitunter zeigen sich bei der Verwendung von Kompostsubstraten im GaLaBau aber auch Probleme, die in der März-Ausgabe des Infodiensts dargestellt werden sollen.



**Tabelle 1: Vorteilhafte Eigenschaften von Kompostsubstraten für die Begrünung von Lärmschutzwänden, Rasenwaben/Rasengitter, Pflanztrögen, Pflanzflächen und für Dachbegrünungen**

<b>Eigenschaft</b>	<b>Vorteil</b>
• gute Schütt- und Rieselbarkeit	leichtes Verfüllen von Pflanzelementen
• hohes Schüttgewicht	festlagender Einbau des Substrats ohne arbeitsintensives Verdichten
• geringer Volumenschwund/ Strukturstabilität	kaum Sackung des Substrats, günstige physikalische Substrateigenschaften bleiben weitestgehend erhalten
• geringe Erosionsanfälligkeit	stabil gegen Wind- und Wassereinwirkung
• gute Wasserführung	kurze Bewässerungsdauer, sichere Ableitung von Überschusswasser
• rasche Wasseraufnahme	gute Wiederbenetzung trockener Substrate
• hohe Wasserkapazität	lange Bewässerungsintervalle
• anhaltende Versorgung mit Nährstoffen	meist auch langfristig keine aufwändigen Nachdüngungsmaßnahmen erforderlich
• gute Kalkversorgung*	stabile pH-Werte, keine Kalkung notwendig
• frei von Unkrautsamen und Rhizomen	geringer Pflegeaufwand

\* nur vorteilhaft bei kalkliebenden Pflanzen



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe März 2008

### Substratkomponenten

#### Kompost - Teil 5

#### Grenzen der Kompostanwendung im GaLaBau

Die bereits aufgezeigten Grenzen der Kompostanwendung bei Substraten für den Gartenbau (siehe Infodienst, [Ausgabe Januar 2008](#)) gelten im Grundsatz auch für den GaLaBau. Die limitierenden Faktoren sind dabei aber mitunter anders zu werten bzw. zu erweitern.

Auch im GaLaBau sollten ausschließlich gütegesicherte Substratkomposte in den empfohlenen Aufwandmengen verwendet werden. Die häufig vertretene Ansicht, im GaLaBau könnten auch Komposte geringerer Qualität als Substratbestandteil eingesetzt werden, ist in keiner Weise gerechtfertigt.



Abb. 1: Salzscha den bei *Alchemilla mollis* durch Salzverlagerung im Kompostsubstrat einer Lärmschutzsteilwand

#### Limitierende Faktoren

##### Organische Substanz

Besonders bei Objekten mit langjähriger Nutzung (z.B. Lärmschutzwände, Pflanztröge, Dachbegrünungen) sind die Kompostanteile im Substrat zu begrenzen, da auftretende Masse- und Volumenverluste wesentliche Funktionen der Vegetationstragschicht (z.B. Wasserdurchlässigkeit) beeinträchtigen können.

Auch wenn sich ausgereifter Kompost als relativ struktur stabil erweist - die darin enthaltene organische Substanz unterliegt einem kontinuierlichen langsamen Abbau, der über die Jahre zu beachtlichen Substratverlusten führen kann.

Zudem bewirkt Kompost einen starken mikrobiellen Abbau anderer organischer Substratkomponenten (z.B. Holzfaser, Holzhäcksel). Mischungen von Kompost mit derartigen Substratbestandteilen sind daher nicht zu empfehlen.

Es empfiehlt sich nicht, komposthaltige Substrate in Schichtdicken über 30 bis 50 cm (je nach Substratstruktur) einzubauen, da die allmähliche Zersetzung der organischen Substanz bei stark reduziertem Gasaustausch zu anaeroben Bedingungen im Wurzelbereich und in der Folge zu Pflanzenschäden führen kann. Bei Substraten für Dachbegrünungen verursachen die in Komposten enthaltenen Huminstoffe eine anhaltende Braun- oder Gelbfärbung des Dränwassers, was dessen Nutzung (z.B. als Brauchwasser) z.T. deutlich einschränkt.



Abb. 2: Färbung des Dränwassers einer Dachegrünung durch Huminstoffe von komposthaltigen Substraten



Abb. 3: Sackung durch Volumen- und Masseverlust bei einer Mischung aus 30 Vol.-% Kompost, 20 Vol.-% Holzfasern und 50 Vol.-% Ziegelbruch nach 2 Jahren

## Nährstoffe und Salze

Die im Kompost reich enthaltenen, prinzipiell wertgebenden Nährstoffe erweisen sich insbesondere bei extensiven, naturnahen Begrünungen mit Wildpflanzen als limitierend. Pflanzen mit einem geringen Nährstoffanspruch reagieren auf zu hohe Kompostanteile im Substrat mit einem mastigen, nicht artgerechten Wuchs. Der unattraktive, üppige Aufwuchs kann v. a. bei Dachbegrünungen den Pflegeaufwand für die Vegetation erheblich erhöhen. Ergänzend kommt bei Dachbegrünungen hinzu, dass die im Kompostsubstrat enthaltenen löslichen Nährstoffe in großem Umfang ausgewaschen werden und somit - meist begrenzt auf die Anfangsphase der Begrünung - unerwünschte Nährstoffanreicherungen im Dränwasser zu erwarten sind. Bei Lärmschutz-Steilwänden können im Substrat enthaltene wasserlösliche Salze nach unten verlagert werden, wenn die Wasserzufuhr von oben mittels Tropfbewässerung erfolgt. Auch bei der Verwendung relativ salzreicher Komposte führt dies in den unteren Zonen eines Steilwand-Systems zur kurzzeitigen Salzanreicherung im Substrat, die mitunter Pflanzenschäden nach sich zieht.



Abb.4: Zu üppige Entwicklung der Vegetation und erhöhter Pflegebedarf bei hohen Kompostanteilen im Substrat einer extensiven Dachbegrünung



## Kalk

Kompostsubstrate weisen meist beachtliche Kalkgehalte und hohe pH-Werte auf, die bei pH-sensiblen Pflanzen zu einem induzierten Eisenmangel führen können.

(Wie im Infodienst, Ausgabe Mai 2004 unter der Rubrik "[Forschung aktuell](#)" beschrieben, lassen sich die pH-Werte im Substrat durch Schwefelgaben gezielt absenken.)



Abb.5: Eisenmangel-Chlorose bei *Rosa rugosa* durch zu hohe pH-Werte im Kompostsubstrat

## Pilze

Auf Kompostsubstraten treten häufig - wenngleich meist nur kurzzeitig - Fruchtkörper von Hutpilzen in Erscheinung. Diese Pilze leben offensichtlich saprophytisch und sind nicht phytopathogen. Da aber über weitere Eigenschaften der Pilze wenig bekannt ist, erzeugt ihr Auftreten Irritationen bei Anwendern und Nutzern der Substrate.



Abb.6: Fruchtkörper von Hutpilzen auf einem Kompostsubstrat

Weitere Information zur fachgerechten Kompostanwendung sind bei der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. erhältlich ([www.kompost.de](http://www.kompost.de)).

Dipl.-Ing. (FH) Martin Jauch  
Institut für Gartenbau



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe April 2008

### Substratkomponenten - Teil 6

#### Holzfasern

Seit etwa Anfang der 1990er-Jahre sind Holzfasern in Deutschland auf dem Markt. Zunächst wurden sie in erster Linie als Torfersatzstoff in Blumenerden verwendet. Mittlerweile besitzen Holzfasern darüber hinaus eine wichtige Bedeutung als organische Substratkomponente im Erwerbsgartenbau. Sie kommen häufig in Mischungen mit reduziertem oder ohne Torfanteil (dann oft in Verbindung mit gütegesichertem Grüngutkompost) in Größenordnungen bis zu 40 Vol.-% zum Einsatz.



Abb. 1: Toresa-Holzfasern

#### Herstellung

Holzfasern für die Verwendung als Substratbestandteil stammen ausnahmslos von chemisch unbehandelten Hölzern. Ausgangsstoffe für die Holzfaserproduktion sind meistens Holzabfälle der Industrie (z.B. Sägeholzreste, Hackschnitzel, Schäl- oder Frässpäne), die nach Möglichkeit keine bis nur geringe Rindenanteile aufweisen. Meist werden dafür Nadelhölzer wie Fichte oder Kiefer, seltener bzw. in geringerem Maße Laubhölzer wie Pappeln, Eschen, Weiden oder Buchen verwendet.

Beim energieaufwändigen thermisch-mechanischen Herstellungsprozess der Holzfasern sind grundsätzlich zwei verschiedene Methoden zu unterscheiden: Einerseits ein thermo-physikalischer Aufschluss, wobei das Holzausgangsmaterial in Doppelschneckenextrudern unter Entstehung von Temperaturen  $> 100\text{ }^{\circ}\text{C}$  mechanisch zerkleinert wird. Die Maschineneinstellung beeinflusst dabei die entstehende Faserstruktur und damit die physikalischen Eigenschaften der Holzfaser. Andererseits das sogenannte "Steam-Explosion-Verfahren", bei dem in einem Reaktionsextruder mittels Wasserdampf ein hoher Druck und eine hohe Temperatur aufgebaut werden. Die plötzliche, kontrollierte Druckminderung führt in der Folge zur explosionsartigen Zerkleinern des Holzmaterials. Temperatur, Behandlungszeit sowie der Druckgradient bestimmen hier die physikalischen Eigenschaften des Endprodukts. Zur Zeit ist jedoch keine nach dem Steam-Explosion-Verfahren hergestellte Holzfaser am Markt.

Bei beiden Herstellungsprozessen bedingen die hohen Temperaturen einen Abbau von unerwünschten Harzen und Gerbstoffen.

Da unbehandelte Holzfaser grundsätzlich ein weites C/N-Verhältnis aufweist, kommt es bei ihrem mikrobiellen Abbau zu einer Stickstoff-Immobilisierung, die zu Stickstoffmangel an den Kulturpflanzen führen kann. Dem wird während der Herstellung mit einer gezielten Zugabe von langsamfließenden N-Formen, der so genannten Imprägnierung, entgegen gewirkt. Im Übrigen ist für Bioanbaubetriebe auch die Herstellung einer Holzfaser mit organischem N-Dünger möglich. Des Weiteren können Holzfasern bei der Produktion zielgerichtet behandelt werden, um z.B. den pH-Wert einzustellen, die Benetzbarkeit zu verbessern, die mikrobielle Zersetzung zu reduzieren oder mittels natürlicher Pigmente eine dunkle, braune Färbung der Fasern zu erreichen.

## **Eigenschaften**

Von allen Torfersatzstoffen ist die Holzfaser neben Cocopeat in ihren Eigenschaften dem Torf - mit Ausnahme der Wasserkapazität - am ähnlichsten.

Bei vergleichbarem Porenvolumen weisen Holzfasern dank ihrer vielen Grobporen eine deutlich höhere Luftkapazität als Torf auf und sind grundsätzlich unkrautfrei. Die lockere Struktur bedingt gute Drainageeigenschaften und macht Substrate mit Holzfasern vergießfest, sie ist jedoch aufgrund der starken Zersetzungsneigung nicht dauerhaft. Die hohe Luftkapazität geht zu Lasten einer vergleichsweise geringen Wasserkapazität. Während Torf Wasser in den Hyalinzellen der vertorften Sphagnummoose speichern kann, hält Holzfaser das Wasser nur an und nicht in den Fasern, was zu einer begrenzten Wasserhaltekapazität führt. Beim Einsatz von Holzfasern im Substrat ist daher ein verändertes Gießverhalten (häufiger geringere Wassergaben) notwendig.



Tab. 1: Eigenschaften von Holzfaser im Vergleich zu Hochmoortorf

(Quelle: Verändert nach aid-Heft "Gärtnerische Kultursubstrate", Nr. 1085/2000)

	Rohdichte (g TSt/l)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	lösliche Salze (g/l)	Nährstoffe (löslich)	N-Immo- bilisation	Zerset- barkeit	Poren- volumen (Vol.-%)	Luft- kapazität (Vol.-%)
Holzfaser (ohne Zusatz)	60 - 130	4,7 - 6,0	0,03 - 0,2	gering 50-100 mg K <sub>2</sub> O/l	stark	stark	92 - 96	45 - 65
wenig zersetzt Hochmoortorf	40 - 80	2,5 - 3,5	≤ 0,4	< 45 mg N/l < 5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l < 20 mg K <sub>2</sub> O/l	sehr gering	gering	95 - 98	16 - 58
stark zersetzt Hochmoortorf	120 - 250	2,5 - 3,5	≤ 0,4	< 45 mg N/l < 5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l < 20 mg K <sub>2</sub> O/l	sehr gering	gering	85 - 93	6 - 33

Bezüglich ihrer chemischen Eigenschaften weisen Holzfasern grundsätzlich einen höheren pH-Wert als Torf auf. Die Gehalte an löslichen Nährstoffen sind bei Holzfasern ohne Zusatz ähnlich gering wie bei Torf. Lediglich der K-Gehalt liegt etwas höher. Holzfasern sind wie Torf salzarm. Wie bereits angedeutet, neigen Holzfasern aufgrund ihrer stofflichen Zusammensetzung in Verbindung mit einer auffaserungsbedingt großen Oberfläche während der Kultur zur Zersetzung durch Mikroorganismen, was einerseits zu unerwünschter Sackung und andererseits ohne N-Ausgleich zur Stickstofffestlegung führt. Diese N-Immobilisierung kann - ohne werksseitige Imprägnierung - je nach Herkunft bis 400 mg N/l Holzfaser betragen. Bei der Zersetzung entstehen alkalisch wirkende Stoffe, die einer pH-Absenkung durch weiches Gießwasser oder sauer wirkende Dünger entgegenstehen. Bei karbonatreichem Gießwasser kann dies jedoch zu einem verstärkten pH-Anstieg, verbunden mit Problemen bezüglich der Spurennährstoffverfügbarkeit (z.B. Fe-Mangel), führen.

Tab.2: Positive und negative Eigenschaften von Holzfasern

+	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nährstoff- und salzarm</li> <li>• unkrautfrei; frei von Pathogenen</li> <li>• hohes Porenvolumen ⇒ lockere Substratstruktur</li> <li>• hohe Luftkapazität / hoher Grobporenanteil ⇒ geringere Vernässungsgefahr</li> <li>• Verminderung der pH-Absenkung unter versauernden Bedingungen</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Wasserkapazität</li> <li>• rasche Zersetzung ⇒ Volumenverminderung (Sackung) ⇒ N-Immobilisierung bei nicht ausreichender Imprägnierung</li> <li>• verstärkter pH-Anstieg bei karbonatreichem Gießwasser</li> </ul>

## Verwendung

Die insgesamt günstigen physikalischen Eigenschaften machen Holzfasern zu einem geeigneten Zuschlagstoff für Substrate in geschlossenen Kulturverfahren mit Überschussbewässerung (Anstau-, Rinnen- oder Mattenbewässerung; auch Sackkultur) sowie für Staudensubstrate im Freiland und Containersubstrate im Baumschulbereich. Dabei verhindert die hohe Dräufähigkeit von Holzfasersubstraten nicht nur ungewollte Substratvernässung sondern bewirkt zudem im Freilandanbau

durch rasches Abtrocknen der Substratoberfläche einen reduzierten Unkraut- und Lebermoosbewuchs. Die gute Luftführung kann darüber hinaus Wurzelkrankheiten vorbeugen und dadurch ein gutes Wurzelbild fördern. Wird seitens des Kultivateurs auf eine ausreichende N-Versorgung sowie eine angepasste Wasserversorgung geachtet, dann ist der Anbau in Holzfasersubstraten mit vergleichbar guten Qualitäten wie in Standardsubstraten möglich. Vor dem Hintergrund steigender Kosten für den Rohstoff Holz - analog zu den Ölpreisen - könnte in Zukunft allerdings die Preisentwicklung bei Holzfasern begrenzend für den Einsatz als Substratzuschlagstoff sein.

### Qualitätssicherung

Um eine gleich bleibend hohe Qualität von Kultursubstraten für den Erwerbs- und Hobbygartenbau zu gewährleisten, ist es notwendig, die pflanzenbauliche Eignung und Homogenität der Ausgangsstoffe sicherzustellen. Für die Substratproduktion ist daher nur zertifizierte Holzfaser, die das RAL-Gütezeichen für Substratausgangsstoffe der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. in Hannover ([www.substrate-ev.org](http://www.substrate-ev.org)) besitzt, geeignet. Die dabei vorgegebenen Güte Merkmale hinsichtlich physikalischer, chemischer und biologischer Eigenschaften (siehe Tabelle) werden bei regelmäßigen Eigenüberwachungen der Hersteller und Fremdüberwachungen durch die Gütegemeinschaft überprüft, so dass eine weitgehend einheitliche Qualität der Holzfasern garantiert ist.



Dipl.-Ing. (FH) Dieter Neumaier  
Institut für Gartenbau

Tab. 3: Gütekriterien von Holzfasern als Substratausgangsstoff  
(Quelle: Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V.)

<b>Gütemerkmal</b>	<b>Wertebereich</b>
<b>1. Physikalische Eigenschaften</b>	
1.1 Körnung	≤ 40 mm
1.2 Anteil Übergrößen	≤ 10 Vol.-%
1.3 Fremdstoffe	keine
1.4 Rohdichte / Volumengewicht	wird analysiert
1.5 Wasserkapazität	≥ 35 Vol.-%
<b>2 Chemische Eigenschaften</b>	
2.1 pH-Wert	4,5 bis 6,5
2.2 Salzgehalt (KCl)	≤ 1,0 g/l
2.3 lösliche Hauptnährstoffe	
2.3.1 Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N)	≤ 150 mg/l
2.3.2 Phosphor (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	≤ 100 mg/l
2.3.3 Kalium (K <sub>2</sub> O)	≤ 200 mg/l
2.4 Schwermetalle (Gesamtgehalte)	
2.4.1 Arsen (As)	≤ 40 mg/kg TM
2.4.2 Blei (Pb)	≤ 150 mg/kg TM
2.4.3 Cadmium (Cd)	
2.4.4 Chrom <sup>VI</sup> (CR <sup>VI</sup> )	≤ 2 mg/kg TM
2.4.5 Nickel (Ni)	≤ 80 mg/kg TM
2.4.6 Quecksilber (Hg)	≤ 1 mg/kg TM
2.4.7 Thallium (Tl)	≤ 1 mg/kg TM
2.4.8 Kupfer (Cu)	≤ 70 mg/kg TM
2.4.9 Zink (Zn)	≤ 1000 mg/kg TM
<b>3 Biologische Eigenschaften</b>	
3.1 N-Immobilisierung	<p>≤ 200 mg N/l                      ⇨ Mischkomponente für Kultursubstrate <b>max. 20 Vol.-%</b></p> <p>≤ 100 mg N/l                      ⇨ Mischkomponente für Kultursubstrate <b>max. 40 Vol.-%</b></p>
3.2 wachstumshemmende Stoffe	frei von wachstumshemmenden Stoffen





## **Substratkomponenten - Teil 7**

### **Holzhäcksel**

#### **Herstellung**

Für die Produktion von Holzhäcksel wird überwiegend Fichtenholz verwendet, das maschinell zerhackt wird. Als Rohstoff kommt dafür vor allem unbehandeltes Sägerestholz aus der Holzverarbeitenden Industrie zum Einsatz. Nach der Absiebung von Feinteilen wird meist die Fraktion von 2 - 15 mm ohne weitere Aufbereitung oder Kompostierung als Substratzuschlagstoff verwendet.



Abbildung: Holzhäcksel

#### **Eigenschaften**

Holzhäcksel weisen hinsichtlich Inhaltsstoffen und pH-Wert grundsätzlich vergleichbare Eigenschaften wie Holzfasern auf. Was sie voneinander unterscheidet ist die gröbere Struktur, die geringere Zersetzbarkeit, die noch besseren Drainageeigenschaften und der günstigere Preis von Holzhäckseln.

