

Überprüfung von Ackerböden auf Leguminosenmüdigkeit mittels Differenzialdiagnose

Einleitung

Im Ökologischen Landbau wird vermehrt von Leistungsrückgängen beim Anbau von Leguminosen berichtet, dieses Phänomen wird als Leguminosenmüdigkeit bezeichnet, diese kann durch biotische Faktoren (Krankheiten, Schädlinge, Bakterien und Viren) oder abiotische Faktoren, wie einseitige Verarmung der Böden hinsichtlich essentieller Nährstoffe, durch Allelopathie, durch eine schlechte Bodenstruktur oder eine Kombination aus diesen Faktoren, verursacht werden. Häufig werden für Erbsen Anbauabstände von mindestens sechs Jahren empfohlen (Völkel & Vogt-Kaute 2013). Dieser Anbauabstand scheint für Erbsen im Fall von *Mycospharella pinodes* und *Phoma medicaginis* Befall nicht auszureichen. Hier wird eine Anbaupause von 10 Jahren empfohlen (Schmidtke 2014). Lupine und Wicke sollten nicht in einer Fruchtfolge mit Erbsen stehen, selbiges gilt für Rotklee. Bei Ackerbohnen scheinen jedoch 6 Jahre Anbaupause auszureichen. Schmidtke (2014) erklärt dies mit einer geringeren Anfälligkeit bitterstoffhaltiger Körnerleguminosen. Rotklee und Ackerbohne in einer Fruchtfolge sind möglich. Ackerbohnen und Erbsen in einer Fruchtfolge, zeigen ebenfalls Unverträglichkeiten (Schmidtke 2014). Gemenge aus Leguminosen und Nichtleguminosen zeigen keine Vorteile in Bezug auf bodenbürtige Krankheiten, bieten jedoch eine höhere Ertragsstabilität.

In der vorliegenden Arbeit wurde untersucht, ob mittels eines Bodenmüdigkeitstests (modifiziert nach Fuchs et al. 2014, Bouhot & Bonnet 1979) die Ursachen für die Wachstumsdepression (Nährstoffdefizit, Toxizität oder biotische Faktoren) eingegrenzt werden können.

Praxistest

Um den eigenen Standort hinsichtlich Leguminosenmüdigkeit einschätzen zu können, wird empfohlen einen Test zur Befallsprognose durchzuführen. Ein solcher Praxistest (Top Agar 01/2015) wurde im Forschungsprojekt „Steigerung der Wertschöpfung ökologisch angebauter Marktfrüchte durch Optimierung des Managements der Bodenfruchtbarkeit“ entwickelt: Drei Monate vor Aussaat wird eine möglichst repräsentative Mischprobe (10l feldfeuchten Boden; Tiefe 0-20cm) von der geplanten Körnerleguminosenfläche entnommen. Der Boden wird auf 10mm gesiebt, vier Aluschalen werden mit je einem Liter des gesiebten Bodens befüllt (mit Alufolie abdecken) und bei 70 bis 100 Grad Celsius 12h im Backofen sterilisiert. Danach wird

der Boden einen Tag abkühlen lassen, anschließend in vier Plastiktöpfe umgefüllt und mit einem „H“ für Hitzebehandlung beschriftet. Vier weitere Töpfe werden mit je einem Liter des restlichen Bodens befüllt. In alle Töpfe werden je fünf Erbsen oder Ackerbohnen ausgesät und die Erde feucht gehalten. Nach sechs Wochen erfolgt die Bestimmung des Frischmassegewichtes der Pflanzen durch Schnitt 2cm über dem Boden. Entspricht das Gewicht aus den unbehandelten Töpfen 80% der Pflanzen aus dem erhitzten Boden so ist kaum mit Fußkrankheiten zu rechnen. Bei 80% bis 20% ist in Kombination mit schlechter Witterung mit Ertragseinbußen, unter 20% mit starken Bodenmüdigkeitssymptomen zu rechnen. Auf den Anbau von Erbsen oder Ackerbohnen sollte in diesem Fall auf dieser Fläche verzichtet werden.

