

report boerfi cht

Sonnleitner Andrea
Fuhrmann Marilene
Matschegg Doris
Strasser Christoph



Vorstudie zur Ökobilanzierung
von Torfersatzstoffen

Marilene Fuhrmann
Doris Matschegg
Andrea Sonnleitner

Vorstudie zur Ökobilanzierung von Torfersatzstoffen

Datum 29. Juni 2023
Nummer 952 TR N-51-334-0

Projektleitung Andrea Sonnleitner,
Andrea.sonnleitner@best-research.eu

Mitarbeit Marilene Fuhrmann
Doris Matschegg
Christoph Strasser

Firmenpartner Natur im Garten GmbH
Katja Batakovic



Projektnummer N-51-334-0
Projektlaufzeit 15. Dezember 2022 – 31. Mai 2023

Mit Unterstützung von Amt der NÖ Landesregierung
Umwelt- u. Energiewirtschaft,
Umweltprojekte – Natur im Garten
Kontakt: Christiane Hannauer



BEST - Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

Standort Wieselburg
Gewerbepark Haag 3
A 3250 Wieselburg-Land
T +43 5 02378-943701
F +43 5 02378-9499
office@best-research.eu
www.best-research.eu
FN 232244k
Landesgericht für ZRS Graz
UID-Nr. ATU 56877044



Vorstudie zur Ökobilanzierung von Torfersatzstoffen - TES

Inhalt

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Hintergrund | 4 |
| 2 | Überblick Torfersatzstoffe für den Gartenbau | 5 |
| 2.1 | Mineralische Torfersatzstoffe | 5 |
| 2.1.1 | Vulkanische TES | 6 |
| 2.1.2 | Silikate | 6 |
| 2.1.3 | Tonmineralien | 7 |
| 2.1.4 | Recycling Materialien | 7 |
| 2.2 | Organische Torfersatzstoffe | 7 |
| 2.2.1 | Holzmaterialien | 8 |
| 2.2.2 | Kokosmaterialien | 9 |
| 2.2.3 | Stoffe aus der Kompostierung | 10 |
| 2.2.4 | Kulturpflanzen | 10 |
| 2.2.5 | Landwirtschaftliche Nebenprodukte | 11 |
| 2.2.6 | Weitere TES | 13 |
| 3 | Potentialabschätzung Österreich | 14 |
| 3.1 | Mineralische Torfersatzstoffe | 15 |
| 3.2 | Organische Torfersatzstoffe | 15 |
| 3.3 | Zukünftige Potentialabschätzung | 19 |
| 4 | Qualitative Bewertung TES | 20 |
| 5 | Konzepterstellung Ökobilanz | 23 |
| 5.1 | Methodik der Ökobilanzierung | 23 |
| 5.2 | Konzept für eine Ökobilanz für Torfersatzstoffe | 24 |
| 6 | Ausblick | 30 |
| 7 | Exkurs: weitere wichtige Themenkomplexe | 31 |
| 8 | Verzeichnisse | 33 |
| 8.1 | Tabellenverzeichnis | 33 |
| 8.2 | Abbildungsverzeichnis | 33 |
| 9 | Literaturverzeichnis | 34 |

1 Hintergrund

Torf ist ein natürlicher Rohstoff, der aus Mooren gewonnen wird. Der Abbau von Torf hat jedoch weitreichende Auswirkungen auf die Umwelt und das Ökosystem der Moore. Moore sind wichtige Kohlenstoffspeicher und Lebensräume für eine Vielzahl von Pflanzen- und Tierarten. Durch den Torfabbau werden diese sensiblen Ökosysteme zerstört, und es kommt zu einem erheblichen Verlust an Artenvielfalt. Darüber hinaus tragen der Abbau und die Verwendung von Torf zur Freisetzung von Kohlendioxid in die Atmosphäre bei, was den Klimawandel weiter vorantreibt.

In Österreich spielt der Torfabbau eine relativ geringe Rolle, an etwa 10 Standorten wird Torf abgebaut. Der nationale Abbau ist vor allem für den medizinischen Einsatz (Heil- und Badetorf) von Relevanz. Jedoch werden jährlich mehr als 100.000 t Torf für den Gartenbau importiert, vor allem aus baltischen Ländern (Estland, Litauen, Lettland) und Tschechien. Durch die Nutzung von torfbasierten Kultursubstraten fördert Österreich die Abtorfung in diesen Ländern. (BML 2022, Falter 2022)

Der Ersatz von Torf im Hobbygartenbau und im Profibereich ist somit ein aktuell wichtiges Thema im Bereich des Klimaschutzes. Durch den Verzicht von Torfprodukten und die Umstellung auf Torfersatzstoffe im Gartenbau können Treibhausgas-Emissionen aus dem Abbau des Torfes, aber auch aus dessen gartenbaulicher Nutzung reduziert werden. Zudem bleiben Moore als wichtige Lebensräume für Pflanzen und Tiere erhalten.

Auch die österreichische Politik hat dieses Thema aufgegriffen und mit der Veröffentlichung der Moorstrategie Österreich 2030+ (BML 2022) Ziele und Aktionspläne für die Erhaltung der Moore und somit auch Ziele für die Reduktion von Torf im Gartenbau festgelegt. Neben der Sicherung und Erhaltung heimischer Moore und Torfböden ist auch die Reduktion des heimischen Torfabbaus und der Einfuhr von Torf sowie die verstärkte Verwendung von torffreien Produkten im Gartenbau ein angestrebtes Handlungsfeld. Folgende Maßnahmen sind angedacht, um den Einsatz von Torfprodukten in Österreich weitestgehend zu reduzieren:

- Stufenplan zur Reduktion von Torfimporten
- Arbeitsgruppe mit dem Bundesverband der österreichischen Gärtner
- Förderung der Produktion von qualitativ hochwertigen Torfersatzprodukten
- Verwendung torffreier Alternativen auf öffentlichen Flächen
- Umstieg auf Torfersatzprodukte im Gartenbau
- Bewusstseinsbildung bei Konsument/inn/en und Hersteller/inne/n von Gartenerden

Es gibt verschiedene organische und auch mineralische Materialien, die als Torfersatz verwendet werden können. Diese Torfersatzstoffe unterscheiden sich in den pflanzenbaulichen Eigenschaften, der Verfügbarkeit und auch hinsichtlich deren Nachhaltigkeit. In der hier durchgeführten Vorstudie werden verschiedene Torfersatzstoffe (TES) aufgelistet und beschrieben, für ausgewählte TES werden die Potentiale und Verfügbarkeiten untersucht. Der Hauptteil dieser Vorstudie ist die Konzepterstellung einer Ökobilanz, die eine qualitative Beschreibung des Prozesses und der relevanten Punkte für eine Ökobilanzierung von Torfersatzstoffen anführt.

2 Überblick Torfersatzstoffe für den Gartenbau

Torfersatzstoffe spielen eine zunehmend wichtige Rolle im Gartenbau aufgrund der vielfältigen Vorteile, die sie hinsichtlich des Klimaschutzes bieten. Erstens tragen sie zur Verringerung der Abhängigkeit von Torf als Ressource bei, da Torfabbau mit ökologischen Auswirkungen verbunden ist. Durch den Einsatz von Torfersatzstoffen kann der Lebensraum empfindlicher Moore geschützt werden und seine einzigartige Biodiversität erhalten bleiben. Zweitens ermöglichen Torfersatzstoffe eine nachhaltigere und umweltfreundlichere Gartenbaupraxis. Häufig werden organische Materialien und recycelte pflanzliche Abfallprodukte verwendet, oder solche, die aus erneuerbaren Quellen stammen. Dies unterstützt die Idee der Kreislaufwirtschaft und verringert den ökologischen Fußabdruck des Gartenbaus.

Wichtig ist hierbei, dass Torfersatzstoffe ähnliche Eigenschaften wie Torf aufweisen, wie zum Beispiel eine gute Wasserhaltekapazität, Strukturstabilisierung des Bodens und Nährstoffversorgung für Pflanzen. Die Ansprüche an die Torfersatzstoffe sind auch vom Verwendungszweck abhängig - die Verwendung von torffreien Substraten unterliegt im Hobbygartenbau anderen Anforderungen als im Profigartenbau und in Fachbetrieben zur gärtnerischen Anzucht. Bei Letztgenannten kommt die Eigenschaft der Maschinentauglichkeit hinzu, die Anzuchtöpfe werden mit speziellen Maschinen befüllt und gestopft, und hier muss das Substrat mit dieser Art der Anwendung verträglich sein.

Durch Recherche und Vergleich verschiedener Studien wurde eine Auflistung möglicher Torfersatzstoffe erstellt - diese wurde unterteilt in mineralische TES und organische TES.

2.1 Mineralische Torfersatzstoffe

Mineralische Torfersatzstoffe lassen sich in die folgenden Gruppen einteilen: vulkanische Materialien, Silikate, Tonmineralien und Recyclingstoffe. In folgender Grafik ist ein Überblick über diese Gruppen und die enthaltenen TES gegeben. Von vornherein ausgeschlossen aufgrund negativer Eigenschaften wurden gebranntes Tongranulat (Handelsname „Seramis“, wird eher im Innenbereich verwendet), Gesteinsmehle (keine Strukturbildung), Kesselsand (aus Steinkohleverbrennung) und Steinwolle (für erdenlose Anwendungen).



Abbildung 1: Überblick mineralischer Torfersatzstoffe

Hier nicht angeführt: gebranntes Tongranulat, Gesteinsmehle, Kesselsand, Steinwolle

2.1.1 Vulkanische TES

Zu den vulkanischen Torfersatzstoffen zählen Bims, (Schaum)lava und Perlit. Vulkanische Torfersatzstoffe haben eine poröse Struktur, die eine gute Belüftung und Drainage des Bodens ermöglicht. Bims und Schaumlava entstanden im Zuge von Vulkanausbrüchen, wobei Bims eine höhere Porosität aufweist und dadurch eine höhere Wasserhaltekapazität. Perlit wird durch einen Blähprozess erzeugt und ist anschließend grauweißes poröses Granulat, eigentlich „Blähperlit“. Vulkanische TES sind in der Regel pH-neutral oder leicht alkalisch, was bedeutet, dass sie den Boden nicht versauern.

| |
|--|
| Vorteile: hohes Porenvolumen, Strukturstabilität, chemisch inaktiv |
| Nachteile: kein Vorkommen in Österreich |

2.1.2 Silikate

Sand besteht zum größten Teil aus Quarz (Siliziumdioxid) und ist als Sediment durch Gesteinsverwitterung entstanden. Sand besitzt ein geringes Wasserspeichervermögen und kann in einem Substrat Wasser gut ableiten.