	Rohdichte (g TS/l)	pH (CaCl <sub>2</sub> )	lösliche Salze (g/l)	Nährstoffe (löslich)	N-Immobilisation	Zersetzbarkeit	Porenvolumen (Vol.-%)	Luftkapazität (Vol.-%)
Holzhäcksel	130 - 140	3,5 - 4,0	0,15 - 0,20	gering	mittel	mittel	n.b.	n.b.
Holzfaser (ohne Zusatz)	60 - 130	4,7 - 6,0	0,03 - 0,20	gering 50-100 mg K <sub>2</sub> O/l	stark	stark	92 - 96	45 - 65
wenig zersetzer Hochmoor- torf	40 - 80	2,5 - 3,5	≤ 0,4	< 45 mg N/l < 5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l < 20 mg K <sub>2</sub> O/l	sehr gering	gering	95 - 98	16 - 58
stark zersetzer Hochmoor- torf	120 - 250	2,5 - 3,5	≤ 0,4	< 45 mg N/l < 5 mg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /l < 20 mg K <sub>2</sub> O/l	sehr gering	gering	85 - 93	6 - 33

Tab. 1: Eigenschaften von Holzhäcksel im Vergleich zu Holzfaser und Hochmoortorf (Quelle: verändert nach AID-Heft "Gärtnerische Kultursubstrate" Nr. 1085/2000)

Die relativ stabile grobe Struktur der Holzhäcksel sorgt durch viele Grobporen für eine hohe Luftkapazität und eine Auflockerung von Substraten mit dem Zuschlagstoff. Ein Holzhäckselanteil macht Substrate durchlässiger und vergießfester. Die gleichzeitig geringe Wasserkapazität von nur rund 25 - 30 Vol.-% (zum Vergleich: Holzfaser 30 - 50 Vol.-%; Weißtorf 50 - 70 Vol.-%) fordert entsprechend häufigere und geringere Wassergaben während der Kultur. Aufgrund der geringeren Oberfläche ist die Zersetzbarkeit von Holzhäcksel als mittelmäßig einzustufen. Dieser Umstand bedingt im Vergleich zu Holzfaser neben der erwähnten besseren Strukturstabilität und einer geringeren Sackung vor allem eine reduzierte N-Immobilisierungsgefahr und ein verringertes Risiko eines pH-Anstiegs durch alkalisch wirkende Abbauprodukte. Allgemein enthalten Holzhäcksel keine wachstumshemmenden Stoffe und kaum Nährstoffe wodurch sie einen niedrigen Salzgehalt aufweisen. Sie können Nährstoffe und den pH-Wert nur geringfügig puffern.

**Tabelle: Positive und negative Eigenschaften von Holzhäckseln als Substratbestandteil**

+	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>• nährstoff- und salzarm</li> <li>• unkrautfrei, frei von Pathogenen und wuchshemmenden Stoffen</li> <li>• hohes Porenvolumen ⇒ lockere Substratstruktur</li> <li>• hohe Luftkapazität / hoher Grobporenanteil ⇒ geringere Vermässungsgefahr ⇒ sehr gute Drainageeigenschaften</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• sehr geringe Wasserkapazität ⇒ angepasstes Wassermanagement notwendig</li> <li>• mittlere Zersetzbarkeit ⇒ N-Immobilisierung ohne zusätzliche N-Düngungen oder N-betonte Nachdüngung ⇒ Volumenverminderung (Sackung)</li> <li>• nur geringe pH-Pufferung</li> </ul>

Tab. 2: Positive und negative Eigenschaften von Holzhäckseln als Substratbestandteil

Durch den weniger energieaufwändigen Herstellungsprozess sind Holzhäcksel preisgünstiger als Holzfasern und bislang in relativ beständiger Qualität für die gartenbauliche Nutzung als Substratzuschlagstoff am Markt. Wie sich allerdings die gesteigerte Nachfrage und die anziehenden Preise für den Rohstoff Holz als Heizenergiequelle (z.B. als Hackschnitzel oder Pellets) mittelfristig auswirken werden, bleibt abzuwarten.

### **Verwendung**

In Mischungen mit Torf oder anderen Substratkomponenten mit hohem Feinanteil können bis zu 30 Vol.-% Holzhäcksel eingesetzt werden. Sofern der Substrathersteller nicht bereits werkseitig Langzeit-N zugesetzt hat, um einer N-Immobilisierung vorzubeugen, sind zusätzliche N-Düngungen oder eine grundsätzlich N-betonte Nachdüngung zum Stickstoffausgleich während der Kultur notwendig. Wegen der relativ stabilen Struktur und der sehr guten Drainageeigenschaften finden Substrate mit Holzhäckselanteil oft bei Ebbe-Flut-Bewässerung, im Staudenbereich und in der Containerbaumschule Verwendung.

### **Qualitätssicherung**

Bislang gibt es für Holzhäcksel aufgrund ihrer - unabhängig von der Herkunft - relativ gleich bleibenden physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften keine Gütesicherung.

Dipl.-Ing. (FH) Dieter Neumaier  
Institut für Gartenbau





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Juni 2008

### Substratkomponenten - Teil 8

#### Rindenumus

Rindenumus ist zerkleinerte, fraktionierte und fermentierte Rinde. Rindenprodukte werden seit Anfang der 1980er Jahre im Gartenbau eingesetzt. Als vor etwa 30 Jahren Baumstämme nicht mehr im Wald, sondern in zentralen Anlagen entrindet wurden, war eine sinnvolle Lösung zur Entsorgung des "Abfallprodukts" Rinde gefragt. Für gärtnerische Kultursubstrate wird stets nach Ersatz für Torf gesucht, so dass sich die Verwendung dieses Rohstoffs anbot. In Deutschland wird hauptsächlich Nadelholzrinde angeboten.



Abb. 1: Entrinden von Hand



Abb. 2: Maschinell entrindete Baumstämme

#### Herstellung

Rohrinde weist auf Grund ihres weiten C:N-Verhältnisses von 60-100 : 1 und ihrer starken biologischen Aktivität eine starke Stickstoffbindung auf. Wird Stickstoff zugesetzt, wird das Material mikrobiell abgebaut. Dieser Vorgang wird als Fermentation bezeichnet. Hierfür wird die Rinde zerkleinert, mit 1-2 kg/m<sup>3</sup> Harnstoff versetzt, zu großen Mieten aufgeschichtet und gut feucht gehalten. Durch die Tätigkeit der Mikroorganismen steigt die Temperatur im Inneren der Miete auf bis zu 70 °C an, wodurch Schaderreger und Unkrautsamen abgetötet werden. Auch wachstumshemmend oder schädigend wirkende Stoffe wie Harze, Phenole und Gerbstoffe werden bei der Fermentation abgebaut.

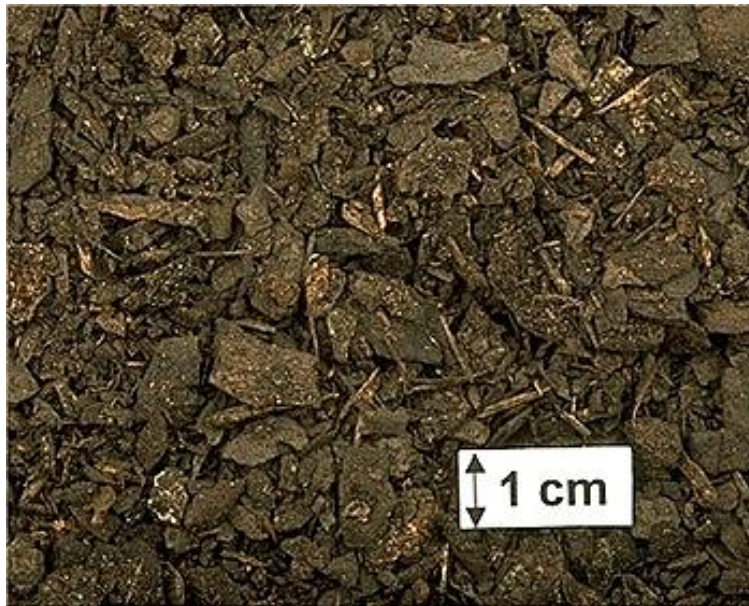


Abb. 3: Rindenumus

### Physikalische Eigenschaften

Die Rohdichte (trocken) von Rindenumus ist mit 200-300 g/l etwa doppelt so hoch wie die von schwach zersetztem Hochmoortorf. Er hat einen hohen Anteil von Mittel- und Grobporen. Seine Wasserkapazität ist mit 40-55 Vol.-% geringer als die von Torf, die Luftkapazität mit bis zu 40 Vol.-% hingegen höher. Daher fördert er vor allem die Durchlüftung und Wasserdurchlässigkeit von Substraten, während die Wasserhaltefähigkeit abnimmt. Seine Körnung wird durch die Zerkleinerung vor der Fermentation und durch das Absieben danach bestimmt.

### Chemische Eigenschaften

Nach einer optimalen Fermentation hat Rindenumus einen stabilen Stickstoffhaushalt, so dass Stickstoff kaum noch mikrobiell gebunden wird. Die Kaliumgehalte sind hoch und sollten bei der Düngung unbedingt berücksichtigt werden. Auch die enthaltenen Mengen an Phosphat und Spurennährstoffen, vor allem Mangan, können beträchtlich sein. Die Austauschkapazität ist hoch und senkt die Gefahr von Salzschäden, auch Nährstoffverluste durch Auswaschung werden vermindert. Die gute Pufferung von Rindenumus stabilisiert den pH-Wert sowohl gegen Absenkung als auch gegen einen Anstieg.

Positive und negative Eigenschaften von Rindenumus als Substratbestandteil

+	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>• hohe Luftkapazität ⇒ geringe Vernässungsgefahr</li> <li>• hohe Strukturstabilität ⇒ geringe Sackung</li> <li>• hohe Austauschkapazität ⇒ geringere Gefahr von Salzschäden und Nährstoffverlusten</li> <li>• gute pH-Pufferung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• geringe Wasserkapazität ⇒ kurze Bewässerungsintervalle</li> <li>• hohe Nährstoffgehalte ⇒ beschränkte Einsetzbarkeit bei sehr salzempfindlichen Kulturen, Aussaatsubstraten etc.</li> </ul>

## Verwendung

Rindenhumus wird häufig mit Weißtorf und Ton gemischt und kann als Substratbestandteil für Topf- und Containerkulturen bis zu einem Gehalt von 75 Vol.-% verwendet werden. Er wirkt sich positiv auf das Wurzelwachstum und einen kompakten Pflanzenaufbau aus. Bei der Verwendung als Containersubstrat ist vor allem seine hohe Strukturstabilität von Vorteil. Aus der geringeren Wasserkapazität ergeben sich wie auch bei anderen groben Substraten kürzere Gießintervalle. Die Wiederbenetzbarkeit und die Vergießfestigkeit sind sehr gut. Als Rindenkultursubstrat werden Substrate bezeichnet, deren Hauptkomponente Rindenhumus ist, also bei zwei Bestandteilen mindestens 50 %, bei drei Bestandteilen mindestens 40 % Rindenanteil besitzen.

## Qualitätssicherung

Um die pflanzenbauliche Eignung des Rindenhumus als Substratkomponente sicherzustellen, sollte nur RAL-gütesichertes Material verwendet werden. Es muss u.a. folgende Gütekriterien erfüllen (gemäß der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V., verändert):



<b>Physikalische Eigenschaften</b>	
Körnung	≤ 20 mm
Anteil Übergrößen (bezogen auf den deklarierten Körnungsbereich)	≤ 10 Vol.-%
Artfremde Stoffe	keine
<b>Chemische Eigenschaften</b>	
pH-Wert	5,0 - 7,0
Salzgehalt	≤ 1,5 g/l
Gehalt an löslichen Nährstoffen (CAT-Auszug):	
Stickstoff (NH <sub>4</sub> -N + NO <sub>3</sub> -N)	≤ 400 mg/l
Phosphat (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	≤ 150 mg/l
Kalium (K <sub>2</sub> O)	≤ 600 mg/l
<b>Biologische Eigenschaften</b>	
N-Stabilisierung	ΔN ≤ 120 mg/l
wachstumshemmende Stoffe	keine

Folgende Merkmale müssen analysiert werden, es sind aber keine Grenzwerte vorgegeben:

- Rohdichte feucht und trocken (g/l)
- Trockenmasse (Gew.-%)
- Gesamtgehalt an N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> und K<sub>2</sub>O (% TM)
- Gehalt an organischer Substanz (% TM)

### **Quellen**

Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V.: Gütekriterien für Rindenhumus, [www.substrate-ev.org](http://www.substrate-ev.org)

Becker, Frauke et al., 1998: Rinde - vielseitig verwendbar, Deutscher Gartenbau 52, 21/1998

Becker, Frauke et al., 1998: Verwendung von Rindenhumus, Deutscher Gartenbau 52, 23/1998

Fischer, P., 2000: Gärtnerische Kultursubstrate, aid-Heft 1085

Dipl.-Ing. (FH) Katharina Anneser  
Institut für Gartenbau



## **Substratkomponenten**

### **Pinienrinde**

#### **Herkunft**

Bei der in Substraten verwendeten Pinienrinde handelt es sich in der Regel um Rinde der Strandkiefer (*Pinus pinaster*, syn. *P. maritima*) aus dem Mittelmeerraum. Die Importe stammen vor allem aus Südfrankreich und Portugal. Die Rinde wird in unterschiedlichen Korngrößen angeboten (Abbildungen 1 bis 3).



Abbildung 1 - 3: Pinienrinde in unterschiedlichen Korngrößen (v. li. n. re. 7 - 15 mm, 10 - 25 mm, 25 - 40 mm)

#### **Eigenschaften und Verwendung**

Im Gegensatz zu heimischer Rinde, die vor der Verwendung als Substratbestandteil fermentiert werden muss (siehe Beitrag "Rindenhumus" in dieser Serie), kann Pinienrinde ohne eine spezielle Behandlung als Substratbestandteil eingesetzt werden, da das relativ harte Material nur einem langsamen Abbauprozess unterliegt. Eine starke Stickstofffestlegung durch die zersetzenden Mikroorganismen ist nicht zu erwarten, wodurch sich eine Fermentation erübrigt. Die langsame Immobilisierung von Stickstoff, die es prinzipiell auch bei Pinienrinde gibt, kann leicht durch eine angemessene Düngung der Pflanzen ausgeglichen werden.

Durch die stabile Struktur und die hohe Luftkapazität eignet sich Pinienrinde hervorragend als Orchideensubstrat (Abbildung 4). Für die Kultur dieser langlebigen Exoten sollte ein Substrat mehrere Jahre lang seine Struktur behalten, um auch noch nach längerer Zeit eine gute Durchlüftung des Wurzelballens zu gewährleisten. Pinienrinde kann entweder als alleiniger Bestandteil oder mit Beimischungen von etwa 30 Prozent Grobtorf, Fasertorf, grober Holzfaser oder Torfmoos (*Sphagnum*) verwendet werden. Diese Bestandteile verbessern die Wasserhaltefähigkeit der Mischung bei trotzdem noch ausreichender Luftkapazität.



Die löslichen Nährstoffgehalte in Pinienrinde liegen sehr niedrig und müssen daher bei der Düngung nicht berücksichtigt werden (siehe Tabelle). Das in moderater Höhe enthaltene Kalium kommt den Ansprüchen von Phalaenopsis entgegen, die als kaliumbedürftig bekannt sind. Die pH-Werte machen je nach Pflanzenart eine Kalkzugabe erforderlich.

Tabelle 1: Analysenergebnisse von Pinienrinde (Schwankungsbreite bei 10 verschiedenen Proben im Zeitraum von 1999 bis 2007)

pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Salz (H <sub>2</sub> O)	N (CAT)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAT)	K <sub>2</sub> O (CAT)
	g/l	mg/l	mg/l	mg/l
3,9 – 4,3	0,03 – 0,25	1 – 9	0 – 11	41 – 167

Durch die starke Zunahme der Orchideenproduktion in den zurückliegenden Jahren und durch die Verwendung als Mulchmaterial ist Pinienrinde zu einem knappen Rohstoff geworden, der häufig nicht mehr in der gewünschten Qualität zur Verfügung steht.

#### Literaturhinweise:

Amberger-Ochsenbauer, S.: Neue Substratmischungen für Phalaenopsis. DEGA 2008, Heft 21, 18-20.

Kalthoff, F. und P. Fischer: Bewährungsprobe für torffreie Substratmischungen im Ebbe/Flut-System. Zierpflanzenbau 1995, Heft 5, 222-225.

Dr. Susanne Amberger-Ochsenbauer  
Institut für Gartenbau



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe August 2008

### Substratkomponenten

#### Kokosmaterialien

##### Herkunft

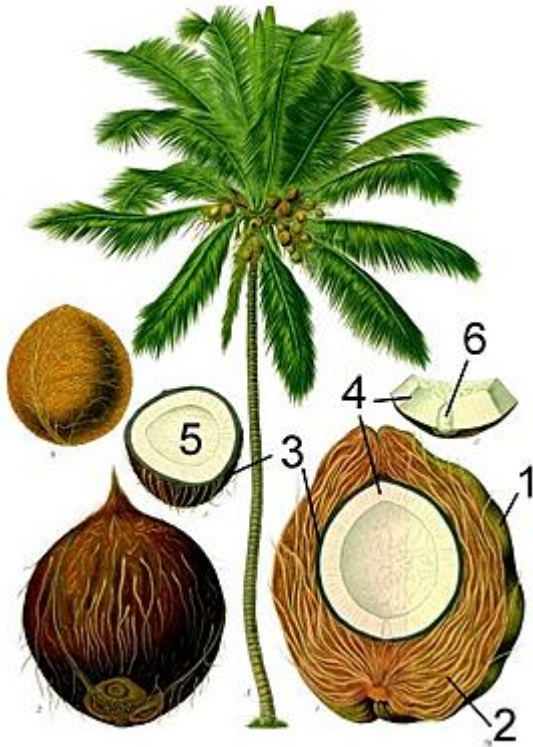
Das Material für kokoshaltige Substrate stammt von der Kokospalme, *Cocos nucifera*. Sie gilt aufgrund ihrer pan-tropischen Verbreitung als Inbegriff für tropische Pflanzen. Ihr ursprüngliches Heimatgebiet vermutet man aufgrund von fossilen Funden im melanesischen Raum nordöstlich von Australien, die gute Schwimmfähigkeit der Kokosnüsse führte aber zu einer weiten natürlichen Verbreitung. Ihre Früchte wurden in der Südsee und in Südostasien schon vor 4000 Jahren als Nahrungsmittel verwendet. Seit Jahrhunderten wird sie planmäßig angebaut und gilt durch die Nutzung aller ihrer Teile als eine der wichtigsten Weltwirtschaftspflanzen. Erste Hinweise über die Anwendung eines Kokossubstrates stammen bereits aus dem 19. Jahrhundert. Als Substratkomponenten werden Teile der Kokosnuss verwendet, die bei der Verarbeitung im Erzeugerland anfallen.



Quelle: U.S. Geological Survey  
[www.usgs.gov](http://www.usgs.gov)

Unter botanischen Gesichtspunkten betrachtet, handelt es sich nicht um eine echte Nuss, sondern um eine einsamige Steinfrucht. Die Fruchtschale der reifen Frucht besteht aus dem äußeren ledrigen und glatten Exokarp (1), dem darunter liegenden faserigen Mesokarp (2) und zuinnerst dem steinharten Endokarp (3), das den Embryo (6) und das Endosperm umschließt. Das außen feste (4) und innen flüssige Endosperm (5) bildet die Nährstoffreserve für den Keimling. Das flüssige Endosperm junger Nüsse wird als Getränk genutzt, der feste Teil, der auch frisch verzehrt werden kann, wird zur weiteren Verarbeitung getrocknet. Diese "Kopra" bildet die Grundlage für die Herstellung von Kokosfett, -öl und -raspeln. Für den Export werden die äußeren Schalenschichten entfernt, so dass man bei uns im Handel nur die Steinkerne erhält.





nach 'Köhlers Medizinal Pflanzen' 1887

Das von den Früchten entfernte Mesokarp enthält ein dichtes Geflecht von Fasern ("Coir"), die wegen ihrer Elastizität und Haltbarkeit schon immer ein begehrter Grundstoff für die Herstellung von Seilen, Teppichen und verschiedenen Alltagsgegenständen waren. Seit etwa 25 Jahren findet dieses Material auch verstärkt Verwendung als Substrat oder als Substratkomponente. Kokosmaterialien für Substrate werden vor allem aus Sri Lanka importiert.

Früher wurden die Mesokarphüllen zur Gewinnung der Fasern zu Flößen zusammengebunden und für mehrere Monate im Brackwasser von Meeresbuchten oder Flussmündungen versenkt. Nach diesem "Rösten" genannten Vorgang, bei dem Pektin abbauende Mikroorganismen die Mittellamellen auflösen, lassen sich die Fasern durch Klopfen voneinander trennen. Für die Herstellung von Substratbestandteilen ist es wichtig, dass die Schalen nicht in Brack- oder

Salzwasser eingeweicht werden, weil das Endprodukt dadurch mit hohen Mengen an Salzen belastet wird, die sich in der Pflanzenkultur negativ auswirken. Mit neueren Verfahren ist es auch möglich, die Fasern maschinell zu gewinnen.

Zu den verschiedenen Produkten, die für die Verwendung in Substraten hergestellt werden, gehören:

- **Kokosstaub**, Kokoschalenabrieb, Kokostorf (coco dust, coco peat, coir peat, coir pith, coir fibre dust):  
Das Material setzt sich zusammen aus den Feinbestandteilen zwischen den Fasern, zum Teil mit kleineren Faseranteilen. Nach der Gewinnung wird es getrocknet und meist zu Blöcken gepresst. Bei der Wiederbenetzung quellen die Blöcke bis zum sechsfachen ihres Volumens auf.
- **Kokosfasern** (coco fibre, coir fibre):  
Nach der Trennung werden die Fasern je nach Verwendungszweck in unterschiedliche Längen geschnitten.
- **Kokoschips** (coco chips):  
Die Faserhülle wird nicht aufgelöst, sondern nur in Würfel geschnitten.

