



Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde



Qualitätssicherung - Düngerqualität, Düngewirkung Kompost

Modul: Nährstoffwende unter der Lupe - Forschendes Lernen im zirkulierBAR-Projekt

Gruppenmitglieder*innen: Kay Hammermeister, Nan Xi, Markus Schindler

Ausgangssituation



Neuartiger Dünger/
Kompost mit bisher
unvollständig
geklärten
Eigenschaften





Forschungsfragen

1. Was ist die organische Substanz in Kompost?

2. Wie lässt sich die pflanzenbauliche Qualität von organischer Substanz bestimmen?

Qualitätsmerkmale von Kompost



DIN SPEC 91421

- ▶ Seuchenhygiene
 - ▶ z.B. Salmonellen, E. coli, Enterokokken
- ▶ Phytohygiene
 - ▶ <2 Fremdsamen/Liter
- ▶ Schadstoffarmut
- ▶ Gartenbauliche Eignung
 - ▶ Düngewirkung durch in Fäzes/Urin enthaltene Nährstoffe
 - ▶ Organische Substanz ~17%

RAL Kompost Qualitätsmerkmale

- ▶ Hygiene
- ▶ Fremdstoffe
- ▶ **Pflanzenverträglichkeit**
- ▶ Rottegrad
- ▶ Wassergehalt
- ▶ **Organische Substanz**
 - ▶ Frischkompost >30%,
Fertigkompost >15%
- ▶ Schadstoffgehalte

Orientiert am Düngerecht und der Düngemittelverordnung

Organische Substanz: Quantifizierungsmethoden



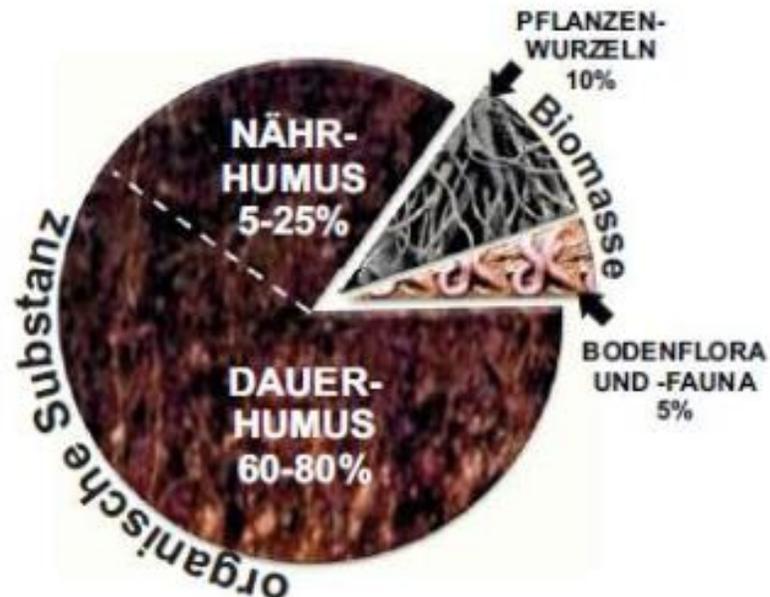
- ▶ Positive Eigenschaften
 - ▶ Nährstoffdepot, Ionentauscher, Wasserspeicher
- ▶ Quantifizierung:
 - ▶ Stickstoff: Kjeldahl-Methode, Dumas-Methode
 - ▶ Kohlenstoff: Loss-on-Ignition
 - ▶ Huminstoffanalyse: Alkali-Extraktion
- ▶ Problem: Organische Substanzen werden NICHT in natürlicher Form untersucht!
 - ▶ Bsp. Alkali-Extraktion: 30% organischer Substanz werden extrahiert, nicht alles davon Humus
 - ▶ Keine Aussage möglich über positive Eigenschaften verschiedener Stoffe für den Boden

Organische Substanz und Humus



- ▶ Historische gewachsene Ansicht: Organische Fraktion im Boden besteht aus Biomasse (15%) und Nekromasse (85%)
- ▶ Nekromasse: alle abgestorbenen Lebewesen und ihre Abbauprodukte.
- ▶ Nekromasse = Organische Substanz = Humus

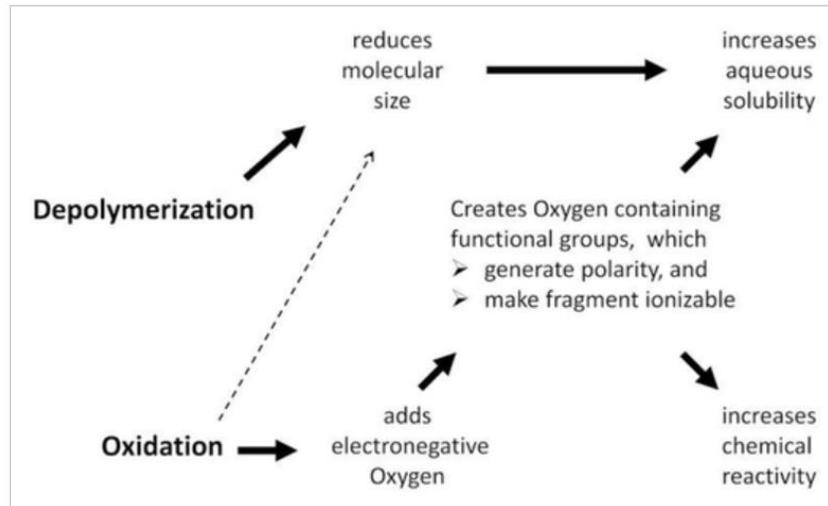
Organischer Anteil (% Gewicht Trockensubstanz)