Zeolith ist ein mineralischer Zuschlagstoff. Es handelt sich um ein natürliches Aluminium-Silikat, welches eine sehr hohe Porosität und Kationenaustauschkapazität aufweist. Es hat die Fähigkeit, Wasser zu speichern und langsam an die Pflanzen abzugeben, was zu einer verbesserten Feuchtigkeitsversorgung und Nährstoffverfügbarkeit führt. Zeolithe können auch die Bodenstruktur verbessern, die Belüftung fördern und den pH-Wert stabilisieren.

| |
|--|
| Vorteile: Sand erhöhte Drainagefähigkeit, Zeolithe sind Nährstoffpuffer und Wasserspeicher, haben hohe Ionenaustauschkapazität |
| Nachteile: Sand hat hohe Dichte – erhöht Substratgewicht, Zeolith hoher Preis |

2.1.3 Tonminerale

Tonminerale sind in der Natur weit verbreitet und werden in verschiedenen Bereichen eingesetzt, einschließlich des Gartenbaus, der Keramikherstellung, der Baustoffindustrie und der Umwelttechnik. Sie haben eine hohe Oberflächenaktivität und eine ausgeprägte Fähigkeit, Wasser zu absorbieren und zu speichern. Dadurch können sie Feuchtigkeit im Boden oder Substrat halten und eine gute Wasserversorgung für Pflanzen gewährleisten.

Darüber hinaus besitzen Tonminerale eine gute Kationenaustauschkapazität, was bedeutet, dass sie in der Lage sind, Nährstoffe zu speichern und bei Bedarf an die Pflanzen abzugeben. Dies unterstützt ein gesundes Pflanzenwachstum und eine optimale Nährstoffversorgung.

Durch spezielle Verfahren entstehen gebrannte und poröse Tonminerale wie Blähton, Perlith oder Vermiculite. Sie unterscheiden sich in grundlegenden Eigenschaften wie Rohdichte, Wasserhaltekapazität, Lufthaltekapazität.

| |
|--|
| Vorteile: hohe Wasserspeicherkapazität |
| Nachteile: hohe Wasserspeicherfähigkeit kann zu Staunässe führen |

2.1.4 Recycling Materialien

Ziegelsplitt, auch als Ziegelbruch bekannt, ist ein mineralisches Material, das entweder aus recycelten Dachziegeln oder Mauerziegeln erzeugt wird oder direkt aus dem Bruch in der Ziegelfabrik. Ziegelsplitt wird im Gartenbau als Mulchmaterial, für Dachgartensubstrate und als Zuschlagstoff für diverse Erden verwendet. Es handelt sich um ein robustes und vielseitiges Substrat, das in verschiedenen Anwendungen verwendet wird. Ziegelsplitt ist in verschiedenen Körnungen und aus verschiedenen Ausgangsmaterialien (Ziegelbruch im Werk, recycelte Ziegel, Mauerziegel, Dachziegel) verfügbar. Die Ausgangsmaterialien sind für die Verwendung im Bio Landbau zu beachten. Ziegelsplitt an sich ist nicht für die biologische/ökologische Landwirtschaft geeignet, es gibt allerdings speziellen Ziegelsplitt der im Bio Landbau angewendet werden darf.



| |
|--|
| Vorteile: Ziegelsplitt weist eine hohe Wasserspeicherfähigkeit auf, gute Strukturstabilität. Ist Teil der Kreislaufwirtschaft. |
| Nachteile: Nur teilweise für den Biolandbau geeignet; Recyclingmaterial: Fremdstoffe, Kontaminationen |

2.2 Organische Torfersatzstoffe

Organische Torfersatzstoffe werden in größerem Umfang eingesetzt; im Gegensatz zu den mineralischen TES können sie neben den positiven Eigenschaften wie Strukturstabilität und Wasserhaltekapazität auch Nährstoffe in das Substrat einbringen. Für organische TES stehen

verschiedenste Ausgangsmaterialien (Rohstoffe und Reststoffe) zur Verfügung, somit können diese auch einen positiven Beitrag zur Kreislaufwirtschaft leisten.

In der nachfolgenden Grafik sind die erarbeiteten TES aufgelistet und in Gruppen angeordnet. Neben Holzmaterialien und Kokosmaterialien, können auch Stoffe aus der Kompostierung, Kulturpflanzen, landwirtschaftliche Nebenprodukte, weitere produzierte TES und sonstige Reststoffe genutzt werden. Aufgrund negativer Eigenschaften vorab ausgeschlossen wurden: Nadelstreu (kein Wasserspeichervorteil), Klärschlammkompost (signifikanter Eintrag von Schadstoffen (UBA 2022)) und kompostiertes Material invasiver Pflanzen (diese Mengen sollten ja zukünftig nicht gesteigert werden).



Abbildung 2: Überblick organischer Torfersatzstoffe

Hier nicht angeführt: Nadelstreu, Klärschlammkompost, kompostiertes Material Staudenknöterich

2.2.1 Holzmaterialien

Die Gruppe der Holzmaterialien umfasst neben Reststoffen wie Rinde und Hackschnitzel, auch Kork, Rindenhumus, aufgeschlossene Holzfasern und Holzmaterialien aus Kurzumtriebsplantagen (KUP). In Österreich ist die Verfügbarkeit von Holzreststoffen sehr hoch, sie stellen eine große organische Abfallfraktion dar.

Holzfasern: Ausgangsstoffe für Holzfasern sind unbehandelte Sägeresthölzer wie Hackschnitzel oder verschiedene Späne. Früher wurde neben der thermisch-mechanischen Auffaserung auch die Steam-Explosion Technologie verwendet.

Vorteile: Höhere Lufthaltekapazität als Torf, großes Potential in Österreich, geringes Gewicht, gute pH Pufferung, bewährter Torfersatzstoff

Nachteile: Hohe Stickstoffimmobilisierung, relativ leichte Zersetzbarkeit, energieaufwendige Auffaserung

Hackschnitzel oder Holzhäcksel: hier wird im Gegensatz zu Holzfasern das Ausgangsmaterial nur zerkleinert. Meistens kommt hier unbehandeltes Sägerestholz (hauptsächlich Fichte) zum Einsatz. Holzhäcksel können direkt als Substratausgangsstoff verwendet werden. Da der kostenintensive

Auffaserungsprozess wegfällt stellen Holzhäcksel eine preisgünstige Alternative zu Holzfasern dar. Bei der Produktion muss auf den Ausgangsstoff geachtet werden, Hackschnitzel sollten harzfrei sein, nicht alle Holzarten eignen sich als Torfersatz.

Kork: Kork ist ein natürliches Material, das aus der Rinde der Korkeiche gewonnen wird. Es ist leicht, porös und hat eine gute Wasserspeicherkapazität. Kork wird hauptsächlich in den mediterranen Regionen Europas geerntet. Die größten Korkproduzenten sind Portugal, Spanien und Italien.

Rinde, **Rindenumus**, Pinienrinde: Rinde als Reststoff der Holzverarbeitenden Industrie, wird zu Rindenumus aufbereitet oder direkt Pinienrinde für Spezialsubstrate verwendet. Rindenumus wird durch Zerkleinerung, Fraktionierung und Kompostierung hergestellt. Rindenumus weist eine hohe Rohdichte auf, und Substrate werden dadurch schwerer. Er weist neben guter Nährstoff- und pH Pufferung auch gute Kationenaustauschkapazität und Lufthaltekapazität auf.

| |
|---|
| Vorteile: gute Kationenaustauschkapazität, Lufthaltekapazität, guter Nährstoff- und pH Puffer |
|---|

| |
|--|
| Nachteile: Aufbereitungsverfahren notwendig, Rohrinde ist nicht geeignet |
|--|

Kurzumtriebsplantagen KUP sind landwirtschaftliche Anbauflächen, auf denen schnellwachsende Baumarten angepflanzt werden. Im Gegensatz zu herkömmlichen Wäldern, die über Jahrzehnte wachsen, werden auf KUP-Betrieben Bäume in kurzen Umtriebszeiten von etwa 2 bis 15 Jahren angebaut. Dies ermöglicht eine schnellere Holzproduktion und eine regelmäßige Ernte.

Typischerweise werden für Kurzumtriebsplantagen schnellwachsende Baumarten wie Pappeln, Weiden oder Erlen verwendet. Diese Baumarten haben die Fähigkeit, in kurzer Zeit eine beträchtliche Biomasse zu produzieren. Sie werden meist in dichter Bestockung angepflanzt und können nach der Ernte wieder nachwachsen.

Das produzierte Holz muss für die Verwendung als Torfersatzstoff entweder zu Holzhäcksel oder Holzfasern weiterverarbeitet werden – daher weist es jene Eigenschaften auf, die oben beschrieben sind. Bei der Berechnung der Ökobilanz von Holzhäckseln oder Holzfasern muss beachtet werden, ob diese als Reststoff in der Sägeindustrie anfallen oder aus KUP stammen.

KUP auf großen Flächen fördern die Biodiversität nicht, allerdings könnten Kurzumtriebshölzer in Form eines Windschutzgürtels doch die Biodiversität in der Landwirtschaft positiv beeinflussen.

2.2.2 Kokosmaterialien

Kokosmaterialien stammen aus der Frucht der Kokospalme und sind Reststoffe aus der Lebensmittelverarbeitenden Industrie. Importiert werden Kokosmaterialien hauptsächlich aus dem asiatischen Raum. Diese Reststoffe können als Kokosfaser, Kokosmark (Kokostorf) oder Kokoschips zur Verfügung stehen.

Zur Vergleichbarkeit sollten Kokosmaterialien in einer Ökobilanz mitbetrachtet werden, da sie eine gängige Alternative zu Torf in Substraten darstellen und viele positive Eigenschaften aufweisen.

| |
|--|
| Vorteile: Hohes Porenvolumen, leichtes Material, gute Wiederbenetzbarkeit, günstige Wasserhaltekapazität |
| Nachteile: Lange Transportwege, teilweise hohe Salzgehalte |

2.2.3 Stoffe aus der Kompostierung

Stoffe aus der Kompostierung können je nach Ausgangsmaterial verschiedene Eigenschaften aufweisen. Je nach Rohstoff unterscheidet man zwischen Grüngutkompost, Bioabfallkompost, Gärrestkompost, Rindenkompost, Wurmkompost. Zusätzlich fallen auch holzartige Rückstände aus dem Siebüberlauf an.