In der September-Ausgabe des 'Infodienst Weihenstephan' werden Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten der Materialien beschrieben.

Dr. Susanne Amberger-Ochsenbauer  
Institut für Gartenbau





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe September 2008

### Substratkomponenten

#### Kokosmaterialien (2)

##### Eigenschaften und Verwendung

Von der Kokospalme stammende Materialien werden im Gartenbau in vielfältiger Weise verwendet. Die Möglichkeiten reichen von der Floristik, in der die Spathen der Blütenstände als Dekorationsunterlagen eingesetzt werden, über den Gebrauch der Fasern als Bindematerial in Baumschulen, den Einsatz von Matten zur Befestigung von Böschungen und Ufern im Garten- und Landschaftsbau bis zur Verwendung von verschiedenen Ausgangsprodukten für die Herstellung von Töpfen und Substraten.

Über kokoshaltige Pflanzstoffe gibt es zwar bereits Hinweise aus dem 19. Jahrhundert, verstärkt zum Einsatz kommen Substrate dieser Art jedoch erst seit etwa 25 Jahren. Verwendet werden vor allem Kokosfasern, Kokoschips oder Kokosstaub, die alle aus dem Mesokarp der Kokosnuss hergestellt werden ([siehe 'Infodienst Weihenstephan' August 2008](#)). Gebrochene Stücke des steinharten Endokarps werden manchmal als Gewicht erhöhende Komponente in Kübelpflanzensubstraten beigemischt und in letzter Zeit auch versuchsweise in Orchideensubstraten als teilweiser Ersatz für Pinienrinde.

##### Kokosfasern (coco fibre, coir fibre):

Anwendung als Beimischung zu anderen organischen Substratbestandteilen bis zu 20 Vol.-% als Struktur gebendes Material. Für Ebbe/Flut-Substrate, in Grow Bags für geschlossene Kultursysteme, in Orchideensubstraten (auch in höheren Anteilen).



Abbildung 1 und 2: Lange und kurze Kokosfasern

### **Kokoschips** (coco chips):

Anwendung in reiner Form oder in Mischung mit anderen Substratkomponenten. Für Langzeitkulturen und für Kulturen mit hohen Ansprüchen an die Luftkapazität des Substrats, insbesondere für Orchideen.



Abbildung 3 und 4: Kokoschips in unterschiedlicher Größe

### **Kokosstaub** (coco dust, coco peat):

Anwendung in reiner Form oder in Mischung mit anderen Substratkomponenten. Für Topfpflanzen, Blumenerden, in Grow Bags für geschlossene Kultursysteme bei Schnittblumen und Gemüse.



Abb. 5: Kokosstaub mit geringen Faseranteilen



Abb. 6: Block aus getrocknetem und gepresstem Kokosstaub

In einem Versuch an der Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan konnte in reinem Kokostorf-Substrat für gemischt bepflanzte Balkonkästen eine annähernd



gute Pflanzenqualität erzielt werden wie in einem Substrat aus Weißtorf und Ton (Abbildungen 7 und 8). Voraussetzung ist eine laufend angemessene Nachdüngung.



Abb. 7 und 8: Balkonkasten mit *Bidens ferulifolia* 'Solaire Star', *Osteospermum ecklonis* 'Orange Symphony', Coleus-Blumei-Hybriden 'Wizard Sunset Orange', Verbena-Hybriden 'Tukana White' und *Petunia x atkinsiana* 'Jamboree Light Blue' in Substrat aus Kokosstaub (links) und Weißtorf-Ton-Gemisch (rechts)

### Physikalische Eigenschaften

Die physikalischen Eigenschaften sind im wesentlichen verantwortlich für den positiven Einfluss auf Wachstum und Qualität der Pflanzen. Kokosbestandteile bewirken eine Steigerung der Luftkapazität in Substratmischungen und sorgen gleichzeitig für eine ausreichende Wasserkapazität, wobei insbesondere der hohe Anteil an leicht verfügbarem Wasser in Kokosstaub von Vorteil ist. Je nach Faserlänge ist die Wasserkapazität der limitierende Faktor beim Einsatz von Kokosfasern als Substratbestandteil. Auch bei der Wiederbenetzbarkeit erreichen die Produkte gute Werte. Das Material ist außerdem angenehm leicht.

Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften von Kokosmaterialien im Vergleich zu Weißtorf

Eigenschaft	Kokosstaub	Kokosfaser	Weißtorf
Rohdichte trocken (g/l)	ca. 80	50 - 150	80 - 150
max. Wasserkapazität (Vol.-%)	ca. 65	20 - 50	50 - 70
Luftkapazität (Vol.-%)	ca. 30	40 - 70	25 - 45
leicht verfügbares Wasser (Vol.-%)	27 - 35	ca. 22	25 - 30
Kapillarität	n.b.	gut	mittel
Wiederbenetzbarkeit	gut	gut	gering

### Chemische und biologische Eigenschaften

Es ist besonders darauf zu achten, dass salzarme Partien verwendet werden. Kokosnüsse, deren Schalen für die Herstellung von Substratbestandteilen verwendet werden sollen, dürfen vor der Verarbeitung nicht in Salz- oder Brackwasser eingeweicht werden, da hierbei erhebliche Mengen an Kalium, Natrium und Chlorid angereichert werden. Ein hoher Kaliumgehalt schließt eine Verwendung als Substratbestandteil nicht aus, sollte aber je nach Kultur bei der Düngung berücksichtigt werden. Zu hohe Natrium- und Chloridgehalte führen jedoch zu Salzschäden an den Pflanzen.

Im Vergleich zu anderen organischen Reststoffen ist die mikrobielle Abbaubarkeit und damit die Stickstoff-Immobilisierung in der Regel gering. Man sollte die Gehalte im Substrat jedoch durch regelmäßige Analysen überprüfen und gegebenenfalls regulierend eingreifen, da gelegentlich auch höhere Immobilisierungsraten auftreten können. Durch die geringe mikrobielle Zersetzung der Kokosfasern ergeben sich strukturstable Substrate für länger stehende Kulturen.

Tabelle 2: Chemische und biologische Eigenschaften von Kokosmaterialien im Vergleich zu Weißtorf

<b>Eigenschaft</b>	<b>Kokosstaub</b>	<b>Kokosfaser</b>	<b>Weißtorf</b>
pH-Wert	4,0 - 5,5	4,5 - 6,5	2,5 - 3,5
lösliche Gehalte:			
Salz (g/l)	0,2 - 1,0	0,07 - 3,0	< 0,2
N (mg/l)	< 5	< 5	< 50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	5 - 20	10 - 200	< 10
K <sub>2</sub> O (mg/l)	130 - 850	35 - 2100	< 20
Na und Cl	z.T. hoch	z.T. hoch	niedrig
C/N-Verhältnis	hoch	hoch	60 - 100
mikrobielle Abbaubarkeit	meist gering	gering	gering
N-Immobilisierung	meist gering	gering	gering

Ingesamt bilden Kokosprodukte bei Berücksichtigung ihrer spezifischen Eigenschaften gute Substratkomponenten. In ökologischer Hinsicht ist die Verwertung von organischen Reststoffen positiv einzustufen, negativ schlagen die Verwendung von Frischwasser bei der Herstellung und der Aufwand für den Transport zu Buche.

Dr. Susanne Amberger-Ochsenbauer  
Institut für Gartenbau





---

## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Oktober 2008

---

### Substratkomponenten

#### Torfentstehung

Auch wenn heute Substrate aus vielen verschiedenen Rohstoffen bestehen, so ist doch Torf nach wie vor das wichtigste Ausgangsmaterial für Kultursubstrate, vor allem im Erwerbsgartenbau.

Torf entsteht in Mooren und wird definiert als: "meist holozänes (nacheiszeitliches) organogenes Gestein (Biolith) mit einem Massenanteil von mindestens 30 Gew.-% organischer Substanz in der Trockenmasse. Die organische Komponente besteht aus pflanzlichen Resten und kolloidalen Humusstoffen in wechselnden Anteilen" (DIN 11540).

Vor etwa 12000 Jahren setzten die ersten, nacheiszeitlichen Torfbildungen ein, die die heute erhaltenen Moore in Deutschland formten. Eine Vielzahl von Moortypen hat sich in Abhängigkeit vom Klima, der Geologie, der Hydrologie und von den Nährstoffgehalten des Grund- oder Regenwassers gebildet. Die angesammelte organische Substanz (fast ausschließlich abgestorbene Pflanzen, tierische Reste spielen nur eine untergeordnete Rolle) wird unter teilweisem Wasserüberschuss und Luftmangel nicht vollständig abgebaut und bildet als Ablagerung die Torfe. In Mooren nimmt der Sauerstoffgehalt im Torf von oben nach unten ab. Dagegen nimmt der Zersetzungsgrad des Torfes mit der Tiefe zu. Es werden zwei Haupttypen von Mooren nach ihrer Entstehung unterschieden: Niedermoor und Hochmoor. Mit ihren Eigenschaften zwischen diesen beiden Typen liegen die Übergangsmoore, die vor allem in Süddeutschland noch zu finden sind.

#### Niedermoor

Durch Verlandung und Versumpfung von nährstoffreichen Gewässern entstehen Niedermoores (Abb. 1). Massenzuwachs von Algen und Schwimmblattpflanzen aufgrund hoher Nährstoffgehalte im Wasser sowie ein starker Uferbewuchs mit Schilf und Seggen führen zur Vermoorung und Verlandung des Sees. Da das Wasser Sauerstoff enthält werden die abgestorbenen Pflanzen vergleichsweise schnell zersetzt. Die relativ hohen Nährstoffgehalte und pH-Werte zwischen 4 und 7 erlauben ein sehr artenreiches Pflanzenspektrum: Seggen, Binsen, Wollgras, Fieberklee, Schilf, Rohrkolben, Schwertlilie, Weiden, Erlen und viele andere. Seit Jahrhunderten wurden Niedermoores entwässert und landwirtschaftlich genutzt, da sie sehr ertragreich sind. Bis auf wenige Restflächen sind die Niedermoores deshalb in Deutschland verschwunden. Der Torf aus Niedermoores ist meist stärker zersetzt und für gartenbauliche Zwecke wenig geeignet.

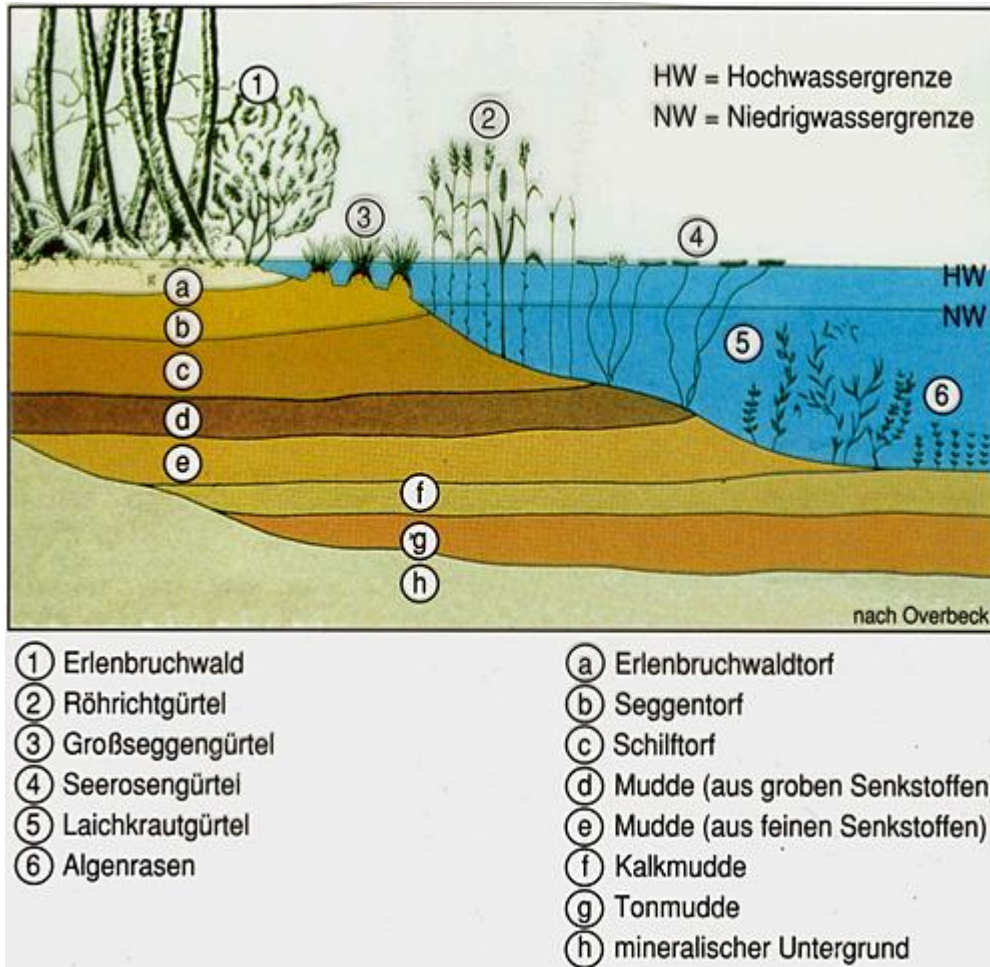


Abb. 1: Entstehung eines Niedermooses

## Hochmoor

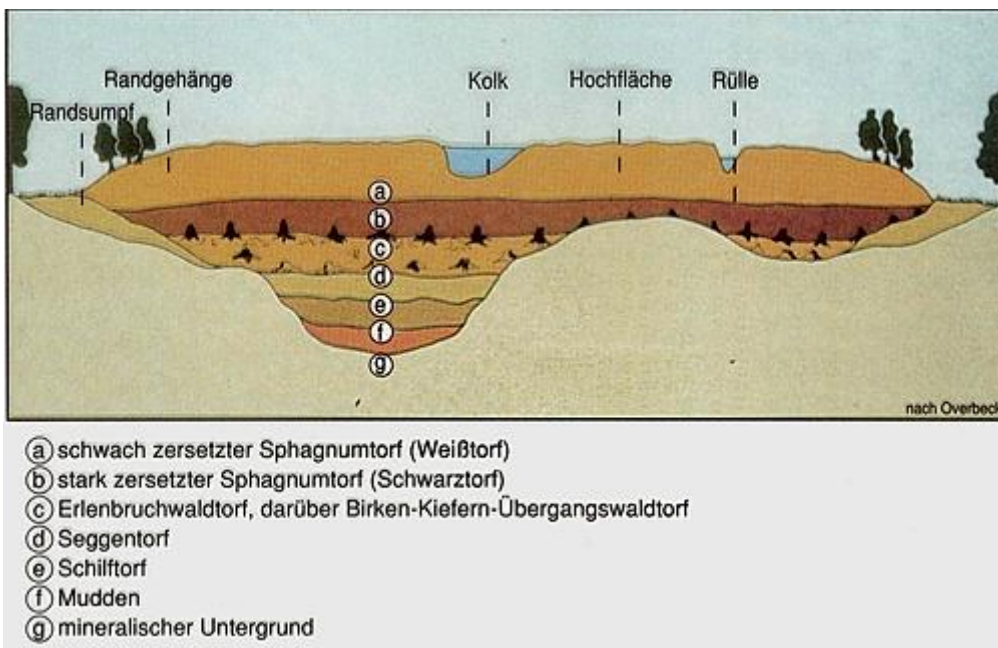


Abb. 2: Entstehung eines Hochmoores

Damit sich ein Hochmoor bilden kann, muss mehr Niederschlag fallen als Wasser versickern und verdunsten kann, d.h. die Wasserbilanz muss positiv sein. Meterhoch wölben sich Hochmoore über der Mineralbodenoberfläche auf, dies hat zu ihrer Bezeichnung geführt (Abb. 2).

Hochmoore sind nährstoffarm, da die Nährstoffe nur aus dem Niederschlagswasser und den sich zersetzenden Pflanzen entstammen. Bei pH-Werten um 3,0 gedeihen nur darauf spezialisierte, hochmoortypische Pflanzen wie z.B. Torfmoos, Sonnentau, Binsen, Seggen, verschiedene Heidearten, Wollgras und andere. Für die Torfbildung maßgeblich sind die Torfmoose (*Sphagnum* spp.). Sie wachsen nur langsam in die Höhe, während gleichzeitig der untere Teil unter Luftabschluss vertorft (Abb. 3).

Abhängig von den jährlichen Niederschlagsmengen, der Temperatur und anderen Umweltfaktoren beträgt der Torfzuwachs in Norddeutschland im Durchschnitt 1 mm pro Jahr - eine Torfschicht von 1 m Höhe brauchte zu ihrer Entstehung also etwa 1000 Jahre.

Hochmoortorf wird zu über 90 % aus den etwa 40 in Deutschland vorkommenden Torfmoosarten gebildet. Torfmoose haben keine Wurzeln, die Blätter sind rippenlos und bestehen aus großen Wasserzellen, die mit Spangen ausgesteift sind und einem Netz schlanker Blattgrünzellen. Lebende Torfmoose haben die Fähigkeit, das 15- bis 30-fache ihres Trockensubstanzgewichtes an Wasser zu speichern. Selbst abgestorbenes *Sphagnum* kann als Torf noch das 4- bis 14-fache seines Trockensubstanzgewichtes an Wasser speichern. Zusätzlich hat wenig zersetzter Torf ein hohes Porenvolumen, wodurch eine hohe Luftkapazität zusätzlich zu der hohen Wasserkapazität bedingt wird. Die Membran der Wasserzellen befähigt die Torfmoose und auch den daraus entstandenen Torf zu einem echten Ionenaustausch mit dem umgebenden Medium, wodurch es zur Aufnahme und Abgabe von Mineralstoffen kommt.

Diese Eigenschaften machen Hochmoortorf zu einem idealen Bestandteil von gärtnerischen Substraten.

### **Torfgewinnung und Naturschutz**

In Deutschland wird heute der Torfabbau durch Naturschutzgesetze geregelt. Die Naturschutzbehörden der Landkreise müssen die Erschließung neuer Abbauflächen genehmigen, dabei handelt es sich jedoch nur um Flächen, die schon um 1900 oder nach dem 2. Weltkrieg trockengelegt und seitdem landwirtschaftlich genutzt wurden. Vollständig geschützt und nicht für den Torfabbau freizugeben sind intakte Moore. Um eine Wiedervernässung und somit neues Torfwachstum zu ermöglichen, muss heute mindestens eine 50 cm dicke Schicht aus gewachsenem Torf nach dem Abbau verbleiben.



Abb. 3: Vertorfendes *Sphagnum*

In den folgenden Ausgaben des 'Infodienst Weihenstephan' werden Gewinnung, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Weiß- und Schwarztorf sowie von Torfsonderformen betrachtet.

### **Literatur**

- Zentrale Informationsstelle Torf und Humus (ZIT), Hannover (1992): Kultursubstrate im Gartenbau. Lehrer-Service Medienpaket (Abbildungen)
- Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. Hannover

Dr. Annette Bucher  
Institut für Gartenbau





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe November 2008

### Substratkomponenten

#### Weißtorf

Als Weißtorfe werden wenig bis mäßig zersetzte Torfe bezeichnet, die eine hell- bis mittelbraune Farbe aufweisen. Diese Torfe wurden ab etwa 600 v. Chr. gebildet, da durch eine geringfügige Absenkung der Jahresdurchschnittstemperatur die Pflanzenreste nicht mehr so stark zersetzt wurden, wie es zuvor bei der Entstehung von Schwarztorf der Fall war (Abb. 1). In den Mooren liegt der Weißtorf über dem Schwarztorf, der Grenzhorizont zwischen den beiden Schichten wird als Schwarz-Weiß-Kontakt bezeichnet. Es können aber auch Schichten von Schwarz- und Weißtorf mehrfach ineinander übergehen, da der Zersetzungswechsel innerhalb eines Moores mehrfach abgelaufen sein kann.



Abb. 1: Weiß- und Schwarztorf

#### Gewinnung

Torfstechen war bis in die 50er Jahre des vergangenen Jahrhunderts schwerste körperliche Arbeit. Erst dann wurde die Weißtorfgewinnung mechanisiert. Vor dem Torfabbau muss die Lagerstätte entwässert und somit der Wassergehalt des Torfes gesenkt werden, da Hochmoore nahezu wassergesättigt sind. Selbst zum Zeitpunkt des Abbaues hat der Torf immer noch einen Wassergehalt von ca. 90 Gew.-%, d.h. ein m<sup>3</sup> Torf enthält bis zu 900 l Wasser.