Exkurs: Humin-, Fulvinsäuren & Humine

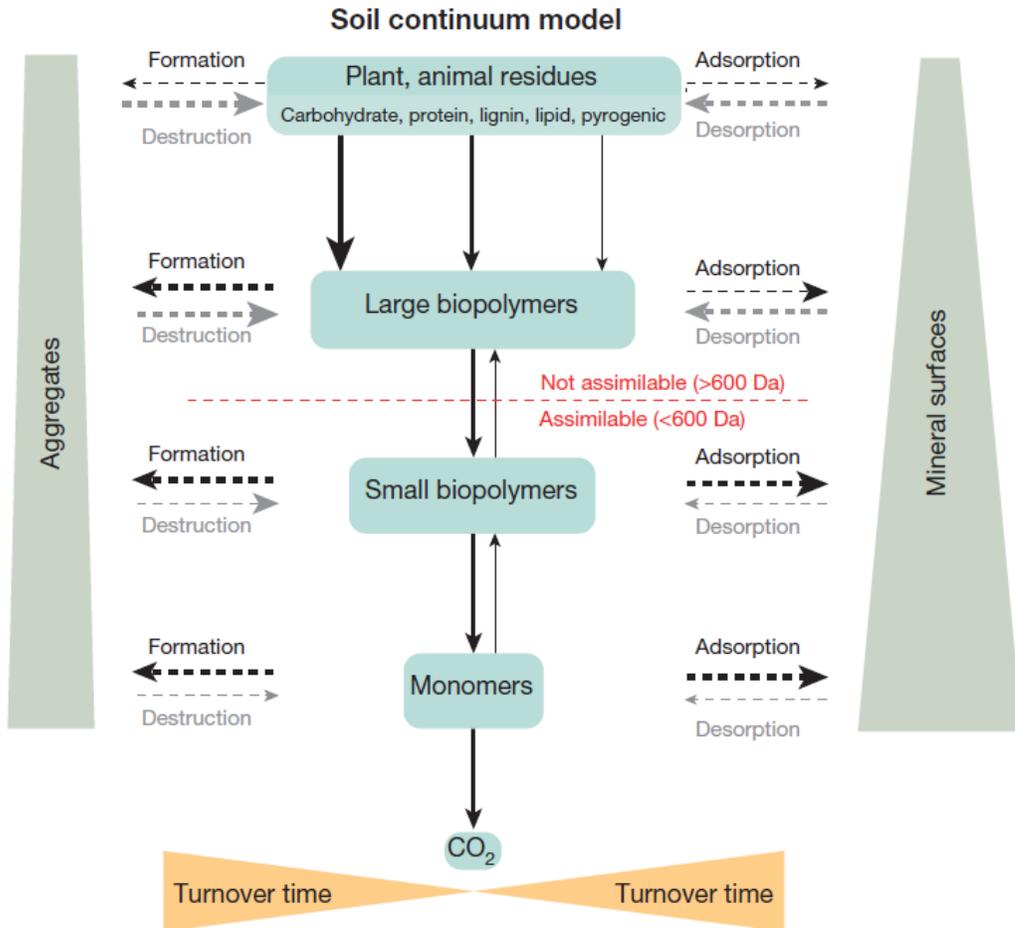


- ▶ Huminstoffe historischer Proxy für organische Substanz im Boden
- ▶ Entstehen durch Oxidation und Depolymerisation organischer Stoffe
 - ▶ Vielzahl von Funktionalen Gruppen