Kompost besteht aus einer Mischung von biologisch abbaubaren Materialien wie Gartenabfällen, Pflanzenresten, Lebensmittelabfällen und Tierdung. Diese Materialien werden unter kontrollierten Bedingungen abgebaut und zersetzt, wodurch ein nährstoffreicher Bodenverbesserer entsteht.

| |
|---|
| Vorteile: regional verfügbar, angereicherte Nährstoffe |
| Nachteile: hohe Salzgehalte, variable Qualitäten, jahreszeitlich große Unterschiede möglich |

2.2.4 Kulturpflanzen

Miscanthus: Miscanthus oder Chinaschilf wird in Österreich als nachwachsender Rohstoff für die Nutzung als Dämmmaterial, als Einstreu, als Mulchmaterial, als Torfersatz und als Heizmaterial angebaut. Die Pflanzen sind mehrjährig, C4 Pflanzen und zeigen auch gutes Wachstum bei steigenden Temperaturen. Das Material zeichnet sich durch ein geringes Gewicht und eine hohe Lufthaltekapazität aus, wohingegen die Wasserhaltekapazität relativ gering ist. Für die Verwendung in Kultursubstraten bedarf es einer Aufbereitung (Shredder, Extruder). Für ein Entgegenwirken der N-Immobilisierung wird eine Kompostierung empfohlen. Möglich wäre eine Dauerkultur von Miscanthus auf ausgelaugten Böden. Auch eine Bepflanzung von erosionsgefährdeten Hängen wäre vorstellbar, hier ist allerdings die Erntetechnik zu beachten bzw. anzupassen.

Fasernessel: In Deutschland gibt es einzelne Versuche zur Verwendung von Fasernessel. Die Fasernessel ist für ihre langen, starken und faserigen Stängel bekannt und ist eine Verwandte der Brennessel. Allerdings sind die Anbauflächen sehr beschränkt.

Schilf: Der Schilfgürtel am Westufer des Neusiedler Sees erstreckt sich über eine Fläche von rund 8.000 ha. 10 - 15 % dieser Schilffläche werden derzeit zur Qualitätsschilferzeugung genutzt. Bei der Pflege von Schilfgebieten fallen größere Mengen an Schilf an, welches entweder kompostiert oder in Biogasanlagen verwertet werden kann. Schilf ist ein regional verfügbarer Rohstoff, der im Winter zu ernten ist. Die Ernte ist aber aus technischer und logistischer Sicht sehr schwierig zu bewerkstelligen. Bisherige Pläne zur energetischen Nutzung von Neusiedler Schilf wurden deswegen und aufgrund der

hohen Kosten der Rohstoffmobilisierung bislang nicht umgesetzt. Für eine Nutzung in gärtnerischen Substraten sind Prozessschritte wie Fermentation, Trocknung, thermische Aufbereitung oder mechanische Bearbeitung notwendig.

Paludikultur: Paludikultur bezeichnet die landwirtschaftliche Nutzung von nassen oder sumpfigen Gebieten, insbesondere von Moorlandschaften. Das Konzept der Paludikultur zielt darauf ab, die natürlichen Funktionen von Mooren zu erhalten oder wiederherzustellen, während gleichzeitig eine nachhaltige landwirtschaftliche Produktion stattfindet. In der Paludikultur werden speziell angepasste Nutzpflanzen angebaut, die in diesen feuchten Bedingungen gedeihen können. Dazu gehören beispielsweise Torfmoose, Rohrkolben oder Schilfgräser. Diese Pflanzen können zur Produktion von nachhaltigen Rohstoffen wie Fasern, Energiebiomasse oder Torfersatzstoffen genutzt werden. Besonders dem Torfmoos wird hier Bedeutung zugeschrieben, die chemischen und physikalischen Eigenschaften von getrocknetem Torfmoos entsprechen fast jenen von Weißtorf.

Eine optimierte Form der Anzucht ist der Anbau von Torfmoos (Sphagnum) in Glashäusern / Folientunneln, um eine Kontamination mit anderen Moosarten bzw. Pflanzen zu verhindern. Dies stellt allerdings eine ökonomische und eventuell auch ökologische Herausforderung dar.

| |
|--|
| Vorteile: exzellente chemische und physikalische Eigenschaften |
|--|

| |
|--|
| Nachteile: Anbau kostenintensiv, verfügbare Flächen? |
|--|

2.2.5 Landwirtschaftliche Nebenprodukte

Spelzen (Reis und andere Getreide): Hülsen und Spelzen fallen als Rückstände bei der Getreideverarbeitung an. Derzeit existieren in Österreich mehr als 100 Mahl- und Schälmühlen. Die Hülsen und Schalen werden zu dem Mühlennachprodukt „Kleie“ verarbeitet und als Tierfuttermittel verkauft. Die Spelzen werden entweder ebenfalls zu Tierfutter weiterverarbeitet oder entsorgt. Da die meisten Rückstände der Getreideverarbeitung in die Tierfutterindustrie gehen, bleibt nur ein sehr geringes freies Potential zur alternativen Nutzung von Spelzen über.

Hanf und Flachs: Bei Hanf und Flachs können sowohl die Fasern als auch die Schäben verwendet werden. Flachsschäben entstammen dem holzigen Teil der Flachs- oder Leinstängel. Bei Hanf werden die Fasern als Bau- oder Dämmstoff verwendet oder weiter zu Naturfaserverbundstoffen verarbeitet. Der holzige Teil vom Hanf, also die Schäben, werden als Tiereinstreu eingesetzt. Diese Stoffe wurden als TES getestet, und es zeigte sich erhebliche Stickstoffimmobilisierung.

| |
|---|
| Vorteile: geringes Gewicht, hohe Lufthaltekapazität |
|---|

| |
|-----------------------------------|
| Nachteile: hohe N-Immobilisierung |
|-----------------------------------|

Maissmaterialen: Maisspindeln fallen als Nebenprodukt bei der Körnermais- und Saatmaisproduktion an. Bis zum Aufkommen der ersten selbstfahrenden Körnermaiserntemaschinen um 1960 wurden die Maiskolben großteils händisch gepflückt, in sogenannten Reischen getrocknet und im Winter manuell oder maschinell „gerebelt“, um die Körner von den Spindeln zu trennen. Die anfallenden Spindeln wurden für Heizzwecke verwendet. Bei der heutigen Körnermaiserntetechnik verbleiben die Maisspindeln zur Gänze am Feld, mit Ausnahme der Saatmaisproduktion. Für die effiziente Nutzung von Maisspindeln bedarf es der Etablierung optimierter Ernteverfahren. Pro Hektar Maisanbaufläche fallen ca. 1,5 t Maisspindeln an.



Maisblätter und Maisstängel sind in Österreich in geringen Mengen verfügbar, meist verbleiben sie am Feld. Sie weisen auch eine schlechte Lagerfähigkeit auf, sind saisonal über einen kurzen Zeitraum verfügbar.

| |
|---|
| Vorteile: geringes Transportgewicht |
| Nachteile: Erntetechnologie ist nicht weit verbreitet, saisonal verfügbar |

Kernschalen: Ein neuartiger Rohstoff als Torfersatz sind Schalen von Kirschkernen und anderen Steinfrüchten. Kern Tec (www.kern-tec.com) ist ein österreichischer Verarbeiter von Obstkernen – speziell von Steinobst wie Marille/Aprikose, Zwetschke/Pflaume und Kirsche. Mit Hilfe einer vollautomatisierten Technologie zur Aufspaltung, Sortierung und Veredelung von Steinobstkernen werden Produkte mit einer großen Anzahl an Anwendungsbereichen, wie Genuss- und Kosmetiköle, Proteinmehle, Snacks und natürliche Strahlmittel, hergestellt. Bei dieser Verarbeitung fallen die Schalen der Kerne als Reststoffe an. Allerdings zeigte sich, dass dieser Reststoff bereits in einem der ersten Produktionsjahre vergriffen war. Es ist also fraglich, ob die benötigten Mengen bereitgestellt werden können.

Stroh: Stroh, ein Nebenprodukt der Getreideproduktion, ist ein möglicher Rohstoff für Substrate im Gartenbau. Stroharten können nicht direkt als Substratausgangsstoffe eingesetzt werden, sind aber gute Zusätze zu Kompost. Einerseits fällt Stroh bei der Getreideernte als lagerfähiger Brennstoff an, und andererseits sind ausgereifte Erntetechnologien mit geringen Ernteverlusten zur Strohbergung vorhanden und verfügbar. Aus pflanzenbaulicher Sicht sollte jedoch das Stroh, sofern ausreichender Niederschlag für die Strohrotte gegeben ist, am Feld als Dünger eingearbeitet werden oder im Sinne der Kreislaufwirtschaft über Einstreu dem Boden als Stallmist zurückgeführt werden.

Bei Ausgangsmaterialien wie Stroh oder Maisstängel spielt die Pestizidbelastung eine Rolle. Bei Verrottung in der Kompostierung werden die Pestizide abgebaut. Daher ist dies bei manchen Ausgangsstoffen ein notwendiger Prozessschritt vor der Verwendung als Torfersatzstoff.

| |
|--|
| Vorteile: theoretisch große Mengen in Österreich verfügbar |
| Nachteile: N-Immobilisierung, Kompostierung nötig, saisonal anfallender Rohstoff, Abzug von Nährstoffen vom Feld |

2.2.6 Weitere TES

Pflanzenkohle: Pflanzenkohle ist ein organischer Zuschlagstoff, der durch Pyrolyse von organischen Materialien erzeugt wird. Pflanzenkohle hat viele positive Eigenschaften als Zusatz zu Substraten und Böden. Die Wirkung tritt verstärkt bei kargen und sandigen Böden auf. Pflanzenkohle muss immer gemeinsam mit einer Nährstoffquelle, wie Kompost, auf den Boden aufgebracht werden, da Pflanzenkohle verfügbare Nährstoffe sofort bindet und langsam abgibt.

In Österreich und weltweit wird Pflanzenkohle in verschiedenen Produkten verwendet: In der Landwirtschaft als Futterzusatz, Einstreu, Bodenhilfsstoff und auch als Zusatzstoff in der Kompostierung. Durch die große Oberfläche und die poröse Struktur wird den Pflanzenkohlen eine hohe Wasser- und Nährstoffspeicherkapazität, insbesondere für Phosphor und Stickstoff zugeschrieben.

| |
|---|
| Vorteile: Erhöhung der Wasserhaltekapazität; Nährstoffspeicherung; Immobilisierung von Schadstoffen |
|---|

| |
|---|
| Nachteile: Unterschiedliche Ausgangsstoffe führen zu unterschiedlichen Qualitäten und Variabilität in den Eigenschaften |
|---|

Hydrogel: Hydrogele sind wasserabsorbierende Polymere. Sie weisen enormes Wasserspeichervermögen von bis zum 300-fachen des Eigengewichts auf und sind auch als Nährstoffspeicher verwendbar. Es werden verschiedene Hydrogele je nach Herstellungsart unterschieden: synthetische fossilbasierte Hydrogele (meist Polyacrylate) und biobasierte Hydrogele (auf Basis Stärke, Lignin, Zellulose).