In Deutschland wird wenig zersetzter Torf überwiegend als Sodentorf abgebaut, aber auch das Fräs- und Klumpentorfverfahren kommen zum Einsatz. Durch das Torfgewinnungsverfahren werden die physikalischen Eigenschaften des Torfes stark beeinflusst. Die Weißtorf-Stechmaschine sticht Soden (ca. 15x15x42 cm) ab und

setzt diese als Torfsodenreihe auf die Torfbank (Abb. 2). Dabei bleibt die Struktur des Torfes vollständig erhalten. Mindestens ein Jahr müssen diese Torfsoden durch Wind und Sonne trocknen, bis sie einen zur Weiterverarbeitung geeigneten Wassergehalt von 50-60 Gew.-% aufweisen. Damit dieser Vorgang schneller abläuft, werden die Soden sowohl maschinell gerüttelt als auch von Hand umgesetzt. Anschließend stapeln Verladegeräte die Soden in Loren und die Feldbahn transportiert sie zur weiteren Verarbeitung ins Torfwerk bzw. auf die Vorratsmiete für die Produktion in den Wintermonaten.



Abb. 2: Weißtorf-Grabemaschine

Zur Gewinnung von Frästorf wird die Oberfläche der Torflagerstätte 1 bis 2 cm tief aufgeraut und die entstandene lockere Torfschicht mehrmals während des Trocknungsprozesses gewendet. Der getrocknete Frästorf wird mit Schiebern zunächst auf Wälle gehäufelt, die dann zu Sammelmieten zusammengefasst und so bis zur Verladung gelagert werden. Das Frästorfverfahren wird vor allem in Ländern mit holzreichen Mooren angewendet und kann nur in Schönwetterperioden durchgeführt werden. Frästorfe haben einen höheren Feinanteil als Sodentorfe. Beim Klumpentorfverfahren entnehmen große Bagger Torf aus der gesamten Tiefe der Lagerstätte in einem Arbeitsgang und legen die Klumpen in Reihen ab. Im Folgejahr werden diese Klumpen nach dem Durchfrieren ein- bis zweimal gewendet. Ist die Torfschicht sehr dick, kann der Vorgang im nächsten Jahr wiederholt werden.

### **Eigenschaften von Weißtorf**

Je nach Zersetzungsgrad weisen die Torfe etwas unterschiedliche physikalische Eigenschaften auf (Tab. 1). Bei Weißtorf bestimmt der Trocknungsgrad bei der Torfgewinnung die Wasserkapazität des Torfes. Ein hoher Trocknungsgrad führt zu Torf mit einer geringen Wasserkapazität, aber hoher Drainfähigkeit. Bei gleichem Zersetzungsgrad hat ein Torf mit niedrigerem Trocknungsgrad eine höhere Wasserkapazität.

Tab. 1: Eigenschaften von Weißtorfen

Eigenschaften	wenig zersetzter Weißtorf	mäßig zersetzter Weißtorf
Humositätsgrad (H) nach von Post	1 - 3	4 - 6
Rohdichte, trocken (g/l)	40 - 80	70 - 150
Porenanteil (Vol.-%)	95 - 98	91 - 96
Wasserkapazität (Vol.-%)	40 - 82	40 - 85
Luftkapazität (Vol.-%)	16 - 58	11 - 56
organische Substanz (Gew.-% in der Trockenmasse)	94 - 99	
Glührückstand (Gew.-% in der Trockenmasse)	1 - 6	
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	2,5 - 3,5	
Salzgehalt (g/l)	≤ 0,4	
N (mg/l)	≤ 50	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	≤ 30	
K <sub>2</sub> O (mg/l)	≤ 40	

## Verwendung von Weißtorf in Substraten

Weißtorf kommt den Anforderungen an ein ideales Substratausgangsmaterial sehr nahe und wird daher nach wie vor bevorzugt in Substraten sowohl für den Erwerbsanbau als auch für den Hobbybereich eingesetzt (Tab. 2).

Tab. 2: Positive und negative Eigenschaften von Weißtorf als Substratbestandteil

+	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>• bei Wassersättigung noch genügend Luft für die Pflanzen verfügbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• endliche Ressource</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedriger pH-Wert → durch Kalkung auf Wunschwert einstellbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• nach Austrocknung schwer wieder zu befeuchten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedriger Nährstoffgehalt → einstellbar auf gewünschten Wert</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedriger Salzgehalt → auch für salzempfindliche Pflanzen geeignet</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• niedrige Rohdichte → niedriges Transportgewicht</li> </ul>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• frei von wachstumshemmenden Stoffen, Krankheitserregern, Schädlingen und Unkräutern</li> </ul>	

Gewinnung, Eigenschaften und Verwendungsmöglichkeiten von Schwarztorf werden in der Dezember-Ausgabe des 'Infodienst Weihenstephan' beleuchtet.

### **Literatur**

- Zentrale Informationsstelle Torf und Humus (ZIT), Hannover (1992): Kultursubstrate im Gartenbau. Lehrer-Service Medienpaket (Abbildungen)
- Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. Hannover

Dr. Annette Bucher  
Institut für Gartenbau





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Dezember 2008

### Substratkomponenten

#### Schwarztorf

In Mitteleuropa bildeten sich ab ca. 5500 v. Chr. in der Nacheiszeit die ersten Hochmoore. Dort entstand zunächst der stark zersetzte Schwarztorf. Dieser bekam seinen Namen, weil der frischgestochene Torf an der Luft nachdunkelte und eine tiefbraune Farbe annahm.

#### Gewinnung von durchfrorenem, stark zersetztem Schwarztorf

Prof. Anton Fruhstorfer stellte schon in den vierziger Jahren fest, dass durchfrorener Schwarztorf wesentlich bessere physikalische Eigenschaften hat als der in den Sommermonaten gewonnene Schwarztorf. Daher wird Schwarztorf mit hohem Wassergehalten im Spätherbst mit Eimerleiter- oder Seilbaggern auf dem Gewinnungsfeld in ca. 15 cm starken Schichten abgelegt (Abb. 1). Bei Frost gefriert das in den Soden enthaltene Wasser, dabei vergrößert es sein Volumen und sprengt somit die Torfmasse auf und lockert sie dadurch. Durch diese Behandlung wird die Wasserkapazität des Torfes auf mindestens 400 g Wasser pro 100 g organische Masse erhöht. Wie auch der Weißtorf muss der Schwarztorf durch Wind und Sonne auf einen Wassergehalt von 65 Gew.-% heruntergetrocknet werden, bevor er weiterverarbeitet werden kann.



Abb. 1: Schwarztorfgewinnung mit Eimerleiterbaggern (ZIT, 1992)

## Eigenschaften und Verwendung von Schwarztorf

Tab 1. Eigenschaften von Schwarztorf

Eigenschaften	stark zersetzter, durchfrorener Schwarztorf
Humositätsgrad (H) nach von Post	7 - 10
Rohdichte, trocken (g/l)	120 - 250
Porenanteil (Vol.-%)	85 - 93
Wasserkapazität (Vol.-%)	60 - 87
Luftkapazität (Vol.-%)	6 - 33
organische Substanz (Gew.-% in der Trockenmasse)	94 - 99
Glührückstand (Gew.-% in der Trockenmasse)	1 - 6
pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	2,5 - 3,5
Salzgehalt (g/l)	≤ 0,4
N (mg/l)	≤ 50
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	≤ 30
K <sub>2</sub> O (mg/l)	≤ 40

Schwarztorf ist stärker zersetzt als Weißtorf und weist einen höheren Feinanteil auf. Daher wird er vor allem in stark mechanisierten und spezialisierten Bereichen des Erwerbsgartenbaus als Substratbestandteil, z.B. für Presstöpfe, eingesetzt (Tab. 2). Auch bei der Verwendung in Topfmaschinen ermöglicht der rieselfähige, erdfeuchte Schwarztorf die gewünschte Verdichtung des Substrates im Topf.

Durch die Mischung mit Weißtorf werden die positiven physikalischen Eigenschaften von Weißtorf (gute Luftführung auch bei Wassersättigung) mit den positiven chemischen Eigenschaften von Schwarztorf (höhere Kationenaustauschkapazität und bessere pH-Pufferung als Weißtorf) verbunden.

Außer als Substratbestandteil wird Schwarztorf auch als Brenntorf zur Energiegewinnung, als Industrietorf zur Herstellung von Aktivkohle, als Badetorf im medizinischen Bereich, zur Bodenverbesserung und als Filtermaterial in der Aquaristik und Teichpflege eingesetzt.

Tab. 2: Positive und negative Eigenschaften von Schwarztorf als Substratbestandteil

+	-
<ul style="list-style-type: none"> <li>niedriger pH-Wert → durch Kalkung auf Wunschwert einstellbar</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringeres Porenvolumen (weniger Grobporen) als Weißtorf</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>niedriger Nährstoffgehalt → einstellbar auf gewünschten Wert</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringere Luftkapazität als Weißtorf (daher bei Wassersättigung Gefahr des Vergießens)</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>niedriger Salzgehalt → auch für salzempfindliche Pflanzen geeignet</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>endliche Ressource, Naturschutz</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>niedrige Rohdichte → niedriges Transportgewicht</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>nach Austrocknung schwer wieder zu befeuchten</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>gute Rieselfähigkeit für die maschinelle Verarbeitung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>geringere Strukturstabilität als Weißtorf, Sackung daher höher</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>frei von wachstumshemmenden Stoffen, Krankheitserregern, Schädlingen und Unkräutern</li> </ul>	

In der Januarausgabe des Informationsdienstes werden zum Ende der Ausführungen über Torf noch einige Torf-Sonderformen betrachtet.

#### Literatur

- Zentrale Informationsstelle Torf und Humus (ZIT), Hannover (1992): Kultursubstrate im Gartenbau. Lehrer-Service Medienpaket (Abbildungen)
- Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. Hannover

Dr. Annette Bucher  
Institut für Gartenbau



---

## Informationsdienst Weihenstephan

**Ausgabe Januar 2009**

---

### Substratkomponenten

#### Torfsonderformen

Nachdem in den Infodienst-Ausgaben von Oktober bis Dezember die Torfentstehung und die Eigenschaften von Weiß- bzw. Schwarztorf behandelt wurden, sollen in diesem Beitrag einige Sonderformen von Torf hinsichtlich ihrer Verwendung im Gartenbau betrachtet werden.

##### Fasertorf

Fasertorf besteht aus brauner, bereits strukturlos gewordener Torfmasse durchzogen von schwerersetzbaren Fasern (häufig Überreste des Wollscheidegrases). Aufgrund seiner faserigen Struktur kann er, nach Absiebung der feinen Bestandteile, als Bestandteil von Orchideensubstraten verwendet werden und erhöht dort die Luftkapazität.

##### 'Peat Nuggets'

Stärker zersetzter Schwarztorf (Zersetzungsgrad H5 bis H8) wird im Sommer gebaggert und so stark getrocknet, dass er nur noch einen Wassergehalt von 30 Gewichtsprozent aufweist. Anschließend wird der durchgehärtete Torf zerkleinert und auf eine Körnung von 5-20 mm fraktioniert.

Aufgrund der starken Trocknung hat der Torf seine Fähigkeit verloren, Wasser zu speichern. Die festen 'Peat Nuggets' zeichnen sich durch eine hohe Luftkapazität und langjährige Strukturstabilität aus. Daher eignen sie sich gut als Bestandteil von strukturstabilen Baumschulsubstraten, Substraten für Grünpflanzen, Bromelien und Orchideen. Auch als Mulchmaterial für Baumschulcontainer können 'Peat Nuggets' verwendet werden.

##### Torfquelltöpfe

Die tablettenförmigen Torfquelltöpfe (Abb. 1) bestehen aus gepresstem, getrocknetem Torf unter Zusatz von Kalk und Dünger. Nach der Zugabe von lauwarmem Wasser quellen sie innerhalb weniger Minuten auf etwa die zehnfache Höhe auf. Der Torf wird entweder durch ein bioabbaubares Netz zusammengehalten, das von den Pflanzenwurzeln leicht durchdrungen werden kann oder durch den Zusatz eines Bindemittels. Torfquelltöpfe finden für die Aussaat, zum Pikieren oder für Stecklinge Verwendung und werden anschließend mit der Jungpflanze eingetopft, sodass die Wurzeln beim Topfen oder Auspflanzen nicht beschädigt werden (Abb.2).



Quelle Abb. 1: [www.romberg.de](http://www.romberg.de)

Abb. 1: Torfquelltöpfe und Torftöpfe





Abb. 2: Jungpflanze im durchwurzelter Torfquelltopf



Abb. 3: Durchwurzelter Torftopf

Quelle Abb. 2 u. 3: [www.jiffypot.com](http://www.jiffypot.com)

### **Torftöpfe**

Torftöpfe werden als eckige und runde Töpfe oder in Form von so genannten Strips (verbundene, eckige Töpfe) aus einer Mischung von Torf und Holzfasern hergestellt (Abb. 1). Diese Töpfe werden nach dem Befüllen mit geeigneten Substraten für die Jungpflanzenanzucht verwendet und später mit ausgepflanzt bzw. mit der Jungpflanze in den Endtopf gebracht. Die Pflanzenwurzeln können durch den dann aufgeweichten Torftopf in das umgebende Medium wachsen. Die Töpfe lösen sich im Boden bzw. Substrat allmählich auf, so dass der Torf und die Holzfasern zu einem Bestandteil des Pflanzsubstrates werden.

Dr. Annette Bucher  
Institut für Gartenbau



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Februar 2009

---

### Substratkomponenten

#### Reisspelzen

Etwa 1,1 Mio. Tonnen Reis (*Oryza sativa*) werden jährlich auf rund 200.000 ha in Norditalien, vornehmlich in der Po-Ebene des Piemont produziert. Auch wenn das Hauptanbaugebiet in Asien liegt, muss man somit nicht zwangsläufig große Transportstrecken in Kauf nehmen, um an Spelzen zu gelangen, die bei der Aufbereitung der Reisernte anfallen.



Abb. 1: Reisspelzen

#### Aufbereitung

Das Reisgras mit seinen fruchttragenden Rispen wird nach der Ernte gedroschen. Der so gewonnene Roh- oder Paddy-Reis ist noch nicht genießbar, da die Reiskörner von einer Strohülle, der Spelze, fest umschlossen sind. Für die mechanische Entfernung der Hülsen wird der Rohreis meist einer hydrothermischen Vorbehandlung unterzogen. Bei dem hierbei angewandten "Parboiling" (partial boiling) werden die Reiskörner zunächst eingeweicht, anschließend mit Wasserdampf behandelt, getrocknet und geschält. Neben Qualitätsvorteilen für den Reis, wie z.B. hohe Vitamin- und Mineralstoffgehalte, gute Rieselfähigkeit, bietet das "Parboiling" auch eine Verbesserung der hygienischen Eigenschaften der Reisspelzen: sie sind frei von austriebsfähigen Unkrautsamen und Reiskörnern.

Aber nicht allorts wird der bei uns beliebte, nach dem Kochen locker rieselnde Parboiled-Reis geschätzt, da er sich zur Zubereitung bestimmter Gerichte (Risotto, Sushi) nicht eignet. Der hierfür benötigte klebrige Reis wird rein mechanisch geschält, weshalb die Spelzen keine Hygienisierung erfahren und sich kaum als Zuschlagstoff für gärtnerische Erden eignen.

## Eigenschaften

Die sehr leichten Spelzen (Rohdichte trocken: 90-100 g/l) weisen ein mit wenig zersetztem Hochmoortorf (Weißtorf) vergleichbar hohes Gesamt-Porenvolumen von rund 95 Vol.-% auf. Die maximale Wasserkapazität ist mit 7-10 Vol.-% jedoch erheblich geringer, die Luftkapazität mithin wesentlich höher (84-88 Vol.-%) als bei Weißtorf.

Ein Zusatz von 20 Vol.-% Reisspelzen z.B. zu Einheitserde verändert deren Luft- und Wasserkapazität in ähnlichem Umfang wie eine Beimischung von Perlite oder Steinwolle in der gleichen Menge (s. Tabelle).

**Tabelle: Veränderung physikalischer Eigenschaften von Einheitserde durch unterschiedliche Zuschlagstoffe**

Substrat (Einheitserde)	Gesamt-Porenvolumen (Vol.-%)	Luftkapazität (Vol.-%)	max. Wasserkapazität (Vol.-%)
ohne Zusatz	83,7	5,6	78,1
20 Vol.-% Reisspelzen	84,7	13,7	71,0
20 Vol.-% Styromull	87,3	21,3	66,0
20 Vol.-% Perlite	86,6	13,9	72,7
20 Vol.-% Steinwolle	85,3	14,1	71,2

Reisspelzen bestehen hauptsächlich aus Silikaten, Cutin und Lignin und erweisen sich daher als weitgehend strukturstabil, d.h. sie werden nur langsam mikrobiell abgebaut. Dennoch kann es dabei aufgrund des weiten C:N-Verhältnisses von 98:1 zu einer N-Immobilisierung kommen. Die Salzgehalte sind mit ca. 0,6 g/l als sehr gering einzustufen. Sie werden überwiegend durch das enthaltene Kali (700-800 mg/l) verursacht. Stickstoff und Phosphat liegen nur in sehr geringen Mengen vor. Der pH-Wert liegt im schwach sauren Bereich, ist jedoch nur schwach gepuffert und erweist sich daher als wenig stabil. Werden Reisspelzen alkalischen (z.B. Kompost) bzw. sauren (z.B. Torf) Stoffen zugemischt, so passt sich deren pH dem Säuregrad der anderen Mischkomponenten an.

## Verwendung

Reisspelzen lassen sich in Anteilen von bis zu 30 Vol.% als Substratbestandteil verwenden. Sie eignen sich insbesondere als Partner für Stoffe mit geringer Luftkapazität (z.B. stark zersetzter Hochmoortorf (Schwarztorf) oder für Kulturen mit hohen Ansprüchen an den Lufthaushalt im Wurzelbereich (z.B. Orchideen).

Einschränkend sei darauf hingewiesen, dass bei der Kultur von Gesneriengewächsen (Usambaraveilchen, Gloxinien) in Reisspelzen-Substraten Pflanzenschäden festgestellt wurden. Die Ursache für die offensichtlich pflanzenartspezifische Unverträglichkeit der Spelzen ist vermutlich in der Freisetzung organischer Hemmstoffe (Phenole) beim Abbau der Reisspelzen zu suchen.



Abb. 2: Kultur von Gloxinien in einem Substrat mit ungedämpften Reisspelzen

### **Wirtschaftliche Bedeutung**

Reisspelzen finden seit Mitte der 1980er Jahre in geringem Umfang Anwendung als Substratkomponente. So lag z.B. 1995 - nach Angaben des Deutschen Instituts für Wirtschaftsforschung e.V. - der Reisspelzen-Anteil an der Gesamtmenge der Zuschlagstoffe bei rund 0,5 %. An der geringen Bedeutung der Reisspelzen für die Substratherstellung hat sich in den letzten Jahren nur wenig geändert.

Dipl. Ing. (FH) Martin Jauch  
Institut für Gartenbau





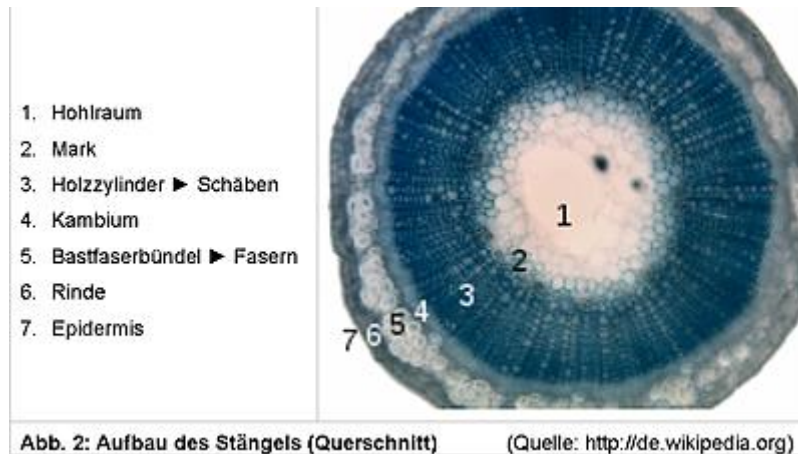
## Substratkomponenten

### Flachsschäben - Ein Nebenprodukt der Flachsfasergewinnung

Bei der aufwändigen Gewinnung der Fasern des Gemeinen Leins (*Linum usitatissimum*) werden die Flachsstängel zunächst "geröstet", d.h. über mehrere Wochen auf dem Feld oder in kaltem Wasser gelagert. Dabei werden Pektine abgebaut, wodurch sich die im Stängel enthaltenen Bastfaserbündel vom Holzzylinder (s. Abb. 2) lösen. Beim anschließenden Brechen des Lein wird der Holzkörper relativ gleichmäßig zerkleinert und als sog. Schäben von den Fasern abgesondert. Der Schäbenanteil am Leinstängel liegt zwischen 45 und 55 Gewichts-Prozent.



Abb. 1: Gemeiner Lein (*Linum usitatissimum*) Quelle: [www.sachsenleinen.de](http://www.sachsenleinen.de)



## Eigenschaften

Die sehr leichten Schäben (Rohdichte trocken: ca. 100 g/l) zeigen eine schwach saure Reaktion, wobei das pH kaum gepuffert ist. Ähnlich wie Reisspelzen (s. 'Infodienst Weihenstephan Ausgabe 2/2009) weisen Flachschäben eine sehr geringe maximale Wasserkapazität, eine sehr hohe Luftkapazität und somit ein hohes Gesamt-Porenvolumen auf. Sie eignen sich daher insbesondere als Beimischung zu Substratkomponenten mit geringer Luftkapazität, wie z.B. stärker zersetzter Hochmoortorf (Schwarztorf).



