

TEXTE

109/2024

Teilbericht

Umweltzeichen Blauer Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden

Hintergrundbericht zur Erarbeitung der
Vergabekriterien DE-UZ 234

von:

Cornelia Merz
Öko-Institut, Darmstadt

Dr. Stefan Gartiser
Hydrotox GmbH, Freiburg

Herausgeber:

Umweltbundesamt

TEXTE 109/2024

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums für
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3721 37 305 0
FB001446

Teilbericht

Umweltzeichen Blauer Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden

Hintergrundbericht zur Erarbeitung der Vergabekriterien
DE-UZ 234

von

Cornelia Merz
Öko-Institut, Darmstadt

Dr. Stefan Gartiser
Hydrotox GmbH, Freiburg

Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

Durchführung der Studie:

Öko-Institut
Rheinstraße 95
64295 Darmstadt

Hydrotox Labor für Ökotoxikologie und Gewässerschutz GmbH
Bötzingen Str. 29
79111 Freiburg

Abschlussdatum:

Februar 2024

Redaktion:

Fachgebiet III 1.3 Ökodesign, Umweltkennzeichnung, umweltfreundliche Beschaffung
Sarah Tietjen

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, August 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung: Umweltzeichen Blauer Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden

In diesem Forschungsvorhaben werden Kultursubstrate¹ als neue Produktgruppe für den Blauen Engel untersucht und Kriterien für das Umweltzeichen entwickelt. Die Produktgruppe beschränkt sich auf organische Kultursubstrate, d.h. solche, die einen gewissen Anteil organischer Substanz enthalten und einen erdigen Charakter aufweisen. Eingeschlossen sind organische Kultursubstrate für den professionellen Einsatz (Erwerbsgartenbau, Garten- und Landschaftsbau, öffentliches Grün) sowie Blumenerden für den Hobbybereich.

Im Rahmen der Kriterienentwicklung wurde eine Markt- und Umfeldanalyse und ein Vergleich bestehender Umweltzeichen (EU Ecolabel und österreichisches Umweltzeichen) durchgeführt sowie vorhandene Ökobilanzen gegenübergestellt. Darüber hinaus fand ein Austausch mit verschiedenen Expertinnen und Experten statt. Insbesondere wurden ein Fachgespräch (25. Mai 2023) und eine Expertenanhörung (27. September 2023) durchgeführt, auf denen die Entwürfe der Vergabekriterien vorgestellt und mit allen Teilnehmerinnen und Teilnehmern diskutiert wurden. Die Anforderungen beinhalten den Ausschluss von Torf als Substratausgangsstoff sowie eine Beschränkung auf den Einsatz biogener Reststoffe als organische Torfersatzstoffe. Zusätzlich müssen für viele gängige Substratausgangsstoffe an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Herkunftsnachweise vorgelegt werden. Mit Hinblick auf die Schadstofffreiheit und die Gebrauchstauglichkeit wurden Grenzwerte für diverse typische Parameter festgelegt und eine regelmäßige Kontrolle, auch durch Dritte, gefordert (Qualitätssicherung).

Abstract: Blue Angel ecolabel for organic growing media and potting soils

In this research project, growing media² are being examined as a new product group for the Blue Angel and criteria for the ecolabel are being developed. The product group is limited to organic growing media, i.e. those that contain a certain amount of organic matter. It includes organic growing media for professional use (commercial horticulture, gardening and landscaping, public green spaces) as well as potting soils for hobby use.

As part of the criteria development process, an analysis of the current growing media market and context and a comparison of existing ecolabels (EU Ecolabel and Austrian Ecolabel) were carried out and existing life cycle assessments were compared. In addition, an exchange took place with various experts. In particular, a technical meeting (May 25, 2023) and an expert hearing (September 27, 2023) were held at which the draft award criteria were presented and discussed with all participants. The requirements include the exclusion of peat as a substrate component and a restriction to the use of biogenic residues³ as organic peat substitutes. In addition, for many common substrate components evidence has to be provided that sustainability criteria are met in their production chain. With regard to the absence of harmful substances and fitness for use, limit values have been set for various typical parameters and regular monitoring, including by third parties, is required (quality assurance).

¹ Kultursubstrate werden bei der Aufzucht von Pflanzen dafür verwendet einen Wurzelraum bereitzustellen, über den die Zufuhr von Wasser, Luft und Nährstoffen gewährleistet wird. Im Hobbybereich werden sie häufig als Blumenerden bezeichnet.

² Growing media are used in the cultivation of plants to provide space for rooting that ensures the supply of water, air and nutrients. For private use, they are often referred to as potting soils.

³ Defined as „all biogenic streams which are not produced as main product of a process“ according to DBFZ (2021)

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	9
Tabellenverzeichnis.....	9
Abkürzungsverzeichnis.....	10
Zusammenfassung.....	12
Summary	23
1 Einleitung.....	33
2 Methodisches Vorgehen	35
3 Definition der Produktgruppe	36
4 Markt- und Umfeldanalyse.....	38
4.1 Substratausgangsstoffe.....	38
4.1.1 Torf.....	39
4.1.2 Kompost.....	39
4.1.3 Holzfasern	41
4.1.4 Rindenumus.....	42
4.1.5 Gartenbauliche Kokosprodukte.....	43
4.1.6 Andere agrarische Rohstoffe (trockene Böden)	47
4.1.7 Paludibiomasse	48
4.1.8 Biokohle / Pflanzenkohle	48
4.1.9 Mineralische Substratausgangsstoffe.....	50
4.2 Substratherstellung in Deutschland.....	50
4.3 Gesetzliche Grundlagen	54
4.3.1 Deutschland	54
4.3.2 Europäische Union.....	55
4.4 Bestehende Umwelt- und Gütezeichen.....	56
4.4.1 Europäisches und österreichisches Umweltzeichen für Kultursubstrate.....	56
4.4.2 RAL-Gütezeichen für Kompost, Blumenerden und Kultursubstrate.....	64
4.4.3 Weitere Zertifizierungssysteme.....	65
4.5 Ökobilanzen zu Substraten und Substratausgangsstoffen	67
5 Herleitung der Vergabekriterien	73
5.1 Geltungsbereich.....	73
5.2 Zulässige Einsatzstoffe und Zusammensetzung des Kultursubstrates.....	74
5.2.1 Zulässige Substratausgangsstoffe und Substratzusätze	74

5.2.2	Beschränkungen und genereller Ausschluss der Zugabe von Stoffen, Gemischen und weiteren Zusätzen mit besonderen Eigenschaften	76
5.2.3	Organischer Anteil	79
5.3	Herkunft der Substratausgangsstoffe	80
5.3.1	Komposte	81
5.3.2	Rindenumus	83
5.3.3	Holzfasern	85
5.3.4	Kokosprodukte für gartenbauliche Anwendungen.....	88
5.3.5	Andere agrarische Reststoffe.....	92
5.3.6	Biokohle / Pflanzenkohle	93
5.3.7	Paludikulturen.....	96
5.3.8	Mineralische Substratausgangsstoffe.....	97
5.4	Angaben zu Produktionsstätte, Zulieferbetrieben und Transportdistanzen	101
5.5	Qualitätssicherung	102
5.6	Grenzwerte	104
5.6.1	Schwermetalle	104
5.6.2	Polyaromatische Kohlenwasserstoffe.....	108
5.6.3	Andere organische Schadstoffe	109
5.6.3.1	Dioxine, Furane, dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle	109
5.6.3.2	Nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle für Pflanzenkohle	110
5.6.3.3	Per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen	111
5.6.3.4	Pestizide.....	113
5.6.4	Mikrobiologische Kriterien.....	114
5.7	Gebrauchstauglichkeit	116
5.7.1	Rottegrad	116
5.7.2	Stabiler Stickstoffhaushalt	118
5.7.3	Makroskopische Verunreinigungen	121
5.7.4	Qualitätsparameter für Pflanzenkohle	124
5.7.5	Keimfähige Unkrautsamen und lebensfähiges Vermehrungsmaterial.....	125
5.7.6	Pflanzenverträglichkeit	125
5.7.7	Salzgehalt	128
5.7.8	pH-Wert	130
5.8	Bereitstellung von Informationen.....	131
5.9	Anforderungen an die Verpackung.....	132

6	Zusammenfassung und Ausblick für künftige Entwicklungen der Vergabekriterien	133
7	Quellenverzeichnis	136
7.1	Gesetzliches Regelwerk, Normen und Methoden	136
7.2	Publizierte Arbeiten	141

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Substratausgangsstoffe für Blumenerden und professionelle Kultursubstrate für den deutschen Markt (Mengenanteile im Jahr 2022)	52
--------------	--	----

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Preise von Substratausgangsstoffen (Orientierungswerte im Jahr 2022)	53
Tabelle 2:	Gegenüberstellung der Kriterien des EU-Umweltzeichens (EU-UZ 048) und des österreichischen Umweltzeichens (AT-UZ 32)	61
Tabelle 3:	Treibhauspotenzial von Substratausgangsstoffen nach verschiedenen Quellen.....	69
Tabelle 4:	Treibhauspotenzial und gesamter kumulierter Energieaufwand der Herstellung von als mineralische Substratausgangsstoffe in Frage kommenden Baustoffen	71
Tabelle 5:	Ausgeschlossene Gefahrenkategorien und entsprechende H-Sätze nach CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-V)	76
Tabelle 6:	Grenzwerte für Schwermetalle in relevanten Verordnungen, Umwelt- und Gütezeichen.....	106
Tabelle 7:	Zuordnung des Rottegrades anhand des Temperaturmaximums nach BGK.....	117
Tabelle 8:	Grenzwerte für makroskopische Verunreinigungen für Blauen Engel	122

Abkürzungsverzeichnis

AOX	Adsorbierbare organisch gebundene Halogenverbindungen
AT4	Atmungsaktivität (Sauerstoffverbrauch innerhalb von 4 Tagen in mg/g nach DepV)
AT-DüMV	Österreichische Düngemittelverordnung,
AT-UZ 32	Österreichisches Umweltzeichen „Torffreie Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe, Düngemittel, Komposte“, Januar 2020
BG	Bestimmungsgrenze
BGK	Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V.
BioAbfV	Bioabfallverordnung
BLE	Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
CLP	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures, Verordnung (EG) Nr. 1272/2008
CMC	Component material category, Komponentenmaterialkategorie nach DüPV
CoC	Chain of Custody, Produktkette (in Zertifizierungssystemen)
DBFZ	Deutsches Biomasseforschungszentrum gGmbH Leipzig
DüMV	Düngemittelverordnung (Deutschland)
DüV	Düngeverordnung (Deutschland)
DüPV	Düngeprodukteverordnung (EU)
FAO	Food and Agriculture Organization der Vereinten Nationen
FBK	Fachvereinigung Bayerischer Komposthersteller e.V.;
FM	Frischmasse [Gew.-%]
FNR	Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V.
FSC	Forest Stewardship Council; https://fsc.org/en
FTIR	Fourier-Transformations-Infrarotspektrometer
EFSA	European Food Safety Authority (Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit)
EBC	European Biochar Certificate
EU-UZ 048	Europäisches Umweltzeichen für Kultursubstrate und Bodenverbesserungsmittel, Juli 2022
GAP	Gemeinsamen Agrarpolitik der Europäischen Union
GGG	Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V.; https://www.substrate-ev.org/
GWP	Global Warming Potential, Treibhauspotenzial
HORTICERT	Zertifizierungssystem für Torfersatzstoffe; https://www.horticert.org/de/
ISCCplus	International Sustainability and Carbon Certification; https://www.iscc-system.org/certification/iscc-certification-schemes/iscc-plus/

IVG	Industrieverband Garten e.V.; https://ivg.org/
KBE	Koloniebildende Einheit(en)
LAGA	Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Abfall
MCS	Meo Carbon Solutions GmbH; https://www.meo-carbon.com/
NawaRo	Nachwachsende Rohstoffe; NawaRo-Anlagen als Anlagen, die mit Anbaubiomasse betrieben werden.
PAK16	US EPA-Liste der Leitverbindungen für 16 typische Polyzyklische Aromaten
PCB	Polychlorierte Biphenyle
PCDD/PCDF	Polychlorierte Dibenzo-p-dioxine und Dibenzofurane
PEFC	Programme for the Endorsement of Forest Certification; https://www.pefc.de/
PFC	Product function category, Produktfunktionskategorie nach DüPV
Py-GC-MS	Pyrolysis coupled gas chromatography and mass spectrometry
QLA	Gesellschaft für Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung mbH;
RHP	RHP-Stiftung zur Zertifizierung von Kultursubstraten; https://www.rhp.nl/en/home
RSB	Roundtable on Sustainable Biomaterials; https://rsb.org/
SPME-GC-MS	Solid-phase microextraction Gas Chromatography
SVHC	Substances of Very High Concern, besonders besorgniserregende Stoffe
THG	Treibhausgas
TM	Trockenmasse [Gew.-%]
TEM-EDX	Transmission electronic microscopy
UAG	Umweltauditgesetz
UBA	Umweltbundesamt, Dessau
WFD	Europäische Abfallrahmenrichtlinie, Richtlinie 2008/98/EG
VDLUFA	Verband Deutscher Landwirtschaftlicher Untersuchungs- und Forschungsanstalten
VOC	Volatile Organic Compounds

Zusammenfassung

Motivation

Kultursubstrate werden eingesetzt, um Pflanzen einen Wurzelraum zu geben, über den die Zufuhr von Wasser, Luft und Nährstoffen sichergestellt wird. Als wichtiger Substratausgangsstoff hat sich über Jahrzehnte Torf etabliert, da er viele günstige Eigenschaften für die Herstellung von pflanzenbaulich geeigneten Kultursubstraten besitzt.

Allerdings ist die Nutzung von Torf mit negativen Umweltwirkungen verbunden. Aufgrund der sehr langsamen Entstehung des Torfkörpers ist Torf ein nicht-nachwachsender Rohstoff und bei seiner Nutzung wird der im Torf gebundene Kohlenstoff als CO₂ emittiert. Aus Gründen des Klimaschutzes ist der Erhalt des im Torf gebundenen Kohlenstoffs notwendig, weshalb auch auf politischer Ebene ein Torfausstieg angestrebt wird. Die Renaturierung und Erhaltung von Mooren leisten zudem einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Biodiversität. Daher ist die Substitution von Torf durch erneuerbare Substratausgangsstoffe, auch "Torfersatzstoffe", nötig.

Um die gartenbaulich gewünschten Substrateigenschaften einzustellen, wird i.d.R. eine Mischung verschiedener Substratausgangsstoffe hergestellt, welche die biologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der einzelnen möglichst gut und angepasst kombiniert und eine gleichbleibende Qualität gewährleistet. Im Hinblick auf die Schließung von Stoffkreisläufen ist dabei v.a. der Einsatz von Komposten erstrebenswert. Aufgrund der Nähr- und Fremdstoffgehalte werden hierfür aktuell kaum Biogutkomposte sondern fast ausschließlich Grüngutkomposte eingesetzt. Daneben kommen erneuerbare organische Rohstoffe forstwirtschaftlicher oder agrarischer Herkunft in Frage. Aktuell zählen hierzu v.a. Holzfasern, Rindenhumus und gartenbauliche Kokosprodukte⁴. Weiterhin werden mineralische Substratausgangsstoffe eingesetzt, die durch Abbau gewonnen werden. Die wichtigsten Vertreter sind hier Perlite und Tone.

In allen Fällen ist auch bei der Nutzung alternativer Substratausgangsstoffe darauf zu achten, dass die mit Herstellung, Transport und Nutzung verbundenen Umweltwirkungen möglichst geringgehalten werden. Auch Nutzungskonkurrenzen müssen im Blick behalten und möglichst vermieden werden. Die resultierenden Produkte müssen qualitativ hochwertig und im Hinblick auf Umwelt und menschliche Gesundheit schadstoffarm sein.

Mit der vorliegenden Studie sollten dementsprechend geeignete Vergabekriterien für ein neues Blauer Engel Umweltzeichen „Organische Kultursubstrate und Blumenerden“ entwickelt werden. Die vorgeschlagenen Kriterien wurden im Austausch mit potenziellen Zeichennehmern, dem UBA, RAL und anderen Experten*Expertinnen erarbeitet und bei einem Fachgespräch, einer Expertenanhörung und in der Sitzung der Jury Umweltzeichen abgestimmt.

Mit der Implementierung des Umweltzeichen Blauer Engel soll die Bekanntheit und Akzeptanz von torffreien Kultursubstraten zur Anwendung sowohl im privaten als auch im professionellen Bereich verbessert und deren Marktanteil erhöht werden. Im privaten Bereich ist der vollständige Verzicht auf Torf in Blumenerden bereits aktuell gut möglich. Im professionellen Bereich steht ihm die Sorge um die Kultursicherheit und höhere Produktionskosten⁵ im Wege. Unter anderem soll hier die Möglichkeit, damit zu werben, dass die Kultivierung der vermarkteten Pflanzen in Blauer-Engel-zertifizierten Kultursubstraten stattgefunden hat, eine

⁴ Als gartenbauliche Kokosprodukte werden Produkte aus der faserigen dicken Hülle der Kokosnuss bezeichnet, die in Kultursubstraten eingesetzt werden können: Kokosmark, Kokosfasern, Kokoschips, s. z.B. <https://substratbuch.ivg.org/substratbuch/ausgangsstoffe/organische-ausgangsstoffe/kokosprodukte>; letzter Zugriff: 09.01.2024

⁵ Bedingt durch u.U. höhere Rohstoffpreise und veränderte Kostenstrukturen durch veränderte Betriebsführung (Dünge- und Bewässerungsintervalle, andere Kultivierungszeiträume und Personaleinsatz)

Option für die Produzenten eröffnen, gegenüber Händlern und Endkunden die mit einer Umstellung verbundenen höheren Kosten zu rechtfertigen und weiterzugeben.

Methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Projektarbeiten wurde zunächst eine Markt- und Umfeldanalyse durchgeführt. Diese beinhaltete einerseits eine Recherche der relevanten Substratausgangsstoffe und der Situation der Substratherstellung in Deutschland, insbesondere in Hinblick auf die eingesetzten Mengen, sowie des rechtlichen Rahmens. Im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen, Grenzwerten und Methoden wurden dazu die bereits existierenden Umweltzeichen für organische Kultursubstrate (EU Ecolabel, Österreichisches Umweltzeichen), sowie die relevanten Gütezeichen für Kultursubstrate und Ausgangsstoffe analysiert. Außerdem wurden passende Zertifizierungssysteme recherchiert, die auf Nachhaltigkeit und Rückverfolgbarkeit der Rohstoffherkunft abzielen, und einschlägige Ökobilanzstudien zu Substratausgangsstoffen gegenübergestellt. Diese Grundlagen werden im Haupttext in Kapitel 4 vorgestellt.

Darüber hinaus fand bereits während der Kriterienerarbeitung ein intensiver Austausch mit verschiedenen Experten*Expertinnen statt. Dies beinhaltete Interviews mit Herstellern sowie Gespräche mit Vertretern*Vertreterinnen von Verbänden, der entsprechenden RAL Gütezeichen (RAL-GZ 250, RAL-GZ 251) sowie aus Wissenschaft und zuständigen Ministerien (BMUV, BMEL). Im Hinblick auf eine transparente und an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Rohstoffherkunft wurde außerdem Rücksprache mit Zertifizierungsorganisationen (z.B. Biokontrollstellen, FSC-Siegel, Rainforest Alliance) gehalten und Kontakt zum laufenden Projekt zur Entwicklung eines Zertifizierungssystem für Torfersatzstoffe (HORTICERT)⁶ hergestellt. Dieser Austausch wurde um Rückmeldungen aus den kompetenten Fachgebieten des Umweltbundesamtes ergänzt.

Die auf diesen Vorarbeiten basierend erarbeiteten Vergabekriterien wurden auf zwei virtuellen Treffen einem breiten Kreis interessierter Akteure vorgestellt und mit den Teilnehmern und Teilnehmerinnen diskutiert: das Fachgespräch fand Ende Mai 2023, die Expertenanhörung Ende September 2023 statt. Im Nachgang wurden zahlreiche Anmerkungen berücksichtigt sowie der Entwurf strukturell überarbeitet und vereinfacht, um die Praxistauglichkeit der Vergabekriterien zu stärken. Die Vergabekriterien für organische Kultursubstrate wurde im Dezember 2023 von der Jury Umweltzeichen beschlossen und im Januar 2024 veröffentlicht.

Geltungsbereich des Umweltzeichens

Um den Geltungsbereich des Umweltzeichens festzulegen, muss eine klare Definition der Produktgruppe erfolgen. Zur gezielten Förderung des Wachstums von Pflanzen kommen unterschiedliche Produktgruppen zum Einsatz. In Deutschland unterscheidet das Düngegesetz (DüngG 2009) dabei in Kultursubstrate, Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsstoffe. Kultursubstrate sind dabei Stoffe, die dazu bestimmt sind, Nutzpflanzen als Wurzelraum zu dienen und die dazu in Böden eingebracht, auf Böden aufgebracht oder in bodenunabhängigen Anwendungen genutzt werden. In der europäischen Düngeproduktverordnung (DüPV 2019) wird das Kultursubstrat als "Produkt, das kein natürlicher Erdboden ist und dazu dient, Pflanzen oder Pilze darin wachsen zu lassen" definiert. In Kombination mit einer Verwendung in/auf Böden verwendet die DüPV (2019) den Ausdruck „Bodenverbesserungsmittel“.

Im Sprachgebrauch wird die Bezeichnung „Kultursubstrat“ vorwiegend für den professionellen Bereich (Erwerbsgartenbau, Garten- und Landschaftsbau, öffentliche Grünanlagen) verwendet. Für Kultursubstrate zur Verwendung im privaten Bereich / Hobbygartenbau ist der Ausdruck Blumenerde (auch Garten- oder Pflanzenerden) gebräuchlich.

⁶ entwickelt durch die Meo Carbon Solutions GmbH, im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), vertreten durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

Das Europäische Umweltzeichen (EU-UZ 048) bezieht neben Kultursubstraten auch Bodenverbesserungsmittel, darunter explizit auch Mulch, mit ein. Das Österreichische Umweltzeichen enthält "Torffreie Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe, Düngemittel, Komposte" (AT-UZ 32).

Aus Fachkreisen kam übereinstimmend der Hinweis, dass es bei einer Erweiterung des Geltungsbereiches auf Bodenverbesserungsmittel zu Abgrenzungsschwierigkeiten kommen würde, da unter dem im deutschen Recht verwendeten Begriff „Bodenhilfsstoffe“ ein Großteil der Komposte nicht erfasst werden. Letztere werden wegen ihrer hohen Nährstoffgehalte vorwiegend als Düngemittel eingestuft. Unter "Düngemittel" fallen jedoch wiederum auch ganz andere Stoffe (z.B. flüssige oder rein mineralische Düngemittel), die einer anderen Bewertung bei der Umweltzeichenvergabe bedürften.

Um eine klare Definition sicherzustellen, wurde die Produktgruppe daher auf Kultursubstrate nach der Definition des DüngG (2009) beschränkt. Dies entspricht auch der Anforderung des Blauen Engel, dass die Produkte einer Produktgruppe derselben Zweckbestimmung dienen sollen.

Zudem beschränkt sich das vorliegende Umweltzeichen auf Kultursubstrate, die einen Mindestanteil organischer Substanz enthalten und damit einen erdähnlichen Charakter aufweisen. Diese werden im Weiteren als „organische Kultursubstrate“ bezeichnet und sowohl im professionellen Bereich, als auch im privaten Bereich (Blumenerden) eingesetzt.

Im Hinblick auf die für dieses Umweltzeichen relevanten Parameter erschien eine differenzierte Betrachtung in den Profi- und Hobbybereich nicht nötig. Daher erstreckt sich der Geltungsbereich des Umweltzeichens auf „organische Kultursubstrate und Blumenerden“ und schließt unterschiedliche Anwendungsbereiche⁷ ein. Rein mineralische Kultursubstrate sind ausgeschlossen, da hier wiederum andere Bewertungsmaßstäbe gelten (Rohstoff- und Energieeinsatz, Schadstoffbelastungen).

Vergabekriterien

Die Herleitung der Vergabekriterien des Blauen Engels für organische Kultursubstrate und Blumenerden orientiert sich an den bereits langjährig bestehenden Umweltzeichen in diesem Bereich (EU-UZ 048, AT-UZ 32). Eine Gegenüberstellung der Kriterien findet sich im Haupttext in Kapitel 4.4.1 (insbesondere in Tabelle 2).

Die Kriterien dieser Umweltzeichen wurden in ihrer Art im Wesentlichen übernommen, die Ausgestaltung jedoch in vielen Fällen angepasst. Dies betrifft bspw. die Höhe der Grenzwerte oder die Wahl der Methodik, die sich vorwiegend auf die in Deutschland gebräuchlichen Methoden stützt, eine Anerkennung europäischer Methoden aber gleichermaßen vorsieht, wenn eine Äquivalenz gegeben ist. Im Gegensatz zu den bereits etablierten Umweltzeichen wird der Geltungsbereich dieses Blauen Engels wie oben beschrieben aus Gründen der Definitionssicherheit in der ersten Fassung der Kriterien auf organische Kultursubstrate und Blumenerden begrenzt.

⁷ z.B. Aussaat- und Anzuchterden, Erden für Beete, Erden für Kübel-/Topfpflanzen auf Terrassen und Balkonen oder in Innenräumen

Im Einzelnen werden folgende Anforderungen festgelegt:

► Herkunft organischer Hauptbestandteile (Kap. 5.2.1, 5.3.1-5.3.7)

Wie für das EU-UZ 048 und das AT-UZ 32 müssen die „organischen Kultursubstrate“ für den Blauen Engel zum Schutz der Moorböden torffrei sein. Als Torfersatzstoffe sollen organische Reststoffe eingesetzt werden. Der Fokus auf organische Reststoffe soll einen Anreiz erzeugen, zunächst dieses Potenzial zu erschließen, bevor ein gezielter Anbau von nachwachsenden Rohstoffen mit entsprechendem Flächenbedarf erfolgt. Ausgenommen sind hier Paludikulturen, die auf wiedervernässten Moorflächen mit dem Ziel des Torfkörpererhalts zur Vermeidung von CO₂-Emissionen und der Förderung der Biodiversität umgesetzt werden.

Zusätzlich wird stoffspezifisch konkretisiert, welche organischen Stoffe jeweils als Reststoffe betrachtet werden und es werden Anforderungen an die Herkunft gestellt, um einen nachhaltigen und transparenten Rohstoffeinsatz fördern (s. Kap. 5.3 im Haupttext). Die verwendete Definition des Begriffes Reststoff folgt dabei der des Biomasse-Methodenhandbuchs des Deutschen Biomasseforschungszentrums (DBFZ 2021).

Für Komposte wird eine Positivliste für zulässige Einsatzstoffe zur Kompostierung festgelegt, die als Mindestanforderung den Vorgaben der BioAbfV (1998) folgt, bzw. weitergehende Forderungen etablierter Gütesicherungssysteme berücksichtigt. Zusätzlich muss transparent dargestellt werden, aus welcher Art organischer Reststoffe (Grüngut, Biogut, Gärreste inkl. Angabe der Art des Inputs der Biogasanlagen) die Komposte hergestellt werden. Gärrestkomposte aus NawaRo-Anlagen sind von der Vergabe ausgeschlossen.

Für Rindenhumus und Holzfasern muss die Rohstoffherkunft nach einem etablierten Zertifizierungssystem für Nachhaltigkeit (insbes. FSC, PEFC, Naturland-Siegel) nachgewiesen werden. Ausgenommen hiervon sind Altholz, Grüngut- und Landschaftspflegeholz. Bei Verwendung von Industrierestholz dürfen nur Holzrückstände verwendet werden, die bei der Verarbeitung von Stammholz (z.B. in Sägewerken) anfallen. Für Holz, das von kontinuierlich bewaldeten Flächen stammt, werden neben dem Nachweis, dass es Anforderungen an eine nachhaltige Forstwirtschaft genügt, weitergehende Anforderungen gestellt, insbesondere darf kein Stammholz eingesetzt werden und der Nicht-Derbholz-Verbleib⁸ im Wald muss sichergestellt sein. In allen Fällen darf nur chemisch unbehandeltes Holz eingesetzt werden. Es darf nur Rinde eingesetzt werden, die bei der Entrindung im Sägewerk anfällt.

Für gartenbauliche Kokosprodukte muss nachgewiesen werden, dass bei ihrer Herstellung⁹ soziale und arbeitsrechtliche Mindeststandards eingehalten werden. Zudem muss ein Konzept zum umweltgerechten Umgang mit Prozess- und Abwässern bei der Faserverarbeitung vorliegen. Der maximale Anteil gartenbaulicher Kokosprodukte wird auf 50 Vol.-% im Produkt begrenzt.

Für andere agrarische Reststoffe, deren Anwendung erst am Anfang steht, wird gefordert, dass nur solche eingesetzt werden, die lokal bei der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse anfallen. Weitergehende Umwelanforderungen werden für diese aktuell nicht definiert.

Der Einsatz von Biokohle wird auf pyrolytisch erzeugte Pflanzenkohle nach dem AgroBio-Standard des europäischen Biokohlezertifikats (EBC) beschränkt. Zudem wird die Einhaltung

⁸ Nicht-Derbholz definiert als Holz mit < 7 cm Durchmesser.

⁹ mindestens im letzten Verarbeitungsschritt (s. Kap. 5.3.4)

wichtiger umweltrelevanter prozesstechnischer Aspekte nach dem EBC-Zertifikat (z.B. Abwärmenutzung) gefordert.

Paludibiomasse von wiedervernässten Moorböden kann eingesetzt werden, wenn gewährleistet ist, dass die Wasserstände ganzjährig nahe der Geländeoberkante liegen und naturschutzfachliche Anforderungen in Orientierung an Empfehlungen des Bundesamtes für Naturschutz (Närmann et al. 2021) eingehalten werden.

► Herkunft mineralischer Hauptbestandteile (Kap. 5.3.8)

Für mineralische Substratausgangsstoffe werden Anforderungen an die Herkunft aus verantwortlichem Abbau festgelegt, die sich an den Kriterien der EU-UZ 048 orientieren. Diese schließen insbesondere die nachweisliche Einhaltung der umwelt- und naturschutzfachlich relevanten gesetzlichen Anforderungen an Abbauprojekte mit ein. Der Standort des Abbaubereiches muss ausgewiesen werden und ein Sanierungsplan vorliegen.

► Mindestanteil Organik (Kap. 5.2.3)

Um dem Geltungsbereich dieses Umweltzeichens zu entsprechen, muss es sich bei den Kultursubstraten um organische Kultursubstrate und Blumenerden handeln. Dies wird über die Definition eines Mindestorganikgehaltes sichergestellt. Dieser wird über den Glühverlust bestimmt und muss mindestens 20 Gew.-% in der Trockenmasse betragen.

► Beschränkungen und genereller Ausschluss der Zugabe von Stoffen, Gemischen und weiteren Zusätzen mit besonderen Eigenschaften (Kap. 5.2.2)

Aus Vorsorgegründen wird in Umweltzeichen häufig eine generelle Anforderung definiert, die die Zugabe von aus Umwelt- und Gesundheitsgründen bedenklichen Stoffen und Gemischen ausschließt. Dazu wurde vom Umweltbundesamt eine harmonisierte Anforderung für den Blauen Engel ausgearbeitet, die die Einhaltung der gesetzlichen Regelungen des europäischen und deutschen Chemikalienrechts voraussetzt; hierzu gehören insbesondere die REACH-V (2006) Anhang XIV und XVII, die POP-V (2019) Anhang I, CLP-V (2008).

Dabei wird übergeordnet das Zusetzen¹⁰ folgender Stoffe und Gemische zu organischen Kultursubstraten verboten:

- Stoffe, die unter REACH-V (2006) als besonders besorgniserregend identifiziert (SVHC) und in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sogenannte "Kandidatenliste") aufgenommen wurden.
- Stoffe und Gemische, die gemäß CLP-V (2008) in Gefahrenkategorien nach Tabelle 5 in Kapitel 5.2.2 eingestuft sind oder die Kriterien für eine solche Einstufung erfüllen.

Neben den allgemein ausgeschlossenen Stoffen dürfen folgende produktspezifische Zusätze¹⁰ nicht in den organischen Kultursubstraten enthalten sein:

- Pestizide (chemische Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte)
- genetisch veränderte Organismen

¹⁰ Zusatz als konstitutioneller Bestandteil; Konstitutionelle Bestandteile sind Stoffe oder Zubereitungen, die dem Produkt oder dem Vorprodukt zugegeben werden, um bestimmte Produkteigenschaften zu erreichen oder zu beeinflussen und solche, die als chemische Spaltprodukte zur Erzielung der Produkteigenschaften erforderlich sind. Auf ein Minimum reduzierte Restmonomere fallen beispielsweise nicht darunter.

- synthetische oder modifizierte Polymere
- Mineralöle und mineralölbasierte Tenside

Neben übergeordneten Stoffausschlüssen werden für die folgenden ausgewählten Parameter, die die Umweltverträglichkeit und Gebrauchstauglichkeit der organischen Kultursubstrate und Blumenerden beeinflussen, Grenzwerte festgelegt. Für detaillierte Ausführungen zur Herleitung sei an dieser Stelle auf den Haupttext (Kap. 5.6 und 5.7) verwiesen. Dort finden sich auch die Ausführungen zu den akzeptierten Nachweismethoden. Des Weiteren werden in Kapitel 5.5 die Anforderungen an die Qualitätssicherung beschrieben, die Vorgaben zur Häufigkeit und Art der Beprobung und Analyse machen und anerkannte Labore definieren. Insbesondere kann die Qualitätssicherung durch Teilnahme an etablierten Gütesicherungen gewährleistet werden.

► Schwermetalle (Kap. 5.6.1)

Die Festlegungen für den Blauen Engel folgen im Wesentlichen den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung (EU-Öko-DV 889/2008 bzw. EU-Öko-DV 2021/1165) für kompostierte oder fermentierte Haushaltsabfälle (sprich Kompost), deren Grenzwerte auch in die österreichische Kompostverordnung sowie für Kompost in das Österreichische Umweltzeichen AT-UZ 32 übernommen wurden. Der vorgeschlagene Cadmiumgrenzwert von 1 mg/kg TM ist ein Kompromiss zwischen den Belangen des Bodenschutzes und der Verwendung von Rindenkompost als Substratausgangsstoff, liegt jedoch immer noch deutlich unter den Vorgaben des EU-UZ 048 und der DüMV (2019). Für Nickel wurde aufgrund einer geogenen Vorbelastung von Tonen in Abstimmung mit dem Bodenschutzfachgebiet beim Umweltbundesamt ein geringfügig höherer Grenzwert von 35 mg/kg TM (statt 25 mg/kg TM in der EU-Öko-Verordnung) vorgeschlagen, der dem der BioAbfV (1998) entspricht. Die EU-Öko-Verordnung beschreibt keine Grenzwerte für Arsen und Thallium. Die vorgeschlagenen Grenzwerte von 10 mg/kg TM für Arsen wurde vom EU-UZ 048, die von 1 mg/kg TM für Thallium aus der DüMV (2019) übernommen.

Die vorgeschlagenen Grenzwerte für Schwermetallgehalte für organische Kultursubstrate entsprechen damit überwiegend denen der EU-Öko-Verordnung und sind mindestens so streng oder strenger als die des EU-UZ 048 oder der BioAbfV (1998). Sie können somit als konservativ bezeichnet werden.

► Polyaromatische Kohlenwasserstoffe (Kap. 5.6.2)

Der im EU-UZ 048 vorgesehenen PAK 16 Grenzwert von 6 mg/kg TM für Kultursubstrate entspricht dem der DüPV (2019). Für den Blauen Engel wurde der frühere strengere Grenzwert der EU-Öko-Verordnung (und des EBC für Pflanzenkohle für den Agrobio-Standard) von 4 mg/kg TM angesetzt.

► Andere organische Schadstoffe (Kap. 5.6.3)

In den Vergabekriterien werden Grenzwerte für Dioxine, Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (PCDD/F & dl-PCB), per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS) sowie nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB, nur für Pflanzenkohle) festgelegt.

In den Vergabekriterien des EU-UZ 048 wurden keine Grenzwerte für andere organische Schadstoffe außer PAK aufgenommen. In der Erarbeitung wurde jedoch diskutiert, inwiefern Pestizide und Medikamentenrückstände mit Grenzwerten belegt werden sollten, wobei die wenigen verfügbaren Daten eher ein geringes Gefährdungspotential vermuten lassen (Kowalska et al. 2022). Die RAL-Gütesicherung für Kompost RAL-GZ 251 und für Substrate für Pflanzen

RAL-GZ 250 verweisen allgemein auf die mitgeltende DüMV (2019) und die darin festgelegten Grenzwerte. Hierunter fallen Grenzwerte für Dioxine, Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl-PCB) sowie per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen. Nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (nbl-PCB) werden in der AbklärV (2017) und dem europäischen Biokohle-Zertifikat (EBC) mit einem Grenzwert belegt. Konkret werden folgende Grenzwerte angesetzt:

Für die Summe der PCDD/F- und dl-PCB gilt der Grenzwert von 20 ng/kg TM als Toxizitäts-äquivalent nach WHO (WHO-TEQ 2005) für das organische Kultursubstrat. Dieser Grenzwert liegt deutlich unter den Vorgaben der DüMV (2019). Zudem gilt der strengere Grenzwert der DüMV (2019) für die Anwendung auf Grünland zur Futtergewinnung und auf Ackerfutterflächen mit nichtwendender Bodenbearbeitung von 8 ng/kg TM.

Für PFAS (als Summe der aktuellen Leitsubstanzen nach DüMV (2019): Perfluoroktansäure (PFOA) und Perfluoroktansulfonsäure (PFOS)) gilt ein Grenzwert von 0,01 mg/ kg TM für das Kultursubstrat.

Für ndl-PCB gilt der Grenzwert von 0,2 mg/kg TM nach EBC (2012-2023).

► Mikrobiologische Kriterien (Kap. 5.6.4)

Die im EU-UZ 048 vorgesehenen Anforderungen bezüglich *Salmonella* spp. (kein Befund für in 25 g oder 25 ml Substrat) wurden übernommen, um die hygienische Unbedenklichkeit des Produktes nachzuweisen. Die Anforderungen bezüglich *Escherichia coli* oder Enterococcaceae von maximal 1000 KBE je g oder mL gemäß der europäischen DüPV (2019) wurden hingegen aufgrund der fehlenden Datenlage zur Dynamik in Kultursubstraten nicht übernommen.

► Rottegrad (Kap. 5.7.1)

Der Rottegrad ist ein wichtiges Maß für die mikrobielle Aktivität in bzw. die Stabilität von Komposten. Substrate mit höheren Gehalten an leicht abbaubaren Stoffen tendieren dazu, sich unter Sauerstoffverbrauch zu erwärmen und dabei auch Gerüche freizusetzen. Die Selbsterhitzung ist also ein Maß, wie vollständig die Kompostierung dieser Materialien abgeschlossen ist und erlaubt eine Unterscheidung zwischen Frischkompost und Fertigkompost durch Festlegung verschiedener Rottegrade. Auch die Sauerstoffzehrung infolge des biologischen Abbaus kann für die Bestimmung des Rottegrades herangezogen werden.

Es wird vorgeschlagen, dass als Substratausgangsstoffe eingesetzte Komposte Rottegrad V einhalten müssen. Dies gilt als eingehalten, wenn die maximale Temperatur im Selbsterhitzungstest nach BGK bzw. DIN EN 16087-2 ein Maximum von 30°C nicht überschreitet bzw. wenn die Atmungsaktivität (=Sauerstoffzehrung) in vier Tagen (AT4) maximal 20 mg O₂/g beträgt (s. Darstellung in Tabelle 7 im Haupttext).

► Stabiler Stickstoffhaushalt (Kap. 5.7.2)

Bei Substratausgangsstoffen mit einem hohen Verhältnis von Kohlenstoff/Stickstoff (C/N-Verhältnis) kann es zu einer Stickstoff-Immobilisierung durch die Aktivität der Biomasse bzw. durch Einbau des Hauptnährelementes Stickstoff in organische Makromoleküle kommen. Die daraus resultierende reduzierte Stickstoffverfügbarkeit hat einen negativen Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Ein stabiler Stickstoffhaushalt ist daher Voraussetzung für ein gesundes Pflanzenwachstum.

Im Rahmen der Entwicklung der Vergabekriterien wurden drei Optionen zum Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes diskutiert: die Prüfung am fertigen Kultursubstrat, die Prüfung der

Substratausgangsstoffe oder indirekt über einen erweiterten Pflanztest. Es wird vorgeschlagen, zunächst alle drei Optionen zuzulassen, um bis zur nächsten Überarbeitung der Vergabekriterien zumindest einige Vergleichsdaten bewerten zu können. Als Anforderung wird definiert, dass die eingesetzten organischen Substratausgangsstoffe die Stickstoffdynamik des organischen Kultursubstrats nicht negativ beeinflussen dürfen. Das gilt als eingehalten, wenn die Abnahme der anorganischen Stickstoffverbindungen (Summe aus $\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$) im Brutversuch weniger als 100 mg/L des organischen Kultursubstrates (100 Vol.-%) beträgt. Alternativ kann für die relevanten Substratausgangsstoffe (aktuell: Holzfasern, Rindenumus, Kokosprodukte, Kompost) nachgewiesen werden, dass die in RAL-GZ 250 dafür festgelegten Stabilitätskriterien eingehalten werden. Als dritte Option kann der Nachweis der Gebrauchsfertigkeit des organischen Kultursubstrates auch durch eine Erweiterung des Keim- und Wachstumstests mit Chinakohl durch zusätzliche Ansätze ohne Aufdüngung und Nachdüngung geführt werden.

► Makroskopische Verunreinigungen (Kap. 5.7.3)

Dieser Parameter wird aufgenommen, um makroskopische Verunreinigungen wie Kunststoffe, Glas, Metall oder Steine in Komposten zu begrenzen. Als Substratausgangsstoffe eingesetzte Komposte müssen die Grenzwerte für Fremdstoffe und Steine nach DüMV (2019) einhalten. Für Substratkomposte gelten dabei wie vom RAL-GZ 251 gefordert strengere Grenzwerte für Steine. Um eine gute optische Qualität v.a. im Hinblick auf Verunreinigungen mit Kunststofffolien zu gewährleisten, muss zudem der von RAL-GZ 251 für Substratkomposte geforderte Grenzwert für den "Verunreinigungsgrad" (Flächensumme der Fremdstoffe, FSI) eingehalten werden:

- Verformbare Kunststoffe > 1 mm: 0.1 Gew.-% TM
- Sonstige Fremdstoffe > 1 mm: 0.4 Gew.-% TM
- Summe Fremdstoffe > 1 mm: 0.5 Gew.-% TM
- Steine > 10 mm: 0.5 Gew.-% TM
- Steine 2-10 mm: 5 Gew.-% TM
- Verunreinigungsgrad (FSI) 10 cm²/ L

► Qualitätsparameter für Pflanzenkohle (Kap. 5.7.4)

Nach EBC (2012-2023) stellt das molare Verhältnis von Wasserstoff zu organischem Kohlenstoff ($\text{H}/\text{C}_{\text{org}}$ -Verhältnis) einen wichtigen Qualitätsparameter für Pflanzenkohle dar. Zudem ist das molare Verhältnis von Sauerstoff zu organischem Kohlenstoff ($\text{O}/\text{C}_{\text{org}}$ -Verhältnis) für die Charakterisierung von Pflanzenkohle und ihre Unterscheidung zu anderen kohleartigen Produkten relevant. Die Orientierung am organischen Kohlenstoffgehalt alleine ist nach aktuellen Erkenntnissen nicht aussagekräftig (EBC 2012-2023).

Daher wird als zusätzliche Anforderung in Anlehnung an EBC (2012-2023) als Nachweis für die Qualität des Pyrolyseprozesses bzw. der erzeugten Pflanzenkohle die Einhaltung eines molaren $\text{H}/\text{C}_{\text{org}}$ -Verhältnisses < 0,7 und des molaren $\text{O}/\text{C}_{\text{org}}$ -Verhältnisses < 0,4 gefordert.

► Keimfähige Unkrautsamen und lebensfähiges Vermehrungsmaterial (Kap. 5.7.5)

Mit Anforderungen zur Phytohygiene soll sichergestellt werden, dass hygienisierte Bioabfälle und Kultursubstrate keine keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteile (insbesondere Unkräuter) enthalten. Die Sicherstellung der Phytohygiene erfolgt einerseits durch Überprüfung

der thermophilen Hygienisierung in Kompostier- und Vergärungsanlagen (Prozessprüfung, vgl. 5.6.4) mit Testorganismen wie z.B. Tomatensamen und andererseits durch Bestimmung der aufwachsenden Pflanzen im Kultursubstrates unter definierten Bedingungen (Kultivierungsmethode).

Die Kriterien des EU-UZ 048 entsprechen hier den Vorgaben der BioAbfV (1998) und können übernommen werden. Demnach darf der Gehalt an keimfähigen Unkrautsamen und lebensfähigem Vermehrungsmaterial in organischen Kultursubstraten zwei Einheiten pro Liter nicht überschreiten.

► Pflanzenverträglichkeit (Kap. 5.7.6)

Kultursubstrate sollen das Keimen und anschließende Wachstum von Pflanzen nicht nachteilig beeinflussen. Sowohl das EU-UZ 048 als auch die Gütegemeinschaften RAL-GZ 250 und RAL-GZ 251 legen daher entsprechende Keim- und Wachstumshemmtests als Qualitätsnachweis fest, wobei verschiedene Testverfahren und Pflanzenarten angewendet werden.

Das EU-UZ 048 sieht den Pflanzenwachstumstest mit Chinakohl vor. Auf diesen wird auch als bevorzugter Test in den RAL-GZ 250 und 251 verwiesen. Der Pflanzenwachstumstest mit Chinakohl wird daher ebenfalls für den Blauen Engel als Nachweis für die Pflanzenverträglichkeit gefordert. Als Vergleichssubstrat dient aktuell aufgedüngter und gekalkter Hochmoortorf. Von einer pflanzenschädigenden Wirkung ist auszugehen, wenn die Keimrate oder der Frischmasseertrag um mehr als 25 % gegenüber der Kontrollprobe reduziert sind oder wenn einer der Mediane der Boniturnoten unter 5 liegt.

► Salzgehalt (Kap. 5.7.7)

Ein zu hoher Salzgehalt des Kultursubstrates kann sich hemmend auf das Pflanzenwachstum auswirken. Im Vordergrund steht hierbei Natriumchlorid. Der Salzgehalt in Kultursubstraten kann entweder über die elektrische Leitfähigkeit oder direkt über die Bestimmung der Natrium- und Chloridkonzentrationen einer wässrigen Aufschlammung bestimmt werden.

Im ersten Entwurf der Vergabekriterien wurde für Natrium ein Grenzwert von ≤ 100 mg/L und für Chlorid von ≤ 200 mg/L vorgeschlagen, in Anlehnung an RAL-GZ 250 Tabelle 3.1 Gütebestimmungen für Blumenerden und Kultursubstrate. Nach Hinweisen aus der Substratindustrie, dass diese Werte für torffreie Kultursubstrate unter Verwendung des wichtigen Torfersatzstoffes Kompost schwierig eingehalten werden können, wurden die Grenzwerte auf ≤ 150 mg/L Natrium und ≤ 300 mg/L Chlorid angehoben. Der Natriumwert liegt damit gleich, der Chloridwert noch deutlich unter den Vorgaben des EU-UZ 048, wobei die angewandten Methoden nicht direkt vergleichbar sind. Der über die elektrische Leitfähigkeit erfasste gesamte Salzgehalt als KCl-Äquivalent wurde in Anlehnung an das RAL-GZ 250 bei ≤ 3 g/L behalten. Nach Angaben der GGS zeigen umfangreiche Untersuchungen, dass diese Salzkonzentration unkritisch für das Pflanzenwachstum ist. Alle Angaben sind auf einen Liter Substrat im feldfeuchten Zustand bezogen.

► pH-Wert (Kap. 5.7.8)

In einem ersten Entwurf der Vergabekriterien wurde ein pH-Bereich von 4,5 bis 7,5 vorgeschlagen, um dem leicht alkalischen pH von Kompost Rechnung zu tragen. Im Rahmen der Konsultationsprozesses wurde angeführt, dass dieser Bereich zu weit gefasst ist, um ein optimales Pflanzenwachstum sicherzustellen, da der pH-Wert einen entscheidenden Einfluss auf die Nährstoffversorgung hat. Zum Beispiel kann Phosphor im alkalischen Bereich als

Kalziumphosphat und im sauren Bereich als Eisenphosphat gebunden werden. Zudem kann es bei einem niedrigen pH-Wert zu einer Mobilisierung von Schwermetallen kommen.

Als Kompromiss wurde entschieden, dass der pH-Wert im Bereich von pH 5,0 bis 7,0 liegen muss und nur für kalkempfindliche/säureliebende Pflanzen ein Wert bis pH 4,0 zulässig ist. Der Anwendungsbereich dieser Spezialerden ist dann auch entsprechend auf der Verpackung / dem Warenbegleitpapier zu kennzeichnen.

► Bereitstellung von Informationen (Kap. 5.8)

Grundlegende Informationspflichten für Hersteller beim Inverkehrbringen von Kultursubstraten sind in der Düngemittelverordnung festgelegt (DüMV (2019), insbes. § 6 und Anhang 2 Tabelle 10). Für den Blauen Engel werden einige weitere Anforderungen formuliert.

Aus fachlicher Sicht soll zusätzlich die Trockenmasse des Substrats und das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoffgehalt (C_{org}/N -Verhältnis) angegeben werden. Zur eindeutigen Rückverfolgbarkeit soll zudem die Herkunft des Produktes eindeutig nachvollziehbar sein, bspw. anhand einer Chargennummer.

Aus Umweltsicht sollen Hinweise an die sparsame Anwendung von Kultursubstraten gegeben werden, da auch regenerative Rohstoffe nur beschränkt verfügbar sind und ihre Gewinnung und Verarbeitung mit Umweltwirkungen verbunden ist. Diese Hinweise können z.B. Informationen darüber sein, wie die Lebensdauer eines Kultursubstrats möglichst verlängert werden kann, z.B. durch Anleitung zur Aufdüngung, zum Schutz durch Mulchen oder Hinweise zur weiteren Lagerung. Für Spezialerden ist ggf. auf Möglichkeiten der Verwendung für andere Bereiche hinzuweisen mit dem Ziel, eine Überlagerung spezieller Produkte zu vermeiden und/oder eine Folgenutzung zu ermöglichen. Diese weitergehenden Informationen können auch digital (Links, QR-Codes) umgesetzt werden, um eine Überfrachtung der Verpackung oder Begleitpapiere zu vermeiden. Auf der Verpackung ist zudem ein Hinweis zur fachgerechten Entsorgung aufzubringen. Im Falle von Mehrweggebinden soll auf entsprechende Rückgabemöglichkeiten hingewiesen werden.

Aus formaler Sicht muss das aufgebrachte Logo des Blauen Engels das Erklärfeld der Vergabekriterien für organische Kultursubstrate und Blumenerden enthalten. Das Aufbringen des Blauer-Engel-Logos für Produkte aus Recyclingkunststoffen (DE-UZ 30a) auf der Verpackung ist gemäß der Vergabekriterien nicht zulässig.

► Anforderungen an die Verpackung (Kap. 5.9)

Anforderungen an die Verpackung werden nur im AT-UZ 32 definiert. Für den Blauen Engel scheint dieses Kriterium ebenfalls sinnvoll, insbesondere vor dem Hintergrund, dass es mit dem UZ 30a bereits einen Blauen Engel gibt, der explizit Kriterien für Verpackungsmaterialien festlegt.

Aktuell werden insbesondere Blumenerden i.d.R. in Kunststoffsäcken verkauft (Sackware). Für größere Mengen ist der Vertrieb in Mehrweg-Säcken (Big bags) möglich. Auch die lose Abgabe ist möglich. Für den Blauen Engel werden an die Abgabe in wiederverwendbaren Big Bags und die lose Abgabe keine weitergehenden Anforderungen gestellt.

Bei Sackware müssen die Verpackungen die Kriterien des Blauen Engels für Verpackungsmaterialien (DE-UZ 30a) erfüllen. Mehrwegbehältnisse sind in diesem Bereich bisher wenig etabliert. Sie können, ggf. mit einem Inlet zur einmaligen Nutzung, verwendet werden, wenn dargestellt wird, dass die Rückgabe über ein Mehrwegsystem für die Konsumenten* Konsumentinnen einfach praktikabel ist. Bei Verwendung eines Inlets muss

dieses eine Materialeinsparung von mindestens 70 % im Vergleich zur Einwegverpackung erzielen. Auch das Inlet muss die Kriterien des Blauen Engel für Verpackungsmaterialien (DE-UZ 30a) erfüllen. Übergeordnet besteht die Anforderung an Kunststoffverpackungen, dass eine Infrarot-Sortierfähigkeit gegeben sein muss. Dies wird als sinnvoll erachtet, da dadurch die automatisierte Erkennung und Sortierung bei der Verwertung von Verpackungsabfällen sichergestellt wird.

Ausblick

Die Verfügbarkeit verschiedener Torfersatzstoffe befindet sich aktuell in der Entwicklung, da einerseits Einsatzmöglichkeiten für neue Stoffe erforscht werden, andererseits die Infrastrukturen auch für existierende Alternativen weiterentwickelt werden. Zudem streben auch andere Sektoren einen vermehrten Einsatz erneuerbarer Rohstoffe an. Eine zukünftige Überarbeitung der Vergabekriterien für organische Kultursubstrate und Blumenerden sollte diese Entwicklungen verfolgen, um die Verfügbarkeiten von Torfersatzstoffen zu berücksichtigen und mit Nachhaltigkeitskriterien zu verknüpfen. Dabei sollten sowohl Konkurrenzen mit anderen Nutzungsmöglichkeiten im Blick behalten werden als auch der Aufwand der Herstellung von Substratausgangsstoffen aus den unterschiedlichen in Frage kommenden Rohstoffen. Konkrete Ansatzpunkte werden im Haupttext in Kapitel 5.3 zur Herkunft der Substratausgangsstoffe (jeweils spezifisch in den einzelnen Unterkapiteln) vorgestellt.

Im Hinblick auf die gesetzten Qualitätsanforderungen können die festgelegten Parameter und Methoden evaluiert werden. Bei den per- und polyflorierten Alkylverbindungen (PFAS) sind dabei sowohl die Höhe des Grenzwertes als auch die geforderten Leitsubstanzen sowie die Wahl der Bestimmungsmethodik zu überprüfen und ggf. an die neueren Entwicklungen anzupassen. Auch die Grenzwerte für makroskopische Verunreinigungen, insbes. Kunststoffe, sollten im Zuge der aktuellen Mikroplastikdiskussion überprüft werden. In Abhängigkeit des Entwicklungsstandes der Methodik sollte dabei die Einführung eines Kriteriums für Mikroplastik (< 1 mm) in Betracht gezogen werden. Weitere Aspekte sind im Haupttext spezifisch unter den einzelnen Kriterien in den Kapiteln 5.6 und 5.7 aufgeführt.

Summary

Motivation

Growing media are used to provide plants with a rooting space that ensures the supply of water, air and nutrients. Peat has established as an important component for growing media over decades, as it has many favourable properties for the production of growing media suitable for plant cultivation.

However, the use of peat is associated with negative environmental impacts. Due to the very slow formation of the peat body, peat is a non-renewable raw material and when it is used, the carbon bound in the peat is emitted as CO₂. For reasons of climate protection, it is necessary to preserve the carbon bound in peat, which is why a peat phase-out is also being sought at a political level. The renaturation and preservation of peatlands also contribute to the promotion of biodiversity. It is therefore necessary to replace peat with renewable components, also known as "peat substitutes".

In order to achieve the desired properties for horticultural purposes, different components are usually blended to combine the biological, physical and chemical properties of the individual components in an optimal way and ensure consistent quality of the growing medium. With regard to closing material cycles, the use of composts is particularly desirable. Due to the nutrient and impurity content, hardly any organic waste¹¹ composts, but almost exclusively green waste composts are currently used for this purpose. In addition, renewable organic raw materials from forestry or agricultural origin can be considered. Currently, these mainly include wood fibers, composted bark and horticultural coconut products¹². Mineral components obtained from quarries are also used. Here, the most important representatives are perlite and clays.

In all cases, also when using alternative growing media components care must be taken to ensure that the environmental impacts associated with production, transportation and use are kept to a minimum. Also competing uses have to be kept in mind and avoided wherever possible. The resulting products must be of high quality and, with regard to the environment and human health, low in pollutants.

Accordingly the present study aimed at developing suitable award criteria for a new Blue Angel ecolabel for "Organic growing media and potting soils". The proposed criteria were developed in consultation with potential label holders, the UBA, RAL and other experts and discussed and agreed at a technical discussion, an expert hearing and at the meeting of the jury for the Blue Angel (Jury Umweltzeichen).

The implementation of the Blue Angel eco-label is intended to improve awareness and acceptance of peat-free growing media for use in both private and professional applications and increase their market share. In the private sector, it is already possible to completely dispense with peat in potting soils. In the professional sector, concerns about cultivation success and higher production costs¹³ stand in the way. Among other things, the possibility of advertising that the marketed plants have been cultivated in Blue Angel-certified growing media might open

¹¹ From biowaste bin or similar commercial biowaste (e.g. commercial kitchens, canteens)

¹² Horticultural coconut products are products made from the fibrous husk of the coconut that can be used in growing media: coir pith, fibres and chips, see e.g. <https://substratbuch.ivg.org/substratbuch/ausgangsstoffe/organische-ausgangsstoffe/kokosprodukte>; last accessed: 09.01.2024

¹³ Reasons are higher raw material prices and changed cost structures due to changes in management (fertilization and irrigation intervals, different cultivation periods and personnel deployment)

up an option for producers to justify and pass on higher costs of peat-free cultivation to retailers and end customers.

Methodical approach

As part of the project work, an analysis of the current growing media market and context was carried out in a first step. It included research into the relevant raw materials for growing media components and the situation of growing media production in Germany, particularly with regard to the quantities used, as well as the legal framework. With regard to the definition of requirements, limit values and methods, the existing ecolabels for organic growing media (EU Ecolabel, Austrian Ecolabel) and the relevant quality labels for growing media and their components were analyzed. In addition, suitable certification schemes aiming at sustainability and traceability of the origin of the raw materials were researched and relevant life cycle assessments of growing media components were compared. These basics are presented in Chapter 4 of the report.

In addition, an intensive exchange with various experts took place during the development of the criteria. It included interviews with manufacturers as well as discussions with representatives of associations, the relevant RAL quality marks (RAL-GZ 250, RAL-GZ 251) as well as from science and the responsible ministries (BMUV, BMEL). With regard to the transparent origin of raw materials based on sustainability criteria, consultation was also held with certification schemes (e.g. organic agriculture certification, FSC, Rainforest Alliance). Particularly, contact was established with the ongoing project for the development and implementation of a certification system for peat substitutes (HORTICERT)¹⁴. This exchange was supplemented by feedback from the competent sections of the UBA - Federal Environment Agency.

The award criteria developed on the basis of this preliminary work were presented to a range of interested stakeholders at two virtual meetings and discussed with the participants: the technical discussion took place end of May 2023 and the expert hearing end of September 2023. Numerous comments were subsequently taken into account and the structure of the draft was revised and simplified in order to make the award criteria more practicable. The award criteria for organic growing media were adopted by the jury of the Blue Angel (Jury Umweltzeichen) in December 2023 and published in January 2024.

Scope of the eco-label

In order to determine the scope of the eco-label, the product group must be clearly defined. Different product groups are used for the targeted promotion of plant growth. In Germany, the Fertilizing Act (DüngG 2009) distinguishes between growing media, fertilizers, soil additives and plant additives. It defines growing media as products which are intended to serve as rooting space for plants and which are introduced into soils, applied to soils or used in non-soil applications for this purpose. The European Fertilizing Products Regulation (FPR, DüPV (2019)) defines a growing medium as a "product that is not a natural soil and is used to grow plants or fungi". In combination with use in/on soil, the FPR uses the term "soil improver".

Commonly, the term "growing medium" is mainly used for the professional sector (commercial horticulture, gardening and landscaping, public green spaces). The term potting soil is commonly used for growing media for private use / hobby gardening.

¹⁴ Developed by Meo Carbon Solutions GmbH, on behalf of the Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL), represented by the FNR - Agency for Renewable Resources

In addition to growing media, the European Ecolabel (EU-UZ 048) also includes soil improvers, explicitly including mulch. The Austrian Ecolabel includes "peat-free growing media, soil additives, fertilizers, composts" (AT-UZ 32).

Experts pointed out that an extension of the scope to include soil improvers would lead to delimitation difficulties, as the term "soil additives" used in German law does not cover a large proportion of composts. The latter are primarily classified as fertilizers due to their high nutrient content. However, "fertilizers" also include completely different substances (e.g. liquid or purely mineral fertilizers), which would require a different assessment for the eco-label.

To ensure an unequivocal definition, the product group was therefore limited to growing media as defined by the DüngG (2009). This also corresponds to the Blue Angel requirement that the products in a product group should serve the same purpose.

In addition, this eco-label is limited to growing media that have a minimum content of organic matter. These are referred to as "organic growing media" and may be used either in the professional sector or the private sector (potting soils).

With regard to the parameters relevant for this ecolabel, it did not appear necessary to differentiate between the professional and hobby sectors. The scope of the ecolabel therefore extends to "organic growing media and potting soils" and includes different areas of application. Purely mineral growing media are excluded, as different assessment criteria apply here (use of raw materials and energy, pollution).

Award criteria

The Blue Angel award criteria for organic growing media and potting soils were derived following the ecolabels that have existed in this area for many years (EU-UZ 048, AT-UZ 32). A comparison of the criteria can be found in Chapter 4.4.1 of the report.

The criteria of these ecolabels have essentially been adopted, but the design has been adapted in many cases. This applies, for example, to the level of the limit values or the choice of test methods, which is primarily based on the methods commonly used in Germany, but also provides for the recognition of European methods if equivalence could be assured. In contrast to the already established ecolabels, the scope of this Blue Angel is limited to organic growing media and potting soils in the first version of the criteria for reasons of definitional clarity, as described above.

The following requirements are defined:

► **Origin of main organic components (Chap. 5.2.1, 5.3.1-5.3.7)**

As for EU-UZ 048 and AT-UZ 32, the "organic growing media" for the Blue Angel must be peat-free to protect peatland soils. As organic peat substitutes biogenic residues¹⁵ are to be used. The focus on residues is intended to create an incentive to first develop this potential before targeted cultivation of renewable raw materials with corresponding land requirements takes place. It does not include paludiculture, which is implemented on rewetted peatlands with the aim of preserving the peat body to avoid CO₂ emissions and promote biodiversity.

In addition, the organic materials that are considered residues are specified for each component and requirements are set for their origin in order to promote the sustainable and transparent use of raw materials (see Chap. 5.3 of the report). The definition of the term "residue" follows

¹⁵ Defined as „all biogenic streams which are not produced as main product of a process“ according to DBFZ (2021)

that of the Biomasse-Methodenhandbuch of the DBFZ – German Research Center for Biomass (DBFZ 2021).

For composts, a white list of permitted input materials for composting is defined, which follows the requirements of the BioAbfV (1998) as a minimum requirement or takes into account further requirements of established quality assurance systems. In addition, the type of organic residues (green waste, organic waste¹¹, digestate including information on the type of input from the biogas plants) from which the composts are produced must be presented transparently. Digestate composts from plants digesting biomass explicitly produced for digestion are excluded from the award.

For composted bark and wood fibers, the origin of the raw material must be proven in accordance with an established sustainability certification scheme (in particular FSC, PEFC, Naturland). Exempted from this are waste wood, green waste and wood from landscaping. If industrial wood is used, only wood residues resulting from the processing of logs (e.g. in sawmills) may be used. For wood that originates from continuously forested areas, in addition to proving the above requirements for sustainable forestry, some further requirements have to be met; in particular, no logs with a diameter above 20 cm may be used and it must be guaranteed that wood below a certain thickness (e.g. branches, twigs) remains in the forest¹⁶. In all cases, only chemically untreated wood may be used. As an input to bark composting only bark that is produced from debarking in sawmills may be used.

For horticultural coconut products, proof must be provided that minimum social and labour standards are observed in their production¹⁷. In addition, there must be a concept for the environmentally friendly handling of process water and wastewater during fiber processing. The maximum proportion of horticultural coconut products is limited to 50 % by volume in the product.

For other agricultural residues, the use of which is only just beginning, it is required that only those that are generated locally during the further processing of agricultural products are used. No additional environmental requirements are defined at the moment.

The use of biochar is restricted to pyrolytically produced biochar in accordance with the AgroBio standard of the European Biochar Certificate (EBC). In addition, compliance with major environmentally relevant process-related aspects is required in accordance with the EBC certificate (e.g. waste heat utilization).

Paludibiomass from rewetted peatlands can be used if it is ensured that the water levels are close to surface all year round and that nature conservation requirements based on the recommendations of the BfN - Federal Agency for Nature Conservation (Närmann et al. 2021) are met.

► Origin of main mineral components (Chap. 5.3.8)

For mineral components requirements are defined with respect to their origin from responsible extraction. These are based on the criteria of EU-UZ 048. They include demonstrable compliance with the legal requirements for extraction projects relevant to environmental protection and nature conservation. The location of the quarry must be identified and a rehabilitation management plan must be available.

¹⁶ A threshold-diameter of < 7 cm is defined.

¹⁷ At least in the last processing step

► Minimum organic content (Chap. 5.2.3)

In order to comply with the scope of this eco-label, the growing media must be organic growing media and potting soils. This is ensured by defining a minimum organic content. It is determined by the loss on ignition and must be at least 20 % by weight in the dry mass.