Potential hat hier das ligninbasierte Hydrogel, da es biobasiert ist und sich länger im Boden hält als stärkebasiertes Hydrogel. Ein Beispiel hierfür ist das österreichische Produkt Agrobiogel (<https://www.agrobiogel.com/>). Dieses biobasierte Hydrogel wird zu 100 % aus Holz erzeugt. Es speichert Wasser bei Regen und gibt es in Trockenperioden langsam wieder an die Pflanzen ab.

| |
|---|
| Vorteile: Hohes Wasserspeichervermögen; Nährstoffspeicher; Puffer |
|---|

| |
|--|
| Nachteile: Noch in der Erforschung / Demonstration – hohe Preise |
|--|

Xylit bezeichnet Braunkohlefaserholz und fällt als Nebenprodukt im Braunkohleabbau an. Nicht zu verwechseln ist dieser Stoff mit Birkenzucker, der auch als Xylit bezeichnet wird. Xylit (Braunkohle) ist als Substratausgangsstoff gut geeignet, allerdings stellt sich die Frage der zukünftigen Verfügbarkeit.

3 Potentialabschätzung Österreich

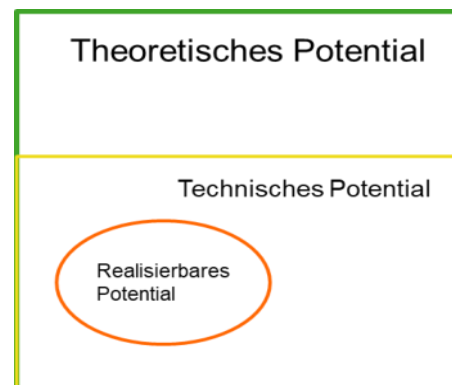
Für die Beurteilung der Eignung von Torfersatzstoffen ist auch die Abschätzung der Verfügbarkeit und des vorhandenen Potentials in Österreich wichtig. In vielen Fällen ergibt sich für Reststoffe oder biogene Stoffe eine Rohstoffkonkurrenz, da in vielen Bereichen und Industriezweigen nachhaltige und biogene Alternativen zu jetzigen Einsatzstoffen gebraucht werden.

Für die Beurteilung der Potentiale wurde eine Priorisierung der Torfersatzstoffe vorgenommen, da die Auflistung aus Kapitel 2 sehr umfangreich ist. Durch Diskussion bei einem Abstimmungstreffen wurde folgende Priorisierung festgelegt:

- Mineralisch: alle sind interessant
- Organisch:
 - Kokosmaterialien bleiben im Sinne der Vergleichbarkeit erhalten
 - Nach hinten gereiht werden Kork (wenig relevant für Ö, in Portugal, Frankreich), Pinienrinde (eher in Südeuropa), Paludikultur (Ö wird immer trockener), Schalen (Lieferengpass bereits in erster Saison, Relevanz für Markt gering), Xylit und Leonardit (eher in Deutschland, Kohleabbau); Reisspelzen (wenig in Ö)

Für die weitere Betrachtung müssen die verschiedenen Potentialbegriffe definiert werden, dies erfolgte nach Kaltschmitt (2005):

- Das theoretische Potenzial beschreibt das innerhalb einer gegebenen Region zu einem bestimmten Zeitpunkt beziehungsweise innerhalb eines bestimmten Zeitraumes theoretisch physikalisch nutzbare Angebot eines Rohstoffes.
- Technisches Potenzial: Anteil des theoretischen Potentials, der unter Beachtung vorhandener Beschränkungen nutzbar ist. Die Beschränkungen können u.a. technischer, struktureller oder gesetzlicher Natur sein.
- Realisierbares Potenzial: Anteil am technischen Potenzial, das tatsächlich nutzbar ist. Hier bestehen erhebliche Unsicherheiten aufgrund zu treffender Annahmen.



Für TES gilt also: Das theoretische Potential entspricht den unter bestimmten theoretischen Annahmen möglichen Mengen, die produziert werden können, das technische Potential sind jene Mengen die gerade genutzt bzw. produziert werden, während ein Teil davon das realisierbare Potential darstellt, welches zukünftig unter bestimmten Annahmen für eine Anwendung als Torfersatzstoff frei werden könnte.

Die technischen Potentiale bzw. die inländische Produktion sind in den nachfolgenden Tabellen für die angeführten Torfersatzstoffe aufgelistet.

3.1 Mineralische Torfersatzstoffe

Tabelle 1: Potentialabschätzung mineralische TES

Quellen: 1 BMF 2023:

| TES | Technisches Potential |
|--|---|
| Vulkanische (Bims, Lava, Perlith) | Kein Abbau in Ö |
| Silikate (Quarzsande, Kiese und Sande) | 933.000 t (2021) ¹ 32.069.000 t (2021) ¹ |
| Tonminerale (einschl. Bentonit) | 1.965.000 t (2021) ¹ |
| Ziegelsplitt | n.v. |

Vulkanische Materialien werden in Österreich nicht abgebaut, der gesamte Inlandsverbrauch wird importiert. Quarzsande werden zu ca. 900.000 t pro Jahr abgebaut, Kiese und Sande liegen bei über 32 Mio. t, wobei hier allerdings nicht die gesamten Mengen als TES verwendbar sind, da Kiese eine zu große Korngröße aufweisen. Tonminerale werden in Österreich zu etwas unter 2 Mio. t pro Jahr abgebaut.

3.2 Organische Torfersatzstoffe

Die Holzwirtschaft in Österreich spielt eine bedeutende Rolle und ist ein wichtiger Wirtschaftszweig. Das Land verfügt über ausgedehnte Waldflächen und eine starke Holzverarbeitende Industrie. Dementsprechend fallen auch große Mengen an Reststoffen und Nebenprodukten an. Nachfolgend sind in einem Holzflussdiagramm die verschiedenen Stufen und Verwertungspfade mit Fokus auf die Sägeindustrie dargestellt, von der Rundholzlieferung zu den Sägewerken und Holzindustrien, Weiterverarbeitung zu verschiedenen Produkten wie Bauholz, Möbel, Papier und Biomasse bis zur Nutzung von Holzresten und -abfällen. Man erkennt hier das hohe Potential an Holzmaterialien und Mengen in Österreich, allerdings gibt es große Konkurrenz zu anderen Sektoren.

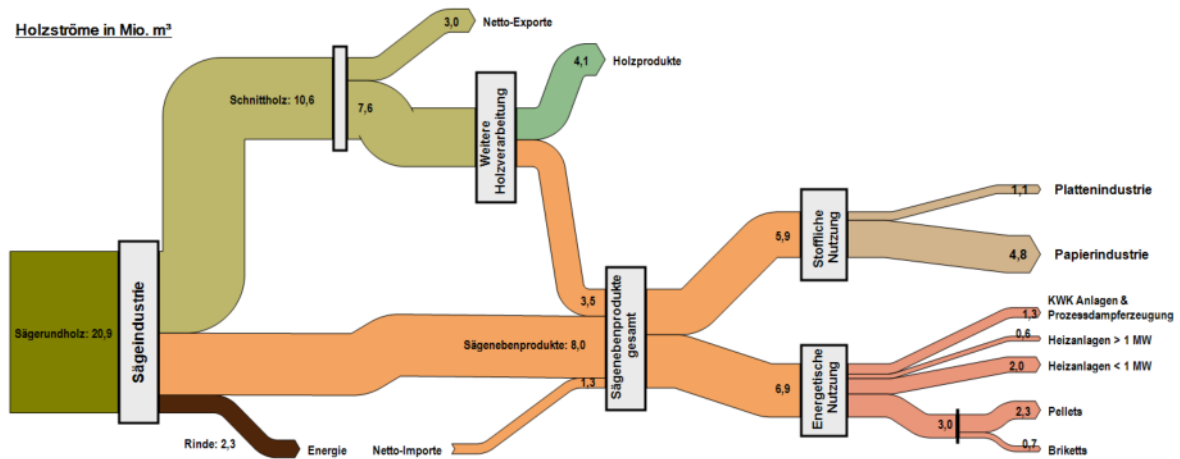


Abbildung 3: Verwertungswege der Holzmaterialien ab dem Sägewerk (in Mio m³) für das Jahr 2019
Eigene Darstellung nach BMK (2021)

Tabelle 2: Potentialabschätzung organische TES – Holzmaterialien in t-lutro (entspricht einer Tonne lufttrockenem Holz)

Quellen: BMK 2022, BML Holzeinschlagsmeldung

| Rohstoff | Inländische Produktion = Technisches Potential in Tonnen pro Jahr |
|--|--|
| Sägebenebenprodukte (Hackgut, Sägespäne) | 7.290.600 |
| Rinde | 1.257.600 |
| Industrierundholz (Nadel+Laub) | 1.580.840 |
| KUP Pappel | 28.546 |
| Kork | Keine Produktion in Ö |

Bei den Sägebenebenprodukten können Sägespäne direkt verwendet werden, wohingegen Hackgut als Ausgangsstoff für Holzfasern dienen kann. Das technische Potential liegt hier bei mehr als 7 Mio t pro Jahr. Rinde fällt mit 1,25 Mio t an, wobei der Anfallsort zu beachten ist, da das Rundholz teilweise schon im Wald entrindet wird. Das gesamte Industrierundholz stellt einen Anteil von mehr als 1,5 Mio t dar, wobei zu berücksichtigen ist, dass hier die größte Konkurrenz und somit die größten Einschränkungen zum realisierbaren Potential bestehen. Da das Rundholz im Prinzip nicht als Ausgangsstoff für TES gezählt wird, ist dies ein erweitertes Potential. Bei einem verstärkten Anfall von Schadholz, wie es die letzten Jahre zu beobachten war, kann Industrierundholz gegebenenfalls als Ausgangsstoff für Holzfasern verwendet werden. Der im Kapitel der Torfersatzstoffe erwähnte Kurzumtrieb ist hier in der Liste als KUP Pappel angeführt, hier liegt die inländische Produktion bei derzeit ca. 28.000 t/a. Diese Werte zeigen eine zurzeit eher geringe Relevanz, allerdings ist hier das Potential zu einer deutlichen Steigerung vorhanden. Kork wird in Österreich nicht produziert, es handelt sich um ein reines Importprodukt, das Hauptproduktionsland ist Portugal.

Kokosmaterialien werden in Österreich nicht direkt erzeugt, es ist aber jener Torfersatzstoff, der derzeit am meisten verwendet wird – besonders für eine Nachhaltigkeitsbewertung mittels Ökobilanz sollten Kokosmaterialien als Vergleichsstoff mitbetrachtet werden.

Tabelle 3: Potentialabschätzung organische TES - Kokosmaterialien

| TES | Technisches Potential |
|------------------|-----------------------|
| Kokosmaterialien | Keine Produktion in Ö |

Komposte werden in Österreich bei verschiedenen Kompostieranlagen und in verschiedenen Qualitäten erzeugt. Die gesamte Produktion im Jahr 2019 belief sich auf ca. 475.000 t an Komposten sowie ca. 165.000 t an Reststoffen aus der Kompostierung.