Abb. 3: Flachschäben

Aufgrund ihres hohen Wachsanteils werden Flachschäben relativ langsam mikrobiell abgebaut und erweisen sich somit als weitgehend struktur stabil. Dennoch zeigen die kohlenstoffreichen und stickstoffarmen Schäben z.T. eine ausgeprägte N-Dynamik, indem sie erhebliche Mengen an Stickstoff festlegen. Dieser Stickstoff-Immobilisierung muss durch eine gezielte Stickstoffgabe entgegengewirkt werden, soll ein Unterversorgung bei Kulturpflanzen vermieden werden.

Der Salzgehalt von Flachschäben ist mit ca. 0,2 g/l als sehr gering einzustufen. Er wird überwiegend durch das enthaltene lösliche Kali (ca. 250 mg/l) verursacht. Stickstoff liegt nur in sehr geringen Mengen vor (ca. 5 mg/l), während der Phosphatgehalt mit rund 85 mg/l eine beachtliche Größenordnung erlangt.

Bei Versuchen an der Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan (FGW) konnten auch bei sehr hohen Schäbenanteilen im Substrat keine negativen Auswirkungen auf die Entwicklung der darin kultivierten Topfgerbera festgestellt werden. Allerdings wurde während der gesamten Kulturdauer stets auf eine ausreichende Stickstoffversorgung der Pflanzen geachtet (s. Tab. 1). An anderer Stelle zeigte sich bei Impatiens mit steigendem Schäbenanteil im Substrat ein verringertes Frischgewicht, was aber die Pflanzenqualität nicht beeinträchtigte (s. Tab. 2). In der Praxis werden heute Substrate mit bis zu 25 Volumenanteilen Schäben verwendet.

**Tab. 1: Entwicklung von Topfgerbera in Substraten mit Flachsschäben**

Gerbera-substrat	Frischgewicht (g/Pflanze)	offene Blüten/ Pflanze	Blütenknospen/ Pflanze
ohne Schäben	134	3,3	5,1
30 Vol.-% Schäben	143	3,7	5,7
50 Vol.-% Schäben	133	3,6	5,2

**Tab. 2: Entwicklung von Impatiens in Substraten mit Flachsschäben**

Einheits-erde	Frischgewicht (g/Pflanze)	Pflanzendurchmesser (cm)	Pflanzenqualität*
ohne Schäben	75	31	1,4
10 Vol.-% Schäben	68	31	1,2
20 Vol.-% Schäben	65	31	1,3
30 Vol.-% Schäben	56	29	1,3

(Grantzau und ter Hell, 1993)

\*1 = sehr gut, 9 = nicht vermarktungsfähig

### **Wirtschaftliche Bedeutung**

In der Europäischen Union fallen etwa 370 000 Tonnen Flachsschäben an, die zu 70 Prozent als Einstreu für Tiere verwendet werden. Der wachsende Markt für Flachsschäben als Bestandteil von Dämmstoffen, Werkstoffplatten, Formpressteilen (z.B. Tür-Innenverkleidungen bei Kraftfahrzeugen) liegt derzeit bei rund 18 %. Etwa 8% der Schäben werden thermisch verwertet, während ca. 4 % der Schäben als Hilfsmittel im Gartenbau (z.B. als Substratkomponente) eingesetzt werden. Bezogen auf die Gesamtmenge der Substrat-Zuschlagstoffe spielt der Flachsschäben-Anteil mit 0,7 % eine untergeordnete Rolle.

Dipl. Ing. (FH) Martin Jauch  
Institut für Gartenbau





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe April 2009

### Substratkomponenten

#### Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

Neben den organischen Substratkomponenten, die wir in den letzten 18 Ausgaben des "Infodienst Weihenstephan" vorgestellt haben, werden auch eine Vielzahl mineralischer Stoffe als Substrat oder Substratzuschlagstoff verwendet. Im Folgenden sollen die verschiedenen Verwendungsmöglichkeiten und -zwecke mineralischer Stoffe aufgezeigt werden. In den nächsten Ausgaben werden dann die einzelnen Stoffe detailliert beschrieben.

#### Erdelose Kulturverfahren in inerten Substraten

Ein wichtiger Einsatzbereich mineralischer Substrate sind die erdelosen Kulturverfahren in inerten, also reaktionsträgen Substraten. Bekanntestes Beispiel im Erwerbsgartenbau ist die Steinwollkultur von Tomaten, Gurken und Schnittblumen (siehe Abb. 1). Neben Steinwolle werden weitere mineralische Stoffe (z.B. Perlite) in erdelosen Systemen eingesetzt. In der Innenraumbegrünung kommt z.B. Blähton zum Einsatz.



Abb. 1: Anzucht von Tomatenjungpflanzen in Steinwollwürfeln



## Mineralische Substrate im Garten- und Landschaftsbau

Bei Substraten für die Begrünung von Dächern oder anderer Bauwerke (z.B. Lärmschutzwände) beträgt der Anteil der mineralischen Komponenten je nach Verwendungsgebiet zwischen 90 und 100 Gew.-%. Ausgangsbasis vieler Dachsubstrate sind offenporige mineralische Stoffe aus natürlichen Vorkommen (z.B. Lava-Gesteine) oder aus speziellen Produktionsverfahren (z.B. gebrochener Blähton/Blähschiefer) sowie Rest- und Recyclingmaterialien (z.B. Ziegelbruch). Durch Zumischung weiterer Stoffe werden einzelne Eigenschaften gezielt verbessert. So wird durch Bims oder Gasbeton das Gewicht reduziert. Über Kalksplitt (Travertin, Dolomit) kann der pH-Wert langfristig stabilisiert werden. Durch Ton wird die Wasser- und Nährstoffspeicherfähigkeit erhöht.



Abb. 2: Versuchsanlage mit unterschiedlichen (mineralischen) Substraten für eine extensive Dachbegrünung

In den letzten Jahren werden rein mineralische Substrate bzw. Substrate mit einem sehr hohen Anteil mineralischer Komponenten neben der Begrünung von Dächern und anderen Bauwerken zunehmend auch als Vegetationstragschicht im öffentlichen Grün (z.B. Verkehrsinseln) genutzt. Vorteil dieser Flächen ist der relativ geringe Pflegeaufwand, da z.B. der Unkrautdruck in den mineralischen Substraten deutlich geringer als auf herkömmlichen Flächen ist. Allerdings stellen diese mineralischen Vegetationstragschichten besondere Anforderungen hinsichtlich der Pflanzenauswahl und der Anlage der Fläche (Infodienst Ausgabe [September 2007](#)).



Abb. 3: Staudenpflanzung in einer Vegetationsschicht aus Kies und Sand

## Mineralische Zuschlagstoffe in Kultursubstraten

In einer Vielzahl von Kultursubstraten werden mineralische Zuschlagstoffe eingesetzt, um verschiedene Substrateigenschaften zu beeinflussen. Bereits zu Beginn der Entwicklung der heute üblichen Kultursubstrate in den fünfziger Jahren des vergangenen Jahrhunderts war Ton ein wichtiger Bestandteil der "patentierten Einheitserde nach Prof. Dr. Anton Fruhstorfer". Bis heute sind Torf-Ton-Substrate im Gartenbau weit verbreitet. Durch die Einmischung von Tonmehlen, Tongranulaten oder Feuchttton wird vor allem die Nährstoff- und Wasserspeicherfähigkeit der Substrate erhöht. Zudem verbessert sich auch die Wiederbenetzbarkeit im Vergleich zu reinen Torfsubstraten. Mit diesen Eigenschaften stellt Ton eine Besonderheit unter den mineralischen Substratkomponenten dar, die ansonsten vor allem eingemischt werden, um die Luftkapazität und Drainfähigkeit des Substrates sowie dessen Strukturstabilität zu erhöhen. Vor allem bei Kulturen mit langer Standzeit (z.B. Kübelpflanzen, Innenraumbegrünungen aber auch Stauden und Gehölze) werden Substrate mit mineralischen Bestandteilen (Lava, Blähton) verwendet. Um die gewünschten Veränderungen der physikalischen Eigenschaften auch tatsächlich zu erreichen, sind allerdings Aufwandmengen von mindestens 30 bis 40 Vol.-% notwendig. Denn nur dann stützen sich die einzelnen Körner partiell aufeinander und können so das notwendige Stützskelett bilden (siehe Abb. 4 a). Werden geringere Volumenanteile eingemischt, so ist mit keinem positiven Effekt zu rechnen oder es kann bei Torfsubstraten und schweren Zuschlagstoffen sogar zu einer zusätzlichen Verdichtung und damit zu negativen Effekten kommen (Abb. 4 b)

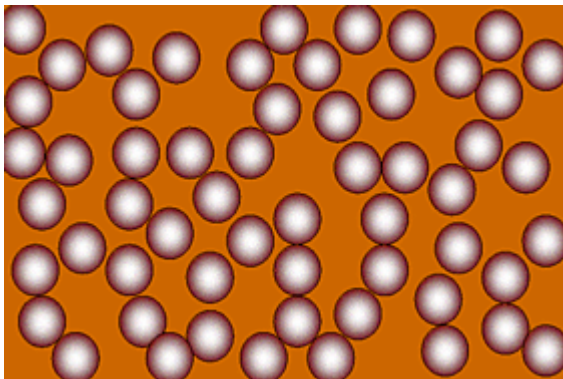


Abb. 4a: Schematische Darstellung eines Substrats mit ausreichendem mineralischem Anteil

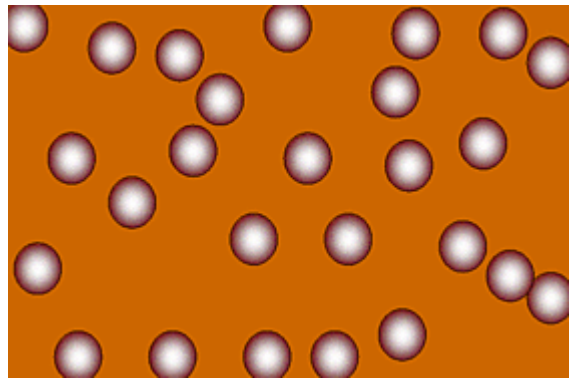


Abb. 4 b: Schematische Darstellung eines Substrats mit zu geringem mineralischem Anteil

Dipl. Ing. (FH) Dieter Lohr  
Institut für Gartenbau

## **Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe**

### **Blähton**

#### **Herstellung von Blähton**

Ausgangsstoff für Blähton sind Schichttone. Der Bläh- bzw. Brennprozess erfolgt bei Temperaturen zwischen 1000 und 1200 °C. Dabei schmilzt das Material an der Oberfläche und bildet eine keramische Sinterschicht. Im Inneren verbrennen gleichzeitig die organischen Bestandteile. Das entstehende CO<sub>2</sub> kann nicht schnell genug entweichen und bläht den Ton auf. Blähton hat also eine nahezu geschlossene Außenschicht und ist in seinem Inneren porös. Ganze Blähtonkugeln sind dementsprechend weitestgehend geschlossenporig, während das gebrochene Material offenporig ist. Bei nierenförmigem Blähton wird der Ton vor dem eigentlichen Brennprozess langsam von 300 auf 800 °C erhitzt und durch ständige Rotation granuliert. Die einzelnen Körnungen werden nach dem Brennen abgesiebt. Bei rundem Blähton werden die Körner auf einem Drehteller in der gewünschten Körnung vorgeformt und anschließend gebrannt.

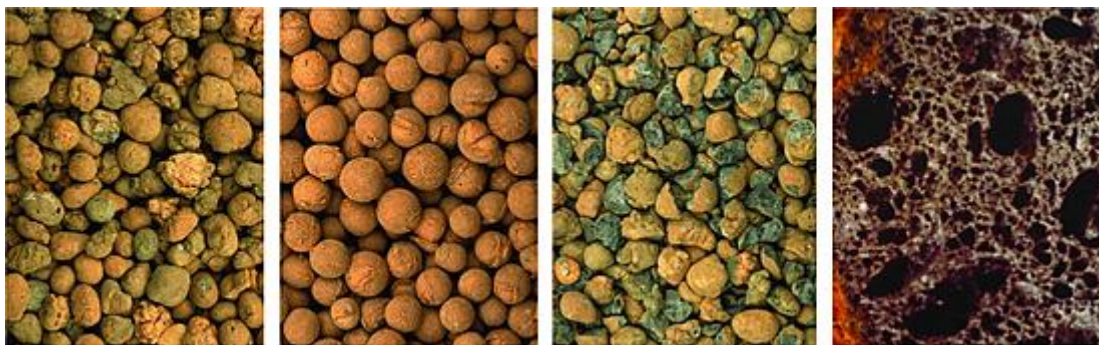


Abb. 1: v.l.n.r. nierenförmiger, runder und gebrochener Blähton und Detailansicht der Poren im Inneren

Die weitaus größten Blähtonmengen werden in der Bauindustrie benötigt. Hier wird das Material unter anderem als Baustoff und Dämmmaterial eingesetzt. Allerdings ist dieser Blähton, obwohl er gleich aussieht, nicht für eine Verwendung als Substrat im Gartenbau geeignet. Für diesen Zweck sind nur ausgesuchte, sehr salzarme, Herkünfte geeignet.

#### **Eigenschaften und Verwendung**

Im Gegensatz zu den Schichttonen, die als Rohstoff für die Herstellung dienen, hat Blähton nur eine äußerst geringe Wasser- und Kationenaustauschkapazität. Trotzdem können Nährstoffe, zumindest in gewissem Ausmaß gespeichert und auch wieder abgegeben werden. Es besteht somit einerseits bei einer sehr hohen



Düngung ein gewisser Schutz vor Salzschäden und andererseits in düngungsarmen Perioden die Möglichkeit einer erneuten Nährstofffreisetzung.

Ein Problem, das in der Praxis immer wieder zu beobachten ist, sind weiße Ausblühungen auf der obersten Blähton-schicht. Diese sind zwar für die Pflanzen in der Regel unschädlich, stellen aber einen erheblichen optischen Mangel dar und führen deshalb oft zu Reklamationen. Bei den Ausblühungen handelt es sich meist um auskristallisierte  $\text{CaSO}_4$  bzw.  $\text{CaCl}_2$  Ablagerungen. Die im Wasser gelösten  $\text{Ca}^{2+}$ -,  $\text{SO}_4^{2-}$ - und  $\text{Cl}^-$ - Ionen werden kapillar nach oben transportiert und bilden nach dem Abtrocknen der obersten Substratschicht die beschriebenen Beläge. Um das Auftreten der Ausblühungen zu minimieren, sollte ein kapillarer Wasseranstieg bis zur Substratoberfläche vermieden werden. Eine Möglichkeit hierzu ist das Waschen des Materials vor der Verwendung. Staub- und Feinanteile werden dadurch entfernt und somit die Wassersteighöhe reduziert. Des Weiteren sollte das Gießverhalten angepasst werden. Wassergaben über die Optimumanzeige des Wasserstandsanzeigers sind zu vermeiden. Zudem sind auch die Körnung sowie die Kornform von Bedeutung. So haben kleinere Körnungen eine größere Wassersteighöhe als größere, runde Körner bei gleicher Körnung eine geringere als unregelmäßige ("nierenförmige") und ganze Körner eine geringere als gebrochenes Material. Auch eine gröbere Blähton-Körnung oder eine Schicht Zierkies als Abdeckung kann, durch Brechung der Kapillarität, zur Reduktion der Ausblühungen beitragen.



Abb. 2: Weiße Ausblühungen bei Blähton

Bezüglich der chemischen Eigenschaften ist vor allem der Salzgehalt von Bedeutung für die Eignung als Substrat. Neben den bekannten Ballastsalzen Natrium und Chlorid spielt bei Blähton in der Hydrokultur das Fluorid eine wichtige Rolle. So treten z.B. an Dracaenen immer wieder Schäden durch zu hohe Fluorid-Gehalte im Blähton auf.



Abb. 3: Chlorosen und Nekrosen durch zu hohe Fluoridgehalte bei *Dracaena deremensis* 'Janet Craig'

Neben der Hydrokultur wird Blähton vielfach auch als mineralischer Zuschlagstoff in Kübelpflanzen- oder Innenraumbegrünungssubstraten sowie bei Dachsubstraten verwendet. Hierbei wird meist das gebrochene und damit offenporige Material genutzt. Der Blähton soll die Dränung des Substrates verbessern und dessen Strukturstabilität erhöhen. Wie in der letzten Ausgabe des Infodienstes dargestellt, müssen hierfür ausreichend hohe Anteile beigemischt werden. Neben diesen pflanzenbaulichen Vorteilen weist Blähton gegenüber anderen mineralischen Komponenten wie z.B. Lava eine relativ geringe Rohdichte auf, was sich insbesondere beim Transport positiv bemerkbar macht. Auch bei der Verwendung als Substratzuschlagstoff, insbesondere bei Innenraumbegrünungen, ist auf eine geringe Salzbelastung zu achten.





## Gütesicherung

Um Schäden – z.B. durch zu hohe Chlorid- oder Fluoridgehalte – zu vermeiden, sollte nur Blähton eingesetzt werden, der die in Tabelle 1 zusammengestellten Gütekriterien erfüllt und entsprechend zertifiziert ist.

Tabelle 1: Gütekriterien für Blähton als Kultursubstrat (siehe auch: [www.substrate-ev.org](http://www.substrate-ev.org) )

Gütekriterien		Wertebereiche				
		Blähtontyp			Sonderkörnungen	
		2 - 4 mm	4 - 8 mm	8 - 16 mm		
<b>1</b>	<b>Physikalische Eigenschaften</b>					
1.1	Körnung					
1.1.1	Anteil Unterkorn	Gew-%	≤ 15			
1.1.2	Anteil Überkorn	Gew-%	≤ 15			
1.2	Bruch <sup>1)</sup>	Gew-%	≤ 10			
1.3	Kornform (Anteil kugel- bzw. nierenförmiger Körner)	Gew-%	deklarerierter Sollwert ± 10 Gew-% (absolut)			
1.4	Schüttdichte trocken	kg/m <sup>3</sup>	≥ 360	≥ 330	≥ 300	Mindestwert <sup>2)</sup>
1.5	Wassersteighöhe	cm	≥ 10	≥ 9	≥ 8	Mindestwert <sup>2)</sup>
1.6	Wasseraufnahme	ml/l	≥ 120	≥ 90	≥ 60	Mindestwert <sup>2)</sup>
<b>2</b>	<b>Chemische Eigenschaften</b>					
2.1	pH-Wert	≥ 5,5				
2.2	Salzgehalt (KCl)	g/l	≤ 1,25			
2.3	Ca	mg/l	≤ 450			
2.4	Na	mg/l	≤ 50			
2.5	Mg	mg/l	≤ 75			
2.6	Cl	mg/l	≤ 50			
2.7	F	mg/l	≤ 5 <sup>3)</sup>			
2.8	Phosphatbindung	mg/l	Grenzwert in Erarbeitung			
<b>3</b>	<b>Biologische Eigenschaften</b>					
	wachstumshemmende Stoffe	frei von wachstumshemmenden Stoffen				

<sup>1)</sup> Bei Mischungen mit gebrochenem Material (Anteil >10 Gew-%) ist der Bruchanteil zu deklarieren. Die Einhaltung dieses Wertes wird im Rahmen der Gütesicherung überprüft.

<sup>2)</sup> Bei Sonderkörnungen ist ein Mindestwert zu deklarieren. Die Einhaltung dieses Wertes wird im Rahmen der Gütesicherung überprüft.

<sup>3)</sup> Bei Fluorid-Gehalten ≤ 2,5 mg/l ist folgende Deklaration möglich: "Auch für fluoridempfindliche Pflanzen geeignet"



## Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

### Steinwolle

#### Historie und Verbreitung

Bereits 1969 begannen an Universitäten in Dänemark und den Niederlanden grundlegende Versuche zur Nutzung von Steinwolle als Kultursubstrat. Ab Ende der 70er- bis Anfang der 80er Jahre erfolgte dann in den ersten Betrieben der Anbau von Schnittrosen auf Steinwolle. Heute ist Steinwolle das meistgenutzte Substrat bei erdelosen Kulturverfahren – insbesondere im Gemüse- und Schnittblumenanbau.

#### Herstellung

Der Ausgangsstoff von Steinwolle ist Diabas, ein vulkanisches Ergussgestein. Dieser wird in einem Kupolofen (siehe Abb. 1) – einer Art Miniaturhochofen – unter Zuschlag von Kalk und Koks bei 1200 bis 1600 °C geschmolzen. Die Schmelze wird anschließend auf rotierende Spindeln gegossen und so zu dünnen Fasern geformt. Die lockeren Steinwollfasern werden unter Zugabe eines Phenolharzes zu einer Matte gepresst. Bei diesem Prozess kann die Dicke und Dichte sowie die Faserrichtung der Matten je nach späterem Einsatzbereich gesteuert werden. Bei Steinwollmatten die für den Einsatz als Kultursubstrat vorgesehen sind, wird zudem ein Netzmittel zugegeben, da sich das Material ansonsten nicht befeuchten ließe.