► Restrictions and general exclusion of the addition of substances, mixtures and other additives with special properties (Chap. 5.2.2)

For precautionary reasons, a general requirement is often defined in ecolabels that excludes the addition of substances and mixtures of concern for environmental and health reasons. To this end, the UBA has drawn up a harmonized requirement for the Blue Angel, which presupposes compliance with the statutory regulations of European and German chemicals legislation; these include in particular REACH Annex XIV and XVII (REACH-V 2006), the regulation on persistent organic pollutants Annex I (POP-V 2019), and the regulation on classification, labelling and packaging of substances and mixtures (CLP-V 2008).

The addition¹⁸ of the following substances and mixtures to organic growing media is prohibited:

- Substances identified as Substances of Very High Concern (SVHC) under REACH and included in the list drawn up in accordance with REACH Article 59(1) (so-called "candidate list").
- Substances and mixtures classified according to the CLP-regulation in hazard categories according to Tabelle 5 in Chapt. 5.2.2 of the report or meet the criteria for such classification.

In addition to the generally excluded substances, the following product-specific additives¹⁸ must not be contained in the organic growing media:

- Pesticides (chemical pesticides and biocidal products)
- Genetically modified organisms
- Synthetic or modified polymers
- Mineral oils and mineral oil-based surfactants

In addition to overriding substance exclusions, limit values are defined for the following selected parameters that influence the environmental safety and fitness for use of organic growing media and potting soils. For detailed explanations on their derivation, please refer to Chap. 5.6 and 5.7 of the report. The description of the accepted test methods can also be found there.

Furthermore, Chapter 5.4 describes the requirements for quality assurance, which specify the frequency and type of sampling and analysis and define recognized laboratories. In particular, quality assurance can be ensured through participation in established quality assurance schemes.

► Heavy metals (Chap. 5.6.1)

The specifications for the Blue Angel essentially follow the requirements of the European Regulation on organic production and labelling of organic products and in particular its implementing regulations (EU-Öko-DV 889/2008 and EU-Öko-DV 2021/1165) for composted or

¹⁸ Additive as a constitutional component; Constitutional components are substances or preparations that are added to the product or the precursor in order to achieve or influence certain product properties and those that are required as chemical cleavage products to achieve the product properties. Residual monomers reduced to a minimum, for example, are not included.

fermented household waste (i.e. compost), whose limit values have also been adopted in the Austrian regulation on compost (AT-KompostV 2001) and for compost in the Austrian Ecolabel AT-UZ 32. The proposed cadmium limit value of 1 mg/kg DM is a compromise between the interests of soil protection and the use of composted bark as a growing medium component, but still well below the requirements of EU-UZ 048 and the German fertilizer regulation (DüMV 2019). For nickel, a slightly higher limit value of 35 mg/kg DM (instead of 25 mg/kg DM in EU-Öko-DV 2021/1165) was proposed in consultation with the soil protection department at the UBA, which corresponds to that of the BioAbfV (1998). The EU regulation for organic farming does not prescribe limit values for arsenic and thallium. The proposed limit values of 10 mg/kg DM for arsenic were taken from EU-UZ 048, and those of 1 mg/kg DM for thallium from the DüMV (2019).

The proposed limit values for heavy metals for organic growing media therefore largely correspond to those of the European regulation on organic production and are at least as strict or stricter than those of EU-UZ 048 or the BioAbfV (1998). They can therefore be described as conservative.

► Polyaromatic hydrocarbons (Chap. 5.6.2)

The PAH 16 limit value of 6 mg/kg DM for growing media set in EU-UZ 048 corresponds to that of the European FPR (DüPV 2019). For the Blue Angel, the earlier stricter limit value of the European regulation on organic production (and the EBC for biochar for the Agrobio standard) of 4 mg/kg DM was applied.

► Other organic pollutants (Chap. 5.6.3)

The award criteria specify limit values for dioxins, furans and dioxin-like polychlorinated biphenyls (PCDD/F & dl-PCB), per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) and non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (ndl-PCB, only for biochar).

No limit values for organic pollutants other than PAHs were included in the EU-UZ 048 award criteria. However, the extent to which pesticides and drug residues should be subject to limit values was discussed during the development process, although the limited data available suggest a low hazard potential (Kowalska et al. 2022). The RAL quality assurance for compost (RAL-GZ 251) and for growing media and their components (RAL-GZ 250) generally refer to the applicable DüMV (2019) and the limit values specified therein. These include limit values for dioxins, furans and dioxin-like polychlorinated biphenyls (dl-PCB) as well as per- and polyfluorinated alkyl substances. Non-dioxin-like polychlorinated biphenyls (ndl-PCB) are subject to a limit value in the German regulation on the reclamation of sludge from wastewater treatment AbklärV (2017) and the European Biochar Certificate (EBC). Specifically, the following limit values are set:

For the sum of PCDD/F- and dl-PCB, the limit value of 20 ng/kg DM (expressed as toxicity equivalent according to WHO, WHO-TEQ 2005) applies for the organic growing medium. This limit value is well below the requirements of the DüMV (2019). In addition, the stricter limit value of the DüMV (2019) of 8 ng/kg DM applies for use on grassland for feed production and on arable fodder areas with non-turning soil tillage.

For PFAS (as the sum of the current reference substances according to DüMV (2019)): perfluorooctanoic acid (PFOA) and perfluorooctane sulfonic acid (PFOS)), a limit value of 0.01 mg/kg DM applies to the growing medium.

For ndl-PCB, the limit value of 0.2 mg/kg DM according to EBC (2012-2023) applies.

► Microbiological criteria (Chap. 5.6.4)

The requirements in EU-UZ 048 regarding *Salmonella* spp. (no findings for in 25 g or 25 ml product) were adopted in order to demonstrate the hygienic safety of the product. However, the requirements regarding *Escherichia coli* or *Enterococcaceae* of a maximum of 1000 CFU per g or mL in accordance with the European FPR (DüPV 2019) were not adopted due to the lack of data on the dynamics in growing media.

► Biological stability (Rottegrad) (Chap. 5.7.1)

The degree of decomposition is an important measure of the microbial activity in or the stability of composts. Growing media with higher contents of easily degradable matter tend to heat up consuming oxygen and releasing odours. Self-heating is therefore a measure of the degree of completion of the composting process and allows a distinction between fresh and rotted compost by determining different degrees of decomposition as a function of temperature rise (“Rottegrad”). Oxygen depletion as a result of biodegradation can also be used for its determination.

It is proposed that composts used as growing media components must have “Rottegrad V”. This is achieved if the maximum temperature in the self-heating test according to BGK or DIN EN 16087-2 does not exceed 30°C or if the respiratory activity (= oxygen consumption) in four days (AT4) does not exceed 20 mg O₂/g (see Tabelle 7 in the report).

► Nitrogen dynamics (Chap. 5.7.2)

In the case of growing media components with a high carbon-to-nitrogen ratio (C/N ratio), nitrogen immobilization can occur through the activity of the biomass or through the incorporation of the main nutrient element nitrogen into organic macromolecules. The resulting reduced nitrogen availability has a negative impact on plant growth. A stable nitrogen balance is therefore a prerequisite for healthy plant growth.

As part of the development of the award criteria, three options for demonstrating a stable nitrogen balance were discussed: testing on the finished growing medium, testing of the relevant components or indirectly via an extended plant response test. It is proposed to initially allow all three options in order to be able to evaluate at least some comparative data during the next revision of the award criteria. The requirement is that the organic components must not have a negative impact on the nitrogen dynamics of the organic growing medium. This is considered to be met if the decrease in inorganic nitrogen compounds (sum of NH₄-N and NO₃-N) during the relevant test (VDLUF A 13.5.1) is less than 100 mg/L of organic growing medium (100 % by volume). Alternatively, it can be demonstrated for the relevant components (currently: wood fibers, bark humus, coconut products, compost) that the stability criteria specified in RAL-GZ 250 are met. As a third option, proof that the organic growing medium is ready for use can also be provided by extending the plant response test with Chinese cabbage using additional preparations without fertilization.

► Macroscopic impurities (Chap. 5.7.3)

This parameter is included to limit macroscopic impurities such as plastics, glass, metal or stones in composts. Composts used as components must comply with the limit values for macroscopic impurities according to DüMV (2019). As required by RAL-GZ 251, stricter limits for stones apply to composts used as growing media components. In order to ensure good optical quality, especially with regard to contamination with plastic films, the limit value for the

"degree of contamination" (total surface area of foreign matter, FSI as defined by BGK¹⁹) required by RAL-GZ 251 for composts used as growing media components must also be met:

- Ductile plastics > 1 mm: 0.1 % w/w DM
- Other macroscopic impurities²⁰ > 1 mm: 0.4 % w/w DM
- Total macroscopic impurities²⁰ > 1 mm: 0.5 % w/w DM
- Stones > 10 mm: 0.5 % w/w DM
- Stones 2-10 mm: 5 % by weight DM
- "Degree of contamination" (FSI)¹⁹ 10 cm²/L

► Quality parameters for biochar (Chap. 5.7.4)

According to EBC (2012-2023), the molar ratio of hydrogen to organic carbon (H/C_{org}-ratio) is an important quality parameter for biochar. In addition, the molar ratio of oxygen to organic carbon (O/C_{org}-ratio) is relevant for the characterization of biochar and its differentiation from other carbonaceous products. Based on current knowledge, the organic carbon content alone is not meaningful (EBC 2012-2023).

Therefore, as an additional requirement based on EBC (2012-2023), compliance with a molar H/C_{org}-ratio < 0.7 and a molar O/C_{org}-ratio < 0.4 is required as proof of the quality of the pyrolysis process and the resulting biochar.

► Viable weed seeds and plant propagules (Chap. 5.7.5)

Phytohygiene requirements are intended to ensure that sanitised biowaste and growing media do not contain any germinable seeds or sprouting plant parts (especially weeds). Phytohygiene is ensured on the one hand by checking the controlled sanitisation under thermophilic conditions in composting and fermentation plants (process testing, cf. 5.6.4.) with test organisms such as tomato seeds and on the other hand by determining plant growth in the growing medium under defined conditions (cultivation method).

The criteria of EU-UZ 048 correspond to the requirements of the BioAbfV (1998) and can be adopted. Accordingly, the content of viable weed seeds and plant propagules in organic growing media must not exceed two units per liter.

► Plant response (Chap. 5.7.6.)

Growing media should not adversely affect plant emergence or subsequent growth of plants. Both EU-UZ 048 and the RAL quality marks (RAL-GZ 250 and RAL-GZ 251) therefore specify corresponding germination and growth inhibition tests as proof of quality. In principle, various test methods and plant species can be used.

EU-UZ 048 requires the plant response test with Chinese cabbage. This is also referred to as the preferred test in RAL-GZ 250 and 251. The plant response test with Chinese cabbage is therefore also defined for the Blue Angel as proof of plant compatibility. Currently, fertilized and limed raised-bog peat serves as a benchmark. An adverse effect can be assumed if the germination rate

¹⁹ BGK (2015) Erg.Lfg. 12/2015: Kapitel II. C 3

²⁰ Excl. stones

or the fresh mass yield is reduced by more than 25 % compared to the benchmark or if one of the median scores is below 5.

► Salinity (Chap. 5.7.7.)

Too high a salt content in the growing medium can have an adverse effect on plant growth. The focus here is on sodium chloride. The salt content in growing media can be determined either via electrical conductivity or directly by determining the sodium and chloride concentrations of an aqueous slurry.

In the draft award criteria, a limit value of ≤ 100 mg/L was proposed for sodium and ≤ 200 mg/L for chloride, based on RAL-GZ 250 Table 3.1 Quality specifications for potting soils and growing media. Following concerns from growing media producers that these values are difficult to comply with for peat-free growing media relying on compost as an important peat substitute, the limit values were raised to ≤ 150 mg/L for sodium and ≤ 300 mg/L for chloride. The sodium limit value is therefore the same as in EU-UZ 048, the chloride limit value is still well below the requirements of EU-UZ 048. In addition, the test methods used are not directly comparable. The total salt content measured via the electrical conductivity and calculated as KCl-equivalent was set at ≤ 3 g/L as in RAL-GZ 250. According to GGS, extensive studies show that this salt concentration is not critical for plant growth. All data refer to one liter of moist growing medium.

► pH (Chap. 5.7.8)

In the draft award criteria, a pH range of 4.5 to 7.5 was proposed to take account of the slightly alkaline pH of compost. During the consultation process, it was argued that this range is too broad to ensure optimal plant growth, as the pH value has a decisive influence on the nutrient supply. For example, phosphorus can be bound as calcium phosphate in the alkaline range and as iron phosphate in the acidic range. In addition, a low pH value can lead to the mobilization of heavy metals.

As a compromise, a pH range of pH 5.0 to 7.0 was set. For lime-sensitive/acid-loving plants values down to pH 4 are permissible. The area of application of these special growing media must then also be indicated accordingly on the packaging / accompanying documents.

► Provision of information (Chap. 5.8)

Basic information obligations for manufacturers when placing growing media on the market are laid down in the German fertilizer regulation (DüMV (2019), in particular § 6 and Annex 2 Table 10). Some further requirements are formulated for the Blue Angel.

From a technical point of view, the dry mass of the growing medium and the ratio of carbon-to-nitrogen content (C_{org}/N ratio) should be specified. For unambiguous traceability, the origin of the product should be clearly documented, e.g. by means of a batch number.

From an environmental point of view, advice should be given on the economical use of growing media, as the availability of renewable raw materials is limited, too, and their extraction and processing is associated with environmental impacts. This information can include, for example, information on how the life of a growing medium can be extended as far as possible, e.g. through instructions on fertilization, protection through mulching or information on further storage. In the case of growing media for special applications, it may be interesting to point out possible uses for other areas with the aim of avoiding that special products go bad and/or enabling their subsequent use. This additional information can be implemented digitally (URLs, QR codes) in order to avoid too densely packed information on the packaging / accompanying documents.

The packaging should also include information on its proper disposal. In the case of reusable containers, reference should be made to the corresponding return options.

From a formal point of view, the Blue Angel logo applied must contain the declaration field of the award criteria for organic growing media and potting soils. The Blue Angel logo for products made from recycled plastics (DE-UZ 30a) may not be applied to the packaging following the Blue Angel award specifications.

► Packaging requirements (Chap. 5.9)

Requirements for packaging are defined in AT-UZ 32. This criterion also appears to make sense for the Blue Angel, particularly in view of the fact that Blue Angel award criteria which explicitly define criteria for packaging materials already exist (UZ 30a).

Currently, potting soils are generally sold in plastic bags (bagged goods). For larger quantities, sales in reusable bags (big bags) are possible. Loose delivery is also possible. For the Blue Angel, no further requirements are placed on the distribution in reusable big bags and loose distribution.

For bagged goods, the packaging must meet the criteria of the Blue Angel for packaging materials (DE-UZ 30a). Reusable containers are not yet well established in this area. They can be used, possibly with an inlet for single use, if it is shown that return via a reuse system is easily practicable for consumers. If an inlet is used, it must achieve material savings of at least 70 % compared to disposable packaging. The inlet must also meet the criteria of the Blue Angel for packaging materials (DE-UZ 30a). The overriding requirement for plastic packaging is that it must be sortable by near-infrared sorting technology. This is considered desirable as it ensures automated detection and sorting during the recycling of packaging waste.

Outlook

The availability of various peat substitutes as growing media components is currently under development. Research is being done into possible new materials and the infrastructure for existing alternatives is being developed. At the same time, also other sectors are striving to increase the share of renewable raw materials used. A future revision of the award criteria for organic growing media and potting soils should follow these developments closely in order to take into account the availability of peat substitutes and link them to sustainability criteria. In doing so, competition with other possible uses should be kept in mind as well as the environmental impact of component production from the various raw materials in question. Possible starting points are described in Chapter 5.3 of the report in the individual sub-chapters for each component.

The defined parameters and methods can be evaluated with regard to the quality requirements defined. In the case of per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS), both the level of the limit value and the appropriate reference substances as well as the choice of the test method should be reviewed and, if necessary, adapted to the developments. The limit values for macroscopic impurities, in particular plastics, should also be reviewed in the course of the current discussion on microplastics. Depending on the state of development of test methods, a criterion for microplastics (< 1 mm) should be considered. Further aspects are described in Chapters 5.6 and 5.7 of the report for each individual criterion.

1 Einleitung

Kultursubstrate werden eingesetzt, um Pflanzen einen Wurzelraum zu geben, über den die Zufuhr von Wasser, Luft und Nährstoffen sichergestellt wird. Als wichtiger Ausgangsstoff hat sich über Jahrzehnte Torf etabliert, da er viele günstige Eigenschaften für die Herstellung von pflanzenbaulich geeigneten Kultursubstraten besitzt.

Allerdings ist die Nutzung von Torf mit negativen Umweltwirkungen verbunden. Aufgrund der sehr langsamen Entstehung des Torfkörpers ist Torf ein nicht-nachwachsender Rohstoff und bei seiner Nutzung wird der im Torf gebundene Kohlenstoff als CO₂ emittiert. Aus Gründen des Klimaschutzes ist der Erhalt des im Torf gebundenen Kohlenstoffs notwendig, weshalb auch auf politischer Ebene ein Torfausstieg angestrebt wird. Die Renaturierung und Erhaltung von Mooren leisten zudem einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Biodiversität. Daher ist die Substitution von Torf durch erneuerbare Substratausgangsstoffe, auch "Torfersatzstoffe", nötig.

Um die gartenbaulich gewünschten Substrateigenschaften einzustellen, wird i.d.R. eine Mischung verschiedener Substratkomponenten hergestellt, die die biologischen, physikalischen und chemischen Eigenschaften der einzelnen Substratausgangsstoffe möglichst gut und angepasst kombiniert und eine gleichbleibende Qualität gewährleistet. Im Hinblick auf die Schließung von Stoffkreisläufen ist dabei v.a. der Einsatz von Komposten erstrebenswert. Aufgrund geringerer Nähr- und Fremdstoffgehalte werden hierfür aktuell fast ausschließlich Grüngutkomposte eingesetzt. Daneben kommen erneuerbare organische Rohstoffe forstwirtschaftlicher oder agrarischer Herkunft in Frage. Aktuell zählen hierzu v.a. Holzfasern, Rindenhumus und gartenbauliche Kokosprodukte²¹. Weiterhin werden mineralische Substratausgangsstoffe eingesetzt, die durch Abbau gewonnen werden. Die wichtigsten Vertreter sind hier Perlite und Tone.

In allen Fällen ist auch bei der Nutzung alternativer Substratausgangsstoffe darauf zu achten, dass die mit Herstellung, Transport und Nutzung verbundenen Umweltwirkungen möglichst geringgehalten werden. Auch Nutzungskonkurrenzen müssen im Blick behalten und möglichst vermieden werden. Die resultierenden Produkte müssen qualitativ hochwertig und im Hinblick auf Umwelt und menschliche Gesundheit schadstoffarm sein.

Mit der vorliegenden Studie sollten dementsprechend geeignete Vergabekriterien für ein neues Blauer Engel Umweltzeichen „Organische Kultursubstrate / Blumenerden“ entwickelt werden. Die vorgeschlagenen Kriterien wurden im Austausch mit potenziellen Zeichennehmern, dem UBA, RAL und anderen Experten*Expertinnen erarbeitet und bei einem Fachgespräch, einer Expertenanhörung und in der Sitzung der Jury Umweltzeichen abgestimmt.

Mit der Implementierung des Umweltzeichen Blauer Engel soll die Bekanntheit und Akzeptanz von torffreien Kultursubstraten zur Anwendung sowohl im privaten als auch im professionellen Bereich verbessert und deren Marktanteil erhöht werden. Im privaten Bereich ist der vollständige Verzicht auf Torf in Blumenerden bereits aktuell gut möglich. Im professionellen Bereich steht ihm die Sorge um die Kultursicherheit und höhere Produktionskosten²² im Wege. Unter anderem soll hier die Möglichkeit, damit zu werben, dass die Kultivierung der vermarkteten Pflanzen in Blauer-Engel-zertifizierten Kultursubstraten stattgefunden hat, eine

²¹ Als gartenbauliche Kokosprodukte werden Produkte aus der faserigen dicken Hülle der Kokosnuss bezeichnet, die in Kultursubstraten eingesetzt werden können: Kokosmark, Kokosfasern, Kokoschips, s. z.B. <https://substratbuch.ivg.org/substratbuch/ausgangsstoffe/organische-ausgangsstoffe/kokosprodukte>; letzter Zugriff: 09.01.2024

²² Bedingt durch u.U. höhere Rohstoffpreise und veränderte Kostenstrukturen durch veränderte Betriebsführung (Dünge- und Bewässerungsintervalle, andere Kultivierungszeiträume und Personaleinsatz)

Option für die Produzenten eröffnen, gegenüber Händlern und Endkunden die mit einer Umstellung verbundenen höheren Kosten zu rechtfertigen und weiterzugeben.

2 Methodisches Vorgehen

Im Rahmen der Projektarbeiten wurde zunächst eine Markt- und Umfeldanalyse durchgeführt. Diese beinhaltete einerseits eine Recherche der relevanten Substratausgangsstoffe und der Situation der Substratherstellung in Deutschland, insbesondere in Hinblick auf die eingesetzten Mengen, sowie des rechtlichen Rahmens. Im Hinblick auf die Festlegung von Anforderungen, Grenzwerten und Methoden wurden dazu die bereits existierenden Umweltzeichen für organische Kultursubstrate (EU Ecolabel, Österreichisches Umweltzeichen), sowie die relevanten Gütezeichen für Kultursubstrate und Ausgangsstoffe analysiert. Außerdem wurden passende Zertifizierungssysteme recherchiert, die auf Nachhaltigkeit und Rückverfolgbarkeit der Rohstoffherkunft abzielen, und einschlägige Ökobilanzstudien zu Substratausgangsstoffen gegenübergestellt. Diese Grundlagen werden im Kapitel 4 vorgestellt.

Darüber hinaus fand bereits während der Kriterienerarbeitung ein intensiver Austausch mit verschiedenen Experten*Expertinnen statt. Dies beinhaltete Interviews mit Herstellern sowie Gespräche mit Vertretern*Vertreterinnen von Verbänden und den RAL Gütezeichen RAL-GZ 250 und RAL-GZ 251. Im Hinblick auf eine transparente und an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Rohstoffherkunft wurde außerdem Rücksprache mit Zertifizierungsorganisationen (z.B. Biokontrollstellen, FSC-Siegel, Rainforest Alliance) gehalten und Kontakt zum laufenden Projekt zur Entwicklung eines Zertifizierungssystem für Torfersatzstoffe (HORTICERT)²³ hergestellt. Im Austausch mit den Entwicklern*Entwicklerinnen von HORTICERT wurden bereits während der Pilotphase Anknüpfungspunkte identifiziert und adaptiert (vgl. Kapitel 4.4.3).

Dieser Austausch wurde um Rückmeldungen aus den kompetenten Fachgebieten des Umweltbundesamtes (Bodenschutz, Abfalltechnik und Kompost, Moorschutz und Klimaschutzprojekte, Produktbezogener Umweltschutz, Abwassertechnik und Plastik, Landwirtschaft, Nachhaltigkeitsstrategien und Ressourcenschonung, Erneuerbare Energien, Pflanzenschutzmittel) ergänzt.

Die auf diesen Vorarbeiten basierend erarbeiteten Vergabekriterien wurden auf zwei virtuellen Treffen einem breiten Kreis interessierter Akteure vorgestellt und mit den Teilnehmern und Teilnehmerinnen diskutiert: das Fachgespräch²⁴ fand Ende Mai 2023, die Expertenanhörung²⁵ Ende September 2023 statt. Die Teilnehmerliste umfasste Vertreter*innen von Erdenherstellern und -händlern, Verbänden, Gütegemeinschaften, sowie aus Wissenschaft und Politik. Im Nachgang wurden zahlreiche Anmerkungen berücksichtigt sowie der Entwurf strukturell überarbeitet und vereinfacht, um die Praxistauglichkeit der Vergabekriterien zu stärken. Die Vergabekriterien für organische Kultursubstrate wurde im Dezember 2023 von der Jury Umweltzeichen beschlossen und im Januar 2024 veröffentlicht.

²³ entwickelt durch die Meo Carbon Solutions GmbH, im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), vertreten durch die Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR)

²⁴ Organisation und Moderation durch Adelphi

²⁵ Organisation und Moderation durch RAL

3 Definition der Produktgruppe

Um gezielt das Wachstum von Pflanzen zu ermöglichen und zu fördern, kommen unterschiedliche Produktgruppen zum Einsatz. In Deutschland unterscheidet das Düngegesetz (DüngG 2009) dabei in Kultursubstrate, Düngemittel, Bodenhilfsstoffe und Pflanzenhilfsstoffe.

Kultursubstrate sind dabei Stoffe, die dazu bestimmt sind, Nutzpflanzen als Wurzelraum zu dienen und die dazu in Böden eingebracht, auf Böden aufgebracht oder in bodenunabhängigen Anwendungen genutzt werden. Als wesentliche weitere Zwecke ergänzt die Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (GGS), das Sicherstellen der Luft-, Wasser- und Mineralstoffversorgung der Pflanzen.²⁶ In der europäischen Düngeproduktverordnung (DüPV 2019) wird das Kultursubstrat als „Produkt, das kein natürlicher Erdboden ist und dazu dient, Pflanzen oder Pilze darin wachsen zu lassen“ definiert. In Kombination mit einer Verwendung in/auf Böden²⁷ verwendet die DüPV (2019) den Ausdruck „Bodenverbesserungsmittel“.

Bodenverbesserungsmittel sind nach DüPV (2019) Produkte, deren Funktion es ist, die physikalischen oder chemischen Eigenschaften, die Struktur oder die biologische Aktivität des Bodens, in den sie eingebracht werden, zu erhalten, zu verbessern oder zu schützen. Im Gegensatz zu den „Bodenhilfsstoffen“ nach DüngG (2009) fehlt hier jedoch die Einschränkung bezüglich des Nährstoffgehaltes. **Bodenhilfsstoffe** sind demnach: „Stoffe ohne wesentlichen Nährstoffgehalt sowie Mikroorganismen, die dazu bestimmt sind a) die biologischen, chemischen oder physikalischen Eigenschaften des Bodens zu beeinflussen, um die Wachstumsbedingungen für Nutzpflanzen zu verbessern oder b) die symbiotische Bindung von Stickstoff zu fördern.“

Stoffe mit relevantem Nährstoffgehalt fallen unter die **Düngemittel**, nach DüngG (2009) Stoffe (außer Kohlenstoffdioxid und Wasser), die dazu bestimmt sind a) Nutzpflanzen Nährstoffe zuzuführen oder b) die Bodenfruchtbarkeit zu erhalten oder zu verbessern. **Pflanzenhilfsstoffe** haben wie Bodenhilfsstoffe keinen wesentlichen Nährstoffgehalt, ihre Wirkung ist aber rein auf die Pflanze bezogen (DüngG 2009).

Im Sprachgebrauch wird die Bezeichnung „Kultursubstrat“ vorwiegend für den professionellen Bereich (Erwerbsgartenbau, Garten- und Landschaftsbau, öffentliche Grünanlagen) verwendet. Für Kultursubstrate zur Verwendung im privaten Bereich / Hobbygartenbau ist der Ausdruck Blumenerde (auch Garten- oder Pflanzenerden) gebräuchlich.

Von der Jury Umweltzeichen bestand der Auftrag, Blauer-Engel-Kriterien für Gartenerden zu entwickeln, und zu prüfen, inwiefern eine Ausweitung des Geltungsbereiches möglich ist.

Das Europäische Umweltzeichen (EU-UZ 048) bezieht neben Kultursubstraten auch Bodenverbesserungsmittel, darunter explizit auch Mulch, ein. Das Österreichische Umweltzeichen enthält "Torffreie Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe, Düngemittel, Komposte" (AT-UZ 32).

Von Seiten der thematisch befassten RAL-Gütesicherungen (Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (GGS) und Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK)) kam übereinstimmend der Hinweis, dass es bei einer Erweiterung des Geltungsbereiches auf Bodenverbesserungsmittel zu Abgrenzungsschwierigkeiten kommen würde, da unter dem im deutschen Recht verwendeten Begriff „Bodenhilfsstoffe“ ein Großteil der Komposte nicht erfasst werden. Letztere werden wegen ihrer hohen Nährstoffgehalte vorwiegend als Düngemittel eingestuft. Unter "Düngemittel" fallen jedoch wiederum auch ganz andere Stoffe (z.B. flüssige oder rein mineralische Düngemittel), die einer anderen Bewertung bei der Umweltzeichenvergabe

²⁶ <https://www.substrate-ev.org/infos-zu-kriterien/blumenerde/>; letzter Zugriff: 25.09.2023

²⁷ Im europäischen Umweltzeichen (EU-UZ) wird darunter explizit auch Mulch genannt.

bedürften. Um eine klare Definition sicherzustellen, wird die Produktgruppe daher auf Kultursubstrate nach der Definition des DüngG (2009) beschränkt. Dies entspricht auch der Anforderung des Blauen Engel, dass die Produkte einer Produktgruppe derselben Zweckbestimmung dienen sollen.

Zudem beschränkt sich das vorliegende Umweltzeichen auf Kultursubstrate, die einen Mindestanteil organischer Substanz enthalten und damit einen erdähnlichen Charakter aufweisen. Diese werden im Weiteren als „organische Kultursubstrate“ bezeichnet und sowohl im professionellen Bereich, als auch im privaten Bereich (Blumenerden) eingesetzt.

In den beiden Einsatzbereichen bestehen teilweise unterschiedliche Anforderungen an die Kultursubstrate. Im Profibereich ergeben sich durch wirtschaftlichen und zeitlichen Druck strenge Anforderungen an die Kultursicherheit bei i.d.R. kleinen Substratvolumina, was durch speziell auf die Kultur und die Produktionsbedingungen abgestimmte Zusammensetzungen der Kultursubstrate erreicht wird. Im Hobbybereich müssen Blumenerden dagegen vielfältig einsetzbar sein (IVG 2020).

Im Hinblick auf die für dieses Umweltzeichen relevanten Parameter erschien eine differenzierte Betrachtung in den Profi- und Hobbybereich jedoch nicht nötig. Insbesondere werden die gleichen Rohstoffe als Substratausgangsstoffe eingesetzt (wenn auch in unterschiedlichen Mengenanteilen, s. Kap. 4.2), so dass die Anforderungen an Einsatzstoffe und Herkunft nach Kapitel 5.2 und 5.3 für beide Bereiche angesetzt werden können. Auch die Schadstoffarmut (Kap. 5.6) sowie die prinzipiellen Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit (Kap. 5.7) können in beiden Bereichen gelten. Die konkrete Auswahl der geeigneten Produkte für eine bestimmte Anwendung liegt jenseits der Anforderungen dieses Umweltzeichens. In diesem Sinne schließt das Umweltzeichen auch organische Kultursubstrate für unterschiedliche Anwendungsbereiche (z.B. Aussaat- und Anzuchterden, Erden für Beete, Erden für Kübel-/Topfpflanzen auf Terrassen und Balkonen oder in Innenräumen) ein.

Rein mineralische Kultursubstrate sind ausgeschlossen, da hier wiederum andere Bewertungsmaßstäbe gelten (Rohstoff- und Energieeinsatz, Schadstoffbelastungen). Insbesondere Steinwolle ist zudem aufgrund der möglichen Entstehung von Faserstäuben mit gesundheitlichen Risiken verbunden und daher nur für den professionellen Bereich zugelassen (Kowalska et al. 2022).

4 Markt- und Umfeldanalyse

Bis ins letzte Jahrhundert wurden Erden zur Kultivierung von Pflanzen innerbetrieblich erzeugt. Erst ab Mitte des 20. Jahrhunderts entwickelte sich eine eigenständige Branche, die Kultursubstrate – zunächst fast ausschließlich auf Basis von Torf, später als Spezialsubstrate als Mischungen von Torf und weiteren Substratausgangsstoffen – herstellte und vermarktete (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020, IVG 2023a).

Die aktuell gebräuchlichsten sowie potenziell diskutierte Substratausgangsstoffe werden in Kapitel 4.1 vorgestellt. Kapitel 4.2 gibt darauf aufbauend einen Überblick über die aktuell eingesetzten Mengen. Die gesetzlichen Grundlagen sowie bestehende Umwelt- und Gütezeichen werden in den Kapiteln 4.3 und 4.4 erläutert. Kapitel 4.5 stellt die Ergebnisse von Ökobilanzen zu Substraten bzw. Substratausgangsstoffen gegenüber.

4.1 Substratausgangsstoffe

Die bei der Herstellung von Kultursubstraten eingesetzten Komponenten werden in Substratausgangsstoffe und Substratzusätze unterschieden. Dabei sind die Substratausgangsstoffe diejenigen, die zum Volumen des Kultursubstrats (Struktur des Substrats, Bereitstellung von Wurzelraum) beitragen (RAL-GZ 250). Sie leisten somit einen Beitrag zur Zweckbestimmung von Kultursubstraten nach DüngG (2009). Substratzusätze werden demgegenüber in kleinen Mengen zugegeben und tragen nicht zur Volumenbildung bei. Hierunter fallen z.B. Düngemittel zur Nährstoffbereitstellung, Kalk zur pH-Wert-Einstellung sowie Netz- und Bindemittel zur Regulierung der Wasseraufnahme und der Formstabilität von Wurzelballen (Schmilewski o.J.).

Da Substratausgangsstoffe den mengenmäßig wesentlichen Anteil von Kultursubstraten ausmachen, wird im Folgenden vertieft darauf eingegangen. Dabei besteht ein Kultursubstrat i.d.R. aus einer Mischung verschiedener Substratausgangsstoffe, aktuell v.a. Torf, Grüngutkomposten, Holzfasern, Rindenhumus und Kokosmark, sowie mineralischen Komponenten. Insbesondere wenn auf Torf verzichtet wird, müssen die Eigenschaften der einzelnen Substratausgangsstoffe passend kombiniert werden, um die geforderten Qualitätsparameter zu erzielen (IVG 2020, Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Wichtig ist dabei auch die Gewährleistung einer gleichbleibenden Qualität über das ganze Jahr, mit dem übergeordneten Ziel der Kultursicherheit.

Dadurch, dass Torf als wesentlicher Bestandteil von Kultursubstraten aus Klimaschutzgründen in den vergangenen Jahren verstärkt in den Fokus geraten ist, befasst sich eine Vielzahl von Publikationen mit möglichen alternativen Substratausgangsstoffen. Darunter fallen sowohl Informationen von Herstellerverbänden²⁸, als auch politische²⁹ und wissenschaftliche³⁰ Quellen.

Im Folgenden werden die einzelnen Substratausgangsstoffe kurz eingeführt und wesentliche Vor- und Nachteile dargestellt.

²⁸ Insbes. des Industrieverband Garten (IVG) e.V.: <https://erden-substrate.info>, mit dem Substrathandbuch: <https://substratbuch.ivg.org/static/flipbook/flipbook.html#p=1> <https://substratbuch.ivg.org/static/flipbook/flipbook.html#p=1> (Schmilewski o.J.)

²⁹ Insbesondere des BMEL: <https://www.torffrei.info/>; <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/gartenbau/torf.html>; der FNR: <https://torfersatz.fnr.de/torfersatz/>; und des BZL bzw. der BLE: <https://www.landwirtschaft.de/diskussion-und-dialog/umwelt/torf-unersetzlich-oder-verzichtbar>; sowie des UBA: <https://www.umweltbundesamt.de/themen/kein-torf-in-den-topf>; letzter Zugriff jeweils: 04.10.2023

³⁰ <https://www.mitode.de/>; letzter Zugriff: 04.10.2023

4.1.1 Torf

Die ersten vermarkteten Erden wurden seit Mitte des 20. Jahrhunderts auf Torfbasis hergestellt und bis heute ist Torf der am meisten eingesetzte Substratausgangsstoff (IVG 2023a, s. auch Kap. 4.2). Die Verfügbarkeit von Torf in konstanter Qualität über den Jahresverlauf und viele günstige physikalische, chemische und biologische Parameter machen ihn sehr geeignet für die Herstellung kultursicherer Kultursubstrate (IVG 2023a). Hinzu kommt, dass Hersteller und Nutzer ihre Verfahren und Betriebsabläufe über Jahrzehnte auf diesen Substratausgangsstoff optimiert haben.

Die Gewinnung von Torf erfolgt durch den Abbau aus Mooren, die noch intakt oder schon für die landwirtschaftliche Nutzung trockengelegt worden sein können. Aufgrund des langsamen Wachstums der Torfkörper ist Torf kein regenerativer Rohstoff und seine Nutzung mit klimarelevanten Emissionen verbunden.

Für Kultursubstrate wird fast³¹ ausschließlich Hochmoortorf eingesetzt. (Schmilewski o.J.). Dabei wird in Weißtorf (obere Schicht, jünger und schwach zersetzt) und Schwarztorf (tieferliegend, älter und stärker zersetzt) unterschieden. Dies liegt daran, dass Hochmoore nur durch Regenwasser gespeist werden, und die v.a. auf Basis der Moosgattung *Sphagnum* entstehenden Torfe homogen, nährstoffarm und sauer sind. Diese Eigenschaften sind für Kultursubstrate wesentlich, da dadurch sowohl der Nährstoffgehalt als auch der pH-Wert durch gezieltes Aufdüngen bzw. Aufkalken passgenau eingestellt werden können. Niedermoore, die durch Oberflächen- oder Grundwasser gespeist werden, haben dagegen teilweise zu hohe Nährstoff- und Kalkgehalte.

Auch weitere Eigenschaften von Hochmoortorf (z.B. Wasserkapazität, Porenvolumen und Porengrößenverteilung, und damit Luftkapazität) sind für die Kultursubstratherstellung sehr günstig. Als Nachteil wird insbesondere sein Benetzungswiderstand nach Austrocknung hervorgehoben, was die Verwendung von Netzmitteln nötig macht. Torfersatzstoffe sind hier i.d.R. besser geeignet (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020, Schmilewski o.J.).

4.1.2 Kompost

Kompost wird durch kontrollierte Verrottung organischer Abfälle hergestellt. Als Ausgangsstoffe kommen Grüngut³², Biogut³³ oder Gärreste aus Biogasanlagen in Frage. Sowohl die Auswahl und Kombination von Ausgangsmaterialien als auch die Prozessführung sind dabei wesentlich, um qualitativ hochwertige Komposte herzustellen (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020).

Für Kultursubstrate werden aktuell fast ausschließlich **Grüngutkomposte** eingesetzt, da Biogut zu hohe Salz-, Nähr- und Fremdstoffgehalte aufweist. Wenn eine hohe Reinheit von Biogut gewährleistet ist, kann auch **Biogutkompost** in gewissen Anteilen zugesetzt werden. Nach Luyten-Naujoks (2019) wird aktuell ca. ein Viertel der durch die RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 251) überwachten substratfähigen Fertigkomposte, die für die Anwendung in Blumenerden geeignet sind, in Mischungen mit Biogut hergestellt (s. auch Kap. 4.4.2).

³¹ Nach Schmilewski (o.J.) ist die Verwendung von Niedermoortorfen in manchen anderen Ländern üblich.

³² Unter Grüngut fallen nach Hüttner et al. (2019) alle separat erfassten Gartenabfälle aus privaten Haushaltungen sowie alle pflanzlichen Abfälle, die bei der Pflege öffentlicher Flächen anfallen (z.B. Park- und Landschaftspflegeabfälle, Straßenbegleitgrün, Grüngut aus öffentlichen Sport- und Freizeit-/Erholungsflächen, Friedhofsabfälle), sowie gewerbliches Grüngut (z.B. Grüngut von Betriebsflächen, Abfälle aus dem Garten- und Landschaftsbau). Grüngut enthält somit sowohl holzige, als auch krautige Anteile und Laub.

³³ Biogut enthält nach Hüttner et al. (2019) neben den über die Biotonne erfassten organischen Abfällen auch gewerbliches Biogut wie gewerbliche organische Küchen- und Nahrungsabfälle (zum Beispiel Kantinenabfälle).

Bei Gärresten dient die Kompostierung dazu, diese durch Aerobisierung pflanzenverträglich³⁴ zu machen (**Gärrestkomposte**). Ihr Einsatz ist gegenwärtig u.a. aufgrund hoher Nährstoffgehalte sehr beschränkt. In Abhängigkeit von den Ausgangsstoffen, den Vergärungsverfahren und möglichen Nachbehandlungsschritten können jedoch Gärrestkomposte entstehen, die für Substrate geeignet sind (Luyten-Naujoks 2019, Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Das Interesse, insbesondere an rein pflanzlichen Gärrestkomposten, steigt daher aktuell.

Auch in reinen Grüngutkomposten limitiert der Nährstoffgehalt sowie der pH-Wert die möglichen Anteile in Kultursubstraten. Nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) und Schneider (2022) liegt der maximal empfehlenswerte Anteil in torffreien Substraten im Mittel bei ca. 30 %. Auch die Wasser- und Luftkapazität müssen durch Zumischung anderer Substratausgangsstoffe verbessert werden (Schmilewski o.J.).

Ein wesentlicher Nachteil von Kompost ist zudem dessen hohes Gewicht, das die Transportwürdigkeit einschränkt und zu vergleichsweise hohen transportbedingten Emissionen führt (vgl. Kap. 4.5). Eine gute lokale Verfügbarkeit von (Grüngut-)Komposten für den Einsatz in Substraten ist daher sehr wichtig, jedoch bisher nicht ausreichend gewährleistet (Luyten-Naujoks 2019, Hirschler et al. 2022). Eine Steigerung der getrennten Grünguterfassung und hochwertigen Verwertung im Hinblick auf den Einsatz in Kultursubstraten ist daher von großer Bedeutung. Hier stellt aktuell auch die Konkurrenz der Nutzung holziger Anteile im Grüngut zu ihrer energetischen Nutzung ein Problem dar (Luyten-Naujoks 2019). Neben der Verringerung der verfügbaren Mengen führt die Abtrennung holziger Bestandteile zu einer relativen Erhöhung der krautigen Anteile, was nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) zu höheren Nährstoffgehalten führt und die Einsatzmöglichkeiten im Substratbereich einschränkt. Nach Schmilewski (o.J.) wird dadurch auch die Struktur schlechter, was zu einer ungenügenden Wasser- und Luftkapazität und einem niedrigeren Anteil an organischer Substanz führt.

Bezüglich der Treibhausgas-Bilanz (THG-Bilanz) sind auch die Emissionen aus dem Rotteprozess (Methan, Stickoxide, Lachgas) zu berücksichtigen. Um diese möglichst gering zu halten, ist die Einhaltung guter Praxis gefordert. Ein Überblick über wichtige bauliche und verfahrenstechnische Maßnahmen findet sich z.B. in Hüttner et al. (2019). In der RAL-Gütesicherung Kompost werden nicht nur Anforderungen an die Qualität der Produkte, sondern auch an das Kompostierungsverfahren gestellt, welche entsprechend überprüft werden (Luyten-Naujoks 2023).

Eine weitere Herausforderung für substratfähige Komposte ist die Gewährleistung einer möglichst einheitlichen Qualität über die verschiedenen Chargen hinweg (Schmilewski o.J.). Auch ein stabiler Stickstoffhaushalt muss gegeben sein, was bei stark verrotteten Komposten i.d.R. gegeben und für Substratkomposte auch Teil der Gütesicherung nach RAL-GZ 251 ist.

Als Vorteile von Komposten nennt Schmilewski (o.J.) neben dem wesentlichen Vorteil der Nutzung eines Abfallstromes, den geringeren Bedarf an Kalk und Nährstoffen bei der Substratherstellung sowie die Nutzung eventuell vorhandener suppressiver Eigenschaften des Komposts im Substrat. Außerdem ist die hohe Kationenaustauschkapazität von Komposten vorteilhaft (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020).

Als abfallbasiertes Produkt unterliegen Komposte einer strengeren Überwachung, insbesondere durch die Vorschriften der Bioabfallverordnung (BioAbfV 1998). Sie regelt die zulässigen Ausgangsstoffe sowie erforderliche Behandlungsverfahren und legt Grenzwerte für Gehalte an Schadstoffen (Schwermetallen), Fremdstoffen (Glas, Metall, Kunststoffe), Steinen und

³⁴ insbesondere Freiheit von phytotoxischen Stoffen, keimfähigen Samen und Stickstoffstabilität (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020, Schmilewski o.J.)

pathogenen Keimen (keine Salmonellen in 50g-Probe) sowie keimfähiger Pflanzenteile fest. Zudem haben sich Gütesicherungssysteme für Komposte etabliert, die weitergehende Anforderungen bzgl. Eingangsstoffen, Behandlungsverfahren und Qualitätsparametern stellen (können), diese überwachen und deren Einhaltung zertifizieren. Das weitverbreitetste System ist die RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 251) durch die Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. (BGK, s. Kap. 4.4.2).

Als Spezialfall der Kompostierung werden in Schmilewski (o.J.) und Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) **betriebseigene Komposte** genannt, die von den Gartenbaubetrieben selbst auf Basis der dort anfallenden organischen Abfälle (Grüngut, altes Substrat) hergestellt werden. Nach Schmilewski (o.J.) werden diese Eigenkomposte aufgrund des damit verbundenen Aufwands und der fehlenden kontrollierten Überwachung durch eine Gütesicherung nicht mehr zur Herstellung von Substraten verwendet, sondern ggf. zur Bodenverbesserung. Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) nennt als Herausforderungen zu starke/nicht ausgleichbare Qualitätsschwankungen durch häufig wechselnde Ausgangsstoffe sowie ein Fehlen der Hygienisierung (keine Heißrottephase) während des Kompostierungsprozesses, was eine nachträgliche Hygienisierung erforderlich machen würde.

Ein weiterer Spezialfall ist **Rindenkompst**, der auch als Rindenumus bekannt ist und als Substratausgangsstoff forstwirtschaftlicher Herkunft im Kapitel 4.1.4 beschrieben wird.

4.1.3 Holzfasern

Der bei weitem wichtigste Torfersatzstoff auf Basis von Holz sind Holzfasern (Schmilewski o.J.), daneben sind auch gröbere Holzhäcksel möglich (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Nach RAL-GZ 250 sind Holzfasern mechanisch-thermisch aufgefaserter und ggf. mit Konditionierungsstoffen behandeltes Holz für pflanzenbauliche Zwecke.

Für ihre Herstellung wird aktuell fast ausschließlich Nadelholz, vorwiegend Fichte, aber auch Kiefer verwendet (Schmilewski o.J.). Um die Rohstoffbasis zu erweitern, wird aktuell daran geforscht, auch andere Holzarten einzusetzen. In einem FNR-geförderten Forschungsprojekt der Hochschulen Rosenheim und Weihenstephan-Triesdorf wird beispielsweise die Nutzung von Buche und Weide (aus Kurzumtriebsplantagen) sowie die Nutzung von Käferschadholz (befallenes Fichtenholz) untersucht (Kehr 2023). Dies trägt insbesondere den Folgen des Klimawandels Rechnung, durch den ein Umbau des Waldes in den kommenden Jahrzehnten zu erwarten ist: während in diesem Zeitraum durch klimabedingtes Fichtensterben zunächst viel Fichtenholz (tlw. Käferschadholz) verfügbar sein wird, ist danach aus Deutschland quasi kein Fichtenholz mehr zu erwarten (Barnack 2023).

Als Ausgangsmaterial werden überwiegend Holzhackschnitzel aber auch Holzspäne verwendet, die bei der Verarbeitung von Stammholz in Sägewerken anfallen (Schmilewski o.J.). Nach Windisch (2023) können auch Feinteile, die bei der Verwertung von Stammholz für die Papier- und Zelluloseerzeugung ausgeschieden werden, für bestimmte Substrate Verwendung finden. Eine wichtige Festlegung, die auch in der DüMV (2019) enthalten ist, ist, dass nur chemisch unbehandeltes Holz eingesetzt wird. Außerdem sind niedrige Rindenanteile wichtig. Zwar werden somit i.d.R. biogene Nebenprodukte nach der Definition in DBFZ (2021) eingesetzt. Aktuell unterliegen insbesondere Reststoffe aus Sägewerken jedoch einer starken Nutzungskonkurrenz. Diese ist, nach dem Eindruck aus den Experteninterviews im Umfeld der Kriterienarbeit vorwiegend durch die energetische Nutzung bedingt. Es werden jedoch auch Baustoffe, wie Spanplatten oder Dämmmaterialien, aus diesem Strom hergestellt.

Die thermomechanische Auffaserung erfolgt durch Scherkräfte, die in Extrudern/Retrudern (durch Schneckenwellen) oder Refinern (zwischen Mahlscheiben) erzeugt werden (GGs 2023a,

Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020)). Die Eigenschaften der Holzfasern können durch die Wahl der Holzart, die Größe der eingesetzten Holzpartikel sowie durch das Auffaserungsverfahren und seine Prozessparameter beeinflusst werden. Auf europäischer Ebene begrenzt die DüPV (2019) für Düngeprodukte und im Speziellen für Kultursubstrate die Zerkleinerung auf eine Höchsttemperatur von 100°C. Außerdem ist als einziger Zusatzstoff Wasser erlaubt. Diese Einschränkungen wurden vom EU-UZ 048 übernommen. Nach Kowalska et al. (2022) dienen sie dazu eine chemische Umwandlung von Pflanzenteilen und die Entstehung von Schadstoffen und/oder die Zugabe von Stoffen, die unter REACH Einschränkungen unterliegen, zu vermeiden. Manche Verfahren zur Herstellung gartenbaulich verwendeter Holzfasern arbeiten jedoch bei höheren Prozesstemperaturen (bis 160°C) und es wird bei Bedarf Stickstoffdünger zur Stabilisierung der Stickstoffdynamik sowie aus optischen Gründen Färbemittel zugegeben (GGs 2021). Nach (GGs 2021) ergab eine Übersichtsuntersuchung von 18 Proben von aus Hackschnitzeln produzierten Holzfasern keine Hinweise darauf, dass bei höheren Prozesstemperaturen und/oder Zugabe von Stickstoff und Färbemitteln höhere Gehalte an organischen Schadstoffen auftreten. Die Werte für die Indikatorparameter PAK16, PCDD/F und ndl-PCB lagen in allen Proben deutlich unter den in der DüPV (2019) für die CMC 14 (Pyrolyse- und Vergasungsprodukte) vorgeschriebenen Grenzwerten.

Günstige Eigenschaften von Holzfasern als Substratausgangsstoff sind ihr geringes Gewicht, die Luftkapazität, die Wiederbenetzbarkeit und die Nährstoff- und Salzarmut (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Nachteilig sind die geringe Wasser- und Kationenaustauschkapazität, das weite C-N-Verhältnis die hohe mikrobielle Abbaubarkeit hoch. Nach Einschätzung eines Substratherstellers hat der Abbau des im Holz gebundenen Kohlenstoffs und die damit verbundene CO₂-Freisetzung ungefähr die gleiche Dynamik wie bei in Substraten eingesetztem Torf. Laut Quantis (2012) werden aus Torf ca. 80 % des gebundenen Kohlenstoffs innerhalb von 30 Jahren freigesetzt.³⁵ Der durch das weite C/N-Verhältnis bedingten Tendenz zur Stickstoff-Immobilisierung kann durch das Zusetzen von Stickstoffdünger bei der Holzfaserverherstellung begegnet werden. Nach Schmilewski (o.J.) können dafür entsprechend organische Stickstoffdünger eingesetzt werden, wenn eine Verwendung im ökologischen Landbau vorgesehen ist. Der Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes wird durch die RAL-Gütesicherung für Holzfasern, die als Substratausgangsstoffe verwendet werden sollen, gefordert (RAL-GZ 250; vgl. auch Kap. 5.5 und 5.7.2).

4.1.4 Rindenumus

Zur Herstellung von Rindenumus wird zerkleinerte Rinde einem Kompostierungsprozess unterzogen. Die Kompostierung ist zum Zweck der Nutzung als Substratausgangsstoff nötig, um Gerbstoffe und andere ansonsten wachstumshemmende Stoffe abzubauen. Mit dem Kompostierungsprozess muss außerdem eine Stabilisierung der Stickstoffdynamik sichergestellt werden und andere chemische sowie physikalische Eigenschaften verbessert (Schmilewski o.J.). Auch für Rindenumus wird von der RAL Gütesicherung der Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes gefordert (RAL-GZ 250).

Nach Wegener (2023) wurde die gartenbauliche Nutzung in den 1980er Jahren entwickelt, um Rinde aus Sägewerken, die dort zur Entsorgung anfiel, einer Nutzung zuzuführen. Heute besteht jedoch bei Rinde eine starke Konkurrenz durch die energetische Nutzung. Ein Rückgang der Baukonjunktur wirkt sich auch auf die Verfügbarkeit von Rindenumus aus (Wegener 2023).

Verwendet wird wie bei Holzfasern v.a. Nadelholzrinde, vorwiegend Fichtenrinde (Schmilewski o.J., Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Auch hier ist somit in den kommenden

³⁵ Quantis (2012), S. 39, Abb. 11

Jahr(zehnt)en die Verfügbarkeit in Deutschland klimawandelbedingt voraussichtlich hoch, danach wird der Rohstoff wegfallen (vgl. Kap. 4.1.3). Laubholzrinde ist wegen ihrer Schimmelneigung im Kompostierungsprozess nicht in gleicher Weise zur Herstellung von Rindenumus geeignet (Wegener 2023). Eine Ausnahme ist auf Basis von Eichenrinde hergestellter Rindenumus, der einem sehr langen Kompostierungsprozess unterzogen wird.³⁶

Im Hinblick auf die Herkunft der Rinde kann zudem der Ort des Anfalls unterschieden werden. Einerseits werden Bäume direkt im Wald (an der Waldstraße) entrindet, andererseits erst bei der Weiterverarbeitung. Laut Barnack (2023) wird Laubholz fast ausschließlich erst im Sägewerk entrindet (insbes. bei Buche wesentlich zum Schutz vor zu schneller Austrocknung), während Nadelchadholz häufig im Wald entrindet wird (v.a. bei Fichte, damit das Holz zum Schutz vor Borkenkäfer schnell trocknet, falls es nicht zügig abgefahren werden kann). Insbesondere bei Schadholzeinschlag bevorzugen Sägewerke entrindetes, Nutzholzborkenkäfer-freies Nadelholz (Barnack 2023). Nach Einschätzung von Wegener (2023) erfolgt der Bezug von Nadelholzrinde zur Rindenumusherstellung für die Substratwirtschaft aktuell aus Sägewerken.

Der Verbleib eines Teils der Rinde im Wald ist für die Nährstoffbilanz des Waldes wichtig. Je dünner ein Ast ist, desto mehr Rindenanteil hat er. Deshalb ist es gängige Praxis, dass Nicht-Derbholz (<7cm Durchmesser) im Wald verbleibt. Dies sollte als Minimum-Kriterium gelten, damit sichergestellt ist, dass eine ausreichende Menge an Nährstoffen im Wald zurückgehalten wird. Auf armen Standorten kann es zudem für die Nährstoffbilanz nötig sein, Bäume vor Ort zu entrinden und die Rinde in der Fläche zu verteilen. Barnack (2023) führt jedoch an, dass heute besonders bei Kalamitätsholz häufig zentral an der Waldstraße entrindet wird und keine (systematische) Rückverteilung in den Wald erfolgt. Im ungünstigsten Fall könnten sich dadurch nachteilige Folgen ergeben, wenn große Mengen Rinde zentral auf Haufen lagern und die Nährstoffe konzentriert ins Grundwasser ausgewaschen werden. Speziell wird die systematische Rückverteilung von Rinde in den Wald bei Entrindung an der Waldstraße (aktuell) durch die etablierten Nachhaltigkeitssiegel für forstwirtschaftliche Produkte (vgl. Kap. 4.4.3) nicht adressiert (Barnack 2023).

Vorteile von Rindenumus aus gartenbaulicher Sicht sind seine gute Luft- und Kationenaustauschkapazität und eine gute Wiederbenetzbarkeit, allerdings ist er vergleichsweise³⁷ schwer (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Nach Schmilewski o.J. schränkt der hohe Nährstoffgehalt seinen möglichen Anteil in Substraten ein. Je nach Herkunft können bei Rindenumus geogen bedingt hohe Cadmiumwerte auftreten. Dies führte zu einer Ausnahmeregelung in der DüMV (2019), die „für die Anwendung von Rindenprodukten im Garten- und Landschaftsbau, ausgenommen Nahrungsmittelerzeugung, sowie für die Anzucht und Pflege von Zierpflanzen und Ziergehölzen“ einen Cadmiumgrenzwert von 2,5 mg Cd/kg TM (sonst: 1,5 mg Cd/kg TM) erlaubt (DüMV, Stange et al. o.J.).

4.1.5 Gartenbauliche Kokosprodukte

Für gartenbauliche Zwecke nutzbare Kokosprodukte können aus der die harte Kokosnuss umgebenden faserigen Hülle (Mesokarp) gewonnen werden. Dabei werden Kokosmark, Kokosfasern und Kokoschips unterschieden.³⁸ Kokoschips werden durch Zerkleinern der ganzen Hülle gewonnen, während Kokosmark und Kokosfasern bei der Verarbeitung der Hülle in der Kokosfaserindustrie anfallen. Dabei werden die längeren Fasern zur Herstellung von Matten,

³⁶ <https://torffrau.de/produkte/bio-riko/>; letzter Zugriff: 13.11.2023

³⁷ schwerer als Torf, leichter als Grüngutkompost.

³⁸ S. <https://substratbuch.ivg.org/substratbuch/ausgangsstoffe/organische-ausgangsstoffe/kokosprodukte?>; Schmilewski (o.J.)

Seilen oder Polsterungen genutzt. Kürzere Fasern sowie das schwammige dazwischenliegende Kokosmark werden abgetrennt und können für gartenbauliche Anwendungen weiter aufbereitet werden. Nach Klasmann-Deilmann (2023) und Schmilewski (o.J.) werden die Fasern für den Einsatz in Substraten aber auch extra geschnitten.

Ein Überblick über den Prozess der Faserverarbeitung findet sich in Schmilewski (o.J.) und Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020). Zunächst werden die faserigen Kokoshüllen für mehrere Monate in Wasser eingeweicht, um die Abtrennung der Fasern durch Ausklopfen zu ermöglichen. Mittlerweile sind aber auch maschinelle Verfahren etabliert. Nach der Trennung wird das Kokosmark zunächst einem Lagerungsprozess unterzogen (Aging), um pflanzenschädigende Stoffe und leicht abbaubare Organik abzubauen. Dabei werden die Wasseraufnahmefähigkeit und die Strukturstabilität verbessert und das Risiko einer Stickstoffimmobilisierung gesenkt. Das Einweichen der Hüllen erfolgt teilweise in Salzwasser. Außerdem nehmen Kokospalmen an küstennahen Standorten Salz auf. Dies führt zu hohen Salzgehalten, die vor einer gartenbaulichen Nutzung mit Süßwasser (häufig Regenwasser) ausgewaschen werden müssen. Zusätzlich kann eine als Puffern bezeichnete Spülung mit einer Calciumnitrat-Lösung erfolgen, die teilweise erst in Europa durchgeführt wird. Nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) ist das Waschen mit Wasser zur Salzentfernung häufig ausreichend, wenn Kokosmaterialien als Teilkomponente einer Substratmischung eingesetzt werden. Bei Verwendung in reiner Form wird dagegen gepuffertes Material benötigt. Die nachfolgende Trocknung erfolgt häufig solar. Zum Transport wird das Kokosmark gepresst, Fasern werden als gebundene Ballen oder Seilware transportiert.

Insbesondere Kokosmark ist ein technisch sehr geeigneter Torfersatzstoff, da es in vielen Eigenschaften denen von Torf nahe kommt. Durch geeignete Kombination mit Kokosfasern und -chips können physikalische Eigenschaften wie die Luft- und Wasserkapazität eingestellt werden (Klasmann-Deilmann 2023). Weitere Vorteile sind die gute Wiederbenetzbarkeit und das geringe Gewicht (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Im Gegensatz zu anderen Torfersatzstoffen können Kokosprodukte daher auch zu 100 % (ohne weitere Mischungskomponenten) in Substraten eingesetzt werden. Die Stickstoffimmobilisierung ist nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) zwar i.d.R. gering, sollte aber kontrolliert werden. Nach RAL-GZ 250 wird der Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes gefordert.

In Deutschland eingesetzte gartenbauliche Kokosprodukte stammen heute vorwiegend aus Indien und Sri Lanka, wo die Herstellung von Kokosfaserprodukten besonders etabliert ist. Nach Schmilewski (o.J.) exportieren aber auch die Elfenbeinküste und andere Länder gartenbauliche Kokosprodukte. Mit Verweis auf die FAO geben Eymann et al. (2015) an, dass fast 90 % der weltweiten Kokosfaserproduktion in Indien und Vietnam erfolgen, weitere Länder sind Thailand, Sri Lanka, Ghana und Malaysia. Die Hauptanbauländer von Kokospalmen sind die Philippinen, Indonesien und Indien (FAO-Stat 2022).

Eine Analyse der IVG von 2018 schätzt die weltweite Verfügbarkeit auf ungefähr 3,7 Mio. t/a Kokosfasern und 8.5 Mio. t/a Kokosmark (Bieker 2021). Die Summe entspricht ungefähr dem maximalen theoretisch global verfügbaren Potenzial, das sich ergibt, wenn man aus der weltweiten Produktion von Kokosnüssen den Anteil an der faserigen Hülle (husk) und daraus

wiederum den Anteil an für den Gartenbau verwendbaren Rohstoffen (kürzere Fasern und Kokosmark) errechnet.³⁹

Auch Eymann et al. (2015) geben für Kokosmark einen Wert von ca. 8 Mio. t/a auf Basis der FAO-Statistik an, während Blok et al. (2021) mit ähnlicher Vorgehensweise auf 7.5 Mio. t/a für substrat-taugliche Kokosprodukte kommen. Der Wert nach Hirscher et al. (2022) scheint mit 21 Mio. t/a sehr hoch. Nach der dortigen Herleitung wird vermutet, dass dafür der gesamte Anteil der faserigen Hülle zugrunde gelegt wurde, ohne Abzug der längeren Fasern für andere Anwendungen wie Matten, Seile und Polster.⁴⁰

In jedem Fall liegt dieses maximale theoretische Potenzial deutlich über dem aktuellen Verbrauch. Hirschler et al. (2022) geben 0.9 Mio. t exportierter gartenbaulicher Kokosprodukte aus Indien, Sri Lanka und den Philippinen für das Jahr 2018 an. Dieser Wert liegt bereits drei Mal so hoch wie der von Roosen (2014) für 2014 angegebene Verbrauch von 0.3 Mio. t⁴¹, der vorwiegend nach Europa, Korea und Japan verkauft wurde. Dabei wurde ergänzt, dass insbesondere die USA, Australien und China ihren Verbrauch schnell steigern. Auch der Verbrauch in Deutschland wächst tendenziell. Nach IVG-Angaben lag er im Jahr 2021 bei 0.24 Mio. m³/a⁴², während es im Jahr 2015 0.1 Mio. m³ waren (Bieker 2021). Nach Blok et al. (2021) wird der Markt v.a. in Asien/China wachsen, was geographisch deutlich näher an den Hauptländern der Kokosproduktion liegt. Dadurch, dass Kokosmark ein erwiesenermaßen qualitativ hochwertiger Torfersatzstoff ist, ist die Konkurrenz darum heute schon stark (Blok et al. 2021). Dies spiegelt sich auch in dem im Vergleich zu anderen Substratausgangsstoffen hohen Preis wider. Hirschler et al. (2022) zeigt jedoch, dass die Exportpreise für Kokosmark (je Tonne) aktuell deutlich unter denen für andere Produkte aus (längeren) Kokosfasern (Matratzen, Seile, etc.) liegen. Auch nach dieser Quelle könnte der zukünftige Anstieg der Nachfrage auf internationaler Ebene zu starkem Wettbewerb und sogar Erschöpfung des globalen Potenzials führen, insbesondere wenn von hohen Kokosanteilen in Substraten ausgegangen wird.

Bei der Betrachtung des maximalen theoretischen Potenzials bleiben zudem wichtige Aspekte unberücksichtigt. Die Erschließung gartenbaulicher Kokosprodukte setzt voraus, dass eine Kokosfaserverarbeitung stattfindet. Hirschler et al. (2022) leiten basierend auf der aktuellen Kokosfaserverarbeitung ein deutlich geringeres global verfügbares Potenzial von 2.9 Mio. t/a ab, das immer noch deutlich über den aktuell gehandelten Mengen gartenbaulicher Kokosprodukte liegt. Es wird jedoch betont, dass die Nutzung als Substratausgangsstoff einer weitergehenden Verarbeitung bedarf (Roosen 2014). Zudem müssen Verarbeitungsverluste ggf. abgezogen werden.

Das Potenzial zur Weiterentwicklung der Kokoshüllen-verarbeitenden Industrie ist nach FAO (2014) zwar groß. Insbesondere wird betont, dass die Verwertung von Kokosnebenprodukten aus der Faserhülle den Wert des Rohmaterials auf Ebene der Farmen erhöhen und damit einen wichtigen Beitrag zur ökonomischen Absicherung der Landwirte*Landwirtinnen bei niedrigen Copra-Preisen leisten sollte.

Als sehr wichtiger Punkt erscheint hier jedoch der Aspekt der Nutzung der faserigen Hüllen oder von Teilen davon zur Bodenverbesserung vor Ort. Aktuell wird ein schlechter Zustand vieler

³⁹ Globale Kokosnussproduktion nach FAO-Stat (2022) ca. 60 Mio. t/a, Anteil faserige Hülle ca. 30-35% (FAO 1998, Quantis 2012, Hirschler et al. 2022), davon Anteil Kokosmark/kürzere Fasern 60-70% (Perera et al. 2005, Hirschler et al. 2022) ergibt maximales theoretisches Potenzial von 13 Mio. t/a.