Tabelle 4: Potentialabschätzung organische TES – aus der Kompostierung

Quellen: ¹ Kompost & Biogas Verband

| TES | Technisches Potential |
|----------------------------------|-------------------------------|
| Komposte (versch. Qualitäten) | 477.500 t (2019) ¹ |
| Reststoffe aus der Kompostierung | 167.700 t (2019) ¹ |

Bei den Kulturpflanzen liegt das technische Potential von Miscanthus oder Chinaschilf bei ca. 12.200 t, die im Moment energetisch oder als Einstreu verwendet werden. Schilf aus dem Schilfgürtel des Neusiedler Sees kann bei technischer Optimierung unter Berücksichtigung der erforderlichen Artenschutzmaßnahmen des Ernteprozesses in einer Größenordnung von ca. 10.000 t/a zur Verfügung gestellt werden.

Neusiedler Schilf wurde aufgrund der hohen Kosten der Rohstoffmobilisierung bislang nicht umgesetzt. Bei höherer Zahlungsbereitschaft ist es aber durchaus möglich, Mengen von ca. 10.000 t/a Schilf zur Verfügung zu stellen. Zur Fasernessel sind keine nennenswerten Anbauflächen in Österreich bekannt. Das Potential der Paludikultur wird als gering eingestuft, da die Temperaturen in Österreich tendenziell steigen und es immer trockener wird. Eine zusätzliche Einschränkung ist, dass eine optimale Anzucht ohne Kontaminationen nur im Glashaus möglich ist.

Tabelle 5: Potentialabschätzung organische TES – Kulturpflanzen

Quellen: ² Statistik Austria b; ³ eigene Berechnungen

| TES | Technisches Potential |
|--------------|-----------------------|
| Miscanthus | 12.200 t ² |
| Schilf | 10.000 t ³ |
| Fasernessel | gering |
| Paludikultur | gering |

Die Potentiale von Spelzen und Flachs werden als gering eingestuft. Das technische Potential von Hanfstroh liegt bei 7.500 t pro Jahr. Maisspindel weisen ein Potential von ca. 290.000 t/a auf, allerdings verbleiben diese meist am Feld, da die Sammlung dieser technologisch anspruchsvoll ist. Daten zu Schalen (Schalen von Kernen) konnten nicht gefunden werden, allerdings werden diese in geringen Mengen hergestellt, welche sehr schnell am Markt vergriffen waren. Bei Stroh wird von einem theoretischen Potential von 4 Mio t ausgegangen, das technische Potential wird auf ca. 300.000 t pro Jahr geschätzt. Derzeitig wird es hauptsächlich als Einstreu, Düngemittel (Verbleib auf Feld) und energetisch genutzt.

Tabelle 6: Potentialabschätzung organische TES – landwirtschaftliche Reststoffe

Quellen: ³ eigene Berechnungen

| TES | Technisches Potential |
|-------------|------------------------|
| Spelzen | Gering - mittel |
| Hanfstroh | 7.500 t ³ |
| Flachs | gering |
| Maisspindel | 288.000 t ³ |
| Schalen | Gering |
| Stroh | 295.000 t ³ |

Weitere Torfersatzstoffe wie Pflanzenkohle und Hydrogel weisen ein geringes technisches Potential auf, da verhältnismäßig kleine Mengen in Österreich produziert werden und jene für den Hobbygartenbau verwendet werden. Xylit wird in Österreich nicht produziert.

Tabelle 7: Potentialabschätzung organische TES – Sonstige

| TES | Technisches Potential |
|-----------------------------|--------------------------------|
| Pflanzenkohle | gering aber steigend |
| Hydrogel | gering |
| Braunkohlefaserholz (Xylit) | Keine Produktion in Österreich |

3.3 Zukünftige Potentialabschätzung

Bei den Torfersatzstoffen gibt es einige Rohstoffe die ein hohes theoretisches Potential aufweisen, durch Steigerung der Anbauflächen bzw. durch vermehrte Produktion kann das zukünftige Potential erhöht werden:

Kurzumtriebsholz: Kurzumtriebsplantagen (KUP) weisen ein hohes theoretisches Potential auf. Bei der Annahme, dass 80 % des „Ertragsarmen Dauergrünland inkl. Gründlandbrache“ in KUP umgewandelt werden, kann ein theoretisches Potential von mehr als 4 Mio t pro Jahr an Holzmaterialien aus KUP erreicht werden (eigene Berechnungen).

Auch Hydrogel weist hohes zukünftiges Potential auf, da es auf holzbasierte Rohstoffe zurückgreift, die in Österreich ein großes technisches Potential aufweisen. Diese Technologie könnte in Verbindung mit KUP einen Torfersatzstoff mit guter Wasserhaltekapazität und breitem Rohstoffspektrum bieten.

Ebenso steigendes zukünftiges Potential weist die Pflanzenkohle auf, da eine Vielzahl an Biomasseprodukten aus der Kreislaufwirtschaft zur Karbonisierung zur Verfügung steht, wodurch Kohlenstoff langfristig gespeichert wird.

Der Anfall an Kompost ist in Österreich gleichbleibend bzw. steigend und könnte auch zukünftig einen Teil des Torfes in Substraten ersetzen.

Miscanthus bzw. Chinaschilf ist auch ein interessanter Torfersatzstoff, betrachtet man das theoretische Potential. Die Anbauflächen in Österreich könnten gesteigert werden. Sinnvolle Kultivierungsflächen wären Flächen die für andere Kulturen ungeeignet sind oder dort wo eine Festigung von Hanglagen (Vermindern von Erdrutschen) benötigt wird. Hier könnten neben der Ertragssteigerung der Brachflächen auch noch unterstützende Vorteile genutzt werden.

4 Qualitative Bewertung TES

Anhand der Erkenntnisse von Kapitel 2 und Kapitel 3 wurden die TES qualitativ bewertet und in dieser Tabelle aufgelistet:

Tabelle 8: Qualitative Bewertung der einzelnen Torfersatzstoffe

Einschätzungen: + ... positiv, o ... neutral, - ... negativ, gering

| | Vor und Nachteile | Verfügbarkeit | Einfluss auf Biodiversität |
|--------------|---|---|---|
| Vulkanische | + Eigenschaften - Zumischung von nährstoffhaltigen Substraten nötig | - in Österreich + weltweit | o |
| Silikate | + Eigenschaften - hohe Dichte/Gewicht | + Österreich | o |
| Tonminerale | + hohe Wasserspeicherkapazität - diese kann zu Staunässe führen | + Österreich | o |
| Ziegelsplitt | + Eigenschaften, Kreislaufwirtschaft - Fremdstoffe, Kontaminationen | + Österreich | o ist ein Abfallprodukt |
| Holzfasern | + Eigenschaften, geringes Gewicht - hohe Stickstoffimmobilisierung | + Österreich - Konkurrenz mit anderen Industrien | Je nach Ursprung unterschiedlich, nachhaltige Forstwirtschaft beachten |
| Holzhäcksel | + preisgünstiger als Holzfasern - weniger gute Eigenschaften, energieintensiver Aufschluss | + Österreich - Konkurrenz mit anderen Industrien | Je nach Ursprung unterschiedlich, nachhaltige Forstwirtschaft beachten |
| Kork | + Eigenschaften - Verfügbarkeit | - Österreich + Europa | + Korkeichenwälder sind ein wichtiger Lebensraum für viele Tierarten; positiv für Boden |
| KUP | + schnellwachsend, Eigenschaften - Aufbereitung zu Fasern oder Häcksel nötig | + Österreich hohes Potential möglich | - bei großen Plantagen + als Windschutzgürtel |

| | | | |
|------------------|--|--|--|
| Kokosmaterialien | + Eigenschaften - hohe Salzgehalte, lange Transportwege | - Österreich + weltweit (Asien) | - große Plantagen (Monokulturen) |
| Komposte | + regional verfügbar, nährstoffreich - hohe Salzgehalte, variable Qualitäten | + Österreich | o ist ein Abfallprodukt |
| Miscanthus | + schnellwachsend, gute Eigenschaften - geringe Wasserhaltekapazität, Kompostierung nötig | - Österreich, Potential vorhanden | - als Monokultur + als Windschutzgürtel oder Erosionsschutz am Hang |
| Schilf | + regional verfügbar - aufwendige und saisonale Ernte, Aufbereitung nötig | - Österreich | +/- bei der Ernte muss auf Schutz der Biodiversität geachtet werden. |
| Paludikultur | ++ perfekte Eigenschaften und gärtnerische Eignung - aufwendiger Anbau (Glashaus) | - Österreich | - Glashausbau, Bewirtschaftung von Mooren |
| Spelzen | + geringes Gewicht, hohe Lufthaltekapazität - hohe N-Immobilisierung, hohe Keimrate | o Österreich | o ist ein Abfallprodukt |
| Maisspindeln | + geringes Gewicht - erst teilweise etablierte Ernteverfahren | o Österreich | - sollten für Bodenaufbau auf Feld verbleiben |
| Kernschalen | + erste gute Ergebnisse - Verfügbarkeit | - Österreich | o ist ein Abfallprodukt |
| Stroh | + geringes Gewicht - saisonal, Kompostierung nötig | +/- Österreich (theoretisch hohes Potential) | - sollte aus pflanzenbaulicher Sicht auf dem Feld verbleiben |
| Pflanzenkohle | + Eigenschaften, bodenverbessernd - variable Qualitäten und Eigenschaften | o Österreich + Potential steigend | o Ausgangsstoff meist ein Reststoff |
| Hydrogel | + Wasserspeicher, Nährstoffspeicher - hoher Preis | - Österreich steigendes Potential | o Ausgangsstoff meist ein Reststoff |

5 Konzepterstellung Ökobilanz

5.1 Methodik der Ökobilanzierung

Die Methodik, die sich zur Durchführung einer Ökobilanz etabliert hat, ist das sogenannte „Life cycle assessment“ (LCA) bzw. Lebenszyklusanalyse (im Folgenden als LCA bezeichnet). Dabei handelt es sich um eine systematische Analyse der potenziellen Umweltwirkungen von Produkten während des gesamten Lebenszyklus – von der Rohstoffgewinnung über den Transport bis zur Nutzung und Entsorgung.