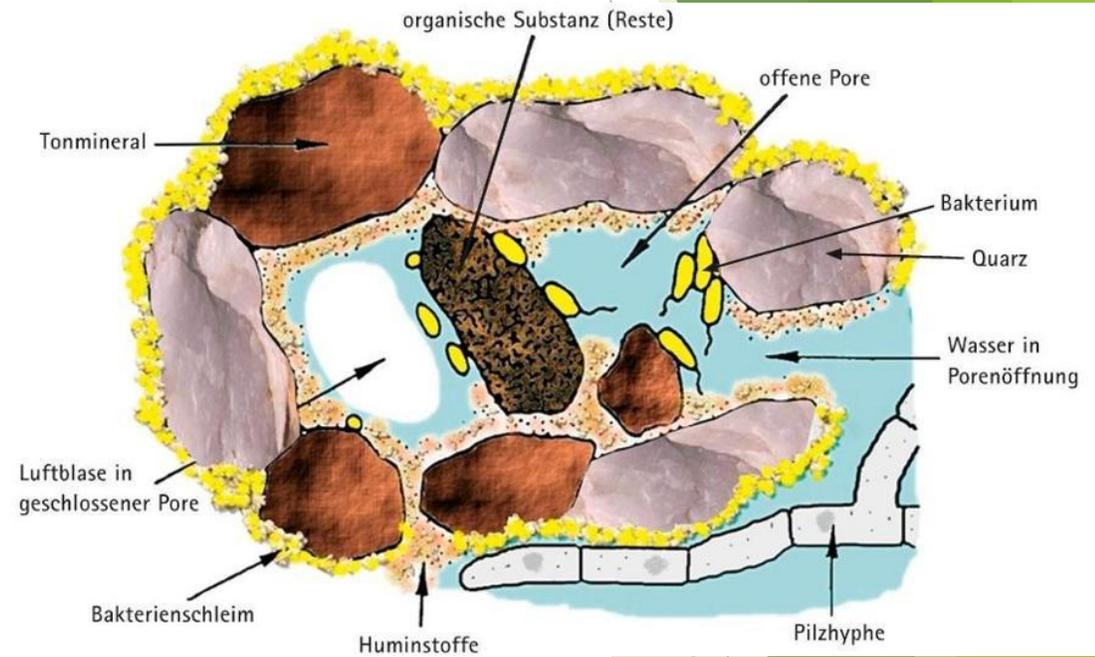


Humus \neq Organische Substanz!!!
(aus chemischer Sicht)

Organische Substanz als Prozess



Lehmann und Kleber 2019

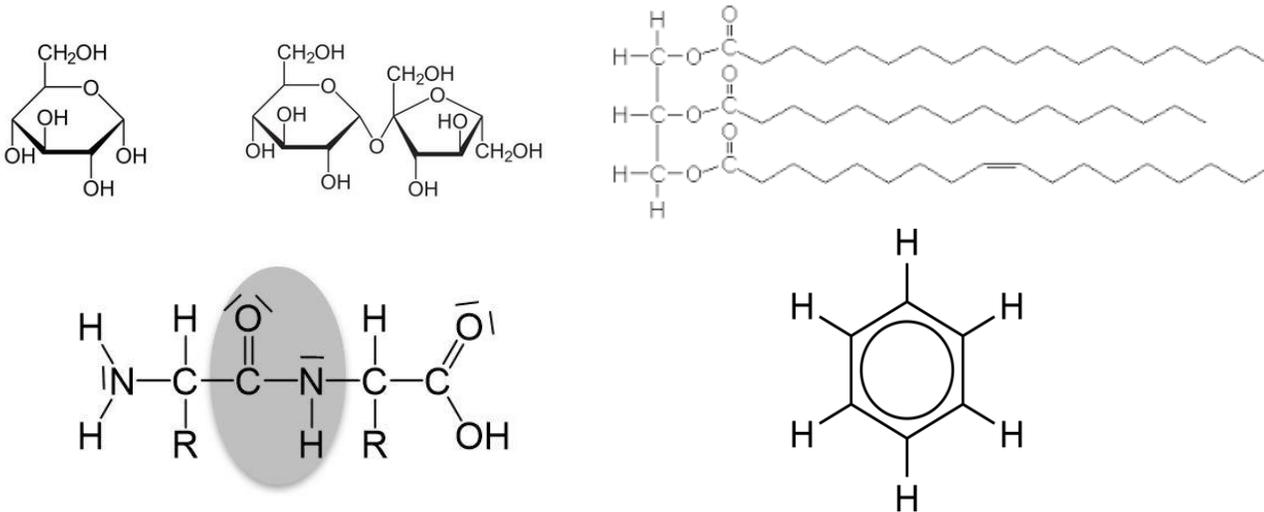


<https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/humus-1-was-ist-das.html>

Was ist die Organische Substanz im Kompost?



- ▶ Gesamtheit toter organischer Materie
 - ▶ Gegensatz zu lebender Biomasse
 - ▶ Vielfältige Stoffklassen



- ▶ Abbau unterschiedlich schnell
 - ▶ Akkumulation einiger Stoffklassen

Edaphon: Die Gesamtheit des Bodenlebens



- ▶ Nutzen Organische Substanz um eigene Biomasse aufzubauen
 - ▶ Erschließen und verändern Organische Substanz
 - ▶ Neben abiotischen Faktoren wesentlich für den die Qualität der organischen Substanz verantwortlich

Bestimmungsmethoden

- ▶ Phospholipid Fatty Acid Composition
- ▶ Genetische Analyse (Metabarcoding)
- ▶ Bestimmung unter Binokular oder Mikroskop

Fazit

- ▶ Organische Substanz im Boden ist ein Komplexes Gebilde
 - ▶ Schwer zu quantifizieren
- ▶ Humin-/Fulvosäuren ein guter Indikator für Qualität
 - ▶ Weitere Indikatoren kann Diversität des Edaphons sein
 - ▶ Weitere Indikatoren müssen erarbeitet werden