Differenzialdiagnose

Im Rahmen des Teilprojekts “Boden- und Pflanzengesundheit“ sollten die Ursachen der Bodenmüdigkeit im Anbau von Körnerleguminosen eingegrenzt werden, hierzu wurde ein zweistufiger Leguminosenmüdigkeitstest (modifiziert nach Bouhot & Bonnet 1979) durchgeführt. Im ersten Schritt wurde die Ursache grob eingegrenzt (Nährstoffdefizit, Toxizität oder biotische Faktoren) und im zweiten Schritt die Ursachen genauer untersucht.

Um dies zu realisieren wurden bei Fuchs et al. (2014) von 23 Praxisschlägen je eine repräsentative Bodenprobe von 200 Liter Erde in den obersten 20 cm des Bodens entnommen. Der Boden wurde auf 10 mm gesiebt und bei 3 Grad Celsius gelagert. Die physikalischen, chemischen und biologischen Eigenschaften der Böden wurden charakterisiert. Alle Bodenproben wurden dann im Topfversuch mit dem zweistufigen Differenzialdiagnosetest untersucht.

Auf der ersten Ebene sollte herausgefunden werden, ob die Leguminosenmüdigkeit, durch ein Nährstoffungleichgewicht, durch die Anwesenheit von toxischen Substanzen oder durch Schadorganismen verursacht wurde. Zu diesem Zweck, wurden die Bodenproben in vier Teilproben aufgeteilt, die unterschiedlich behandelt wurden: unbehandelter Boden, wöchentliche Zugabe von Nährlösung, Zugabe von Aktivkohle (10 g l⁻¹ Boden) oder Sterilisation des Bodens (mit Gammabestrahlung oder Hitzebehandlung). Führte die Sterilisation des Bodens zu einer deutlichen Verbesserung des Pflanzenwachstums so waren mit hoher Wahrscheinlichkeit biotische Faktoren die Ursache. Um diese genau zu bestimmen, wurde der Boden weiteren fünf verschiedenen Behandlungen unterzogen: unbehandelte Kontrolle, Behandlung mit Vertimec (0,05 ml/Liter Erde) (gegen Nematoden), Behandlung mit Fongonil (0,025 ml/Liter Erde) (gegen *Oomyceten*), Behandlung mit Benlate (1 g/Liter

Erde) (gegen *Fungi*), Behandlung mit Monceren 250FS (15,7 µl/Liter Erde) (gegen *Rhizoctonia-Solani*).

Die Gründe für die Leguminosenmüdigkeit der Böden bei Fuchs et al. (2014) waren vorwiegend biotischen Ursprungs. Sowohl eine Nährstoffgabe, als auch eine Gabe von Aktivkohle hatten keine deutliche Wirkung auf Pflanzenwachstum oder -gesundheit. Mit den Differenzialtests der zweiten Stufe wurden *Oomycetes* als wichtigste Einzelursache ermittelt.

Um den ersten Schritt der Differentialdiagnose zur Bestimmung der Leguminosenmüdigkeit auf ihre Anwendbarkeit für die Praxis zu testen, wurde 2016 ein Gefäßversuch mit Ackerbohnen und Erbsen mit verschiedenen Böden von Leitbetrieben aus Nordrhein-Westfalen durchgeführt, bei denen ein Verdacht der Betriebsleiter auf Leguminosenmüdigkeit bestand.