⁴⁰ Gerechnet wurde mit einem Anteil von 34 % (340 g/kg), vgl. Hirschler et al. (2022) S. 35

⁴¹ Mit der Bezeichnung „cocopeat products“ ist nicht ganz klar, ob sich der Wert nur auf Kokosmark bezieht, oder auch Kokosfasern einschließt.

⁴² im Jahr 2022 allerdings wieder deutlich darunter, mit ca. 0.11 Mio. m³/a, siehe Kap. 4.2/IVG (2023b).

Kokosplantagen und mangelnde Produktivität als ein wesentlicher Faktor für die Armut von Kokosbauern beschrieben (FAO 2014, Brendel et al. 2020). So ist die Steigerung des Aufbaus von organischer Substanz im Boden eine der Empfehlungen der Regionalen Strategie für die Entwicklung des Kokosnuss Sektors in Asien und dem pazifischen Raum (FAO 2014). Nach FAO (2014) unterstützt die Philippine Coconut Authority (PCA) die Nutzung von Kokosmark (coco dust) als Bodenverbesserungsmittel und ermutigt die Lokalregierungen finanzielle Mittel für den Transport aus den Faserverarbeitungswerken zurück zu den Kokosplantagen zur Verfügung zu stellen. Ein Beispiel für die Umsetzung einer bodenschonenden Landwirtschaft, die Kokoshüllen auch vor Ort nutzt, ist die Firma Serendipol in Sri Lanka.⁴³ Im Rahmen der Entwicklung der Vergabekriterien konnte jedoch leider nicht geklärt werden, welche Anteile nach einer ausreichenden Rückführung vor Ort noch für die Vermarktung vorhanden wären.

Auch die Frage, ob bei der Betrachtung des Potenzials nach der Herkunft aus reifen Früchten (brown coir) oder unreifen Früchten (white coir) unterschieden werden müsste, konnte nicht abschließend geklärt werden. Falls sich hierdurch Verschiebungen auf der Angebotsseite ergeben, müsste das zukünftig berücksichtigt werden. Nach einer ersten Einschätzung von Experten*Expertinnen der Substratindustrie werden zur Verwendung in Substraten Restmaterialien aus dem Mesokarp reifer Früchte eingesetzt (Wegener 2023, Testroet 2023).

Andere konkurrierende Nutzungen sind nach Testroet (2023) und Hirschler et al. (2022) aktuell nicht bekannt.

Aus Klimasicht ist die Frage nach der Verfügbarkeit von Kokosprodukten nicht zuletzt im Hinblick auf mögliche Landnutzungsänderungen wesentlich. Falls die (europäische) Nachfrage nach gartenbaulichen Kokosprodukten zu einer Ausweitung der Anbauflächen führen würde, wäre dies gerade in tropischen Gebieten bei einer Umwandlung von Regenwald in Ackerland mit erheblichen THG-Emissionen verbunden. Beispielsweise weist eine UBA-Studie zu biobasierten Wasch- und Reinigungsmitteln für Pflanzenöle aus tropischen Gebieten (Palm- und Kokosöl) einen erheblichen Anteil an THG-Emissionen durch Landnutzungsänderungen aus, wenn der Effekt der Ausdehnung der Anbaufläche in Verbindung mit Waldrodung in den letzten Jahren allgemein auf die Landwirtschaft dieser Regionen angerechnet wird (Wiegmann et al. 2019).⁴⁴ Inwiefern THG-Emissionen durch Landnutzungsänderungen anteilig Nebenprodukten der Kokosproduktion zuzurechnen sind, ist von den bestehenden Treibern für die Flächenausdehnung abhängig.

Zudem ist die Nutzung von gartenbaulichen Kokosprodukten in Deutschland unweigerlich mit langen Transportwegen verbunden. Aktuell werden die Produkte komprimiert verschifft, um so die Transportvolumina und damit die spezifischen Kosten und Emissionen möglichst gering zu halten. Da die größte Strecke per Schiff zurückgelegt wird, fallen die THG-Emissionen auch im Vergleich zu den Transporten bei anderen Substratausgangsstoffen nicht sehr stark ins Gewicht. Sobald jedoch in Europa in einem dem Erdenwerk vorgelagerten Werk zur weiteren Aufbereitung dekomprimiert, und von dort per Lkw weitertransportiert wird, steigen die mit

⁴³ <https://serendipol.com/heal-soil/>; letzter Zugriff: 16.11.2023

⁴⁴ Es wurde der Ansatz verfolgt, die THG-Emissionen durch Landnutzungsänderungen regional abzubilden und auf alle Anbauprodukte eines Gebietes anzurechnen, unabhängig davon, ob die Flächen für den Anbau einer spezifischen Frucht sich in den vergangenen Jahren tatsächlich ausgedehnt hatten. Dies sollte berücksichtigen, dass sich zwischen unterschiedlichen Früchten Verschiebungseffekte ergeben, so dass sobald eine Frucht doch auf bestehendem Ackerland angebaut wird, die andere dafür in frisch umgewandelte Gebiete verdrängt würde. Außerdem sind gerade Öle in vielen Anwendungen zu einem gewissen Grad austauschbar. Hier ist auch zu berücksichtigen, dass der Öl-Ertrag von Palmöl-Palmen deutlich höher ist als der von Kokospalmen. Tatsächlich ist nach der FAO-Statistik die globale Anbaufläche für Kokos seit ca. 30 Jahren konstant bei 11 bis 12 Mio. Hektar (FAO-Stat 2022). Nach Wiegmann et al. (2019) hat sie sich jedoch seit den 60er Jahren verdoppelt. Die Auswertung für die Hauptproduktionsländer (Philippinen, Indonesien, Indien, Sri Lanka, Malaysia; zusammen ca. 9 Mio. ha) ergab, dass auch hier zumindest in den letzten zehn Jahren die Anbauflächen im Wesentlichen konstant geblieben sind. In den Philippinen, Indien und Indonesien gab es zwischen 2000 und 2010 einen deutlichen Zuwachs, der in Indonesien in den letzten Jahren wieder etwas zurückgegangen ist (FAO-Stat 2022).

dem Transport verbundenen Emissionen aufgrund der damit verbundenen Volumenvergrößerung stark an (s. auch Kap. 4.5). Dieser Schritt kann nötig sein, wenn in den Ursprungsländern keine ausreichende Vorbehandlung umgesetzt wurde. Prinzipiell scheint das aber möglich.⁴⁵ Von Erdenherstellern wurde jedoch erwähnt, dass auch die reine Entkomprimierung und Wiederbefeuchtung einen zusätzlichen Arbeitsschritt und Maschinenaufwand darstellt, und es attraktiv sein kann, diesen von anderen Werken durchführen zu lassen.

Da die Produktion in Schwellen- und Entwicklungsländern erfolgt, muss im Hinblick auf die Nachhaltigkeit zudem die Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards in den Ursprungsländern im Blick behalten werden.

4.1.6 Andere agrarische Rohstoffe (trockene Böden)

Als Substratausgangsstoffe prinzipiell geeignet sind pflanzliche, faserige Stoffe. Sie fallen teilweise als Reststoffe oder Koppelprodukte an, entweder direkt in der Landwirtschaft (z.B. Maisspindeln) oder bei der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Produkte. Hierunter fallen z.B. Reis- oder Getreidespelzen, Flachs- oder Hanfschäben oder Trester. Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) nennen als weitere mögliche Stoffe Stroh, Schafwolle, textile Abfälle (Wolle, Baumwolle) sowie Papier und Pappe. Insgesamt werden solche Stoffe bisher noch kaum als Substratausgangsstoffe genutzt (vgl. Kap 4.2). Nach Testroet (2023) sind sie teilweise verfügbar, eignen sich aber nicht ausgewiesen für den Einsatz in Substraten. Demnach werden hohe Erwartungen besonders in Torfersatzstoffe gesetzt, die aus Gärprodukten hergestellt werden können. Auch der Anfallsort, und daraus resultierend ggf. erforderliche Transportdistanzen, spielt eine wichtige Rolle. So werden Reisspelzen z.B. von einer Firma in einem Werk in Spanien eingesetzt, wo mehr Reisspelzen anfallen (Testroet 2023). Nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) stammen in Deutschland eingesetzte Reisspelzen vorwiegend aus der Po-Ebene. Nach dieser Quelle sind v.a. Reisspelzen geeignet, die bei Parboiled-Verfahren anfallen, da durch die Behandlung eine Hygienisierung sowie eine qualitative Homogenität gewährleistet werden. Vorteile von Reisspelzen im Hinblick auf den Einsatz als Substratausgangsstoff sind eine hohe Luftkapazität, ein sehr niedriges Gewicht und ein geringer Salzgehalt. Auch die Stickstoffimmobilisierung ist durch die geringe mikrobielle Abbaubarkeit gering. Die Wasserkapazität ist aufgrund des hohen Porenvolumens gering (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020).

Außerdem können Pflanzen auch direkt für den Einsatz als Substratausgangsstoff kultiviert werden. Ein Beispiel für den Anbau auf trockenen Böden ist Miscanthus. Bei derartigen Pflanzenarten mit hoher Biomasseproduktion wird seitens der Substratindustrie ein sehr hohes Potential gesehen (GGG 2023b). Dabei wird hervorgehoben, dass die Pflanzen zwar extra angebaut werden, aber vergleichsweise anspruchslos sind und auf schlechteren Böden angebaut werden können, so dass Konkurrenzen zur Nahrungsmittelproduktion u.U. vermieden werden können. Zudem benötigen sie teilweise kaum Düngung und Pestizideinsatz und können zu Humusaufbau beitragen und weitere Ökosystemdienstleistungen bieten. Im Hinblick auf die THG-Emissionen sollte jedoch vermieden werden, dass der Anbau auf trockengelegten Moorböden stattfindet, da sonst die durch den Abbau des Torfkörpers entstehenden CO₂-Emissionen weiterlaufen.

⁴⁵ S. z.B. <https://klasmann-deilmann.com/en/bol-peat-sells-shakti-cocos/>, letzter Zugriff: 16.01.2024

4.1.7 Paludibiomasse

Eine Möglichkeit, Moor- und Klimaschutz mit dem Anbau von Substratausgangsstoffen zu kombinieren, bietet die sogenannte Paludibiomasse. Hier werden Pflanzen, die natürlich auf Mooren vorkommen, auf wiedervernässten Moorböden angebaut. Die Wiedervernässung von Moorböden, die ehemals zur Gewinnung von Ackerland trockengelegt wurden, wird als wichtige Klimaschutzmaßnahme gesehen (z.B. BReg 2019, Scheffler et al. 2022), da so der im Torfkörper gebundene Kohlenstoff erhalten werden kann. Daneben kann bei entsprechender Bewirtschaftung auch ein Beitrag zur Förderung der Biodiversität erzielt werden (Närmann et al. 2021). Auf europäischer Ebene ist Paludikultur als landwirtschaftliche Aktivität in das neue Fördersystem der Gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2023-2027⁴⁶ aufgenommen worden, so dass die Förderfähigkeit auch bei einer Umstellung erhalten bleibt. Nach FNR (2022) hat Deutschland dies in seinem GAP-Strategieplan umgesetzt⁴⁷, der Ende 2022 durch die Europäische Kommission genehmigt wurde.⁴⁸

Als Torfersatzstoffe aus Paludibiomasse werden v.a. Torfmoose (Sphagnum-Arten) untersucht. Weiterhin kommen Rohrkolben und Schilf in Frage. Aufgrund der Verwandtschaft ist die gartenbauliche Eignung von Torfmoosen in vielen Aspekten dem Torf ähnlich. Insbesondere die Wasserhaltefähigkeit ist sehr hoch und die Luftkapazität gut, bei sehr geringen Nährstoff- und Salzgehalten, saurem pH-Wert und hoher Stickstoffstabilität. Nach vollständiger Austrocknung sind sie demgegenüber schwer wiederbenetzbar (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020).

Verknüpft mit dem Thema der Wiedervernässung von Mooren wird die Frage der Nutzung des Oberbodenabtrags landwirtschaftlich genutzter, trockengelegter Moorböden diskutiert. Dieser Oberbodenabtrag wird im Zuge der Wiedervernässung nötig, um die Wiederentstehung eines moornahen Zustandes zu unterstützen (Reduzierung von Nährstoffen und Samenbelastung, s. z.B. Graf et al. 2022). Nach Graf et al. (2022) sollte dabei die Prämisse des maximal möglichen Torferhalts gelten, was bedeutet, dass höchstens so viel Oberboden abgetragen werden darf, wie nötig ist, um günstige Ausgangsbedingungen für eine hochmoortypische (= torfmoosdominierte) Vegetationsentwicklung zu schaffen. Dabei sollte abgewogen werden, ob ein geringerer Abtrag und damit verbunden eine weniger optimale Ausgangslage für die Entwicklung einer Moorvegetation in Kauf genommen werden können, um mit geringerem Aufwand eine bessere Klimaschutzleistung (Minimierung der CO₂-Emissionen aus dem Boden und ggf. nötiger Abtransporte) zu erzielen. Insgesamt gibt es bei dem Thema noch viele offene Fragen und Forschungsbedarf.

4.1.8 Biokohle / Pflanzenkohle

Biokohle wird durch die gezielte Verkohlung von Biomasse gewonnen. Wenn keine tierischen Ausgangsstoffe enthalten sind, wird sie als Pflanzenkohle bezeichnet. Als mögliche Verfahren werden die Karbonisierung durch Pyrolyse und die hydrothermale Karbonisierung (HTC-Kohlen) unterschieden.

Bei der Pyrolyse wird ein relativ trockener Ausgangsstoffe unter weitgehendem Ausschluss von Sauerstoff bei hohen Temperaturen karbonisiert. Nach EBC (2012-2023) muss die Prozesstemperatur zwischen 350°C und 1000°C liegen. Nach Richter (2022) sind für die Herstellung qualitativ hochwertiger, für gartenbauliche Anwendungen geeigneter Pflanzenkohle

⁴⁶ https://agriculture.ec.europa.eu/common-agricultural-policy/cap-overview/cap-2023-27_de; letzter Zugriff: 28.11.2023

⁴⁷ Unter der Voraussetzung, dass die Paludikulturen zu einem oder mehreren der Ziele Treibhausgaseinsparung, Förderung der Biodiversität und Schutz natürlicher Ressourcen wie Wasser, Böden und Luft beitragen (FNR 2022)

⁴⁸ https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/eu-agrarpolitik-und-foerderung/direktzahlung/direktzahlung_node.html; letzter Zugriff: 28.11.2023

Temperaturen von 550-750°C empfehlenswert. Zwar müssen für die Pyrolyse also hohe Temperaturen erzeugt werden, da sie ein exothermer Prozess ist, genügt jedoch die Anschubenergie. Ein Konzept zur Abwärmenutzung, z.B. zur Trocknung der Inputströme, sollte vorgesehen sein. Die hydrothermale Karbonisierung erfolgt in wässriger Atmosphäre, bei hohen Drücken und deutlich niedrigeren Temperaturen von 200-250°C (Amberger-Ochsenbauer und Meinken2020). Die Struktur der erzeugten Pflanzenkohle ähnelt bei der Pyrolyse der Struktur des Inputmaterials sehr, während HTC-Kohlen dem Inputmaterial weniger ähneln. (Schmilewski o.J.).

Aus gartenbaulicher Sicht werden mit Pyrolysekohle nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) meist befriedigende Ergebnisse erzielt. HTC-Kohlen haben dagegen wegen des Vorhandenseins pflanzenschädigender Stoffe i.d.R. negative Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum. Auch Richter (2022) teilt die Einschätzung, dass nur pyrolytisch erzeugte Pflanzenkohlen für gartenbauliche Anwendungen geeignet sind.

Nach der europäischen DüPV (2019) sind Pyrolyse und Vergasungsmaterialien als Komponenten von Düngeprodukten zulässig (CMC 14), wobei auf die sauerstofflimitierenden Bedingungen während des thermochemischen Umwandlungsprozesses hingewiesen wird. Allerdings ist die geforderte Mindesttemperatur von 180 °C sehr niedrig.

Als Inputstoffe zur Pyrolyse kommen sowohl primäre Materialien wie Anbaubiomasse als auch Reststoffe in Frage. Einen Überblick über geeignete Inputstoffe in Abhängigkeit vom vorgesehenen Anwendungszweck gibt die Liste der erlaubten Materialien nach EBC (EBC 2023). Für die Anwendung als Substratausgangsstoff kommen insbesondere die Zertifizierungsklassen „Agro“ oder „AgroBio“ in Frage. Die entsprechend zertifizierte Pflanzenkohle erfüllt alle Anforderungen der DüPV (2019), beim AgroBio-Standard werden zudem alle Anforderungen der Verordnung der EU-Kommission über den ökologischen Landbau erfüllt (EBC 2012-2023).

Im Hinblick auf die Nutzung von Reststoffen wird das Potenzial gesehen, dass durch Pyrolyse Stoffe für den Einsatz in Substraten (oder anderen Produkten) aufbereitet werden können, die sonst nicht mehr verwertbar wären. In Schmilewski (o.J.) wird auch die Möglichkeit erwähnt, verbrauchte organische Substrate durch Verkohlung wiederzuverwenden. Er gibt jedoch zu Bedenken, dass sich manche der Ausgangsstoffe der Pyrolyse wahrscheinlich besser in ihrer ursprünglichen Form (z. B. Reisspelzen) eignen oder nach einer anderen Aufbereitung (z. B. Holz hackschnitzel zu Holzfasernstoffen), als als daraus hergestellte Pflanzenkohle (Schmilewski o.J.).

Nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) führt die Vielzahl von möglichen Ausgangsmaterialien zu einer großen Variabilität der Eigenschaften der Pflanzenkohle, woraus sich unterschiedliche Auswirkungen auf das Pflanzenwachstum ergeben können. Vor diesem Hintergrund müssen Substrathersteller vermutlich mit sehr genauer Kenntnis „ihrer“ Kohle arbeiten, um zuverlässige Qualitäten zu bekommen.

Allgemein ergeben sich die besonderen Eigenschaften der Pflanzenkohle aus ihrer Porosität und ihrer hohen inneren Oberfläche.⁴⁹ Durch die thermische Behandlung ist sie zudem steril und wird mikrobiell nicht zersetzt (Schmilewski o.J.). Pflanzenkohle hat daher insbesondere eine sehr hohe Wasserkapazität und die Fähigkeit, Nährstoffe zu speichern (Amberger-Ochsenbauer und Meinken 2020). Nach Richter (2022) kann durch die mikrobielle Belegung und organische Beladung der Pflanzenkohle zu einem gesunden Bodenleben und zur Förderung der Humusbildung beigetragen werden. Zudem bietet sie eine Adsorptionsfläche für Schadstoffe. Eine Einschränkung der gartenbaulichen Eignung von Pflanzenkohle kann sich aus dem hohen

⁴⁹ <https://fachverbandpflanzenkohle.org/pflanzenkohle/>; letzter Zugriff: 29.11.2023

pH-Wert ergeben. Als weiterer Nachteil wird die kostenintensive technische Herstellung genannt (Schmilewski o.J.). Der hohe Preis ist auch nach Knafla (2023) aktuell ein Grund dafür, dass nur geringe Mengen eingesetzt werden. Der Einsatz erfolgt dabei vorwiegend zu Marketingzwecken, ohne dass ein bedeutender Volumenersatz erzielt wird.

4.1.9 Mineralische Substratausgangsstoffe

Als mineralische Ausgangsstoffe werden in organischen Kultursubstraten Sande, Tone, Tonminerale (Bentonit, Vermiculit) und Gesteine vulkanischen Ursprungs eingesetzt.⁵⁰ Bei diesen ist die Dichte teilweise aufgrund des Ursprungs schon relativ gering (Schaumlava, Bims). Perlite werden gebläht, um die Dichte zu verringern.⁵¹ Auch Ton und Vermiculit kann gebläht werden. Insbesondere bei den Tonen/Tonmineralen erfolgt teilweise eine Zugabe in geringen Mengen, die nicht (wesentlich) zur Volumenbildung beiträgt. In diesem Fall handelt es sich eher um einen Substratzusatz als um einen Substratausgangsstoff. Nach Experteneinschätzung⁵² ist zu definitorischen Zwecken eine Unterscheidungsgrenze der Beigabe von 5 Vol.-% zweckmäßig. Über diesem Wert handelt es sich um einen Substratausgangsstoff. Ton wird dabei vorwiegend zur Steigerung der Wasserkapazität und Wiederbenetzbarkeit sowie zur Steigerung der Nährstoffpufferung eingesetzt Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020). Die anderen Materialien tragen zur Verbesserung mechanischer Eigenschaften (Strukturstabilität, Luftkapazität) bei Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) weist jedoch darauf hin, dass eine dauerhafte Strukturstabilität nur mit sehr hohen Anteilen⁵³ erreicht werden kann, bei geringeren Mengen besteht durch das hohe Eigengewicht die Gefahr, dass das Substrat zusätzlich verdichtet wird. Aktuell werden diese mineralischen Komponenten i.d.R. primär, d.h. durch Abbau im Tagebau gewonnen. Tone und Sande werden normalerweise regional bezogen, Perlite und Vermiculit kommen in Deutschland nicht im nennenswerten Umfang vor und müssen importiert werden. Wichtige Perlitvorkommen liegen in Griechenland und der Türkei, die größten Förderstätten von Vermiculit liegen außerhalb Europas in Südafrika, den USA und Brasilien (USGS 2022). Ein möglicher sekundärer mineralischer Substratausgangsstoff ist Ziegelbruch. Nach Ficht und Hardeweg (2016) wird dieser jedoch nur in geringen Mengen⁵⁴ eingesetzt und ist nicht Teil der RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 250). Auch Aschen aus Verbrennungsprozessen von Biomasse und Steinkohle sind nach DüMV (2019) für die Verwendung in Düngeprodukten zugelassen, stellen jedoch keine volumenbildenden Komponenten dar.

4.2 Substratherstellung in Deutschland

Deutschland gehört neben den Niederlanden in der Europäischen Union zu den größten Substratherstellern und -verbrauchern (Mooratlas 2023, Hirschler et al. 2022).

Nach Angaben des IVG beschäftigen sich in Deutschland etwa 80 zumeist familiengeführte, kleine und mittlere Unternehmen mit der Herstellung von Blumenerden und/oder Kultursubstraten. Diese beschäftigen im Jahresdurchschnitt etwa 2.500 Mitarbeiter (IVG 2020). Ficht & Hardeweg (2016) schreiben, ebenso mit Verweis auf den IVG, von ca. 60 Unternehmen.

⁵⁰ Steinwolle wird im Weiteren nicht diskutiert, da es als rein mineralisches Kultursubstrat verwendet wird und von der Vergabe ausgeschlossen ist (s. Kap. 3 und 5.1).

⁵¹ Als Blähen wird eine Verringerung der Dichte bezeichnet, die durch Erhitzen/Glühen erzielt wird, das zur Verdampfung von Kristallwasser (bei Perlite und Vermiculit) bzw. Entweichen von CO₂ bei Blähton führt Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020). Die benötigten hohen Temperaturen von ca. 800 bis gut 1000 C implizieren einen hohen Energiebedarf.

⁵² Einschätzung mehrerer Teilnehmer*innen am Expertengespräch zur Kriterienentwicklung.

⁵³ mindesten 30-40 Vol.-% Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020)

⁵⁴ Die Darstellung nach Ficht und Hardeweg (2016) führt Ziegelbruch in einer Kategorie mit Blähschiefer, so dass hier die Anteile nicht explizit klar werden. Insgesamt ist das Volumen v.a. im Vergleich zu Perliten, Ton und Sand gering.

Für das Jahr 2018 geben Dirksmeyer und Menrad (Hrsg.) (2021) basierend auf Destatis einen Produktionswert der in Deutschland hergestellten torfhaltigen Kultursubstrate von 127 Mio. Euro an. Aktuellere Zahlen sind von Destatis nicht verfügbar, da die entsprechende Reihe berichtsweise eingestellt ist.⁵⁵

Laut Industrieverband Garten e.V. (IVG 2023b)⁵⁶ wurden 2022 von deutschen Erdenwerken insgesamt ca. 8,1 Mio. m³ Kultursubstrate (inkl. Blumenerden) abgesetzt, wovon 5,8 Mio. m³ (ca. 70 %) zur Verwendung im Inland verkauft und 2,3 Mio. m³ (knapp 30 %) exportiert wurden. Im Jahr 2021 lag der Gesamtabsatz bei ca. 9,1 Mio. m³.

Der Exportanteil ist in den letzten Jahren rückläufig, da sich die Gewinnung von Torf vermehrt in andere Länder (Baltikum) verlagert hat und (torfhaltige) Kultursubstrate zunehmend direkt dort hergestellt und von dort verkauft werden (IVG 2023d). Laut Hirschler et al. (2022) ist Torf insbesondere in der EU ein stark gehandelter Rohstoff (sowohl roh als auch in Substraten). Der Handel findet innerhalb der EU statt, einen Import von außerhalb Europas (auch aus Russland) gibt es quasi nicht (Hirschler et al. 2022). Nach BMEL (2022) wird im EU-Ausland überwiegend in naturnahen Moorgebieten abgetorft, was neben den Klimawirkungen entsprechende Auswirkungen auf die Biodiversität hat. In Deutschland wird Torfabbau seit Ende der 1980er Jahre nur noch auf land- oder forstwirtschaftlich vorgemerkten Flächen, „degradierten Mooren“ genehmigt. Nach IVG (2023a) findet Torfabbau in Deutschland aktuell nur noch in Niedersachsen statt. Im Jahr 2019 wurden insgesamt noch 4,7 Mio. m³ Torf aus deutschen Lagerstätten gewonnen. Nach BMEL (2022) geht die Torfindustrie aufgrund auslaufender Genehmigungen davon aus, dass der Torfabbau in Deutschland bis zum Jahr 2040 weitgehend zum Erliegen kommen wird. Dies wird durch die Verabschiedung der Novelle des Niedersächsischen Klimaschutzgesetzes vom Dezember 2023 bekräftigt.⁵⁷

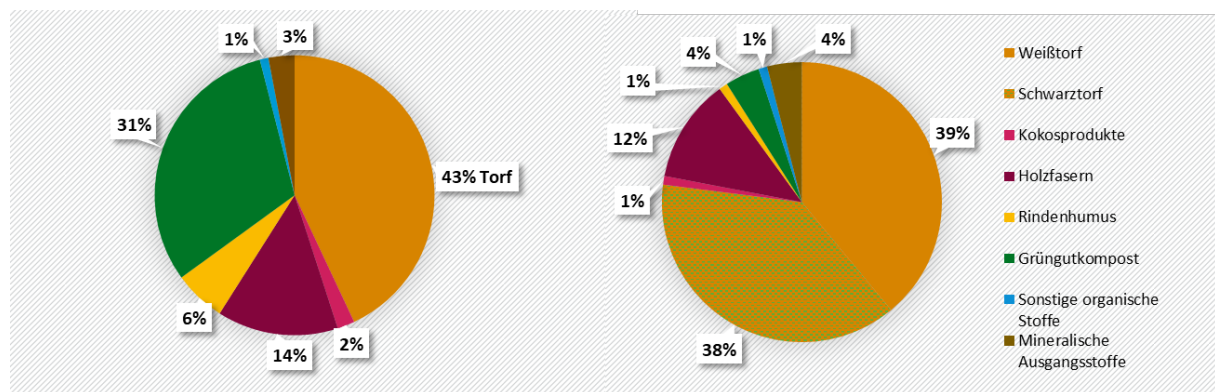
Als Ersatz für Torf wird der vermehrte Einsatz der in Kapitel 4.1 vorgestellten alternativen Substratausgangsstoffe diskutiert. Die nach IVG-Angaben im Jahr 2022 eingesetzten Mengenanteile im Vergleich zu Torf zeigt Abbildung 1. Die Daten des IVG basieren auf eigenen Erhebungen⁵⁶, amtliche Statistiken zur Kultursubstratherstellung gibt es nicht. Dargestellt sind die Anteile im deutschen Markt, die Zusammensetzung von Exportprodukten ist nicht veröffentlicht. Dabei wird in professionelle Kultursubstrate und Blumenerden zum Einsatz im Hobbybereich differenziert, da die Produkte jeweils unterschiedliche Ansprüche erfüllen müssen. So müssen nach IVG (2020) Hobbyerden bei einer Vielzahl von Kulturen und Bedingungen funktionieren, während professionelle Kultursubstrate speziell auf eine Kultur und ihre Produktionsbedingungen angepasst sind.

⁵⁵ <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Industrie-Verarbeitendes-Gewerbe/Publikationen/Downloads-Konjunktur/produktion-jahr-2040310187004.html>; letzter Zugriff: 21.09.2023

⁵⁶ Die angegebenen Zahlen geben die von den Unternehmen erhobenen Daten wieder. Nach Schätzung der IVG sind damit ca. 80-90 % der deutschen Substratproduktion abgedeckt. Eine Hochrechnung wird nicht durchgeführt.

⁵⁷ Pressemitteilung vom 11.12.2023 zur Verabschiedung der Novelle des Niedersächsischen Klimaschutzgesetzes im Landtag, <https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/pressemitteilungen/novelle-klimagesetz-227891.html>; letzter Zugriff: 13.12.2023

Abbildung 1: Substratausgangsstoffe für Blumenerden und professionelle Kultursubstrate für den deutschen Markt (Mengenanteile im Jahr 2022)



a) Für Blumenerden

b) Für professionelle Kultursubstrate

Quelle: Eigene Darstellung basierend auf IVG (2023c und 2023d)

In Blumenerden ist die Reduktion des Torfanteiles i.A. einfacher möglich als bei professionellen Kultursubstraten. Daher lag der mittlere Torfanteil über alle für den deutschen Markt produzierten Blumenerden im Jahr 2022 bereits bei 43 %. Nach weiterer Mitteilung des IVG setzen sich die 43 % Torf für Hobbyerden zusammen aus 18 % Weißtorf und 25 % Schwarztorf. Wichtigster Torfersatzstoff ist Grüngutkompost, gefolgt von Holzfasern und Rindenhumus. Kokosprodukte machen aktuell 2 % aus. Zu 1 % werden nicht näher differenzierte „sonstige organische Stoffe“ eingesetzt. Die mineralischen Substratausgangsstoffe belaufen sich in Summe auf 3 %. Ficht und Hardeweg (2016) ermittelten basierend auf einer freiwilligen Umfrage unter Unternehmen der Substratbranche in Deutschland⁵⁸, dass im Hobbybereich Perlite der mit Abstand am meisten eingesetzte mineralische Substratausgangsstoff ist, gefolgt von Ton und Sand.

Zur Herstellung der professionellen Kultursubstrate für den deutschen Markt wurden im Jahr 2022 77 % Torf eingesetzt. Dieser Anteil teilt sich ungefähr hälftig in Weiß- und Schwarztorf auf. Der wichtigste Torfersatzstoff sind hier Holzfasern. Danach folgen Grüngutkompost und mineralische Substratausgangsstoffe. Die mit Abstand am meisten eingesetzten mineralischen Substratausgangsstoffe im professionellen Bereich sind Perlite und Ton (Ficht und Hardeweg 2016).⁵⁸ Kokosprodukte, Rindenhumus und nicht näher differenzierte „sonstige organische Stoffe“ liegen jeweils bei ca. 1 %.

In absoluten Zahlen wurden nach IVG (2023b) im Jahr 2022 5,8 Mio. m³ Torf in Deutschland für die Produktion von Substraten verwendet. Der gesamte Einsatz von Substratausgangsstoffen lag 2022 bei 6,4 Mio. m³ (4,1 Mio. m³ für Blumenerden, 2,3 Mio. m³ für professionelle Kultursubstrate). Für den deutschen Markt wurden damit unter Berücksichtigung der in Abbildung 1 genannten Torfanteile im Jahr 2022 3,5 Mio. m³ Torf eingesetzt (Torfanteil im Mittel über professionelle Substrate und Blumenerden: 55 %). In absoluten Zahlen lagen die Torfmengen in beiden Bereichen gleich hoch bei jeweils ca. 1,8 Mio. m³.

Bereits heute ist es im Hobbybereich möglich, auf den Einsatz von Torf vollständig zu verzichten. So wurden nach IVG-Angaben im Jahr 2022 etwa 1,1 Mio. m³ torffreie Blumenerden produziert (ca. 22 % der gesamten Produktion von Blumenerden). Im professionellen Bereich liegt der Marktanteil torffreier Substrate bei nur ca. 3 % (IVG 2023b). Hier wird die Umstellung vor dem

⁵⁸ Daten übermittelt von 18 substratherstellenden Unternehmen (Ficht und Hardeweg 2016)

Hintergrund strikter wirtschaftlicher Anforderungen u.a. durch die jahrelange Erfahrung mit dem Einsatz torfbasierter Kultursubstrate sowie Bedenken in Hinblick auf Kultursicherheit, notwendige Anpassungen in den Betriebsabläufen, steigende Produktionskosten und die Verfügbarkeit von Torfersatzstoffen erschwert.

Dem entsprechen unterschiedliche Zielvorgaben bezüglich der angestrebten Reduktion des Torfanteils. Im Hobbybereich sehen die politischen Ziele der Bundesregierung im Rahmen des Klimaschutzprogramms 2030 einen Ausstieg aus der Torfnutzung bis 2026 vor (BReg 2019). Im professionellen Bereich soll bis 2030 ein weitgehender Verzicht umgesetzt werden. Unterstützt werden diese Ziele durch die im Juli 2022 beschlossene Torfminderungsstrategie des BMEL (BMEL 2022) und das Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz des BMUV vom März 2023 (BMUV 2023).

Demgegenüber strebt der IVG zusammen mit der GGS im Rahmen einer Selbstverpflichtung Anteile von Torfersatzstoffen von 50 % bzw. 70 % für die Jahre 2025 bzw. 2030 im Hobbybereich, sowie 20 % und 30 % im professionellen Bereich an (IVG 2020). Mit einem Anteil von 52 % Torfersatzstoffen im Hobby- bzw. 22 % im Profibereich war die Selbstverpflichtung für 2025 bereits im Jahr 2021 erfüllt (IVG (2022)); im Jahr 2022 lagen die Anteile bei 57 % bzw. 23 %).

Der Zentralverband Garten und der Verband deutscher Gartencenter wiederum haben sich in der Fortschreibung ihrer Branchenempfehlung, basierend auf vielversprechenden Forschungsergebnissen, bereits ambitioniertere Ziele gesetzt: im Jahr 2025 bzw. 2030 soll sich der Einsatz von Torfersatzstoffen im Hobbybereich auf 70 % bzw. 90 % belaufen, wogegen im professionellen Bereich 50 % und 70 % erfüllt sein sollen (ZVG und VDG 2022).

Ungefähre Angaben für die Preise von Torf und alternativen Substratausgangsstoffen im Jahr 2022 sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Preise von Substratausgangsstoffen (Orientierungswerte im Jahr 2022)

Substratausgangsstoff	Preisspanne (EUR je EN-m ³)
Schwarztorf	20-24
Weißtorf	28-35
Rindenumus	45-50
Holzfasern	20-25
Grüngutkompost	13-16
Kokosmark	60-70
Perlite	59-62
Gebr. Blähton	63-65

Quelle: Floragard (2022)⁵⁹

Die Übersicht zeigt nur für Grüngutkomposte und Holzfasern ein ähnlich niedriges Preisniveau wie Torf. Kokosmark stellt wie die beiden mineralischen Substratausgangsstoffe Perlite und

⁵⁹ Die angegebenen Preisindikationen galten für 2022 und haben sich mittlerweile deutlich (nach oben) verändert.

Blähton einen sehr hochpreisigen Ausgangsstoff dar. Dem entsprechen die geringen eingesetzten Mengen (vgl. Abbildung 1).

4.3 Gesetzliche Grundlagen

4.3.1 Deutschland

Die rechtliche Grundlage für den Einsatz von Kultursubstraten ist in Deutschland im **Düngegesetz** (DüngG 2009) festgelegt. Hier wird zunächst definiert, was ein Kultursubstrat ausmacht. Auch die anderen im Rahmen der Pflanzenaufzucht verwendeten Produkte werden hier definiert. Die Definition für Kultursubstrate als „Stoffe, die dazu bestimmt sind, Nutzpflanzen als Wurzelraum zu dienen und die dazu in Böden eingebracht, auf Böden aufgebracht oder in bodenunabhängigen Anwendungen genutzt werden“ wurde für dieses Umweltzeichen allgemein für Pflanzen übernommen (s. Kap. 3).

Zur Umsetzung des DüngG (2009) existieren die Düngeverordnung und die Düngemittelverordnung. Die **Düngeverordnung**⁶⁰ (DüV 2017) regelt dabei die gute fachliche Praxis bei der Anwendung von Düngeprodukten (Düngemittel, Bodenhilfsstoffe, Kultursubstrate, Pflanzenhilfsmittel) auf landwirtschaftlich genutzten Flächen und zielt auf die Verminderung der damit verbundenen Risiken insbesondere durch Berücksichtigung des tatsächlichen Stickstoff- und Phosphorbedarfs ab. Weitergehende stoffliche Anforderungen an die Düngeprodukte oder Pflanzenverträglichkeitstests werden nicht gefordert. Da in der DüV (2017) auf die Anwendungsseite fokussiert wird, ist sie für die Entwicklung der Vergabekriterien des Blauen Engels von untergeordneter Bedeutung. Da es sich beim Blauen Engel um ein Produkt-Label handelt, beziehen sich die Anforderungen auf die produktbezogenen Aspekte der Herstellung und der Inhaltsstoffe des Produktes. Entsprechende Anforderungen sind gesetzlich in der **Düngemittelverordnung**⁶¹ (DüMV 2019) geregelt. Sie enthält insbesondere Anforderungen an erlaubte Inhaltsstoffe, Kennzeichnungsschwellen und Grenzwerte für Kontaminationen (z.B. Schwermetalle, Fremdstoffe, organische Schadstoffe) sowie Anforderungen an die Kennzeichnung der Produkte, d.h. die Informationen, die beim Inverkehrbringen mit dem Produkt bereitgestellt werden müssen. Diese Kriterien sind auch für die Umweltzeichen wesentlich (s. auch Kap. 4.4.1), so dass bei der Herleitung der Vergabekriterien darauf Bezug genommen wird.

Im Hinblick auf den Einsatz von Komposten ist in Deutschland zudem die **Bioabfallverordnung**⁶² (BioAbfV1998) maßgeblich. Insbesondere legt sie zulässige Ausgangsstoffe zur Kompostierung und Vergärung fest und stellt Anforderungen an die Betriebsführung, um u.a. den hygienisierenden Effekt der Behandlung sicherzustellen. Dabei werden Grenzwerte für humanpathogene Keime festgelegt und phytohygienische Anforderungen gestellt. Auch Schwermetalle und Fremdstoffe sind mit Grenzwerten unterlegt. Zudem gibt die BioAbfV (1998) Prüfintervalle vor, in deren Rahmen der Behandler von Bioabfällen verpflichtet ist, Beprobungen und entsprechende Analyse durchführen zu lassen. Die Einhaltung der Grenzwerte der DüMV (2019) hingegen erfolgt hingegen im Rahmen der Düngemittelverkehrskontrolle. Die **Klärschlammverordnung**⁶³ (AbfKlärV 2017) wurde im Rahmen der Kriterienentwicklung nur am Rande berücksichtigt, da sich diese auf die Verwertung von Klärschlämmen aus der häuslichen oder kommunalen Abwasserbehandlung

⁶⁰ „Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen“

⁶¹ „Verordnung über das Inverkehrbringen von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln“

⁶² „Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf Böden“

⁶³ „Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost“

sowie der Behandlung von Abwässern vergleichbarer stofflicher Zusammensetzung bezieht, die i.d.R. nicht für den Einsatz in Kultursubstraten in Frage kommen. Die Verwertung von Schlämmen aus der Behandlung unvermischter produktionspezifischer Abwässer unterliegt der BioAbfV (1998) (§ 1 Absatz 4 AbfKlärV (2017)). Bezüglich der für die Klärschlammausbringung einzuhaltenden Grenzwerte verweist die Klärschlammverordnung AbfKlärV (2017) auf die Grenzwerte der Düngemittelverordnung (dort Anlage 2) sowie einige wenige zusätzliche Grenzwerte nach Anlage 1 der Verordnung.

Zur Orientierung im Hinblick auf tolerierbare Schadstoffgrenzwerte wurde weiterhin die **Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung** (BBodSchV 2021) herangezogen. Die novellierte BBodSchV (2021) ist seit dem 01.08.2023 in Kraft und enthält Vorsorge- und Prüfwerte für anorganische (insbes. Schwermetalle) und organische (insbes. PAK, ausgewählte PFAS, ndl-PCB, PCDD/F, dl-PCB) Schadstoffe inkl. ihrer Bestimmungsmethoden.

Für den Fall des Einsatzes tierischer Nebenprodukte ist in Deutschland zudem die **Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung**⁶⁴ (TierNebV 2006) zu berücksichtigen, die Vorschriften für den Umgang mit tierischen Nebenprodukten zur Gewährleistung hygienischer Anforderungen enthält. Da für dieses Umweltzeichen fast ausschließlich pflanzliche Ausgangsstoffe zugelassen sind, spielt sie keine direkte Rolle. Falls tierische Nebenprodukte bei der Bioabfallkompostierung eingesetzt werden, gilt die BioAbfV (1998), die entsprechend auf die TierNebV (2006) bzw. auf die übergeordnete europäische Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 weiter verweist.

Im Falle mineralischer Rohstoffe können die Abbautätigkeiten mit erheblichen Umweltauswirkungen verbunden sein. Hier werden Umweltverträglichkeitsprüfungen relevant. Die entsprechende europäische Richtlinie wird in Deutschland durch das **Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung** (UVPG 2021) umgesetzt.

4.3.2 Europäische Union

Auf EU-Ebene werden die Anforderungen an Düngeprodukte, die in Verkehr gebracht werden, durch die **Düngeproduktverordnung** (DüPV 2019) geregelt. Sie enthält eine Definition der relevanten Düngeprodukte über die Produktfunktionskategorien (Product Function Categories, PFC) sowie zulässiger Ausgangsstoffe über die Komponentenmaterialkategorien (Component Material Categories, CMC). Die Produktfunktionskategorie 4 (Kultursubstrat) definiert Kultursubstrate als EU-Düngeprodukt, das kein natürlicher Erdboden ist und dazu dient, Pflanzen (inkl. Algen) oder Pilze darin wachsen zu lassen. Dabei werden Grenzwerte für Schwermetalle und pathogene Keime festgelegt. Einige weitere Grenzwerte werden bezogen auf mögliche Ausgangsstoffe spezifisch in den CMC definiert (z.B. Fremdstoffe oder PAK für Komposte und Gärreste).

Im Hinblick auf die ökologische Landwirtschaft ist zudem die **Ökolandbauverordnung** maßgeblich, die aus einer Basisverordnung (EU-Öko-BV 2018/848) sowie weiteren Durchführungsverordnungen (EU-Öko-DV 889/2008, EU-Öko-DV 2021/1165) besteht. Dabei ist die Verwendung der Bezeichnung „Bio“ gemäß der Ökolandbauverordnung im Zusammenhang mit Lebensmitteln geschützt. Kultursubstrate stellen Betriebsmittel dar und können nicht das Bio-Siegel führen. Korrekt ist es von Substraten und Erden zu sprechen, welche im ökologischen Landbau eingesetzt werden können. Die Anforderungen an die hierbei zulässigen

⁶⁴ „Verordnung zur Durchführung des Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsgesetzes“

Ausgangsstoffe sind in Anhang I⁶⁵ der EU-Öko-DV 889/2008 bzw. Anhang II⁶⁶ der EU-Öko-DV 2021/1165 festgelegt. Mit Hinblick auf Ausgangsstoffe für Kultursubstrate enthält die Aufstellung insbesondere kompostierte oder fermentierte Gemische aus pflanzlichem Material sowie Haushaltsabfällen oder Mist, Biogasgärreste, für Düngezwecke geeignete pflanzliche (Neben-)produkte, Sägemehl und Holzschnitt sowie Rindenkompost, sofern nach dem Einschlag nicht chemisch behandelt wurde, und Torf⁶⁷. Als mineralische Substratausgangsstoffe sind „Steinmehl, Tonerde und Tonminerale“ zulässig.

Die Hydrokultur, bei der Pflanzen ausschließlich in einer mineralischen Nährstofflösung oder in einem inerten mineralischen Substrat mit Nährstofflösung wurzeln, ist nicht zugelassen (EU-Öko-DV 889/2008). Dagegen wird als unter den Grundsätzen angeführt, dass Pflanzen ihre Nahrung in erster Linie über das Ökosystem des Bodens beziehen (EU-Öko-BV 2018/848).

Auch die zulässigen Düngemittel sind in den entsprechenden Anhängen der EU-Öko-Durchführungsverordnungen aufgeführt. Mineralische Stickstoffdünger dürfen nicht verwendet werden.

Die hygienischen Vorschriften im Falle der Verwendung tierischer Nebenprodukte regelt die **Verordnung über tierische Nebenprodukte** (Verordnung (EG) Nr. 1069/2009). Die Umweltverträglichkeitsprüfung von Projekten, bei denen mit erheblichen Auswirkungen auf die Umwelt zu rechnen ist, kann im Kontext mit Abbautätigkeiten mineralischer Rohstoffe relevant werden. Die gesetzlichen Vorschriften enthalten die **Richtlinie 2011/92/EU und Richtlinie 2014/52/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung**. Aus artenschutzrechtlicher Sicht sind dabei auch die **Habitat-Richtlinie** (Richtlinie 92/43/EWG), die **Vogelschutzrichtlinie** (Richtlinie 2009/147/EG) und die **Verordnung zu invasiven gebietsfremden Arten** (Verordnung (EU) Nr. 1143/2014) zu berücksichtigen. Im Hinblick auf allgemein zulässige Inhaltstoffe ist das europäische Chemikalienrecht maßgeblich, das in der **CLP-Verordnung** (Verordnung über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, CLP-V 2008), der **POP-Verordnung** (Verordnung über persistente organische Schadstoffe, POP-V 2019) sowie der **REACH-Verordnung** (Verordnung zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe, REACH-V 2006) festgelegt ist.

4.4 Bestehende Umwelt- und Gütezeichen

4.4.1 Europäisches und österreichisches Umweltzeichen für Kultursubstrate

Aktuell bestehen in Europa bereits zwei Umweltzeichen, die u.a. Kultursubstrate auszeichnen. Das EU-Umweltzeichen für Kultursubstrate und Bodenverbesserungsmittel (EU-UZ 048) besteht seit dem 8.11.2015 (Beschluss (EU) 2015/2099) und wurde durch den Beschluss (EU) 2022/1244 der Kommission vom 13. Juli 2022 aktualisiert. Die Produktgruppe wurde zuvor als „Kultursubstrate, Bodenverbesserer und Mulch“ bezeichnet. Das österreichische Umweltzeichen (Richtlinie UZ 32) für torffreie Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe, Düngemittel und Komposte vom Januar 2020 besteht bereits in der 7. Version (AT-UZ 32). Die Anforderungen und Kriterien wurden erstmalig im Jahr 1997 für das damalige österreichische Umweltzeichen für „Kultursubstrate und Bodenverbesserer“ veröffentlicht (Windisch 2023).

Die Kriterien sind in Tabelle 2 entlang der Reihenfolge des EU-UZ 048 gegenübergestellt. Der folgende Abschnitt erörtert die Kriterien und trifft eine Schlussfolgerung in Hinblick auf die

⁶⁵ „Düngemittel, Bodenverbesserer und Nährstoffe gemäß Artikel 3 Absatz 1 und Artikel 6d Absatz 2“

⁶⁶ „Zugelassene Düngemittel, Bodenverbesserer und Nährstoffe gemäß Artikel 24 Absatz 1 Buchstabe b der Verordnung (EU) 2018/848“

⁶⁷ Mit expliziter Einschränkung auf Gartenbauzwecke (Gemüsebau, Ziergartenbau, Gehölze, Baumschulen)

Vorschläge für dieses Umweltzeichen. Eine ausführliche Herleitung und Begründung der Vergabekriterien des Blauen Engels erfolgt in Kapitel 5.

► Geltungsbereich

Beide Umweltzeichen schließen in ihrem Geltungsbereich weitere Düngeprodukte mit ein. Dies erfordert teilweise abweichende Kriterien⁶⁸ sowie Verweise auf unterschiedliche Gesetzesvorgaben⁶⁹. Nach Einschätzung von Experten kann es dabei wie in Kapitel 3 dargestellt zu Abgrenzungsschwierigkeiten kommen. Daher wurde für den Blauen Engel eine Beschränkung auf Kultursubstrate vorgeschlagen, um insbesondere in der ersten Version der Vergabegrundlage einer klaren Definition zu folgen.

► Zulässige organische Hauptbestandteile (Kap. 5.2.1)

Die organischen Bestandteile im EU-UZ 048 dürfen nicht fossilen Ursprungs sein. Das Zusetzen⁷⁰ von Torf ist verboten. Die zulässigen organischen Stoffe werden in Anlehnung an Komponentenmaterialkategorien (CMC) nach DüPV (2019) definiert und sind nach Kowalska et al. (2022) sämtlich sekundäre Materialien aus anderen menschlichen Tätigkeiten. In der CMC 2 wurde daher die Einschränkung ergänzt, dass die Stoffe aus land- und forstwirtschaftlichen Aktivitäten stammen müssen. Eine direkte Entnahme aus der Natur (z.B. Moos) ist nicht zulässig (Kowalska et al. 2022). Bei allen anderen zulässigen Stoffen handelt es sich per se schon um Nebenprodukte, Rückstände und Abfallströme. Pflanzenkohle ist aktuell nicht zulässig, es wird jedoch darauf hingewiesen, dass in der Revision eine Überprüfung zulässiger CMCs erfolgen sollte, da die DüPV (2019) während der letzten Überarbeitung des EU-UZ 048 selbst in der Revision war (Kowalska et al. 2022). Im AT-UZ 32 müssen organische Bestandteile biogene Reststoffe sein, oder aus der Verwertung oder Wiederverwendung von Abfällen gemäß der Abfallrahmenrichtlinie (WFD 2008) stammen. Nicht erneuerbare Ausgangsstoffe, explizit Torf, sind ausgeschlossen. Als Positivliste für Substratausgangsstoffe bezieht sich das AT-UZ 32 auf die österreichische Düngemittelverordnung (AT DüMV). Kunststoffe sind als Mischkomponenten nicht zugelassen.

Weder das europäische noch das österreichische Umweltzeichen stellen weitergehende Anforderungen an eine an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Herkunft der organischen Substratausgangsstoffe. Da dies jedoch als sehr wichtig empfunden wird, wurden im Rahmen der Entwicklung der Vergabekriterien des Blauen Engel Kriterien hierzu erarbeitet (s. Kap. 5.3).

► Herkunft mineralischer Hauptbestandteile (Kap. 5.3.8)

Im Hinblick auf den Abbau mineralischer Substratausgangsstoffe fordert das EU-UZ 048 i.W. die Einhaltung des geltenden rechtlichen Rahmens. Der Abbau in Natura 2000-Schutzgebieten ist prinzipiell unter Einhaltung der weitergehenden rechtlichen Prüfung und Einhaltung von Best-practice erlaubt. Analoge Anforderungen gelten für Schutzgebiete außerhalb der EU. Das österreichische Umweltzeichen verweist nicht explizit auf geltendes Recht und schließt den Abbau in Schutzgebieten komplett aus. Für den Blauen Engel wird der Argumentation des EU-UZ 048 gefolgt, dass in Natura 2000-Gebieten menschliche Aktivitäten nicht prinzipiell

⁶⁸ In EU-UZ 048 gelten manche Kriterien nur für Kultursubstrate, manche nur für Bodenverbesserungsmittel; auch Grenzwerte können unterschiedlich ausfallen (z.B. Kultursubstrate und Bodenverbesserungsmittel für den professionellen Einsatz).

⁶⁹ In AT-UZ 32 wird beispielsweise für Komposte die Kompostverordnung, für Kultursubstrate und Bodenhilfsstoffe die Düngemittelverordnung herangezogen.

⁷⁰ Das EU-UZ betont hier die Absichtlichkeit. Wenn Torf in wenig zersetzter Form beispielsweise noch in Komposten von Substraten enthalten ist, ist das zulässig (Kowalska et al. 2022).

ausgeschlossen sind und der zusätzliche Hinweis auf den Leitfaden zum Best-practice übernommen.

► **Mindestanteil Organik (Kap. 5.2.3)**

Im EU-UZ 048 wird speziell für Kultursubstrate der Mindestanteil an Organik als Volumenanteil an der Frischmasse definiert. Für Bodenverbesserungsmittel wird der Glühverlust herangezogen. Da es sich um Bodenverbesserungsmittel handelt, wird zudem ein Mindest-Trockenmassegehalt gefordert. Für Kultursubstrate ist diese Einschränkung nicht nötig bzw. in jedem Fall gegeben, da es sich um Feststoffe handelt. Im AT-UZ 32 wird der Mindestanteil für Kultursubstrate, wie auch für Bodenhilfsstoffe und Komposte, über den Glühverlust in der Trockenmasse des Endprodukts definiert. Es wurde vorgeschlagen, die Anforderung auch für den Blauen Engel über den Glühverlust zu definieren, bei dem es sich um eine anerkannte und zuverlässige Analytik handelt.

► **Beschränkungen unterliegende Stoffe / Grenzwerte (Kap. 5.6)**

Schadstoffgrenzwerte werden im EU-UZ 048 und AT-UZ 32 für Schwermetalle und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK 16) definiert. Im AT-UZ 32 ergeben sich über den Verweis auf die mitgeltende AT-DüMV (2004) weitere Grenzwerte für Organochlorpestizide, nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle⁷¹ (PCB), polychlorierte Dibenzodioxine/-furane (PCDD/F), per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen (PFAS)⁷² mit den Leitsubstanzen PFOA und PFOS sowie adsorbierbare organisch gebundene Halogene (AOX). Die deutsche DüMV (2019) enthält Grenzwerte für PCDD/F und PFAS (PFOA und PFOS). Es wurde vorgeschlagen, im Blauen Engel für das Kultursubstrat neben den Schwermetallen die nach DüMV (2019) mit Grenzwerten belegten organischen Schadstoffe zu übernehmen und zusätzlich einen Grenzwert für PAK 16 zu fordern. Ein Grenzwert für Pestizide wird aktuell nicht gefordert (s. auch Kap. 5.6.3). Als Kriterien für Seuchenhygiene fordert das EU-UZ 048 die Nicht-Nachweisbarkeit von Salmonellen sowie die Einhaltung eines Grenzwerts für E.coli oder Enterokokken. Im AT-UZ 32 wird nach AT-DüMV (2004) die Nicht-Nachweisbarkeit von EHEC⁷³, Salmonellen, Campylobacter und Listeria monocytogenes gefordert. Für den Blauen Engel wurde nach der Diskussion im Expertenkreis die Anforderung auf die Nicht-Nachweisbarkeit von Salmonellen begrenzt, wie sie auch nach DüMV (2019) und BioAbfV (1998) gilt.

Komplett ausgeschlossen ist nach EU-UZ 048 die absichtliche Zugabe definierter gefährlicher Stoffe nach CLP-V (2008) sowie von Substanzen, die unter REACH als sehr besorgniserregend (SVHC, Kandidatenliste) eingestuft sind. Im AT-UZ 32 wird auf die österreichische Grenzwerte-Verordnung Bezug genommen, um den Zusatz ausgewählter kanzerogener, mutagener oder reprotoxischer Substanzen auszuschließen. Für den Blauen Engel wurde vom UBA eine Aufstellung ausgeschlossener Substanzen erarbeitet, die als SVHC klassifizierte Stoffe und weitere nach CLP als gefährlich eingestufte Stoffe enthält. Zudem wurden wie vom AT-UZ 32 der Ausschluss von genetisch modifizierten Mikroorganismen und Kunststoffen als Mischkomponenten sowie einige weitere für Kultursubstrate spezifische Ausschlüsse vorgeschlagen (s. Kap. 5.2.2).

⁷¹ Summe der Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180

⁷² In der österreichischen und deutschen Düngemittelverordnung noch als perfluorierte Tenside (PFT) bezeichnet.

⁷³ Enterohämorrhagische Escherichia coli

► Gebrauchstauglichkeit (Kap. 5.7.1 bis 5.7.6)

Unter dem Aspekt der Gebrauchstauglichkeit von Kultursubstraten machen beide Umweltzeichen Vorgaben zur mikrobiellen Stabilität, zu makroskopischen Verunreinigungen mit Fremdstoffen (Kunststoff, Metall, Glas), zu keimfähigen Samen und Diasporen sowie zur Pflanzenverträglichkeit. Im EU-UZ 048 wird bezüglich der Stabilität der Rottegrad bzw. die Sauerstoffaufnahme von Komposten und Gärresten adressiert. Das AT-UZ 32 fordert für ausgewählte Substratausgangsstoffe, die bekannter Maßen zur Stickstoffimmobilisierung neigen, die Einhaltung eines stabilen Stickstoffhaushaltes (Rindenumus, Holzfasern). Für den Blauen Engel wurden diese Kriterien übernommen, die Ausgestaltung wurde teilweise angepasst. Bezüglich der mikrobiellen Stabilität wurde zunächst nur eine Anforderung an die Stabilität von Komposten (Rottegrad) formuliert (s. Kap. 5.7.1). Basierend auf den Diskussionen im Expertenkreis wurde die Stickstoffstabilität als weiteres wichtiges Kriterium aufgenommen (s. Kap. 5.7.2). Das Kriterium zu makroskopischen Verunreinigungen wurde um Grenzwerte für Steine ergänzt (s. Kap. 5.7.3).

► Physiko-chemische Merkmale (Kap. 5.7.7 und 5.7.8)

Unter diesem Aspekt werden im EU-UZ 048 Grenzwerte für den gesamten Salzgehalt, sowie spezifisch für die potenziell pflanzenschädigenden Natrium- und Chloridgehalte festgelegt. Dabei wird der Salzgehalt über die Leitfähigkeit begrenzt. Im AT-UZ 32 sind Grenzwerte zum Salzgehalt über die mitgeltende AT-DüMV (2004) und die geforderte Gütesicherung für Rindenumus und Holzfasern als KCl-Äquivalente adressiert. Für den Blauen Engel wurde vorgeschlagen, für alle drei Parameter Grenzwerte festzulegen, wie es auch in der RAL-Gütesicherung (RAL-GZ 250) für Kultursubstrate vorgesehen ist, wobei Anpassungen bei den Natrium- und Chloridgehalten eingearbeitet wurden (s. Kap. 5.7.7). Der pH-Wert wurde als Ergebnis des Stakeholder-Dialogs bei der letzten Revision des EU-UZ 048 als Kriterium herausgenommen, da unterschiedliche Pflanzen unterschiedliche Werte erfordern. In Übereinstimmung mit der DüPV⁷⁴ wird nur die Kennzeichnungspflicht gefordert (Kowalska et al. 2022). Im AT-UZ 32 wird durch Bezug auf die AT-DüMV (2004) ein pH-Bereich von 5-7,5 vorgegeben. Zunächst wurde für den Blauen Engel vorgeschlagen, den pH-Wert in Angleichung an das EU-UZ 048 aus den Kriterien der Umweltzeichenvergabe herauszunehmen. Auf Grundlage von Bedenken der Substratindustrie wurde der Parameter in die Vergabegrundlage aufgenommen (Kap. 5.7.8).

► Bereitstellung von Informationen (Kap. 5.8)

Im EU-UZ 048 werden hier konkrete Anforderungen gestellt, die leicht zwischen Kultursubstraten und Bodenverbesserungsmitteln variieren. Das AT-UZ 32 verweist auf die österreichische Düngemittelverordnung. Im Rahmen der Erarbeitung der Vergabegrundlage wurde vorgeschlagen, sich auch bei diesem Umweltzeichen an der deutschen Düngemittelverordnung zu orientieren und diese ggf. um weitere Aspekte zu ergänzen, die besonders in Hinblick auf die Nachhaltigkeit relevant erscheinen.

Das EU-UZ 048 lässt neben der Bereitstellung der Informationen mit dem Produkt (Verpackung oder Begleitpapiere) explizit auch ein digitales Format zu.

► Für das Umweltzeichen vorgeschriebene Angaben (Erklärfeld)

⁷⁴ Auch die deutsche DüMV fordert nur die Kennzeichnung des pH-Wertes.

Eine Vorgabe dazu enthält nur das EU-UZ 048. Im Blauen Engel ist diese Anforderung über das Erklärfeld unter den Zielen des Umweltzeichens in den Vergabekriterien abgedeckt.

► Verpackung (Kap. 5.9)

Anforderungen an die Verpackung werden nur im AT-UZ 32 definiert. Für den Blauen Engel scheint dieses Kriterium ebenfalls sinnvoll, insbesondere vor dem Hintergrund, dass es mit dem UZ 30a bereits einen Blauen Engel gibt, der explizit Kriterien für Verpackungsmaterialien festlegt.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Kriterien des EU-Umweltzeichens (EU-UZ 048) und des österreichischen Umweltzeichens (AT-UZ 32)

Kriterium	Parameter	EU-UZ 048: Festlegung/Grenzwert für Kultursubstrate	AT-UZ 32: Festlegung/Grenzwert für Kultursubstrate
1	Bestandteile (organische und anorganische Hauptbestandteile)	Organische (nicht-fossil) und mineralische Bestandteile; torffrei (kein absichtlich zugesetzter (Primär-)Torf)	Organische Bestandteile nicht aus erschöpfbaren Ausgangsmaterialien (explizit Ausschluss von Torf und Guano) und mineralische Bestandteile Positivliste nach AT-DüMV (2004) Anlage 1, bzw. AT-KompostV (2001) (Qualitätsklasse A+) Positivliste für Düngemittel zur Aufdüngung in Anlehnung an EU-Öko-DV bzw. Positivliste für Zuschlagstoffe nach Kompost-V (Anlage 1 Teil 4) bis GW
1.1	Organische Bestandteile	Sekundärmaterialien aus anderen Wirtschaftsaktivitäten, Definition über Positivliste in Anlehnung an ausgewählte Komponentenmaterialkategorien der EU-DüPV (u.a. ohne Pflanzenkohle)	Biogene Reststoffe bzw. aus Abfallverwertung/ -wiederverwendung nach EU-Abfallrahmen-RL: Ausschluss von Kunststoffen als Mischkomponenten; Ausschluss von GMO
2.2	Herkunft / Lagerstätten für mineralische Bestandteile	Anforderungen an legale Abbauaktivitäten, zzgl. Standortanzeige und EU-Leitfaden zu nicht-energetischer Mineralgewinnung und Natura 2000; Natura 2000-Gebiete und äquivalente Gebiete außerhalb EU unter weitergehenden (rechtlichen) Anforderungen erlaubt.	Ausschluss der Herkunft aus notifizierten Gebieten nach Habitat-RL (EU-Richtlinie 92/43/EWG) & Natura 2000-Gebiete (Vogelschutz-Richtlinie 2009/147/EG), äquivalente Gebiete außerhalb EU
3	Mindestanteil Organik	Mindestanteil für Organik: ≥ 30 Vol.-% FM	s. Kriterium 5.3: Mindestanteil über Glühverlust
4	Beschränkungen unterliegende Stoffe / Grenzwerte	-	-
4.1	Schwermetalle	Grenzwerte für Cd, Cr _{tot} , Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As	Grenzwerte für Cd, Cr _{tot} , Hg, Ni, Pb, As, Th für KS, BV; für 100 % Kompost: Grenzwerte nach Kompost VO Qualitätsklasse A+ (wie EU-Öko-DV).
4.2	PAK	PAK $16 \leq 6$ mg/kg TM (wie DüPV)	PAK ₁₆ ≤ 6 mg/kg _{TM} über Referenz auf AT-DüMV (2004) weitere GW für Gruppen gefährlicher organischer Chemikalien (Organochlorpestizide, PCB, PCDD/F, PFAS)
4.3	Gefährliche Stoffe nach CLP	Absichtlich zugefügte Substanzen oder Mischungen ausgewählter Gefahrenklassen, -kategorien, H-Sätze mit GW ≤ 0.010 % w/w (FM) Ausnahmen	CMR-Stoffe der Kategorien 1A, 1B oder 2 "dürfen nicht enthalten sein"

Kriterium	Parameter	EU-UZ 048: Festlegung/Grenzwert für Kultursubstrate	AT-UZ 32: Festlegung/Grenzwert für Kultursubstrate
4.4	SVHC nach REACH	Keine absichtlich zugefügten SVHC, keine Ausnahmen; GW indirekt über Deklarationsgrenze im SDS gegeben.	SVHC nach REACH nicht explizit in AT-DüMV (2004) erwähnt; Bezug auf Grenzwerte-V: Verbot von Zuschlagstoffen mit A1, A2, B, C gemäß Abschnitt III.
4.5	Mikrobiologische Kriterien	GW für Salmonella spp. sowie E.coli oder Enterococcaceae	GW für E.coli O157:H7 (EHEC), Salmonella sp., Campylobacter sp., Listeria monocytogenes; Ausschluss von GMO
5	Gebrauchstauglichkeit	-	-
5.1	Stabilität	Beschränkung biologischer Aktivität durch max. Sauerstoffaufnahme bzw. Mindest- Rottegrad; unterschiedlich für Hobby & Profi-Bereich	Für die Substratausgangsstoffe Rindenhumus und Holzfasern: Stabiler Stickstoffhaushalt (über Anforderung an Gütesicherung nach RAL-GZ 250)
5.2	Makroskopische Verunreinigungen (Fremdstoffe)	Metall, Glas > 2mm: ≤ 3g/kg TM Kunststoff > 2mm: ≤ 2.5g/kg TM Summe > 2mm: ≤ 5g/kg TM jeglicher Form	Metall, Glas > 2mm: ≤ 0,2 Gew.-% Plastik > 2mm: ≤ 0,1 Gew.-% Summe (Glas, Metall, Kunststoff) ≤ 0,4 Gew.-%
5.3	Organische Substanz und Trockenmasse	Nur für Bodenverbesserungsmittel: Glühverlust ≥ 15 Gew.-% TM oder C _{org} ≥ 8.5 Gew.-%; TM ≥ 25 % FM	Glühverlust ≥ 15 Gew.-% TM bzw. bei 100% Kompost: ≥ 20 Gew.-% TM
5.4	Keimfähige Samen und Diasporen	≤ 2/L	≤ 1/L
5.5	Pflanzenverträglichkeit	„Keine negativen Auswirkungen auf Pflanzenwachstum“, Wachstumstest mit Chinakohl	AT DüMV: „Produkte müssen so beschaffen sein, dass sie sich bei Prüfung mit gängigen Testverfahren (z.B. Linzer Substrattest) als pflanzenverträglich erweisen.“, Wachstumstest mit Kresse; tlw. über RAL-GZ 250 (Rindenhumus, Holzfasern) Wachstumstest mit Chinakohl
6	Physikochemische Merkmale		-
6.1	Elektrische Leitfähigkeit	< 100 mS/m (für das Produkt)	Vorgaben in AT-DüMV (2004) (Anlage 1), AT-KompostV (2001), RAL-GZ 250 (Rindenhumus, Holzfasern)
6.2	Natriumgehalt in Wasserextrakt des Produkts	≤ 150 mg/L FM (für das Produkt)	-
6.3	Chloridgehalt in Wasserextrakt des Produkts	≤ 500mg/L FM (für das Produkt)	AT-DüMV (2004) Anlage 2: Besondere Kennzeichnungsbestimmungen für Chlorid, Bor und Molybdän in Anlage 2
6.4	Stickstoffeintrag	-	Ausbringung: < 17g/m ² jahreswirksame N-Menge (wie EU-Öko-BV)

Kriterium	Parameter	EU-UZ 048: Festlegung/Grenzwert für Kultursubstrate	AT-UZ 32: Festlegung/Grenzwert für Kultursubstrate
6.5	pH-Wert	pH-Wert wurde in der Revision herausgenommen	AT-DüMV (2004) Anlage 1: pH-Bereich 5 bis 7.5
7	Bereitstellung von Informationen	mit dem Produkt (Verpackung, Begleitpapiere, digital)	-
7.1	Für Bodenverbesserungsmittel	Herstellerkontakt; Produktbezeichnung "BV"; Chargennr.; Menge; Feuchte; TM, Bestandteile > 5 Vol.-%; Lagerungsbedingungen; MHD; sichere Handhabung; Anwendungszweck; pH-Wert; EC; Organikgehalt; N _{org} (% und Ursprung); C _{org} /N; N, P ₂ O ₅ , K ₂ O je ab 0.5 Gew.-%	Über Vorgaben in AT-DüMV (2004), inkl. Hinweise zur Werbung; Sicherheitskennzeichnungen nach Anlage 2
7.2	Für Kultursubstrate	Herstellerkontakt; Produktbezeichnung "KS"; Chargennr.; Menge; Feuchte; TM; Bestandteile > 5%; Lagerungsbedingungen; MHD; Herstellungsdatum; sichere Handhabung; Anwendungszweck; pH-Wert; EC; Stabilität; ab Grenzwerten: N, P ₂ O ₅ , K ₂ O	Über Vorgaben in AT-DüMV (2004), inkl. Hinweise zur Werbung; Sicherheitskennzeichnungen nach Anlage 2
8	Für das Umweltzeichen vorgeschriebene Angaben	Benutzung des EU-UZ-Logos s. https://ec.europa.eu/environment/ecolabel/ ; Optionales Label mit Textfeld inkl. Aussagen	Keine Vorgaben
9	Verpackung	-	Kunststoffe frei von halogenierten organischen Verbindungen; an Großverbraucher auch unverpackt erlaubt; Verweis auf Sammel- und Verwertungspflicht des Inverkehrbringers nach Verpackungsverordnung

4.4.2 RAL-Gütezeichen für Kompost, Blumenerden und Kultursubstrate

Eine kontinuierliche, durch Dritte verifizierte Kontrolle der Qualität von Komposten, Blumenerden und Kultursubstraten kann durch die Teilnahme an einem Gütesicherungssystem gewährleistet und nachgewiesen werden. In Deutschland sind die verbreitetsten Gütesicherungssysteme das RAL-Gütezeichen 251 für Kompost und das RAL-Gütezeichen 250 Substrate für Pflanzen.