Organisches/Chemisches Nährstoffprofil nicht Aussagekräftig für Keimfähigkeit



Hochschule
für nachhaltige Entwicklung
Eberswalde



Qualitätssicherung - Düngerqualität, Düngewirkung Kompost

Biotests zur Bestimmung von Pflanzenverträglichkeit

Modul: Nährstoffwende unter der Lupe - Forschendes Lernen im zirkulierBAR-Projekt

Gruppenmitglieder: Kay Hammermeister, Nanxi Xie, Markus Schindler



Ausgangssituation



Forschungsfragen



Theoretische Grundlagen



Material & Methode



Ergebnisse - Kresstest offen/geschlossen



Fazit

Quellen

Forschungsfragen



1. Ist der Dünger/ Kompost pflanzenverträglich?

2. Muss die Pflanzenverträglichkeit unter Laborbedingungen bestimmt werden?

- Klimaschrank vs. Fenster

Theoretische Grundlagen: Pflanzenverträglichkeit



Beurteilung basierend auf chemischen Parametern reicht nicht aus, um komplexe biologische Qualität eines Kompostes zu beurteilen (vgl. Fuchs et al. 2000, König 2005).

Zur Charakterisierung der biologischen Kompostqualität sind Pflanzentests erforderlich.

Für Kompostanwendung in der Landwirtschaft werden drei Biotests empfohlen:

- Offener Kresstest (weniger empfindlich, Kompost ist nicht zwingend pflanzenverträglich)
- Geschlossener Kresstest (sehr empfindlich, phytotoxische Gase können nicht entweichen z.B. aus Gerbstoffen und Ammonium (vgl. Cofie et al 2009))
- (Salatetest)



Material & Methode



Offener und geschlossener Kressekeimtest nach Fuchs, Bieri (2000)

Zwei Varianten und eine Kontrolle a drei Wiederholungen:

- Variante 1: Kompost 2021/2
- Variante 2: Kompost 2022/2
- Kontrolle: RAL-Kompost, Kreiswerke Barnim

Zwei Versuchsstandorte:

- Klimaschrank (IASP)
 - Randomisiert angeordnet, Beleuchtung: 16h, Temperatur: 22 Grad, Luftfeuchtigkeit: 55%
- Fensterbrett Berlin
 - Randomisiert angeordnet, Beleuchtung: Südost Fenster, Temperatur: ~20 Grad (Zimmertemperatur)

Material & Methode



Versuchspflanze: „Lepidium Sativum“

- 1g/Glas

Bewässerung: 20-80ml

- Abhängig von Wassergehalt der Substrate

Substratmenge: 214-288g/glas

- Abhängig von Schüttdichte der Substrate

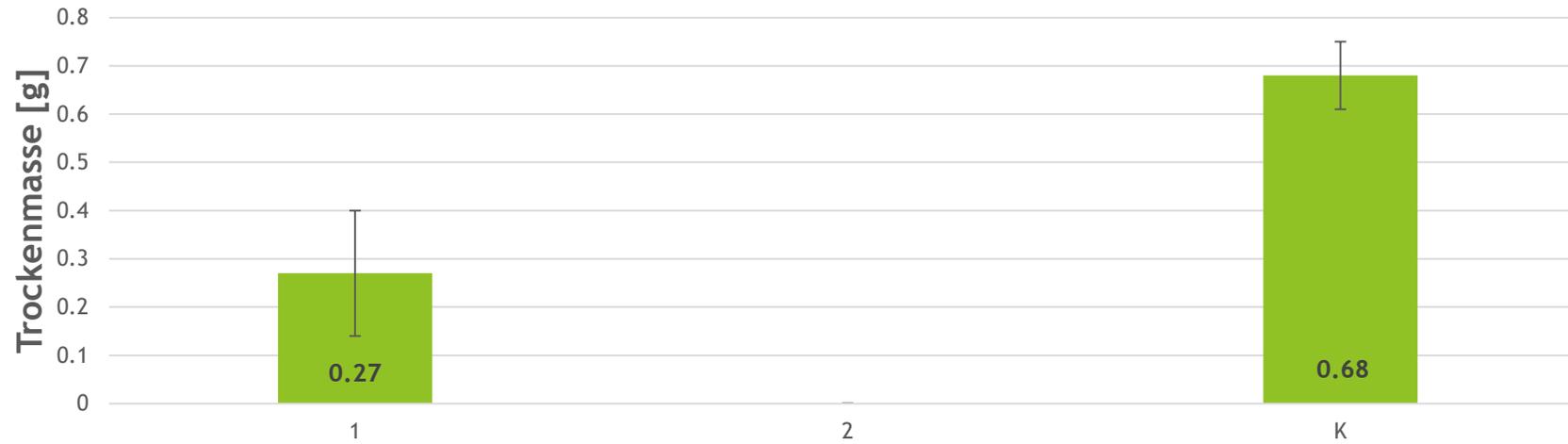
Versuchsdauer: 8 Tage (03.01.2023-11.01.2023)