Tab. 1:Übersicht Versuchsböden

Boden	Adresse	Bodenart	BZ	Vorfrucht	letzte Körnerleguminose	*
Borken	46325 Borken	S	36	Rote Beete	Erbsen (2013)	*
Werther	33824 Werther	Sl/uL/L	68	Lupine	Lupine (2015)	**
Wiesengut Schlag 6	53773 Hennef	ssL/IU	60	Sommerweizen ZWF Ölrettich/Senf	Ackerbohne (2012)	***
Wiesengut Schlag 13	53773 Hennef	ssL/IU	60	Sommerweizen ZWF Ölrettich/Senf	Ackerbohne (2005)	***

* Totalausfall in Erbsen, Vermutung Schaderreger; ** Lupinentotalausfall, kontinuierlicher Ertragsrückgang AB; *** kontinuierlicher Ertragsrückgang AB

Material & Methoden

Die Überprüfung der einzelnen Böden auf Leguminosenmüdigkeit wurde in Anlehnung an die Differentialdiagnose von Fuchs et al. (2014) durchgeführt. Abweichend wurde der Boden anstatt durch Gamma-Strahlung durch Erhitzen sterilisiert. Zusätzlich wurde

eine weitere, nicht sterilisierte Kompostvariante untersucht. Eine Kontrolle blieb unbehandelt.

Sterilisierte Variante

Der Boden wurde in 2 Liter Aluschalen in einem Trockenschrank über 24 Stunden bei 105°C sterilisiert. Um eine temperaturbedingte Veränderung der Nährstoffgehalte und deren Einfluss auf das Pflanzenwachstum berücksichtigen zu können, wurden die sterilisierten Varianten nochmals auf Nitrat- und Ammoniumgehalt untersucht.

Kompostvariante

Grünschnittkompost (25 g) wurde mit 1kg Boden gemischt. Dies entspricht einer Flächenverteilung von 30t FM ha⁻¹, eingearbeitet in die oberen 10 cm des Bodens. Der Rottegrad des Kompostes lag bei vier, der pH-Wert bei 8,3 und das C/N Verhältnis bei 36. Der TS-Gehalt betrug 63,28 %, die Nährstoffgehalte 9,18 kg Stickstoff (N), 4,36 kg Phosphor (P₂O₅), 8,72 kg Kalium (K₂O) und 8,06 kg Magnesium (MgO) je Tonne Frischmasse.

Sterilisierter Kompost

Um die Nährstoffgabe und die potentielle suppressive Wirkung des Kompostes differenzieren zu können, wurde der Kompost ebenfalls durch Erhitzen (24 h bei 105°C) sterilisiert.

Aktivkohle

Aktivkohle bindet potentiell phytotoxische Stoffe, um diese Wirkung zu überprüfen wurden 10g Aktivkohle mit 1kg Boden gemischt. Die Dosierung erfolgte nach Hilber et al. (2009). Die Aktivkohle (CW20) stammte von der Firma Silcarbon und hatte eine Körnung zwischen 0,3 und 0,7mm.

Je Gefäß wurden vier Ackerbohnen bzw. fünf Erbsen gesät und jede Variante in vier Wiederholungen angelegt. Die daraus resultierenden 160 Gefäße wurden vollständig randomisiert auf Pflanztischen aufgestellt und im Verlauf der Versuchsphase drei Mal zufällig umgestellt.

Die Sortenwahl erfolgte nach potentieller Anfälligkeit gegenüber Fußkrankheiten. Als Ackerbohnen-sorten wurde *Fanfare* verwendet, mit einer Anfälligkeit gegenüber Fußkrankheiten von 4,3 (Mittel 2013) und 3,1 (Mittel 2014). Als Erbsensorte wurde *Respect* gesät, mit einer Anfälligkeit gegenüber Fußkrankheiten von 5,0. Die Keimfähigkeit der Ackerbohnen betrug 95 %, die der Erbsen 91 %.

Die Aussaat erfolgte am 05. April 2016. Der Versuchszeitraum betrug insgesamt zwei Monate. Dokumentiert wurden das Auflaufen, die BBCH-Stadien und das Längenwachstum (Ergebnisse nicht dargestellt). Ein Teil der Pflanzen wurde Anfang Mai geerntet. Nach der Ernte erfolgten eine Bonitur (Ergebnisse nicht dargestellt) sowie eine Trockenmassebestimmung. Nach einem weiteren Monat wurden die restlichen Pflanzen geerntet und bonitiert.