Das RAL-Gütezeichen 251 für Kompost (RAL-GZ 251, Ausgabe Juli 2016) wird von der Bundesgütegemeinschaft Kompost e. V. (BGK) herausgegeben und ist für folgende Produktgruppen vorgesehen:

- ▶ Frischkompost: Hygienisiertes, in intensiver Rotte befindliches oder zu intensiver Rotte fähiges fraktioniertes Rottegut (Rottegrad II oder III).
- ▶ Fertigungskompost: Hygienisierter, biologisch stabilisierter und fraktionierter Kompost (Rottegrad IV oder V).
- ▶ Substratkompost: Fertigungskompost mit begrenzten Gehalten an löslichen Pflanzennährstoffen und Salzen, geeignet als Mischkomponente für Kultursubstrate (Rottegrad V).

Für Gärprodukte gibt es das RAL-GZ 245. Allerdings fallen Gärreste, die nach einer stabilisierenden Aerobisierung als Substratausgangstoffe in Frage kommen, dann unter das RAL-GZ 251 für Kompost. Weiterhin gab die BGK das RAL-GZ 258 „Veredelungsprodukte aus Abwasserschlamm“ heraus. Dieses wurde jedoch Ende 2022 aufgegeben (Luyten-Naujoks 2023).

Das RAL-GZ 251 stellt Qualitätsanforderungen bezüglich der Hygienisierung des Kompostes, des Vorhandenseins von Fremdstoffen, der Pflanzenverträglichkeit, des Rottegrades, Wassergehaltes und Anteils an organischer Substanz sowie der Pflanzennährstoffe und des Salzgehaltes. Dabei sind auch die Methoden spezifiziert sowie Prüfungsmodalitäten und -zeiträume⁷⁵ festgelegt. Außerdem sind Anforderungen an eine der guten Praxis entsprechende Betriebsführung enthalten. Für Kultursubstrate kommt insbesondere Substratkompost in Frage. Insbesondere im Hobbybereich ist auch die Zumischung von Fertigungskomposten möglich, wenn die für die Anwendung benötigten Anforderungen erfüllt werden („substratfähige Fertigungskomposte“).

Nach Luyten-Naujoks (2019) überwacht die BGK ca. 72 % der in Deutschland hergestellten Grüngutkomposte und 83 % der Biogutkomposte. Nach Schmilewski (o.J.) ist der in Fertigungssubstraten und Blumenerden enthaltene Kompost in der Regel nach RAL-GZ 251 gütegesichert. Weitere Systeme zur Gütesicherung von Komposten bieten die Gesellschaft für Qualitätssicherung Landbauliche Abfallverwertung mbH (QLA) und die Fachvereinigung Bayerischer Komposthersteller e.V. (FBK).

Die Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. gibt das Gütezeichen RAL-Gütezeichen 250 für Kultursubstrate⁷⁶ und Substratausgangstoffe wie Holzfasern, Rindenhumus oder Kokosprodukte heraus (RAL-GZ 250, Ausgabe Mai 2018). Die Gütesicherung nach RAL-GZ 250 für Blumenerden erfolgt dabei produktspezifisch, wohingegen bei professionellen Kultursubstraten die ganze Produktionsstätte einer Gütesicherung unterzogen wird. Geprüft werden physikalische (u.a. Dichte, Trockenmasse, Siebfraktionen), chemische (u.a. pH, Nährstoffe, Salzgehalt, Schwermetalle, Kohlenstoff) und biologische Eigenschaften (u.a. pflanzenschädliche Stoffe, pathogene Keime, keimfähige Unkrautsamen, Stickstoffdynamik). Die

⁷⁵ Insbesondere Unterteilung in Eigen- und Fremdüberwachung sowie anerkannte Labore der Probenahme und Analytik.

⁷⁶ Blumenerden für den Hobbybereich und Kultursubstrate für die professionelle Anwendung

Auswahl der zu testenden Parameter richtet sich nach der Produktgruppe. Auch hier werden Anforderungen an die Methodik sowie Prüfungsmodalitäten und -zeiträume⁷⁵ festgelegt.

Grundsätzlich verweisen die RAL-Gütezeichen 250 und 251 meist auf das VDLUFA-Methodenbuch⁷⁷ und nur selten auf die entsprechenden DIN, EN oder ISO-Normen.

Eine Alternative für die Gütesicherung von Kultursubstraten und Substratausgangsstoffen ist die Zertifizierung mit dem niederländischen Qualitätssiegel RHP. Sie wird von der Stiftung RHP durchgeführt, und überwacht die Herstellungskette von der Rohstoffgewinnung über die Weiterverarbeitung bis zur Auslieferung an den Anwender.⁷⁸ Die Anforderungen werden bei RHP zwar weniger transparent offengelegt als beim RAL-GZ 251, ein hoher Qualitätsstandard ist jedoch in beiden Fällen gewährleistet (Wegener 2023).

4.4.3 Weitere Zertifizierungssysteme

Ein weiterer Qualitätsstandard speziell für Pflanzenkohle ist das **European Biochar Certificate** (EBC). Das EBC hat sich für die Nutzung von Pflanzenkohle als freiwilliger Industriestandard etabliert, um eine Kontrolle angemessener Qualitäten sicherzustellen und die Risiken der Verwendung von Pflanzenkohle zu minimieren.⁷⁹ Es wird seit 2012 vom Ithaka Institut entwickelt und spezifiziert zugelassene Inputstoffe zur Pyrolyse und Qualitätsanforderungen (inkl. Nachweismethoden) in Abhängigkeit des Anwendungszwecks. Als Anwendungszwecke kommen Futtermittel, Landwirtschaft, städtisches Grün, Gebrauchsmaterial und die rohstoffliche Anwendung in Frage. Durch die Spezifizierung des Anwendungszwecks wird jeweils sichergestellt, dass die Produkte mindestens alle europäischen Rechtsvorschriften in ihrem Anwendungsgebiet einhalten. Außerdem werden Mindestanforderungen an die Verfahrensführung gestellt (EBC 2012-2023, EBC 2023). Nach EBC (2012-2023) werden die jeweiligen Spezifikationen und Grenzwerte kontinuierlich an die Weiterentwicklung der einschlägigen europäischen Gesetzgebung und den wissenschaftlichen Fortschritt angepasst.

Die **Bio-Siegel-Kontrollstellen** stellen teilweise über die Anforderungen der EU-Ökolandbauverordnung hinausgehende Anforderungen an zulässige Erden. Das Siegel der Kontrollstelle **Grünstempel** fordert, dass die Erde torffrei oder stark torf reduziert sein muss. Außerdem dürfen die Erdenwerke nur auf Schwermetallgehalte kontrollierten Grünschnittkompost einsetzen.⁸⁰ Kompost aus Siedlungsabfällen (Biomülltonne) ist nicht zulässig, da die Verunreinigungen hier oftmals zu hoch sind.⁸¹ Die **Kontrollstelle ECOCERT** zertifiziert ebenfalls Erde zur Verwendung im ökologischen Landbau im Hinblick auf den Einsatz erlaubter Inhaltsstoffe auf Grundlage der Ökolandbauverordnung.⁸² Dabei wird überprüft, ob die Erde/das Substrat für den ökologischen Landbau zugelassen ist.

Für die Entwicklung eines Umweltzeichens sind außerdem **Systeme zur Nachhaltigkeitszertifizierung** wichtig. Sie ermöglichen, dass für das Umweltzeichen die Einhaltung von Kriterien gefordert werden kann, die nicht direkt durch das Umweltzeichen überprüft werden können, sondern über ausgewählte vorgelagerte Zertifizierungssysteme, deren Siegel im Rahmen der Umweltzeichenvergabe anerkannt werden. Durch diese Systeme wird die Einhaltung definierter, in Hinblick auf nachhaltiges Wirtschaften wesentlicher Kriterien entlang

⁷⁷ <https://www.methodenbuch.de/>; letzter Zugriff: 06.10.2023

⁷⁸ <https://www.rhp.nl/en/about-rhp>; letzter Zugriff: 17.12.2023

⁷⁹ <https://www.european-biochar.org/de/ct/1>; letzter Zugriff: 17.12.2023

⁸⁰ Nach EU-Öko-DV 2021/1165 sind Schwermetallgrenzwerte für Komposte aus „Haushaltsabfällen“ gefordert.

⁸¹ <https://www.gruenstempel.de/>; letzter Zugriff: 17.12.2023

⁸² insbes. Anhang I EU-Öko-DV 889/2008 bzw. Anhang II EU-Öko-DV 2021/1165

der gesamten Lieferkette eines Produktes, teilweise auch nur ausgewählter Elemente der Lieferkette, überprüft. Dieser Produktkettennachweis (engl. Chain of Custody, CoC) stellt im definierten Rahmen Transparenz und damit Rückverfolgbarkeit über den Lebensweg eines Produktes her. Dabei wird i.A. unterschieden, ob das Produkt wirklich physisch rückverfolgtes zertifiziertes Material enthalten muss (was eine physische Segregation der Materialströme erfordert), oder ein massenbilanzieller Nachweis über den Einsatz zertifizierter Materialien genügt (ideelle Trennung, über den Einkauf adäquater Mengen zertifizierter Materialien). Zudem kann im Rahmen von Zertifizierungssystemen die Möglichkeit bestehen, über „Book and Claim“ durch Zertifikatehandel einen Anteil an zertifizierter Ware zu erwerben. Die Angaben über Rohstoffbezug und Nachhaltigkeitsaspekte sind hier völlig von dem physischen Endprodukt losgelöst. Hennenberg et al. (2019) bewerten diesen Ansatz daher als ungeeignet für ein produktbezogenes Label wie den Blauen Engel.

Für die Vergabekriterien des Blauen Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden sind insbesondere die folgenden Kriterien relevant:

► Nachhaltigkeit forstwirtschaftlicher Produkte (FSC, PEFC, Naturland)

Als Systeme zur Zertifizierung der Herkunft von Holzfasern und Rinde aus einer an Nachhaltigkeitskriterien orientierten Forstwirtschaft sind die internationalen Systeme „**Forest Stewardship Council**“ (FSC)⁸³ und „**Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes**“ (PEFC)⁸⁴ etabliert. Nach Hennenberg et al. (2019) arbeiten beide Zertifizierungssysteme mit einem global gültigen Kriterienkatalog⁸⁵, der auf nationaler Ebene ausgestaltet wird. Daher kommt es bei der Bewertung des Ambitionsniveaus auf die nationale Ausgestaltung an (Hennenberg et al. 2019). Ein Unterschied ist, dass FSC im Gegensatz zu PEFC den ISEAL Code of Good Practice erfüllt, weshalb dieses System von Hennenberg et al. (2019) als verlässlicher eingestuft wird. Außerdem gibt es das deutsche **Naturland**-Siegel für Wald, dessen "Naturland Richtlinien zur ökologischen Waldnutzung"⁸⁶ seit 1995 herausgegeben werden. Naturland engagiert sich im deutschen Ableger des FSC und organisiert für die teilnehmenden Naturland Waldbetriebe eine FSC-Gruppenzertifizierung, so dass diese ihr Holz zusätzlich zum Naturland-Siegel mit dem FSC-Siegel vermarkten können.⁸⁷

Das oben erwähnte European Biochar Certificate fordert für zur Herstellung von Pflanzenkohle eingesetzte Hölzer aus forstwirtschaftlichen Aktivitäten eine Zertifizierung nach FSC oder PEFC (andere Standards auf Nachfrage; EBC 2023).

► Soziale Mindeststandards bei der Herstellung von gartenbaulichen Kokosprodukten (SA 8000)

Der **SA 8000**⁸⁸ ist ein Standard für soziale Nachhaltigkeit, der die Einhaltung arbeitsrechtlicher Mindeststandards fordert. Dabei orientiert er sich an grundlegenden Vereinbarungen der UN-Menschenrechtserklärung, den Konventionen der Internationalen Arbeitsorganisation (International Labour Organisation, ILO), weiteren internationalen Menschenrechts- und Arbeitsnormen sowie nationalen Arbeitsgesetzen. Er stellt Kriterien zu den Aspekten

⁸³ <https://fsc.org/en>; letzter Zugriff: 18.12.2023

⁸⁴ <https://www.pefc.de/>; letzter Zugriff: 18.12.2023

⁸⁵ FSC-Standard: <https://connect.fsc.org/document-centre/documents/resource/392> bzw. PEFC-Chain-of-Custody-Standard: https://www.pefc.de/media/filer_public/77/18/7718bd5e-ad6e-46ef-9e03-173845e2f36a/pefc_d_st_2002-2020_coc-standard.pdf; letzter Zugriff jeweils: 18.12.2023

⁸⁶ https://www.naturland.de/images/01_naturland/documents/Naturland-Richtlinien_Waldnutzung.pdf; letzter Zugriff: 18.12.2023

⁸⁷ <https://www.naturland.de/de/naturland/wofuer-wir-stehen/oeko-wald.html>; letzter Zugriff: 18.12.2023

⁸⁸ <https://sa-intl.org/programs/sa8000/>; letzter Zugriff: 18.12.2023

Kinderarbeit, Zwangs- und Pflichtarbeit, Gesundheit und Sicherheit, Vereinigungsfreiheit- und Recht auf Tarifverhandlungen, Diskriminierung, Disziplinierungsmaßnahmen, Arbeitszeiten, Entlohnung und Managementsysteme auf.⁸⁹ Im Bereich der gartenbaulichen Kokosprodukte sind laut MCS (2023) jedoch nur die Unternehmen, die die fertigen Kokosblöcke herstellen und nach Europa exportieren, häufig SA 8000-zertifiziert. Eine Rückverfolgung der Lieferkette bis zu kleineren Fasermöhlen oder zum Kokosanbau erfolgt i.d.R. nicht.

► Nachhaltigkeitszertifizierung von Torfersatzstoffen (HORTICERT)

Aktuell entwickelt und implementiert die Meo Carbon Solutions GmbH (MCS) im Auftrag des BMEL unter der Projekträgerschaft der Fachagentur für Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR) ein international ausgerichtetes Zertifizierungssystem für Torfersatzstoffe. Nach einer Pilotphase wurde im Oktober 2023 ein optimiertes Zertifizierungskonzept vorgestellt, das den Namen **HORTICERT** trägt. Nach interner Prüfung durch UBA kann das System damit bereits in einigen Fällen als Nachweis für Kriterien dieses Umweltzeichens anerkannt werden. Entlang ökologischer, sozialer und ökonomischer Aspekte sichert HORTICERT Nachhaltigkeitskriterien für Torfersatzstoffe sowie Blumenerden und Kultursubstrate ab.⁹⁰ Dabei wird auch eine THG-Bilanzierung nach einheitlicher Methodik gefordert. Aktuell schließt die Zertifizierung insbesondere Grüngutkompost, holzbasierte Produkte und Rindenhumus sowie Kokosprodukte mit ein. Im Hinblick auf gartenbauliche Kokosprodukte geht HORTICERT dabei über den aktuell verfügbaren SA 8000 Standard hinaus, indem es das Produkt bis zur Plantage zurückverfolgt, und neben sozialen auch ökologische Anforderungen überprüft (MCS 2023). Die Zertifizierung von kleinen Unternehmen und Kleinbauern bleibt in diesem Bereich jedoch eine große Herausforderung (MCS 2023).

Eine Möglichkeit der Überprüfung der Einhaltung konkreter Anforderungen durch unabhängige Dritte besteht über anerkannte **Umweltgutachter*Umweltgutachterinnen** nach dem Umweltauditgesetz (UAG 2002).

4.5 Ökobilanzen zu Substraten und Substratausgangsstoffen

Im Rahmen der Kriterienentwicklung des Blauen Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden wurden vier Ökobilanzen zu Torf und Torfersatzstoffen gegenübergestellt:

1. Die als Quantis-Studie bekannte Studie „Comparative life cycle assessment of horticultural growing media based on peat and other growing media constituents“ im Auftrag der European Peat and Growing Media Association (EPAGMA), heute Growing Media Europe (GME), aus dem Jahr 2012, die vom schweizerischen Büro des Consulting-Unternehmens Quantis erarbeitet wurde, stellt die erste umfangreiche Bilanzierung unterschiedlicher Substratausgangsstoffe bzw. daraus hergestellter Substratmischungen dar (Quantis 2012).
2. Im Jahr 2015 veröffentlichte das Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen (IUNR) der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) eine weitere Studie im Auftrag des Schweizer Bundesamt für Umwelt (BAFU), die neben ökobilanziellen Effekten auch ökonomische und soziale Aspekte berücksichtigt (Eymann et al. 2015).
3. Die Studie von Eymann et al. (2015) wurde 2019 durch das IUNR aktualisiert und um einige Substratausgangsstoffe erweitert (Stucki et al. 2019).
4. Am Thünen-Institut wurden im Projekt MITODE u.a. Ökobilanzergebnisse zu unterschiedlichen Substratausgangsstoffen erarbeitet. Die Ergebnisse wurden im November 2021 auf einem Ökobilanz-Workshop des BMEL in Berlin vorgestellt (Stichnothe 2021).

⁸⁹ SA 8000:2014 Standard: <https://sa-intl.org/wp-content/uploads/2020/02/SA8000Standard2014.pdf>; letzter Zugriff: 18.12.2023

⁹⁰ <https://www.horticert.org/de/horticert/was-ist-horticert/>; letzter Zugriff: 18.12.2023

Der Fokus der Auswertung lag auf dem Treibhauspotenzial. Die Ergebnisse des Treibhauspotenzials (Global warming potential, GWP) für verschiedene Substratausgangsstoffe zeigt Tabelle 3. Der Zweckbestimmung von Kultursubstraten entsprechend, Wurzelraum für Pflanzen bereit zu stellen, beziehen alle Studien auf das Substratvolumen als funktionelle Einheit. Wie insbesondere in Quantis (2012) betont, ist ein direkter Vergleich unterschiedlicher Substratausgangsstoffe nicht zulässig, da diese unterschiedliche pflanzenbauliche Qualitäten mitbringen. Somit sollten für eine Aussage zu qualitativ gleichwertigen Kultursubstraten immer äquivalente Substratmischungen verglichen werden. Die Gegenüberstellung der Komponenten gibt jedoch einen Eindruck, an welchen Stellen Klimawirkungen bei den einzelnen Komponenten besonders relevant sind und ermöglichen damit u.a. Einblicke in mögliche/notwendige Optimierungsansätze.

Neben den Aufwendungen für die Herstellung der Substratausgangsstoffe sind in den Daten von Quantis (2012) sowie Eymann et al. (2015) bzw. Stucki et al. (2019) nachgelagerte Transportaufwendungen zum weiterverarbeitenden Erdenwerk enthalten, d.h. in den Fällen, wo die Herstellung der Komponenten extern erfolgt. In den Daten von Stichnothe (2021) sind diese weitergehenden Transporte nicht berücksichtigt. Zudem sind Emissionen aus der Nutzungsphase bzw. am Lebensende enthalten, wenn Substrate über die Jahre mikrobiell abgebaut werden. Alle drei Studien berücksichtigen dabei die CO₂-Emissionen aus Torf als klimawirksam. Quantis (2012) und Eymann et al. (2015) bzw. Stucki et al. (2019) berücksichtigen zudem Lachgasemissionen aus Stickstoffabbau⁹¹. In Quantis (2012) werden die CO₂-Emissionen aus dem Abbau von Torf dynamisch, entsprechend dem zeitlichen Verlauf des Abbaus über die Jahre, bewertet. In den anderen Quellen werden sie als Punktemissionen zum Zeitpunkt der Herstellung angerechnet.

⁹¹ Lachgasemissionen aus der Anwendung/Lebensende machen, mit Ausnahme von Komposten, jedoch einen (sehr) geringen Anteil aus.

Tabelle 3: Treibhauspotenzial von Substratausgangsstoffen nach verschiedenen Quellen

Substratausgangsstoff	GWP Herstellung nach (1)	GWP Transport nach (1)	GWP Abbau nach (1)	GWP gesamt nach (1)	GWP Herstellung nach (4)	GWP Anwendung nach (4)	GWP gesamt nach (4)	GWP gesamt nach (2)	GWP gesamt nach (3)
Rinde	30	75	5	110	-	-	-	-	-
Rindenhumus	-	-	-	-	46	0	46	33	32
Kokosfasern	-	-	-	-	-	-	-	85	85
Kokosmark, in EU entkomprimiert	50	85	5	140	-	-	-	-	-
Kokosmark, komprimiert	45	20	5	70	-	-	-	41	40
Kompost Grünschnitt	80	150	50	280	120	0	120	180	90
Schwarztorf	45	95	170	310	65	257	322	250	350
Weißtorf	35	50	80	165	47	183	230	250	350
Perlite	65	35	0	100	50	0	50	-	-
Spelzen, Reis (Hafer)	25	40	5	70	-	-	-	29	29 (31)
Holzfasern, Strommix (BHKW)	20	40	5	65	9,2 (1,5)	0	9,2 (1,5)	9,9	9,5
Pflanzkohle (Holz mit ökonom. Wert / Abfallholz)	-	-	-	-	-	-	-	-	80 (48)⁹²

(1) Quantis (2012), abgelesen (Appendix D, S. 110)

(2) Eymann et al. (2015), Tabelle 1

(3) Stucki et al. (2019), Tabelle 1

(4) Stichnothe (2021), Mittelwert über Tabellenwerte

⁹² Die langfristige Festlegung von Kohlenstoff im Boden durch die Pflanzkohle ist hier nicht eingerechnet und läge über diesen Werten (Stucki et al. 2019)

Das Treibhauspotenzial (GWP) von Torf liegt, mit Ausnahme der Bewertung für Weißtorf nach Quantis (2012), wegen der Freisetzung des gebundenen Kohlenstoffs während der Nutzung/ am Lebensende, deutlich über dem aller anderen Substratausgangsstoffe. Die Klimawirkungen bei Abbau und Herstellung liegen im Rahmen derer von anderen Substratausgangsstoffen. In den Werten von Eymann et al (2015) ist das GWP von Torf zu 12% auf die Torfgewinnung, zu 23% auf den Transport aus dem Baltikum⁹³ in die Schweiz und zu 64% auf die Oxidation des organischen Kohlenstoffs während der Nutzungsphase/am Lebensende zurückzuführen. Eymann et al. (2015) und Stucki et al. (2019) differenzieren bei der Bewertung nicht zwischen Schwarz- und Weißtorf. In Stucki et al. (2019) wurde die mittlere trockene Schüttdichte von Torf auf 120 kg-TS/m³ angepasst.⁹⁴ Das GWP von Weißtorf liegt nach Quantis (2012) deutlich unter dem von Schwarztorf, was vorwiegend auf den niedrigeren volumenbasierten Kohlenstoffgehalt zurückzuführen ist. Der vergleichsweise geringe Anteil des Transportes bei Weißtorf erscheint aufgrund der weiten Lkw-Anlieferdistanz (1400 km) nicht nachvollziehbar. Möglicherweise liegt die Erklärung darin, dass anteilig auch Importe per Schiff angenommen wurden.

Das Treibhauspotenzial von Grüngutkompost liegt nach allen Ökobilanzen deutlich höher als das aller anderen alternativen Substratausgangsstoffe. Quantis (2012) bewertet das GWP von Grüngutkompost sogar höher als das von Weißtorf. Die Gründe liegen einerseits in den Treibhausgasemissionen während der Kompostierung (Lachgas, Methan) sowie während der Nutzungsphase (Lachgas). Außerdem hat der Transport aufgrund des hohen spezifischen Gewichts einen Einfluss.⁹⁵ Dem steht gegenüber, dass es sich bei Komposten um ein abfallbasiertes Produkt handelt, und eine Entsorgung der Eingangsströme gewährleistet werden muss. Die hohen Werte unterstreichen die Bedeutung von guter Betriebsführung bei der Kompostierung sowie einer guten lokalen Verfügbarkeit von Grüngutkomposten um prozess- und transportbedingte THG-Emissionen möglichst zu minimieren. MCS (2023) hat angekündigt, seine Standard-THG-Bilanzierungsfaktoren im Rahmen von HORTICERT an den Werten von der Quantis-Studie (Quantis 2012) zzgl. weiteren Informationen auszurichten. Sobald die Möglichkeit besteht, auf Basis solider Literaturdaten anlagenspezifische Aspekte der Betriebsführung abzubilden, sollen diese integriert werden.

Für die anderen alternativen Substratausgangsstoffe werden Treibhauspotenziale von meistens deutlich unter 100 kg-CO₂-eq je m³ Substrat ausgewiesen. Dabei sind insbesondere die Werte für Holzfasern sehr niedrig. Der Holz- und Rindenherkunft werden einerseits ökonomisch-anteilig Emissionen aus dem Ernteprozess (keine bei Altholz) und damit verbundenen Transporten angerechnet. Außerdem werden der Energiebedarf für die Auffaserung bzw. Rindenverarbeitung oder -kompostierung berücksichtigt. Bei den Ackerfrüchten hängt die Bewertung des Ausgangsstoffes von der Aufteilung der beim Anbau entstehenden Treibhausgasemissionen auf die unterschiedlichen Koppelprodukte ab. Dadurch, dass es sich hier um Nebenprodukte mit i.d.R. geringerem ökonomischen Wert handelt, sind die Anteile aufgrund der ökonomischen Allokation tendenziell gering. Kokosfasern werden höhere Lasten zugerechnet als Kokosmark. Auch Reis- oder Haferspелzen bekommen anteilig geringe Emissionen aus dem Anbau zugerechnet. Hinzu kommt jeweils der Aufwand für die Aufbereitung zum Substratausgangsstoff. Bei Kokosmark macht Quantis (2012) zudem den Effekt der vorgelagerten Dekomprimierung des Markes in Europa deutlich. Hier führt der Lkw-Transport von rekonstituiertem Kokosmark zum Erdenwerk zu einer merklichen Erhöhung der transportbedingten Emissionen. Auch bei (importierten) Reisspelzen ist der Einfluss der

⁹³ 100% des Torfs wird in der Schweiz importiert, vorwiegend aus dem Baltikum (Eymann et al. 2015)

⁹⁴ In Eymann et al. (2015) verwendet 200 kg/m³ bei einem Trockensubstanzgehalt von 44 %.

⁹⁵ Dem hohen Transport-GWP von Kompost liegen bei Quantis (2012) 100km per Lkw zugrunde. Bei Torf wurden höhere Anlieferdistanzen angesetzt, die jedoch anteilig auch per Schiff bilanziert wurden.

Transportemissionen deutlich. Das GWP von Pflanzenkohle ist neben den verwendeten Holzschnitzeln auf das Treibhauspotenzial der Prozessenergie für die Pyrolyse (Propan und Strom) zurückzuführen. Der Effekt, dass mit der Pflanzenkohle biogener Kohlenstoff langfristig stabil gebunden und dadurch Kohlendioxid der Atmosphäre entzogen wird, ist in dem Wert nicht eingerechnet (Stucki et al. 2019).

In allen Studien werden die CO₂-Emissionen aus dem Abbau von biobasierten organischen Substratausgangsstoffen nicht als klimawirksam berücksichtigt, da sie vergleichsweise kurzfristig zuvor in die Biomasse eingebunden wurden. Aktuelle Publikationen stellen diesen Ansatz in Frage, und argumentieren, dass Ernteprozesse einen willkürlichen Eingriff in den Kohlenstoffspeicher der Pflanzenbiomasse darstellen, denen ein Klimaeffekt zugeordnet werden kann (Soimakallio et al. 2022, Fehrenbach et al. 2022). Dieser letzte Aspekt wurde bei der Entwicklung dieser Vergabegrundlage nicht berücksichtigt, da die Herangehensweise im Bereich der Ökobilanzierung sehr neu ist, und sich die Methodik in der Debatte befindet.

In den vorgestellten Ökobilanzen wurde nur ein mineralischer Substratausgangsstoff bilanziert: Perlite. Das Treibhauspotenzial für die Herstellung liegt in Stichnothe (2021) und Quantis (2012) in der gleichen Größenordnung. Die Aufwendungen für den Transport zum Erdenwerk werden in Quantis (2012) mit einem Aufschlag von gut 50 % abgeschätzt.

Auch in der Baustoffdatenbank Ökobaudat⁹⁶ findet sich für die Herstellung von Perlite ein vergleichbarer Wert (knapp 60 kg-CO₂-eq/m³, ohne Transport zum Erdenwerk). Diese Datenbank bietet auch Treibhauspotenziale für andere mineralische Substratausgangsstoffe (s. Tabelle 4). Aufgrund der unterschiedlichen Dichten ergibt sich eine deutliche Verschiebung bezüglich der Umweltwirkung in Abhängigkeit von der Bezugsgröße (massen- bzw. volumenbasiert).

Tabelle 4: Treibhauspotenzial und gesamter kumulierter Energieaufwand der Herstellung von als mineralische Substratausgangsstoffe in Frage kommenden Baustoffen

Material	Dichte (kg/m ³)	GWP (kg-CO ₂ -eq/kg)	GWP (kg-CO ₂ -eq/m ³)	KEA, gesamt (MJ/kg)	KEA, gesamt (MJ/m ³)
Perlite 0-3	105	0,56	59	7,7	809
Blähton	350	0,33	116	5,8	2030
Sand 0-2 getrocknet	1500	0,033	12	0,56	196
Bims	800	0,009	7	0,13	104
EU-UZ Grenzwert für geblähte Mineralien	-	0,7	-	11	-

Quelle für GWP, KEA, gesamt je kg: Ökobaudat⁹⁶

Die Werte für das Treibhauspotenzial sowie den gesamten kumulierten Energieaufwand der mineralischen Substratausgangsstoffe liegen alle unter den im europäischen Umweltzeichen festgelegten Grenzwerten für die Herstellung mineralischer Kultursubstrate (EU-UZ 048, Kriterium 2.1). Daher wurden im Weiteren keine Anforderungen an die Herstellung der mineralischen Komponenten gestellt.

⁹⁶ Ökobaudat - Informationsportal Nachhaltiges Bauen des Bundesministeriums für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB): <https://www.oekobaudat.de/>; letzter Zugriff: 07.12.2023

Bei Betrachtung des GWP der Ausgangsstoffe in Tabelle 4 muss beachtet werden, dass der Transport zum Erdenwerk nicht enthalten ist, der insbesondere bei den schwereren Substratausgangsstoffen in Abhängigkeit von der Transportdistanz ins Gewicht fallen wird.

5 Herleitung der Vergabekriterien

Die Herleitung der Vergabekriterien des Blauen Engels für organische Kultursubstrate und Blumenerden orientiert sich an den bereits langjährig bestehenden Umweltzeichen in diesem Bereich (EU-UZ 048, AT-UZ 32, s. Kap. 4.4.1). Die Kriterien dieser Umweltzeichen wurden in ihrer Art i. W. übernommen, die Ausgestaltung jedoch in vielen Fällen angepasst. Dies betrifft bspw. die Höhe der Grenzwerte oder die Wahl der Methodik, die sich vorwiegend auf die in Deutschland gebräuchlichen Methoden stützt, eine Anerkennung europäischer Methoden aber gleichermaßen vorsieht, wenn eine Äquivalenz gegeben ist (s. insbes. Kap. 5.6 und 5.7). Im Gegensatz zu den bereits etablierten Umweltzeichen wird der Geltungsbereich dieses Blauen Engels aus Gründen der Definitionssicherheit in der ersten Fassung der Kriterien auf organische Kultursubstrate und Blumenerden begrenzt (Kap. 5.1). Das Gebot der Torffreiheit und ein Fokus auf den Einsatz organischer Reststoffe wurden übernommen (Kap. 5.2). Ein neuer Schwerpunkt wird dabei auf Herkunftsnachweise für die eingesetzten Substratausgangsstoffe gelegt, die in stärkerem Maß eine an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Herkunft sicherstellen sollen (Kap. 5.3). Dabei wurde versucht, Nutzungskonkurrenzen im Blick zu behalten und teilweise Kriterien so zu formulieren, dass diese abgemindert werden können. Außerdem sollen die Aufwendungen, die mit dem Transport der Rohstoffe verbunden sind, transparent gemacht werden (Kap. 5.4). Neben diesen Maßnahmen soll auch die in Kapitel 5.8 geforderte Anleitung zum sparsamen Umgang mit Kultursubstraten sowie die in Kapitel 5.9 aufgestellten Anforderungen an die Verpackung der Schonung der Umwelt dienen. Die strengen Grenzwerte für Schadstoffe (Kap. 5.6) dienen zusätzlich dazu, Risiken für die Gesundheit vorzubeugen. Die Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit sollen zudem die Funktionalität der Produkte sicherstellen (Kap. 5.7). Dies soll insbesondere Bedenken begegnen, die bezüglich der Qualität von Kultursubstraten und Blumenerden, die keinen Torf enthalten, bestehen. Sowohl Schadstoffgrenzwerte als auch die Gebrauchstauglichkeit sollen dabei regelmäßig auch von unabhängiger Stelle kontrolliert werden (Kap. 5.5).

5.1 Geltungsbereich

Wie in Kapitel 3 dargestellt, ist der Zweck von Kultursubstraten gegenüber anderen Produkten, die ebenfalls zur Ermöglichung und Förderung von Pflanzenwachstum eingesetzt werden, klar definiert. Daher wird der Geltungsbereich für diesen Blauen Engel auf organische Kultursubstrate eingeschränkt, um insbesondere in der ersten Version der Vergabekriterien eine klar definierte Abgrenzung sicherzustellen. Um konsistent gleiche Kriterien ansetzen zu können, soll das Produkt zudem einen erdigen Charakter aufweisen.

Die Produktgruppe "Organische Kultursubstrate und Blumenerden" umfasst damit organische Kultursubstrate für bodenunabhängige Anwendungen sowie in/auf Böden verwendete Produkte, die Pflanzen als Wurzelraum dienen, nach der Definition des DüngG (2009). Der Geltungsbereich erstreckt sich sowohl auf Produkte für den professionellen als auch für den privaten Hobbybereich (Blumenerden).

Rein mineralische Kultursubstrate sind von der Vergabe ausgeschlossen. Bodenhilfsstoffe, Düngemittel und Pflanzenstärkungsmittel, die teilweise auch als Bodenverbesserungsmittel bezeichnet werden, liegen als Produkte ebenfalls nicht im Geltungsbereich, können aber als Substratzusätze verwendet werden, solange sie den Vorgaben dieses Umweltzeichen genügen.

In der Revision der Vergabekriterien sollte erneut geprüft werden, ob eine definitionssichere Möglichkeit gefunden werden kann, die Auszeichnung „Blauer Engel“ auch für Substratausgangsstoffe zu vergeben, die für sich genommen zur Bodenverbesserung eingesetzt werden können (insbes. Kompost), wenn sie als eigenständige Produkte vermarktet werden.

5.2 Zulässige Einsatzstoffe und Zusammensetzung des Kultursubstrates

Das folgende Kapitel geht auf die erlaubten Inhaltsstoffe der Kultursubstrate ein. Dabei wird der Fokus auf die mengenmäßig dominierenden Substratausgangsstoffe gelegt, bei den Substratzusätzen werden Anforderungen an zulässige Düngemittel diskutiert (Kap. 5.2.1). Zudem wird übergeordnet die Zugabe von Stoffen, Gemischen und weiteren Zusätzen ausgeschlossen, die im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit besonders bedenkliche Eigenschaften aufweisen (Kap. 5.2.2). Die Anforderung aus Kapitel 5.1, dass es sich um organische Kultursubstrate und Blumenerden handeln soll, wird in Kapitel 5.2.3 über die Definition eines Mindestgehaltes an organischer Substanz umgesetzt.

5.2.1 Zulässige Substratausgangsstoffe und Substratzusätze

Auf gesetzlicher Ebene erfolgt die Festlegung zulässiger Substratausgangsstoffe und Substratzusätze über die entsprechenden Düngemittelverordnungen bzw. die europäische Düngeproduktverordnung (DüMV 2019, AT-DüMV 2004, DüPV 2019). Außerdem definiert die Ökolandbauverordnung, welche Einsatzstoffe in der ökologischen Landwirtschaft zulässig sind (EU-Öko-DV 889/2008, Anhang I bzw. EU-Öko-DV 2021/1165, Anhang II).

Im EU-UZ 048 erfolgt die Definition einer Positivliste direkt in Anlehnung an ausgewählte Komponentenmaterialkategorien der DüPV (2019), das AT-UZ 032 verweist auf die AT-DüMV (2004). In beiden Fällen wird übergeordnet die Verwendung von fossilen Rohstoffen und Torf ausgeschlossen. Beim EU-UZ 048 wird explizit darauf hingewiesen, dass es dabei nur um das absichtliche Zusetzen von Stoffen geht, d.h. bspw. Restmengen nicht abgebauten Torfs aus der Verwendung von Komposten damit nicht ausgeschlossen sind. Zudem wird in beiden Umweltzeichen bei den organischen Substratausgangsstoffen auf die Nutzung von Sekundärstoffen bzw. Rest- und Abfallstoffen eingeschränkt:

- ▶ EU-UZ 048: „all secondary materials coming from other human activities“ (Kowalska et al. 2022)
- ▶ AT-UZ 32: „ausschließlich biogene Reststoffe bzw. aus Abfallverwertung/ -wiederverwendung gemäß Abfallrahmenrichtlinie (WFD 2008)“

Auch für den Blauen Engel wird vorgeschlagen, dass die Kultursubstrate zum Schutz der Moorböden torffrei sein müssen und als Torfersatzstoffe organische Reststoffe eingesetzt werden sollen. Der Fokus auf organische Reststoffe soll einen Anreiz erzeugen, zunächst dieses Potenzial zu erschließen, bevor ein gezielter Anbau von nachwachsenden Rohstoffen mit entsprechendem Flächenbedarf erfolgt. Ausgenommen sind hier Paludikulturen, die auf wiedervernässten Moorflächen mit dem Ziel des Torfkörpererhalts zur Vermeidung von CO₂-Emissionen und der Förderung der Biodiversität umgesetzt werden.

Zusätzlich wird in Kapitel 5.3 stoffspezifisch konkretisiert, welche organischen Stoffe jeweils als Reststoffe betrachtet werden und Anforderungen an die Herkunft gestellt, um einen nachhaltigen und transparenten Rohstoffeinsatz fördern. Die verwendete Definition des Begriffes Reststoff folgt dabei der des Biomasse-Methodenhandbuchs (DBFZ 2021). Biogene Reststoffe können demnach entweder Abfälle oder biogene Nebenprodukte sein. Sie enthalten also alle biogenen Stoffströme, die nicht als Hauptprodukt hergestellt werden (vgl. DBFZ 2021, S. 24, Abb. 3-1⁹⁷).

⁹⁷ https://www.energetische-biomassenutzung.de/fileadmin/media/6_Publikationen/Methodenhandbuch_2021_final.pdf, letzter Zugriff: 29.01.2024

Die Definition der Begriffe Hauptprodukt, Nebenprodukt und Abfall folgt dem Abfallrecht (WFD 2008), KrWG 2012). Ein Nebenprodukt unterscheidet sich vom Hauptprodukt in der Zielsetzung eines Herstellungsverfahrens: während das Hauptprodukt das Hauptziel einer Produktion ist, ist das Nebenprodukt zwar das Ergebnis eines Herstellungsverfahrens aber nicht sein Hauptziel. Im Gegensatz zum Abfall ist das Nebenprodukt seitens seines Besitzers nicht zur Entsorgung vorgesehen, sondern wird weiter genutzt (ohne (aufwändig) aus dem Abfallregime herausgeholt werden zu müssen).

Um grundlegend die Eignung für den Einsatz in Kultursubstraten sicherzustellen, müssen die Substratausgangsstoffe zudem nach EU-Öko-DV 2021/1165, Anhang II für den ökologischen Landbau zugelassen sein. Die einschränkende Festlegung auf den ökologischen Landbau soll den ökologisch orientierten Charakter des Blauen Engels unterstreichen und unterstützen, dass die ausgezeichneten Produkte für den Ökolandbau geeignet sind. Zunächst wurde diese Anforderung daher auch auf die Substratzusätze ausgedehnt. Von Seiten der Hersteller und Verbände wurden jedoch im Konsultationsprozess erhebliche Bedenken angeführt, dass bei einem Verzicht auf mineralische Stickstoffdünger unter gleichzeitigem Verzicht auf Torf Kultursubstrate hergestellt werden können, die mit konventionellen, torfbasierten Produkten qualitativ vergleichbar sind. Substratzusätze dürfen daher generell verwendet werden, soweit sie für Kultursubstrate geeignet sind, d.h. nach geltendem Recht (EU-Öko-DV 2021/1165 Anhang II, DüMV 2019), DüPV 2019) zugelassen sind. Übergeordnet gilt, wie für Substratausgangsstoffe, der Ausschluss der Verwendung der unter Kapitel 5.2.2 beschriebenen Substanzen. Dies schließt insbesondere den Einsatz kunststoffummantelter Düngemittel aus. Auch Guano soll wegen des mit seiner Gewinnung verbundenen Eingriffs in die Natur und seiner langsamen Entstehung nicht verwendet werden.

Vorschlag Vergabekriterien

Das organische Kultursubstrat darf keinen absichtlich zugesetzten Torf oder andere nicht-erneuerbare organische Rohstoffe (z.B. Xylit) enthalten. Die Substratausgangsstoffe müssen nach europäischem Recht für den ökologischen Landbau zugelassen sein (EU-Öko-DV 2021/1165, Anhang II) zugelassen sein. Als organische Substratausgangsstoffe dürfen nur biogene Reststoffe, d.h. biogene Abfälle (z.B. Grün- und Bioabfälle) und biogene Nebenprodukte (z.B. agrarische Rückstände, industrielle Rückstände, holz- und forstwirtschaftliche Reststoffe), zum Einsatz kommen. Weiterhin dürfen Substratausgangsstoffe aus Paludikultur von wiedervernässten Moorböden eingesetzt werden.

Substratzusätze sind zugelassen, soweit sie für Kultursubstrate geeignet, d.h. nach geltendem Recht (EU-Öko-DV 2021/1165 Anhang II, DüMV 2019), DüPV 2019) zugelassen sind. Übergeordnet gilt, wie für Substratausgangsstoffe, der Ausschluss der Verwendung der unter Kapitel 5.2.2 beschriebenen Substanzen. Insbesondere dürfen zur Düngung kein Guano und keine kunststoffummantelten Düngemittel eingesetzt werden.

Nachweise

Der Antragsteller nennt die verwendeten Substratausgangsstoffe und deren Volumenanteile am Produkt. Der Antragsteller erklärt, dass es sich bei den organischen Substratausgangsstoffen um biogene Reststoffe handelt (ggf. Plausibilisierung auf Rückfrage), bzw. dass sie aus nachhaltiger Paludikultur stammen. Daneben ist auch die ungefähre jährlich produzierte Menge des ausgezeichneten Produktes mitzuteilen.

Dem Antrag wird eine vollständige Auflistung aller neben den Substratausgangsstoffen absichtlich zugesetzten Stoffe, ggf. inklusive der offiziellen Sicherheitsdatenblätter, beigefügt. Auf Rückfrage sind ggf. auch die Mengen zu quantifizieren.

5.2.2 Beschränkungen und genereller Ausschluss der Zugabe von Stoffen, Gemischen und weiteren Zusätzen mit besonderen Eigenschaften

Aus Vorsorgegründen wird in Umweltzeichen häufig eine generelle Anforderung definiert, die die Zugabe von aus Umwelt- und Gesundheitsgründen bedenklichen Stoffen und Gemischen ausschließt. Im EU UZ 048 erfolgt sie in den Kriterien 4.3 und 4.4, wo die absichtliche Zugabe definierter gefährlicher Stoffe nach der CLP-Verordnung sowie von Substanzen, die unter REACH als sehr besorgniserregend eingestuft sind, ausgeschlossen wird. Die Definition ausgeschlossener gefährlicher Stoffe nach CLP-Verordnung erfolgt über eine Aufstellung der entsprechenden H-Sätze. Auch beim Blauen Engel wird i.d.R. in ähnlicher Weise verfahren. Vom UBA wurde daher eine Vorlage zu Stoffausschlüssen erstellt, die in harmonisierter Weise für alle Blauen Engel angewendet werden soll und für jede Produktgruppe angepasste werden kann. Sie verweist auf die gesetzlichen Regelungen des europäischen und deutschen Chemikalienrechts und verbietet die Zugabe von Stoffen als konstitutionellen Bestandteilen⁹⁸, die unter REACH als besonders besorgniserregend identifiziert sind oder in eine der in Tabelle 5 aufgelisteten Gefahrenkategorien nach CLP-V (2008) fallen.

Tabelle 5: Ausgeschlossene Gefahrenkategorien und entsprechende H-Sätze nach CLP-Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 (CLP-V)

Stoffgruppe	Gefahrenkategorie	H-Satz	Wortlaut
Akut toxische Stoffe	Acute Tox. 1 Acute Tox. 2	H300	Lebensgefahr bei Verschlucken.
Akut toxische Stoffe	Acute Tox. 3	H301	Giftig bei Verschlucken.
Akut toxische Stoffe	Acute Tox. 1 Acute Tox. 2	H310	Lebensgefahr bei Hautkontakt.
Akut toxische Stoffe	Acute Tox. 3	H311	Giftig bei Hautkontakt.
Akut toxische Stoffe	Acute Tox. 1 Acute Tox. 2	H330	Giftig bei Einatmen.
Akut toxische Stoffe	Acute Tox. 3	H331	Giftig bei Einatmen.
Sensibilisierende Stoffe	Resp. Sens. 1 (A/B)	H334	Kann bei Einatmen Allergie, asthmaartige Symptome oder Atembeschwerden verursachen.
Sensibilisierende Stoffe	Skin Sens. 1 (A/B)	H317	Kann allergische Hautreaktionen verursachen.
Keimzellmutagene Stoffe	Muta. 1A Muta. 1B	H340	Kann genetische Defekte verursachen.
Keimzellmutagene Stoffe	Muta. 2	H341	Kann vermutlich genetische Defekte verursachen.
Karzinogene Stoffe	Carc. 1A Carc. 1B	H350	Kann Krebs erzeugen.
Karzinogene Stoffe	Carc. 1A	H350i	Kann beim Einatmen Krebs erzeugen.

⁹⁸ Konstitutionelle Bestandteile sind Stoffe oder Zubereitungen, die dem Produkt oder dem Vorprodukt zugegeben werden, um bestimmte Produkteigenschaften zu erreichen oder zu beeinflussen und solche, die als chemische Spaltprodukte zur Erzielung der Produkteigenschaften erforderlich sind. Auf ein Mini-mum reduzierte Restmonomere fallen beispielsweise nicht darunter.

Stoffgruppe	Gefahrenkategorie	H-Satz	Wortlaut
	Carc. 1B		
Karzinogene Stoffe	Carc. 2	H351	Kann vermutlich Krebs erzeugen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 1A Repr. 1B	H360D	Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 1A Repr. 1B	H360F	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 1A Repr. 1B	H360FD	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann das Kind im Mutterleib schädigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 1A Repr. 1B	H360Df	Kann das Kind im Mutterleib schädigen. Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 1A Repr. 1B	H360Fd	Kann die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 2	H361f	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 2	H361d	Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Repr. 2	H361fd	Kann vermutlich die Fruchtbarkeit beeinträchtigen. Kann vermutlich das Kind im Mutterleib schädigen.
Reproduktionstoxische Stoffe	Lact.	H362	Kann Säuglinge über die Muttermilch schädigen.
Stoffe mit spezifischer Zielorgan-Toxizität	STOT SE 1	H370	Schädigt die Organe.
Stoffe mit spezifischer Zielorgan-Toxizität	STOT SE 2	H371	Kann die Organe schädigen.
Stoffe mit spezifischer Zielorgan-Toxizität	STOT RE 1	H372	Schädigt die Organe bei längerer oder wiederholter Exposition.
Stoffe mit spezifischer Zielorgan-Toxizität	STOT RE 2	H373	Kann die Organe schädigen bei längerer oder wiederholter Exposition.
Stoffe mit spezifischer Zielorgan-Toxizität	Asp. Tox. 1	H304	Kann bei Verschlucken und Eindringen in die Atemwege tödlich sein.
Endokrine Disruptoren	ED HH 1 ⁹⁹	EUH380	Kann endokrine Störung beim Menschen verursachen.
Endokrine Disruptoren	ED HH 2 ⁹⁹	EUH381	Steht im Verdacht endokrine Störung beim Menschen zu verursachen.

⁹⁹ Neue Gefahrenkategorien unter CLP-V (2008), spätestens ab 01. Mai 2025 zu kennzeichnen.

Stoffgruppe	Gefahrenkategorie	H-Satz	Wortlaut
Endokrine Disruptoren	ED ENV 1 ¹⁰⁰	EUH430	Kann endokrine Störungen in der Umwelt verursachen.
Endokrine Disruptoren	ED ENV 2 ¹⁰⁰	EUH431	Steht im Verdacht endokrine Störungen in der Umwelt zu verursachen.
(Sehr) persistente, (sehr) bioakkumulierende und toxische Stoffe	PBT ¹⁰⁰	EUH440	Akkumuliert in lebenden Organismen, einschließlich Menschen mit langfristigen Folgen.
(Sehr) persistente, (sehr) bioakkumulierende und toxische Stoffe	vPvB ¹⁰⁰	EUH441	Akkumuliert stark in lebenden Organismen, einschließlich Menschen mit möglichen langfristigen Folgen.
(Sehr) persistente, (sehr) mobile und toxische Stoffe	PMT ¹⁰⁰	EUH450	Persistente Substanz die Wasser-Ressourcen verunreinigen kann.
(Sehr) persistente, (sehr) mobile und toxische Stoffe	vPvM ¹⁰⁰	EUH451	Sehr persistente Substanz die Wasser-Ressourcen verunreinigen kann.
Gewässergefährdende Stoffe	Aquatic Acute 1	H400	Sehr giftig für Wasserorganismen.
Gewässergefährdende Stoffe	Aquatic Chronic 1	H410	Sehr giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
Gewässergefährdende Stoffe	Aquatic Chronic 2	H411	Giftig für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
Gewässergefährdende Stoffe	Aquatic Chronic 3 ¹⁰¹	H412	Schädlich für Wasserorganismen mit langfristiger Wirkung.
Gewässergefährdende Stoffe	Aquatic Chronic 4	H413	Kann für Wasserorganismen schädlich sein, mit langfristiger Wirkung.

Für die Kategorie Aquatic chronic 3 (langfristig (chronisch) gewässergefährdend, H412) wurde für den Blauen Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden eine Ausnahme verhandelt, da sie nach Rückmeldung aus Fachkreisen zum Ausschluss des Einsatzes spezieller mineralischer Spurennährstoffdünger führen könnte, die definitionsgemäß in sehr geringen Konzentrationen eingesetzt werden. Um in angemessenen Fällen ggf. ihren Einsatz zu ermöglichen, kann eine Ausnahmegenehmigung bei RAL beantragt werden, wenn die Zusammensetzung der mineralischen Spurennährstoffdünger der DüMV (2019) entspricht. Die Bewertung erfolgt in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt als Einzelfallprüfung (s. Fußnote 101).

Ergänzend zu den allgemeinen stofflichen Anforderungen wird vorgeschlagen, einige Stoffe auszuschließen, die für Kultursubstrate zwar in Frage kommen können, aber aus Umweltsicht bedenklich scheinen und keinen Mehrwert bieten, der diese Bedenken aufwiegen würde. Hierzu gehören insbesondere synthetische Polymere (und damit kunststoffummantelte

¹⁰⁰ Neue Gefahrenkategorien unter CLP-V (2008), rechtlich verbindlich für neu in Umlauf gebrachte Stoffe spätestens ab 01. Mai 2025, für bereits im Umlauf befindliche Stoffe spätestens ab 01. November 2026

¹⁰¹ Für mineralische Spurennährstoffdünger, welche in die Kategorie Aquatic chronic 3 eingestuft sind, kann eine Ausnahmegenehmigung bei RAL beantragt werden, wenn die Zusammensetzung der DüMV entspricht. Die Bewertung erfolgt in Abstimmung mit dem Umweltbundesamt als Einzelfallprüfung.

Langzeitdünger). Auch Pestizide sollten nicht in ausgezeichneten Produkten enthalten sein, um ihre Umweltverträglichkeit, insbesondere in Hinblick auf Insektenfreundlichkeit und gesundheitliche Unbedenklichkeit zu gewährleisten. Da Kultursubstrate und insbesondere Blumenerden unkontrolliert in die Umwelt ausgebracht werden können, dürfen keine genetisch veränderten Organismen (GMO) eingesetzt werden. Generell werden zudem mineralölbasierte Stoffe ausgeschlossen, was in Einklang mit dem regenerativen Charakter der ausgezeichneten Kultursubstrate steht.

Vorschlag Vergabekriterien

Die Einhaltung der gesetzlichen Regelungen des europäischen und deutschen Chemikalienrechts wird vorausgesetzt; hierzu gehören insbesondere die REACH-V (2006) Anhang XIV und XVII, die POP-V (2019) Anhang I, CLP-V (2008).

Folgende Stoffe und Gemische dürfen den organischen Kultursubstraten nicht als konstitutionelle Bestandteile⁹⁸ zugesetzt werden:

- ▶ Stoffe, die unter REACH-V (2006) als besonders besorgniserregend identifiziert (SVHC) und in die gemäß REACH Artikel 59 Absatz 1 erstellte Liste (sogenannte "Kandidatenliste") aufgenommen wurden
- ▶ Stoffe und Gemische, die gemäß CLP-V (2008) in Gefahrenkategorien nach Tabelle 5 eingestuft sind oder die Kriterien für eine solche Einstufung erfüllen.

Neben den allgemein ausgeschlossenen Stoffen dürfen folgende produktspezifische Zusätze nicht als konstitutionelle Bestandteile⁹⁸ in den organischen Kultursubstraten enthalten sein:

- ▶ Pestizide (chemische Pflanzenschutzmittel und Biozidprodukte)
- ▶ genetisch veränderte Organismen
- ▶ synthetische oder modifizierte Polymere
- ▶ Mineralöle und mineralölbasierte Tenside

Nachweise

Zusätzlich zu der unter Kapitel 5.2.1 geforderten vollständigen Auflistung der Substrat- ausgangsstoffe und aller neben den Substrat- ausgangsstoffen absichtlich zugesetzten Stoffen erklärt der Antragsteller jeweils die Einhaltung der beschriebenen Anforderungen an die übergeordneten Stoffausschlüsse, ggf. inkl. entsprechenden Erklärungen der Hersteller/ Lieferanten bzw. der relevanten Sicherheitsdatenblätter.

Sämtliche Änderungen am Produkt und der Zusammensetzung sind RAL gGmbH unverzüglich mitzuteilen und die Einhaltung der Anforderung ist erneut zu dokumentieren. Bei einer Verlängerung der Gültigkeit der Vergabekriterien sind erneute Erklärungen des Herstellers oder Lieferanten vorzulegen.

5.2.3 Organischer Anteil

Wie in den Kapiteln 3 und 5.1 zum Geltungsbereich dieses Umweltzeichens dargestellt, soll es sich bei den Kultursubstraten um organische Kultursubstrate und Blumenerden handeln. Dies wird über die Definition eines Mindestorganikgehaltes sichergestellt. Dieser soll, wie im AT- UZ 032, über den Glühverlust der Trockenmasse bestimmt werden, da es sich dabei um eine etablierte und genaue Methode handelt.

Sowohl im AT-UZ 032 als auch im EU-UZ 048¹⁰² wurde der Grenzwert zu 15 Gew.-% in der Trockenmasse festgelegt. Dieser Wert entspricht dem Abfallende-Kriterium für Bioabfälle (Saveyn und Eder 2013). Auch das RAL-GZ 251 legt diesen Mindestwert für Substrat- und Fertigkomposte fest. Nach dem Musterprüfzeugnis der BGK liegt der Median bei Fertigkomposten jedoch bei fast 40 %.¹⁰³ Die österreichische Kompostverordnung definiert in den Begriffsbestimmungen eine Anforderung von mindestens 20 Gew.-% (AT-KompostV 2001).

Um den Wert von organischer Substanz zu unterstreichen, wurde für den Blauen Engel zunächst ein Mindestorganikgehalt von 30 Gew.-% in der Trockenmasse vorgeschlagen. Nach Rückmeldungen aus dem Fachgespräch wurde es jedoch als realistischer und ausreichend angesehen, den Wert auf 20 Gew.-% in der Trockenmasse zu senken.

Der Organikanteil wird nach der DIN EN 13 039 durch Verglühen der trockenen Probe bei 450 C bestimmt, nach anderen Methoden liegt die Temperatur bei 550 C. Nach BGK (2013) hat dieser Temperaturunterschied keinen Einfluss auf das Ergebnis. Daher können beide Möglichkeiten anerkannt werden. Bei einer definierten Zusammensetzung des mit dem Umweltzeichen auszuzeichnenden Produktes (s. Nachweis in Kap. 5.2.1) sollte der Organikgehalt über die Zeit nicht wesentlich schwanken. Daher wird ein einmaliger Nachweis zur Antragstellung als ausreichend erachtet.

Vorschlag Vergabekriterien

Als Kriterium wird ein Mindestanteil an organischer Substanz von 20 Gew.-% in der Trockenmasse festgelegt, der über den Glühverlust der bei 105°C vorgetrockneten Probe bestimmt wird.

Nachweise

Der Antragsteller legt einmalig zur Antragstellung einen Prüfbericht nach DIN EN 13039, DIN EN 15935; VDLUFA I A 15.2; DIN 18128 oder gleichwertigen Verfahren mit Angaben zum Glühverlust vor.

5.3 Herkunft der Substratausgangsstoffe

In den folgenden Unterkapiteln werden spezifisch für unterschiedliche Substratausgangsstoffe Anforderungen an die Herkunft definiert. Übergeordnet gilt dabei, dass die erforderlichen Unterlagen zu den auf die Rohstoffherkunft bezogenen Nachweisen zum Zeitpunkt der Antragstellung aktuell sein müssen. Als aktuell gelten Nachweise, die nicht älter als sechs Monate sind. Im Falle von Zertifizierungssystemen (s. Kap. 4.4.2 und 4.4.3) gelten darüber hinaus die Aktualisierungsbestimmungen der jeweiligen Nachweisstellen. Insbesondere ist ggf. der Verlust der Zertifizierung bei einzelnen Ausgangsstoffen RAL unverzüglich mitzuteilen und die Maßnahmen zur Wiedererlangung der Zertifizierung darzulegen. Ebenso muss eine Aktualisierungsmitteilung an RAL erfolgen, falls eine Änderung der Bezugsquellen erfolgt. Dieser sind die entsprechenden Nachweise für die geänderten Bezüge beizufügen.

Um den Aufwand für die Hersteller zu begrenzen, wird zudem eine Abschneidegrenze für kleine Volumina definiert. Bei Substratausgangsstoffen, die weniger als 10 Vol.-% des Substrates ausmachen, müssen die in den folgenden Kapiteln geforderten Herkunftsnachweise nicht erbracht werden (die Anforderungen aus Kap. 5.2 gelten in allen Fällen). Die Summe aller auf diese Weise vernachlässigten Substratausgangsstoffe darf jedoch 20 Vol.-% nicht übersteigen.

¹⁰² Hier jedoch nur für Bodenverbesserungsmittel

¹⁰³ S. https://www.kompost.de/fileadmin/docs/guetesicherung/Dokumente_2015/Musterpruefzeugnis_K_2015.PDF; letzter Zugriff: 19.12.2023

Einige mineralische Rohstoffe können in Kultursubstraten sowohl als Substratausgangsstoffe als auch als Substratzusätze eingesetzt werden. Zur Unterscheidung werden folgende Festlegungen getroffen: Geblähte Mineralien, Schaumlava und Bims zählen in jedem Fall als Substratausgangsstoffe. Bei Tonen oder Sanden wird als Unterscheidungskriterium eine Abschneidegrenze von 5 Vol.% definiert. Über diesem Wert handelt es sich um einen Substratausgangsstoff. Nach Einschätzung aus Fachkreisen entspricht dieser Wert der aktuellen Praxis. In den Fällen, wo die Zugabe von Ton/Sand massenbasiert erfolgt, soll der Antragsteller zusätzlich die Rohdichte (trocken) angeben, um eine Umrechnung zu ermöglichen. Nach Amberger-Ochsenbauer und Meinken (2020) liegen die Werte in der Größenordnung von 700-1500 kg/m³ für Tone und 1400-1700 kg/m³ für Sande.