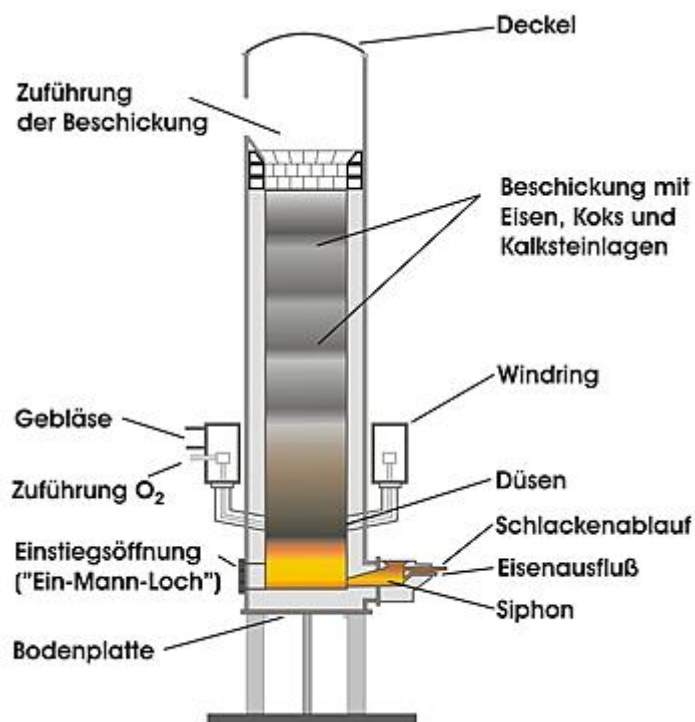


Abb. 1: Schematischer Aufbau eines Kupolofens (Quelle: Wikipedia)

## Verwendung

### Steinwolle als Substrat

Am weitesten verbreitet ist der Einsatz von folienumwickelten Steinwollmatten beim Anbau von Fruchtgemüse – Tomaten, Gurken, Paprika – sowie Schnittblumen unter Glas. Dazu kommen die Jungpflanzenanzucht (Stecklinge, Sämlinge) in Steinwollwürfeln sowie die Containerkultur (Schnittrosen, Mutterpflanzen) mit hydrophilen Steinwollflocken oder Growcubes. Die Growcubes werden in letzter Zeit auch vermehrt als Füllmaterial bei Durchflussfiltern (Sandfiltern) eingesetzt.



Abb. 2: Steinwollwürfel mit Pflanzloch zur Jungpflanzenanzucht



Abb. 3: hydrophile Steinwollflocken



Abb. 4: Growcubes

### Steinwolle als Substratzuschlagstoff

Neben der Verwendung als inertes Substrat wird Steinwolle derzeit auch vereinzelt als Zuschlagstoff in organischen Kultursubstraten genutzt. Dabei handelt es sich um wasserabweisende (hydrophobe) Steinwollflocken, die während des Herstellungsprozesses nicht mit einem Netzmittel behandelt werden. Durch den Zuschlag der Steinwolle werden die Dräufähigkeit der Substrate und die Belüftung des Wurzelraums verbessert. Auf Grund der Düngemittelverordnung von Ende 2008, die die Verwendung von Steinwolle nur noch in Systemen erlaubt, die eine getrennte Entsorgung möglich machen, dürften Substrate mit Zuschlag von Steinwollfasern ab Anfang 2010 vollständig vom Markt verschwinden.



Abb. 5: Hydrophobe Steinwollflocken

## Eigenschaften

Steinwolle hat im Vergleich zu Torf eine geringe Wasserkapazität und lässt sich – trotz der Tensidzugabe bei der Herstellung – nur recht schwer befeuchten, wobei insbesondere die Gleichmäßigkeit der Durchfeuchtung ein Problem darstellt. Vor der erstmaligen Verwendung muss die Steinwolle deshalb einmalig durch Überstauen vollständig wassergesättigt werden und sollte in der Folge nicht mehr austrocknen. Entscheidend für den Kulturerfolg bei der Verwendung von Steinwollmatten ist die gleichmäßige und ausreichende Wasserversorgung. Die Wasserverteilung in den Matten wird dabei maßgeblich von der Faserrichtung sowie der Dichte der Matten beeinflusst. Die Bewässerung erfolgt in der Regel durch Einzeltropfer von oben.

Tabelle 1: Physikalische Eigenschaften von Steinwolle im Vergleich zu Weißtorf nach EN 13041 (Daten: WEVER und KIPP 1996, WREDE 2001 und eigene Untersuchungen)

Parameter	Steinwolle*	Weißtorf
Rohdichte [kg/m <sup>3</sup> ]	48	80-120
Gesamtporenvolumen [Vol.-%]	98	90-95
Wasserkapazität bei pF 1 [Vol.-%]	39	75-80
Luftkapazität bei pF 1 [Vol.-%]	59	15-20

\*Mittelwerte aus 14 Steinwollproben

Steinwolle ist ein vollständig inertes Material ohne Pufferkapazität. Der pH-Wert liegt bei etwa 7 bis 8,5, ist aber ungepuffert und kann entsprechend einfach gesenkt werden. Die nicht vorhandene Pufferkapazität – sowohl bezüglich Nährsalzen als auch pH-Wert – ist gleichzeitig Vor- und Nachteil der Steinwollkultur. Zwar lassen sich das Nährstoffangebot sowie der pH-Wert über die Zusammensetzung der Nährlösung sehr exakt steuern, gleichzeitig erlaubt das System aber dabei keine Fehler und macht einen erheblichen Mess- und Regelaufwand notwendig. Der Bewässerungszeitpunkt kann dabei u.a. über Feuchtefühler oder Klimaparameter – wie die Einstrahlungssumme – gesteuert werden. Die Wassermenge wird so gewählt, dass ein Dränwasseranteil von 20 bis 30 % erreicht wird, da ansonsten die Gefahr einer Salzanreicherung in der Steinwolle besteht. Neben der Drainwassermenge sind auch der EC- und pH-Wert des Dränwassers, wie auch der Nährlösung wichtige Regelgrößen, die meist kontinuierlich gemessen werden.

### Umwelt- und Gesundheitsproblematik

Ein großes Problem bei der Verwendung von Steinwolle ist die Entsorgung bzw. Wiederverwertung. Die bisher teilweise praktizierte Entsorgung über die Beimischung zu Komposten oder als Zuschlagstoff im Garten- und Landschaftsbau ist auf Grund der gesetzlichen Regelungen (s.o.) nicht mehr möglich. In den Niederlanden, wo die Problematik wegen der großen anfallenden Mengen am drängensten ist, wurde bereits Anfang der 1990er Jahre ein zentrales Entsorgungssystem etabliert. Die Matten werden gesammelt, von der Folienummantelung getrennt, geschreddert und beispielsweise als Beimischung in der Ziegelproduktion oder als Rohstoff bei der Steinwolleherstellung wiederverwertet. Für den Gärtner entstehen durch dieses System Entsorgungskosten von etwa 15 €/je m<sup>3</sup> an.

Auch gesundheitlich ist das Material nicht ganz unbedenklich. So wurde zwar 2002 von der IARC (International Agency for Research on Cancer) Steinwolle als nicht karzinogen für den Menschen eingestuft. Allerdings können bei direktem Kontakt, z.B. beim Auspacken aus der Folienummantelung beim Ausräumen oder dem Einfüllen des lockeren Materials in Container, Hautirritationen wie Rötungen oder Juckreiz auftreten.



Literatur:

IARC 2002: [monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol81/mono81-6E.pdf](http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol81/mono81-6E.pdf)

GÖHLER, F., und H.-D. MOLITOR, 2002: Erdelose Kulturverfahren im Gartenbau, Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart.

WEVER, G. and J.A. KIPP, 1998: Characterisation of the hydrophysical behaviour of stonewool. Proc. 16th World Congress of Soil Science, Montpellier

WREDE, A. 2001: Untersuchungen zur Ermittlung der Kennwerte des Luft- und Wasserhaushaltes von Kultursubstraten. Dissertation an der Universität Hannover.

ZIT, 1992: Kultursubstrate im Gartenbau. Lehrer-Service-Medienpaket, Hannover.

Dipl. Ing. (FH) Dieter Lohr  
Institut für Gartenbau



---

## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Juli 2009

---

### Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

#### Ton als Substratzuschlagstoff

##### Historie

Ab etwa 1950 wurden die bis dahin üblichen Praxiserden, deren Rezepturen Betriebsgeheimnisse darstellten und die speziell für einzelne Kulturen gemischt wurden, durch Standardsubstrate mit definierten chemischen und physikalischen Eigenschaften abgelöst. Eines der ersten Standardsubstrate war die "patentierte Einheitserde nach Prof. Dr. Anton Fruhstorfer" eine Mischung aus 60 bis 70 Vol. % Hochmoortorf und 30 bis 40 Vol. % Untergrundton. Bei heutigen Torf-Ton-Substraten liegt der Tongehalt in der Regel etwas niedriger.

##### Begriffserklärungen

Bodenkundlich bezeichnet Ton die Körnungsklasse mit Teilchen  $< 0,002$  mm. Bei der Körnungsklasse Schluff reicht die Teilchengröße von  $0,002$  bis  $0,063$  mm und beim noch gröberen Sand von  $0,063$  bis  $2$  mm. Einen Boden, der überwiegend aus Teilchen  $< 0,002$  mm besteht, bezeichnet man entsprechend als tonigen Boden bzw. Tonboden. Hauptbestandteil von Tonen sind Tonminerale. Diese sind durch die chemische Verwitterung von Glimmern, Feldspäten und anderen Mineralien, die in von Erstarrungsgesteinen vorkommen, entstanden. Chemisch handelt es sich bei Tonmineralen um Schichtsilikate, die nach ihrem strukturellen Aufbau in Zwei-, Drei oder Vierschicht-Tonminerale unterteilt werden. Als Zuschlagstoff für Kultursubstrate sind insbesondere die Dreischichttonminerale geeignet, die je nach Aufbau und Eigenschaften in drei Mineralgruppen eingeteilt werden:

Illit: benannt nach dem US-Bundesstaat Illinois, wo Illit erstmalig beschrieben wurde




Vermiculit: von lat. vermis = Wurm, der Name bezieht sich darauf, dass Vermiculite sich beim Erhitzen aufblähen und aussehen wie kleine Würmer

Smectit: von griech. smectos = gestrichen, geschmiert, das wichtigste Mineral in dieser Gruppe ist Montmorillonit: benannt nach der französischen Ortschaft Montmorillon, der ersten Fundstätte

Hinzu kommen noch die so genannten Übergangminerale, die in ihren Eigenschaften zwischen Illiten auf der einen und Vermiculiten bzw. Montmorilloniten auf der anderen Seite stehen. Für Substrate werden v.a. Vermiculit und Smectit / Montmorillonit verwendet, da diese das beste Wasserhaltevermögen und die höchste

Kationenaustauschkapazität haben. Die Übergangsmminerale und Illit sowie Zwei- bzw. Vierschichttonminerale sind dagegen weniger wertvoll (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Übersicht über Struktur und Eigenschaften von Tonmineralen (verändert nach BLUM 2007)

	Kaolinit	Illit	Übergangs- minerale	Vermiculit	Smectit	Chlorit
Gittertyp	1 : 1	2 : 1				2 : 1 : 1
Strukturschema	 Si Al	 Si, Al Al, Fe, Mg Si, Al				 Si, Al Al, Fe, Mg Si, Al Al, Fe, Mg
Isomorpher Ersatz	-	vorwiegend in Tetraedern			in Tetraedern und in Oktaedern	
Negativer Ladungsüberschuss (L)	~ 0	0,60-0,90			0,25-0,60	~ 0
Aufweitbarkeit	-	-	X	XX	XXX	-
Zugängliche innere Oberfläche	-	X	XX	XXX	XXX	-
Wasserhaltevermögen	X	X	XX	XXX	XXXX	X
Adsorptionsvermögen	X	XX	XXX	XXXX	XXX	X
Kontraktilität bei K-Zufuhr	-	-	XXX	XXX	X	-
Plastizität, Kohäsion	X	X	XX	XXX	XXX	X

Die Angaben "Tonmehl", "Tongranulat" oder "Naturton" auf Substratsäcken sagen nichts über die Art und Herkunft des verwendeten Tons aus, sondern nur über die Form, wie er dem Substrat beigemischt wurde (Tonmehl = getrocknet und fein vermahlen; Tongranulat = getrocknet und grob vermahlen/granuliert; Naturton = feucht). Die Bezeichnung Untergrundton bzw. Alluvialton gibt Auskunft über die Entstehungsgeschichte des Tons. Bei Untergrundton handelt es sich um Tongestein aus tieferen Bodenschichten, bei Alluvialton um Tonschichten, die in Flussniederungen abgelagert wurden. Rückschlüsse auf die enthaltenen Tonminerale und damit auf die Eigenschaften des Tons lassen diese Angaben nicht zu.

### Eigenschaften von Ton als Substratzuschlagstoff

Ton nimmt unter den mineralischen Substratzuschlagstoffen eine Sonderstellung ein. Während durch die meisten anderen mineralischen Zuschlagstoffe (Lava, Bims, Blähton, Sand, Perlite) die Drämfähigkeit verbessert und das Luftporenvolumen erhöht werden soll, dient Ton unter anderem dazu die Wasserhaltefähigkeit zu erhöhen. Auch wird durch Ton der Benetzungswiderstand gesenkt, die Substrate lassen sich somit nach dem Austrocknen leichter wiederbefeuchten. Des Weiteren wird durch die hohe Kationenaustauschkapazität der Tonminerale die Pufferung der Substrate erhöht, was eine gleichmäßige Nährstoffversorgung sichert sowie das Risiko von Salzschäden – durch Überdüngung oder Ballastsalze – verringert (siehe Abbildung 1).



Abb. 1: Verringerung von NaCl-Schäden bei Impatiens Neu-Guinea durch Ton

Bezüglich der Tonwirkung scheint die Form der Bemischung (als Feuchttton/Naturton, Tonmehl oder Tongranulat) nur eine untergeordnete Rolle zu spielen, entscheidender sind die Eigenschaften der enthaltenen Tonminerale – insbesondere deren Kationenaustauschkapazität – und die Tonmengen die eingemischt werden. So kann mit Tonen, die einen sehr hohen Anteil Montmorillonit (z.B. Bentonit) enthalten, schon mit geringen Mengen eine deutliche Wirkung erzielt werden, während bei Tonen, die viel Kaolinit oder Chlorit enthalten, auch sehr hohe Beimengungen keine Wirkung zeigen. Bei Verwendung von Tonen mit vergleichbaren Eigenschaften steigt die Wirkung mit steigendem Tongehalt im Substrat an.

Bei der Beurteilung der eingemischten Mengen ergeben sich auf Grund unterschiedlicher Größeneinheiten oft Unklarheiten. So wird die Tonmenge entweder in kg je m<sup>3</sup> Substrat angegeben oder es erfolgt eine Angabe in Gewichts- bzw. Volumenprozent. In Tabelle 2 ist der Zusammenhang zwischen den verschiedenen Mengenangaben an Substraten mit 30 kg/m<sup>3</sup> bzw. 30 Gew.-% und 30 Vol.-% Tonbeimischung aufgezeigt.

Tabelle 2: Vergleich verschiedener Größeneinheiten bei der Angabe der Tonmenge

eingemischte Tonmenge	Tonmenge umgerechnet in		
	kg/m <sup>3</sup>	Gew.-%	Vol.-%
30 kg/m <sup>3</sup>	30	8-12	2-4
30 Gew.-%	100-150	30	8-12
30 Vol.-%	300-450	70-90	30



## Kompakte Pflanzen mit Ton

Ein weiterer positiver Effekt von Ton in Kultursubstraten ist sein Einfluss auf den Habitus der Pflanzen. In einer Vielzahl Versuchen mit unterschiedlichen Kulturen (z.B. Topfchrysanthen, Cyclamen, Impatiens Neu-Guinea, Petunien, Primeln, Poinsettien, *Salvia nemorosa*) zeigte sich in Torf-Ton-Substraten ein signifikant kompakteres Pflanzenwachstum als in Torfsubstraten. Die genauen Ursachen für diesen Effekt sind nicht geklärt. Eine gewisse Rolle dürfte das zum Teil erhebliche Phosphatbindungsvermögen von Tonen spielen, da dies zu einer reduzierten Phosphatversorgung führt (Abb. 2).



Abb. 2: Kompakterer Habitus bei Impatiens Neu-Guinea durch steigende Tongehalte im Substrat (li. ohne Ton; m. 15 Vol.-%; re. 30 Vol.-% Ton) nach 9 Kulturwochen

## Literatur

- GRANTZAU E., 1998: Verschiedene Tonherkünfte und Wachstum. DeGa 48/1997, Spezial Kultursubstrate, S. 6-8.
- GRANTZAU E. und NOLTE H.-J., 1998: Tone für Substrate. DeGa 49/1998, S. 6-8.
- SCHEFFER, F., 2002: SCHEFFER/SCHACHTSCHABEL, Lehrbuch der Bodenkunde. 15. neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg.
- BLUM, W. E. H., 2007: Bodenkunde in Stichworten. 6. völlig neu bearbeitete Auflage. Verlag Ferdinand Hirt, Kiel.

Dipl. Ing. (FH) Dieter Lohr  
Institut für Gartenbau



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe August 2009

### Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

#### Perlite als Substratzuschlagstoff

##### Herstellung

Das Ausgangsgestein wird als Perlit (ohne "e") bezeichnet. Es handelt sich dabei um ein physikalisch und chemisch umgewandeltes vulkanisches Glas (Obsidian). Im Laufe der Zeit entsteht durch Verwitterung und Entglasung aus dem ursprünglich harten und dunkel-glänzenden Obsidian ein blau-graues Lockergestein, das Perlit. Es wird im Tagebau gewonnen, große Perlit-Vorkommen befinden sich z.B. auf der griechischen Insel Milos.



Abb. 1: Perlit-Tagebau am Tsingrado Vulkan auf der Insel Milos  
(Quelle: [www.volcanodiscovery.com](http://www.volcanodiscovery.com))

In der weiteren Aufbereitung wird das Material zerkleinert und abgesiebt. Dieses zerkleinerte Perlit hat eine Schüttdichte von etwa 1000 g/l und einen Kristallwassergehalt von 2 bis 5 Vol.-%. Durch langsames Erhitzen auf etwa 1000 °C dehnt sich das enthaltene Wasser aus und bläht das Material auf das 10 bis 20-fache seines Ausgangsvolumens auf. Endprodukt dieses Blähprozesses ist ein grau-weißes, poröses Granulat mit einer Schüttdichte von nur noch 50 bis 100 g/l. Nun spricht man von Perlite (mit "e").



Abb. 2: Vom Ausgangsgestein Obsidian bis zum Endprodukt Perlite

## Eigenschaften

Perlite ist ein inertes Material, das weder die Nährstoffverfügbarkeit noch den pH-Wert wesentlich beeinflusst. Der pH-Wert von Perlite liegt mit 7 bis 8 im neutralen bis schwach alkalischen Bereich und ist so gut wie ungepuffert. Das Gesamtporenvolumen beträgt bei 95 Vol.-%. Dabei sind die Randporen offen, die Kernporen aber geschlossen. In den äußeren Poren kann also in gewissem Umfang pflanzenverfügbares Wasser gespeichert werden bzw. die enthaltene Luft steht im Gegensatz zur Luft in den Kernporen der Pflanzenwurzel zur Verfügung. Die Wasserkapazität des Materials hängt von der Körnung ab. Sie liegt zwischen 25 Vol.-% (grobe Körnung) und 50 Vol.-% (feine Körnung). Zum Vergleich: Steinwolle hat eine Wasserkapazität von etwa 40 Vol.-%, Weißtorf von 80 Vol.-%. Des Weiteren ist Perlite krankheits- und unkrautfrei.

Wie beispielsweise Blähton oder Steinwolle wird Perlite hauptsächlich in der Bauindustrie als Dämmmaterial verwendet. Perlite für Bauzwecke wird zum Teil mit Paraffinharzen oder Bitumen ummantelt. Zudem spielen Salzgehalte im Gegensatz zur Verwendung als Substratzuschlagstoff keine Rolle. Um Schäden an den Kulturen zu vermeiden, sollte nur hochwertiges – speziell für die Verwendung im Gartenbau vorgesehenes – Perlite verwendet werden, das die in Tabelle 1 zusammengestellten RAL-Qualitätskriterien der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (<http://www.substrate-ev.org>) erfüllt.