Ergebnisse

Bei den Ackerbohnen war die Auflauftrate von sterilisierter Variante und sterilisierter Kompostvariante am höchsten. Am 26. April 2016 waren alle keimfähigen Samen dieser Varianten bereits aufgelaufen. Die Auflauftrate der Aktivkohle lag, mit 98%, im oberen Bereich. Die unbehandelte Variante sowie die Kompostvariante befanden sich im Bereich zwischen 90 % und 95 %. Signifikante Unterschiede wurden nicht festgestellt.

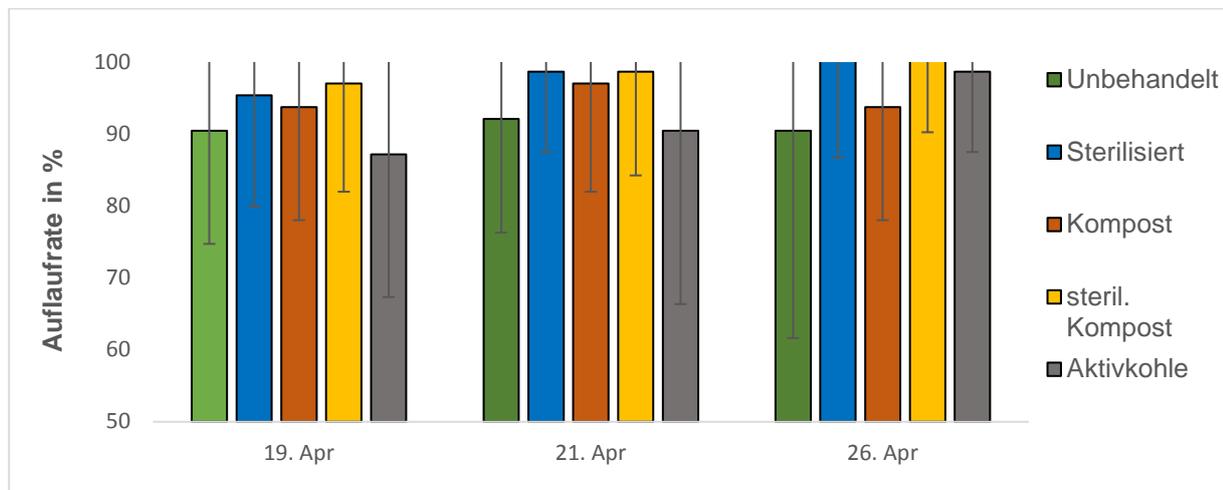


Abb. 1: Einfluss der Behandlung auf die Auflauftrate von Ackerbohnen zu drei verschiedenen Zeitpunkten (MW \pm SD, n = 16)

Am 21. April 2016 waren in der sterilisierten Variante bereits 98 % aller keimfähigen Erbsensamen aufgelaufen. In der unbehandelten Variante lag die Auflauftrate bei 87 %, die übrigen Varianten lagen mit 81% bis 84% unter dem Niveau der unbehandelten Kontrolle.