5.3.1 Komposte

Im Hinblick auf eine verantwortliche Herkunft von Komposten werden folgende Aspekte als besonders wesentlich identifiziert:

- ▶ Art des Inputs zur Kompostierung
- ▶ Qualitätssicherung
- ▶ Transporte

Ableitung von Anforderungen

Im Hinblick auf die Art des Inputs zur Kompostierung muss herausgehoben werden, dass die Herstellung und Nutzung von Kompost ermöglicht, einen Abfallstrom nutzbar zu machen und somit in besonderem Maße zur Umsetzung der Kreislaufwirtschaft beiträgt. Die einsetzbaren Anteile von Kompost sind in Kultursubstraten aufgrund der Qualitätsanforderungen jedoch beschränkt. Hinzu kommt, dass unterschiedliche Anwendungsbereiche unterschiedliche Möglichkeiten im Hinblick auf den Einsatz von Komposten haben. Zudem ist die regionale Verfügbarkeit von Komposten, die entsprechende Qualitätsanforderungen erfüllen, nicht immer gegeben. Es wurde daher davon abgesehen, einen Mindestgehalt von Kompost in Kultursubstraten, die mit einem Blauen Engel ausgezeichnet werden sollen, festzulegen. Der eingesetzte Anteil ist jedoch jeweils im Rahmen der Angabe der Gesamtzusammensetzung auszuweisen. Zudem soll dargestellt werden, welche Art organischer Reststoffe (Grüngut, Biogut, Gärreste) als Input zur Kompostierung eingesetzt wurde. Die erlaubten Eingangsstoffe (Positivliste) sind dabei grundlegend durch die Bioabfallverordnung (BioAbfV 1998) geregelt. Über die Anforderungen der Gütesicherungssysteme können weitere Einschränkungen hinzukommen. Der Einsatz von Gärrestkomposten aus Vergärungsanlagen, die mit Anbaubiomasse betrieben werden („NawaRo-Anlagen“) wird ausgeschlossen. Begründet wird der Ausschluss damit, dass es aus ökologischer Sicht als nicht zielführend angesehen wird, Biomasse zum Zweck der Vergärung anzubauen¹⁰⁴. Dieser Behandlungsweg sollte auf organische Stoffe angewendet werden, die als Reststoffe anfallen und (nur) so einer hochwertigen Verwertung zugeführt werden können.

Unter dem Aspekt der Qualitätssicherung ist sowohl die Sicherstellung der Produktqualität als auch die Umsetzung guter fachlicher Praxis beim Anlagenbetrieb wichtig. Die besondere Relevanz der Sicherstellung der Produktqualität ergibt sich bei Komposten aufgrund des Einsatzes von Abfallstoffen als Ausgangsmaterial. Über die bestehenden rechtlichen Anforderungen (BioAbfV 1998) hinaus soll daher die Teilnahme an einer Gütesicherung erfolgen oder ein äquivalentes System nachgewiesen werden. Basierend auf den Diskussionen in

¹⁰⁴ mit dem Biomasseanbau verbundener Aufwand, Methanschlupf bei der Vergärung

Fachkreisen im Zuge der Erarbeitung dieser Vergabegrundlage sind jedoch auch für andere Substratausgangsstoffe Aspekte der Qualitätssicherung wesentlich. Daher wird dieser Punkt übergeordnet in eine eigene Anforderung zur Qualitätssicherung ausgelagert, die neben der Qualitätssicherung des Produktes (organisches Kultursubstrat) auch Festlegungen für Substratausgangsstoffe enthält (vgl. Kap. 5.5).

Die Herstellung von Komposten ist mit einem vergleichsweise hohen Treibhauspotenzial verbunden, das zum einen auf die Emissionen im Prozess, zum anderen auf Transportemissionen zurückgeht. Den Prozessemissionen kann durch die Umsetzung guter fachlicher Praxis entgegengewirkt werden. Im RAL-GZ 251 werden auch Anforderungen an das Kompostierungsverfahren gestellt und überprüft (s. Kap. 4.1.2), wodurch eine Berücksichtigung über die Anforderung der Teilnahme an einer Gütesicherung enthalten sein kann (s. Kap. 5.5).

Aufgrund des hohen Gewichts von Kompost sollten die Transportstrecken möglichst gering gehalten werden, weshalb eine gute lokale Verfügbarkeit von (Grüngut-)Komposten für den Einsatz in Substraten ist sehr wichtig ist. Diese ist jedoch bisher, insbesondere in der Nähe größerer Erdenwerke, nicht ausreichend gewährleistet (Luyten-Naujoks 2019, Hirschler et al. 2022). Hirschler et al. (2022) vermuten als Grund eine ungenügende Infrastruktur und empfehlen, eine Untersuchung der regionalen Verfügbarkeit von Grüngut und der Kompostierungsinfrastruktur. Nach Luyten-Naujoks (2019) ist neben der Lage der Grüngutkompostanlagen und Erdenwerke, auch die Abstimmung von Erdenwerk und Kompostierung in Hinblick auf die Ausrichtung der Kompostierung und die Vereinbarung von Qualitätskriterien wesentlich. Zudem spielt die Akzeptanz von Kompost als Substratausgangsstoff eine Rolle. Da Substratkompost vergleichsweise hochpreisig ist, vermuten Hirschler et al. (2022), dass bei einer steigenden Nachfrage aus der Substratindustrie ein ökonomischer Anreiz für Kompostierungsanlagen besteht Substratkompost herzustellen. Schneider (2022) ergänzt, dass insbesondere an Orten mit hohen Einwohnerzahlen Kompostierung stattfinden kann. Dagegen sind (große) Erdenwerke traditionell in Niedersachsen in ländlichen Gebieten etabliert.

Im Hinblick auf die unterstützenden Faktoren für die Verwendung von Kompost in Substraten wurde bei der Entwicklung der Vergabekriterien angestrebt, ein Kriterium aufzustellen, das den Aspekt „lokale Verfügbarkeit von zur Substratherstellung geeigneten Komposten“ abbildet. Die reine Festlegung maximal zulässiger Transportdistanzen schien dabei nicht zielführend, da dadurch bei mangelnder Infrastruktur der Einsatz von Komposten möglicherweise erschwert oder unmöglich gemacht würde. Es wurde daher vorgeschlagen, als Indikator die Angabe der Entfernung zum nächstgelegenen Kompostwerk zu fordern mit einer zusätzlichen Begründung, falls Kompost von einem weiterwegliegenden Werk bezogen wird (z.B. aus Qualitätsgründen). Dies hätte einen Denkanstoß bewirken können, mit dem näherliegenden Werk in Kontakt zu treten, um möglicherweise durch bessere Abstimmung die benötigten Qualitäten sicherzustellen. Zudem sollte dargestellt werden, ob der Einsatz von Kompost in den Substraten aufgrund mangelnder lokaler Verfügbarkeit geringer ausfällt als gartenbaufachlich möglich wäre, um einen Rückschluss zuzulassen, inwiefern ein Nachziehen der Infrastruktur eine Steigerung des Einsatzes zur Folge hätte. Derartige Anforderungen sind jedoch systemischer Art und erfordern für ihre tatsächliche Auswertbarkeit eine systematische, repräsentative Herangehensweise. Demgegenüber handelt es sich beim Blauen Engel um ein Produkt-Label, das nur von ausgewählten Herstellern nachgefragt wird. Die Anforderungen müssen dementsprechend konkret, überprüfbar und auf das Produkt bezogen gewählt werden. Daher wurde dieser Aspekt wieder aufgegeben.

Vorschlag Vergabekriterien

Zusammenfassend wird in den Vergabekriterien eine Positivliste für zulässige Einsatzstoffe zur Kompostierung festgelegt, sowie gefordert, dass transparent dargestellt werden soll, aus welcher Art organischer Reststoffe (Grüngut, Biogut, Gärreste inkl. Angabe der Art des Inputs der Biogasanlagen) die Komposte hergestellt werden. Gärrestkomposte aus NawaRo-Anlagen sind von der Vergabe ausgeschlossen. Als Abschneidekriterium wird ein Anteil von max. 20 Gew.-% Biomasse, die mit dem Ziel der Vergärung produziert wurde, am Input der Vergärungsanlage festgelegt. Die BioAbfV (1998) gilt als Mindestanforderung in Hinblick auf die zulässigen Ausgangsstoffe. Falls über die nach Kap. 5.5 geforderte Teilnahme an einem System der Gütesicherung (oder äquivalent) weitergehende Anforderungen bestehen, gelten diese übergeordnet.

Nachweise

Der Antragsteller führt das Ausgangsmaterial der Komposte anhand der eingesetzten Mengenteile (Grüngutkompost, Biogutkompost, Gärrestkomposte unter qualitativer Angabe der Art des Inputmaterials der Vergärungsanlagen und Beachtung der Anforderung an Reststoffvergärung) auf. Die Angabe erfolgt als Mengen- oder Prozentangaben (gerundete Jahresmittelwerte). Werden Komposte von unterschiedlichen Anlagen bezogen, ist die Darstellung als Mittelwert über alle Anlagen ausreichend. Als Nachweis kann ein gültiges HORTICERT-Zertifikat anerkannt werden, aus welchem das Ausgangsmaterial der eingesetzten Komposte wie oben dargestellt hervorgeht. Falls Vergärungsanlagen auch Biomasse, die mit dem Ziel der Vergärung produziert wurde, einsetzen, muss vom Anlagenbetreiber, der den Gärrest bereitstellt, ausgewiesen werden, wie hoch ihr Anteil am Gesamtinput ist (Jahresmittelwert, zulässiges Maximum 20 %).

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Der Aspekt der lokalen Verfügbarkeit von zur Substratherstellung geeigneten Komposten (Infrastruktur, Akzeptanz, Qualitäten) wird als sehr wichtig erachtet. Es konnte jedoch aktuell kein adäquates produktbezogenes Kriterium formuliert werden. Die Entwicklung der (Angebots-)Situation sollte daher in der Revision betrachtet werden, um ggf. zu einem späteren Zeitpunkt Anforderungen abzuleiten. Dabei kann auch geprüft werden, inwiefern dieser Aspekt durch die HORTICERT-Zertifizierung z.B. im Rahmen der Entwicklungsindikatoren adressiert wird.
- ▶ Es sollte geprüft werden, welche Qualitätssicherungssysteme konkret gewählt wurden und welche Best-Practice-Anforderungen zur Vermeidung von Prozessemissionen darin jeweils bestehen. Darauf basierend kann, auch unter Berücksichtigung der Erfahrungen von HORTICERT, überlegt werden, ob weitere Anforderungen formuliert werden sollten.

5.3.2 Rindenumus

Als wichtigster Aspekt im Hinblick auf die nachhaltige Herkunft von Rindenumus wurde eine nachhaltige Forstwirtschaft identifiziert, die auch den Nährstoffhaushalt der Wälder im Blick hat.

Ableitung von Anforderungen

Als Mindestkriterium zur Sicherung der Nährstoffversorgung wird der Nicht-Derbholzverbleib im Wald gesehen. Diese Anforderung ist Teil etablierter Zertifizierungssysteme für eine nachhaltige Forstwirtschaft. Abhängig von den Standortbedingungen kann es nötig sein, weitergehend anteilig vor Ort zu entrinden und eine Rückverteilung in die Fläche sicherzustellen. Dies wird allerdings noch nicht systematisch umgesetzt und durch die

Zertifizierungssysteme nicht adressiert. Da es jedoch gängige Praxis zu sein scheint, dass die Hersteller von Rindenhumus Rinde aus Sägewerken beziehen, d.h. der Rindenanteil verwendet wird, der dem Wald bereits entnommen wurde, wurde diese Forderung in die vorliegenden Kriterien aufgenommen. Die Sicherstellung, dass (vorgelagert) ein ausreichender Teil der Rinde im Wald verbleibt und dort auch systematisch zur Nährstoffversorgung rückverteilt wird, muss zukünftig adressiert werden, wenn diese Anforderung einen ökologischen Nutzen haben soll.

Vorschlag Vergabekriterien

Basierend auf der obigen Überlegung wird vorgeschlagen, dass für die Herstellung von Rindenhumus nur Rinde eingesetzt werden darf, die bei der Entrindung in Sägewerken anfällt. Für die verwendete Rinde muss nachgewiesen werden, dass sie Anforderungen an eine nachhaltige Forstwirtschaft genügt.

Nachweis

Zum Nachweis müssen zwei Fälle unterschieden werden:

Stellt der Antragsteller den Rindenhumus selbst her, weist er für alle verarbeiteten Rindenrohstoffe über ein gültiges Produktketten (CoC)-Zertifikat des Zulieferbetriebs und den Claim auf Lieferschein/Rechnung nach, dass massenbilanziell mindestens 70% zertifizierte Rinde verarbeitet werden und die Rinde den Anforderungen des Forest Stewardship Council (FSC), der Naturland-Kriterien oder des Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) für nachhaltige Waldbewirtschaftung genügt.¹⁰⁵

Für den Fall, dass der Antragsteller Rindenhumus einkauft, der nicht eigenständig als Produkt nach den genannten Anforderungen zertifiziert ist, kann zunächst auch über eine Bestätigung des Rindenhumusherstellers nachgewiesen werden, dass die dafür verwendete Rinde den Anforderungen nach FSC, Naturland, PEFC (oder vergleichbar) genügt. Dieser Bestätigung ist das gültige CoC-Zertifikat des Zulieferbetriebs der Rinde, dass massenbilanziell mindestens 70 % zertifizierte Rinde eingesetzt werden, beizufügen. Zudem müssen im Umfang des Rindenbezugs für den verkauften Rindenhumus Lieferscheine/Rechnungen inkl. Claim vom Rindenhumushersteller nachgewiesen werden.

Eine HORTICERT-Zertifizierung wird als Nachweis für die Einhaltung des Kriteriums anerkannt, wenn der Antragssteller zusätzlich bestätigt, dass nur Rinde eingesetzt wird, die bei der Entrindung im Sägewerk angefallen ist.

Mögliche weitere Aspekte

- Die Anforderung, dass nur Rinde eingesetzt werden darf, die bei der Entrindung in Sägewerken anfällt, also dem Wald bereits entnommen wurde, sollte kritisch überprüft werden. Dabei sollte untersucht werden, inwiefern systematische Ansätze zur Sicherstellung einer ausgeglichenen Nährstoffbilanz von Wäldern durch adäquate Rückverteilung von bei Holzentnahme anfallenden Rindenmengen etabliert werden. Im Abgleich damit muss geprüft werden, inwiefern die gestellte Anforderung zielführend ist. Nach Barnack (2023) sollte dabei standortabhängig auch die Bodenbeschaffenheit berücksichtigt werden, da nährstoffarme und trockene Gegenden andere Anforderungen als nährstoffreiche und feuchte Gegenden haben. Falls die Anforderung aufrechterhalten wird, sollte geprüft werden, ob auch andere Betriebe, die Holz weiterverarbeiten, als Quelle in Frage kommen können.

¹⁰⁵ Ein vergleichbarer Standard ist zulässig, nach dem Beschaffungserlass des Bundes muss der Nachweis der Vergleichbarkeit durch das Thünen-Institut oder das BfN erbracht werden.

- ▶ Im Hinblick auf die zukünftige Verfügbarkeit von Fichtenrinde sollte verfolgt werden, inwiefern auch die Rinde anderer Baumarten eingesetzt werden kann.
- ▶ Für den Fall, dass der Substrathersteller Rindenhumus zukaft, sollte bei der Revision geprüft werden, ob eine Nachhaltigkeitszertifizierung bis zum Produkt Rindenhumus gefordert werden kann. Insbesondere sobald HORTICERT etabliert ist, sollte die Verfügbarkeit von zertifiziertem Rindenhumus gegeben sein, wobei natürlich auch andere Siegel anerkannt werden können.

5.3.3 Holzfasern

Basierend auf den Überlegungen in Kapitel 4.1.3 wurden im Hinblick auf die Herstellung von Holzfasern die folgenden Punkte als besonders bedenkenswert identifiziert.

- ▶ Nachhaltige Forstwirtschaft
- ▶ Temperaturbegrenzung und Begrenzung von Zusatzstoffen bei der Holzerfaserung

Weitere wichtige Fragen sind die Verfügbarkeit von geeigneten Holzarten sowie die Herangehensweise bei der Bewertung der CO₂-Emissionen (vgl. Kap. 4.5).

Ableitung von Anforderungen

Im Hinblick auf die nachhaltige Herkunft können drei verschiedene Kategorien von Holzreststoffen unterschieden werden.

- ▶ Altholz, Grüngut und Landschaftspflegeholz
- ▶ Industrierestholz
- ▶ Waldrestholz

Der Anfall von Altholz, Grüngut, sowie Landschaftspflegeholz steht nicht in Verbindung mit der Forstwirtschaft, da hier kein direkter Eingriff in Wälder stattfindet. Im Fall von (unbehandeltem) Altholz wird ein Produkt am Lebensende weitergenutzt, Grüngut und Landschaftspflegeholz stammen von Flächen mit intensiver menschlicher Nutzung. Daher werden hier keine weitergehenden Anforderungen an eine nachhaltige Herkunft gestellt. Bei Altholz muss jedoch die Schadstofffreiheit gewährleistet sein, d.h. es darf nur reines Holz, chemisch unbehandelt und frei von Faulstellen, eingesetzt werden. Zusätzlich muss erwähnt werden, dass insbesondere Grüngut und Landschaftspflegeholz i.d.R. Laubhölzer sind und hohe Rindenanteile haben können. Die technische Eignung ist daher unklar und aktuell werden diese Holztypen i.d.R. nicht zur Holzfasernerstellung genutzt.

Industrierestholz, insbesondere Hackschnitzel und -späne aus Sägewerken, sind aktuell der Hauptrohstoff für Holzfasern (s. Kap. 4.1.3). Dieser Stoffstrom unterliegt aktuell einer hohen Nutzungskonkurrenz, seine Reststoffeigenschaft kann daher kritisch hinterfragt werden. Allerdings trägt aus Sicht von Experten*Expertinnen vorwiegend die (weniger hochwertige) energetische Nutzung zur starken Nutzungskonkurrenz bei. Zudem sind Holzfasern aktuell ein mengenmäßig relevanter Torfersatzstoff (vgl. Kap. 4.2). Daher wurde davon abgesehen, die Verwendung von Industrierestholz zur Holzfasernerstellung zu beschränken. Eine Herkunft aus an Nachhaltigkeitskriterien orientierter Forstwirtschaft muss jedoch sichergestellt werden. Zur Vermeidung von Schadstoffeintrag und in Einklang mit der DüMV (2019) darf nur chemisch unbehandeltes Holz eingesetzt werden.

Zusätzlich zum Nachweis einer an Nachhaltigkeitskriterien orientierten Forstwirtschaft soll Holz, das von kontinuierlich bewaldeten Flächen stammt, „Waldrestholz“ sein, d.h. es darf insbesondere kein hochwertiges Stammholz zur Holzfaserherstellung eingesetzt werden. Eine Ausnahme stellt die Nutzung von Käferschadholz dar, das durch das klimawandelbedingte Fichtensterben in den kommenden Jahren voraussichtlich in größeren Mengen anfallen wird und für massive Anwendungen im Baubereich nicht eingesetzt werden kann. Als Unterscheidungsmerkmal für die Minderwertigkeit kann die Einstufung als Energieholz im Sinne der Rahmenvereinbarung für den Rohstoffhandel in Deutschland RVR (2023) herangezogen werden. In Orientierung an dem ehemaligen Umweltzeichen „Technisch getrocknete Holzhackschnitzel / Holzpellets“ (DE-UZ 153) sollen zudem einige konkrete ökologische Anforderungen sichergestellt sein. Sie sind teilweise durch die Zertifizierungssysteme berücksichtigt, müssen jedoch für den Fall, dass sie nicht enthalten sind, darüber hinausgehend nachgewiesen werden. Sie betreffen die Sicherstellung des Nicht-Derbholzverbleibs im Wald, den Verzicht auf Vollbaumnutzungsmethoden, den Verzicht auf Pestizid- und Düngemiteleininsatz sowie die Einhaltung der flächenbezogenen Nachhaltigkeitsanforderungen nach der europäischen Erneuerbare Energien Richtlinie (RED II). Die Einschränkungen des EU-UZ 048 und der DüPV (2019) zur Verarbeitungstemperatur und Zusätzen bei der Holzfaserherstellung wurde nicht übernommen. Dies wird damit begründet, dass die Bedenken bezüglich Schadstoffbildung durch Analysen nicht belegt wurden (GGs 2021). Zudem liegen die zu erwartenden Prozesstemperaturen nicht weit über 100°C. Auch im AT-UZ 32 findet sich keine vergleichbare Einschränkung.

Vorschlag Vergabekriterien

Bei Verwendung von Altholz, Grüngut- und Landschaftspflegeholz zur Holzfaserherstellung werden keine Nachhaltigkeitsanforderungen an die Herkunft gestellt, eine Nutzung kann selbstredend nur bei technischer Eignung erfolgen. Bei Altholz erfolgt der Nachweis, dass es unbehandelt ist, über die Einordnung in Altholzkategorie A I nach AltholzV (2002). Die Freiheit von Faulstellen muss vom Holzfaserhersteller augenscheinlich festgestellt werden.

Bei Verwendung von Industrierestholz dürfen nur chemisch unbehandelte Holzrückstände verwendet werden, die bei der Verarbeitung von Stammholz (z.B. in Sägewerken) anfallen. Für das Holz ist nachzuweisen, dass es Anforderungen an eine nachhaltige Forstwirtschaft genügt.

Bei Verwendung von Holz, das von kontinuierlich bewaldeten Flächen stammt, sind neben dem Nachweis, dass es Anforderungen an eine nachhaltige Forstwirtschaft genügt, die folgenden konkreten Anforderungen¹⁰⁶ insbesondere zu erfüllen:

- ▶ keine Nutzung von Stammholz (Unterscheidungsgrenze: Durchmesser > 20 cm); Ausnahme: nachweislich minderwertiges Stammholz (z.B. Käferschadholz) darf eingesetzt werden,
- ▶ Verbleib von Nichtderbholz (Durchmesser < 7 cm) auf der Fläche, Vollbaumnutzungsmethoden werden nicht durchgeführt,
- ▶ kein Einsatz von Pestiziden (außer bei Schädlingsbekämpfung aufgrund einer behördlichen Anordnung),
- ▶ keine Düngung zur Ertragssteigerung

¹⁰⁶ Diese Anforderungen können bereits durch die Zertifizierungssysteme berücksichtigt sein. Hier genügt der explizite Nachweis, dass sie enthalten sind (s.u. Nachweise).

- Erfüllung der flächenbezogenen Nachhaltigkeitsanforderungen der Richtlinie (EU) 2018/2001 (RED II) bzw. ihrer Nachfolgerichtlinie erfüllt sind.

Nachweise

Bei Verwendungen von Altholz (chemisch unbehandelt) und Grüngut/ Landschaftspflegeholz legt der Antragsteller die Deklaration des Zulieferbetriebes vor, dass es sich jeweils um diese Holzklasse handelt. Werden vom Antragsteller Holzfasern bezogen, legt er eine Bestätigung des Holzfaserherstellers vor, dass es sich um eine entsprechende Holzklasse handelt. Dazu ist der Zulieferer des jeweiligen Holzes anzugeben.

Bei Verwendung von Industrierestholz und Waldrestholz müssen bezüglich des Nachweises der Herkunft aus nachhaltiger Forstwirtschaft zwei Fälle unterschieden werden, je nachdem, ob der Antragsteller die Holzfasern selbst herstellt, oder ob er sie zukauf.

Im ersten Fall weist der Hersteller für alle verarbeiteten Holzrohstoffe über ein gültiges CoC-Zertifikat des Zulieferbetriebes und den Claim auf Lieferschein/Rechnung nach, dass massenbilanziell mindestens 70% zertifiziertes Holz verarbeitet werden und das Holz den Anforderungen des Forest Stewardship Council (FSC), der Naturland-Kriterien, oder des Programme for the Endorsement of Forest Certification Schemes (PEFC) für nachhaltige Waldbewirtschaftung und einer geschlossenen Produktkette (CoC)¹⁰⁵ genügt.

Im zweiten Fall kann der Antragsteller einerseits Holzfasern zukaufen, die nach den oben genannten Kriterien zertifiziert sind und das entsprechende Zertifikat als Nachweis vorlegen. In einer ersten Phase, in der die Zertifizierung von Holzfasern noch nicht weit verbreitet ist, ist auch der Zukauf von Holzfasern zulässig, die nicht nach den genannten Anforderungen zertifiziert sind. In diesem Fall kann der Antragsteller über eine Bestätigung des Holzfaserherstellers nachweisen, dass das dafür verwendete Holz den Anforderungen nach FSC, Naturland, PEFC (oder vergleichbar) genügt. Dieser Bestätigung ist das gültige CoC-Zertifikat des Zulieferbetriebes des Holzes, dass massenbilanziell mindestens 70 % zertifiziertes Holz eingesetzt werden, beizufügen. Zudem müssen im Umfang des Holzbezugs für die verkauften Holzfasern Lieferscheine/Rechnungen inkl. Claim vom Holzfaserhersteller nachgewiesen werden.

Bei Verwendung von Industrierestholz legt der Antragsteller zudem die Deklaration des Zulieferbetriebes vor, dass es sich um "Chemisch unbehandelte Holzrückstände" handelt.

Bei Holz, das von kontinuierlich bewaldeten Flächen stammt, legt der Antragsteller die Deklaration des Zulieferbetriebes vor, dass es sich um "Waldrestholz" handelt, d.h. insbesondere kein hochwertiges Stammholz (Durchmesser > 20cm) enthalten ist bzw. dass es sich bei Stammholz ggf. um Energieholz nach RVR (2023) oder einer vergleichbaren Sortierung handelt. Zudem erbringt den Nachweis, dass die vier weiteren oben insbesondere genannten Kriterien in den Standards der zertifizierenden Institution enthalten sind. Alternativ kann der Nachweis aller Kriterien auch durch eine Bescheinigung durch eine anerkannte Umweltgutachterin* einen anerkannten Umweltgutachter nach UAG (2002) erbracht werden.

Eine HORTICERT-Zertifizierung wird in beiden Fällen als Nachweis für die Einhaltung des Kriteriums anerkannt. Bei Holz von kontinuierlich bewaldeten Flächen muss zusätzlich der Nachweis erbracht werden, dass keine Nutzung von Stammholz erfolgt, bzw. nur nachweislich als minderwertig eingestuftes Holz¹⁰⁷ eingesetzt wird.

¹⁰⁷ Energieholz im Sinne der Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland RVR (2023) oder im Sinne einer vergleichbaren Sortierung

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Bezüglich des Herstellungsprozesses sollten etwaige Entwicklungen im Hinblick auf die Einschränkungen nach EU-UZ 048 bzw. DüPV (2019) (maximale Verarbeitungstemperatur von 100°C, keine Zugabe von anderen Stoffen außer Wasser) geprüft werden. Falls sich Anhaltspunkte finden, dass dabei bedenkliche Stoffe entstehen und/oder zugegeben werden, muss darüber nachgedacht werden, hier entsprechende Anforderungen zu formulieren.
- ▶ Die Verfügbarkeit von Nadelholz, insbes. Fichtenholz, in Deutschland wird klimawandelbedingt in den kommenden Jahren zwar zunächst hoch sein, nach Abschluss des Umbaus der Wälder wird diese Holzart jedoch weitgehend wegfallen. Die Entwicklungen zur Nutzung alternativer Holzarten und -herkünfte sollten daher im Blick behalten werden sowie ob sich daraus u.U. Anforderungen an zu bevorzugende Holzarten ergeben.
- ▶ Wie bei Rindenumus sollte für den Fall, dass der Substrathersteller Holzfasern zukaft, bei der Revision geprüft werden, ob eine Nachhaltigkeitszertifizierung bis zum Produkt Holzfaser gefordert werden kann. Insbesondere sobald HORTICERT etabliert ist, sollte die Verfügbarkeit zertifizierter Holzfasern gegeben sein, wobei natürlich auch andere Siegel anerkannt werden können.

5.3.4 Kokosprodukte für gartenbauliche Anwendungen

Für die Entwicklung der Vergabekriterien wurden im Hinblick auf die Herkunft aus weit entfernt liegenden Schwellen- und Entwicklungsländern die Aspekte der Verfügbarkeit, der Transporte, sowie der Einhaltung von Umwelt- und Sozialstandards in den Ursprungsländern als besonders relevant identifiziert (s. Kap. 4.1.5).

Ableitung von Anforderungen

Aktuell steht der Einsatz von gartenbaulichen Kokosprodukten noch am Anfang (s. auch Kap. 4.2) und liegt deutlich unter dem Anfall von faserigen Hüllen, die zur Gewinnung von gartenbaulichen Kokosprodukten genutzt werden könnten. Ihre Aufbereitung ist bisher jedoch nur zu einem geringen Grad etabliert. Da es sich um einen technisch sehr geeigneten Torfersatzstoff handelt, besteht um die aktuell verfügbaren Mengen bereits eine starke internationale Konkurrenz. Zudem wird eine schnelle Steigerung der Nachfrage erwartet. Diese liegt insbesondere in Asien, und damit geographisch näher an den Kokosanbaugebieten. Zu berücksichtigen ist außerdem die Frage nach der Nutzung von Reststoffen aus der Kokosfaseraufbereitung zur Bodenverbesserung auf den Kokos-Plantagen selbst. Aus Gründen des Klimaschutzes muss zudem vermieden werden, dass mit der Nutzung von Kokosprodukten Landnutzungsänderungen in Verbindung stehen, die zur Abholzung von Regenwald führen.

Vor diesem Hintergrund erscheint es nicht zielführend, umfassend auf die Nutzung von Kokosmaterialien bei der Herstellung von organischen Kultursubstraten in Deutschland zu setzen. Es wird daher vorgeschlagen, ihren Anteil in Kultursubstraten, die mit dem Blauen Engel ausgezeichnet werden sollen, zu begrenzen. Dadurch soll ein Anreiz geschaffen werden, weiterhin den Einsatz lokaler, insbesondere abfallbasierter Torfersatzstoffe anzustreben und zu optimieren.

Ursprünglich wurde bei der Entwicklung der Vergabekriterien ein maximaler Anteil von 30 Vol.-% vorgeschlagen. Dies geschah vor dem Hintergrund, dass nach Floragard (2022) ein Anteil von 25-30 % Torf einen großen Unterschied bei der technischen Qualität von Substraten macht. Da Kokosprodukte dem Torf sehr nahekommen, sollte eine Möglichkeit gegeben werden, diesen Wert zu imitieren. Nach Rückmeldungen aus der Substratindustrie werden je nach Anwendungsbereich jedoch höhere Kokosanteile benötigt. Daher wurde der Wert auf maximal

50 Vol.-% angehoben. Aufgrund des vergleichsweise hohen Preises besteht nach GGS (2023b) ohnehin der Anreiz, den Einsatz von Kokosprodukten möglichst gering zu halten.

Daneben wurden für die eingesetzten Mengen Anforderungen an den Transport sowie Umwelt- und Sozialstandards bei der Herstellung erörtert.

Der Transport von der Stelle der Faseraufbereitung im Ursprungsland und über See per Schiff nach Europa erfolgt standardmäßig komprimiert. Neben den spezifischen Kosten werden dadurch auch die spezifischen Transportemissionen gesenkt. Wenn ab dem europäischen Hafen weiter in komprimierter Form bis zum Erdenwerk in Deutschland transportiert wird, bleibt dieser Vorteil erhalten. Von Seiten der Substratindustrie wurde angemerkt, dass eine vorgelagerte Rekonstituierung in einem darauf spezialisierten Werk, evtl. auch weitere Aufbereitung¹⁰⁸, wünschenswert sein kann. Daher wurde es als zu streng erachtet, die komprimierte Anlieferung bis zum Erdenwerk als Anforderung für eine Blaue-Engel-Kennzeichnung aufzunehmen. Es sollte jedoch begründet dargestellt werden, weshalb durch eine eventuelle vorgelagerte Dekomprimierung nachteilige Umweltwirkungen durch einen erhöhten Transportaufwand in Kauf genommen würden. Da eine derartige Begründung jedoch kein klares Kriterium in Hinblick auf die Erfüllung/Nicht-Erfüllung einer Anforderung darstellt, wurde von einer Aufnahme in den endgültigen Vorschlag der Vergabekriterien abgesehen. Die HORTICERT-Zertifizierung wird im Rahmen der THG-Bilanzierung auch den mit den Transporten verbundenen Aufwand berücksichtigen und möglicherweise in Verbindung mit einem Entwicklungsindikator fortlaufende Verbesserungen fordern. Dies kann bei der Revision dieser Vergabekriterien berücksichtigt werden.

Ein weiterer umweltrelevanter Aspekt ist die Wassernutzung beim Waschen/Puffern der Kokosmaterialien und insbesondere der Umgang mit aufgesalzenen Abwässern. Dieser Punkt wird von großen europäischen Firmen der Branche bereits besonders herausgestellt. Dutch Plantin wirbt mit der Nutzung von Umkehrosmose zur Reduktion des Wasserbedarfs (Dutch Plantin 2023a). Shakti Cocos der Klasmann-Deilmann-Gruppe gibt an, dass auf umweltgerechte Entsorgung der Abwässer großer Wert gelegt wird und dass diese gereinigt in der Kokosmarkproduktion wiederverwendet oder zur Bewässerung eingesetzt werden (Klasmann-Deilmann 2023). Auch MCS (2023) gibt an, dass die im Rahmen der Entwicklung des Zertifizierungssystems HORTICERT besuchten Werke, die Kokosprodukte zur gartenbaulichen Nutzung aus Kokosmark und kurzen Fasern herstellen und exportieren, Maßnahmen zum Wassermanagement umgesetzt hatten. Im Rahmen der Studie wurde jedoch kein aktuell verfügbares Zertifizierungssystem identifiziert, das ökologische Aspekte der Herstellung gartenbaulicher Kokosprodukte adressiert. Zwar ist nach Brendel et al. (2020) für Kokosöl insbesondere das Siegel der Rainforest Alliance verfügbar (zzgl. in geringerem Umfang Bio-Kokosöl und Fairtrade-Ware), das auch ökologische Aspekte berücksichtigt. Auf Rückfrage wurde jedoch mitgeteilt, dass gartenbauliche Kokosprodukte bisher nicht zertifiziert werden, da gerade bei reststoffbasierten Produkten die Herstellungskette sehr schwer nachverfolgbar ist (Rainforest Alliance 2022). Auch der International Sustainability and Carbon Certification-Standard ISCCplus deckt noch nicht agrarische Reststoffe für den Einsatz in Kultursubstraten ab. Dies wird von MCS unter dem neuen System der Torfersatzstoffzertifizierung (HORTICERT) entwickelt (MCS 2023). Im Rahmen des Standards des Roundtable on Sustainable Biomaterials

¹⁰⁸ Im Hinblick auf eine u.U. nötige weitere Aufbereitung erscheint es sinnvoll, diese bereits im Ursprungsland (unter Einhaltung angemessener Umweltstandards) durchzuführen, um damit den Erdenwerken in Europa die Möglichkeit zu erhalten, komprimiertes Material zu beziehen, und damit Transportaufwand zu reduzieren.

(RSB) werden zwar Produkte aus Reststoffen zertifiziert. Dies scheint allerdings vorwiegend in Hinblick auf Biokraftstoffe der zweiten Generation etabliert zu sein (vgl. RSB-STD-01-010 (Version 2.5)). Nach RSB-Standard zertifizierte gartenbauliche Kokosprodukte wurden nicht auf dem Markt gefunden. Aus diesem Grund wird für die Zertifizierung mit dem Blauen Engel zunächst eine eigenständige Formulierung vorgeschlagen, die verlangt, dass die Anlagen zur Herstellung der Kokosprodukte über Konzepte für die Prozesswassernutzung und die Behandlung der entstehenden Abwässer verfügen, um einen sparsamen Umgang mit Prozesswasser und eine umweltgerechte Entsorgung der Abwässer sicherzustellen. Dazu wird die Bestätigung durch Dritte (z.B. lokale Behörde, Umweltgutachter*Umweltgutachterin) gefordert. Ein Nachweis nach HORTICERT wird anerkannt, sobald das System verfügbar ist. Mit einer steigenden Relevanz gartenbaulicher Kokosprodukte am Markt wird es zukünftig möglicherweise auch andere Systeme geben, die eine entsprechende Zertifizierung anbieten.

Der Energieeinsatz der Produktion wurde nicht gesondert berücksichtigt, da die anschließende Trocknung i.d.R. solar erfolgt. Auch auf Anforderungen auf Ebene der Landwirtschaft wurde verzichtet, da es nicht darstellbar schien, ohne ein bestehendes Zertifizierungssystem eine entsprechende Überprüfung sicherzustellen. Insbesondere, da hier ein Reststoff der weiterverarbeitenden Industrie eingesetzt wird und der Kokosanbau vorwiegend in kleinbäuerlichen Strukturen abläuft, wären weitergehende Anforderungen mit einem nicht darstellbaren Aufwand verbunden. Obwohl auch Kokospalmen in vielen Fällen in Monokulturen angebaut werden, wird vermutet, dass der Pestizideinsatz aus ökonomischen Gründen eher gering ist (Brendet et al. 2020).

Im Hinblick auf soziale Gesichtspunkte setzen einige Verarbeitungswerke nach eigenen Angaben bereits Maßnahmen um (Dutch Plantin 2023b, Shakti Cocos 2023, Kokosflora 2023). Dazu sind insbesondere nach dem SA8000-Standard (s. Kap. 4.4.3) zertifizierte gartenbauliche Kokosprodukte verfügbar. MCS (2023) bestätigt, dass dieser Standard bereits viele soziale Anforderungen abdeckt. Allerdings werden aktuell häufig nur die Werke zertifiziert, die Kokosprodukte zur gartenbaulichen Nutzung herstellen und exportieren. Eine Zertifizierung der sozialen Bedingungen auf vorgelagerter Ebene (kleine Betriebe zur Verarbeitung der Kokoshüllen, Plantagen) erfolgt i.d.R. nicht (MCS 2023, Klasmann-Deilmann 2023). Dies scheint jedoch sehr wichtig, da nach verschiedenen Quellen die Armut von Kokosbauern*Kokosbäuerinnen und weitere soziale Aspekte ein verbreitetes Problem darstellen (z.B. FAO 2014, Brathe und Pflaum 2017, Brendel et al. 2020). Im Rahmen von HORTICERT soll eine Zertifizierung bis zur Plantage gewährleistet werden. Dabei ist auch die Möglichkeit einer Gruppensertifizierung vorgesehen, um kleinen Farmen und Unternehmen eine Zertifizierung zugänglich zu machen MCS (2023). Dies ist sehr begrüßenswert, kann aber in der aktuellen Fassung der Vergabekriterien nicht alleinig aufgenommen werden, da sich das HORTICERT-System noch in der Implementierungsphase befindet. Daher wird zunächst auch die Zertifizierung nach SA8000 oder einem vergleichbaren Standard anerkannt, um nachzuweisen, dass bei deren Herstellung soziale und arbeitsrechtliche Mindeststandards eingehalten werden. Eine Rückverfolgbarkeit bis zur Plantage wird zunächst nicht explizit gefordert. Es soll aber bei der Überarbeitung der Kriterien ein besonderes Augenmerk hierauf gelegt werden und nachvollzogen werden, inwiefern bei anerkannten Sozialstandards bereits eine Zertifizierung bis zur Plantage enthalten war. Zudem soll der Umsetzungsstand von HORTICERT geprüft werden. Ziel sollte sein, auch für gartenbauliche Kokosprodukte, die in Blauer-Engel-zertifizierten organischen Kultursubstraten eingesetzt werden, die Einhaltung von Sozialstandards bis auf

Plantagenebene sicherzustellen. Neben sozialen Aspekten können damit evtl. auch ökologische Aspekte des Kokosanbaus berücksichtigt werden.

Vorschlag Vergabekriterien

Der Vorschlag für die Anforderung an die Herkunft von gartenbaulichen Kokosprodukten enthält daher folgende Elemente:

- ▶ Es dürfen nur gartenbauliche Kokosprodukte eingesetzt werden, bei deren Herstellung nachweislich soziale und arbeitsrechtliche Mindeststandards eingehalten werden.
- ▶ Zur Vermeidung negativer Umwelteinflüsse durch Schadstoffeinleitungen über Abwässer, müssen die Anlagen zur Herstellung der Kokosprodukte über Konzepte für die Prozesswassernutzung und die Behandlung der entstehenden Abwässer verfügen. Die Konzepte sollen einen sparsamen Umgang mit Prozesswasser und eine umweltgerechte Entsorgung der Abwässer sicherstellen.
- ▶ Der maximale Anteil von gartenbaulichen Kokosprodukten im organischen Kultursubstrat / in der Blumenerde darf die Hälfte des Volumens nicht übersteigen.

Nachweise

Der Antragsteller weist die Einhaltung sozialer Mindeststandards bei der Herstellung der Kokosfaserprodukten nach dem SA 8000 oder einem vergleichbaren Standard nach. Zum Nachweis, dass bei der Faseraufbereitung Mindestanforderungen an das Prozess- und Abwassermanagement eingehalten werden, legt er einen von unabhängiger Stelle¹⁰⁹ bestätigten Nachweis vor. Dies beinhaltet die Darstellung der Überwachungsparameter der (gereinigten) Abwässer und die Bestätigung, dass bei ihrer Einleitung, die jeweils geltenden gesetzlichen Anforderungen eingehalten werden. Für beide Aspekte wird eine HORTICERT-Zertifizierung als Nachweis anerkannt. Der Nachweis über die Zusammensetzung des Produktes erfolgt nach den Vorgaben zur Zusammensetzung des Kultursubstrates (s. Kap. 5.2).

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Aktuell wird der SA 8000-Standard oder ein äquivalenter Nachweis über die Einhaltung sozialer und arbeitsrechtlicher Mindeststandards anerkannt, auch wenn er nur den Schritt der Faserverarbeitung abdeckt. In der Überarbeitung sollte geprüft werden, inwiefern diese Anforderung strikt auf alle Schritte der Herstellungskette (bis zur landwirtschaftlichen Produktion) ausgedehnt werden kann. Dafür ist zu prüfen, inwiefern angeführte Nachweise bereits eine Zertifizierung bis auf Plantagenebene enthielten. Dazu sollen insbesondere die Erfahrungen von HORTICERT, auch im Hinblick auf die Gruppensertifizierung und mögliche Weiterentwicklungen, geprüft werden. Nach Möglichkeit soll vermieden werden, dass die Anforderung an ein Zertifizierungssystem (in jeglichem Schritt der Herstellungskette) kleine Betriebe (ungerechtfertigt) ausschließt (z.B. durch hohe Zertifizierungskosten/-aufwand).
- ▶ Sobald Zertifizierungssysteme zur Verfügung stehen, die ökologische Aspekte der Herstellung gartenbaulicher Kokosprodukte berücksichtigen, sollte geprüft werden, inwiefern die Anforderungen an das Wassermanagement sowie ggf. weitere Umweltwirkungen der Herstellungskette von gartenbaulichen Kokosprodukten komplett hierüber abgedeckt werden können / sollten. Hierzu sollen insbesondere die Erfahrungen mit HORTICERT untersucht werden.

¹⁰⁹ Dies kann bspw. die zuständige lokale Behörde, oder ein anerkannter Umweltgutachter*anerkannte Umweltgutachterin nach Umweltauditgesetz (UAG) sein.

- Die Entwicklung der Verfügbarkeit im Vergleich zur Nachfrage nach gartenbaulichen Kokosprodukten muss kritisch verfolgt werden. Dabei sollte insbesondere berücksichtigt werden, welcher Bedarf zum Einsatz von Kokosmaterialien zur Bodenverbesserung vor Ort besteht, um eine nachhaltige Landwirtschaft sicherzustellen. Eine Ausweitung der internationalen Nachfrage darf nicht zur Verarmung der Böden vor Ort beitragen, oder zu Landnutzungsänderungen und damit verbundenen hohen Treibhausgasemissionen führen.

5.3.5 Andere agrarische Reststoffe

Für andere agrarische Reststoffe wird im Hinblick auf die Anforderungen an die Herkunft unterschieden, ob diese in der Landwirtschaft direkt anfallen (z.B. Ernterückstände), oder bei der Weiterverarbeitung in der Lebensmittelindustrie.

Ableitung von Anforderungen

In beiden Fällen wird davon ausgegangen, dass hier lokal anfallende Stoffströme genutzt werden. Zudem wird auf die Nutzung pflanzlicher Reststoffe begrenzt.

Für pflanzliche Reststoffe, die bei der Weiterverarbeitung in der Lebensmittelindustrie anfallen, wird keine weitere Anforderung formuliert, als dass es sich um einen Reststoff handeln muss. Falls die Reststoffeigenschaft nicht eindeutig erscheint, sollte RAL berechtigt sein, nachzufragen und sich den Sachverhalt darlegen zu lassen. Eine Plausibilisierung kann bspw. über die Definition nach dem RSB-Standard erfolgen, dass eine unelastische Beziehung zwischen Angebot und Nachfrage besteht, d.h. keine Mehrproduktion angestrebt würde, wenn der Marktwert des Reststoffes steigt (RSB-STD-01-010 (Version 2.5)).

Für Reststoffe, die direkt aus der Landwirtschaft stammen, wurden Anforderungen an den Kohlenstoff- und Nährstoffhaushalt des Bodens sowie die Pestizidbelastung erörtert. Auch unter Berücksichtigung der Reststoffentnahme sollte eine nachhaltige Bewirtschaftung des Bodens sichergestellt sein (ggf. über einen mehrjährigen Zeitraum). Die Überprüfbarkeit dieser Anforderung schien basierend auf der Vielzahl möglicher Methoden und Parameter und dem mit einem Nachweis verbundenen Aufwand für den Erdenhersteller¹¹⁰ zum gegenwärtigen Zeitpunkt allerdings sehr fraglich, so dass das Kriterium nicht aufgenommen wurde. Für den Fall, dass ein Reststoff aus konventioneller Landwirtschaft stammt, schien zudem eine Information über den Pestizideinsatz wesentlich. Als Vorbild finden sich bspw. im RSB-Standard Mindestanforderungen, die vorsehen, dass Pestizideinsatz transparent dokumentiert und begründet wird. Dabei ist darzustellen, für welche Feldfrucht und gegen welchen Schadorganismus er stattfindet, und es sind die Produktspezifikation des Pestizids, der Gehalt an aktiver Substanz, die angewandte Menge je Hektar, Ort und Datum der Anwendung, sowie die Anzahl der Anwendungen anzugeben (RSB-STD-01-001 (Version 3.0)). Grenzwerte für konkrete Pestizide werden nicht festgelegt. Dies allgemein festzulegen, scheint derzeit nicht gangbar, da u.a. kulturabhängig mit einer Vielzahl von Pestiziden gearbeitet wird. Eine an den RSB-Standard angelehnte qualitative Anforderung würde zwar der Transparenz dienen, hätte aber keine konkrete Auswirkung auf die Zertifizierbarkeit eines Produktes gehabt. Daher wurde hiervon ebenfalls abgesehen. Stattdessen wurde eine Einschränkung auf Reststoffe aus kontrolliert biologischem Anbau erörtert. Aus dem Fachkreis kam jedoch die übereinstimmende Einschätzung, dass bei ökologischer Landwirtschaft anfallende Reststoffe i.d.R. direkt vor Ort zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit gebraucht werden und nicht für andere Anwendungen zur Verfügung stehen. Unter der Überlegung, dass es aus Umweltsicht erstrebenswert ist, die ökologische Bodenbewirtschaftung auszuweiten, führte diese Einschätzung dazu, dass generell

¹¹⁰ möglicherweise zusätzlich Bezug von mehreren Lieferanten

davon abgesehen wurde, Reststoffe, die direkt in der Landwirtschaft anfallen, als Substratausgangsstoffe für dieses Umweltzeichen zuzulassen.

Vorschlag Vergabekriterien

Der Vorschlag für die Vergabekriterien beschränkt die zugelassenen agrarischen Reststoffe daher auf pflanzliche Rückstände, die lokal bei der Verarbeitung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen anfallen. Als Mindestanforderung muss der Nachweis erbracht werden, dass es sich in Einklang mit den unter Kapitel 5.2.1 definierten Anforderungen um einen Reststoff handelt. Dies ist ggf. zu plausibilisieren, wofür z.B. die Definition des RSB-Standards herangezogen werden kann (RSB-STD-01-010 (Version 2.5)).

Nachweis

Als Nachweis wird die Eigendeklaration des Antragstellers (ggf. inkl. Plausibilisierung) anerkannt, dass es sich bei dem betreffenden Stoff um einen pflanzlichen Reststoff aus der Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse handelt.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Bei einer künftigen Überarbeitung der Kriterien sollte geprüft werden, welche Art pflanzlicher Reststoffe ggf. konkret eingesetzt wurden und inwiefern ihre Nutzung in Konkurrenz mit anderen Anwendungen steht, oder ob sich dabei anderweitig unerwünschte Nebeneffekte ergeben. Dies schließt auch die Frage ein, inwiefern die eingesetzten Reststoffe lokal anfallen, und ihr Einsatz zur Schließung regionaler Kohlenstoffkreisläufe beiträgt, oder ob hierfür weite Transportstrecken in Kauf genommen werden. In Abhängigkeit der Ergebnisse müssen u.U. fallspezifisch weitergehende Anforderungen formuliert werden.
- ▶ Falls Reststoffe direkt aus der Landwirtschaft zugelassen werden sollen, sollten Anforderungen an die nachhaltige Bodenbewirtschaftung und Pestizidbelastung geprüft werden. Aus dem Expertenkreis kam im Rahmen der Entwicklung dieser Vergabekriterien die Einschätzung, dass ein Nachweis über eine akzeptable Pestizidbelastung bei Kultursubstraten vorwiegend Herbizidrückstände in den Blick nehmen sollte. Auf dem Fachgespräch im Rahmen der Kriterienentwicklung wurde die Vermutung geäußert, dass zum Nachweis Anzuchtversuche mit sensiblen Kulturen am zielführendsten sind, da Versuchsergebnisse nach der Beobachtung von Schadsymptomen durch Herbizidrückstände (Beispiel Aminopyralid) ergeben haben, dass diese analytisch z.T. nicht im relevanten Konzentrationsbereich nachgewiesen werden können.

5.3.6 Biokohle / Pflanzenkohle

Prinzipiell sind die Einschätzungen zum Wert von Pflanzenkohle als Substratausgangsstoff nicht einheitlich. Einerseits wird hinterfragt, ob ihr Nutzen den energetischen Aufwand der Herstellung rechtfertigt, und angeführt, dass Beimischungen nur in kleinen Anteilen möglich sind. Andererseits wird z.B. in Hinblick auf die Wasserhaltefähigkeit, oder die Möglichkeit, durch die Bereitstellung einer großen, mikrobiell aktivierten Oberfläche ein gesundes Bodenleben und Humusbildung zu fördern, hohes Potenzial gesehen.

Vor diesem Hintergrund scheint es aktuell nicht gerechtfertigt, die Nutzung von Pflanzenkohle gänzlich aus dem Umweltzeichen auszuschließen. Insbesondere wird die Möglichkeit gesehen, durch vorangehende Pyrolyse ansonsten nicht-nutzbare Reststoffströme einer regionalen Verwertung zuzuführen. Inwiefern sich dies bewahrheitet, sollte in der Überarbeitung der Kriterien überprüft werden.

Im Hinblick auf die Auszeichnung mit dem Umweltzeichen werden bei der Verwendung von Biokohle Anforderungen zu den folgenden Punkten als besonders relevant erachtet:

- ▶ Anlagenbetrieb
- ▶ Ausgangsstoffe
- ▶ Qualitätsanforderungen

Ableitung von Anforderungen

Bezüglich des Anlagenbetriebs wird zunächst gefordert, dass es sich um eine Pyrolyse handeln muss. Kohlen, die mit dem HTC-Verfahren erzeugt werden, fallen nicht unter die EBC-Definition von Pflanzenkohlen und sind auch nach Einschätzung anderer Quellen nicht geeignet (s. Kap. 4.1.7).

Zudem wird als sinnvoll erachtet, die Mindestanforderungen an die Verfahrensführung nach dem EBC-Standard zu übernehmen. Diese enthalten grundlegende Aspekte zur Gewährleistung einer akzeptablen Energie- und Kohlenstoffeffizienz durch Abwärmenutzung und Abfangen der Pyrolysegase zur Vermeidung schädlicher Emissionen und zur weiteren Nutzung dieses Stromes (EBC 2012-2023).

Die deutsche DüMV (2019) beschränkt die Ausgangsstoffe für die Pyrolyse aktuell auf Holz und fordert zudem einen Mindestgehalt an organischem Kohlenstoff von 80 %. Dies bedeutet, dass auch die Rindenanteile sehr gering sein müssen. Es wird vermutet, dass diese strikte Beschränkung aus Vorsorgegründen erfolgt. In der novellierten europäischen DüPV (2019) sind weitere Ausgangsstoffe zugelassen. Dies könnte zur Folge haben, dass eine Anpassung der DüMV (2019) erfolgen wird. Auch die Verordnung für den ökologischen Landbau lässt den Einsatz von Pflanzenkohle zu (Durchführungsverordnung (EU) 2021/1165, Anhang II). Nach Einschätzung im Rahmen des Fachgesprächs ist es bereits gängige Praxis, andere Ausgangsstoffe zu verwenden. Die Verwertung anderer, nach Möglichkeit minderwertiger Ausgangsstoffe ist zudem vor dem Hintergrund wichtig, dass Holz, auch Restholz, bereits ein stark nachgefragter Rohstoff ist.

Daher werden für dieses Umweltzeichen die nach dem EBC-AgroBio-Standard zugelassenen Ausgangsstoffe zugelassen. Die Wahl „AgroBio“ impliziert die Beschränkung auf Pflanzenkohle, also die Nutzung pflanzlicher Ausgangsstoffe, und deckt die in Kapitel 5.2.1 geforderte Zulassung der Ausgangsstoffe für den ökologischen Landbau ab. Weitergehende Anforderungen, die bei der Nutzung tierischer Ausgangsstoffe relevant werden, insbesondere aus hygienischer Sicht, müssen daher nicht beachtet werden. Sie sind nach dem EBC-Agro-Standard z.B. für die Gärreste aus Gülle/Mist oder tierischen Nebenprodukten über Temperaturanforderungen und die Referenz auf die europäische Verordnung für tierische Nebenprodukte (Verordnung EU 1069/2009) abgedeckt. Für holzige Ausgangsstoffe aus der Forstwirtschaft enthält der EBC-Standard die Anforderung an eine Orientierung an Nachhaltigkeitskriterien, wobei das FSC- und das PEFC-Siegel anerkannt werden (andere Siegel auf Nachfrage; EBC 2023).

Um die weitergehende Beschränkung dieses Umweltzeichens auf Reststoffe umzusetzen, wird vorgeschlagen, aus der AgroBio-Positivliste die Kategorien Ag-01, Ag-02, Ag-03 (Anbau-biomasse) und AD-01 (Gärreste aus NawaRo-Anlagen) auszuschließen. Zu dieser Regelung wird wie bei Komposten (s. Kap. 5.3.1) als Abschneidekriterium ein Anteil von max. 20 Gew.-% Biomasse, die mit dem Ziel der Vergärung produziert wurde, am Input der Vergärungsanlage festgelegt. Im Hinblick auf die Nutzungskonkurrenzen um Industrieresthölzer, werden von der Pyrolyse solche Nadelholzrückstände ausgeschlossen, die noch längere Fasern besitzen und damit zur Herstellung von Produkten wie Spanplatten, Dämmmaterialien und gartenbaulichen

Holzfasern geeignet sind, die diese Eigenschaft brauchen. Für andere holzige Reststoffe, insbesondere aus Landschaftspflegeholz und Grüngut wird keine vergleichbare Einschränkung getroffen, da diese häufig Laubhölzer sind und nicht in derselben Nutzungskonkurrenz stehen.

Neben der Einhaltung dieser Anforderungen soll zudem transparent dargestellt werden, welche Ausgangsstoffe konkret zur Herstellung der zum Einsatz kommenden Pflanzenkohle verwendet werden.

Die nachzuweisenden Parameter, mit denen eine angemessene Qualität der als Substrat- ausgangsstoff eingesetzten Pflanzenkohle sichergestellt werden soll, werden in Kapitel 5.5 und 5.6 diskutiert. Diese beziehen sich einerseits auf die chemische Zusammensetzung (Gehalt an organischem Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff) sowie auf die Bildung von Schadstoffen (nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (ndl-PCB)). Die Einhaltung der Grenzwerte für weitere Schadstoffe, die z.B. nach EBC (2012-2023) bezüglich der Unbedenklichkeit der Verwendung von Pflanzenkohle überwacht werden müssen, wird mit Grenzwerten für das gesamte Kultursubstrat adressiert (Schwermetalle, PAK, PCDD/F & dl-PCB). Diese Grenzwerte sind dann mit der Summe aller eingesetzten Substrat- ausgangsstoffe einzuhalten.

Vorschlag Vergabekriterien

Dementsprechend wird vorgeschlagen, für den Blauen Engel ausschließlich Pflanzenkohle zuzulassen, die durch Pyrolyse hergestellt wurde. Als Ausgangsstoffe sind die nach dem AgroBio-Standard des European Biochar Certificate (EBC 2023) erlaubten Biomassen zugelassen, sofern es sich dabei nicht um Anbaubiomasse (Kategorien Ag-01, Ag-02, Ag-03) handelt. Zudem sind Gärrestkomposte aus NawaRo-Anlagen (Kategorie AD-01) von der Vergabe ausgeschlossen. Als Abschneidekriterium wird ein Anteil von max. 20 % (bezogen auf die Masse) Biomasse, die mit dem Ziel der Vergärung produziert wurde, am Input der Vergärungsanlage festgelegt. Bei Industrieresthölzern sind nur diejenigen Qualitäten zugelassen, welche nicht mehr zur Herstellung von Produkten wie Spanplatten oder Holzfasern verwendet werden können, die längere Fasern benötigen.

Beim Anlagenbetrieb müssen die vier vom EBC aufgestellten Anforderungen an die Pyrolysetechnik (Energie- und Kohlenstoffeffizienz, Abscheidung und ggf. Nachverbrennung von Synthesegasen, Anlagenemissionen) erfüllt werden (vgl. EBC 2012-2023, Kapitel 8).

Nachweise

Zum Nachweis, welche Ausgangsstoffe zur Pyrolyse eingesetzt wurden und dass es sich dabei um die entsprechenden Qualitäten nach EBC-AgroBio-Standard handelt, muss der Antragsteller eine Bestätigung des Zulieferbetriebes vorlegen. Dabei muss auch die weitergehende Anforderung an mindere Qualitäten bei der Pyrolyse von Industrieresthölzern berücksichtigt sein.

Die Einhaltung der Anforderungen an die Pyrolysetechnik nach EBC-Standard weist der Antragsteller entweder durch eine EBC-Zertifizierung der Pflanzenkohle oder durch ein Gutachten eines anerkannten Umweltgutachters* einer anerkannten Umweltgutachterin nach UAG (2002) nach.

Mögliche weitere Aspekte

- Bezüglich der Ausgangsstoffe sollte bei einer künftigen Überarbeitung überprüft werden, inwiefern die Pyrolyse tatsächlich die Möglichkeit verwirklicht, zur Nutzbarmachung anderweitig nicht nutzbarer Reststoffe beizutragen und regionale Kohlenstoffkreisläufe zu schließen. Außerdem sollte die Erweiterung auf den EBC-Agro-Standard untersucht werden, um bspw. Festmist als Ausgangsstoff mit aufzunehmen. Hier ist auch zu berücksichtigen, ob und ggf. welche weiteren Ausgangsstoffe in die DüMV (2019) aufgenommen wurden.

- Die Energiebilanz der Pyrolyse im Vergleich zum Herstellungsaufwand anderer Substratausgangsstoffe sollte vertieft in den Blick genommen werden. Dabei sollte gute Praxis bezügliche Energie- und Kohlenstoffeffizienz vorausgesetzt und berücksichtigt werden.

5.3.7 Paludikulturen

Während die Nutzung von Anbaubiomasse von trockenen Landwirtschaftsstandorten für Kultursubstrate von diesem Umweltzeichen ausgeschlossen ist, ist der Einsatz von paludibiomasse-basierten Substratausgangsstoffen zugelassen (s. Kap. 5.2.1). Dies liegt darin begründet, dass Paludikultur eine Nutzungsperspektive auf wiedervernässten Moorböden eröffnet und somit einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz leisten kann. Paludikultur als besondere Form der Anbaubiomasse sollte daher ausgezeichnet werden.

Ableitung von Anforderungen

Die Hauptanforderung an paludibiomasse-basierte Substratausgangsstoffe ist daher, dass die Paludikultur auf wiedervernässten Moorböden stattfinden soll. Intakte Moore sind von der Bewirtschaftung ausgeschlossen. Zudem muss gewährleistet sein, dass der Torfkörper durch die Wiedervernässung wirklich erhalten bleibt. Dazu wird das Kriterium nach Närmann et al. (2021) herangezogen, dass die Wasserstände ganzjährig nahe der Geländeoberkante liegen müssen. Neben dem Aspekt des Klimaschutzes erschien die Förderung der Biodiversität ein weiterer wichtiger Punkt. Hierzu enthält die Veröffentlichung des BfN „Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden“ eine umfassende Darstellung naturschutzfachlicher Aspekte (Närmann et al. 2021). Diese beziehen sich sowohl auf die Kultur selbst (Verbot der Düngung und des Einsatzes von Pflanzenschutzmitteln, sowie Anforderungen an die Art der Bodenbearbeitung) als auch auf die Ernte und Pflege. Für eine Auszeichnung mit dem Blauen Engel soll daher nachgewiesen werden, dass bei der Kultivierung von als Substratausgangsstoff eingesetzter Paludibiomasse entsprechende Kriterien eingehalten wurden. Die Einhaltung soll von unabhängiger Stelle bestätigt werden. Hierfür kommen einerseits Gutachter*Gutachterinnen nach UAG (2002) in Frage. Zum anderen befindet sich die Paludikultur in der Entwicklungs- und Demonstrationsphase. Es wird daher vermutet, dass zu Pilotprojekten i.d.R. auch eine ökologische Begleitforschung durchgeführt wird. Verantwortliche der ökologischen Begleitforschung können ebenfalls entsprechende, auf ihren begleitenden Forschungsaktivitäten beruhende Bestätigungen ausstellen.

Da die Empfehlungen nach Närmann et al. (2021) für die Bewirtschaftung von Niedermooeren entwickelt wurden, sind bei der Bewirtschaftung von Hochmooren analoge Kriterien anzusetzen, die ggf. abweichen können. Leider konnte im Rahmen der Erarbeitung dieser Vergabekriterien keine vergleichbare Studie für Hochmoore aufgefunden werden. Eine Abweichung muss ggf. begründet und ihre Angemessenheit ebenfalls von unabhängiger Stelle bestätigt werden.

Die Nutzung von Oberbodenabtrag, der im Zuge der Wiedervernässung landwirtschaftlich genutzter Flächen anfällt, als Substratausgangsstoff befindet sich in der Untersuchungsphase. Aus Klimaschutzsicht ist generell zu bevorzugen, dass der Oberbodenabtrag in der Fläche verbaut wird, damit der Kohlenstoff möglichst gebunden bleibt. Eine weitergehende Nutzung in Kultursubstraten ist mit dem Abbau der organischen Substanz und entsprechenden CO₂-Emissionen verbunden. Zudem bedeutet der Abtransport einen großen Aufwand. Demgegenüber muss berücksichtigt werden, dass für die Entstehung einer typischen Moorvegetation eine gewisse Menge des Oberbodens entfernt werden muss, die möglicherweise den in der Fläche verbaubaren Anteil übersteigt. Da sich die optimale Herangehensweise und

ggf. Verwertung noch in der Diskussion befindet, wurde von einer Zulassung von Oberbodenabtrag als Substratausgangsstoff im ersten Entwurf der Vergabekriterien abgesehen.

Vorschlag Vergabekriterien

Für das Umweltzeichen wird daher vorgeschlagen, dass Paludibiomasse, welche für das Umweltzeichen als Substratausgangsstoff eingesetzt werden soll, von wiedervernässten Moorböden mit torferhaltender Bewirtschaftung stammen muss. Dies wird nach Närmann et al. (2021) darüber gewährleistet, dass die Wasserstände ganzjährig nahe der Geländeoberkante liegen müssen. Als weitergehende Anforderungen müssen in Anlehnung an Närmann et al. (2021) folgende Aspekte erfüllt sein:

- ▶ es darf keine Stickstoff- oder Phosphat-Düngung erfolgen (nährstoffreiches Oberflächenwasser kann eingeleitet werden);
- ▶ Pflanzenschutzmittel dürfen nicht eingesetzt werden;
- ▶ eine wendende und lockernde Bodenbearbeitung findet nicht statt; Ausnahmen sind bei Etablierung oder Wechsel/Erneuerung der angebauten Arten nach entsprechender Genehmigung zulässig.
- ▶ weitere Anforderungen an Ernte und Pflege der Flächen bei der Bewirtschaftung von wiedervernässten Niedermooren nach Närmann et al. (2021) sind zu berücksichtigen

Dabei sind entsprechende naturschutzfachliche Anforderungen an die Bewirtschaftung von wiedervernässten Hochmoorflächen analog zu berücksichtigen.

Nachweis

Zum Nachweis legt der Antragsteller eine Bestätigung der Einhaltung der obigen Anforderungen durch Verantwortliche der ökologischen Begleitforschung in Pilotvorhaben oder durch einen anerkannten Umweltgutachter* eine anerkannte Umweltgutachterin nach UAG (2002) vor.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ In der Überarbeitung der Vergabekriterien sollten die Entwicklungen bei der Nutzung von Oberbodenabtrag in Kultursubstraten evaluiert werden. Eine mögliche Zulassung muss neben den erwartbaren Mengen auch die pflanzenbauliche Eignung, z.B. hinsichtlich Nährstoffgehalten und Pestizidrückständen, im Blick behalten.
- ▶ Es sollte überprüft werden, ob die angesetzten naturschutzfachlichen Anforderungen in dieser Weise zielführend sind und beibehalten werden sollten. Dabei sollten nach Möglichkeit auch konkrete Empfehlungen für wiedervernässte Hochmoorflächen berücksichtigt werden.