## Verwendung

Perlite wird zum einen als Zuschlagstoff in Substraten eingesetzt, um insbesondere die Luftkapazität zu erhöhen. Gleichzeitig wird auch die Strukturstabilität verbessert. Zusätzliches Plus von Perlite gegenüber anderen mineralischen Zuschlagstoffen (z.B. Blähton, Lava) ist das sehr geringe Volumengewicht, was sich unter anderem bei den Transportkosten positiv bemerkbar macht. Bei der Einmischung von Perlite in Substrate hängt der Effekt maßgeblich von der Menge ab. Einzelne Perlitekörnchen haben eher einen optischen Effekt als dass sie die physikalischen Eigenschaften nachhaltig verbessern. Aussaaten werden zum Teil mit Perlite abgestreut. Dadurch wird während der Keimung eine gleich bleibende Feuchtigkeit erreicht, ohne dass der Gasaustausch übermäßig eingeschränkt wird. Auch die Vermehrung von Stecklingen in Perlite ist möglich.

Nicht nur in Substraten wird Perlite zur Verbesserung der physikalischen Eigenschaften genutzt. Auch als Bodenverbesserungsmittel im Garten- und Landschaftsbau findet Perlite Verwendung. So kann z.B. bei Rasenaussaaten auf schweren tonigen Böden die Luftführung des Bodens verbessert werden.



Abb. 3: Tomatenanbau in Containern mit Perlite



Abb. 4: Gurkenanbau in Perlite-GrowBags

Perlite wird auch als Substrat in erdelosen Kultursystemen, z.B. beim Anbau von Schnittblumen oder Fruchtgemüse, verwendet. Da es sich um ein inertes Material handelt, kann die Düngung sehr exakt gesteuert werden. Ferner bestehen im Gegensatz zu Steinwolle keine Probleme mit der Wiederbenetzbarkeit. Das Material wird entweder locker in Container eingefüllt oder es werden mit Perlite gefüllte Kunststoffsäcke – so genannte GrowBags – genutzt. Die Bewässerung erfolgt in der Regel mit Tropfschläuchen von oben im Überschuss.

Dipl. Ing. (FH) Dieter Lohr  
Institut für Gartenbau





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe September 2009

### Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

#### Vermiculit / Vermiculite

##### Herkunft und Herstellung

Bei Vermiculit bzw. Vermiculite muss - ähnlich wie bei Perlit und Perlite – zwischen dem Ausgangsmaterial und dem aufbereiteten Material, das im Gartenbau verwendet wird, unterschieden werden. Im Folgenden wird das Ausgangsmaterial als Vermiculit und das aufbereitete Material als Vermiculite bezeichnet, in der Regel werden die Begriffe aber synonym verwendet. Bei Vermiculit handelt es sich um ein Drei-Schicht-Tonmineral (siehe [Infodienst Weihenstephan 07/2009](#)). Große Lagerstätten befinden sich z.B. in Südafrika und den USA, dort wird das Material im Tagebau gewonnen. Ab 200 bis 300 °C beginnt in den Zwischenschichten eingelagertes Wasser zu verdampfen und die einzelnen Schichten auseinander zu treiben. Dieser Vorgang wird als Exfoliation bezeichnet. Den dabei entstehenden wurmförmigen Gebilden verdankt das Mineral seinen Namen (vermiculus = lat. Würmchen)



Abb. 1: Roh-Vermiculit-Plättchen (links) und durch Erhitzen exfoliertes Material

Für die Anwendung im Gartenbau oder anderen industriellen Bereichen (Dämmmaterial in der Bauindustrie, Katzenstreu, Einstreu für Reptilien etc.) erfolgt die Exfoliation bei Temperaturen von 800 bis 1000 °C. Anschließend wird das Material abgesiebt und in unterschiedlichen Körnungen angeboten.



Abb. 2: Detailaufnahme von Vermiculite in der Körnung 3-8 mm

### **Vermiculite und Asbest**

Immer wieder finden sich Berichte über eine Asbestkontamination von Vermiculite und die sich daraus ergebende Gesundheitsgefährdung bei der Anwendung. Das kontaminierte Material stammte aus einer Vermiculit-Mine in Libby im US-Bundesstaat Montana. Dort kommt bzw. kam ein Asbestmineral (Tremolite) als Nebenbestandteil vor. Seit 1990 ist die Mine geschlossen. Inzwischen wird Vermiculite auf eine Kontamination mit Asbest untersucht, so dass von dem aktuell am Markt befindlichen Material keine Gefahr ausgeht.

### **Vermiculite als Substratzuschlagstoff**

Wie auch das Ausgangsmaterial wird Vermiculite vor allem wegen seiner Wasserspeicherfähigkeit und Nährstoffpufferkapazität Substraten beigemischt. In Tabelle 1 sind die chemischen und physikalischen Eigenschaften von unterschiedlichen Vermiculiteproben in verschiedenen Körnungen, die in Versuchen an der FGW verwendet wurden, zusammengestellt. Allerdings lassen sich diese Werte nicht ohne weiteres verallgemeinern, da Unterschiede in den Eigenschaften zwischen den verschiedenen Herkünften bestehen. Bei den chemischen Eigenschaften sind insbesondere die sehr hohen Magnesiumgehalte von bis zu 500 mg/l (CAT) sowie die Kaliumgehalte von z.T. über 200 mg/l bei der Verwendung zu berücksichtigen. Da diese Werte zudem sehr stark schwanken, sollte das Material vor der Verwendung analysiert werden. Der pH-Wert ist mit etwa 8 recht hoch, aber nur schwach gepuffert. Der BT-Wert, als Maß für die Kationenaustauschkapazität (KAK), liegt etwa im Bereich von Bentonit. Bei den physikalischen Eigenschaften ist vor allem die z.T. hohe Wasserkapazität zu erwähnen, die bei sehr feinen Körnungen über 80 Vol.-% erreichen kann.

Tab. 1: Chemische und physikalische Eigenschaften von Vermiculite unterschiedlicher Herkunft und Körnung

Wertebereich	Vol.Gew. (trocken)	pH-Wert (CaCl <sub>2</sub> )	Salz (H <sub>2</sub> O)	N (CAT)	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAT)	K <sub>2</sub> O (CAT)	Mg (CAT)	Na (H <sub>2</sub> O)	Cl (H <sub>2</sub> O)	CaCO <sub>3</sub>	KAK (BT-Wert)
	g/l		g KCl/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	mg/l	%	mmol/l
von	130	7,7	0,03	< 1	< 3	70	260	< 15	< 5	< 0,5	40
bis	170	8,2	0,10			280	510				90

Wertebereich	Porenvolumen	Wasserkapazität	Luftkapazität
	Vol.-%	Vol.-%	Vol.-%
von	90	45	5
bis	95	85	50

### Einfluss auf das Pflanzenwachstum

In einem Versuch mit Buschbohnen wuchsen die Pflanzen bei einer überzogenen Düngung mit 6 g PG Mix (14 + 16 + 18) je Liter in einem Torf-Vermiculite-Substrat mit 20 Vol.-% Vermiculitebeimischung signifikant besser als solche in einem Torfsubstrat. Während die Pflanzen im Torfsubstrat deutliche Salzschäden zeigten, waren bei den Pflanzen im Torf-Vermiculite-Substrat keine Schadsymptome zu erkennen. Ein vergleichbarer Effekt wie mit Vermiculite konnte aber auch durch die Beimischung von 20 Vol.-% Untergrundton - als Feuchttton eingemischt - erzielt werden (Abb. 3).

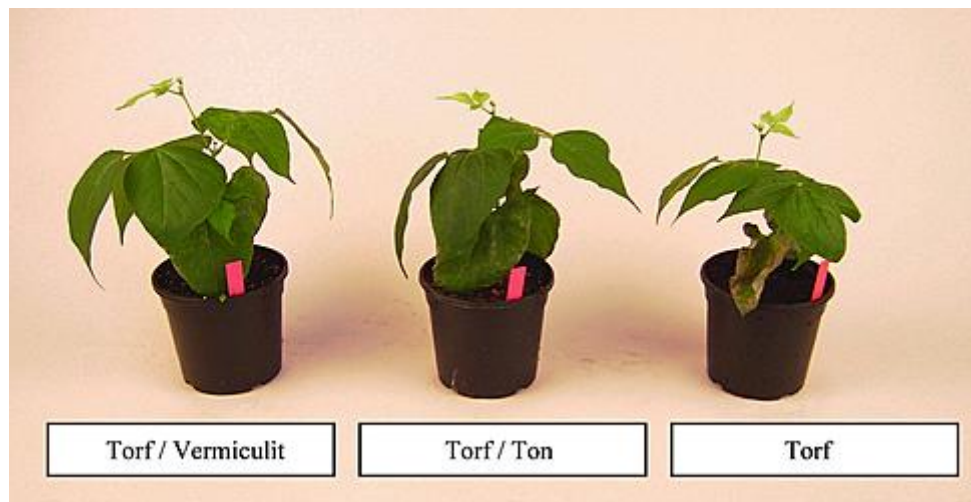


Abb. 3: Verringerung von Salzschäden bei Buschbohnen durch Beimischung von Vermiculite bzw. Naturton bei einer Düngung mit 6 g PG-Mix (14 + 16 + 18) je Liter

Im Vergleich zu Feuchttton hat Vermiculite den Vorteil, dass es sich wesentlich einfacher in das Substrat einmischen lässt. Allerdings ist das Material auf Grund der energieintensiven Aufbereitung auch deutlich teurer. Sowohl mit Beimischungen deutlich über 20 Vol.-% als auch bei der Verwendung von 100 % Vermiculite war eine negative Beeinflussung des Wachstums zu erkennen. Bei *Delphinium* zeigte sich zum Beispiel bei einer Vermiculite-Beimischung von 50 Vol.-% im Vergleich zur

Beimischung von 25 Vol.-% ein leicht vermindertes Wachstum. Bei der Verwendung von 100 % Vermiculite waren die Pflanzen sogar massiv geschädigt (Abb. 4).

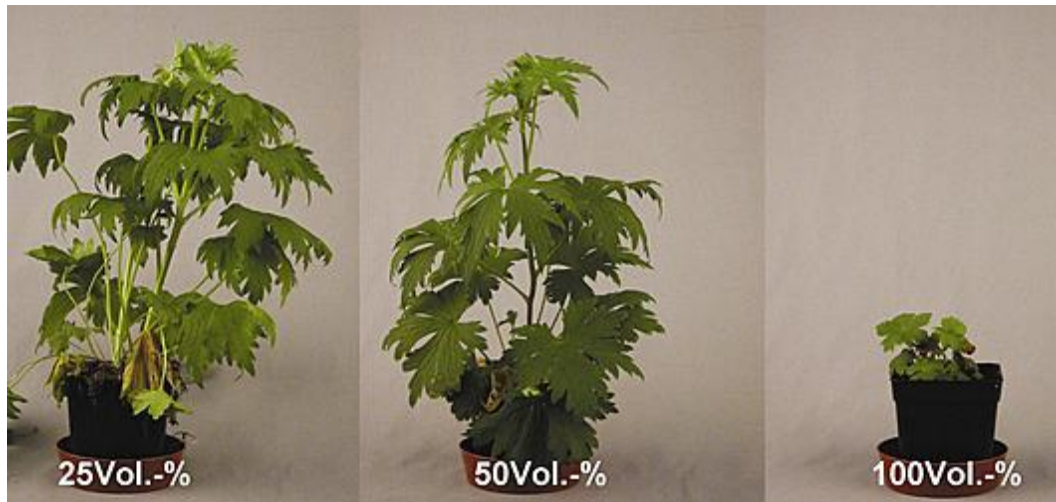


Abb. 4: Wachstum von Delphinium 'Magic Fountain' bei 25, 50 und 100 Vol.-% Vermiculite

Eine Ursache dürften die angesprochenen hohen Magnesiumgehalte sein, die Wuchsdepressionen verursachen können (Abb. 5).

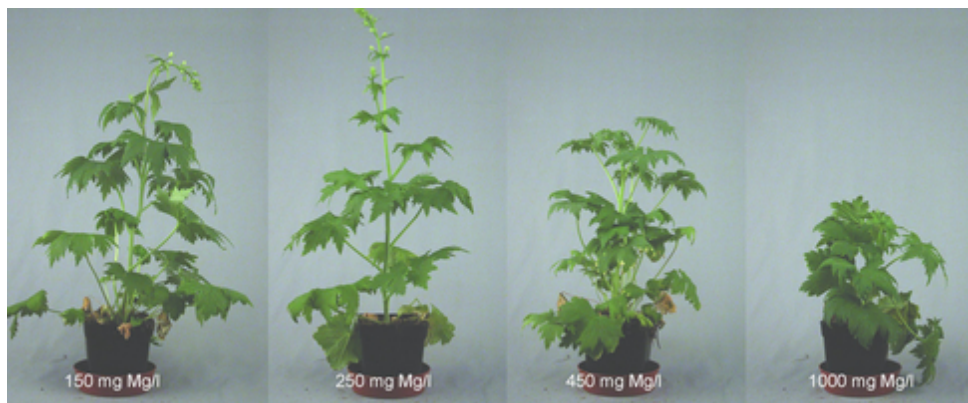


Abb. 5: Zunehmende Wuchsdepressionen bei Delphinium 'Magic Fountain' in einem Torfsubstrat durch steigende Magnesiumgehalte

Da sich das Material auch bei sehr hoher Wassersättigung noch relativ trocken anfühlt, besteht zudem die Gefahr von Luftmangel im Substrat. Bei der Verwendung von Vermiculite muss daher die Bewässerung dementsprechend angepasst werden.

### **Sonstige Verwendungsmöglichkeiten von Vermiculite im Gartenbau**

Neben der Verwendung als Substratzuschlagstoff wird das Material auch oft zum Abstreuen von Aussaaten (Abb. 6), zur Überwinterung von Knollen und Zwiebeln sowie zur Einlagerung von Wurzelstöcken eingesetzt. Vorteil von Vermiculite ist dabei, dass es sehr viel Wasser über einen längeren Zeitraum speichern kann, so dass die Aussaaten bzw. Knollen gleichmäßig feucht bleiben. Gleichzeitig wird der Gasaustausch aber nicht behindert, da die Vermiculite-Teilchen nicht verschlämmen.





Abb. 6: Automatisiertes Abstreuen von Aussaatkisten mit Vermiculite

Dipl. Ing. (FH) Dieter Lohr  
Institut für Gartenbau



## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Oktober 2009

### Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

#### Ziegelbruch als Substratzuschlagstoff

##### Definition und Herstellung

Je nach verwendetem Ausgangsmaterial wird bei der Herstellung von Ziegelbruch zwischen Recycling- und Nicht-Recyclingprodukten unterschieden. Dachziegel und Mauerwerksziegel von Gebäudeabbrüchen bilden das Ausgangsmaterial für Recycling-Ziegelbruch. Stammen die Bruchziegel direkt aus einer Ziegelei (zerbrochene Ziegel, Fehlproduktionen) entsteht daraus das Nicht-Recyclingprodukt. Der wichtigste Unterschied zwischen diesen beiden Arten ist, dass Abbruchziegel kalkhaltigen Mörtel enthalten, der die chemischen Eigenschaften des Ziegelbruchs verändert (hoher pH-Wert).

Ziegelbruch wird in beiden Fällen durch Brechen und Fraktionieren der Ausgangsmaterialien gewonnen. Im Falle der Herstellung eines Recyclingproduktes kommt noch die Prüfung auf mögliche Kontaminationen, z.B. mit Schwermetallen oder organischen Schadstoffen, hinzu. Außerdem müssen der enthaltene Feinmörtel abgesiebt und andere Fremdstoffe entfernt werden. Dies geschieht durch händische Aussortierung bzw. bei eisenhaltigen Metallen mit Hilfe eines Magnetabscheiders, leichte Bestandteile können per Windsichtung abgetrennt werden.

Die Ökobilanz von Recycling-Ziegelbruch fällt positiv aus, da er in einem mechanischen Herstellungsverfahren (geringer Energieaufwand und Schadstoffausstoß) gewonnen wird. Die Transportwege werden durch eine dezentrale Herstellung kurz gehalten.

##### Verwendung

Als Substratkomponente findet in der Regel das Recyclingprodukt Verwendung, wobei darauf zu achten ist, dass möglichst wenig Mörtelreste und andere Fremdstoffe enthalten sind. Dies ist vor allem bei der Verwendung von gebrauchten Dachziegeln als Ausgangsmaterial gegeben. Ziegelbruch wird in reiner Form als Substrat für einschichtige



Abb. 1: Ziegelbruch

Dachbegünungen und als Drainschicht für mehrschichtige Dachbegrünungen verwendet. In Mischung mit organischen und anderen mineralischen Komponenten werden aus Ziegelbruch Substrate für mehrschichtige Dachbegrünungen, Lärmschutzwände, Bäume, Kübelpflanzen, Stauden, Pflanzelemente im Freien, Baumschulcontainer, Rasengittersteine und Rasentragschichten hergestellt. Möglich sind dazu Mischungen z.B. aus

50 Vol.-% Ziegelbruch + 50 Vol.-% Grüngutkompost (salzarm);  
50 Vol.-% Ziegelbruch + 30 Vol.-% Holzhäcksel + 20 Vol.-% Grüngutkompost oder  
30 Vol.-% Ziegelbruch + 40 Vol.-% Kesselsand + 30 Vol.-% Grüngutkompost.

Versuche mit Gehölzen in torffreien Substraten zeigten, dass z.B. *Buxus sempervirens* in einem Substrat aus 30 Vol.-% Ziegelbruch + 40 Vol.-% Kompost + 30 Vol.-% Schlacke genauso gut wuchs wie in einem reinem Torfsubstrat. Nur leicht reduziertes Wachstum wurde in einem Substrat aus 40 Vol.-% Ziegelbruch und 60 Vol.-% Kompost beobachtet (Schmitz, 2001). Dies macht deutlich, dass ziegelbruchhaltige Substrate im Baumschulbereich durchaus eine Alternative zu reinen Torfsubstraten darstellen.

In einem über 4,5 Jahre durchgeführten Versuch mit Gehölzen in unterschiedlichen Substraten als Vegetationstragschicht in großvolumigen Betonelementen erwiesen sich Substrate mit Ziegelbruch als geeignet, da sie auf Dauer eine hohe Wasserkapazität bei ausreichender Luftkapazität aufwiesen und keine Pflanzenschäden hervorriefen (Jauch und Fischer, 2007).

## **Eigenschaften**

Da Ziegelbruch als Alternative zu Blähton im Dachbegrünungsbereich eingesetzt werden kann, werden die Eigenschaften von Ziegelbruch im Vergleich mit Blähton betrachtet (Tab.1).

Für den Einsatz von Substratkomponenten vor allem in der Dachbegrünung ist es wichtig, dass die physikalischen Eigenschaften vor Kulturbeginn möglichst optimal sind, da sie im Gegensatz zu den chemischen Eigenschaften nach dem Einbau nicht mehr verändert werden können und die Tragschichten viele Jahre genutzt werden sollen.

Ziegelbruch weist eine hohe Wasserspeicherfähigkeit bei gleichzeitig hoher Luftkapazität auf - diese Eigenschaften machen ihn besonders geeignet für die Verwendung als Substrat(komponente). Durch Zusatz geringer Mengen (3 - 8 Gew.-%) organischer Substanz, z.B. Kompost, kann die Wasserspeicherfähigkeit weiter verbessert werden.

Ziegelbruch stabilisiert langfristig die Substratstruktur, muss dazu allerdings in Mengen über 30 Vol.-% eingesetzt werden, damit sich die einzelnen Fragmente aufeinander abstützen und somit ein stabiles Gerüst bilden können. Da Ziegelbruch ein gebrochenes Material ist, weist es eine hohe Lagestabilität auf - beim Begehen von begrüneten Dachflächen bilden sich im Gegensatz zu Blähtonsubstraten keine ungewollten Mulden.

Die hohe Schüttdichte von Ziegelbruch muss bei der zulässigen Dachlast berücksichtigt werden. Sie vermindert aber andererseits auch die Anfälligkeit des Substrates für Winderosion. Trotzdem kann Ziegelbruch zur Verwendung als

Dachsubstrat auf das Dach geblasen werden, wodurch der Einbau vereinfacht wird. Des Weiteren ist Ziegelbruch frostbeständig und nicht brennbar.

Die pH-Werte von Ziegelbruch liegen etwa im Bereich der Werte von Blähton und somit geringfügig über den von der FLL vorgeschriebenen Werten. Dennoch ermöglichen nach Erfahrungen an der Forschungsanstalt für Gartenbau Weihenstephan auch Substrate mit pH-Werten über 8,5 sehr gutes Pflanzenwachstum in der Dachbegrünung. Die Salzgehalte des Ziegelbruchs sind wesentlich höher als die von Blähton. Bei der Beurteilung ist aber zu berücksichtigen, dass ein hoher Anteil als pflanzenverträgliches Ca-Sulfat (Gips) vorliegt und somit die Messwerte verfälscht. Die z.T. hohen Calciumgehalte im Ziegelbruch können durch einen hohen Mörtelanteil begründet sein.