Endbonitur: FM & TM, (Vitalitätsnoten (1-4))

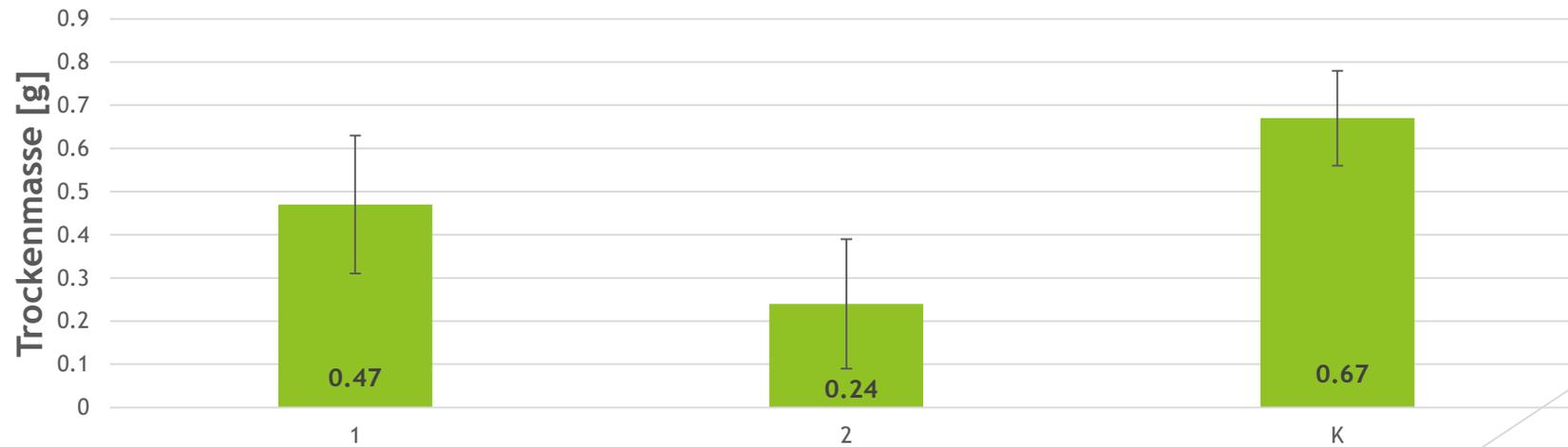
Ergebnisse: Kresstest offen



Kresstest offen - Klimaschrank



Kresstest offen - Fenster



Kressetest offen: Bilder (Tag 8)