5.3.8 Mineralische Substratausgangsstoffe

Da die für dieses Umweltzeichen in Frage kommenden mineralischen Substratausgangsstoffe aktuell primär, d.h. durch Abbau, gewonnen werden, wurde in Übereinstimmung mit den europäischen und österreichischen Umweltzeichen als wichtigste Anforderung ein verantwortlicher Bergbau identifiziert.

Ableitung von Anforderungen

Ein verantwortlicher Bergbau sollte alle Phasen eines Bergbau-Projektes berücksichtigen, die damit verbundenen negativen Umweltwirkungen möglichst begrenzen und dabei insbesondere sensible Gebiete schützen. Als Mindestanforderung müssen diesbezüglich die rechtlichen

Vorschriften berücksichtigt sein. Basierend auf dieser Herangehensweise wurden die Anforderungen des EU UZ 048 aufgestellt, denen die vorgeschlagenen Anforderungen weitgehend folgen. Auf rechtlicher Ebene wird die Umweltverträglichkeit im Rahmen der Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP, DE) bzw. des Environmental impact assessments (EIA, EU) behördlich geprüft. Zudem muss eine behördliche Genehmigung für den Abbau sowie ein Sanierungsplan vorliegen. Der Sanierungsplan muss sowohl begleitende Maßnahmen als auch die Maßnahmen nach Beendigung der Abbautätigkeit darstellen (inkl. endgültiger Geländeform, Bodennutzung, Darstellung des Rekultivierungs- oder Renaturierungsprogramms) sowie ein Monitoring zur Wirksamkeit der Maßnahmen enthalten. Außerdem soll nach EU UZ 048 die Lage des Abbaugebietes auf einer Karte dargestellt werden und die Einhaltung der relevanten naturschutzfachlichen Verordnungen¹¹¹ sichergestellt. Beide Anforderungen wurden ebenfalls für den Blauen Engel übernommen. Falls das Abbaugebiet an ein Schutzgebiet angrenzt oder in einem Schutzgebiet liegt, soll zudem die Lage des Schutzgebietes in der Karte dargestellt werden. Als Schutzgebiet wird dabei wie in EU UZ 048 innerhalb von Europa ein Natura 2000-Gebiet¹¹² definiert, außerhalb Europas wird auf eine anderweitige offizielle Einstufung als Schutzgebiet (z.B. Benennung/Anerkennung auf nationaler Ebene, oder Zugehörigkeit zum Smaragd-Netzwerk nach der Berner Konvention) Bezug genommen.

Der Abbau direkt in Natura 2000-Gebieten bzw. äquivalenten Schutzgebieten außerhalb der Europäischen Union wird im österreichischen Umweltzeichen komplett ausgeschlossen. Das europäische Umweltzeichen lässt Rohstoffe aus Schutzgebieten prinzipiell zu, mit der Begründung, dass menschliche Aktivitäten in Natura 2000-Gebieten nicht prinzipiell ausgeschlossen sind, jedoch in stärkerer Weise im Einklang mit der Natur stehen müssen (Kowalska et al. 2022). Die Kriterien des Blauen Engel folgen dieser Argumentation und sehen zudem eine Einzelfallentscheidung durch das Umweltbundesamt vor, die erst nach Prüfung der Qualität und Plausibilität der spezifisch vorgelegten Nachweise erfolgt. Bei einer Lage in Natura 2000-Gebieten muss aus rechtlicher Sicht die Entscheidung über die Abbautätigkeit dann gemäß Artikel 6 der Richtlinie 92/43/EWG zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie wildlebender Tiere und Pflanzen besonders geprüft und genehmigt worden sein. Bei der Lage außerhalb der EU müssen äquivalente besondere Prüfungen nachgewiesen werden. Das EU-Umweltzeichen verweist zudem auf den Leitfaden der Europäischen Kommission zu Aktivitäten der nicht-energetischen mineralgewinnenden Industrie im Zusammenhang mit Natura 2000-Schutzgebieten (EC 2010 bzw. EC 2019). Diese Quelle stellt zusätzlich Best-practice-Beispiele zur Berücksichtigung vor und wird in die Anforderungen für den Blauen Engel ebenfalls aufgenommen.

Um den Nachweisaufwand für den Antragsteller in einem praktikablen Rahmen zu halten, wird ein Abschneidekriterium definiert, falls ein konkretes mineralisches Material aus unterschiedlichen Abbaugebieten bezogen wird. In diesem Fall müssen die Kriterien für diejenigen Abbaugebiete nachgewiesen werden, aus denen mehr als 10 % der Mengen dieses Materials stammen. In Summe müssen die Kriterien jedoch für mindestens 80 % des mineralischen Materials nachgewiesen sein. Dieses Kriterium gilt zusätzlich zu dem am Anfang von Kapitel 5.3 definierten Abschneidekriterium bezüglich des generellen Erfordernisses eines Herkunftsnachweises.

¹¹¹ Verordnung zu invasiven, gebietsfremden Arten (Verordnung (EU) Nr. 1143/2014), Habitatrichtlinie (Richtlinie 92/43/EWG), Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 2009/147/EG)

¹¹² Gebiete innerhalb der EU, die sich aus besonderen Schutzgebieten gemäß Artikel 3 der Richtlinie 92/43/EWG (Habitatrichtlinie) und gemäß Artikel 4 der Richtlinie 2009/147/EG zusammensetzen (Vogelschutzrichtlinie): <https://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/>; letzter Zugriff: 07.02.2023

Der Einsatz von Sekundärmaterial wurde aktuell (noch) nicht als Option identifiziert. So fordert beispielsweise die DüMV (2019) für Gestein verschiedener Körnungen¹¹³, Sande, Perlite, und Zeolith, die Herkunft aus natürlichen Quellen. Abfälle sind, wie auch für Ton¹¹⁴ und Tonminerale¹¹⁵, explizit ausgeschlossen. Der Ausschluss von Abfällen erfolgt voraussichtlich aus Vorsorgegründen, um Kontaminationen auszuschließen. Eine Ausnahme ist Ziegelbruch aus sortenrein erfassten, aufbereiteten Tonziegeln, der frei von Verunreinigungen durch Mörtel oder Beton sein muss. Im Rahmen der Hinweise zur sachgerechten Anwendung muss dabei jedoch eine Kennzeichnung erfolgen, die eine Anwendung auf Flächen, die der Nahrungsmittelerzeugung dienen, ausschließt. Weiterhin sind (sekundäre) Aschen aus der Steinkohle- und Biomasseverbrennung zugelassen, die jedoch keinen Substratausgangsstoff darstellen. In der europäischen DüPV (2019) fallen mineralische Substratausgangsstoffe in die CMC 1: Stoffe und Gemische aus unbearbeiteten Rohstoffen und sind damit vermutlich in der Regel ebenfalls primärer Herkunft. Die Verordnung für den ökologischen Landbau gibt für den Einsatz von „Gesteinen und Tonerde“ keine weiteren Spezifikationen (Durchführungsverordnung (EU) 2021/1165, Anhang II), allerdings müssen die anderen Rechtsvorschriften für das Inverkehrbringen eingehalten werden. In den bestehenden Umweltzeichen wird, mit Ausnahme eine Rezyklatanteils in rein mineralischen Kultursubstraten, die nicht Bestandteil dieses Umweltzeichens sind, kein Einsatz von Sekundärmaterialien erwähnt.

Prinzipiell ist es aus Umweltsicht jedoch wünschenswert, ihren Einsatz auch im Bereich der mineralischen Substratausgangsstoffe zu untersuchen und wo möglich die Schonung primärer Ressourcen zu fördern. Voraussetzung ist, dass die Freiheit von unerwünschten Kontaminationen sichergestellt werden kann. Entsprechende Entwicklungen sollten in der Überarbeitung der Umweltzeichenkriterien geprüft und ggf. integriert werden.

Vorschlag Vergabekriterien

In Anlehnung an das Europäische Umweltzeichen werden daher für den Blauen Engel die folgenden Anforderungen definiert: Für die mineralischen Substratausgangsstoffe ist sicherzustellen, dass diese aus legalem Bergbau stammen. Dies bedeutet, dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß den europäischen Richtlinie 2011/92/EU und Richtlinie 2014/52/EU bzw. in Deutschland umgesetzt durch das Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG 2021) erfolgt ist und eine Abbaugenehmigung durch die regional zuständigen Behörden vorliegt. Außerdem muss ein Sanierungsplan vorliegen, der die Ziele für die Sanierung des Steinbruchs formuliert (begleitend und nach Beendigung der Tätigkeiten). Im Plan muss die vorgesehene endgültige Geländeform und Bodennutzung nach Einstellung der Abbautätigkeiten beschrieben sein. Zudem muss er das geplante Rekultivierungs- oder Renaturierungsprogramm detailliert darstellen und ein Programm zum Monitoring enthalten, welches die Wirksamkeit der Maßnahmen effektiv bewertet.

Der Standort des Abbaugebietes ist auf einer Karte zu verzeichnen. Falls das Abbaugebiet an ein Natura-2000-Gebiet¹¹² oder außerhalb der EU an ein äquivalentes Schutzgebiet¹¹⁶ angrenzt, oder in einem Schutzgebiet liegt, ist die Lage des entsprechenden Schutzgebietes ebenfalls in der Karte darzustellen.

¹¹³ Hierunter fällt nach DüMV auch Bims, Trass, Tuff, Basalt, Ölschiefer, Schiefer, Blähschiefer und Lava

¹¹⁴ Darunter auch Rohton, Tonerden, Tonschiefer, Blähton und andere Tongranulate

¹¹⁵ Bentonite, Vermiculite

¹¹⁶ Gebiete außerhalb der EU, die offiziell als potenzielle Gebiete von besonderem Schutzinteresse benannt oder anerkannt wurden, oder zum Smaragd-Netz gemäß der Berner Konvention gehören, oder gemäß nationalen Bestimmungen des Herkunftslandes als Schutzgebiet ausgewiesen sind (EU-UZ 048).

Die Anforderungen der Verordnung zu invasiven, gebietsfremden Arten (Verordnung (EU) Nr. 1143/2014), der Habitatrichtlinie (Richtlinie 92/43/EWG) und der Vogelschutzrichtlinie (Richtlinie 2009/147/EG) müssen eingehalten werden.

In Fällen in denen Abbaugebiete in Natura-2000-Gebieten¹¹² liegen, müssen die Abbautätigkeiten gemäß Artikel 6 der Richtlinie 92/43/EWG geprüft und genehmigt worden sein und dem einschlägigen Leitfaden der Europäischen Kommission (EC 2010 bzw. EC 2019) Rechnung tragen. In Fällen, in denen Abbaugebiete in Schutzgebieten außerhalb der EU¹¹⁶ liegen, müssen äquivalente Vorgaben bei der Bewertung und Genehmigung der Abbautätigkeiten berücksichtigt worden sein. Die Anerkennung der entsprechenden Nachweise kann nach Einzelfallprüfung durch das UBA erfolgen.

Wird ein mineralisches Material aus unterschiedlichen Abbaugebieten bezogen, müssen die Kriterien für alle Abbaugebiete nachgewiesen werden, aus denen mehr als 10 % der Mengen dieses Materials stammen. Insgesamt müssen die Kriterien für mindestens 80 % des mineralischen Materials nachgewiesen sein.

Nachweise

Zur Anerkennung muss der Antragsteller für die von ihm eingesetzten mineralischen Substratausgangsstoffe die folgenden Dokumente vorlegen:

- ▶ Bescheinigung über das Ergebnis der Umweltverträglichkeitsprüfung
- ▶ Nachweis über die Abbaugenehmigung durch die zuständige Behörde (z.B. Kopie des Bescheids)
- ▶ Sanierungsplan und Karte mit Ausweisung des Abbaugebietes (ggf. inkl. Kennzeichnung angrenzender Schutzgebiete)
- ▶ Erklärung über die Einhaltung relevanter naturschutzfachlicher Richtlinien (Verordnung (EU) Nr. 1143/2014, Richtlinie 92/43/EWG, Richtlinie 2009/147/EG)

Bei einer Lage des Abbaugebietes in Natura 2000 Gebieten legt der Antragsteller zudem den Nachweis einer Verträglichkeitsprüfung nach Artikel 6 der Richtlinie 92/43/EWG und nachfolgender Genehmigung durch die zuständigen Behörden unter Berücksichtigung der Anforderungen nach Artikel 6 der Richtlinie 92/43/EWG und des Leitfadens der Europäischen Kommission (EC 2010, EC 2019) vor. Bei einer Lage des Abbaugebietes in Schutzgebieten außerhalb der EU ist der Nachweis einer besonderen Prüfung und Genehmigung äquivalent zu den Anforderungen nach Richtlinie 92/43/EWG Artikel 6 zu erbringen. In beiden Fällen kann eine Anerkennung nach einer Einzelfallprüfung erfolgen.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Generell sollte bei der Überarbeitung der Vergabekriterien der Umfang und die Qualität der erbrachten Herkunftsnachweise für mineralische Substratausgangsstoffe in den Blick genommen werden. Dabei ist zu prüfen, inwiefern die weitergehende Abschneidegrenze zielführend gewählt ist, dass beim Bezug eines konkreten Materials aus unterschiedlichen Abbaugebieten nur für die relevanteren Mengenströme Nachweise erbracht werden müssen. Weiterhin sollten die konkreten Herkunftsländer sowie ggf. besondere Nachweise beim Bezug von Material aus Schutzgebieten untersucht werden. Falls HORTICERT für die Zertifizierung mineralischer Substratausgangsstoffe weiterentwickelt wird, sollte ein Austausch stattfinden.

- ▶ Im Hinblick auf eine Stärkung der Kreislaufwirtschaft sollten die Möglichkeiten der Nutzung sekundärer Rohstoffe auch bei den mineralischen Substratausgangsstoffen ausgewertet werden.

5.4 Angaben zu Produktionsstätte, Zulieferbetrieben und Transportdistanzen

Die Auswertung der Ökobilanzen zeigt, dass Transporte einen relevanten Teil der Umweltwirkungen von Kultursubstraten bzw. Substratausgangsstoffen ausmachen können. Torffreie Kultursubstrate etablieren sich zunehmend. Dabei müssen die Verfügbarkeit und Infrastruktur geeigneter Torfersatzstoffe inkl. der daran zu koppelnden Nachhaltigkeitsanforderungen noch weiterentwickelt werden. Daher erschien es aktuell schwierig, konkrete Grenzwerte für zulässige transportinduzierte Umweltwirkungen festzulegen. Dennoch wurde es für wichtig erachtet, den Punkt zu berücksichtigen und ein gewisses Maß an Transparenz über die Lieferkette herzustellen, da Transparenz i. A. der Ansatzpunkt für weitergehende Nachhaltigkeitsanforderungen ist.

Ableitung von Anforderungen

Vor diesem Hintergrund wurde die Anforderung aufgestellt, dass neben dem Produktionsstandort offengelegt werden soll, in welcher Entfernung der erste¹¹⁷ Zulieferbetrieb liegt und welcher Art er ist. Mit „Art des Betriebes“ ist eine allgemeine Zuordnung gemeint, die den Rohstoff und die Art der Tätigkeit erkennen lässt (bspw. Sägewerk, Kokosfaseraufbereitung, Kompostierungsanlage). Des Weiteren soll das Ursprungsland des Rohstoffs und die Transportstrecke zum unmittelbaren Zulieferbetrieb angegeben werden. Für Kokosmark wurde eine zusätzliche Anforderung formuliert. Dieses wird komprimiert verschifft, teilweise erfolgt in Europa jedoch eine Dekomprimierung in einem dem Erdenwerk vorgelagerten Betrieb (s. Kap. 4.1.5). Da durch die Volumenvergrößerung in diesem Schritt auch die Transportaufwendungen signifikant ansteigen, soll transparent gemacht werden, ob und ggf. wo eine vorgelagerte Dekomprimierung stattfindet.

Vorschlag Vergabekriterien

Es soll dargelegt werden, welche Transportaufwendungen (Fahrstrecke) mit den Zulieferstrukturen verbunden sind. Dies beinhaltet folgende Informationen zur Produktionsstätte, für die verwendeten Substratausgangsstoffe und zu deren Bezugsquellen:

- ▶ Die Produktionsstätte/n (Erdenwerke) für das mit dem Umweltzeichen auszuzeichnende Kultursubstrat (Name und Anschrift/en).
- ▶ Die Art der unmittelbaren Zulieferbetriebe und deren Entfernung zur Produktionsstätte. Falls der unmittelbare Zulieferbetrieb nicht in Deutschland liegt, ist zusätzlich zur Entfernung das Land anzugeben.
- ▶ Ursprungsland des Rohstoffs und Transportstrecke zum unmittelbaren Zulieferbetrieb
 - Bei Bezug aus Deutschland ist die ungefähre Entfernung des Rohstoffursprungs zum Zulieferbetrieb anzugeben.
 - Bei Importen ist das Herkunftsland des Rohstoffs anzugeben.

¹¹⁷ Gemessen aus Richtung des Produktionsstandortes, d.h. der Betrieb, von dem der Substrathersteller an diesem Produktionsstandort direkt bezieht.

- Werden gartenbauliche Kokosprodukte nicht komprimiert zum Erdenwerk angeliefert, ist anzugeben, an welchem Ort die Dekomprimierung stattfindet.

Nachweis

Im Hinblick auf den Rohstoffbezug macht der Antragsteller die geforderten orientierenden Angaben zu Art und Entfernung der Zulieferwerke für die Substratausgangsstoffe. Falls eine Änderung der Bezugsquellen oder des Produktionsstandortes erfolgt, muss darüber eine Aktualisierungsmitteilung an RAL erfolgen, der die entsprechenden Nachweise für die geänderten Bezüge beizufügen sind.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Im Rahmen der Revision sollte geprüft werden, inwiefern die obige, rein auf die Transparenz von Zulieferstrecken bezogene Anforderung weiterentwickelt werden kann, um auf eine Reduzierung von Transportaufwendungen hinzuwirken. Außerdem sollten auch die Vertriebswege und damit verbundenen Transporte in den Blick genommen werden.

5.5 Qualitätssicherung

Organische Kultursubstrate sind natürliche Produkte, deren Qualität zwischen verschiedenen Chargen variieren kann, z.B. durch saisonale oder regionale Schwankungen der Zusammensetzung der Substratausgangsstoffe. Daher ist hier im Gegensatz zu unbelebten Produkten eine kontinuierliche Qualitätsüberwachung wichtig, wie sie bereits durch die Systeme der Gütesicherung etabliert ist. Auch das EU-UZ 048 gibt Routinen für die Prüfschemata vor. In der DüPV (2019) werden in Anhang IV Konformitätsbewertungsverfahren beschrieben, die insbesondere für die CMC 3 (Kompost) und CMC 5 (Nicht-NawaRo-Gärreste) regelmäßige Kontrollen und allgemein eine Überwachung des Herstellungsprozesses fordern. Auf deutscher Ebene sind regelmäßige Kontrollen in der BioAbfV (1998) vorgeschrieben.

Für den Blauen Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden wird eine kontinuierliche, systematische Qualitätskontrolle ebenfalls als wesentlich erachtet, um sowohl Funktionalität als auch Verträglichkeit des Produktes sicherzustellen. Dazu werden Festlegungen zu den folgenden Aspekten getroffen, wobei sich die Anforderungen an denen der etablierten Verfahren zur Qualitätssicherung orientieren:

- a) Überwachungsparameter
- b) Prüfschema
- c) Anerkannte Labore
- d) Übermittlung der Testergebnisse

Zu a)) Im Rahmen des Umweltzeichens sind insbesondere die Parameter zu ermitteln und auszuweisen, für die hier Anforderungen definiert sind. In einigen Fällen werden einmalige Bestimmungen zum Antrag als ausreichend erachtet, wenn davon ausgegangen werden kann, dass sich die Werte nicht laufend in einer Weise ändern, die zu einer Überschreitung der festgelegten Grenzwerte führt. Dies betrifft insbesondere alle organischen Schadstoffe bis auf die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Insbesondere soll dies zu einer Reduzierung des Beprobungsaufwandes für die Antragsteller beitragen, da die betreffenden Parameter i.d.R. auch keine Routineparameter unter den etablierten Gütesicherungen sind. Im Verdachtsfall sowie bei Änderungen im Prozess oder Rohstoffbezug können Kontrollmessungen nachgefordert werden. Bezüglich der anderen, regelmäßig zu kontrollierenden Parameter sind die meisten für das Kultursubstrat, einige spezifisch für betreffende Substratausgangsstoffe

nachzuweisen. Unter die substratausgangsstoffspezifischen Parameter fallen der Rottegrad und die makroskopischen Verunreinigungen für Komposte sowie das molare Verhältnis von Wasserstoff bzw. Sauerstoff zu organischem Kohlenstoff (H/C_{org} - bzw. O/C_{org} -Verhältnis) und der organische Kohlenstoffgehalt als Qualitätsparameter für Pflanzenkohle. Der stabile Stickstoffhaushalt kann entweder für die relevanten Substratausgangsstoffe oder für das Kultursubstrat nachgewiesen werden. Die Definition der relevanten Substratausgangsstoffe orientiert sich dabei an den Vorschriften der RAL-Gütesicherungen. Aktuell enthält sie demnach Holzfasern, Rindenumus, Kokosprodukte (RAL-GZ 250) und Kompost (RAL-GZ 251).

Zu b)) Im Rahmen der etablierten Gütesicherungen und des EU-UZ 048 wird die in einem festgelegten Zeitraum umzusetzende Anzahl von Beprobungen in Abhängigkeit der Parameter und der Produktionsmenge festgelegt. Für den Blauen Engel wird daher bezüglich der Überwachung des Kultursubstrats kein konkreter Rhythmus festgelegt, sondern gefordert, dass sich die Häufigkeit an den Vorschriften anderer anerkannter Kontrollsysteme¹¹⁸ orientieren muss. Dies betrifft auch die wichtige Unterscheidung in Eigen- und Fremdüberwachung. Auch die Art der Beprobung soll einer etablierten Methodik¹¹⁹ folgen. Bei organischen Kultursubstraten und Blumenerden, die einer anerkannten Gütesicherung¹²⁰ unterliegen, sind diese Bedingungen automatisch erfüllt.

Für die Substratausgangsstoffe Kompost und Pflanzenkohle muss entweder die Teilnahme an einem anerkannten Gütesicherungssystem¹²¹ nachgewiesen werden. Alternativ kann die Bestätigung der Einhaltung einer äquivalenten Kontrolle durch ein eigenes System über einen anerkannten Umweltgutachter* eine anerkannte Umweltgutachterin nach UAG (2002) erfolgen. Auch für die anderen Substratausgangsstoffe muss der Antragsteller sein System der Qualitätssicherung darlegen. Dabei gilt insbesondere für die darunter aktuell relevantesten Stoffe (Holzfasern, Rindenumus, Kokosprodukte), dass sie entweder anerkannt gütegesichert¹²⁰ sein müssen, oder ein in Art und Häufigkeit vergleichbares System etabliert sein muss.

Zu c)) Die Fremdüberwachung muss in anerkannten Laboren erfolgen. Hierunter fallen Labore, die eine Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025¹²² vorweisen können sowie solche, deren Kompetenz im Rahmen der VDLUFA-QLA GmbH und/oder durch Notifizierung der Bundesländer nach Bioabfall- bzw. Klärschlammverordnung nachgewiesen wurde.

Weiterhin gelten Nachweise über die Ergebnisse von Untersuchungen, die im Rahmen anderer Zertifizierungsverfahren erbracht werden, sofern die für dieses Umweltzeichen festgelegten Methoden eingehalten werden oder eine Äquivalenz nachgewiesen werden kann. Dies bezieht sich insbesondere auf Nachweise für das europäische oder österreichische Umweltzeichen (EU-UZ 048, AT-UZ 32) und die etablierten Gütesicherungen.

Zu d)) Im Hinblick auf die Übermittlung der Testergebnisse wird eine einmalige Übermittlung pro Jahr als ausreichend erachtet. Die Ergebnisse sollen über alle jeweils geforderten Analysen gemittelt werden. Dabei soll auch die Standardabweichung ausgewiesen werden. Zzgl. zu den relevanten Parameter nach a)) sollen die Nährstoffgehalte¹²³ übermittelt werden. Die Jahresmittelwerte müssen die Anforderungen der Vergabekriterien in allen Parametern einhalten. Prinzipiell müssen die in den Kapiteln 5.6 und 5.7 festgelegten Methoden angewandt

¹¹⁸ z.B. RAL-GZ 250, EU-UZ 048, mindestens zwei Fremdprobenahmen pro Jahr

¹¹⁹ z.B. VDLUFA Band II.2 1 Probenahme

¹²⁰ RAL-GZ 250, RHP, weitere Systeme können anerkannt werden

¹²¹ RAL-GZ 251, FBK, QLA bzw. EBC, weitere Systeme können anerkannt werden

¹²² „Allgemeine Anforderungen an die Kompetenz von Prüf- und Kalibrierlaboratorien“

¹²³ N, P205, K20 wie nach DüMV deklariert

werden, andernfalls muss der Antragsteller die Äquivalenz nachweisen. Abweichende Einheiten können unter Begründung der Umrechnungsfaktoren umgerechnet werden. Zudem kann in geeigneten Fällen der Nachweis der Einhaltung von Grenzwerten für das gesamte Kultursubstrat auch rechnerisch erbracht werden, wenn die entsprechenden Messwerte für die Einsatzstoffe bekannt sind. Dies ist entsprechend kenntlich zu machen und zu begründen.

Der Ansatz, eine kontinuierliche Überwachung des ausgezeichneten Produktes zu fordern, wird im Blauen Engel nur in seltenen Fällen umgesetzt. In der Revision sollte daher die Praktikabilität und Tauglichkeit der festgelegten Anforderungen u.a. durch Rücksprachen mit RAL und zeichennehmenden Unternehmen überprüft werden.

5.6 Grenzwerte

Vorbemerkung

In den Kapiteln 5.6 und 5.7 werden die verschiedenen Qualitätsanforderungen an Kultursubstrate beschrieben und es werden geeignete Nachweismethoden aufgeführt. Es sei darauf hingewiesen, dass das EU-UZ 048 und die europäische Düngeprodukteverordnung (DüPV 2019) meist auf die Normenfamilie zu Bodenverbesserungsmitteln und Kultursubstraten der CEN/TC 223 „Soil improvers and growing media“ verweisen, während in Deutschland die VDLUFA Methoden als wichtige Referenz gelten. Auf letztere wird z.T. auch in der DüMV (2019) und in den RAL-GZ 250 und RAL-GZ 251 verwiesen. Soweit die Methoden gleichwertig sind, werden beide (CEN/TC 223 und VDLUFA) in den Vergabekriterien aufgeführt. In Zweifelsfällen wird, um den Prüfaufwand zu begrenzen, auf die VDLUFA-Methoden verwiesen, da hierfür bereits etablierte Verfahren im Rahmen der Gütesicherungen existieren.

5.6.1 Schwermetalle

Die Schwermetallgehalte werden sowohl in Umwelt- und Gütezeichen, als auch in den gesetzlichen Bestimmungen für Bioabfall und Düngemittel reglementiert. Schwermetalle reichern sich in Böden an und werden diesen durch die Aufnahme in Pflanzen, Erosionsprozesse und/oder durch Auswaschung in das Grundwasser oder Oberflächenwasser wieder entzogen.

In der Fachliteratur finden sich vereinzelt Hinweise auf Schwermetallgehalte in Kultursubstraten und Kompost. In einer Untersuchung von 11 handelsüblichen Gartenerden (Sackware) durch das österreichische Umweltbundesamt von 2017 lagen die untersuchten Schwermetallgehalte bei allen Proben unter den gesetzlichen Grenzwerten der Düngemittelverordnung. Eine Probe (Blumenerde) fiel hinsichtlich des Urangehalts von 6,3 mg/kg TM auf. In einer anderen Probe (Blumenerde mit Naturton) wurde ein Nickelgehalt von 42 mg/kg TM bestimmt. Die Konzentrationsbereiche der übrigen Metalle lagen im folgenden Bereich: Cadmium < BG bis 0,52 mg/kg TM; Blei 2,6 bis 23 mg/kg TM; Quecksilber 0,055 bis 0,16 mg/kg TM; Thallium <BG bis 0,27 mg/kg TM. Alle Proben enthielten Zink und Kupfer in Mengen, die als ausreichend für die Versorgung mit Spurenelementen angesehen wird (AK Stmk 2017).

López-López et al. (2016) untersuchte die Kompostqualität aus Waldabfällen (überwiegend aus vier bis fünf Jahre alten Ginsterpflanzen (*Ulex europaeus L.*) bestehend, die gehäckselt und zum Teil vor Beginn des Prozesses beregnet wurden und mit 5 % (v/v) Geflügelmist aufgedüngt wurden, um das C/N-Verhältnis auf etwa 30 zu senken. Die Schwermetallkonzentrationen (Cd, Cr, Cu, Zn, Hg, Ni und Pb) lagen für alle vier untersuchten Kompostproben weit unter den Grenzwerten des EU-UZ 048. Lediglich Zink erreichte in einer Probe fast die Hälfte des Grenzwertes des EU-UZ 048 (300 mg/kg TM), möglicherweise weil das Legehennenfutter mit diesem Mikronährstoff ergänzt wird (López-López et al. 2016).

Kluge et al. (2008) berichten, dass die Schwermetallgehalte gütegesicherten Komposte die Grenzwerte der BioAbfV (1998) deutlich unterschreiten. Im Mittel liegen die gemessenen Konzentrationen bei < 30 % der zulässigen Werte, so dass die Bodenschutzbelange gewährleistet sind. Bei Kupfer und Zink werden im Mittel < 50% der zulässigen Grenzwerte der BioAbfV (1998) ausgeschöpft.

Ableitung von Anforderungen

Eine Zusammenfassung der bestehenden Grenzwerte für Schwermetalle in verschiedenen gesetzlichen Regelungsbereichen und Umweltzeichen ist in Tabelle 6 dargestellt.

Die Werte des europäischen Umweltzeichens EU-UZ 048 sind nahezu deckungsgleich zu denen der BioAbfV (1998). Das österreichische Umweltzeichen AT-UZ 32 verweist für Kultursubstrate auf die gesetzlichen Bestimmungen der österreichischen Düngemittelverordnung. Demnach müssen organische und anorganische Rohstoffe als Ausgangsstoffe für Bodenhilfsstoffe oder Kultursubstrate zulässig sein und die Grenzwerte für Bodenhilfsstoffe oder Kultursubstrate einhalten (AT DüMV 2004, Anlage 2). In Tabelle 6 sind die Grenzwerte der österreichischen Kompostverordnung AT-KompostV (2001) für Kompost der Qualitätsklasse A+ dargestellt, die denen der europäischen Ökolandbauverordnung entsprechen (EU-Öko-DV 889/2008 bzw. 2021/1165). Sie gelten für die Zertifizierung von 100 % Kompost nach dem AT-UZ 32. Die Grenzwerte für Schwermetalle der DüPV (2019) liegen für Kultursubstrate in einem ähnlichen Bereich wie die der deutschen DüMV (2019).

Die deutsche Düngemittelverordnung (DüMV 2019) schreibt neben den Schwermetallgrenzwerten auch Kennzeichnungspflichten vor. So müssen beispielsweise Düngemittel, deren Cadmiumgehalt über 1 mg/kg TM liegen entsprechend gekennzeichnet werden. Der Cadmiumgrenzwert liegt bei 1,5 mg/kg TM. Für die Anwendung von Rindenprodukten im Garten- und Landschaftsbau mit Ausnahme der Nahrungsmittelerzeugung sowie für die Anzucht und Pflege von Zierpflanzen und Ziergehölzen gilt als Grenzwert 2,5 mg Cd/kg TM. In diesem Fall ist der folgende obligatorische Hinweis anzugeben: *„Nur für die Anwendung im Garten- und Landschaftsbau und für die Anzucht und Pflege von Zierpflanzen und Ziergehölzen und keine Anwendung in Verfahren, die der Erzeugung von Nahrungsmitteln dienen.“* Damit wurde einer gemeinsamen Stellungnahme verschiedener Handels- und Gartenbauverbände Rechnung getragen, in der bemängelt wurde, dass der Cadmiumwert von 1,5 mg/kg TM von 35 % der Rinden nicht eingehalten werden kann. Als Grund wird aufgeführt, dass die Pflanzen das natürlicherweise im Boden vorkommende Cadmium insbesondere bei den in Norddeutschland vorherrschenden Bodenparametern aufnehmen und anreichern. Eine Trennung der Rinden verschiedener Herkunft je nach ihren Cadmiumgehalten sei in der Praxis nicht umsetzbar. Es wurde daher vorgeschlagen den Grenzwert der DüMV (2019) auf 2,5 mg Cd/kg TM anzuheben (Stange et al. ohne Jahr).

Die deutsche Bioabfallverordnung BioAbfV (1998) regelt, dass innerhalb von drei Jahren nicht mehr als 20 Tonnen Trockenmasse Bioabfälle oder Gemische je Hektar aufgebracht werden dürfen. Die Aufbringungsmenge kann auf bis zu 30 Tonnen je Hektar in drei Jahren erhöht werden, wenn die Grenzwerte für Schwermetalle nach §4 (3) Satz 2 nicht überschritten werden (vgl. Tabelle 6). Bei Ausbringung von nicht mehr als 20 Tonnen je Hektar in drei Jahren liegen die Grenzwerte um etwa 50 % höher.

Das RAL-GZ 251 für Kompost gibt keine Grenzwerte für Schwermetalle vor, verweist jedoch auf die mitgeltenden gesetzlichen Bestimmungen wie z.B. die Düngemittelverordnung (DüMV 2019) und die Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung. Das RAL-GZ 250 „Substrate für Pflanzen“ gibt für Rindenmulch, Blähton, Holzfasern, Hochmoortorf u.a. Schwermetallgrenzwerte vor, nicht jedoch für Kultursubstrate und Blumenerden, verweist

jedoch ebenfalls auf mitgeltende gesetzliche Vorschriften wie z.B. die DüMV (2019) und damit indirekt auf die dort festgelegten Schwermetallgrenzwerte. Für Rindenhumus wird ein Cadmiumgrenzwert von 2,5 mg/kg definiert, wobei zudem auf die Einhaltung der Vorgaben der DüMV verwiesen wird.

Die AbfklärV (2017) verweist in der Anlage 1 auf die Grenzwerte der Düngemittelverordnung und definiert als zusätzlichen Grenzwert für Zink im Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost 4000 mg/kg TM.

In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 2021) werden folgende Vorsorgewerte für Metalle für die Bodenart Ton nach Königswasseraufschluss (also Gesamtgehalte) definiert: Cadmium 1,5 mg/kg TM, Blei 100 mg/kg TM, Chrom 100 mg/kg TM, Kupfer 60 mg/kg TM, Quecksilber 0,3 mg/kg TM, Thallium 1 mg/kg TM, Nickel 70 mg/kg TM, Zink 200 mg/kg TM. Für die Bodenarten Lehm/ Schluff sowie Sand liegen die Vorsorgewerte teils deutlich unter diesen Werten. Grundsätzlich geben die Vorsorgewerte der BBodSchV (2021) Hinweise, welche Schwermetallkonzentrationen als bedenklich angesehen werden können. Da die Vorsorgewerte BBodSchV (2021) jedoch von der Bodenart (Sand, Lehm, Schluff, Ton) abhängig sind, müsste der beabsichtigte Einsatzbereich für die Ausbringung von Kultursubstrate mitberücksichtigt werden. Da dies für ein Produktlabel nicht praktikabel erscheint, wurde auf diese nicht direkt Bezug genommen.

Tabelle 6: Grenzwerte für Schwermetalle in relevanten Verordnungen, Umwelt- und Gütezeichen

Höchstgehalt im Produkt (mg/kg TM)

Parameter	EU-UZ 048 (für KS)	EU- Öko-DV	DüPV (EU)	DüMV (DE)	BioAbfV (DE)	KompostV (AT)	RAL- GZ 250
Cadmium (Cd)	1,3	0,7	1,5	1,5	1 (1,5)	0,7	1,5 (2,5)
Chrom insgesamt (Cr)	100	70	entfällt	(300)	70 (100)	70	300
Chrom VI (Cr VI)	entfällt	0	2	2	entfällt	entfällt	entfällt
Kupfer (Cu)	200	70	300	entfällt	70 (100)	70	entfällt
Quecksilber (Hg)	0,45	0,4	1	1	0,7 (1,0)	0,4	1
Nickel (Ni)	40	25	50	80	35 (50)	25	80
Blei (Pb)	100	45	120	150	100 (150)	45	150
Zink (Zn)	300	200	800	entfällt	300 (400)	200	anzu- geben
Arsen (As)	10	entfällt	40	40	entfällt	entfällt	40
Thallium	entfällt	entfällt	entfällt	1	entfällt	Entfällt	1

KS: Kultursubstrate (nicht mineralisch)

EU-Öko-DV: Durchführungsverordnungen (EU) 2021/1165 bzw. (EG) 889/2008 für Komposte/Gärreste aus Haushaltsabfällen

BioAbfV: Bioabfallverordnung, Grenzwerte bei Aufbringung von ≤ 30 t (bzw. ≤ 20 t) pro ha in 3 Jahren (BioAbfV 1998)

KompostV: Grenzwerte für Qualitätsklasse Klasse A+ (AT-KompostV 2001)

RAL-GZ 250: Grenzwerte für Blähton, Holzfasern, Hochmoortorf und Perlit (Cd-Wert für Rindenmulch und -humus erhöht)

Vorschlag Vergabekriterien

Es wird vorgeschlagen, im Wesentlichen den Vorgaben der EU-Öko-Verordnung (EU-Öko-DV 889/2008 bzw. EU-Öko-DV 2021/1165) für kompostierte oder fermentierte Haushaltsabfälle (sprich Kompost) zu folgen, deren Grenzwerte auch in die österreichische Kompostverordnung sowie in das Österreichische Umweltzeichen AT-UZ 32 übernommen wurden. Der vorgeschlagene Cadmiumgrenzwert von 1 mg/kg TM ist ein Kompromiss zwischen den Belangen des Bodenschutzes und der Verwendung von Rindenkompost als Substratausgangsstoff, liegt jedoch immer noch deutlich unter den Vorgaben des EU-UZ 048 und der DüMV (2019).

Für Nickel wurde aufgrund einer geogenen Vorbelastung von Tonen in Abstimmung mit dem Bodenschutzfachgebiet beim Umweltbundesamt ein geringfügig höherer Grenzwert von 35 mg/kg TM (statt 25 mg/kg TM in der EU-Öko-Verordnung) vorgeschlagen, der dem der BioAbfV (1998) entspricht. Die EU-Öko-Verordnung beschreibt keine Grenzwerte für Arsen und Thallium. Die vorgeschlagenen Grenzwerte von 10 mg/kg TM für Arsen wurde vom EU-UZ 048, die von 1 mg/kg TM für Thallium aus der DüMV (2019) übernommen.

Die vorgeschlagenen Grenzwerte für Schwermetallgehalte für organische Kultursubstrate sind damit mindestens so streng oder strenger als die des EU-UZ 048 oder der BioAbfV (1998) und können somit als konservativ bezeichnet werden.

Nachweis

Das EU-UZ 048 für Kultursubstrate und Bodenverbesserungsmittel fordert, dass die Prüfungen „... in Übereinstimmung mit bestehenden EN-Normen oder Prüfverfahren“ durchgeführt werden sollen. Mit Bezug auf den Gesamtgehalt an Chrom wird auf in der EN 13650 referierten Prüfverfahren hingewiesen. Zudem soll sich der Grenzwert für Nickel in Kultursubstraten aus mineralischen Bestandteilen auf den bioverfügbaren Anteil beziehen.

Die BioAbfV (1998) (Anhang 3) verweist bezüglich der Schwermetallbestimmung u.a. auf die DIN EN 13650 (Königswasseraufschluss), die DIN EN ISO 11885 (ICP-OES), die DIN ISO 11047 (AAS) und die DIN EN ISO 17294-2 (ICP-OES) als geeignete Methoden zur Bestimmung der Schwermetallgehalte. Die insbesondere im Rahmen der Gütesicherung für das RAL-GZ 250 und RAL-GZ 251 verwendeten VDLUFA-Methoden für Sekundärrohstoffdünger, Kultursubstrate und Bodenhilfsstoffe Nr. 5.1.1.1 (Aufschluss mit Königswasser) in Verbindung mit Nr. 5.1.2. bis 5.3.3 (Schwermetalle in verschiedenen Analysenlösungen) können als gleichwertige Methoden anerkannt werden.

Mögliche weitere Aspekte

Im Rahmen des Fachgespräches und der Expertenanhörung wurde eine Anpassung der Grenzwerte wie folgt diskutiert:

- ▶ Das Bodenschutzfachgebiet des Umweltbundesamtes hält eine Cadmium-Konzentration von 1 mg/kg TM für den Gemüseanbau für zu hoch und schlägt die Angleichung an die EU-Öko-Verordnung ($Cd \leq 0,7$ mg/kg TM) oder zumindest eine Kennzeichnung von Kultursubstraten mit Cadmiumkonzentrationen über 0,7 mg/kg TM mit dem Hinweis: „nicht für den Gemüseanbau geeignet“ vor. Dieser Vorschlag wurde nicht übernommen, da solche einschränkende Verwendungshinweise in Umweltzeichen nicht üblich (da die tatsächliche Verwendung nicht kontrollierbar ist) sind und auch bei einem Grenzwert von 1 mg/kg TM die gesetzlichen Grenzwerte für Cadmium deutlich unterschritten werden. Nach Angaben der Substratindustrie und verschiedener Experten*Expertinnen kann ein Grenzwert von 0,7 mg/kg TM kaum eingehalten werden. Durch den Zusatz von Rindenumus, ein wichtiger Torfersatzstoff, kann es in Kultursubstraten zu erhöhten Cadmiumkonzentration kommen.

Bei einer Revision der Vergabekriterien soll überprüft werden, ob der Grenzwert auf 0,7 mg/kg herabgesetzt werden kann.

5.6.2 Polyaromatische Kohlenwasserstoffe

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffen (PAK) entstehen bei der unvollständigen Verbrennung organischer Materialien und enthalten z.T. krebserregende Substanzen wie z. B. Benzo[a]pyren. In organische Kultursubstrate gelangen sie über Verunreinigungen mit entsprechend belasteten Ausgangsmaterialien. Ein Teil dieser Schadstoffe wird bei der Kompostierung oder in den Böden wieder abgebaut (Martens 1982; Wischmann et al. 1996; Haritash und Kaushik 2009). In einer Schweizer Studie ermittelten Brändli et al (2007a) PAK-Gehalte in 70 Komposten und Anaerobschlämmen (aus Grünschnitt von Privatgärten und öffentlichen Grünflächen sowie aus Küchenabfällen) und fanden PAK-Gehalte vom 3,1 mg/kg TM (Median). Als Haupteintrag wurden Verbrennungsprodukte (Pyrogene) aus Erdöl vermutet.

Marmiroli et al. (2022) untersuchten drei Biokohlen, die aus Laubholzabfällen aus dem italienischen Appenin durch Pyrolyse hergestellt wurden, hinsichtlich der PAK16-Gehalte und fanden lediglich für Phenanthren Werte von bis zu 0,25 mg/kg TM. Dies liegt weit unter den Grenzwerten des europäischen Biokohle-Zertifikats (EBC). Alle anderen PAK-Konzentrationen lagen unterhalb der Nachweisgrenze.

Ableitung von Anforderungen

Das EU-UZ 048 sieht für die wichtigsten 16 Polyzyklischen Aromaten (PAK 16) Höchstgehalte im Produkt von 6 mg/kg TM vor. Unter den PAK 16 versteht man die Summe von Naphthalen, Acenaphtylen, Acenaphten, Fluoren, Phenanthren, Anthracen, Fluoranthen, Pyren, Benzo[a]anthracen, Chrysen, Benzo[b]fluoranthen, Benzo[k]fluoranthen, Benzo[a]pyren, Indeno[1,2,3-cd]pyren, Dibenzo[a,h]anthracen und Benzo[ghi]perylen. Die Untersuchung soll anhand der DIN EN 16181 erfolgen.

Auch die DüPV (2019) sieht für Kompost, Gärrückstände und Biokohle einen PAK 16-Höchstgehalt von 6 mg/kg TM vor. Materialien aus Pyrolyse und Vergasung („Biokohle“) sowie von Gärrückständen wurden erst durch die Delegierte Verordnungen (EU) 2021/2088 bzw. 2022/1519 als EU-Düngemittelprodukte nach Verordnung 2019/1009 zugelassen.

Bis Juli 2022 lag der PAK-Grenzwert gemäß der EU-Öko-Verordnung (EU-Öko-DV 2021/1165) für „Pflanzenkohle bzw. Pyrolyseprodukte aus einem breiten Spektrum von organischen Materialien pflanzlichen Ursprungs“ bei 4 mg/kg TM. Seitdem verweist die EU-Öko-Verordnung auf die PAK-Grenzwerte der DüPV (2019).

In der BioAbfV (Stand 2022) sind keine PAK-Grenzwerte beschrieben. Die AbfklärV (2017) verweist auf die Grenzwerte der Düngemittelverordnung (DüMV (2019), Anlage 2 Tabelle 1.4) in der allerdings keine PAK aufgeführt sind, definiert jedoch in Anlage 1 einen zusätzlichen Grenzwert für Benzo(a)pyren von 1mg/kg TM für Klärschlamm und Klärschlammkompost.

Die österreichische Kompostverordnung berücksichtigt bei den allgemeinen Qualitätsanforderungen an Kompost der Qualitätsklasse B PAKs nicht. Lediglich für Müllkompost wird ein PAK 16 Grenzwert von 6 mg/kg TM definiert. Für Kompost der Qualitätsklasse A+ (Qualitätskompost gemäß AT-KompostV (2001)), der zur Verwendung im ökologischen Landbau geeignet ist, sind im Verdachtsfall die Konzentrationen an PAK (und PCB) zu bestimmen, wobei maximal 50% der Grenzwerte (also $PAK \leq 3 \text{ mg/kg TM}$) für das Ausgangsmaterial einzuhalten sind. Hierdurch wird der Abbau der organischen Substanz während der Kompostierung, der zu einer Aufkonzentrierung der Schadstoffe führt, berücksichtigt.

Beim europäischen Biokohle-Zertifikat (EBC) werden verschiedene Zertifizierungsklassen bezüglich des Einsatzbereiches (Futter, AgroBio, Agro, Urban, Gebrauchsmaterial, Rohstoff) unterschieden. Bis zur Veröffentlichung der Version 10.3 vom 5.4.2023 galt für den Agrobio-Standard ein PAK 16-Grenzwert von 4 mg/kg TM, mit der Veröffentlichung wurde dieser auf 6 mg/kg TM angehoben. Die EBC verwies in diesem Zusammenhang auf eine Bewertung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) zu "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food" von 2008, wonach fragwürdig sei, ob die Auswahl der PAK 16-Verbindungen die beste Wahl für die Überwachung von PAK in Pflanzenkohle ist. Das EBC folgt dem Vorschlag der EFSA die Gesamtkonzentrationen der acht kanzerogenen PAK¹²⁴ zu überwachen und legt für die PAK 8 der EFSA einen Grenzwert von 1 mg/kg TM fest (EBC 2012-2023).

Vorschlag Vergabekriterien

Der im EU-UZ 048 vorgesehenen PAK 16 Grenzwert von 6 mg/kg TM für Kultursubstrate entspricht dem der DüPV (2019) und ist somit nicht sehr anspruchsvoll. Daher wird vorgeschlagen den früheren strengeren Grenzwert der EU-Öko-Verordnung und des EBC für Pflanzenkohle für den Agrobio-Standard von 4 mg/kg TM zu übernehmen.

Nachweis

Das EU-UZ 048 verweist auf die Untersuchungsmethode DIN EN 16181 (2019-08), bei der die PAK mittels Gaschromatographie (GC) bzw. Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC) bestimmt werden. Diese Methode wurde jedoch mittlerweile zurückgezogen und durch die DIN EN 17503 (2022-08) ersetzt, die ebenfalls auf der GC- und HPLC-Analytik beruht. Der Nachweis der PAK 16 sollte daher nach DIN EN 17503 erfolgen, wobei die VDLUFA-Methode Nr. 6.4.1 „Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) in Klärschlämmen und Komposten“ als gleichwertiges Verfahren akzeptiert wird.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ In Anlehnung an die EFSA-Empfehlung könnten strengere Grenzwerte für die kanzerogenen PAK (PAK 8) definiert werden.

5.6.3 Andere organische Schadstoffe

In den Vergabekriterien des EU-UZ 048 wurden keine Grenzwerte für andere organische Schadstoffe außer PAK aufgenommen. In der Erarbeitung wurde jedoch diskutiert, inwiefern Pestizide und Medikamentenrückstände mit Grenzwerten belegt werden sollten, wobei die wenigen verfügbaren Daten eher ein geringes Gefährdungspotential vermuten lassen (Kowalska et al. 2022). Die RAL-Gütesicherung für Kompost RAL-GZ 251 und für Substrate für Pflanzen RAL-GZ 250 verweisen allgemein auf die mitgeltende DüMV (2019) und die darin festgelegten Grenzwerte. Hierunter fallen Grenzwerte für Dioxine, Furane und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle sowie per- und polyfluorierte Alkylsubstanzen. Nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle werden in der AbklärV (2017) und dem europäischen Biokohle-Zertifikat (EBC). mit einem Grenzwert belegt.

5.6.3.1 Dioxine, Furane, dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle

Dioxine, Furane (PCDD/F) und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dioxin-like PCB bzw. dl-PCB) werden bei Verbrennungsprozessen oder als Verunreinigungen von PCB aus früheren Anwendungen oder bei der Herstellung anderer chlororganischer Chemikalien freigesetzt und

¹²⁴ EFSA (2008): Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. EFSA J. 2008, 6, <https://www.efsa.europa.eu/en/efsajournal/pub/724>; Zu den PAK8 der EFSA zählen: Benzo[a]pyren, Benz[a]anthracen, Benzo[b]fluoranthren, Benzo[k]fluoranthren, Benzo[ghi]perylen, Chrysene, Dibenz[a,h]anthracen und Indeno[1,2,3-cd]pyren

gelten aufgrund ihrer Toxizität, Persistenz und ihrem Bioakkumulationspotential zu den wichtigsten Umweltgiften (Behnke et al. 2018). Kluge et al. (2008) berichten, dass die in Kompost ermittelten Gehalte im Bereich der Hintergrundwerten unbelasteter Böden liegen (PCDD/F 1-2 ng TEQ/kg). Auch Umlauf et al. (2011) kommen zu dem Schluss, dass derzeit durch die Ausbringung von Kompost (und Klärschlamm) auf landwirtschaftliche Flächen in Deutschland keine Gefährdung der Boden- und Grundwasserqualität im Hinblick auf PCDD/F und dl-PCB zu erwarten ist, wobei weitere Untersuchungen zu den langfristigen Auswirkungen der Ausbringung von Bioabfällen benötigt werden.

Ableitung von Anforderungen

In Deutschland fordert die DüMV die Einhaltung des Grenzwertes für die Summe der Dioxine, Furane (PCDD/F) und dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle (dl- PCB) gemäß WHO-Toxizitätsäquivalenzfaktoren von 30 ng/kg TM. Bei Anwendung auf Grünland zur Futtergewinnung und auf Ackerfutterflächen gilt ein Grenzwert von 8 ng/kg TM PCDD/F und dl-PCB.

Die Europäische DüPV (2019) gibt für die CMC 13: „Durch thermische Oxidation gewonnene Materialien und deren Folgeprodukte“ sowie CMC 14 „Durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnene Materialien“ einen PCDD/F-Grenzwert an WHO-Toxizitätsäquivalenten von 20 ng/kg TM vor (ohne dl-PCB). Dieser wurde auch von der EBC übernommen.

Vorschlag Vergabekriterien

Es wird vorgeschlagen in Anlehnung an die DüPV (2019) einen Grenzwert von 20 ng/kg TM als Summe der PCDD/F- und dl-PCB-Toxizitätsäquivalente für das organische Kultursubstrat festzulegen. Dieser Grenzwert liegt deutlich unter den Vorgaben der DüMV (2019). Zudem gilt der strengere Grenzwert der DüMV (2019) für die Anwendung auf Grünland zur Futtergewinnung und auf Ackerfutterflächen mit nichtwendender Bodenbearbeitung von 8 ng/kg TM.

Nachweis

Die Dioxine PCDD/F und dl-PCB werden nach DIN EN 16190 bestimmt und als Toxizitäts-Äquivalenzkonzentration gemäß den Toxizitäts-Äquivalenz-Faktoren der World Health Organization (WHO) auf das Seveso-Dioxin 2,3,7,8-Tetrachlordibenzodioxin bezogen.¹²⁵

5.6.3.2 Nicht-dioxinähnliche polychlorierte Biphenyle für Pflanzenkohle

Nicht dioxinähnlichen PCB (non dioxin-like-PCB – ndl-PCB) wurden früher u.a. in Fugendichtungsmassen, Brandschutzplatten und -anstrichen sowie in Kondensatoren von Leuchtstoffleuchten eingesetzt. Zu den ndl PCB zählen insbesondere die Kongenere¹²⁶ (PCB -28, -52, -101, -138, -153 und -180).

Bei der Herstellung von Pflanzenkohle entstehen bei der Pyrolyse von Biomassen geringe Mengen an PCB (und auch PCDD/F). Das EBC hält daher eine einmalige Kontrolle pro Anlage als ausreichend. Diese Schadstoffgehalte sind hauptsächlich vom Chlorgehalt der pyrolysierten Biomasse abhängig, der in allen auf der EBC-Positivliste¹²⁷ autorisierten Biomassen gering ist (EBC 2012-2023). Für Pflanzenkohle, die in Kultursubstraten eingesetzt wird, die mit dem Blauen Engel ausgezeichnet werden können, wird die Positivliste für AgroBio zugrunde gelegt (s. Kap. 5.3.6, EBC 2023).

¹²⁵ <https://academic.oup.com/toxsci/article/93/2/223/1707690> (letzter Zugriff 10.10.2023)

¹²⁶ Chemische Verbindungen, desselben Ursprungs oder derselben Grundstruktur.

¹²⁷ S. EBC (2023)

In einer Schweizer Studie untersuchten Brändli et al. (2007b) die PCB-Gehalte (als Summe der Kongenere 28, 52, 101, 118, 138, 153, 180) in rund 70 Komposten und Anaerobschlämmen aus der Vergärung und fanden in Anlagen aus dem urbanen Bereich deutlich höhere PCB-Gehalte (Median 30 µg/kg TM) als im solchen aus dem ländlichen Bereich (Median 14 µg/kg TM).

Kluge et al. (2008) berichten, dass die in Kompost ermittelten Gehalte im Bereich der Hintergrundwerten unbelasteter Böden liegen (PCB < 2 µg/kg).¹²⁸

Ableitung von Anforderungen

Weder das EU-UZ 048 noch die DüMV (2019) oder die DüPV (2019) geben Grenzwerte für ndl PCB vor. Das EBC hat für Biokohle einen Grenzwert von 0,2 mg/kg-TM festgelegt.

Die AbfklärV (2017) verweist auf die Grenzwerte der Düngemittelverordnung und definiert einen zusätzlichen Grenzwert für PCB von 0,1 mg/kg TM jeweils für die Kongenere 28, 52, 101, 138, 153 und 180. Die österreichische Kompostverordnung definiert für Müllkompost der Qualitätsklasse B einen PCB-Grenzwert von 1 mg/kg TM (AT-KompostV 2001).

Vorschlag Vergabekriterien

Für Pflanzenkohle wird vorgeschlagen, einmalig eine Untersuchung auf nicht-dioxinähnliche PCB durchzuführen. Alternativ kann auch nachgewiesen werden, dass die Anlage, aus der die Pflanzenkohle stammt, diese einmalig bestanden hat. Als Grenzwert gilt der Wert von 0,2 mg/kg TM nach EBC (2012-2023).

Nachweis

Der Nachweis der ndl-PCB in Pflanzenkohle erfolgt nach DIN EN 17322 (2021-03) oder DIN ISO 10382 (2003-05) mittels Gaschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (GC-MS) oder Elektronen-Einfang-Detektion (GC-ECD). Die Vorgängernorm DIN 38414-20 (1996-01) wurde zurückgezogen und durch die DIN EN 17322 ersetzt.

5.6.3.3 Per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen

Die Verunreinigung von Kultursubstraten durch perfluorierten und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) sollte aufgrund deren Persistenz und Toxizität minimiert werden. Die Bezeichnung „PFAS“ für diese aus rd. 4700 Verbindungen bestehende Stoffgruppe ist heute gebräuchlicher, als die z.B. in der Düngemittelverordnung noch verwendete Bezeichnung „per- und polyfluorierte Tenside“ (PFT).

Aktuell sind bereits eine Reihe von Belastungsschwerpunkten mit PFAS-Verbindungen in Nordrhein-Westfalen, Bayern und Baden-Württemberg auf Böden und im Grundwasser bekanntgeworden. Als Ursache wurde u.a. die Ausbringung von Papierschlamm-Kompostgemisch identifiziert, wodurch mehrere hundert Hektar verunreinigt wurden. Andere Schadensfälle stehen im Zusammenhang mit der Verwendung von fluorhaltigen Schaumlöschmitteln bei Feuerwehreinsätzen und -übungen sowie dem Einsatz PFAS-haltiger Hilfsstoffe beispielsweise in Galvanik- und Textilveredelungsanlagen (UBA 2020, BMUV 2022).

Der Eintrag von PFAS über Klärschlamm und Kompost auf landwirtschaftliche Flächen aufgrund der Mitbehandlung entsprechend imprägnierter Papiere ist gut belegt (Bugsel et al. 2022). Ursächlich hierfür ist insbesondere die (früher übliche) Verwendung von PFAS in Lebensmittelverpackungen (Glenn et al. 2021). Auch diffuse Quellen sind nicht zu vernachlässigende Eintragspfade (Bolan et al. 2021).

¹²⁸ Aus Kluge et al. (2008) wird nicht ganz klar, ob dl-PCB oder ndl-PCB gemeint sind. Aufgrund der Konzentration kann es sich jedoch eigentlich nur um ndl-PCB handeln.

In einer australischen Studie untersuchten Sivaram et al. (2022) die PFAS-Gehalte in 19 kommerziell erhältlichen Komposten, Gartenerden und Anpflanzsubstraten auf 38 PFAS-Verbindungen. Sie fanden Konzentrationen zwischen 1,26 bis 11,84 µg/kg TM. In der Schweiz wiesen Brändli et al. (2007b) PFAS-Konzentrationen in Komposten und Anaerobschlämmen um die 6,3 µg/kg TM (Median) nach.

Viele per- und polyfluorierte Tenside (PFAS) sind im REACH Anhang XVII aufgenommen¹²⁹ und unterliegen damit Verwendungsbeschränkungen bzw. finden sich auf der Kandidatenliste für besonders besorgniserregende Stoffe (SVHC). Anfang des Jahres 2023 wurde ein von Dänemark, Deutschland, den Niederlanden, Norwegen und Schweden ausgearbeiteter Vorschlag für ein PFAS-Gruppenverbot eingereicht, der nun von der ECHA geprüft wird.¹³⁰

Ableitung von Anforderungen

Das EU-UZ 048 für Kultursubstrate hat keine Anforderungen hinsichtlich PFAS festgelegt. In Deutschland fordert die DüMV (2019) die Einhaltung von Grenzwerten für Perfluorierte Tenside (PFT) als Summe aus Perfluorooctansäure (PFOA) und Perfluorooctansulfonat (PFOS) von 0,1 mg/kg TM.

Auch die AbfKlärV (2017) fordert Angaben zum Gehalt an polyfluorierten Verbindungen (hier als PFC bezeichnet) ohne einen Grenzwert zu definieren. In der Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung (BBodSchV 2021) werden für den Wirkungspfad Boden-Grundwasser folgende Prüfwerte definiert:

- ▶ Perfluorbutansäure (PFBA): 10 µg/L (identifiziert als SVHC)
- ▶ Perfluorhexansäure (PFHxA): 6 µg/L
- ▶ Perfluoroktansäure (PFOA): 0,1 µg/L (steht auf der SVHC-Kandidatenliste)
- ▶ Perfluornonansäure (PFNA): 0,06 µg/L (steht auf der SVHC-Kandidatenliste)
- ▶ Perfluorbutansulfonsäure (PFBS): 6 µg/L (steht auf der SVHC-Kandidatenliste)
- ▶ Perfluorhexansulfonsäure (PFHxS): 0,1 µg/L (steht auf der SVHC-Kandidatenliste)
- ▶ Perfluoroktansulfonsäure (PFOS): 0,1 µg/L

In dem Leitfaden des BMUV zur PFAS-Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen wird festgestellt, dass der im Jahr 2008 eingeführte Grenzwert der DüMV (2019) zu hoch liegt, und auch bei seiner Einhaltung eine Überschreitung der Geringfügigkeitsschwellenwerte im Grundwasser zu befürchten sei. Daher sollte der Grenzwert der DüMV (2019) für PFAS baldmöglichst nach unten angepasst werden. Zudem sollten Prüfwerte für den Wirkungspfad Boden-Nutzpflanze definiert werden, für deren Ableitung die Datengrundlage allerdings noch nicht ausreichend sei (BMUV 2022).

In der EU-Trinkwasserrichtlinie (Richtlinie (EU) 2020/2184) werden PFAS als zu überwachender Parameter aufgeführt. Die EU-Kommission beabsichtigt bis zum 12. Januar 2024 technische Leitlinien bezüglich der Analyseverfahren zur Überwachung festzulegen und definiert Grenzwerte für die Gesamtheit der per- und polyfluorierten Alkylsubstanzen. („PFAS

¹²⁹ Im Anhang XVII finden sich u.a. C9-C14 linear and/or branched perfluorocarboxylic acids (C9-C14 PFCAs), their salts and C9-C14 PFCAs-related substances, perfluorononan-1-oic acid (PFNA); nonadecafluorodecanoic acid (PFDA); hencosafluoroundecanoic acid (PFUnDA); tricosfluorododecanoic acid (PFDoDA); pentacosfluorotridecanoic acid (PFTrDA); heptacosfluorotetradecanoic acid (PFTDA); including their salts and precursors. → <https://www.echa.europa.eu/substances-restricted-under-reach> (Zugriff am 26.10.22).

¹³⁰ <https://echa.europa.eu/-/echa-publishes-pfas-restriction-proposal>; letzter Zugriff: 16.12.2023

gesamt“) von 0,50 µg/L und für die Summe von 20 ausgewählten PFAS („Summe der PFAS“) von 0,10 µg/L.

Vorschlag Vergabekriterien

Für organische Kultursubstrate wird ein PFAS-Grenzwert von 0,01 mg/kg TM vorgeschlagen, der um Faktor 10 strenger ist als die Vorgaben der DüMV (2019). Hierbei wird auf die in der DüMV (2019) beschriebenen Leitsubstanzen (derzeit PFOA und PFOS) Bezug genommen. Da damit gerechnet wird, dass weitere PFAS-Einzelsubstanzen in die DüMV (2019) aufgenommen und der Grenzwert für PFAS (bzw. PFT) verschärft wird, kann das RAL im Verdachtsfall weitere Kontrollmessungen (ggf. auch von anderen PFAS) einfordern. Von Seiten der Bundgütegemeinschaft Kompost (BGK) wurde auf der Expertenanhörung vom 27.9.2023 mitgeteilt, dass eigene Untersuchungsergebnisse gezeigt haben, dass Komposte diesen Grenzwert i.d.R. einhalten. Dies deckt sich mit den oben genannten Ergebnissen von Sivaram et al. (2022) und Brändli et al. (2007b).

Nachweis

Die PFAS (Summe von PFOA und PFOS) können nach DIN 38414-14 sowie ggf. nach DIN 38407-42:2011-03 bestimmt werden. Auf die DIN 38414-14 wird auch in der AbfklärV (2017) und BBodSchV (2021) Bezug genommen. In der Novellierung der BBodSchV (2021) wird zudem auf die DIN 38407-42 verwiesen.

Mögliche weitere Aspekte

Aufgrund der hohen Heterogenität und Vielzahl an in Haushalten befindlichen PFAS-Produkten sollte ein PFAS-Grenzwert nicht auf die zwei Substanzen PFOA und PFOS beschränkt sein, sondern beispielsweise die 20 in der europäischen Trinkwasser-Richtlinie genannten Verbindungen (PFAS Σ 20) oder einen summarischen Parameter wie den EOF (Extrahierbares Organisch gebundenes Fluor) berücksichtigen. Die Umsetzbarkeit einer anderen PFAS-Definition sollte bei der Überarbeitung der Kriterien geprüft werden. Dabei sollte sowohl der Aufwand bzw. die Kosten für die Bestimmung mehrerer Leitsubstanzen abgewägt, als auch die Reife der Bestimmungsmethodik berücksichtigt werden.

Zudem wird nach Einschätzung der Experten*Expertinnen eine deutliche Absenkung des Grenzwertes der DüMV (2019) für die Summe an PFOA und PFOS gefordert, damit die Geringfügigkeitsschwellen für die PFAS-Einzerverbindungen im Grundwasser sicher eingehalten werden können. Die Entwicklungen der DüMV (2019) sollte sowohl bezüglich der Grenzwertsetzung als auch hinsichtlich der Wahl der Leitsubstanzen bei einer Überarbeitung der Kriterien berücksichtigt werden.