Die Methodik ist in den Normen ISO 14040 und ISO 14044 standardisiert, wobei hier die Rahmenbedingungen festgelegt sind, die viel Freiraum in der Umsetzung lassen. Das Konzept einer einzelnen LCA ist stark an den spezifischen Einzelfall angepasst. Grundsätzlich ist der Ablauf in vier Schritten festgelegt, wobei dieser nicht starr, sondern interaktiv und iterativ ist (Abbildung 4):

1. Definition von Ziel & Umfang
2. Sachbilanz
3. Wirkungsabschätzung
4. Analyse & Interpretation

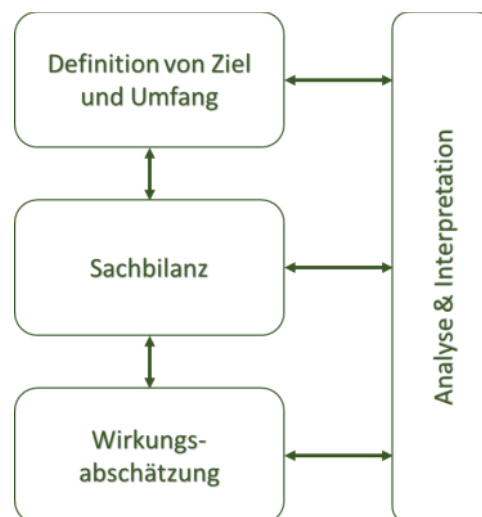


Abbildung 4: Schematischer Ablauf einer Lebenszyklusanalyse in Anlehnung an ISO14040

1. Definition von Ziel und Umfang

Grundlegend und die Ergebnisse wesentlich beeinflussend ist der erste Schritt – die Definition von Ziel und Umfang. Hier werden alle relevanten Aspekte im Detail festgelegt.

- **Ziel:** Wozu wird die LCA durchgeführt?
- **Systeme & Systemgrenzen:** Welche Systeme werden betrachtet? Wo werden die Grenzen gezogen bzw. welche Prozessschritte werden berücksichtigt?
- **Cut-off Kriterien:** Welche Material- und Energie-Ströme werden aufgrund geringer Relevanz ausgeschlossen?
- **Wirkungskategorien:** Welche Umweltauswirkungen sind relevant und werden berücksichtigt?
- **Funktionelle Einheit:** Auf welche Einheit sollen sich diese Umweltauswirkungen beziehen?
- **Allokationsverfahren:** Wie werden Umweltauswirkungen verteilt, wenn in einem Prozess mehrere Produkte bzw. auch Nebenprodukte entstehen?
- **Datenqualität und -verfügbarkeit:** Welche Daten werden in welchem Detaillierungsgrad benötigt? Wo bzw. wie / Sind diese verfügbar (Primär-, Sekundärdaten)?
- **Outcome:** Wie sollen die Ergebnisse der LCA dokumentiert und aufbereitet werden?

2. Sachbilanz

Die Sachbilanz bezeichnet die Sammlung und Aufbereitung aller Massen- und Energiebilanzen, welche den weiteren Berechnungen zugrunde liegen. Dabei werden Input- und Output-Ströme für die einzelnen, festgelegten Prozessschritte betrachtet.

3. Wirkungsabschätzung

Die Wirkungsabschätzung ist die Umrechnung der Massen- und Energiebilanzen in Umweltauswirkungen. Über die Jahre wurden verschiedene Softwareprogramme entwickelt, mit denen solche Wirkungsabschätzungen möglich sind. Zusätzlich gibt es eigene Datenbanken, die eine breite Palette an Prozessen mit den dazugehörigen Umweltauswirkungen umfassen, die einzelnen Wirkungskategorien zugeordnet sind. Dabei handelt es sich um Umrechnungsfaktoren, welche auf die Sachbilanz angewendet werden.

BEST verwendet die Software OpenLCA mit der Datenbank ecoinvent v3.8.

4. Analyse & Interpretation

Der gesamte Prozess der LCA wird laufend analysiert und interpretiert. Gegebenenfalls können Rahmenbedingungen angepasst werden. All das wird durchgängig dokumentiert, damit die Ergebnisse transparent und nachvollziehbar sind.

5.2 Konzept für eine Ökobilanz für Torfersatzstoffe

Bei der Substitution von Torf durch geeignete Ersatzstoffe ist ein wesentlicher Punkt, dass Umweltauswirkungen tatsächlich reduziert und nicht nur verlagert werden. Um dies zu gewährleisten und daher für die einzelnen Stoffe zu beurteilen, soll eine umfassende LCA für die zuvor beschriebenen Substrate durchgeführt werden. In diesem Kapitel wird ein Konzept dafür beschrieben, welches den Rahmen darstellt und aufzeigt, welche Punkte noch zu definieren sind.

- **Ziel**

Das Ziel der LCA ist, potenzielle Umweltauswirkungen bestimmter Torfersatzstoffe (TES) über den gesamten Lebenszyklus mit Verwendung in Österreich abzuschätzen. Dabei wird eine Reihe ausgewählter Substrate mit dem Referenzsystem Torf verglichen. Die Ergebnisse können somit als Reduktionspotenzial interpretiert werden. Betrachtet werden nur einzelne Substrate und keine Substratmischungen. Da diese Substrate unterschiedliche Eigenschaften haben, ist die direkte Vergleichbarkeit allerdings eingeschränkt.

- **Systeme und Systemgrenzen**

Sowohl das Referenzsystem als auch die betrachteten Systeme der TES müssen genau definiert werden. Das heißt, Systemgrenzen werden festgelegt und die einzelnen Prozessschritte möglichst detailliert dargestellt. Dies erfolgt durch eine grafische Darstellung der Prozessfließbilder, wie Abbildung 5 beispielhaft zeigt, und eine genaue Beschreibung der Prozesse. Generell können die Systeme in Produktion, Transport und Nutzung eingeteilt werden. Es gibt Substrate wie Sägespäne, die direkt nach Anfall im Sägewerk verwendet werden können, oder welche wie Holzfasern, die einen zusätzlichen Vorbehandlungsschritt benötigen.

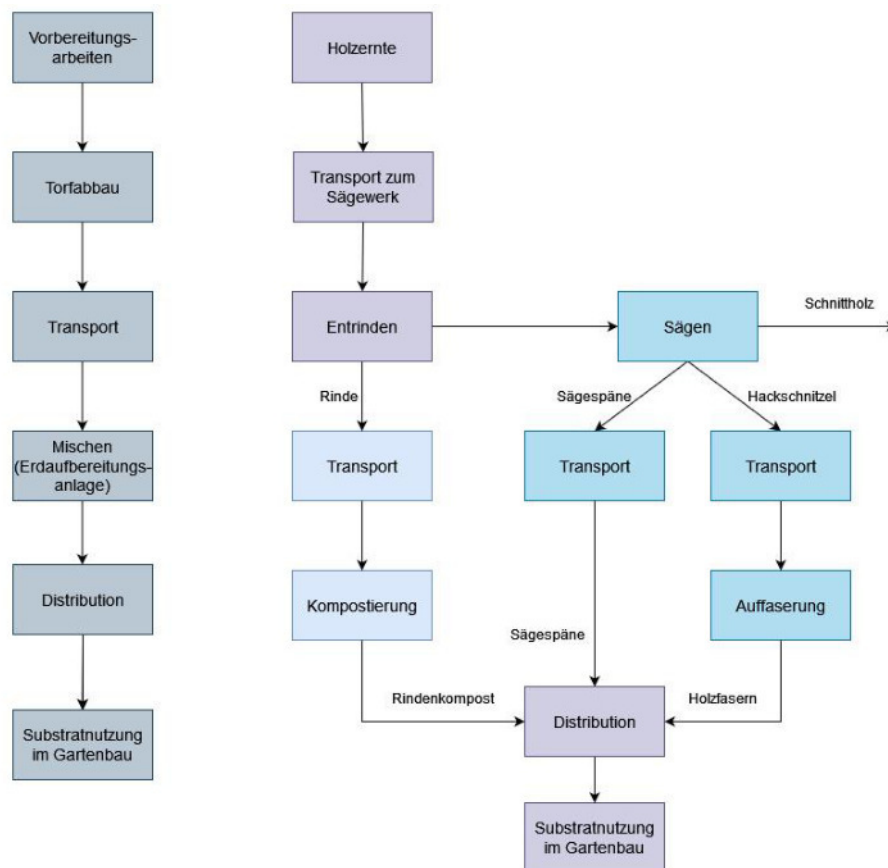


Abbildung 5: Beispiel Prozesse Rindenkompst, Sägespäne, Holzfasern (rechts) sowie Referenzsystem Torf (links) (eigene Darstellung)

Punkte, die hier festgelegt werden müssen, sind:

- Sollen die Systemgrenzen die Errichtung von Anlagen bzw. Infrastruktur (z.B. für Kompostierung oder Pyrolyse) miteinschließen?
- Wo werden die Substrate produziert? Wenn diese importiert werden, gelten die Produktionsbedingungen im Erzeugerland. Annahmen zu Transportdistanzen und -modus müssen getroffen werden.
- Da die Substrate im Boden verbleiben, gibt es keine Entsorgung. D.h. alle Emissionen, die nach der Produktion anfallen, werden vollständig der Nutzungsphase angerechnet. Die Nutzungsphase endet mit dem vollständigen Abbau des Substrates.

Tabelle 9 gibt einen Überblick über festzulegende Punkte und Rahmenbedingungen bezüglich Systemgrenzen.

Tabelle 9: Überblick über relevante Aspekte bezüglich Systemgrenzen

| Prozessschritt | Relevante Aspekte |
|----------------|--|
| Produktion | <ul style="list-style-type: none"> - Prozess beschreiben, alle relevanten Prozessschritte abbilden - Systemgrenzen genau festlegen - Import: Bedingungen im Produktionsland (Strommix etc.) |
| Transport | <ul style="list-style-type: none"> - Alle Transporte berücksichtigen - Distanz und Transportmodus festlegen |
| Nutzung | <ul style="list-style-type: none"> - Einbringen in den Boden bis zum vollständigen Abbau (keine Entsorgung) |

- **Cut-off-Kriterien (Abschneideregeln)**

Die Input- und Output-Ströme werden den einzelnen Prozessschritten, wie in Abbildung 5, zugeordnet. Zu diesem Zweck werden **cut-off Kriterien** festgelegt. Diese bestimmen, welche Ströme aufgrund geringer Relevanz ausgeschlossen werden. Beispiele sind der Anteil an den gesamten Massen- oder Energieströmen oder an den Umweltauswirkungen (z.B. <5%).

- **Wirkungskategorien**

Die Umweltauswirkungen werden in sogenannten **Wirkungskategorien** ausgedrückt. Ein Überblick relevanter Kategorien inkl. Beschreibung ist in Tabelle 10 gegeben. Die unterschiedlichen Wirkungskategorien stellen auch verschiedene Anforderungen an die benötigten Daten. Zusätzlich zu den angeführten Kategorien, die quantitativ bewertet werden, soll eine qualitative Bewertung der Auswirkungen auf die Biodiversität am jeweiligen Standort erfolgen.