Fenster

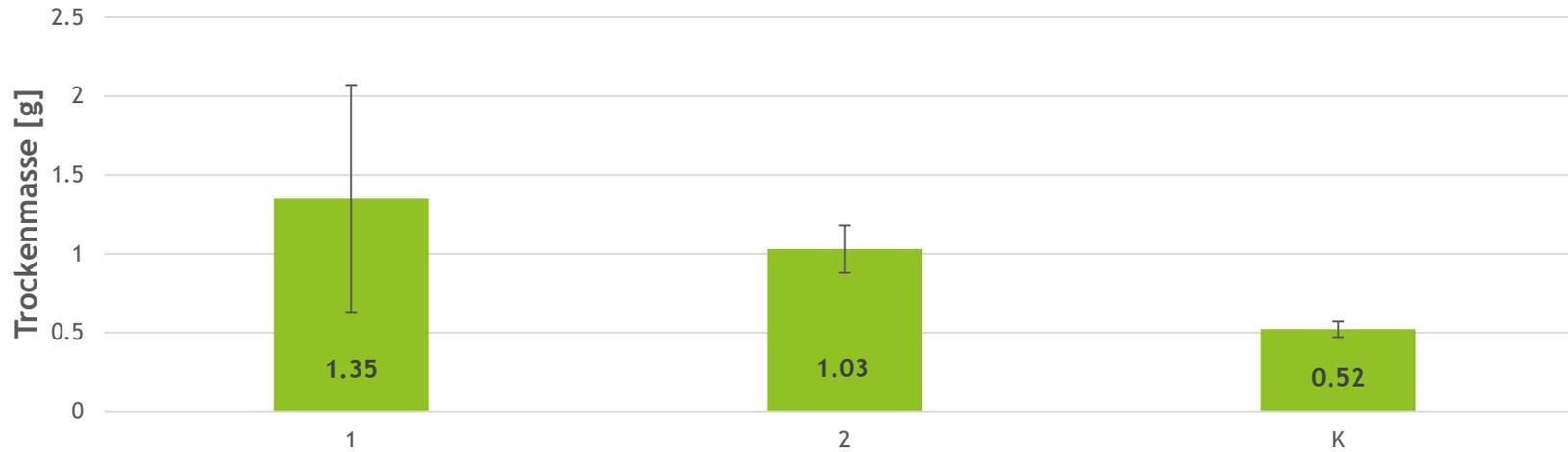


Klimaschrank

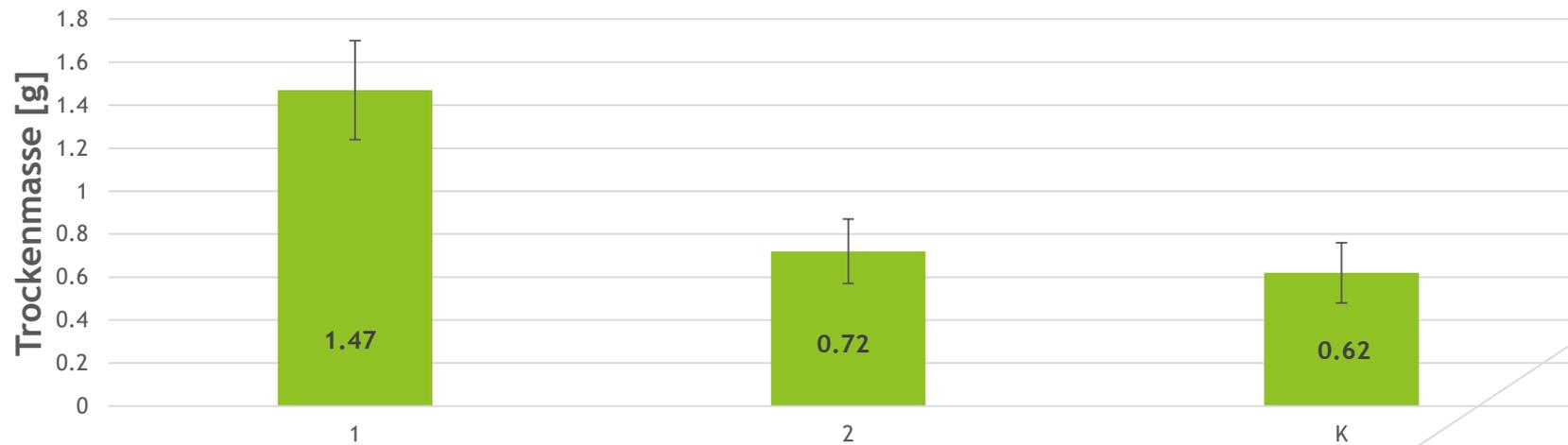
Ergebnisse: Kresstest geschlossen



Kresstest geschlossen - Klimaschrank



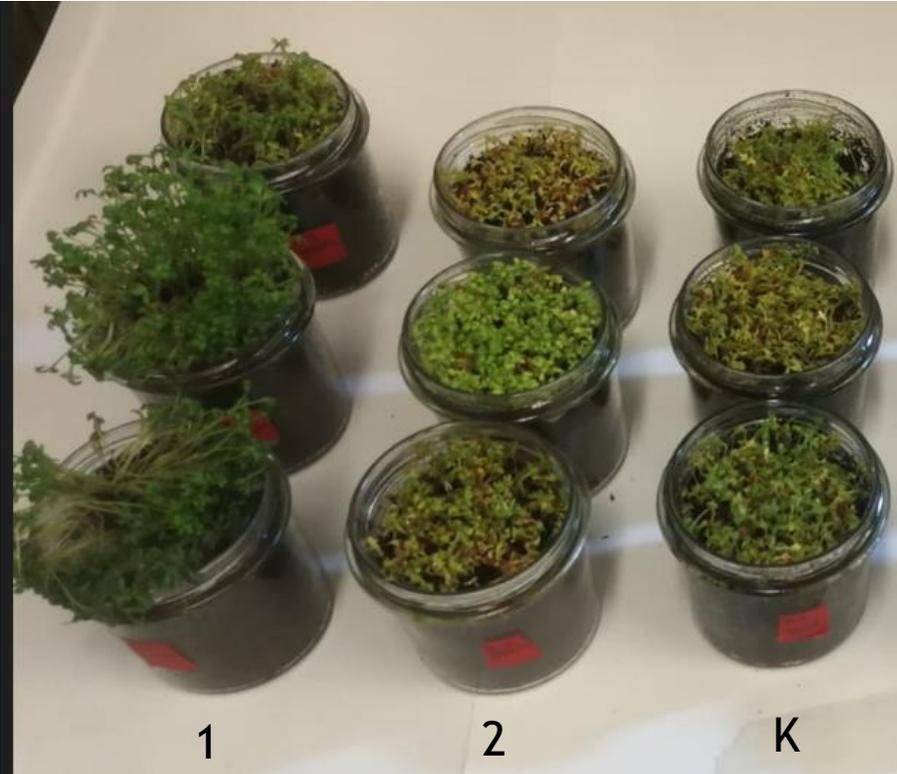
Kresstest geschlossen - Fenster



Kressetest geschlossen: Bilder (Tag 8)



Fenster



Klimaschrank

Ergebnisse: Kressetest offen



Variante 1 (2021/2): Vergleichbare Biomassebildung in Klimaschrank vs. Fenster: hohe Keimrate, gute Biomasseentwicklung

- (Reifer, pflanzenverträglicher Kompost) (vgl. Fuchs et al. 2018)