5.6.3.4 Pestizide

Unter dem Begriff Pestizide werden Pflanzenschutzmittel (Herbizide, Insektizide, Fungizide) und Biozide (u.a. Schädlingsbekämpfungsmittel, Materialschutzmittel) zusammengefasst. In den Kriterien für das EU-UZ 048 finden sich keine Vorgaben zu den zulässigen Pestizidgehalten. Bei der letzten Überarbeitung des EU-UZ 048 wurden Pestizide und Tierarzneimittel aufgrund der insgesamt sehr schlechten Datenlage nicht berücksichtigt. Die wenigen Publikationen zu Pestizidkonzentrationen in Kompost und Gärresten lassen jedoch vermuten, dass hier kein Gefährdungspotential besteht. Zudem wird bei der Kompostierung bzw. der Vergärung ein biologischer Abbau dieser Verbindungen angenommen (Kowalska et al. 2022).

In der Studie zur nachhaltigen Kompostanwendung in der Landwirtschaft von Kluge et al. (2008, zitiert in Kowalska et al. 2022) wurden auch Organochlorpestizide, PAK, Phthalate, Organozinn-Verbindungen, Chlorphenole, Nonylphenole, Bisphenol A und Moschusverbindungen untersucht.

Die Gehalte in den Böden waren, auch nach langjähriger Kompostanwendung, sehr niedrig, d.h. meist im Bereich der analytischen Nachweisgrenze bzw. der Hintergrundwerte für unbelastete Böden.

In einer Untersuchung von elf handelsüblichen Gartenerden (Sackware) durch das österreichische Umweltbundesamt von 2017 konnten in nahezu allen Proben zumindest ein Pestizid in Spuren nachgewiesen werden. Nachgewiesene Pestizide waren Diphenylamin, Propiconazol, Boscalid, Difenoconazol, Fludioxonil, Ethofumesatketo, Metaflumizol und Metosulam. In den meisten der untersuchten Kultursubstrate wurden ein bis drei, in einer Probe sogar fünf verschiedene Pestizide gefunden. Da die Pestizide nur in Spuren bestimmt wurden (< BG bis maximal 0,068 mg/kg TM für Metaflumizol) wurden alle elf Kultursubstratproben als „unauffällig“ bewertet (AK Stmk 2017).

Ableitung von Anforderungen

Das RAL-GZ 250 definiert für Rindenmulch (dessen Verwendung in den Vergabekriterien für organische Kultursubstrate ausgeschlossen ist) einen Grenzwert für Insektizidrückstände (Cypermethrin, Diflubenzuron, Alpha-Cypermethrin, Lambda-Cyhalothrin, Pirimicarb, Dimethoat) von $\leq 0,3$ mg/L Frischsubstanz pro Wirkstoffgruppe. Für andere Pflanzensubstrate sind keine obligatorischen Prüfungen hinsichtlich der Insektizide gefordert.

Die österreichische Kompostverordnung fordert, nur lindanfreies Rindensubstrat einzusetzen. Als Grenzwert werden im Verdachtsfall 0,5 mg/kg TM festgelegt. Zudem findet sich der Hinweis, dass im Verdachtsfall Organochlor-Pestizide, insbesondere Lindan (Gamma 1,2,3,4,5,6-Hexachlorcyclohexan) zu untersuchen sind (AT-KompostV 2001). Lindan fällt als persistenter organischer Schadstoff unter die POP-Verordnung und wurde bis 2006 vom Markt genommen.¹³¹

Vorschlag Vergabekriterien

In Anlehnung an das EU-UZ 048 werden derzeit keine Grenzwerte bezüglich zulässiger Pestizidgehalte in organischen Kultursubstraten vorgeschlagen.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Falls agrarische Reststoffe vermehrt als Substratausgangsstoffe zum Einsatz kommen, sollte geprüft werden, ob und ggf. welche Pestizidrückstände dadurch relevant werden (s. Kap. 5.3.5).

5.6.4 Mikrobiologische Kriterien

Die Hygienisierung von Bioabfälle durch Kompostierung oder Vergärung dient dazu Krankheitserreger zu eliminieren. Die Überprüfung einer ausreichenden Hygienisierung kann einerseits anlagenbezogen erfolgen, indem die Prozessparameter (Temperatur/Zeit-Kurve) kontrolliert und die Inaktivierung definierter Testkeime überprüft wird. Zum anderen können bestimmte Krankheitserreger (*Salmonella* spp., *Escherichia coli*, Enterococcaceae) in den organischen Kultursubstraten direkt bestimmt werden.

Die BioAbfV (1998) sieht zwei Verfahren zur Hygienisierung von Bioabfällen vor: Die thermophile Kompostierung und die thermophile Vergärung. Die thermophile Kompostierung erfolgt bei günstigen Feuchte-, Nährstoff- und Belüftungsverhältnissen mit einem Wassergehalt von mindestens 40 % und einem pH-Wert um 7. Dabei muss eine Temperatur von mindestens

¹³¹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/persistente-organische-schadstoffe-pop/lindan-hch?parent=89813>; letzter Zugriff: 25.01.2024

55 °C über zwei Wochen, von 60 °C über sechs Tage und von 65 °C über drei Tage auf das Rottematerial einwirken. Bei der thermophilen Vergärung erfolgt die Hygienisierung bei mindestens 50 °C bei einer Mindestverweilzeit, die anhand der Inaktivierung von als Tracern verwendeten Indikatororganismen (Sporen von *Bacillus globii*) abgeleitet wird.

Gemäß BioAbfV (1998) wird die Prozessprüfung bezüglich Seuchenhygiene mit dem Testkeim *Salmonella senftenberg* durchgeführt. Nach der Hygienisierung dürfen in zwei aufeinander folgenden Untersuchungen keine Salmonellen nachweisbar sein. Die Durchführung wird im Abschnitt 4.2 der BioAbfV (1998) beschrieben, ohne auf eine Norm zu verweisen.

Da es sich bei dem Blauen Engel für organische Kultursubstrate um ein Produktlabel handelt, erscheint die Nachweisführung auf Anlagenebene nicht praktikabel, so dass der Nachweis der hygienischen Unbedenklichkeit über die direkte Bestimmung von Krankheitserregern geführt wird.

Ableitung von Anforderungen

Die DüMV (2019) legt bezüglich der Anforderungen an die Seuchen- und Phytohygiene fest, dass die seuchenhygienischen Eigenschaften erfüllt sind, wenn in 50 Gramm Probenmaterial keine Salmonellen nachweisbar sind. Zudem sind phytohygienische Eigenschaften einzuhalten, wenn die Ausgangsstoffe pflanzlicher Herkunft von einem der in der Richtlinie 2000/29/EG genannten thermoresistenten Viren befallen sind.

Die europäische Düngeprodukteverordnung (EU) 2019/1009 (DüPV 2019)) sieht für organische Düngeprodukte die Untersuchung von Krankheitserregern vor, wobei die Grenzwerte für *Salmonella spp.* (kein Befund in 25 g oder 25 ml) und *Escherichia coli* oder Enterococcaceae (maximal 1000 koloniebildende Einheiten (KBE) in 1 g oder 1 ml) nicht überschritten werden dürfen. diese Kriterien wurden in die Vergabekriterien des EU-UZ 048 für Kultursubstrate übernommen.

In einer Stellungnahme der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (GGs 2023b) wird angemerkt, dass die Grenzwerte für Salmonellen, *E. coli* und Enterococcaceae aus der Verordnung über tierische Nebenprodukte (1069/2009 bzw. 142/2011) in die DüPV (2019) übernommen wurden und dort für den Zeitpunkt nach dem Hygienisierungsverfahren gelten. Der Grenzwert für *E. coli* bzw. Enterococcaceae von < 1000 KBE in 1 g oder 1 ml bedeute, dass noch Keime vorhanden seien, die sich bei optimalen Bedingungen (ausreichend hohe Temperatur, Feuchte und Sauerstoffkonzentration) rasch wieder vermehren können. Zudem seien diese Keime ubiquitär vorhanden, so dass es auch nach einem Hygienisierungsprozess zu einer Rekontamination kommen kann, insbesondere wenn die Ausgangssubstrate in den Erdenwerken unter freiem Himmel gelagert werden. Aus internen Studien sei bekannt, dass die mikrobielle Aktivität in den Substratausgangsstoffen und im fertigen Substrat eine sehr hohe Dynamik hat und der Grenzwert der DüPV (2019) zu *E. coli* und Enterococcaceae in der Praxis nicht eingehalten werden kann (GGs 2023b). Diese Einschätzung wurde auf dem Fachgespräch am 25 Mai 2023 und der Expertenanhörung vom 27. September 2023 von mehreren Erdenherstellern und weiteren Experten aus der Forschung bestätigt.

Eine Anfrage an das Julius Kühn-Institut (JKI) zum Grenzwert gemäß EU-DüPV (2019) für *E. coli* und Enterokokken in torffreien organischen Kultursubstraten wurde so beantwortet, dass die in der DüPV (2019) bzw. dem EU-UZ 048 referierten Methoden von JKI nicht angewendet werden und somit keine eigenen Erfahrungen zu typischen Keimzahlen für *E. coli* und Enterokokken vorliegen.

Vorschlag Vergabekriterien

Die im EU-UZ 048 vorgesehenen Anforderungen bezüglich *Salmonella spp.* (kein Befund für in 25 g oder 25 ml Substrat) wurden übernommen, um die hygienische Unbedenklichkeit des Produktes nachzuweisen. Die Anforderungen bezüglich *Escherichia coli* oder Enterococcaceae von maximal 1000 KBE je g oder mL gemäß DüPV (2019) wurden hingegen aufgrund der fehlenden Datenlage zur Dynamik in Kultursubstraten nicht übernommen.

Nachweis

Der Nachweis von *Salmonella spp.* kann, wie im EU-UZ 048 beschrieben, nach EN ISO 6579 oder CEN/TR 15215 erfolgen. Zudem ist die VDLUFA-Methode 7.1. zum Nachweis von Salmonellen in organischen und organisch-mineralischen Düngemitteln zu erwähnen (vgl. Methodenbuch II.2, 2. Erg. 2014), die jedoch nicht in die Vergabekriterien übernommen wurde, da die Gleichwertigkeit der Verfahren nicht belegt werden konnte.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Die weiteren Entwicklungen zur Praktikabilität der Anforderungen der DüPV (2019) und des EU-UZ 048 zu *Escherichia coli* und Enterococcaceae und deren mögliche Berücksichtigung in der Fortschreibung der DüMV (2019) sollen beobachtet und gegebenenfalls bei einer Überarbeitung der Vergabekriterien berücksichtigt werden.

5.7 Gebrauchstauglichkeit

Während im vorangehenden Kapitel Grenzwerte für toxische oder pathogene Stoffe in Kultursubstraten festgelegt wurden, werden im Folgenden in Anlehnung an das EU-UZ 048 Anforderungen an Qualitätsmerkmale von Substratausgangsstoffen (Kap. 5.7.1 bis 5.7.4) und Kultursubstraten (Kap. 5.7.5 bis 5.7.8) definiert, die Einfluss auf den Kulturerfolg haben. Die Unterscheidung folgt der Einteilung der Kriterien im EU-UZ 048.

5.7.1 Rottegrad

Substrate mit höheren Gehalten an leicht abbaubaren Stoffen tendieren dazu, sich unter Sauerstoffverbrauch zu erwärmen und dabei auch Gerüche freizusetzen. Die Selbsterhitzung ist also ein Maß, wie vollständig die Kompostierung dieser Materialien abgeschlossen ist und erlaubt eine Unterscheidung zwischen Frischkompost und Fertigkompost durch Festlegung verschiedener Rottegrade. Auch die Sauerstoffzehrung infolge des biologischen Abbaus kann für die Bestimmung des Rottegrades herangezogen werden.

Ableitung von Anforderungen

In den Kriterien für das EU-UZ 048 wird für Bodenverbesserungsmittel durch professionelle Anwender ein Mindestrottegrad von III definiert. Bodenverbesserungsmittel sind jedoch vom Geltungsbereich für den Blauen Engel ausgeschlossen. Für Kultursubstrate wird ein Mindestrottegrad von IV bzw. Sauerstoffaufnahme von höchstens 15 mmol O₂/kg organisches Material pro Stunde gefordert.

Die DüPV (2019) fordert für die CMC 3 „Kompost“ als Nachweis die Einhaltung der Stabilitätskriterien eine Sauerstoffaufnahme von höchstens 25 mmol O₂/kg organisches Material pro Stunde oder einen Rottegrad von mindestens III, der über den Selbsterhitzungsversuch bestimmt wird.

Das EU-UZ 048 und die DüPV (2019) bezieht sich auf den maximalen respirometrischen Index nach EN 16087-1 (vergleichbar AT4) oder über den Temperaturanstieg im Selbsterhitzungstest,

wobei der Temperaturanstieg für Rottegrad V maximal 10 °C über der Umgebungstemperatur liegen darf (maximal gemessene Temperatur 30°C wie bei der BGK).

Eine in Deutschland häufig angewandte alternative Bestimmung der Atmungsaktivität ist die Erfassung der Sauerstoffzehrung nach vier Tagen (AT4), wie sie im Anhang 4 Nr. 3.3.1 der Deponie-verordnung (DepV) beschrieben ist. Hierfür wird die Sauerstoffzehrung über den Unterdruck mittels Drucksensors über 96 Stunden erfasst.¹³² Im EU-UZ 048 wird hingegen auf die DIN EN 16087-1 verwiesen, bei der die Sauerstoffaufnahme (OUR) bestimmt wird. Theoretisch lassen sich die Ergebnisse des AT4-Wertes (mg O₂/g TM in 4 Tagen) in Sauerstoffaufnahme (mmol O₂ /kg TM pro Stunde) umrechnen und umgekehrt. Nach Expertenmeinung ist die Übertragbarkeit und Gleichwertigkeit der Methoden jedoch noch nicht zweifelsfrei nachgewiesen, so dass die Methode DIN EN 16087-1 (noch) nicht in den Vergabekriterien aufgeführt ist.

Der Zusammenhang zwischen Rottegrad, Selbsterhitzung und AT4 wird in Tabelle 7 beschrieben

Tabelle 7: Zuordnung des Rottegrades anhand des Temperaturmaximums nach BGK

Rottegrad	Tmax [°C]	Atmungsaktivität AT4 [mg/g TM]	Produktbezeichnung
I	≥ 60	≥ 80	Kompostrohstoff
II	50,1 - 60,0	80 - 50,1	Frischkompost
III	40,1 - 50,0	50 - 30,1	Frischkompost
IV	30,1 – 40,0	30 - 20,1	Fertigkompost
V	≤ 30	≤ 20	Fertigkompost, Substratkompost

Angaben gemäß der Methodenbeschreibung der BGK

Auf dem Fachgespräch vom 25. Mai 2023 wurde von Seiten der Substratindustrie darauf hingewiesen, dass ein Rottegrad von IV für typische Kultursubstrate problematisch sei, insbesondere wenn diese als Sackware in den Handel kommen und über längere Zeit zwischengelagert werden. Daher sollte im Rahmen des Blauen Engels ein Rottegrad V eingehalten werden. Nur für Freilandflächensubstrate wäre ein Rottegrad von IV ausreichend.

Vorschlag Vergabekriterien

Es wird vorgeschlagen, dass als Substratausgangsstoffe eingesetzte Komposte Rottegrad V einhalten müssen. Dies gilt als eingehalten, wenn die maximale Temperatur im Selbsterhitzungstest nach BGK bzw. DIN EN 16087-2 ein Maximum von 30°C nicht überschreitet bzw. wenn die Atmungsaktivität (=Sauerstoffzehrung) in vier Tagen (AT4) maximal 20 mg O₂/g beträgt.

Nachweis

Der Rottegrad wird meist über den Selbsterhitzungstest gemäß der Methode der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. durchgeführt (BGK 2006). Die Methode nach DIN EN 16087-2 gilt als gleichwertiges Verfahren.¹³³ Als weitere Methode ist die Bestimmung der

¹³² DepV 3.3 Biologische Abbaubarkeit des Trockenrückstandes der Originalsubstanz, 3.3.1 Atmungs-aktivität, bestimmt über 4 Tage im Laborversuch (AT4):

¹³³ Im Selbsterhitzungstest nach DIN EN 16087-2 oder der Methode der Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V. wird eine frische Probe auf <10 mm gesiebt und der Feuchtigkeitsgehalt über die Faustprobe geschätzt und auf einen mittleren Bereich eingestellt.

Atmungsaktivität bzw. des AT4 nach DepV (2009) zugelassen, wobei dann die Zuordnung der Einstufung nach Tabelle IV.A.1. der BGK-Methode anzuwenden ist.

Mögliche weitere Aspekte

- Zur Bestimmung der Atmungsaktivität liegt neben der DIN EN 16087-1 und dem AT4 nach DepV (2009) auch die Methodenbeschreibung der OENORM S 2027-4 vor. Das EU-UZ 048 gibt als Grenzwert für die Atmungsaktivität z.B. für den Rottegrad IV einen Wert von 15 mmol O₂/kg organische Substanz/h an. Umgerechnet auf den AT4 entspricht dem 46 mg O₂/g.¹³⁴ Diese Werte liegen allerdings um Faktor 1,5 über den AT4 Kriterien der BGK für Rottegrad IV. Die Übertragbarkeit der Methoden bzw. die Umrechnung der Ergebnisse müsste noch geprüft werden, bevor eine Gleichwertigkeit der Methoden angenommen werden kann.

5.7.2 Stabiler Stickstoffhaushalt

Bei Substratausgangsstoffen mit einem hohen Verhältnis von Kohlenstoff/Stickstoff (C/N-Verhältnis) kann es zu einer Stickstoff-Immobilisierung durch die Aktivität der Biomasse bzw. durch Einbau des Hauptnährelementes Stickstoff in organische Makromoleküle kommen. Die daraus resultierende reduzierte Stickstoffverfügbarkeit hat einen negativen Einfluss auf das Pflanzenwachstum. Ein stabiler Stickstoffhaushalt ist daher Voraussetzung für ein gesundes Pflanzenwachstum.

Ableitung von Anforderungen

Die Anforderungen des EU-UZ 048 sehen eine Angabe des Gehalts an organischem Stickstoff (N_{org} %) und eine Beschreibung des Ursprungs des verwendeten organischen Materials vor. Damit wird den Vorgaben der DüPV (2019) entsprochen. Die Stickstoff-Immobilisierung oder Stickstoff -Mineralisierung werden nicht adressiert. Daher wurden im ersten Entwurf der Vergabekriterien für den Blauen Engel keine Anforderungen bezüglich eines stabilen Stickstoffhaushaltes berücksichtigt. Auf dem Fachgespräch am 25. Mai 2023 wurde von Seiten der Substratindustrie angeregt, Kriterien für die Stabilität des Stickstoffhaushalt, insbesondere für die Substratausgangsstoffe, als wichtigen Qualitätsparameter aufzunehmen.

Die Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (GGS) fordert gemäß RAL-GZ 250 für Rindenhumus den Nachweis einer stabilen Stickstoffdynamik (Stickstoff-Immobilisierung / Stickstoff -Mineralisierung) über einen Grenzwert von $\Delta N \leq 120$ mg N/L frisches Substrat und verweist auf den Brutversuch nach VDLUFA-Methode I A 13.5.1. Für Kokosprodukte wird die Anforderung bezüglich der Stickstoffdynamik auf den jeweiligen Anteil im fertigen Kultursubstrat bezogen. Bei 100 % Kokosanteil soll $\Delta N \leq 50$ mg N/L betragen, wenn maximal 60 % Kokosprodukte eingesetzt werden, gilt ein $\Delta N \leq 85$ mg N/L und bei einem Anteil von maximal 30 % gilt $\Delta N \leq 170$ mg N/L. Ähnliche Vorgaben bestehen für den Einsatz von Holzfasern ($\Delta N \leq 200$ mg N/L bei maximal 20 Vol.-% bzw. $\Delta N \leq 100$ g N/L bei maximal 40 Vol.-% im Kultursubstrat).

Die Bundesgütegemeinschaft Kompost (BGK) verweist in RAL-GZ 251 darauf, dass Fertigungskompost und Substratkompost im Rahmen der Pflanzenverträglichkeit nicht Stickstoffimmobilisierend sein sollen, wobei der Nachweis über den Brutversuch oder einen Keimpflanzentest mit Stickstoffsteigerung erfolgen soll.

Danach wird die Probe bei Raumtemperatur offen hingestellt und die Temperaturentwicklung über drei bis zehn Tage aufgezeichnet. Die währenddessen erreichte Höchsttemperatur wird als Ergebnis angegeben.

¹³⁴ Beispielrechnung für Rottegrad IV: $15 \text{ mmol}/(\text{kg}\cdot\text{h}) = 15 * 32 \text{ mg}/(\text{kg}\cdot\text{h}) = 0,48 \text{ mg}/(\text{g}\cdot\text{h}) = 46 \text{ mg}/\text{g}$ in vier Tagen.

Das österreichische Umweltzeichen AT-UZ 32 fordert für Rindenumus den Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes durch einen modifizierten Brutversuch nach Zöttl (1980). Sowohl Rindenumus als auch Holzfasern müssen nach RAL-GZ 250 gütegesichert sein.

Zum Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushalt wurde eine Umfrage unter den Teilnehmenden des Fachgespräches vom 25. Mai 2023 durchgeführt. Die eingegangenen Stellungnahmen wurden auf der Expertenanhörung vom 27. September 2023 vorgestellt, wobei sich folgendes Meinungsbild ergab:

- ▶ Von Seiten der Substratindustrie und Teilen der Wissenschaft wurde eine Überprüfung des Stickstoffhaushaltes der Ausgangssubstrate favorisiert. Es zeigte sich, dass insbesondere bei torffreien Kultursubstraten der Stickstoffhaushalt durch Aufdüngen eingestellt wird. Zudem würden im Rahmen der regelmäßigen Überprüfung auch verschiedene Produktionschargen untersucht.
- ▶ Von einem anderen Teil der Wissenschaft wurde der Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushalts am fertigen Kultursubstrat als zielführender angesehen, da nur so die komplexe Stickstoffdynamik am Endprodukt abgebildet wird.¹³⁵
- ▶ Übereinstimmend wurde berichtet, dass der Stickstoffhaushalt des fertigen Kultursubstrates nicht über das Mischungsverhältnis der Substratausgangsstoffe aus den Untersuchungsergebnissen mit den einzelnen Ausgangssubstraten abgeleitet werden kann, da die Einzeluntersuchungen für die verschiedenen Ausgangssubstrate nicht additiv sind und die Stickstoffdynamik auch durch das Aufdüngen sehr komplex sei. Allerdings gehen die Substrathersteller davon aus, dass das fertige Kultursubstrat nicht stickstofffixierend ist, wenn die Ausgangssubstrate die entsprechenden Grenzwerte der Gütesicherung einhalten. Der zunächst vorgeschlagene Grenzwert von $\Delta 50 \text{ mg N/L}$ (in Anlehnung an die GGS-Anforderung für 100 % Kokosprodukte) sei für das fertige Kultursubstrat nicht einhaltbar. Von einigen Teilnehmenden wurde daher vorgeschlagen, die Anforderungen zum stabilen Stickstoffhaushalt bis zur nächsten Überarbeitung der Vergabekriterien zurückzustellen und bis dahin weitere Erfahrungen zu sammeln.
- ▶ Es wurde ferner angemerkt, dass der Brutversuch ursprünglich für Waldböden entwickelt wurde (Zöttl 1980) und dann für Ausgangssubstrate von der VDLUFA adaptiert wurde. Für fertige Kultursubstrate liegen wenige Vergleichstests vor und es wird nicht ausgeschlossen, dass für diese eine weitere Modifikation der Methode erforderlich sein wird. Zudem wurde vorgeschlagen, nur die N-Fixierung als Endpunkt zu berücksichtigen, während die N-Mineralisierung insbesondere bei aufgedüngten Kultursubstraten nicht in die Bewertung einfließen sollte.
- ▶ Von Seiten der Wissenschaft wurde darauf hingewiesen, dass die ausreichende Versorgung der Pflanzen mit Stickstoff auch indirekt anhand von Pflanztests überprüft werden kann. Durch eine Erweiterung des Pflanzenverträglichkeitstest mit Chinakohl (vgl. 5.7.6) kann eine ausreichende Stickstoffversorgung überprüft werden, indem die Standardausführung, bei der das Prüfsubstrat auf einen N-Gehalt von 275 mg/l aufgedüngt wird, um zusätzliche Ansätze ohne Aufdüngung bzw. Nachdüngung erweitert wird. Somit wird der Wachstumstest um einen Gebrauchstauglichkeitstest mit dem fertigen Kultursubstrat ergänzt. Die VDLUFA Methode A 13.5.1 „Bestimmung der Stabilität des Stickstoffhaushaltes organischer Materialien“ weist auf diese Option explizit hin. Wenn in den zusätzlichen, nicht aufgedüngten Ansätzen ein deutlich schlechteres Pflanzenwachstum beobachtet wird, als im

¹³⁵ Persönliche Mitteilung Herr Sradnick, Leibniz-Institut für Gemüse- und Zierpflanzenbau (IGZEV) vom 15.6.2023.

Pflanzenwachstumstest mit Aufdüngung, kann dies als Hinweis auf eine schlechte Stickstoffversorgung interpretiert werden.

In der VDLUFA Methode A 13.5.1 wird der Bereich von ΔN von 0-50 mg N/L für Rindenhumus, Holzfaser und Substratkompost als Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushalts angesehen. Wenn die N-Fixierung zwischen $\Delta N = 51 - 100$ mg N/L (für Rindenhumus) bzw. zwischen $\Delta N = 51 - 150$ mg N/L (Holzfaser und Substratkompost) liegt, wird das Substrat als „leicht instabil“ bewertet.

Vorschlag Vergabekriterien

Der Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes wird als wichtiges Kriterium angesehen, die verschiedenen Optionen ergeben jedoch ein uneinheitliches Bild. Aus der experimentell ermittelten Stickstoff-Immobilisierung der Substratausgangsstoffe lässt sich die zu erwartende Stickstoff-Immobilisierung des fertigen Kultursubstrates nicht sicher ableiten. Zudem haben die Dauer der Lagerung bzw. der Zeitpunkt der Testung einen erheblichen Einfluss auf das Ergebnis und die Bestimmungsmethoden werden gegenwärtig weiterentwickelt.

Daher wird vorgeschlagen zunächst alle Optionen (Prüfung des fertigen Kultursubstrates oder Prüfung der Substratausgangsstoffe oder indirekt über erweiterten Pflanztest mit und ohne Aufdüngung) zuzulassen, um bis zur nächsten Überarbeitung der Vergabekriterien zumindest einige Vergleichsdaten bewerten zu können. Als Anforderung wird definiert, dass die eingesetzten organischen Substratausgangsstoffe die Stickstoffdynamik des organischen Kultursubstrats nicht negativ beeinflussen dürfen. Das gilt als eingehalten, wenn die Abnahme der anorganischen Stickstoffverbindungen (Summe aus $\text{NH}_4\text{-N}$ und $\text{NO}_3\text{-N}$) im Brutversuch weniger als 100 mg/L des organischen Kultursubstrates (100 Vol.-%) beträgt. Alternativ kann für die relevanten Substratausgangsstoffe (aktuell: Holzfasern, Rindenhumus, Kokosprodukte, Kompost) nachgewiesen werden, dass die in RAL-GZ 250 dafür festgelegten Stabilitätskriterien eingehalten werden. Als dritte Option kann der Nachweis der Gebrauchsfertigkeit des organischen Kultursubstrates auch durch eine Erweiterung des Keim- und Wachstumstests mit Chinakohl durch zusätzliche Ansätze ohne Aufdüngung und Nachdüngung geführt werden.

Nachweis

Der Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushalt erfolgt durch eine Prüfung des fertigen Kultursubstrates oder der relevanten Substratausgangsstoffe nach VDLUFA A 13.5.1 „Bestimmung der Stabilität des Stickstoffhaushaltes organischer Materialien“. Hierbei wird nur die N-Fixierung, nicht aber die N-Mineralisierung bewertet. Wenn der Antragsteller gütegesicherte Substratausgangsstoffe bei der Herstellung des Produktes verwendet (aktuell: Holzfasern, Rindenhumus, Kokosprodukte, Kompost) und Berichte vorgelegt werden, die die Einhaltung des stabilen Stickstoffhaushaltes belegen, gilt die Anforderung ebenfalls als erfüllt. Ersatzweise kann der Nachweis der Gebrauchsfertigkeit des organischen Kultursubstrates auch durch eine Erweiterung des Keim- und Wachstumstests mit Chinakohl durch zusätzliche Ansätze ohne Aufdüngung und Nachdüngung geführt werden.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Die Prüfmethode zum Nachweis eines stabilen Stickstoffhaushaltes wurde für Substratausgangsstoffe mit einem hohen C/N-Verhältnis entwickelt und es liegen wenige Erfahrungen zur Untersuchung fertiger (und gegebenenfalls aufgedüngter) Kultursubstrate vor. Die Prüfmethode und das einzuhaltende Kriterium müssen daher gegebenenfalls angepasst werden, wenn mehr Erfahrungen vorliegen.

5.7.3 Makroskopische Verunreinigungen

Das EU-UZ 048 begrenzt den Anteil an makroskopischen Verunreinigungen (Glas, Metalle, Kunststoffe) in Kultursubstraten und Bodenverbesserungsmitteln über die Sieblinie von 2 mm auf 2,5 – 5,0 g/kg TM. Für mineralische Kultursubstrate bestehen keine diesbezüglichen Kriterien.

Ein Vergleich mit Literaturdaten zeigt, dass die Anforderungen des EU-UZ 048 nicht sehr anspruchsvoll sind. In Übersichtsartikeln von Braun et al. (2021) und Bläsing und Amelung (2018) werden für Kompost Plastikverunreinigungen bis 1,2 g/kg TM berichtet, wobei Komposte aus häuslichem Bioabfall besonders belastet sind. Als Haupteintragsquellen sind mangelnde Sorgfalt bei der Abfallentsorgung, die Verwendung konventioneller Plastiktüten für die Sammlung von Bioabfällen und die Entsorgung von Kehrrecht identifiziert worden. Weithmann et al. (2018) untersuchten das Vorkommen von Mikroplastik < 5 mm in Kompost und Schlämmen aus der anaeroben Vergärung. In Kompost aus häuslichem Bioabfall wurden 20 bzw. 24 Partikel pro kg TM, in Schlämmen aus häuslichen Bioabfällen 14-122 Partikel pro kg TM gefunden. In Schlämmen aus landwirtschaftlichen Bioabfällen wurden 0-11 Partikel pro kg TM, in Schlämmen aus der Vergärung von Energiepflanzen keine Mikroplastikpartikel gefunden. Auch Steiner et al. (2022) betonen die Bedeutung des Eintrages von Mikroplastikartikeln über Kompost oder Anaerobschlämme aus Haushaltsabfällen in die Böden. Im Kompost wurden bis zu 0,43 Gew.-% Mikroplastikpartikel < 1 mm gefunden, in Anaerobschlämmen mehrere Tausend Partikel < 500 µm/L. Edo et al. (2022) fanden in Kompost aus häuslichen Bioabfällen 10 bis 30 Plastikteile pro g TM. Die häufigsten Kunststoffe waren Polyethylen, Polystyrol, Polyester, Polypropylen, Polyvinylchlorid und Acrylpolymer (in dieser Reihenfolge). Der Kompost aus kleineren Anlagen mit Haus-zu-Haus-Sammelsystemen war deutlich weniger mit Plastik verunreinigt. Kompostierbare Biokunststoffe fehlten im fertigen Kompost vollständig, obwohl Einträge über Plastiktüten belegt sind.

Bislang werden Kunststoffteile unter 2 mm im EU-UZ 048 nicht berücksichtigt. Die ECHA (2020) definiert Mikroplastik als Material aus festen Polymeren, die zu ≥ 1 Gew.-% Partikelgrößen von 1 nm bis 5 mm bzw. Fasern der Länge 3 nm bis 15 mm enthalten (ECHA (2020), siehe auch Verordnung (EU) 2023/2055). Zur Separierung von Mikroplastik aus Böden und Kompost sowie der Quantifizierung und Identifikation der Kunststoffarten sind spezielle Methoden erforderlich. Die Separierung erfolgt mittels Dichtentrennung, Siebung oder Zentrifugation der aufgeschlammten Probe. Störende organischer Bodenbestandteile werden z.B. durch Oxidierung mit Fenton-Reagenz entfernt. Zur Identifizierung werden SPME-GC-MS Analytik, FTIR-Spektrometrie oder Pyrolyse gekoppelte GC-MS (Py-GC-MS) eingesetzt. Zudem werden die Partikel oftmals visuell mittels Transmissions-Electronic Mikroskopie (TEM-EDX) oder Mikroskopie in Verbindung mit Bildauswertung erfasst (Weithmann et al. 2017; Watteau et al. 2018; Prosenec et al. 2021).

Ableitung von Anforderungen

Der Kriterienkatalog für das EU-UZ 048 begrenzt den Anteil an makroskopischen Verunreinigungen in Kultursubstraten wie folgt:

- ▶ Maximal 3 g/kg TM an Verunreinigungen aus Glas und Metallen über 2 mm.
- ▶ Maximal 2,5 g/kg TM an Verunreinigungen aus Kunststoffen über 2 mm.
- ▶ Maximal 5 g/kg TM an Verunreinigungen insgesamt (Summe aus Glas, Metallen und Kunststoffen)

Die Europäische DüPV (2019) fordert für die CMC 3 „Kompost“, dass der Kompost höchstens 3 g/kg TM an makroskopischen Verunreinigungen über 2 mm (in einer Form von Glas, Metall oder Kunststoff), insgesamt aber höchstens 5 g/kg TM enthält. Ab dem 16. Juli 2026 soll der Grenzwert auf höchstens 2,5 g/kg TM an Kunststoffen über 2 mm gesenkt werden. Bis zum 16. Juli 2029 wird auch der Grenzwert von 2,5 g/kg TM für Kunststoff über 2 mm überprüft, „um den durch die getrennte Sammlung von Bioabfällen erzielten Fortschritt zu berücksichtigen“ (DüPV 2019).

In der DüMV (2019) werden für Komposte und Gärreste Fremdbestandteile wie Altpapier, Karton, Glas, Metalle und plastisch nicht verformbare Kunststoffe über 1 mm bis 0,4 % TM (4 g/kg TM) und sonstige nicht abgebaute Kunststoffe über 1 mm bis 0,1 % TM (1 g/kg TM) begrenzt. Die Kriterien der DüMV (2019) sind insbesondere dadurch anspruchsvoller als die des EU-UZ 048 oder der DüPV (2019), da die Trennlinie bei 1 mm festgelegt ist.

Das österreichische UZ 32 für torffreie Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe, Düngemittel und Kompost verweist für Komposte auf die mitgeltende österreichische Kompostverordnung AT-KompostV (2001). Dort werden die folgenden Grenzwerte definiert:

- ▶ Kunststoffe > 2 mm: 0,2 % TM (2 g/kg TM) für in der Landwirtschaft eingesetzte Komposte
- ▶ Kunststoffe > 20 mm: 0,02 % TM (0,2 g/kg TM) für in der Landwirtschaft eingesetzte Komposte
- ▶ Kunststoffe > 20 mm: 0,04 % TM (0,4 g/kg TM) für im Landschaftsbau eingesetzte Komposte

Das RAL-GZ 251 für Kompost verweist für die massenbasierten Grenzwerte für makroskopische Verunreinigungen auf die mitgeltenden Bestimmungen der DüMV (2019) und definiert einen maximal zulässigen optischen Verunreinigungsgrad (Flächensumme der Fremdstoffe, BGK 2005). Für Frisch- und Fertigungskompost ist eine maximale Flächensumme an Fremdstoffen über 2 mm von 15 cm²/L FM zulässig. Für Substratkompost liegt der Grenzwert bei 10 cm²/L FM zulässig. Für Anwendungen im Landschaftsbau und in der Landschaftspflege sowie für die Rekultivierung von Deponien liegen die Grenzwerte doppelt so hoch.

Mikroplastikpartikel < 1 mm werden weder in den Verordnungen noch in den Gütezeichen und Umweltlabeln berücksichtigt. Nach Luyten-Naujoks (2023) werden zur Zeit noch verschiedene Ansätze zur Untersuchung von Mikroplastik verfolgt (Probenaufbereitung und Detektion), welche noch nicht harmonisiert und deren Messergebnisse nicht vergleichbar sind.

Vorschlag Vergabekriterien

Es wird vorgeschlagen, dass als Substratausgangsstoffe eingesetzte Komposte die Grenzwerte für Fremdstoffe und Steine nach DüMV (2019) einhalten müssen. Für Substratkomposte gelten dabei wie vom RAL-GZ 251 gefordert strengere Grenzwerte für Steine. Um eine gute optische Qualität v.a. im Hinblick auf Verunreinigungen mit Kunststofffolien zu gewährleisten, muss zudem der von RAL-GZ 251 für Substratkomposte geforderte Grenzwert für den "Verunreinigungsgrad" (Flächensumme der Fremdstoffe, FSI) eingehalten werden. Die Grenzwerte für makroskopische Verunreinigungen lassen sich wie folgt zusammenfassen:

Tabelle 8: Grenzwerte für makroskopische Verunreinigungen für Blauen Engel

Parameter	Siebdurchgang	Grenzwert
Verformbare Kunststoffe > 1 mm	1 mm	0.1 Gew.-% TM
Sonstige Fremdstoffe > 1 mm:	1 mm	0.4 Gew.-% TM

Parameter	Siebdurchgang	Grenzwert
Summe Fremdstoffe > 1 mm	1 mm	0.5 Gew.-% TM
Steine > 10 mm	10 mm	0.5 Gew.-% TM
Steine 2-10 mm	2 bzw. 10 mm	5 Gew.-% TM
Verunreinigungsgrad (FSI)		10 cm ² / L

Von einem Experten wurde der Eintrag von Mikroplastik aus Bioabfällen über die Biotonne als prinzipiell zu kritisch angesehen und es wurde vorgeschlagen, daraus gewonnenen Kompost generell auszuschließen. Demgegenüber zeigen Untersuchungen der BGK, dass RAL-gütesicherte Komposte den düngemittelrechtlichen Grenzwert für makroskopische Verunreinigungen von 0,1 Gew.-% TM um etwa Faktor 10 unterschreiten.¹³⁶

Nachweis

Die Prüfungen sind entsprechend den in der CEN/TS 16202 angegebenen Prüfverfahren oder gleichwertigen Prüfverfahren vorzunehmen:

- ▶ Bestimmung der Fremdstoffe nach VDLUFA Band II.2, Nr. 9.4 " Bestimmung des Anteils unvermeidbarer Fremdstoffe Glas, Kunststoff, Steine" oder DIN CEN/TS 16202:2013-12, DIN SPEC 91277:2013-12 für Siebdurchgang 1mm
- ▶ Bestimmung des FSI nach der Methode der BGK (4. Erg.Lfg. 12/2015: Kapitel II. C 3, BGK 2015)
- ▶ Bestimmung des Gehalts an Steinen nach VDLUFA Band II.2 9.4 " Bestimmung des Anteils unvermeidbarer Fremdstoffe Glas, Kunststoff, Steine" oder DIN CEN/TS 16202:2013-12, DIN SPEC 91277:2013-12 für Siebdurchgänge 2-10 mm und > 10 mm

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Durch die Sieblinie von 1 mm werden Kunststoffteile unter 1 mm bislang nicht berücksichtigt und damit Mikroplastik mit Partikelgrößen zwischen 1 nm bis 5 mm¹³⁷ nur unzureichend erfasst. Die Problematik von Mikroplastik ist ein aktuell sehr wichtiges Forschungsthema. Die Massenbestimmung von Mikrokunststoffen (Partikel oder Fasern) ist jedoch nur mittels aufwändiger chemischer oder thermoanalytischer Methoden möglich. Bislang liegen keine genormten Verfahren für Kultursubstrate vor.¹³⁸ Bisherige Erfahrungen der BGK aus eigenen Untersuchungen zeigen, dass die Verfahren zur Bestimmung von Mikrokunststoffen aktuell nicht ausreichend reproduzierbar bzw. anwendbar sind. Aufgrund der hohen Umweltrelevanz soll die Option, Anforderungen für Mikroplastik in die Vergabekriterien aufzunehmen, in den Ausblick aufgenommen werden. Dazu ist der Fortschritt bzgl. der Nachweismethoden in der Revision zu prüfen.

¹³⁶ BGK (2018): Kunststoffe in Kompost und Gärprodukten https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/HUK-Dateien/2018/Q4_2018/Kunststoffe_in_Kompost_und_Gaerprodukten_HUK_Q4_2018.pdf

¹³⁷ ECHA-Definition (ECHA 2020, siehe auch Verordnung (EU) 2023/2055)

¹³⁸ Bisherige Standards wurden u.a. für Lebensmittel (Vornorm DIN/TS 10068 Lebensmittel - Bestimmung von Mikroplastik - Analytische Verfahren) und Textilien (DIN EN ISO 4484-1 Textilien und textile Erzeugnisse - Mikroplastik aus textilen Quellen - Teil 1: Bestimmung des Materialverlusts von textilen Flächengebilden beim Waschen" entwickelt. Zudem gibt es den Normentwurf DIN EN ISO 24187 „Grundsätze für die Analyse von Kunststoffen und Mikroplastik in der Umwelt“ und die DIN CEN ISO/TR 21960 „Kunststoffe in der Umwelt - Aktueller Wissensstand und Methodik“.

- Bei begründetem Verdacht kann eine Erweiterung der Anforderung auf andere Substrat- ausgangsstoffe in Erwägung gezogen werden.

5.7.4 Qualitätsparameter für Pflanzenkohle

Nach EBC (2012-2023) stellt das molare Verhältnis von Wasserstoff zu organischem Kohlenstoff (H/C_{org}-Verhältnis) einen wichtigen Qualitätsparameter für Pflanzenkohle dar. Zudem ist das molare Verhältnis von Sauerstoff zu organischem Kohlenstoff (O/C_{org}-Verhältnis) für die Charakterisierung von Pflanzenkohle und ihre Unterscheidung zu anderen kohleartigen Produkten relevant. Die Orientierung am organischen Kohlenstoffgehalt alleine ist nach aktuellen Erkenntnissen nicht aussagekräftig (EBC 2012-2023).

Ableitung von Anforderungen

In der europäischen DüPV (2019) wurde die CMC 14 „Durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnene Materialien“ durch die Delegierte Verordnungen (EU) 2021/2088 aufgenommen. Die durch Pyrolyse oder Vergasung gewonnenen Materialien müssen ein molares H/C_{org}-Verhältnis von $< 0,7$ aufweisen. Bei Materialien, deren Gehalt an organischem Kohlenstoff ≤ 50 % beträgt, soll das H/C_{org}-Verhältnis am aschefreien Trockenanteil bestimmt werden. Zudem sind in der DüPV (2019) für die CMC 14 Grenzwerte für den Gehalt an PAK 16 (vgl. 5.6.2) und an PCDD/F (vgl. 5.6.3.1) festgelegt. Weitere Anforderungen betreffen den Chlorid-Gehalt von maximal 30 g/kg TM und den Gehalt an Thallium von maximal 2 mg/kg TM.

Die DüMV (2019) lässt lediglich chemisch unbehandeltes Holz als Ausgangssubstrat für die Herstellung von Pflanzenkohle zu (neben Braunkohle, Leonardit und Xylith). Zudem muss die Pflanzenkohle einen Kohlenstoffanteil von ≥ 80 % C in der Trockenmasse aufweisen. Grenzwerte für das molare H/C_{org}- oder O/C_{org}-Verhältnis werden nicht gefordert.

Das EBC fordert Angaben zum Gesamtkohlenstoff, organischen Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff, Sauerstoff, Schwefel und Aschegehalt, woraus das molare H/C_{org}-Verhältnis berechnet wird. Der Wert soll wie nach der DüPV (2019) $< 0,7$ betragen. Um Pflanzenkohle von anderen kohleartigen Produkten unterscheiden zu können, soll das molare O/C_{org}-Verhältnis $< 0,4$ betragen. Zudem werden Grenzwerte für Schwermetalle, PAK, Dioxine und Furane definiert (vgl. Kap. 5.6.1. bis 5.6.3).

Vorschlag Vergabekriterien

Die Anforderungen an die zulässigen Ausgangsstoffe für die Herstellung von Pflanzenkohle werden in Kapitel 5.3.6 festgelegt. Die Qualitätsanforderungen bezüglich Schwermetallen, PAK, Dioxinen und Furanen werden für das gesamte Produkt (Kultursubstrat) definiert und sind in den Kapiteln 5.6.1. bis 5.6.3 beschrieben.

Als zusätzliche Anforderung wird in Anlehnung an EBC (2012-2023) als Nachweis für die Qualität des Pyrolyseprozesses bzw. der erzeugten Pflanzenkohle die Einhaltung eines molaren H/C_{org}-Verhältnisses $< 0,7$ und des molaren O/C_{org}-Verhältnisses $< 0,4$ gefordert.

Nachweis

Der Nachweis erfolgt entweder über eine EBC-Zertifizierung der Pflanzenkohle oder durch die Vorlage der entsprechenden Prüfzeugnisse für die entsprechende Charge (inkl. Chargennummer). Die Elementaranalyse soll der in EBC (2012-2023) vorgegebenen Vorgehensweise folgen: Probenvorbereitung nach DIN 51701-3, Analyse von C, H, N-Gehalten nach DIN 51732, Berechnung des organischen Kohlenstoffanteils nach zusätzlicher Bestimmung des als Karbonat vorliegenden Anteils des Gesamtkohlenstoffs (DIN 51726), Berechnung des

Sauerstoffgehaltes nach DIN 51733, nach zusätzlicher Bestimmung des Asche- und Schwefelgehaltes (DIN 51719 bzw. DIN 51724-3).

5.7.5 Keimfähige Unkrautsamen und lebensfähiges Vermehrungsmaterial

Mit Anforderungen zur Phytohygiene soll sichergestellt werden, dass hygienisierte Bioabfälle und Kultursubstrate keine keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteile (insbesondere Unkräuter) enthalten. Die Sicherstellung der Phytohygiene erfolgt einerseits durch Überprüfung der thermophilen Hygienisierung in Kompostier- und Vergärungsanlagen (Prozessprüfung, vgl. 5.6.4) mit Testorganismen wie z.B. Tomatensamen und andererseits durch Bestimmung der aufwachsenden Pflanzen im Kultursubstrates unter definierten Bedingungen (Kultivierungsmethode).

Ableitung von Anforderungen

Das EU-UZ 048 sieht für Kultursubstrate und organische Bodenverbesserungsmittel eine maximale Anzahl von zwei keimfähigen Unkrautsamen bzw. lebensfähigem Vermehrungsmaterial pro Liter Substrat vor und verweist hierbei auf die in der CEN/TS 16201 angegebenen Prüfverfahren oder zugelassenen gleichwertigen Prüfverfahren.

Diese Vorgaben entsprechen der BioAbfV (1998), die im Abschnitt 4.3.2 eine detaillierte Beschreibung für die Bestimmung des Gehaltes an keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteile im hygienisierend behandelten Material enthält. Auch hier wird der Gehalt an keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteilen auf maximal zwei pro Liter Prüfsubstrat begrenzt.

Die österreichische Kompostverordnung beschreibt als Anforderung, dass die Zahl der keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzenteile für Sackware im Gartenbau und Hobbygartenbau maximal drei Pflanzenkeime pro Liter betragen muss (AT-KompostV 2001).

Das RAL-GZ 251 für Kompost fordert als Nachweis der Hygienisierung durch thermophile Kompostierung eine Prozessüberwachung der Temperatur-Einwirkungszeiten. Zudem dürfen maximal zwei keimfähige Samen und austriebsfähige Pflanzenteile pro Liter Frisch- oder Fertigungskompost vorkommen. Für Substratkompost sind lediglich 0,5 keimfähige Samen und austriebsfähige Pflanzenteile pro Liter zulässig.

Vorschlag Vergabekriterien

Die Kriterien des EU-UZ 048 entsprechen den Vorgaben der BioAbfV (1998) und können übernommen werden. Demnach darf der Gehalt an keimfähigen Unkrautsamen und lebensfähigem Vermehrungsmaterial in organischen Kultursubstraten zwei Einheiten pro Liter nicht überschreiten.

Nachweis

Als Nachweis kann eines der in der technischen Spezifikation CEN/TS 16201 beschriebenen Prüfverfahren angewendet werden. Die VDLUFA-Methode A 13.5.2 „Nachweis keimfähigen Samen und austriebsfähigen Pflanzen-teilen in gärtnerischen Substraten und Substratausgangsstoffen (Methodenbuch I, 4. Teillfg. 2004) sowie die im Abschnitt 4.3.2 der BioAbfV (1998) beschriebenen Methoden werden als gleichwertige Verfahren anerkannt.

5.7.6 Pflanzenverträglichkeit

Es versteht sich von selbst, dass Kultursubstrate das Keimen und anschließende Wachstum der Pflanzen nicht nachteilig beeinflussen sollen. Sowohl das EU-UZ 048 als auch die Gütegemeinschaften RAL-GZ 250 und RAL-GZ 251 legen daher entsprechende Keim- und

Wachstumshemmtests als Qualitätsnachweis fest, wobei verschiedene Testverfahren und Pflanzenarten angewendet werden.

Ableitung von Anforderungen

Das EU-UZ 048 fordert für Kultursubstrate und Bodenverbesserungsmittel den Nachweis, dass die Produkte das Keimen und anschließende Wachstum der Pflanzen nicht nachteilig beeinflussen. Hierzu sind Prüfungen mit Chinakohl (*Brassica rapa subsp. Pekinensis*) nach DIN EN 16086-1 durchzuführen.

Die deutsche BioAbfV (1998) stellt keine Anforderungen an die Pflanzenverträglichkeit. Die DüPV (2019) fordert lediglich für in diesem Bereich eingesetzte Polymere der CMC 9 (u.a. zur Ausbringung von Düngeprodukten oder zur Steigerung des Wasserrückhaltevermögens) Pflanzen-verträglichkeitstests, nicht aber für andere Materialkategorien wie z.B. Kompost.

Das RAL-GZ 251 für Kompost sieht die Prüfung der Pflanzenverträglichkeit im vorgesehenen Anwendungsbereich (Keimpflanzenversuch) vor. Zudem soll der Kompost frei von flüchtigen phytotoxischen Stoffen (Kressetest im geschlossenen Gefäß) und nicht Stickstoff immobilisierend (Brutversuch oder Keimpflanzenversuch mit N-Steigerung) sein. Hierbei wird auf das Methodenbuch zur Analyse organischer Düngemittel, Bodenverbesserungsmittel und Substrate der BGK verwiesen.

Das RAL-GZ 250 für Pflanzensubstrate fordert für Rindenmulch, dass keine flüchtigen pflanzenschädigende Stoffe enthalten sind. Hierbei wird auf den Kressetest mit Wattebausch nach VDLUFA-Methode I A 10.2.2 verwiesen. Rindenmulch ist jedoch vom Geltungsbereich des Blauen Engels für organische Kultursubstrate ausgeschlossen, so dass diese Methode hier nicht relevant ist. Für Rindenhumus, Kultursubstrate, Holzfasern, Blähton, Torf, Perlit u.a. werden pflanzenschädigende Stoffe hingegen mit dem Chinakohltest nach VDLUFA-Methode I A 10.2.1 nachgewiesen.

Da sowohl das EU-UZ 048 und die Gütegemeinschaft RAL-GZ 250 auf den Chinakohltest verweisen, wird vorgeschlagen, diesen als Standardtest einzusetzen. In einer ersten Annäherung wurde angenommen, dass die beiden Methoden DIN EN 16086-1 und VDLUFA-Methode I A 10.2.1 gleichwertig sind und beide eingesetzt werden können. In der Tat basiert die DIN EN Methode auf der VDLUFA-Vorschrift, beide haben sich dann aber in verschiedene Richtungen weiterentwickelt. Wichtigster Unterschied ist, dass die DIN EN 16086-1, unabhängig vom N-Ausgangsgehalt, immer mit 225 mg N/L mineralischem Stickstoff (Ammoniumnitrat oder CaNO_3) aufgedüngt wird, während bei der VDLUFA-Methode auf eine N-Endkonzentration von 275 mg N/L eingestellt wird. Bei der DIN EN 16086-1 kann es gegebenenfalls zu einer Überdüngung und damit verbunden zu einer Salzttoxizität kommen. Aufgrund dieser Unterschiede und da die VDLUFA Methode in Deutschland viel häufiger angewandt wird als die DIN EN 16086-1, wurde vorgeschlagen, nur die VDLUFA-Methode in den Vergabekriterien aufzunehmen.

Das Kriterium des EU-UZ 048 hinsichtlich Pflanzenverträglichkeit ist sehr unspezifisch. Es wird lediglich gefordert: „Die Produkte dürfen das Keimen und anschließende Wachstum der Pflanzen nicht nachteilig beeinflussen.“ In der DIN EN 16086-1 selbst sind keine Bewertungskriterien festgelegt. Als Validitätskriterium wird lediglich angegeben, dass der Versuch ungültig ist, wenn die Keimung in der Kontrollprobe nach fünf Tagen unter 85 % liegt. Die Pflanzenverträglichkeit wird hier als „Abweichung in der Pflanzenkeimung und/oder dem -wachstum, wenn die Aussaat und das Wachstum in einem Kultursubstrat, Bodenverbesserungsmittel oder in einem Ausgangsstoff davon oder in einem aus diesen Materialien erhaltenen Extrakt erfolgt“ definiert.

Die VDLUFA A 10.2.1 Vorschrift zum Nachweis von pflanzenschädigenden Stoffen in Kultursubstraten und Substratausgangsstoffen (Methodenbuch I, 7. Teillfg. 2016) verweist auf Keim- und Wachstumstests mit Chinakohl (*Brassica rapa ssp. pekinensis* als Repräsentant der zweikeimblättrigen Pflanzen) und Sommergerste (*Hordeum vulgare* als Repräsentant einkeimblättrige Pflanzen). Der Chinakohltest nach VDLUFA A.10.2.1 bewertet eine erkennbare Keimschädigung über die Keimrate und den Frischmasseertrag nach sieben Tagen sowie anhand der Laubfarbe, der Form der Laubblätter, der Bewurzelungsintensität und der Wurzelgesundheit. Hierfür werden Boniturnoten von 1 (extreme Schädigung) bis 9 (gesund) vergeben. Von einer pflanzenschädigenden Wirkung ist nach VDLUFA A.10.2.1 dann auszugehen, wenn die Keimrate oder der Frischmasseertrag um mehr als 25 % gegenüber der Kontrollprobe reduziert sind oder wenn einer der Mediane der Boniturnoten unter 5 liegt. Die VDLUFA Methode (und auch die DIN EN 16086-1) verwenden Hochmoortorf als Vergleichssubstrat. In der Regel werden in Anhängigkeit von Substrat definierte Mischungen des Untersuchungsmaterials mit Hochmoortorf getestet: Vorgeformte Kultursubstrate werden unverdünnt zu 100 Vol.-% getestet, Kompost, Stroh, mineralische Stoffe (z.B. Mineralwolle) in einer 1:2 Verdünnung bzw. 50 Vol.-%, feste Gärreste in einer 1:4 Verdünnung bzw. mit 25 Vol.-%.

Von Seiten der Substratindustrie wurde darauf hingewiesen, dass der Chinakohltest bei torffreien Kultursubstraten, die unverdünnt getestet werden, an seine Grenzen stößt, da er ein langsames Wachstum als die Vergleichsprobe Hochmoortorf produziert. Diesbezüglich ist für die Untersuchung torffreier Kultursubstrate ggf. eine Überarbeitung der Methodenvorschrift erforderlich (Floragard 2022).

Der Chinakohltest kann auch so erweitert werden, dass die Gebrauchsfertigkeit des organischen Kultursubstrates miterfasst wird. Hierzu werden zusätzliche Ansätze ohne Aufdüngung und Nachdüngung mitgeführt. Dies dient u.a. als Hinweis, dass kein Stickstoffmangel (z.B. durch N-Fixierung) vorliegt (vgl. Kap. 5.7.2).

Die österreichische Kompostverordnung fordert als Nachweis der Pflanzenverträglichkeit Wachstumstest mit Kresse (AT-KompostV 2001). Hierbei soll bei einem Kompostanteil von 15 Gew.-% oder 25 Vol.-% eine Keimrate von ≥ 95 % und ein Pflanzenfrischmasseertrag (PFM) ≥ 100 % in Bezug zu einem Vergleichssubstrat (definiertes Gemisch aus Kultursubstrat und gebranntem Tonmehl) erreicht werden. Bei einem Kompostanteil von 30 Gew.-% bzw. 50 Vol.-% wird eine Keimrate von ≥ 90 % und ein PFM ≥ 90 % gefordert. In der Kompostverordnung wird die Methode in Anlage 5, Abschnitt 3.9.1 ausreichend beschrieben ohne auf Normen zu verweisen. Das AT-UZ 32 stet keine eigenen Anforderungen bezüglich der Pflanzenverträglichkeit auf, verweist jedoch auf die Anforderungen der Kompostverordnung.

Es sei darauf hingewiesen, dass neben den erwähnten weitere genormte Pflanzenwachstumstests existieren:

- ▶ DIN EN 16086-2 „Petrischalentest mit Kresse“.
- ▶ BGK-Methode „Kapitel IV A.3 „Pflanzenverträglichkeit im Keimpflanzenversuch mit Sommergerste“ empfiehlt für die Beurteilung von Prüfsubstraten als Mischkomponente für Erden und Substrate (50 %-Variante) neben Sommergerste (oder stattdessen) Chinakohl als Testpflanze zu verwenden. Das Prüfsubstrat gilt als pflanzenverträglich, wenn keine sichtbaren Chlorosen oder Nekrosen an den Blättern auftreten und der Frischmasseertrag der Variante mit 25 % Prüfsubstratanteil mindestens 90 % des Ertrages mit deutscher Einheitserde (EE0) erreicht werden.
- ▶ VDLUFA A 10.2.2 „Nachweis von gasförmigen pflanzenschädigenden Stoffen in Böden, gärtnerischen Substraten und Komposten“ (Methodenbuch I, 2. Teillfg. 1997). Die Methode

dient dem Nachweis von Schadstoffen, die nach Übergang in die Gasphase pflanzenschädigend wirken. Das zu prüfende Substrat wird in ein Einmachglas eingesetzt und ein angefeuchteter, in Kressesaatgut getauchter Wattebausch ohne direkten Kontakt mit dem Substrat in das Glas gegeben.

Diese Methoden wurden nicht berücksichtigt.

Vorschlag Vergabekriterien

Das EU-UZ 048 sieht Pflanzenwachstumstest mit Chinakohl vor. Dieser ist auch der bevorzugte Test, auf den in RAL-GZ 250 und 251 verwiesen wird. Als Vergleichssubstrat dient aufgedüngter und gekalkter Hochmoortorf. Von einer pflanzenschädigenden Wirkung ist auszugehen, wenn die Keimrate oder der Frischmasseertrag um mehr als 25% gegenüber der Kontrollprobe reduziert sind oder wenn einer der Mediane der Boniturnoten unter 5 liegt.

Nachweis

Die VDLUDFA Methode ist sehr gut validiert und es finden alle zwei Jahre Ringversuche zur Qualitätssicherung der beteiligten Labore statt. Gegenüber der DIN EN 16086-1 wird der Stickstoffdünger bei der VDLUFA-Methode auf eine definierte Konzentration aufgedüngt, so dass durchaus unterschiedliche Ergebnisse erzielt werden können.¹³⁹ Daher wird vorgeschlagen, die VDLUFA-Methode als Referenz zu verwenden. Der Nachweis der Pflanzenverträglichkeit im Wachstumstest mit Chinakohl nach DIN EN 16086-1 wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt nicht als gleichwertig angesehen.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Bei einer künftigen Überarbeitung könnte geprüft werden, ob die Methode nach DIN EN 16086-1 durch einen ergänzenden Hinweis betreffend der Aufdüngung des Kultursubstrates als gleichwertig zur VDLUFA-Methode I A 10.2.1 angesehen werden kann.

5.7.7 Salzgehalt

Ein zu hoher Salzgehalt des Kultursubstrates kann sich hemmend auf das Pflanzenwachstum auswirken. Im Vordergrund steht hierbei Natriumchlorid. Der Salzgehalt in Kultursubstraten kann entweder über die elektrische Leitfähigkeit oder direkt über die Bestimmung der Natrium- und Chloridkonzentrationen einer wässrigen Aufschlammung bestimmt werden.

Ableitung von Anforderungen

Die DüPV (2019) beschreibt für die CMC 3 (Kompost) und die CMC 4 und CMC 5 (Gärrückstände) keine Anforderung für den Salzgehalt. Die BioAbfV (1998) fordert die Angabe des Salzgehaltes gemäß DIN EN 13038 „Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate – Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit“ Die Bestimmung erfolgt aus der Frischmasse, es werden aber keine Grenzwerte definiert.

Das EU-UZ 048 schreibt für Kultursubstrate vor, dass der Natriumgehalt im wässrigen Extrakt des Produkts maximal 150 mg/L und der Chloridgehalt maximal 500 mg/L des frischen Produkts (also nicht des Eluates) betragen dürfen. Zudem soll die elektrische Leitfähigkeit 100 mS/m nicht überschreiten (dem entsprechen $< 1000 \mu\text{S}/\text{cm}$). Die Herstellung des wässrigen Extraktes erfolgt nach DIN EN 13038 bei $22^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$ und einem Extraktionsverhältnis von eins zu fünf Volumenteilen. Der Natriumgehalt wird nach DIN EN 13652, der Chloridgehalt nach einem der in der DIN EN 16195 angegebenen Prüfverfahren durchgeführt.

¹³⁹ Persönliche Mitteilung Dr. Dieter Lohr, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf vom 19.10.22

Nach RAL-GZ 250 soll der Natriumgehalt von Kultursubstraten und Blumenerden ≤ 100 mg/L und der Chloridgehalt ≤ 200 mg/L betragen (vgl. Tab. 2.1 und 3.1). Die Extraktion wird hier nach DIN 38414-4 bzw. VDLUFA I A 13.4.3 in einem Verhältnis von 1 zu 10 Massenprozent durchgeführt. Die DIN 38414-4 wurde allerdings mittlerweile zurückgezogen und durch die DIN EN 12457-4:2003-01 ersetzt. Die Angaben beziehen sich wiederum auf mg/dm³ bzw. mg/L des kulturfeuchten Substrates (also nicht auf den wässrigen Extrakt). Die Bestimmung von Natrium im Extrakt erfolgt durch Atomabsorptionsspektrometrie oder Emissionsspektrometrie, die von Chlorid durch potentiometrische Titration mit Silbernitrat nach Ansäuern eines Teilvolumens des Extraktes.

Bei der indirekten Bestimmung des Salzgehaltes über die Leitfähigkeitsmessung beträgt der Grenzwert der RAL-GZ 250 für Kultursubstrate ≤ 3 g/L im feldfeuchten Zustand. Die Leitfähigkeitsmessung erfolgt im Wasserextrakt nach VDLUFA-Methode I A 13.4.1, d.h. die Probe wird im Verhältnis 1:10 mit Wasser extrahiert und der Salzgehalt als Kaliumchlorid nach Messung der Leitfähigkeit der filtrierten Extrakte berechnet.

Nach RAL-GZ 251 gelten für Substratkomposte Grenzwerte von 2,5 g-KCl/L (Typ 1) bzw. von 5 g-KCl/L (Typ 2).¹⁴⁰ Die Konzentration an löslichem Chlorid darf max. 500 mg/L (Typ 1) bis max. 1000 mg/L (Typ 2), die Konzentration an löslichem Natrium max. 250 mg/L (Typ 1) bis max. 500 mg/L (Typ 2) betragen.¹⁴¹

Die österreichische Kompostverordnung schreibt ebenfalls einen Grenzwert für die Leitfähigkeit von 3 mS/cm im 1:10 Eluat, wiederum bezogen auf die frische Laborprobe, vor (AT-KompostV 2001). Die Kompostverordnung enthält eine ausreichende Methodenbeschreibung zur Durchführung. Gemäß der österreichischen DüMV (2004) ist der Salzgehalt von Kultursubstraten als KCl-Äquivalent in g/L Frischmasse anzugeben.

Vorschlag Vergabekriterien

Im ersten Entwurf der Vergabekriterien wurde für Natrium ein Grenzwert von ≤ 100 mg/L und für Chlorid von ≤ 200 mg/L vorgeschlagen, in Anlehnung an RAL-GZ 250 Tabelle 3.1 Gütebestimmungen für Blumenerden und Kultursubstrate. Nach Hinweisen aus der Substratindustrie, dass diese Werte für torffreie Kultursubstrate unter Verwendung des wichtigen Torfersatzstoffes Kompost schwierig eingehalten werden können, wurden die Grenzwerte auf ≤ 150 mg/L Natrium und ≤ 300 mg/L Chlorid angehoben. Der Natriumwert liegt damit gleich, der Chloridwert noch deutlich unter den Vorgaben des EU-UZ 048, wobei die angewandten Methoden nicht direkt vergleichbar sind. Der gesamte Salzgehalt als KCl-Äquivalent wurde in Anlehnung an das RAL-GZ 250 bei ≤ 3 g/L behalten. Nach Angaben der GGS zeigen umfangreiche Untersuchungen, dass diese Salzkonzentration unkritisch für das Pflanzenwachstum ist. Alle Angaben sind auf einen Liter Substrat im feldfeuchten Zustand bezogen.

Nachweis

Die Bestimmung von Natrium und Chlorid erfolgt nach VDLUFA Band I A 13.4.3 "Bestimmung von wasserlöslichem Natrium und Chlorid in Substraten und Komposten" im 1:10 Eluat. Für die Bestimmung des Salzgehaltes als KCl-Äquivalent wird die Methode nach VDLUFA Band I A 13.4.1 "Bestimmung des Salzgehaltes in Böden, gärtnerischen Erden und Substraten" angewandt, bei der der Salzgehalt als KCl-Äquivalent über die Leitfähigkeit bestimmt wird.