Tabelle 10: Überblick über potenzielle Wirkungskategorien

Erläuterung: eq – equivalent; CFC – chloro-fluoro-carbons (deutsch FCKW); CTU – comparative toxic unit; PM – particulate matter; Sb – Antimon

| Wirkungskategorie | Einheit | Beschreibung |
|--|-------------------------|---|
| Global Warming Potential (GWP100) | kg CO ₂ -eq | Maßzahl für den relativen Beitrag zum Treibhauseffekt, also die mittlere Erwärmungswirkung der Erdatmosphäre über einen bestimmten Zeitraum (meist 100 Jahre) |
| Kumulierter Energieaufwand | MJ | Gesamter Energieaufwand, der in Bezug auf die funktionelle Einheit im gesamten Prozess benötigt wird |
| Landnutzung | m ² /Jahr | Benötigte Anbauflächen |
| | kg C deficit | Änderung in Qualität des Bodens |
| Ozonabbau | kg CFC-11-eq | Indikator für Emissionen in die Luft, die zum Abbau des stratosphärischen Ozons beitragen |
| Humantoxizität | CTUh | Auswirkungen der in die Umwelt abgegebenen toxischen Stoffe auf den Menschen |
| Feinstaub | kg PM _{2.5} eq | Indikator für das potenzielle Auftreten von Krankheiten aufgrund von Feinstaubemissionen |
| Versauerung | mol H ⁺ eq | Indikator für die mögliche Versauerung von Böden und Gewässern durch die Freisetzung von Gasen wie Stickstoff- und Schwefeloxiden |
| Eutrophierung terrestrisch | mol N eq | Indikator für die Anreicherung des terrestrischen Ökosystems mit Nährstoffen aufgrund der Emission von stickstoffhaltigen Verbindungen |
| Eutrophierung Süßwasser | kg P eq | Indikator für die Anreicherung des Süßwasserökosystems mit Nährstoffen aufgrund der Emission von stickstoff- oder phosphorhaltigen Verbindungen |
| Eutrophierung marin | kg N eq | Indikator für die Anreicherung des marinen Ökosystems mit Nährstoffen aufgrund der Emission von stickstoffhaltigen Verbindungen |
| Süßwasserökotoxizität | CTUe | Auswirkungen von in die Umwelt abgegebenen toxischen Stoffen auf Süßwasserorganismen |
| Ressourcenverbrauch abiotisch (Minerale und Metalle) | kg Sb eq | Indikator für die Erschöpfung der natürlichen, nicht fossilen Ressourcen |

- **Funktionelle Einheit**

Die funktionelle Einheit ist jene Einheit, auf die sich die Umweltauswirkungen beziehen. Im Fall der Torfersatzstoffe ist die sinnvollste Einheit 1 m^3 des jeweiligen Substrates. Somit würde sich das Global Warming Potential beispielsweise als $\text{kg CO}_2\text{-eq/m}^3$ ausdrücken.

Hier ist zu berücksichtigen, dass die direkte Vergleichbarkeit aufgrund der unterschiedlichen Substrateigenschaften eingeschränkt ist. Eine Möglichkeit, einen aussagekräftigen Vergleich herzustellen, ist die Berechnung eines Referenzflusses. Dazu erfolgt eine Umrechnung mit dem Ertrag einer Referenzkultur (z.B. 1 kg Paradeiser) bei Anwendung der unterschiedlichen Substrate. Diese lassen sich durch Pflanzversuche ermitteln.

- **Allokation**

Werden in einem Prozess mehrere Produkte bereitgestellt bzw. gibt es Produkte und Nebenprodukte, wie es auf die meisten TES zutrifft, müssen die Umweltauswirkungen auf diese verteilt werden. Hierfür gibt es unterschiedliche Ansätze, wie die Verteilung auf Basis der Masse, des Energiegehaltes oder des ökonomischen Wertes. Im Falle der landwirtschaftlichen Nebenprodukte bzw. Reststoffe, wie Stroh oder Spelzen, ist eine Allokation auf Basis des ökonomischen Wertes sinnvoll, da ansonsten die Umweltwirkungen dieser Substanzen überschätzt würden. Das Allokationsverfahren muss für jeden TES dem Prozess entsprechend festgelegt werden.

- **Daten – Anforderungen & Verfügbarkeit**

Benötigt werden vollständige Massen- und Energiebilanzen innerhalb der Systemgrenzen. Die Anforderungen an die Daten können anhand der Teilschritte Produktion, Transport und Nutzung betrachtet werden. Im Falle der Nutzungsphase müssen Massenströme auf Elementebene betrachtet werden, d.h. die Daten müssen darstellen, welche Elemente in welcher Form in Boden, Wasser und/oder Luft emittiert werden. Beispiele sind CO_2 oder N_2O Emissionen in die Luft, die aus dem Abbau der Substanz stammen, oder Schwermetallemissionen in den Boden. Somit erfordert dieser Teil den höchsten Detaillierungsgrad. Mögliche Datenquellen sind Datenbanken, Literatur und Versuchsdaten. Ergänzend sind Expert/inn/enbefragungen anzudenken. Hier ist zu bedenken, dass die Verfügbarkeit limitierend sein kann und dieser Schritt daher intensive Rechercharbeit erfordert. Eine erste Datenüberprüfung hat gezeigt, dass die Ecoinvent Datenbank den Transport abdeckt und Daten zu Prozessen wie dem Sägen im Sägewerk oder der Kompostierung beinhaltet. Bezüglich der Bilanzen der Nutzungsphase muss auf Angaben aus der Literatur zurückgegriffen werden. Auf Basis bisher gesichteter Literatur kann festgehalten werden, dass Daten zu folgenden Substraten vorhanden sind: Torf (vollständig), Kompost (vollständig), Reisspelzen (Produktion, Nutzung?), Kokosprodukte (Produktion), Hanf (Produktion und Verarbeitung), Flachsstängel (Produktion), Schilf (Produktion). Aufgrund von Datenmangel wurden in Studien wie Eymann et al. (2015) allgemeine Annahmen basierend auf Literaturdaten getroffen, z.B. dass 1,5% des N-Gehalts im Material als $\text{N}_2\text{O-N}$ emittiert wird, und Schwermetalle sowie Pestizide vollständig in den Boden emittiert werden.

Tabelle 11: Allgemeiner Überblick über benötigte Daten und mögliche Datenquellen

| | Benötigte Daten | Mögliche Quelle |
|-------------------|--|----------------------------------|
| Produktion | Produktionsland – Strommix | Nationale Statistiken |
| | Genutzte Wärmequelle | Festzulegen |
| | Importländer & -anteile | Handelsstatistiken |
| | Masse Inputs & Outputs (Rohstoffe, Hilfsstoffe, Produkt, Abfall) | Literatur |
| | Energie Inputs & Outputs | Literatur, Datenbank |
| Transport | Transportmodus | Datenbank |
| | Transportdistanzen | Festzulegen, für alle Transporte |
| Nutzung | Zusammensetzung TES | Literatur |
| | Emissionen in den Boden | Literatur |
| | Emissionen in die Luft | Literatur |
| | Emissionen in das Wasser | Literatur |

- **Diskussionspunkte/Ausblick**

Für landwirtschaftliche Reststoffe muss in der Produktion das Produktionssystem, also biologisch oder konventionell, berücksichtigt werden. Ein Ansatz ist, der österreichischen Gesamtproduktion entsprechend anteilig zu rechnen. Zusätzlich kann ein Szenario mit mehr Bio Landwirtschaft berechnet werden.

In diesem Konzept wurde der Ansatz gewählt, eine Bewertung auf Basis der einzelnen TES, also der Substratkomponenten durchzuführen und keine Mischungen zu betrachten. Diese grundlegende Betrachtungsweise kann als erste Einschätzung dienen, welche Substrate für Mischungen (ökologisch) sinnvoll sind. Bei einer Bewertung von Substratmischungen müssten die Mischungsverhältnisse genau definiert werden. Gegebenenfalls wären zusätzliche Transporte, der Prozessschritt des Mischens sowie das Verpacken zu inkludieren. Weiters ist zu berücksichtigen, dass in der Nutzungsphase eventuell ein anderes Abbauverhalten besteht als bei der Betrachtung einzelner TES. Dies sei hier nur als Ausblick angemerkt.

Aufgrund der unterschiedlichen Substrateigenschaften soll letztendlich eine Gesamtbewertung erfolgen, die relevante Eigenschaften und ökologische Auswirkungen für alle Substrate gegenüberstellt. Nur so kann eine aussagekräftige Abschätzung für die Substitution von Torf erfolgen.

6 Ausblick

Durch die qualitative Bewertung der TES und der Potentialabschätzung konnten folgende Komponenten ermittelt werden, die vielversprechend sind und für eine weiterführende Ökobilanz interessant zu betrachten wären:

- Torf (als Referenz)
- Kokosmaterialien (als Vergleich)
- Holzfasern (aus KUP)
- Miscanthus
- Kompost
- Sand, Kies, Tonminerale, Ziegelbruch als mineralische Komponenten
- Pflanzenkohle
- Torfmoos aus Paludikultur

Diese Substrate sind teilweise schon als Torfersatzstoff etabliert, teilweise müssen pflanzenbauliche Eigenschaften noch in Versuchen getestet werden. Dabei sollten Einzelsubstrate bzw. Mischungen auf ihre Eigenschaften und Eignung untersucht werden.

Neben der Ökobilanzierung von diesen Stoffen ist auch die Bewertung der Wirtschaftlichkeit der Komponenten und Substratmischung für eine Durchsetzung am Markt nötig.

Die Ökobilanzierung ist wichtig, um potenzielle Umweltauswirkungen bei der Substitution von Torf abzuschätzen und zu berücksichtigen. Damit soll sichergestellt werden, dass ökologische Auswirkungen durch die Substitution reduziert und nicht verlagert werden. Da allerdings nicht alle Rohstoffe in Österreich verfügbar sind, ist es wichtig, Verfügbarkeiten und länderspezifische Faktoren zu berücksichtigen und die ökologischen Auswirkungen mit Anwendung in Österreich abzuschätzen. Durch die Vorauswahl geeigneter Substrate und eine Gesamtbeurteilung von Eigenschaften und ökologischen Auswirkungen kann eine umfassende und detaillierte Beurteilung geeigneter TES erfolgen. Zu bedenken ist allerdings, dass die Datenverfügbarkeit wesentlich ist und in manchen Fällen limitierend sein kann.

7 Exkurs: weitere wichtige Themenkomplexe

Bei der Erstellung einer Ökobilanz von Torfersatzstoffen sind bei der Konzepterstellung weitere wichtige Themenkomplexe aufgekommen und diskutiert worden, die in einer zukünftigen Betrachtung und Bewertung von Torfersatzstoffen eine Rolle spielen können:

- **Ökobilanz als politisches Instrument**

Die Ökobilanz ist ein wichtiges Instrument, das politische Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger dabei unterstützt, umweltfreundliche und nachhaltige Maßnahmen zu ergreifen. Die Ergebnisse einer Ökobilanz liefern wichtige Informationen über den Energie- und Ressourcenverbrauch, die Emissionen von Treibhausgasen, den Wasserverbrauch und andere Umweltindikatoren. Diese Daten können von politischen Entscheidungsträger/inne/n genutzt werden, um fundierte Entscheidungen zu treffen und umweltfreundliche Maßnahmen zu fördern. Darüber hinaus kann die Ökobilanz als Instrument zur Sensibilisierung der Öffentlichkeit dienen. Indem sie Informationen über die Umweltauswirkungen von Produkten und Dienstleistungen bereitstellt, kann sie das Bewusstsein für umweltfreundliche Alternativen schärfen und zu einem nachhaltigen Konsumverhalten beitragen.