Die höheren Nährstoffgehalte von Ziegelbruch im Vergleich zu Blähton sind pflanzenbaulich nicht negativ zu bewerten, sollten aber bei der Bemessung der Düngungshöhe berücksichtigt werden. Außerdem hat Ziegelbruch ein hohes Sorptions- und Pufferungsvermögen.

Tab. 1: Eigenschaften von Ziegelbruch im Vergleich zu Blähton (nach Meinken)

Eigenschaft	Blähton „Leca G“	Ziegelbruch		
	gebrochen 2-8 mm	Herkunft a 6-12 mm	Herkunft b 2-12- mm	Herkunft c 2-16 mm
<b>chemische Eigenschaften</b>				
pH-Wert	8,9	9,0	8,9	8,7
Salz (g/l)	0,46	0,97	1,18	4,32*
N (mg/l)	2	34	31	117
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (mg/l)	8	39	54	70
K <sub>2</sub> O (mg/l)	61	168	177	263
Ca (mg/l)	137	665	582	2322
Mg (mg/l)	35	0	20	41
Na (mg/l)	39	67	63	91
Cl (mg/l)	3	113	85	175
<b>physikalische Eigenschaften</b>				
Porenvolumen (Vol.%)	86	57	54	54
Max. Wasserkapazität (Vol.%)	15	19	22	27
Luftkapazität (Vol.%)	71	38	32	27
Schüttdichte trocken (g/l)	350	1135	1215	1235

\* hoher Anteil an pflanzenverträglichem Ca-Sulfat = Gips

## Literatur

Jauch, M. und Fischer, P. (2007): Substrate für Pflanzelemente. Dt. Gartenbau, 57, S. 17-20. Schmitz, H.J. (2001): Torffreie Substrate auf Kompostbasis für die Anzucht von Gehölzen. Versuche im deutschen Gartenbau. [www.hortigate.de](http://www.hortigate.de)

Dr. Annette Bucher  
Institut für Gartenbau





## **Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe**

### **Poröses Vulkangestein - Schaumlava und Bims**

#### **Entstehung und Vorkommen**

Schaumlava und Bims entstehen beim explosiven Ausbruch von Vulkanen, bei der 800-1200 °C heißes Magma herausgeschleudert wird. Die aus dem Erdinneren kommende, unter hohem Druck stehende Gesteinsschmelze wird dabei dekomprimiert, was zu einer starken Ausdehnung der eingeschlossenen magmatischen Gase (hauptsächlich  $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $H_2S$ ) führt. Dadurch bilden sich Bläschen in der Schmelze, die bei rascher Abkühlung und damit einhergehender Verfestigung der aufgeschäumten Magma erhalten bleiben und dem erstarrten Material einen bestimmten Porosierungsgrad verleihen: bei sehr hoher Porosität spricht man von Bims, bei geringerer Porosität von Schaumlava.

An ihrem Ablagerungsort können die bei der Eruption herausgeschleuderten Auswurfmassen als unverfestigtes Lockersediment wie auch in Form von - im Laufe der Zeit - verfestigtem vulkanischem Tuff auftreten.



Abb. 1: Bimsabbau auf Lipari (Quelle: wikimedia.org)

Ergiebige Schaumlava- bzw. Bims-Vorkommen in Europa finden sich in der Eifel, in der Türkei sowie auf Gyalí (Griechenland), Teneriffa, Island und Lipari (Italien).

Je nach Abbaustätte und Verwendungszweck wird das Rohmaterial gewaschen, gesiebt, gebrochen, sortiert und klassiert.



Abb. 2: Abbau von Schaumlava auf Teneriffa (Quelle: FGW)

## Eigenschaften

Da mit den Begriffen Schaumlava oder Bims einzig die Textur des Materials, nicht aber die zugrunde liegenden Gesteinsart (z.B. Rhyolit, Trachyt und Latit) bezeichnet wird, können sich diese Stoffe in der Zusammensetzung ihrer Mineralien (z.B. Augit, Olivin, Biotit) beträchtlich unterscheiden. Dies macht sich z.T. deutlich in der Farbe von Schaumlava (rot-braun grau-schwarz) oder Bims (gelb-grau-weiß) bemerkbar. Dabei gilt grundsätzlich: je mehr feine Poren vorhanden sind umso heller erscheint das Material.

Die unterschiedliche mineralische Zusammensetzung berührt kaum die gärtnerisch bedeutsamen chemischen Eigenschaften von Schaumlava und Bims, die insgesamt als günstig einzustufen sind (s. Tabelle).

**Tabelle: Gärtnerisch bedeutsame Eigenschaften von Schaumlava und Bims**

	Schaumlava	Bims
pH	6,5 - 8,2	
Salz (H <sub>2</sub> O)	0,10 - 0,25 g/l	
N (CaCl <sub>2</sub> )	0 - 10 mg/l	
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL)	10 - 40 mg/l	
K <sub>2</sub> O (CAL)	200 - 400 mg/l	
Kationenaustauschkapazität	ca. 20 mval/l	
Gesamtporenvolumen*	50 - 65 Vol.-%	60 - 85 Vol.-%
Luftkapazität* (bei max. Wasserkapazität)	30 - 45 Vol.-%	35 - 55 Vol.-%
max. Wasserkapazität*	15 - 25 Vol.-%	25 - 45 Vol.-%
Schüttdichte trocken*	900 - 1200 g/l	500 - 600 g/l
Frostbeständigkeit	hoch	gering-hoch (je nach Herkunft)
Verdichtbarkeit	hoch	gering

\*bei einer Körnung von 2-12 mm

Der pH-Wert liegt im schwach sauren bis schwach alkalischen Bereich, ist jedoch nur schwach gepuffert und erweist sich daher als wenig stabil.

Die Gehalte an wasserlöslichen Salzen sind mit 0,10-0,25 g/l als sehr gering zu bewerten. Sie werden überwiegend durch das enthaltene Kali (200-400 mg/l) verursacht. Stickstoff und Phosphat liegen nur in sehr geringen Mengen vor.

Trotz der großen inneren Oberfläche von Schaumlava und Bims ist deren Kationenaustauschkapazität gering.

Die unterschiedlich schweren porösen Feststoffe weisen ein hohes Gesamtporenvolumen auf, was bei Schaumlava eine hohe Luftkapazität, bei Bims eine hohe Luft- und Wasserkapazität bewirkt. Im Gegensatz zu Bims ist Schaumlava stets frostbeständig. Die raue, kantige Oberfläche führt zu einer engen Verzahnung der Körner und bewirkt eine hohe Lagerungsstabilität von Schaumlava-Substraten.

Schaumlava und Bims weisen als natürliche Rohstoffe keine organischen und anorganischen Verunreinigungen auf, können aber wenig oder nicht aufgeschäumtes Gesteinsmaterial (z.B. Basalt) enthalten, wodurch sich das Gewicht erhöht und das Gesamtporenvolumen vermindert. Reiner Bims ist das leichteste natürlich porosierte Material, das dem Gartenbau als Substratkomponente zur Verfügung steht.



Abb. 3: Schaumlava (Quelle: FGW)



Abb. 4: Bims (Quelle: FGW)

## Verwendung

Ein Großteil des porösen, kornstabilen Vulkangesteins findet im Tief- und Straßenbau sowie als Zuschlagstoff bei der Herstellung von Leicht- und Wärmedämmbaustoffen Anwendung.

In vergleichsweise geringem Umfang werden Schaumlava und Bims auch im Gartenbau sowie im Garten- und Landschaftsbau eingesetzt, mit dem vorrangigen Ziel, dauerhaft strukturstable Substrate zu erzielen. Diese Stoffe werden dabei in reiner Form oder in Mischungen mit anderen mineralischen Komponenten (z.B. Zeolithe) und organischen Stoffen (z.B. Kompost, Torf, Xylit) bei der Innenraum- und Dachbegrünung, bei der Containerkultur von Kübelpflanzen und Baumschulware, bei Pflanztrögen mit Dauerbegrünung, bei begrünter Lärmschutzwänden sowie bei der Pflanzung von Straßenbäumen verwendet.

Die vorteilhafte Verwendung von offenporigen mineralischen Substratkomponenten - zu denen auch Schaumlava und Bims zählen - wurde in zurückliegenden Ausgaben des 'Infodienstes Weihenstephan' (Ausgaben [Oktober 09](#), [August 09](#) und [Februar 08](#)) bereits ausführlich beschrieben.





## Informationsdienst Weihenstephan

Ausgabe Dezember 2009

### Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe

#### Blähschiefer als Substratzuschlagstoff

##### Ausgangsmaterial und Herstellung

Das Ausgangsmaterial für die Herstellung von Blähschiefer ist Tonschiefer, ein schwach metamorphes Gestein (Umwandlungsgestein), das aus - meist maritimen - Tonablagerungen entstanden ist. Diese Ablagerungen waren über geologische Zeiträume hinweg einem hohen gerichteten Druck und hohen Temperaturen ausgesetzt, wobei ein Umkristallisieren der Gesteinsmasse, eine molekulare Umlagerung der Bestandteile und eine Änderung der ursprünglichen Struktur erfolgte. Die dabei neu gebildeten plattigen Minerale (vorwiegend Schichtsilikate) ordneten sich zu einem Parallelgefüge, d.h. es bildeten sich ebene Trennflächen im Gestein, die als Schieferung erkennbar wird und eine ausgeprägte Spaltbarkeit des Schiefergesteins bewirkt.



Abb. 1: Tonschiefergewinnung im Tagebau (Quelle: FGW)

Zur Herstellung von Blähschiefer werden nur Schiefer verwendet, die bei Temperaturen von 1100-1250 °C einer Aufblähung um das 4-6fache ihres ursprünglichen Volumens unterliegen.



Blähschiefer wird in Deutschland an zwei Standorten (Unterloquitz/Thüringen und Bad Berleburg/Nordrhein-Westfalen) nach einem sehr ähnlichen Verfahren produziert. Das Ausgangsmaterial für die Produktion wird im Tagebau gewonnen.



Abb. 2: Tonschiefer, Ausgangsmaterial für die Herstellung von Blähschiefer (Quelle: FGW)

Das Rohmaterial wird zunächst vorgebrochen und klassiert (Sollkorn 10-80 mm), um es dann einem Drehrohrföfen zuzuföhren. Dort wird der Schieferbruch auf ca. 1150 °C bis zum Erreichen des pyroplastischen Zustands erhitzt. Bei diesen Temperaturen entstehen in dem Material Gase ( $\text{CO}_2$  bei der Verbrennung von enthaltener organischer Substanz und Kalk,  $\text{O}_2$  durch Abspaltung von Eisenoxiden, Wasserdampf beim Entweichen von Kristallwasser), die den Tonschiefer aufblöhren. Auf der Kornoberfläche bildet sich eine graubraune Sinterhaut, die das feinporige Innere des Blähschiefers fest umschließt. Nach der Abkühlung wird Blähschiefer in Klassiervorgängen in die gewünschten Korngrößenbereiche fraktioniert. Die Oberfläche des Blähschiefers ist aufgrund dieser verfahrenstechnischen Vorgehensweise geschlossen. Gebrochene Körnungen werden durch einen nachträglichen Brechvorgang erzeugt .



Abb. 3: Blähschiefer (Quelle: FGW)



Abb. 4: Gebrochener Blähschiefer (Quelle: FGW)

## Eigenschaften

Gebrochener Blähschiefer weist für die Verwendung als Substratkomponente insgesamt günstige chemische und physikalische Eigenschaften auf (s. Tabelle). Der pH-Wert liegt im schwach bis mäßig alkalischen Bereich, ist jedoch nur schwach gepuffert und erweist sich daher als wenig stabil. Die Gehalte an löslichen Salzen und Pflanzennährstoffen sind als sehr gering zu bewerten. Trotz der großen inneren Oberfläche von gebrochenem Blähschiefer ist dessen Kationenaustauschkapazität sehr gering.

Das offenporige mineralische Material weist ein hohes Gesamtporenvolumen auf, was sich in einer hohen Luftkapazität und einer relativ geringen Wasserkapazität niederschlägt. Gebrochener Blähschiefer ist frostbeständig. Wie bei Schaumlava führt die raue, kantige Oberfläche zu einer engen Verzahnung der Körner, wodurch eine hohe Lagerungsstabilität von Blähschiefer-Substraten erzielt werden kann.

**Tabelle: Gärtnerisch bedeutsame Eigenschaften von gebrochenem Blähschiefer**

pH	7,5 - 8,3
Salz (H <sub>2</sub> O)	0,05 - 0,25 g/l
N (CaCl <sub>2</sub> )	0 - 5 mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL)	0 - 5 mg/l
K <sub>2</sub> O (CAL)	10 - 20 mg/l
Kationenaustauschkapazität	ca. 5 mval/l
Gesamtporenvolumen*	65 - 75 Vol.-%
Luftkapazität* (bei max. Wasserkapazität)	40 - 50 Vol.-%
max. Wasserkapazität*	15 - 25 Vol.-%
Schüttdichte trocken*	700 - 850 g/l
Frostbeständigkeit	hoch
Verdichtbarkeit	hoch

\*bei einer Körnung von 2-12 mm

## Verwendung

Blähschiefer wird vornehmlich in verschiedenen Bereichen des Bauwesens, z.B. als Zuschlagstoff bei der Herstellung von Leicht- und Wärmedämmbaustoffen verwendet.

In relativ geringem Umfang findet Blähschiefer auch im Gartenbau sowie im Garten- und Landschaftsbau Anwendung.

Als Alternative zu Blähton konnte sich Blähschiefer - wohl aufgrund seines deutlich höheren Volumengewichts - nicht durchsetzen. In anderen Bereichen hingegen (z.B. bei der Innenraum- und Dachbegrünung, bei der Containerkultur von Kübelpflanzen und Baumschulware, bei Pflanztrögen mit Dauerbegrünung, bei begrünten Lärmschutzwänden) wird Blähschiefer in gebrochener Form seit mehreren Jahren erfolgreich als Substrat bzw. Substratbestandteil verwendet.

Die vorteilhafte Verwendung von offenporigen mineralischen Substratkomponenten wurde in zurückliegenden Ausgaben des "Infodienst Weihenstephan" (Ausgaben [Oktober 09](#), [August 09](#) und [Februar 08](#)) bereits ausführlich beschrieben.

Martin Jauch, Dipl.-Ing. (FH)  
Institut für Gartenbau



## **Mineralische Substrate und Substratzuschlagstoffe**

### **"Ölschieferschlacke" - Porlith (gebrannter poröser Ton)**

#### **Entstehung und Vorkommen**

Das Ausgangsmaterial für Porlith wird bergmännisch zwar als Ölschiefer bezeichnet, enthält aber weder Öl noch ist es - geologisch betrachtet - ein Schiefergestein. Es handelt sich dabei vielmehr um rund 47 Millionen Jahre alte, bis zu 150 m dicke Ablagerungen von Tonpartikeln und Resten von Lebewesen (vornehmlich Algen und Bakterien), die sich über einen Zeitraum von ca. 1,5 Millionen Jahren am Grund eines Vulkankratersees angesammelt und dabei verfestigt haben.



Abb. 1: Ölschiefer, Grube Messel (Quelle: [www.medien.meyers.de](http://www.medien.meyers.de))

Ende des 19. Jahrhunderts wurde begonnen, die in diesem Tonsediment fein verteilt, als Kerogene (feste bituminöse Substanzen) vorliegenden organischen Anteile mittels Verschwelung zu verflüssigen, um synthetisches Rohöl zu generieren. Das ausgeschwelte, 200 - 300 °C heiße Tongestein wurde anschließend aufgehaldet, wobei sich die verbliebenen organischen Anteile von selbst weiter erhitzen und schließlich verbrannten. Bei der Verbrennung wurde das Gestein partiell aufgeschmolzen. Die entstehenden Gase führten zu einem Aufblähen des Tongesteins und somit zu einer porigen Struktur des ziegelroten Schmelzprodukts.

Der unter dem Namen Porlith vertriebene gebrannte poröse Ton stammt aus Haldenmaterial der 1961 eingestellten Ölschiefergewinnung in Messel (Raum Darmstadt). Die beim Abbau entstandene Grube steht heute aufgrund der dort gefundenen, einzigartig gut erhaltenen Fossilien als Weltnaturerbe unter dem Schutz der UNESCO.



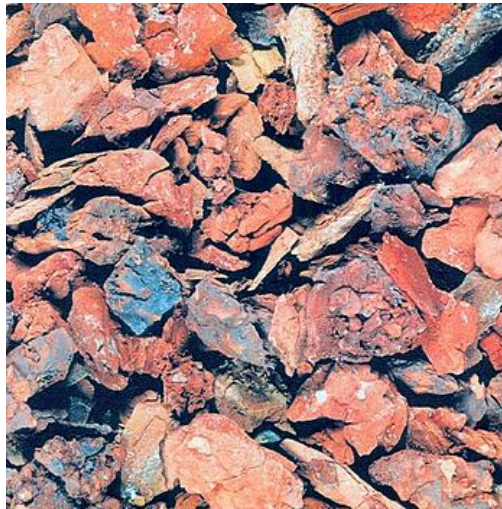


Abb. 2: Porlith, gebrannter poröser Ton (Quelle: Gelsenrot Spezialbaustoffe)

## Eigenschaften

Porlith weist für die Verwendung als Substratkomponente einen günstigen pH-Wert auf, der im Vergleich zu anderen porösen mineralischen Stoffen (Blähton oder Blähschiefer) gut gepuffert ist. Die im Wasserextrakt festgestellten hohen Salzgehalte (3,50 - 5,50 g/l) sollten nicht irritieren, da sich die Salze überwiegend aus in hohem Maße pflanzenverträglichem Calciumsulfat (Gips) zusammensetzen. Wird der Salzgehalt in gesättigter Gipslösung bestimmt, zeigen sich sehr geringe Werte von 0,20 - 0,50 g/l. Die Gehalte an Pflanzennährstoffen sind - bis auf Phosphat - als gering einzustufen. Die Kationenaustauschkapazität von Porlith ist relativ hoch.

Das mineralische Material weist ein hohes Gesamtporenvolumen auf, was - bei einer Körnung von 2-12 mm - vor allem der Luftkapazität und weniger der Wasserkapazität zugutekommt. Durch die raue, kantige Oberfläche wird eine enge Verzahnung der Körner und dadurch eine hohe Lagerungsstabilität von Porlith-Substraten erzielt. Das Material ist frostbeständig.

**Tabelle: Gärtnerisch bedeutsame Eigenschaften von Porlith**

pH	5,8 - 6,2
Salz (H <sub>2</sub> O)	3,50 - 5,50 g/l
Salz (CaSO <sub>4</sub> )	0,20 - 0,50 g/l
N (CaCl <sub>2</sub> )	10 - 50mg/l
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (CAL)	250 - 300 mg/l
K <sub>2</sub> O (CAL)	20 - 40 mg/l
Mg (CaCl <sub>2</sub> )	50 - 70 mg/l
Kationenaustauschkapazität	25 - 60 mval/l
Gesamtporenvolumen*	60 - 75 Vol.-%
Luftkapazität* (bei max. Wasserkapazität)	35 - 45 Vol.-%
max. Wasserkapazität*	20 - 30 Vol.-%
Schüttdichte trocken*	650 - 800/l
Frostbeständigkeit	hoch
Verdichtbarkeit	hoch

\*bei einer Körnung von 2-12 mm



## Verwendung

Ein Großteil des kornstabilen Materials wird im GaLaBau, z.B. bei der Herstellung von Drän- und Tragschichten im Sportplatzbau oder als Substrat bzw. Substratkomponente für Dachbegrünungen, Pflanztröge und versuchsweise als Retentionsbodenfilter verwendet. Bei diesen in Becken eingebauten Filtern, die dem Rückhalt und der Reinigung von verschmutztem Regenwasser dienen, könnte sich die gegenüber herkömmlich verwendeten Sanden wesentlich höhere Kationenaustauschkapazität von Porlith positiv in der Reinigungsleistung bemerkbar machen [1]. Der herausragende Filtereffekt von Porlith in Bezug auf Huminstoffe konnte schon 2001 bei Untersuchungen an der FGW zur Dränwasserqualität bei extensiven Dachbegrünungen nachgewiesen werden: Im Vergleich zu anderen mineralischen Stoffen verursachte ein 10 %iger Torf- oder Rindenumusanteil bei Porlith eine wesentlich geringere Färbung des Dränwassers [2].



Abb. 3: Färbung des Drainwassers bei unterschiedlichen Dachbegrünungssubstraten (li. Porlith; mitte: Lava/Bims; re. gebrochener Blähschiefer - jeweils mit 10 Vol.-% Rindenumus)

[1] Roth-Kleyer, S.: Substrate für Retentionsbodenfilter - Porlith statt Sand, Deutscher Gartenbau 20/2005.

[2] Jauch, M., Fischer, P. und Nätcher, L.: Hohe Qualität trotz Düngung - Dränwasser bei extensiven Dachbegrünungen, DeGa Spezial, Dachbegrünung, Deutscher Gartenbau 25/2001.

Martin Jauch, Dipl.-Ing. (FH)  
Institut für Gartenbau