¹⁴⁰ Zum Vergleich: Eine 0,01 KCl-Lösung hat eine Leitfähigkeit von 1,412 mS/cm (VDLUFA A10.1.1).

Anderen Angaben zufolge hat eine 0,1 molare KCl-Lösung = 7,456 g KCl/L eine Leitfähigkeit von 12,88 mS/cm (<https://www.chf.de/eduthek/chemischer-index14.html>). Dann hat 3 g KCl/ L eine Leitfähigkeit von ca. 5,18 mS/cm.

¹⁴¹ Typ 1 = bis 40 Vol.-%, Typ 2 = bis 20 Vol.-% empfohlener Mischkomponentenanteil im Substrat.

Die Methode nach DIN EN 13652:2002-01 „Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Extraktion wasserlöslicher Nährstoffe und Elemente“ kann nicht als gleichwertige Methode angesehen werden, da unterschiedliche Extraktionsverhältnisse (1:10 gegenüber 1:5) verwendet werden und die Bezugsgrößen „frisches Substrat“ bzw. „feldfeuchtes Substrat“ aufgrund der unterschiedlichen Dichteeinstellungen zu abweichenden Ergebnissen führen können. Nach DIN EN 13652 werden sämtliche Ergebnisse *„anhand der ermittelten Laborschüttdichte berechnet und in Milligramm je Liter Substrat, bezogen auf die Probe im Anlieferungszustand, angegeben werden.“*

Zudem soll der Hinweis aufgenommen werden, dass, wenn der Verdacht besteht, dass eine hohe Leitfähigkeit durch CaSO₄ (Gips) verursacht wird, die Leitfähigkeit zusätzlich in gesättigter Gipslösung nach VDLUFA 13.4.2 „Bestimmung des Salzgehaltes in gartenbaulich genutzten Böden, gärtnerischen Erden und Substraten im Auszug mit gesättigter Gipslösung“ bestimmt werden kann.

5.7.8 pH-Wert

Der pH-Wert beschreibt den sauren (< pH 7) oder basischen (pH > 7) Charakter einer wässrigen Lösung. Für die meisten organischen Kultursubstrate liegt der pH im (leicht) sauren Bereich (Hochmoortorf pH 3,5-4,5; Holzfasern und Rindenumus pH 5,0-6,0, Kokosmark und -fasern pH 4,5-6,0). Eine Ausnahme stellt Substratkompost dar, dessen pH im leicht alkalischen Bereich (pH 7,0-8,5) liegt. Die meisten Kulturpflanzen bevorzugen pH-Werte im schwach sauren Bereich von pH 5,5 bis 6,5. Bestimmte Pflanzengruppen (Azorca-Pflanzen, Moorbeetpflanzen) wachsen eher im sauren Milieu bei pH 3,5 bis 5,0 (Schmilewski o.J.).

Ableitung von Anforderungen

Die BioAbfV (1998) fordert die Angabe des pH-Wertes nach DIN EN 13037 „Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate – Bestimmung des pH-Wertes“. Die Bestimmung erfolgt aus der Frischmasse, es werden aber keine Grenzwerte definiert. Die DüPV (2019) und das EU-UZ 048 stellen keine Anforderungen an den pH-Wert, dieser ist allerdings anzugeben. Das österreichische Umweltzeichen AT-UZ 32 verweist auf die Kennzeichnungspflichten gemäß österreichischer Düngemittelverordnung und Kompostverordnung, die den pH-Wert miteinschließen (AT-DüMV 2004), AT-KompostV 2001).

Das RAL-GZ 250 fordert für Rindenumus einen pH-Bereich von pH 4,0 bis 7,0 und für Kultursubstrate von pH 5,0 bis 6,5. Der pH-Wert von Spezialerden für säureliebende Pflanzen (Azaleen, Eriken, Moorbeet) soll zwischen pH 3,4 und 4,6 liegen, für andere Substratausgangsstoffe wie Kompost ist der pH-Wert anzugeben, es werden aber keine Grenzwerte definiert. Auch in der Gütesicherung von Kompost nach RAL-GZ 251 ist der pH lediglich zu deklarieren.

Vorschlag Vergabekriterien

In einem ersten Entwurf der Vergabekriterien wurde ein pH-Bereich von 4,5 bis 7,5 vorgeschlagen, um dem leicht alkalischen pH von Kompost Rechnung zu tragen. Im Rahmen der Gespräche mit Vertretern*Vertreterinnen der Substratindustrie und den Diskussionen auf dem Fachgespräch am 25. Mai 2023 sowie der Expertenanhörung vom 27. September 2023 wurde angeführt, dass dieser Bereich zu weit gefasst ist, um ein optimales Pflanzenwachstum sicherzustellen, da der pH-Wert einen entscheidenden Einfluss auf die Nährstoffversorgung hat. Zum Beispiel kann Phosphor im alkalischen Bereich als Kalziumphosphat und im sauren Bereich als Eisenphosphat gebunden werden. Zudem kann es bei einem niedrigen pH-Wert zu einer Mobilisierung von Schwermetallen kommen. Es wurde vorgeschlagen, den pH-Bereich organischer Kultursubstrate im Allgemeinen auf pH 5,0 bis 6,5 einzuschränken und lediglich für

säureliebende Pflanzen niedrigere pH-Werte von pH 4,0 bis 5,0 zuzulassen. Von Seiten der Hersteller von Pflanzenkohle, deren pH-Wert wie der von Kompost eher im leicht alkalischen Bereich liegt, wurde hingegen ein leicht alkalischer Wert bis pH 7,5 begrüßt. Als Kompromiss wurde entschieden, dass der pH-Wert im Bereich von pH 5,0 bis 7,0 liegen muss und nur für kalkempfindliche/säureliebende Pflanzen ein Wert bis pH 4,0 zulässig ist. Der Anwendungsbereich dieser Spezialerden ist dann auch entsprechend auf der Verpackung / dem Warenbegleitpapier zu kennzeichnen.

Nachweis

Als Standardmethode wird auf die VDLUFA I A 5.1.1 verwiesen, bei der der pH in einer 0,01 molaren Kalziumchlorid (CaCl₂)-Suspension bestimmt wird.

Die pH-Bestimmung nach DIN EN 13037, auf die die BioAbfV (1998) verweist, erfolgt in Suspension mit Wasser und nicht mit einer CaCl₂-Lösung, so dass die Ergebnisse nicht vergleichbar sind. Nach Angaben der BGK liegen die im wässrigen Milieu ermittelten pH-Werte in der Regel um etwa 0,5 Einheiten höher als der pH-Wert in CaCl₂.¹⁴²

Mögliche weitere Aspekte

Die pH-Wert-Spanne wird hinsichtlich des oberen Endes von pH 7 von einigen Vertreter*innen der Substratindustrie weiterhin kritisch gesehen. Insbesondere wird in (GGs 2023b) angeführt, dass es, neben der Festlegung von Phosphat, insbesondere in organisch gedüngten Substraten bei pH > 6,5 zur Bildung von Ammoniak kommt, das schon in sehr geringer Konzentration phytotoxisch wirkt und in gasförmiger Form aus dem Substrat entweicht (siehe z. B. Frerichs et al. 2020). Auch aus Umweltgesichtspunkten wäre die Emission von Ammoniak (Beitrag zur Eutrophierung und Versauerung natürlicher Ökosysteme) als kritisch zu bewerten. Ein höherer pH-Wert ermöglicht jedoch höhere Anteile von bestimmten Substratausgangsstoffen, insbes. Komposten. Das österreichische Umweltzeichen lässt über die Referenz auf die österreichische Düngemittelverordnung einen pH-Bereich von 5-7,5 zu.

- ▶ In der Revision sollte auf Basis der fortschreitenden Erfahrungen beim Einsatz von Torfersatzstoffen geprüft werden, inwiefern bei der pH-Spanne eine Erweiterung möglich oder eine Verringerung nötig ist. Auch die Option, wie beim EU-UZ 048 den pH-Wert als Umweltzeichenkriterium aufzugeben, sollte erneut geprüft werden.

5.8 Bereitstellung von Informationen

Grundlegend sind die Informationspflichten für Hersteller beim Inverkehrbringen von Kultursubstraten in der Düngemittelverordnung festgelegt (DüMV (2019), insbes. § 6 und Anhang 2 Tabelle 10). Für den Blauen Engel werden einige weitere Anforderungen formuliert.

Aus fachlicher Sicht soll zusätzlich die Trockenmasse des Substrats und das Verhältnis von Kohlenstoff zu Stickstoffgehalt (C_{org}/N-Verhältnis) angegeben werden. Zur eindeutigen Rückverfolgbarkeit soll zudem die Herkunft des Produktes eindeutig nachvollziehbar sein, bspw. anhand einer Chargennummer.

Aus Umweltsicht sollen Hinweise an die sparsame Anwendung von Kultursubstraten gegeben werden, da auch regenerative Rohstoffe nur beschränkt verfügbar sind und ihre Gewinnung und Verarbeitung mit Umweltwirkungen verbunden ist. Diese Hinweise können z.B. Informationen darüber sein, wie die Lebensdauer eines Kultursubstrats möglichst verlängert werden kann, z.B. durch Anleitung zur Aufdüngung, zum Schutz durch Mulchen oder Hinweise zur weiteren

¹⁴² https://www.kompost.de/uploads/media/AEnderungen_von_Pruefmethodenab_Juli_2013_HUK_7_8_2013.pdf (letzter Zugriff 12.10.23)

Lagerung. Für Spezialerden ist ggf. auf Möglichkeiten der Verwendung für andere Bereiche hinzuweisen mit dem Ziel, eine Überlagerung spezieller Produkte zu vermeiden und/oder eine Folgenutzung zu ermöglichen. Diese weitergehenden Informationen können auch digital (Links, QR-Codes) umgesetzt werden, um eine Überfrachtung der Verpackung oder Begleitpapiere zu vermeiden. Auf der Verpackung ist zudem ein Hinweis zur fachgerechten Entsorgung aufzubringen. Im Falle von Mehrweggebinden soll auf entsprechende Rückgabemöglichkeiten hingewiesen werden.

Aus formaler Sicht muss das aufgebrachte Logo des Blauen Engels das Erklärfeld der Vergabekriterien für organische Kultursubstrate und Blumenerden enthalten. Das Aufbringen des Blauer-Engel-Logos für Produkte aus Recyclingkunststoffen (DE-UZ 30a) auf der Verpackung ist gemäß der Vergabekriterien nicht zulässig.

Als Nachweis dienen hier hochaufgelöste Fotos der Verpackung (von allen Seiten) oder ein Ansichtsexemplar der Warenbegleitpapiere.

5.9 Anforderungen an die Verpackung

Aktuell werden insbesondere Blumenerden i.d.R. in Kunststoffsäcken verkauft (Sackware). Für größere Mengen ist der Vertrieb in Mehrweg-Säcken (Big bags) möglich. Auch die lose Abgabe ist möglich. Für den Blauen Engel werden an die Abgabe in wiederverwendbaren Big Bags und die lose Abgabe keine weitergehenden Anforderungen gestellt.

Bei Sackware müssen die Verpackungen die Kriterien des Blauen Engels für Verpackungsmaterialien (DE-UZ 30a) erfüllen. Mehrwegbehältnisse sind in diesem Bereich bisher wenig etabliert. Sie können, ggf. mit einem Inlet zur einmaligen Nutzung, verwendet werden, wenn dargestellt wird, dass die Rückgabe über ein Mehrwegsystem für die Konsumenten*Konsumentinnen einfach praktikabel ist. Bei Verwendung eines Inlets muss dieses eine Materialeinsparung von mindestens 70 % im Vergleich zur Einwegverpackung erzielen. Auch das Inlet muss die Kriterien des Blauen Engel für Verpackungsmaterialien (DE-UZ 30a) erfüllen. Übergeordnet besteht die Anforderung an Kunststoffverpackungen, dass eine Infrarot-sortierfähigkeit gegeben sein muss. Dies wird als sinnvoll erachtet, da dadurch die automatisierte Erkennung und Sortierung bei der Verwertung von Verpackungsabfällen sichergestellt wird. Aus dem Recycling der Säcke können im Weiteren Sekundärprodukte (z.B. Paletten, Kabelummantelungen, Bauwannen) hergestellt werden.

Mögliche weitere Aspekte

- ▶ Bei der Überarbeitung der Kriterien sollte verfolgt werden inwiefern sich Mehrweglösungen im Bereich der organischen Kultursubstrate und Blumenerden etablieren und falls ja, an welchen Stellen ggf. Herausforderungen bestehen, die im Rahmen der Vorgaben des Blauen Engels adressiert werden können.

6 Zusammenfassung und Ausblick für künftige Entwicklungen der Vergabekriterien

Der vorliegende Bericht erläutert den Hintergrund der Entwicklung der Vergabekriterien für einen Blauen Engel für organische Kultursubstrate und Blumenerden.

Kultursubstrate dienen in der gezielten Aufzucht von Pflanzen dazu, diesen einen Wurzelraum bieten und die Luft-, Wasser- und Nährstoffversorgung ermöglichen. Organische Kultursubstrate bedeutet dabei, dass ein gewisser Anteil an organischem Material enthalten ist und die Kultursubstrate einen erdigen Charakter aufweisen. Der Begriff Kultursubstrate ist vornehmlich im professionellen Bereich (gewerblicher Garten- und Landschaftsbau, öffentliches Grün) verbreitet, für Kultursubstrate zum privaten Gebrauch (Hobbygärtnerei) ist die Bezeichnung Blumenerden gängig.

Seit Mitte des 20. Jahrhunderts hat sich die Herstellung von Kultursubstraten als eigenständige Industrie entwickelt und aktuell gehört Deutschland in der europäischen Union zu den größten Substratherstellern und -verbrauchern. Dabei dient Torf v.a. im professionellen Bereich bis heute als wichtigster Substratausgangsstoff, da er sehr günstige Eigenschaften für die Herstellung von pflanzenbaulich geeigneten Kultursubstraten besitzt. Im Jahr 2022 wurden in Deutschland zur Herstellung von ca. 8,1 Mio. m³ Kultursubstraten ca. 5,8 Mio. m³ Torf eingesetzt. Aktuell ist der Rohstoff Torf jedoch in die Diskussion geraten, da er aufgrund der sehr langsamen Entstehung des Torfkörpers ein nicht-nachwachsender Rohstoff ist und bei seiner Nutzung der gebundene Kohlenstoff als CO₂ emittiert wird. Aus Gründen des Klimaschutzes wird daher der Erhalt des im Torf gebundenen Kohlenstoffs angestrebt, weshalb die Wiedervernässung trockengelegter Moorböden eine wichtige Maßnahme im Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung ist. Für Blumenerden ist darin ein vollständiger Ausstieg aus der Torfnutzung bis 2026 vorgesehen, während für professionelle Kultursubstrate bis 2030 ein "weitgehender Verzicht" umgesetzt werden soll. Die Renaturierung und Erhaltung von Mooren leisten zudem einen wichtigen Beitrag zur Förderung der Biodiversität. Auch für die Auszeichnung mit dem Blauen Engel ist der Einsatz von Torf und anderen nicht erneuerbaren organischen Materialien daher ausgeschlossen.

Als Alternativen zu Torf kommen erneuerbare organische Rohstoffe, auch "Torfersatzstoffe", in Frage. Außerdem können Kultursubstrate gewisse Anteile mineralischer Substratausgangsstoffe wie Perlite oder Ton enthalten. Torffreie Kultursubstrate werden in der Regel als Mischungen mehrerer Torfersatzstoffe hergestellt, da die geforderten Qualitätsparameter nur durch eine geeignete Kombination der verschiedenen Substratausgangsstoffe erzielt werden können.

In Deutschland werden heute vor allem Grüngutkompost, Holzfasern, Rindenhumus und gartenbauliche Kokosprodukte als Torfersatzstoffe verwendet. Im Hobbybereich sind Grüngutkomposte der am meisten eingesetzte Torfersatzstoff. Mit insgesamt ca. 1,4 Mio. m³ wurde damit im Jahr 2022 fast ein Viertel der auf dem deutschen Markt eingesetzten Menge an Kultursubstraten abgedeckt (IVG 2023b).¹⁴³ Der Einsatz von Komposten trägt im besonderen Maße zur Kreislaufwirtschaft bei, da sie aus der Verwertung von Abfällen gewonnen werden können. Allerdings sind die Kompostierung und der Transport der Komposte mit vergleichsweise hohen Treibhausgasemissionen verbunden, die durch gute Praxis im Betrieb und regionale Infrastruktur abgemindert werden müssen. Der wichtigste Torfersatzstoff bei den professionellen Kultursubstraten sind Holzfasern, die heute aus Nadelholz hergestellt werden und im Jahr 2022 mit 0,85 Mio. m³ in Substraten für den deutschen Markt enthalten waren. Auch

¹⁴³ Insgesamt wurden 2022 auf dem deutschen Markt von deutschen Substratherstellern ca. 5,8 Mio. m³ Kultursubstrate (für Hobby- und Profibereich) vermarktet. Hinzu kamen ca. 2,3 Mio. m³, die exportiert wurden (IVG 2023b).

für Rindenhumus, der durch Kompostierung von zerkleinerter Rinde hergestellt wird und in deutlich geringeren Mengen¹⁴⁴ eingesetzt wird, wird vorwiegend Fichtenrinde verwendet. In beiden Fällen steht die Nutzung aktuell insbesondere in Konkurrenz zur energetischen Verwertung. Gartenbauliche Kokosprodukte werden ebenfalls in vergleichsweise geringen Mengen¹⁴⁵ eingesetzt und kommen v.a. aus Sri Lanka und Indien, wo sie bei der Verarbeitung von Kokosfasern gewonnen werden können. Aufgrund der langen Transportwege, sowie teilweise unzureichender Entsorgung von Abwässern und sozialen Aspekten werden sie oft als problematisch angesehen. Um die Transportemissionen zu reduzieren, werden sie komprimiert verschifft. Das Erschließen weiterer Ausgangsstoffe ist erstrebenswert, um den Torfausstieg zu gewährleisten. In Frage kommen Erzeugnisse aus landwirtschaftlicher Produktion. Für die Auszeichnung mit dem Blauen Engel sollen die genutzten Stoffe Reststoffe aus der lokalen Weiterverarbeitung landwirtschaftlicher Erzeugnisse sein. Der Fokus auf organische Reststoffe soll einen Anreiz erzeugen, zunächst dieses Potenzial zu erschließen, bevor ein gezielter Anbau von nachwachsenden Rohstoffen mit entsprechendem Flächenbedarf erfolgt. Ausgenommen davon ist die Nutzung von Paludibiomasse. Paludibiomasse bezeichnet Biomasse, welche auf wiedervernässten Mooren gewonnen werden kann und damit die Kombination von landwirtschaftlicher Tätigkeit mit dem Klimaschutz und der Förderung von Biodiversität ermöglicht.

Neben dem Gebot der Torffreiheit und dem Fokus auf den Einsatz organischer Reststoffe wurden bei der Herleitung der Vergabekriterien Anforderungen an eine transparente, an Nachhaltigkeitskriterien orientierte Herkunft der eingesetzten Ausgangsstoffe entwickelt. Dazu wird u.a. auf Zertifizierungssysteme¹⁴⁶ zurückgegriffen, die die Einhaltung von Nachhaltigkeitskriterien entlang der Lieferkette überprüfen. Außerdem wurde versucht Nutzungskonkurrenzen im Blick zu behalten und teilweise Kriterien so zu formulieren, dass diese abgemindert werden können. Daneben sollen eine transparente Darstellung der Aufwendungen, die mit dem Transport der Rohstoffe verbunden sind, sowie eine Anleitung zum sparsamen Umgang mit Kultursubstraten und Vorgaben für die Verpackung der Schonung der Umwelt dienen.

Der zweite Schwerpunkt der Vergabekriterien liegt auf Qualitätsanforderungen an das Produkt. Um Risiken für Umwelt und Gesundheit vorzubeugen, wurden u.a. Grenzwerte für Schwermetalle, organische Schadstoffe und Verunreinigungen mit Plastik festgelegt. Zudem werden Anforderungen an die Gebrauchstauglichkeit gestellt, die die Funktionalität der Produkte gewährleisten und damit Bedenken begegnen, die bezüglich der Qualität von torffreien Kultursubstraten und Blumenerden bestehen. Dazu gehört eine gute Pflanzenverträglichkeit, ein stabiler Stickstoffhaushalt und die Beschränkung von Verunreinigungen durch Steine und Unkrautsamen. Sowohl Schadstoffgrenzwerte als auch die Gebrauchstauglichkeit sollen dabei regelmäßig auch von unabhängiger Stelle kontrolliert werden.

Die Verfügbarkeit verschiedener Torfersatzstoffe befindet sich aktuell in der Entwicklung, da einerseits Einsatzmöglichkeiten für neue Stoffe erforscht werden, andererseits die Infrastrukturen auch für existierende Alternativen weiterentwickelt werden. Zudem streben auch andere Sektoren einen vermehrten Einsatz erneuerbarer Rohstoffe an. Eine zukünftige Überarbeitung der Vergabekriterien für organische Kultursubstrate und Blumenerden sollte diese Entwicklungen verfolgen, um die Verfügbarkeiten von Torfersatzstoffen zu berücksichtigen und mit Nachhaltigkeitskriterien zu verknüpfen. Dabei sollten sowohl

¹⁴⁴ 0,26 Mio. m³ im Jahr 2022 (IVG 2023b)

¹⁴⁵ 0,11 Mio. m³ im Jahr 2022 (IVG 2023b)

¹⁴⁶ Hierzu gehören für forstwirtschaftliche Produkte der FSC-, PEFC- und Naturland-Standard, für Pflanzenkohle der EBC-Standard, der SA 8000-Standard für arbeitsrechtliche Mindeststandards bei der Herstellung von Kokosprodukten, sowie der speziell für Torfersatzstoffe entwickelte HORTICERT-Standard.

Konkurrenzen mit anderen Nutzungsmöglichkeiten im Blick behalten werden als auch der Aufwand der Herstellung von Substratausgangsstoffen aus den unterschiedlichen in Frage kommenden Rohstoffen. Konkrete Ansatzpunkte werden im Kapitel 5.3 zur Herkunft der Substratausgangsstoffe vorgestellt.

Im Hinblick auf die gesetzten Qualitätsanforderungen können die festgelegten Parameter und Methoden evaluiert werden. Bei den per- und polyfluorierten Alkylverbindungen (PFAS) sind dabei sowohl die Höhe des Grenzwertes als auch die geforderten Leitsubstanzen sowie die Wahl der Bestimmungsmethodik zu überprüfen und ggf. an die neueren Entwicklungen anzupassen. Auch die Grenzwerte für makroskopische Verunreinigungen, insbes. Kunststoffe, sollten im Zuge der aktuellen Mikroplastikdiskussion überprüft werden. In Abhängigkeit des Entwicklungsstandes der Methodik sollte dabei die Einführung eines Kriteriums für Mikroplastik (< 1 mm) in Betracht gezogen werden. Weitere Aspekte sind spezifisch unter den einzelnen Kriterien in den Kapiteln 5.6 und 5.7 genannt.

7 Quellenverzeichnis

7.1 Gesetzliches Regelwerk, Normen und Methoden

AbfKlärV (2017). Verordnung über die Verwertung von Klärschlamm, Klärschlammgemisch und Klärschlammkompost (Klärschlammverordnung), Ausfertigungsdatum: 27.09.2017, zuletzt geändert am 19.06.2020, https://www.gesetze-im-internet.de/abfkl_rv_2017/

AltholzV (2002). Verordnung über Anforderungen an die Verwertung und Beseitigung von Altholz (Altholzverordnung – AltholzV) vom 15. August 2002 (BGBl. I S. 3302), zuletzt geändert am 19. Juni 2020, <https://www.gesetze-im-internet.de/altholzv/index.html>

AT-KompostV (2001). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft über Qualitätsanforderungen an Komposte aus Abfällen (Kompostverordnung), StF: BGBl. II Nr. 292/2001; Fassung vom 27.07.2022, <https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20001486>

AT-DüMV (2004). Verordnung des Bundesministers für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, mit der Bestimmungen zur Durchführung des Düngemittelgesetzes 1994 erlassen werden (Düngemittelverordnung 2004), StF: BGBl. II Nr. 100/2004; letzte Änderung vom 13.04.2022, <https://www.jusline.at/gesetz/dmv>

AT-UZ 32. Torffreie Kultursubstrate, Bodenhilfsstoffe, Düngemittel, Komposte. Version 7. Ausgabe vom 1. Januar 2020

BBodSchV (2021). Bundes-Bodenschutz- und Altlastenverordnung vom 9. Juli 2021 (BGBl. I S. 2598, 2716), https://www.gesetze-im-internet.de/bbodschv_2023/index.html

BioAbfV (1998). Verordnung über die Verwertung von Bioabfällen auf landwirtschaftlich, forstwirtschaftlich und gärtnerisch genutzten Böden (Bioabfallverordnung vom 21.09.1998, zuletzt geändert am 28.04.2022; <https://www.gesetze-im-internet.de/bioabfv/>

BMUV (2022). Leitfaden zur PFAS-Bewertung - Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials. Stand: 21.02.2022, https://www.lawa.de/documents/pfas-leitfaden-bf_1646139003.pdf

BGK (2015). Verunreinigungsgrad – Flächensumme; 4. Erg.Lfg. 12/2015, Kapitel II. C 3, Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V., 2015

BVL L 00.00-115:2018-10. Untersuchung von Lebensmitteln – Multiverfahren zur Bestimmung von Pestizidrückständen mit GC und LC nach Acetonitril-Extraktion/Verteilung und Reinigung mit dispersiver SPE in pflanzlichen Lebensmitteln – Modulares QuEChERS-Verfahren (Übernahme der gleichnamigen Norm DIN EN 15662, Juli 2018); DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/2748453>

CEN/TR 15215 Teil 1 bis 3 (2006-04). Charakterisierung von Schlämmen – Quantitativer Nachweis von Salmonella spp. In Schlämmen, Böden, Düngemitteln und Bodenverbesserern, Kultursubstraten sowie Bioabfällen. Teil 1: Membranfiltrationsverfahren zur quantitativen Miterfassung vorgeschädigter Bakterien (zur Bestätigung des logarithmisch-tropfenweisen Behandlungsverfahrens), Teil 2: Flüssiganreicherungsverfahren in Selenit-Cystein-Medium gefolgt durch Rapport-Vassiliadis zur semiquantitativen Bestimmung der höchstwahrscheinlichen Keimzahl (MPN), Teil 3: Verfahren der Flüssiganreicherung in Peptonwasser mit Novobiocin gefolgt durch Rapport-Vassiliadis zum qualitativen Nachweis des Vorkommens.

CEN/TR 16193 (2013-07). Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden — Nachweis und Zählung von Escherichia coli oder gleichwertiges Verfahren

CLP-V (2008). VERORDNUNG (EG) Nr. 1272/2008 DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02008R1272-20201114&from=GA>; Fassung 01.03.2022

DepV (2009). Verordnung über Deponien und Langzeitlager (Deponieverordnung) vom 27.04.2009, zuletzt geändert am 9.7.2021; https://www.gesetze-im-internet.de/depv_2009/DepV.pdf

DE-UZ 153. Blauer Engel -Technisch getrocknete Holz hackschnitzel / Holzpellets; Vergabekriterien, Ausgabe Januar 2011, Version 5; <https://produktinfo.blauer-engel.de/uploads/criteriafile/de/DE-UZ%20153-201101-de%20Kriterien-2020-01-07.pdf>

DIN CEN/TS 16201 (2013-12). Schlamm, behandelter Bioabfall und Boden - Bestimmung keimfähiger Pflanzensamen und Keimlinge; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1724953>

DIN ISO 11047 (2003-05). Bodenbeschaffenheit – Bestimmung von Cadmium, Chrom, Cobalt, Kupfer, Blei, Mangan, Nickel und Zink im Königswasserextrakt – Flammen- und elektrothermisches atomabsorptionsspektrometrisches Verfahren; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/9227889>

DIN 38414-14 (08/2011). Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Schlamm, Kompost und Boden – Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS); DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1802151>

DIN 38407-42 (03/2011). Bestimmung ausgewählter polyfluorierter Verbindungen (PFC) in Wasser - Verfahren mittels Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie und massenspektrometrischer Detektion (HPLC-MS/MS) nach Fest- Flüssig-Extraktion; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1738967>

DIN EN ISO 7899-1 (999-07). Wasserbeschaffenheit – Nachweis und Zählung von intestinalen Enterokokken in Oberflächenwasser und Abwasser – Teil 1: Miniaturisiertes Verfahren durch Animpfen in Flüssigmedium (MPN-Verfahren); DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/8106474>

DIN EN ISO 11885 (2009-09). Wasserbeschaffenheit – Bestimmung von ausgewählten Elementen durch induktiv gekoppelte Plasma-Atom-Emissionsspektrometrie (ICP-OES); DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1530145>

DIN EN 12393-2:2014-03. Pflanzliche Lebensmittel - Multiverfahren zur Bestimmung von Pestizidrückständen mit GC oder LC-MS/MS - Teil 2: Verfahren zur Extraktion und Reinigung; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/2093313>

DIN EN 13038 (2012-01). Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der elektrischen Leitfähigkeit; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1792547>

DIN EN 13652 (2002-01). Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Extraktion wasserlöslicher Nährstoffe und Elemente

DIN EN 13650 (2002-01). Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate – Extraktion von in Königswasser löslichen Elementen; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/9175593>

DIN EN 15662:2018-07. Pflanzliche Lebensmittel - Multiverfahren zur Bestimmung von Pestizidrückständen mit GC und LC nach Acetonitril-Extraktion/Verteilung und Reinigung mit dispersiver SPE - Modulares QuEChERS-Verfahren; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/2748453>

DIN EN 16086-1 (2012-01). Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der Pflanzenverträglichkeit - Teil 1: Wachstumstest mit Chinakohl im Topf; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/179255>

DIN EN 16086-2 (2012-01). Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der Pflanzenverträglichkeit - Teil 2: Petrischalentest mit Kresse; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1792551>

DIN EN 16087-1 (2020-04). Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der aeroben biologischen Aktivität - Teil 1: Sauerstoffaufnahme (OUR); DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/3079905>

DIN EN 16087-2:2012-01. Bodenverbesserungsmittel und Kultursubstrate - Bestimmung der aeroben biologischen Aktivität - Teil 2: Selbsterhitzungstest für Kompost; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1792553>

DIN EN 16181 (2019-08). Boden, behandelter Bioabfall und Schlamm - Bestimmung von polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) mittels Gaschromatographie (GC) und Hochleistungs-Flüssigkeitschromatographie (HPLC); DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/285373>

DIN EN 16195 (2013-01). Düngemittel - Bestimmung von Chlorid bei Abwesenheit organischer Stoffe; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/1927005>

DIN ISO 16649-2 (2020-12). Mikrobiologie von Lebensmitteln und Futtermitteln – Horizontales Verfahren für die Zählung von β -Glucuronidase-positiven Escherichia coli – Teil 2: Koloniezählverfahren bei 44 °C mit 5-Brom-4-Chlor-3-Indol- β -D-Glucuronid; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/3198367>

DIN EN ISO 17294-2 (2017-01). Wasserbeschaffenheit – Anwendung der induktiv gekoppelten Plasma-Massenspektrometrie (ICP-MS) – Teil 2: Bestimmung von ausgewählten Elementen einschließlich Uran-Isotope; DOI: <https://dx.doi.org/10.31030/2353617>

DüngG (2009). Düngegesetz vom 9. Januar 2009 (BGBl. I S. 54, 136), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 13 des Gesetzes vom 20. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2752) geändert worden ist; https://www.gesetze-im-internet.de/d_ngg/BJNR005400009.html

DüMV (2019). Düngemittelverordnung vom 5. Dezember 2012 (BGBl. I S. 2482), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 2. Oktober 2019 (BGBl. I S. 1414) geändert worden ist; https://www.gesetze-im-internet.de/d_mv_2012/

DüPV (2019). Verordnung (EU) 2019/1009 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 5. Juni 2019 mit Vorschriften für die Bereitstellung von EU-Düngeprodukten auf dem Markt und zur Änderung der Verordnungen (EG) Nr. 1069/2009 und (EG) Nr. 1107/2009 sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 2003/2003, vom 16.07.2022; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02019R1009-20230316>

DüV (2017). Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist; https://www.gesetze-im-internet.de/d_v_2017/BJNR130510017.html

EC (2010). Europäische Kommission: Leitfaden Nichtenergetische mineralgewinnende Industrie und Natura 2000; Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union; Luxemburg, 201. <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/69b6d6c1-bfc1-4fe5-9252-08af20a95cfe/>

EC (2019). Europäische Kommission: Leitfaden Gewinnung nichtenergetischer Mineralien und Natura 2000 - Eine Zusammenfassung; Amt für Veröffentlichungen der Europäischen Union; Luxemburg, 2019. <https://op.europa.eu/de/publication-detail/-/publication/1ad3394e-de79-11e9-9c4e-01aa75ed71a1>

EU-Öko-BV 2018/848. Verordnung (EU) 2018/848 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 30. Mai 2018 über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen sowie zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02018R0848-20220101&from=EN>; Fassung vom 01.01.2022

EU-Öko-DV 2021/1165. Durchführungsverordnung (EU) 2021/1165 der Kommission vom 15. Juli 2021 über die Zulassung bestimmter Erzeugnisse und Stoffe zur Verwendung in der ökologischen/ biologischen Produktion und zur Erstellung entsprechender Verzeichnisse; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX%3A32021R1165>; Fassung vom 16.07.2021

EU-Öko-DV 889/2008. Verordnung (EG) Nr. 889/2008 der Kommission vom 5. September 2008 mit Durchführungsvorschriften zur Verordnung (EG) Nr. 834/2007 des Rates über die ökologische/biologische Produktion und die Kennzeichnung von ökologischen/biologischen Erzeugnissen hinsichtlich der ökologischen/biologischen Produktion, Kennzeichnung und Kontrolle; https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Landwirtschaft/Biologischer-Landbau/889-2008-eg-durchfuehrungsbestimmungen.html; Fassung vom 01.01.2021

Verordnung (EU) 2023/2055 der Kommission vom 25. September 2023 zur Änderung von Anhang XVII der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des Europäischen Parlaments und des Rates zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH) hinsichtlich synthetischer Polymermikropartikel; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R2055>, Fassung vom 25. September 2023

EU-UZ 048. EU-Umweltzeichenkriterien für Kultursubstrate und Bodenverbesserungsmittel, BESCHLUSS (EU) 2022/1244 DER KOMMISSION vom 13. Juli 2022, https://eu-ecolabel.de/fileadmin/user_upload/Documents/PG048_NEU/Beschl%C3%BCsse-DE/CELEX_32022D1244_DE_TXT.pdf

EBC (2012-2023). 'European Biochar Certificate – Richtlinien für die Zertifizierung von Pflanzenkohle', Ithaka Institute, Arbaz, Switzerland, Version 10.3 vom 5. April 2023, <https://www.european-biochar.org/de>

EBC (2023). 'European Biochar Certificate - Positive list of permissible biomasses for the production of biochar', Version 10.3, 2023. https://www.european-biochar.org/media/doc/2/positive-list_en_v10_3.pdf

ECHA (2020). RAC Opinion on an Annex XV dossier proposing restrictions on intentionally added microplastics. 11 Juni 2022 <https://echa.europa.eu/documents/10162/b4d383cd-24fc-82e9-cccf-6d9f66ee9089>

ISO 6579-1 (2017-02). Mikrobiologie der Lebensmittelkette – Horizontales Verfahren zum Nachweis, zur Zählung und zur Serotypisierung von Salmonellen – Teil 1: Nachweis von Salmonella spp.

ISO/TR 6579-3 (2014-07). Mikrobiologie der Lebensmittelkette – Horizontales Verfahren zum Nachweis, zur Zählung und zur Serotypisierung von Salmonellen - Teil 3: Leitfaden für die Serotypisierung von Salmonella spp.

KrWG (2012). Kreislaufwirtschaftsgesetz vom 24. Februar 2012 (BGBl. I S. 212), das zuletzt durch Artikel 5 des Gesetzes vom 2. März 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 56) geändert worden ist; <https://www.gesetze-im-internet.de/krwg/KrWG.pdf>

OENORM S 2027-4 (2012-06-01). Beurteilung von Abfällen aus der mechanisch-biologischen Behandlung - Teil 4: Stabilitätsparameter - Atmungsaktivität (AT4)

POP-V (2019). Verordnung (EU) 2019/1021 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 20. Juni 2019 über persistente organische Schadstoffe (Neufassung); Fassung vom 28.08.2023

RAL-GZ 250. RAL-Gütezeichen Substrate für Pflanzen, Gütesicherung RAL-GZ 250, Ausgabe Mai 2018, RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., 2018

RAL-GZ 251. RAL Gütezeichen Kompost, Gütesicherung RAL-GZ 251, Ausgabe Juli 2016, RAL Deutsches Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V., 2016

REACH-V (2006). Verordnung (EG) Nr. 1907/2006 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 18. Dezember 2006 zur Registrierung, Bewertung, Zulassung und Beschränkung chemischer Stoffe (REACH), zur Schaffung einer Europäischen Chemikalienagentur, zur Änderung der Richtlinie 1999/45/EG und zur Aufhebung der Verordnung (EWG) Nr. 793/93 des Rates, der Verordnung (EG) Nr. 1488/94 der Kommission, der Richtlinie 76/769/EWG des Rates sowie der Richtlinien 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/EG und 2000/21/EG der Kommission, [https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:136:0003:0280:de:PDF](https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2007:136:0003:0280:de:PDF;); Fassung vom 01.05.2022

RED II. Richtlinie (EU) 2018/2001 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 11. Dezember 2018 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen (Neufassung); <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=celex%3A32018L2001>; Fassung vom 20.11.2023

Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen; <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1992L0043:20070101:DE:PDF>; Fassung vom 01.07.2013

Richtlinie 2009/147/EG des europäischen Parlamentes und des Rates vom 30. November 2009 über die Erhaltung der wildlebenden Vogelarten; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:02009L0147-20190626>; Fassung vom 26.06.2019

Richtlinie 2011/92/EU des europäischen Parlamentes und des Rates vom 13. Dezember 2011 über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten; <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:026:0001:0021:DE:PDF>; Fassung vom 15.05.2014

Richtlinie 2014/52/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. April 2014 zur Änderung der Richtlinie 2011/92/EU über die Umweltverträglichkeitsprüfung bei bestimmten öffentlichen und privaten Projekten; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32014L0052>; Fassung vom 25.04.2014

Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung); https://www.bundesgesundheitsministerium.de/fileadmin/Dateien/3_Downloads/T/Trinkwasserverordnung/Amtsblatt_2020-2184-EU.pdf

RVR (2023). Rahmenvereinbarung für den Rohholzhandel in Deutschland; Deutscher Forstwirtschaftsrat e.V., Deutscher Holzwirtschaftsrat e.V., 5. aktualisierte Auflage, 01. Dezember 2023; <https://rvr-deutschland.de/downloads/>

TierNebV (2006). Tierische Nebenprodukte-Beseitigungsverordnung vom 27. Juli 2006 (BGBl. I S. 1735), die zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 4. Dezember 2018 (BGBl. I S. 2254) geändert worden ist; <https://www.gesetze-im-internet.de/tiernebv/>

UAG (2002). Umweltauditgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 4. September 2002 (BGBl. I S. 3490), das zuletzt durch Artikel 17 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist; <https://www.gesetze-im-internet.de/uag/index.html>

UVPG (2021). Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. IS. 540), das zuletzt durch Artikel 2 Absatz 2 des Gesetzes vom 4. Dezember 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 344) geändert worden ist; <https://www.gesetze-im-internet.de/uvpg/BJNR102050990.html>

VDLUFA A 13.4.1. Salzgehalt im Wasserauszug - Bestimmung des Salzgehaltes in gartenbaulich genutzten Böden, gärtnerischen Erden und Substraten im Wasserauszug. Methodenbuch I, Grundwerk

VDLUFA A 13.4.3. Natrium und Chlorid in Substraten - Bestimmung von wasserlöslichem Natrium und Chlorid in Substraten und Komposten. Methodenbuch I, 6. Teillfg. 2012

Verordnung (EG) Nr. 1069/2009 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 21. Oktober 2009 mit Hygienevorschriften für nicht für den menschlichen Verzehr bestimmte tierische Nebenprodukte und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1774/2002 (Verordnung über tierische Nebenprodukte); <https://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:DE:PDF>; Fassung vom 14.12.2019

Verordnung (EU) Nr. 1143/2014 des europäischen Parlamentes und des Rates vom 22. Oktober 2014 über die Prävention und das Management der Einbringung und Ausbreitung invasiver gebietsfremder Arten; Fassung vom 14.12.2019

WFD (2008). Richtlinie 2008/98/EG des Europäischen Parlaments und des Rates vom 19. November 2008 über Abfälle und zur Aufhebung bestimmter Richtlinien; Fassung vom 05.07.2018

7.2 Publierte Arbeiten

AK Stmk (2017). Gartenerden im Test. Eine Untersuchung des Umweltbundsamtes auf Pestizide und Schwermetalle. Kammer für Arbeiter und Angestellte für Steiermark

https://stmk.arbeiterkammer.at/beratung/konsumentenschutz/preisvergleiche/20170418_Gartenerde-Test-barrrf.pdf

Amberger-Ochsenbauer, S.; Meinken, E. (2020). Torf und alternative Substratausgangsstoffe; Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, 0129; <https://www.ble-medien-service.de/0129-1-torf-und-alternative-substratausgangsstoffe.html>

Barnack, M. (2023), FSC Auditor, TÜV NORD CERT GmbH; persönliche Kommunikation Juli 2023

Behnke, A.; Böhnhardt, A.; Bussian, B.; Blondzik, K.; Dauert, U.; Fettig, I.; Gärtner, P.; Giese, E.; Juhrich, K.; Konietzka, R.; Knetsch, G.; Koschorrek, J.; Markard, C.; Minkos, A.; Moriske, H.-J.; Plickert, S.; Pirntke, U.; Rappolder, M.; Schmidt, A.; Schröter-Kermani, C.; Utermann, J. (2018). Dioxine und dioxinähnliche PCB in Umwelt und Nahrungsketten. Hintergrund Oktober 2018, Umweltbundesamt; https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2018_10_uba_hg_dioxine_bf_neu.pdf

BGK (2013). Thelen-Jüngling, M. Änderung der Prüfmethode, in H&K aktuell 12/2013, S. 5-6. Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.

Bieker, M. (2021). Torfersatz in Blumenerden und Kultursubstraten: Hintergründe, Möglichkeiten, Grenzen, Perspektiven; Humus- und Erden-Kontor; Vortrag auf dem MEG-Gartenbauseminar für Hobbygärtner, 27. Oktober 2021, Technologie- und Tagungszentrum, Marburg.

Bläsing, M.; Amelung, W. (2018). Review: Plastics in soil: Analytical methods and possible sources. Science of the total environment, Volume 612, 2018, p. 422-435; DOI: 10.1016/j.scitotenv.2017.08.086

BMEL (2022). Torffrei gärtnern, Klima schützen – Die Torfminderungsstrategie des BMEL; Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, <https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/torf-minderungsstrategie.html>

BMUV (2022). Leitfaden zur PFAS-Bewertung - Empfehlungen für die bundeseinheitliche Bewertung von Boden- und Gewässerverunreinigungen sowie für die Entsorgung PFAS-haltigen Bodenmaterials, erarbeitet durch die Länderarbeitsgruppe Bund/Länder Arbeitsgruppe PFAS (PFC); Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit, Februar 2022; <https://www.bmu.de/download/leitfaden-zur-pfas-bewertung>

BMUV (2023). Aktionsprogramm Natürlicher Klimaschutz, Kabinettsbeschluss vom 29. März 2023; Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, <https://www.bmu.de/download/aktionsprogramm-natuerlicher-klimaschutz>

Bolan, B.; Sarkar, B.; Vithanage, M.; Singh, G.; Tsang, D. C. W.; Mukhopadhyay, R.; Ramadass, K.; Vinu, A.; Sun, Y.; Ramanayaka, S.; Hoang, S. A.; Yan, Y.; Li, Y.; Rinklebe, J.; Li, H.; Kirkham, B. (2021). Distribution, behaviour, bioavailability and remediation of poly- and per-fluoroalkyl substances (PFAS) in solid biowastes and biowaste-treated soil. Environment International, Volume 155, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.106600>

Brändli, R. C.; Bucheli, T. D.; Kupper, T.; Furrer, R.; Stahel, W. A.; Stadelmann, F. X.; Tarradellas, J. (2007a). Organic pollutants in compost and digestate. Part 1. Polychlorinated biphenyls, polycyclic aromatic hydrocarbons and molecular markers. Journal of Environmental Monitoring 9, p. 456–464; DOI: 10.1039/b617101j

- Brändli, R. C.; Kupper, T.; Bucheli, T. D.; Zennegg, M.; Huber, S.; Ortelli, D.; Müller, J.; Schaffner, C.; Iozza, S.; Schmid, P.; Berger, U.; Edder, P.; Oehme, M.; Stadelmann, F. X.; Tarradellas, J. (2007b). Organic pollutants in compost and digestate. Part 2. Polychlorinated dibenzo-p-dioxins, and -furans, dioxin-like polychlorinated biphenyls, brominated flame retardants, perfluorinated alkyl substances, pesticides, and other compounds. *Journal of Environmental Monitoring* 9(5), p. 465-472; DOI: 10.1039/b617103f
- Brathe, S.; Pflaum, N. (2017). Hot Spot Analyse von Kokosöl; in: Hot Spot Analysen zur Bewertung der Produktgruppe „Öle & Fette“, Hrsg. Göbel, C., FH Münster, Münster, April 2017.
- Braun, M.; Matthias Mail, M.; Heyse, R.; Amelung, W. (2021). Plastic in compost: Prevalence and potential input into agricultural and horticultural soils. *Science of the total environment*, Volume 760, 2021, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143335>
- BReg (2019). Klimaschutzprogramm 2030 der Bundesregierung zur Umsetzung des Klimaschutzplans 2050, <https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/massnahmenprogramm-klima-1679498>
- Brendel, F.; Petersen, I.; Nagel, A. (2020). Like Ice in the Sunshine – Pflanzenöle und Fette in Speiseeis. Das Beispiel Kokosöl. WWF Deutschland. 2020; <https://www.wwf.de/themen-projekte/landwirtschaft/produkte-aus-der-landwirtschaft/palmoel/wwf-report-speiseeis-like-ice-in-the-sunshine>
- Bugsel, B.; Bauer, R.; Herrmann, F.; Maier, M. E.; Zwiener, C. (2022). LC-HRMS screening of per- and polyfluorinated alkyl substances (PFAS) in impregnated paper samples and contaminated soils. *Analytical and Bioanalytical Chemistry* 414 (3):1217–1225, DOI: 10.1007/s00216-021-03463-9
- Dirksmeyer W.; Menrad K (Hrsg.) (2021). Aktuelle Forschung in der Gartenbauökonomie: Digitalisierung und Automatisierung – Welche Chancen und Herausforderungen ergeben sich für den Gartenbau? Tagungsband zum 3. Symposium für Ökonomie im Gartenbau am 15. November 2019 in Freising / Weihestephan. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 190 p, Thünen Rep 89, DOI:10.3220/REP1634803385000
- Dutch Plantin (2023a). A positive impact on people and planet; <https://www.dutchplantin.com/en/building-a-better-world/>
- Dutch Plantin (2023b). Creating a positive impact; <https://www.dutchplantin.com/en/about-us/investors-in-life/>
- Edo, C.; Fernández-Piñas, F.; Rosal, R. (2022). Microplastics identification and quantification in the composted Organic Fraction of Municipal Solid Waste. *Science of the Total Environment*, Volume 813, 2022, 51902, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.15190>
- Eymann, L; Mathis, A.; Stucki, M.; Amrein, S. (2015). Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich: Eigenschaften, Verfügbarkeit, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Auswirkungen; IUNR Institut für Umwelt und Natürliche Ressourcen, zhaw – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften. Auftraggeber: JardinSuisse Unternehmerverband Gärtner Schweiz und VSGP Verband Schweizer Gemüseproduzenten als Träger der Stiftung Gartenbau, finanziert durch die Stiftung Gartenbau mit Unterstützung des Bundesamts für Umwelt (BAFU), Schweiz. 2015.
- FAO (1998). Coconut - Tree of Life; <https://www.fao.org/3/y3612e/y3612e03.htm>
- FAO (2014). Report of the FAO high level expert consultation on coconut sector development in Asia and the Pacific. 3 October - 1 November 2013, Bangkok. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), FAO Office for Asia and the Pacific, Asia Pacific Coconut Community (APCC). 2014
- FAO-Stat (2022). FAO-Statistik zur Kokosnussproduktion; <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Fehrenbach, H.; Bischoff, M.; Böttcher, H.; Reise, J.; Hennenberg, K.J. (2022). The Missing Limb: Including impacts of biomass extraction on forest carbon stocks in greenhouse gas balances of wood use. *Forests* 2022, 13(3): 365, DOI: <https://doi.org/10.3390/f13030365>

Ficht, I.; Hardeweg, B. (2016). Erhebung des Einsatzes von Substratausgangsstoffen und zur Verwendung von Substraten und Blumenerden - Abschlussbericht; Zentrum für Betriebswirtschaft im Gartenbau e. V.; August 2016, Hannover.

Floragard (2022). Temming, W., Büter, T.; Floragard Vertriebs-GmbH; persönliche Kommunikation, Juli 2022

FNR (2022). Politikempfehlungen aus PEATWISE – Anhang zur Pressemitteilung 2022-37; Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. (FNR), 05.07.2022;
https://www.fnr.de/fileadmin/allgemein/pdf/Pressemitteilungen/Anhang_Politikempfehlungen.pdf

Frerichs C.; Daum, D.; Pacholski, A.S. (2020). Ammonia and Ammonium Exposure of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Growing in an Organically Fertilized Peat Substrate and Strategies to Mitigate Related Harmful Impacts on Plant Growth. *Frontiers in Plant Science*. Volume 10, 2019; DOI: 10.3389/fpls.2019.01696

GGG (2021). Übersichtsuntersuchung von Holzhackschnitzeln und Holzfasern nach den im Entwurf der Delegierten Verordnung der EU Düngeprodukte-VO vorgesehenen Parametern für CMC 14 (Pyrolyse und Vergasungsmaterialien) - Analyseergebnisse (2021/08); Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V., 2021

GGG (2023a). Website der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V.; <https://www.substrate-ev.org/>

GGG (2023b). Wegener, U.; Eingaben der Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V. in den Entwicklungsprozess der Vergabekriterien vom 02.06.2023 und 27.09.2023

Glenn, G.; Shogren, R.; Jin, X.; Orts, W.; Hart-Cooper, W.; Olson, L. (2021). Per- and polyfluoroalkyl substances and their alternatives in paper food packaging. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2021, 20(3): 2596-2625; DOI: 10.1111/1541-4337.12726

Graf, M.; Höper, H.; Hauck-Bramsiepe, K. (2022). Handlungsempfehlungen zur Renaturierung von Hochmooren in Niedersachsen, *GeoBerichte* 45; Landesamt für Bergbau, Energie und Geologie (LBEG), 2022, Hannover.

Haritash, A. K., Kaushik, C. P. (2009): Biodegradation aspects of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs)-a review. *Journal of Hazardous Materials*, 2009, 169(1-3): p. 1-15.

Hennenberg, K., J.; Wiegmann, K.; Fehrenbach, H.; Detzel, A.; Köppen, S.; Schlecht, S. (2019). Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel Teil 1: Machbarkeitsstudie zu übergreifenden Aspekten - Stoffliche Nutzung von Biomasse (Abschlussbericht); im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3714 95 308 0. UBA-Texte 87/2019.

Hirschler, O.; Osterburg, B.; Weimar, H.; Glasenapp, S.; Ohmes, M.-F. (2022). Peat replacement in horticultural growing media: Availability of bio-based alternative materials; Thünen Working Paper 190; Thünen-Institut; März 2022, Braunschweig/Hamburg; https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn064753.pdf

Hüttner, A.; Richter, F.; Kern, M.; Raussen, T.; Turk, T.; Koj, U. (2019). Leitfaden Hochwertige Behandlung und Verwertung von Bio- und Grüngut im Freistaat Thüringen; Witzenhausen-Institut für Abfall, Umwelt und Energie GmbH, Juni 2019, im Auftrag von Thüringer Ministerium für Umwelt, Energie und Naturschutz.

IVG (2020). Selbstverpflichtung der Substratindustrie zur Torfminderung; Industrieverband Garten (IVG) e.V. in Kooperation mit Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (GGG); Düsseldorf, 15. Juni 2020;
https://ivg.org/fileadmin/downloads/Torfminderung/IVG_Selbstverpflichtung_Torfminderung.pdf

IVG (2022). Torfminderung: Substratindustrie erreicht bereits Ziele der Selbstverpflichtung – Politik ist jetzt gefragt; Industrieverband Garten (IVG); Düsseldorf, 18. März 2022; <https://ivg.org/2022/03/18/torfminderung-substratindustrie-erreicht-bereits-ziele-der-selbstverpflichtung-politik-ist-jetzt-gefragt/>

IVG (2023a). Erden & Substrate. <https://erden-substrate.info>

IVG (2023b). Produktionsstatistik Hobbyerden und Kultursubstrate, Produktionsjahr 2022; Industrieverband Garten (IVG) e.V. in Kooperation mit Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen (GGG); Düsseldorf, Mai 2023

IVG (2023c). IVG gibt Produktionsstatistik von Blumenerden für den Privatgebrauch bekannt, Pressemitteilung; Industrieverband Garten (IVG) e.V.; Düsseldorf, April 2023; <https://ivg.org/2023/04/05/ivg-gibt-produktionsstatistik-von-blumenerden-fuer-den-privatgebrauch-bekannt/>

IVG (2023d). IVG veröffentlicht Produktionsstatistik von Kultursubstraten für den Erwerbsgartenbau, Pressemitteilung; Industrieverband Garten (IVG) e.V.; Düsseldorf, Mai 2023; <https://ivg.org/2023/05/03/ivg-veroeffentlicht-produktionsstatistik-von-kultursubstraten-fuer-den-erwerbsgartenbau/>

Kehr, A. (2023). From tree to peat substitute - Analysis and optimization of the production of wood fibres; Technische Hochschule Rosenheim, Vortrag im Rahmen der FNR-Online-Workshop-Reihe "Off the peat path", 25. April 2023. PowerPoint-Präsentation (fnr.de)

Kern, J.; Tammeorg, P.; Shanskiy, M.; Sakrabani, R.; Knicker, H.; Kammann, C.; Tuhkanen, E. M.; Smidt, G.; Prasad, M.; Tiilikkala, K.; Sohi, S.; Gascó, G.; Steiner, G.; Glaser, B. (2017). Synergistic use of peat and charred material in growing media – an option to reduce the pressure on peatlands? *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 25(2), p. 160-174; DOI: <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1284665>

Klassmann-Deilmann (2023). Warum Kokosprodukte? <https://klasmann-deilmann.com/de/produkte-loesungen/rohstoffe/kokosprodukte/>

Kluge, R.; Haber, N.; Deller, B.; Flaig, H.; Schulz, E.; Reinhold, J. (2008). Nachhaltige Kompostanwendung in der Landwirtschaft, Abschlussbericht 2008, Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg –LTZ, Karlsruhe. https://www.kompost.de/fileadmin/user_upload/Dateien/Shopping/Landwirtschaft/Nachhaltige-Kompostanwendung-in-der-Landwirtschaft_BGK.pdf

Knafla, H. (2023), Horticon; persönliche Kommunikation, Juli 2023

Kokosflora (2023). Work ethics. <https://kokosflora.com/workethics/>

Kowalska, M.A.; Delre, A.; Wolf, O. (2022). EU Ecolabel criteria for growing media and soil improvers, EUR 31125 EN, Publications Office of the European Union, Luxembourg, 2022, ISBN 978-92-76-53529-4, doi:10.2760/748007, JRC129683.

López-López, N.; López-Fabal, A. (2016). Compost based ecological growing media according EU eco-label requirements. *Scientia Horticulturae*, Volume 212, p. 1–10; <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2016.09.029>

Luyten-Naujoks, K. (2019). Kompost als Substratkomponente-Qualitäten und Potenziale; In BMEL (Hrsg.), Tagung „Torfminderung“, 18./19. Februar 2020, BMEL Berlin (S. 24-26). <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/gartenbau/tagung-torfmindern.html>

Luyten-Naujoks, K. (2023), Bundesgütegemeinschaft Kompost e.V.; persönliche Kommunikation zwischen Mai 2022 und Januar 2024

Marmiroli, M.; Caldara, M.; Pantalone, S.; Malcevschi, A.; Maestri, A.; Keller, A. A.; Marmiroli, N. (2022): Building a risk matrix for the safety assessment of wood derived biochars. *Science of the Total Environment*, Volume 839, 2022, 156265.

Martens, R. (1982). Concentrations and microbial mineralization of four to six ring polycyclic aromatic hydrocarbons in composted municipal waste. *Chemosphere* 11(8), p. 761-770, DOI: [https://doi.org/10.1016/0045-6535\(82\)90106-0](https://doi.org/10.1016/0045-6535(82)90106-0)

MCS (2023), persönlicher Austausch mit Meo Carbon Solutions GmbH, September 2022 und Januar 2024

Mooratlas (2023). Mooratlas – Daten und Fakten zu nassen Klimaschützern; Heinrich-Böll-Stiftung, Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e. V., Michael Succow Stiftung, Partner im Greifswald Moor Centrum; 1. Auflage, Januar 2023; <https://www.boell.de/de/mooratlas>

Närmann, F.; Birr, F.; Kaiser, M.; Nerger, M.; Luthardt, V.; Zeitz, J.; Tanneberger, F.; Bellebaum, J.; Pfister, S.; Oppermann, R.; Couwenberg, J. (2021). Klimaschonende, biodiversitätsfördernde Bewirtschaftung von Niedermoorböden, BfN-Skripten 616; Bundesamt für Naturschutz, 2021, Bonn - Bad Godesberg.

Proscenc, F.; Leban, P.; Šunta, U.; Bavcon Kralj, M. (2021). Extraction and Identification of a Wide Range of Microplastic Polymers in Soil and Compost. *Polymers* 2021, 13, 4069.

Quantis - Peano, L.; Loerincik, Y.; Margni, M.; Rossi, V. (2012). Comparative life cycle assessment of horticultural growing media based on peat and other growing media constituents. Quantis, Auftraggeber: EPAGMA (heute: Growing Media Europe), 2012.

Rainforest Alliance (2022). Ford, M., Rainforest Alliance; persönliche Kommunikation, Oktober 2022

Richter, R. (2022), klimafarmer GmbH; persönliche Kommunikation, November 2022

RSB-STD-01-001 (Version 3.0). Roundtable on Sustainable Biomaterials: RSB Principles and Criteria, Version 3.0 (2016). <https://rsb.org/about/what-we-do/the-rsb-principles/>

RSB-STD-01-010 (Version 2.5). Roundtable on Sustainable Biomaterials: RSB Standard for Advanced Fuels, Version 2.5 (2022). https://rsb.org/wp-content/uploads/2020/06/RSB-STD-01-010-RSB-Standard-for-advanced-fuels_v2.5.pdf

Saveyn, H.; Eder, P. (2013). End-of-waste criteria for biodegradable waste subjected to biological treatment (compost and digestate): Technical proposals. EUR 26425. Luxembourg (Luxembourg): Publications Office of the European Union; 2013. JRC87124; ISBN: 978-92-79-35062-7, DOI: 10.2791/6295.

Scheffler, M.; Wiegmann, K.; unter Mitarbeit von Schneider, C.; Borkowski, K., Urrutia, C. (Öko-Institut e.V.) und Hofstetter, M., Klöckner, N. (Greenpeace) (2022). Gesundes Essen fürs Klima Auswirkungen der Planetary Health Diet auf den Landwirtschaftssektor: Produktion, Klimaschutz, Agrarflächen; Öko-Institut e.V. im Auftrag von Greenpeace, September 2022.

Schmilewski, G.K. (o.J.). Kultursubstrate und Blumenerden – Eigenschaften, Ausgangsstoffe, Verwendung; Industrieverband Garten e.V. (Hrsg.), ohne Jahr; <https://substratbuch.ivg.org/static/flipbook/flipbook.html#p=1>

Schneider, M. (2022), VHE - Verband der Humus- und Erdenwirtschaft e.V.; persönliche Kommunikation, Dezember 2022

Sivaram, A. K.; Panneerselvan, L.; Surapaneni, A.; Lee, E.; Kannan, K.; Megharaj, M. (2022). Per- and polyfluoroalkyl substances (PFAS) in commercial composts, garden soils, and potting mixes of Australia. *Environmental Advances*, Volume 7, 2022, 100174.

Soimakallio, S.; Böttcher, H.; Niemi, J.; Mosley, F.; Turunen, S.; Hennenberg, K.; Reise, J.; Fehrenbach, H. (2022). Closing an Open Balance: the impact of increased roundwood harvest on forest carbon. *GCB Bioenergy*, 14(8), 989-1000; DOI: <https://doi.org/10.1111/gcbb.12981>

Stange, J.; Henze, M.; Reiniger, M.; Wegener, U.; Reintjes, A.; Botz, P.; Gentzen, S. (o.J.). RINDE – unverzichtbare Produkte für die Verwendung im Garten- und Landschaftsbau sowie im Freizeitgartenbau – Eine gemeinsame Position der Verbände.

Steiner, T.; Zhang, Y.; Möller, J. N.; Agarwal, S.; Löder, M. G. J.; Greiner, A.; Laforsch, C.; Freitag, R. (2022). Municipal biowaste treatment plants contribute to the contamination of the environment with residues of biodegradable plastics with putative higher persistence potential. *Scientific Reports* 12:9021 (2022).

Stichnothe, H. (2021). Ergebnisse zu Torf und Torfersatzstoffen. Projekt MITODE. Thünen Institut für Agrartechnologie. Präsentation auf dem FNR-Workshop „Ökobilanzierung von Kultursubstraten“ am 23.11.2021.

Stucki, M.; Wettstein, S.; Mathis, A.; Amrein, S. (2019). Erweiterung der Studie «Torf und Torfersatzprodukte im Vergleich»: Eigenschaften, Verfügbarkeit, ökologische Nachhaltigkeit und soziale Auswirkungen. IUNR Institut

für Umwelt und Natürliche Ressourcen, zhaw – Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften.
Auftraggeber: Bundesamt für Umwelt (BAFU), Schweiz.

Testroet, P. (2023), Industrieverband Garten e.V.; persönliche Kommunikation zwischen September 2022 und Januar 2024

Umlauf, G.; Christoph, E.H.; Lanzini, L.; Savolainen, R.; Skejo, H.; Bidoglio, G.; Clemens, J.; Goldbach, H.; Scherer, H. (2011). PCDD/F and dioxin-like PCB profiles in soils amended with sewage sludge, compost, farmyard manure, and mineral fertilizer since 1962, *Environmental Science Pollution Research*, 18, 461-470, DOI: 10.1007/s11356-010-0389-9

USGS - U.S. Geological Survey (2022). Mineral Commodity Summaries (Vermiculite, Perlite), Januar 2022.

Watteau, F.; Dignac, M. F.; Bouchard, A.; Revallier, A.; Houot, S. (2018). Microplastic Detection in Soil Amended With Municipal Solid Waste Composts as Revealed by Transmission Electronic Microscopy and Pyrolysis/GC/MS. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, Volume 2, 2018; <https://doi.org/10.3389/fsufs.2018.00081>

Weithmann, N.; Möller, J. N.; Löder, M. G. J.; Piehl, S.; Laforsch, C.; Freitag, R. (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Science Advances* 4: eaap8060

Wegener, U. (2023), Gütegemeinschaft Substrate für Pflanzen e.V.; persönliche Kommunikation zwischen Oktober 2022 und Januar 2024

Wiegmann, K., Hünecke, K.; Moch, K.; Hennenberg, K. J. (Öko-Institut e.V.), Fehrenbach, H. (Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH) (2019). Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien für die stoffliche Nutzung von Biomasse im Rahmen des Blauen Engel - Teil 4: PROSA - Biobasierte Wasch- und Reinigungsmittel (Abschlussbericht); im Auftrag des Umweltbundesamtes, FKZ 3714 95 308 0. UBA-Texte 90/2019.

Windisch, H. (2023), Allg. beeideter und gerichtl. zertifizierter Sachverständiger für Agrikulturchemie, Pflanzenernährung und Bodenkunde; Eingabe zur Expertenanhörung im Rahmen des Entwicklungsprozesses dieser Vergabegrundlage, September 2023.

Wischmann, H.; Steinhart, H.; Hupe, K.; Montresori, G.; Stegmann, R. (1996). Degradation of Selected PAHs in Soil/Compost and Identification of Intermediates. *International Journal of Environmental Analytical Chemistry* 64(4), p. 248-255; DOI: <https://doi.org/10.1080/03067319608028346>

Zöttl H.W. (1980). Bestimmung und Beseitigung der Stickstoffimmobilisierung in Rindenumus. In *Rindenprodukte für den Gartenbau; TASPO, Aktuelle Gartenbauthemen* 1, 2. Auflage, Seite 13-18; Thalacker Verlag, Braunschweig, 1980.

ZVG und VDG (2022). Empfehlung zur Torfminderung; Zentralverband Gartenbau e.V. (ZVG) und Verband Deutscher Garten-Center e.V. (VDG), Berlin, 30.03.2022; <https://www.derdeutschegartenbau.de/2022/03/31/zvg-und-vdg-legen-neue-branchenempfehlungen-zur-torfreduktion-vor/>