Es ist jedoch wichtig anzuerkennen, dass die politische Nutzung der Ergebnisse der Ökobilanzierung auch potenzielle Herausforderungen mit sich bringen kann. Es besteht die Möglichkeit, dass politische Entscheidungsträger/innen die Ergebnisse der Ökobilanzierung selektiv interpretieren oder gezielt beeinflussen, um ihre eigenen Interessen zu fördern. Dies könnte zu einer Verzerrung der Ergebnisse führen oder dazu, dass bestimmte Produkte oder Branchen bevorzugt behandelt werden.

Darüber hinaus kann die politische Nutzung der Ergebnisse der Ökobilanzierung auch zu Kontroversen führen, insbesondere wenn verschiedene Interessengruppen unterschiedliche Ansichten über die Umweltauswirkungen von bestimmten Maßnahmen haben. Die Interpretation der Ergebnisse und die Festlegung von Schwellenwerten oder Kriterien können zu politischen Auseinandersetzungen führen.

Insgesamt ist die politische Nutzung der Ökobilanzierung ein zweischneidiges Schwert. Während sie das Potenzial hat, positive Umweltauswirkungen zu fördern und umweltschädliche Praktiken zu reduzieren, müssen Entscheidungsträger/innen sorgfältig mit diesem Instrument umgehen, um sicherzustellen, dass es transparent, objektiv und ausgewogen angewendet wird. Eine offene und inklusive Einbindung aller relevanten Interessengruppen kann dazu beitragen, eine umfassende und fundierte Entscheidungsfindung zu gewährleisten.

- **Rohstoffkonkurrenz mit anderen Sektoren**

Die Verwendung von Torfersatzstoffen kann zu einer Rohstoffkonkurrenz führen, da verschiedene Branchen und Anwendungen nach alternativen Materialien suchen, um verschiedene, teils fossile Materialien oder Energieträger durch biogene Ressourcen zu ersetzen.

Die Nachfrage nach Ausgangsmaterialien von Torfersatzstoffen kann von der Landwirtschaft über die Gartenbauindustrie bis hin zur Energiewirtschaft reichen. Dies kann zu Herausforderungen in Bezug auf die Verfügbarkeit und den Preis dieser Alternativmaterialien führen. Die Konkurrenz um begrenzte Ressourcen kann sich auf die Wirtschaftlichkeit und die Nachhaltigkeit der Torfersatzstoffe auswirken. Es ist wichtig, dass die Suche nach alternativen Materialien für Torf von einer umfassenden Bewertung der Umweltauswirkungen und der Nachhaltigkeit begleitet wird, um sicherzustellen, dass die gewählten Ersatzstoffe tatsächlich umweltfreundlich und langfristig verfügbar sind. Eine nachhaltige Nutzung und Bewirtschaftung der Rohstoffe ist entscheidend, um mögliche negative Auswirkungen der Rohstoffkonkurrenz zu minimieren.

- **Regionale Unterschiede**

Der Themenkomplex "Regionale Unterschiede hinsichtlich Torfersatzstoffen im DACH-Raum" beschäftigt sich mit den spezifischen Gegebenheiten und Unterschieden in Deutschland, Österreich und der Schweiz (DACH-Raum) im Zusammenhang mit dem Ersatz von Torf in verschiedenen Anwendungen.

In jeder dieser Regionen gibt es spezifische Umweltbedingungen, landwirtschaftliche Praktiken, politische Rahmenbedingungen und Marktgegebenheiten, die die Verfügbarkeit, die Nutzung und die Akzeptanz von Torfersatzstoffen beeinflussen. Die geografischen Gegebenheiten und die landwirtschaftliche Struktur können variieren, ebenso wie die Klimabedingungen und die natürlichen Ressourcen.

Die Unterschiede in der Verfügbarkeit von Torfersatzstoffen in den verschiedenen Regionen des DACH-Raums können auf Faktoren wie die Nähe zu Abbaugebieten, den Zugang zu alternativen Materialien und die lokale Produktionskapazität zurückzuführen sein. Bestehende landwirtschaftliche Praktiken und Traditionen können ebenfalls eine Rolle spielen, da einige Regionen möglicherweise bereits alternative Substrate bevorzugen oder eine höhere Akzeptanz für deren Verwendung aufweisen.

Die politischen Rahmenbedingungen und gesetzlichen Vorgaben können ebenfalls stark variieren. In einigen Regionen können umweltbezogene Ziele und Richtlinien bestehen, die den Einsatz von Torfersatzstoffen fördern oder regulieren. Dies kann beispielsweise in Form von Förderprogrammen, Subventionen oder Verboten geschehen. Die politische Unterstützung und das Engagement für umweltfreundliche Praktiken können von Land zu Land unterschiedlich sein.

Des Weiteren spielen auch wirtschaftliche Aspekte eine Rolle. Die Verfügbarkeit und Kosten von Torfersatzstoffen sowie deren Wettbewerbsfähigkeit im Vergleich zu Torf können in den verschiedenen Regionen unterschiedlich sein. Marktfaktoren, wie die Nachfrage nach umweltfreundlichen Produkten und die Bereitschaft der Verbraucher, für nachhaltige Alternativen zu bezahlen, können ebenfalls regional variieren.

8 Verzeichnisse

8.1 Tabellenverzeichnis

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Potentialabschätzung mineralische TES | 15 |
| Tabelle 2: Potentialabschätzung organische TES – Holzmaterialien in t-lutro (entspricht einer Tonne lufttrockenem Holz) | 16 |
| Tabelle 3: Potentialabschätzung organische TES - Kokosmaterialien | 17 |
| Tabelle 4: Potentialabschätzung organische TES – aus der Kompostierung | 17 |
| Tabelle 5: Potentialabschätzung organische TES – Kulturpflanzen | 17 |
| Tabelle 6: Potentialabschätzung organische TES – landwirtschaftliche Reststoffe | 18 |
| Tabelle 7: Potentialabschätzung organische TES – Sonstige | 18 |
| Tabelle 8: Qualitative Bewertung der einzelnen Torfersatzstoffe | 20 |
| Tabelle 9: Überblick über relevante Aspekte bezüglich Systemgrenzen | 26 |
| Tabelle 10: Überblick über potenzielle Wirkungskategorien | 27 |
| Tabelle 11: Allgemeiner Überblick über benötigte Daten und mögliche Datenquellen | 29 |

8.2 Abbildungsverzeichnis

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: Überblick mineralischer Torfersatzstoffe..... | 6 |
| Abbildung 2: Überblick organischer Torfersatzstoffe | 8 |
| Abbildung 3: Verwertungswege der Holzmaterialien ab dem Sägewerk (in Mio m ³) für das Jahr 2019 | 16 |
| Abbildung 4: Schematischer Ablauf einer Lebenszyklusanalyse in Anlehnung an ISO14040 ... | 23 |
| Abbildung 5: Beispiel Prozesse Rindenkompost, Sägespäne, Holzfasern (rechts) sowie Referenzsystem Torf (links) (eigene Darstellung)..... | 25 |

9 Literaturverzeichnis

- BMF (2023): Österreichisches Montan-Handbuch 2022. Bundesministerium für Finanzen.
- BMK (2021): Holzströme in Österreich, Bezugsjahr 2019. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:6d7e080c-33cb-4e00-a786-0c573e46e6b6/Holzstr%C3%B6me_%C3%96sterreich_17082021_CI-final.pdf
- BMK (2022): Holzströme in Österreich, Bezugsjahr 2020. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. https://www.klimaaktiv.at/dam/jcr:457a261d-a410-418d-a50b-fd0afd57056f/Holzstr%C3%B6me_%C3%96sterreich_17102022.pdf
- BML (2022): Moorstrategie Österreich 2030+. Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus.
- BML: HOLZEINSCHLAGSMELDUNG für das Jahr 2022. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft
- Eymann L.; Mathis A.; Stucki M.; Amrein S. (2015): Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich: Eigenschaften, Verfügbarkeit, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Auswirkungen. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.
- Falter (2022): Torf -ein Bodenschatz, wenn er im Boden bleibt, https://www.falter.at/heureka/20221026/torf--ein-bodenschatz--wenn-er-im-boden-bleibt/_c69c797d96 [Aufruf: 15.02.2023]
- Fryda L.; Visser R.; Schmidt J. (2019): Biochar replaces peat in horticulture: Environmental impact assessment of combined biochar & bioenergy production. *Multidisciplinary Journal for Waste Resources & Residues* 5: 132-149.
- Höglund J; Martinsson F. (2013): Comparative review of variations in LCA results and peatland emissions from energy peat utilization. IVL report B2123, Swedish Environmental Research Institute, Stockholm.
- Kaltschmitt Martin (2005), Wolfgang Streicher, Andreas Wiese: Erneuerbare Energien: Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte, Springer, Berlin 2005.
- Kompost & Biogas Verband: Potenzial organischer Abfälle in Österreich. https://www.kompost-biogas.info/wp-content/uploads/2022/05/2022-05-06_Potential-biogener-Abfaelle-in-Oesterreich_final-1.pdf
- Legua P.; Hernández F.; Tozzi F.; Martínez-Font R.; Jorquera D.; Jiménez C.R.; Giordani E.; Martínez-Nicolás J.J.; Melgarejo P. (2021): Application of LCA Methodology to the Production of Strawberry on Substrates with Peat and Sediments from Ports. *Sustainability* 13(11), 6323; <https://doi.org/10.3390/su13116323>.
- Statistik Austria a: https://www.statistik.at/fileadmin/pages/201/2022_4_Aussenhandel_2021vorl_04_2022.pdf
- Statistik Austria b: Feldfrucht- und Dauerwiesenproduktion 2022.
- Stucki M.; Wettstein S.; Mathis A.; Amrein S. (2019): Erweiterung der Studie „Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich“: Eigenschaften, Verfügbarkeit, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Auswirkungen. Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Wädenswil.
- UBA (2022): „Circular Economy“ im Abfallbereich – Evaluierung im Hinblick auf Klärschlammkompost, Umweltbundesamt im Auftrag von Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022. <https://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0805.pdf>



Bericht Nr. 952 TR N-51-334-0
Wieselburg, 29. Juni 2023

BEST – Bioenergy and Sustainable Technologies GmbH

Standort Wieselburg

Gewerbepark Haag 3, A 3250 Wieselburg
office@best-research.eu
www.best-research.eu

Firmensitz Graz

Inffeldgasse 21b, A 8010 Graz