Variante 2 (2022/2) Klimaschrank: keine Keimung

- Verfrühte Austrocknung des Substrates
 - Besprühen genügt nicht
- Unhomogene Probe:
 - Substratbestandteil mit geringerer Wasserspeicherkapazität
 - Junger Kompost enthält mehr phytotoxische Stoffe (vgl. Cofie et al. 2009)

Variante 2 (2022/2) Fenster: geringe Keimrate, mit eingeschränkter Biomasseentwicklung

- Höhere Luftfeuchtigkeit
- Trotzdem stark eingeschränktes Wachstum -> phytotoxische Stoffe

Kontrolle: fast identische Biomassebildung in Klimaschrank vs. Fenster. Sehr hohe Keimrate und beste Biomasseentwicklung

Ergebnisse: Kressetest geschlossen



Variante 1 (2021/2) Vergleichbare Ergebnisse Klimaschrank vs. Fenster gute Keimrate und beste Biomasseentwicklung

- Reifer, pflanzenverträglicher Kompost (vgl. Fuchs et al. 2018)

Variante 2 (2022/2) Ähnliche Ergebnisse Klimaschrank vs. Fenster. mittlere Keimrate und Biomasseentwicklung

- „Junger“ Kompost enthält mehr phytotoxische Substanzen (vgl. Cofie et al. 2009)

Kontrolle: Vergleichbare Ergebnisse Klimaschrank vs. Fenster. Geringe bis mittlere Keimrate und Biomasseentwicklung

- Phytotoxische Gase konnten nicht entweichen
 - Laut Literatur häufig Probleme durch z.B. Ammonium (vgl. Cofie et al. 2009)
- Effekt im Klimaschrank stärker
 - Unhomogene Probe
 - Höhere Temperaturen mehr Nitrifikation/Denitrifikationsprozesse (vgl. Rheinheimer 1964)

Fazit



Forschungsfrage 1: Variante 1 ist ein Pflanzenverträglicher Kompost/Dünger, Variante 2 nur eingeschränkt geeignet (zu „junger“ Kompost)

Forschungsfrage 2: Die Pflanzenverträglichkeit muss nicht unter Laborbedingungen bestimmt werden, sehr ähnliche Ergebnisse Klimaschrank vs. Fenster

Sonstiges: Auswahl der Kontrolle nicht optimal

Vielen Dank für
Ihre Aufmerksamkeit!



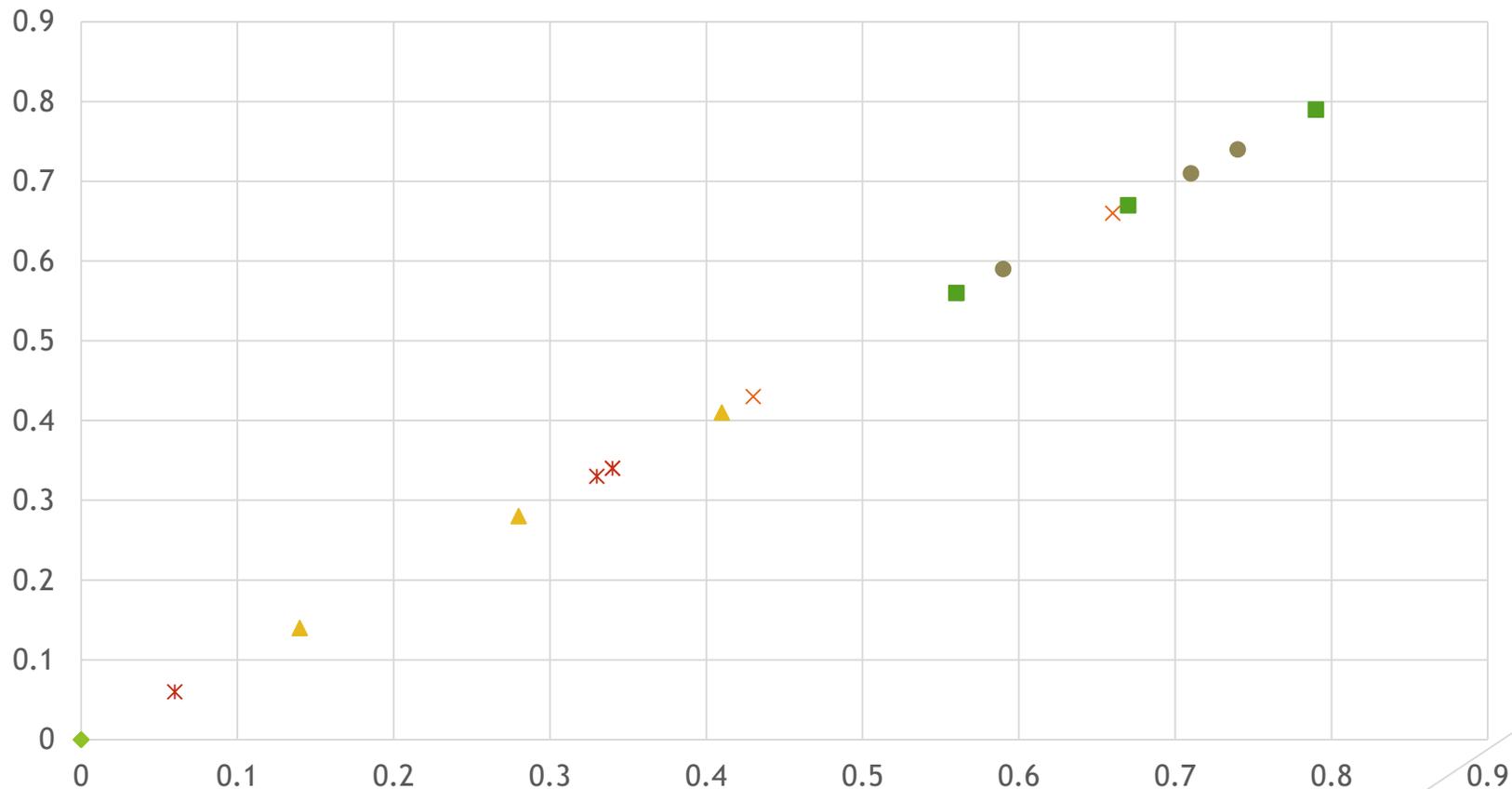
Quellen:

- ▶ Gerhard Rheinheimer 1964: Untersuchungen über den Einfluß der Temperatur auf die Nitrifikation im Elbe-Aestuar <https://link.springer.com/article/10.1007/BF00409751>
- ▶ Jacques Fuchs und Gilles Weidmann 2018: Kompostqualität mittels Kresstests bestimmen https://orgprints.org/id/eprint/35343/1/PA_054_Kresstest-Kompost_finalized_QR.pdf
- ▶ Jacques Fuchs und Markus Bieri 2000: Neue Pflanzentests um die Kompostqualität zu charakterisieren: <https://www.agrarforschungschweiz.ch/2000/07/neue-pflanzentests-um-die-kompostqualitaet-zu-charakterisieren/#links>
- ▶ Olufunke Cofie, Doulaye Kone et al. 2009: Co-composting of faecal sludge and organic solid waste for agriculture: Process dynamics <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0043135409004849>
- ▶ Uli Johannes König 2005: Kompostwaren zwischen Gartenbaukunst und Handelswaren <https://orgprints.org/id/eprint/28336/1/2005-4.pdf>
- ▶ Lehmann und Kleber 2019: Humic Substances Extracted by Alkali Are Invalid Proxies for the Dynamics and Functions of Organic Matter in Terrestrial and Aquatic Ecosystems <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/jeq2019.01.0036>
- ▶ Lehmann und Kleber 2015: The contentious nature of soil organic matter <https://www.nature.com/articles/nature16069>
- ▶ Bundergütegemeinschaft Kompost e.V. (kompost.de)
- ▶ Ulrich Gisi 1990: Bodenökologie, Thieme Verlag ISBN 3137472016
- ▶ BAYERISCHE LANDESANSTALT FÜR LANDWIRTSCHAFT (o. J.): Bestandteile von Humus und Humusqualität; <https://www.lfl.bayern.de/iab/boden/031122/index.php>
- ▶ Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft: <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/humus-1-was-ist-das.html>
- ▶ DIN SPEC 91421:2020-12 : Qualitätssicherung von Recyclingprodukten aus Trockentoiletten zur Anwendung im Gartenbau
- ▶ ISO 19822:2018(E):Fertilizers and soil conditioners – Determination of humic and hydrophobic fulvic acids concentrations in fertilizer materials

Vergleich TM „Klimaschrank vs. Fenster“ - Offener Kressetest



▲ Variante 1 Klimaschrank ◆ Variante 2 Klimaschrank ■ Kontrolle Fenster
× Variante 1 Fenster × Variante 2 Fenster ● Kontrolle Klimaschrank



Vergleich Vitalitätsnoten, „Klimaschrank vs. Fenster“

Offen	Kontrolle (Boniturnote)	Variante 1 (Boniturnote)	Variante 2 (Boniturnote)	
Klimaschrank	1	2	4	Note 1: vollständige Keimung, gute Biomassentwicklung
Fenster	1	1,8	2,5	Note 2: mind. 75% Keimrate, mittlere Biomasseentwicklung
Geschlossen				Note 3: <50% Keimrate, eingeschränkte Biomasseentwicklung
Klimaschrank	3	1,7	2,8	Note 4: Keine Keimung/Biomasseentwicklung
Fenster	2,3	2,7	2,3	

Diskussion

- ▶ Sollte Humin-/Fulvosäuregehalt ein wesentliches Merkmal für die Qualität organischer Dünger sein?
- ▶ Wäre für langfristige Aussagen über die organische Substanz im Boden eine genetische Analyse der metabolischen Fähigkeiten des Edaphons eine aussagekräftige Methodik?
- ▶ Ist langfristige Speicherung von Kohlenstoff im Boden erstrebenswert?