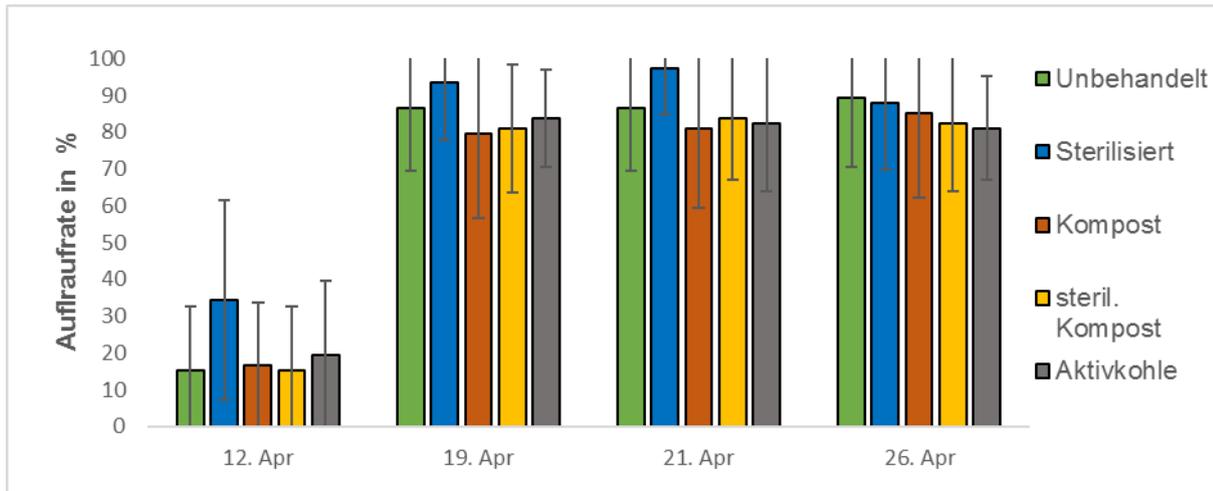


Abb. 2: Einfluss der Behandlung auf die Aufblaufrate von Erbsen zu drei verschiedenen Zeitpunkten (MW \pm SD, n = 16)

BBCH-Stadium in Abhängigkeit von der Behandlung

Die sterilisierten Varianten waren sowohl bei Ackerbohnen als auch bei Erbsen stets weiter entwickelt als die anderen Varianten. Zu allen Zeitpunkten waren die Pflanzen in der Variante mit Aktivkohlebehandlung am langsamsten in ihrer Entwicklung.

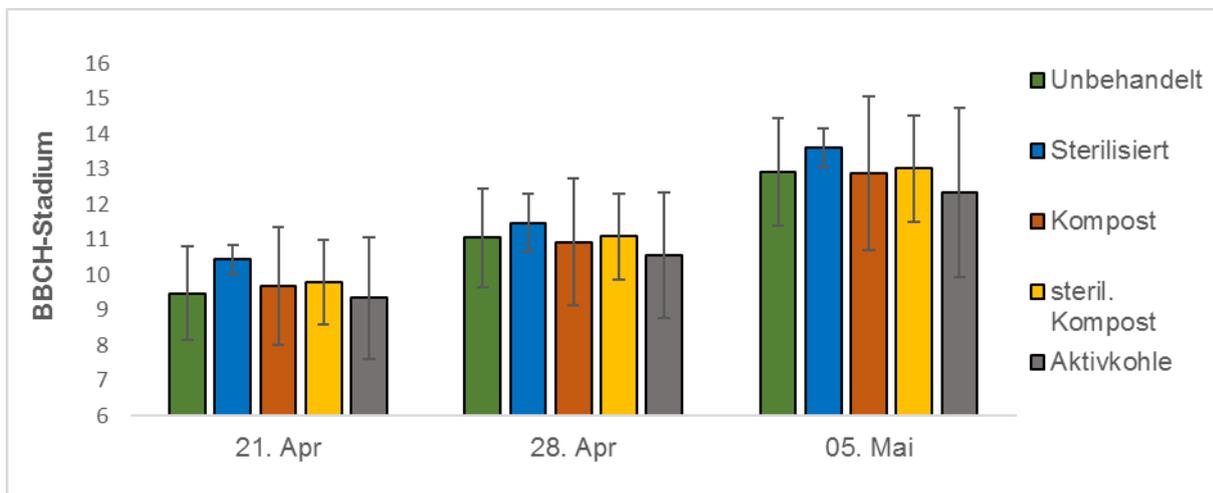


Abb. 3: Einfluss der Behandlungen auf das BBCH Stadium von Ackerbohnen zu drei verschiedenen Zeitpunkten (MW \pm SD, n = 16)

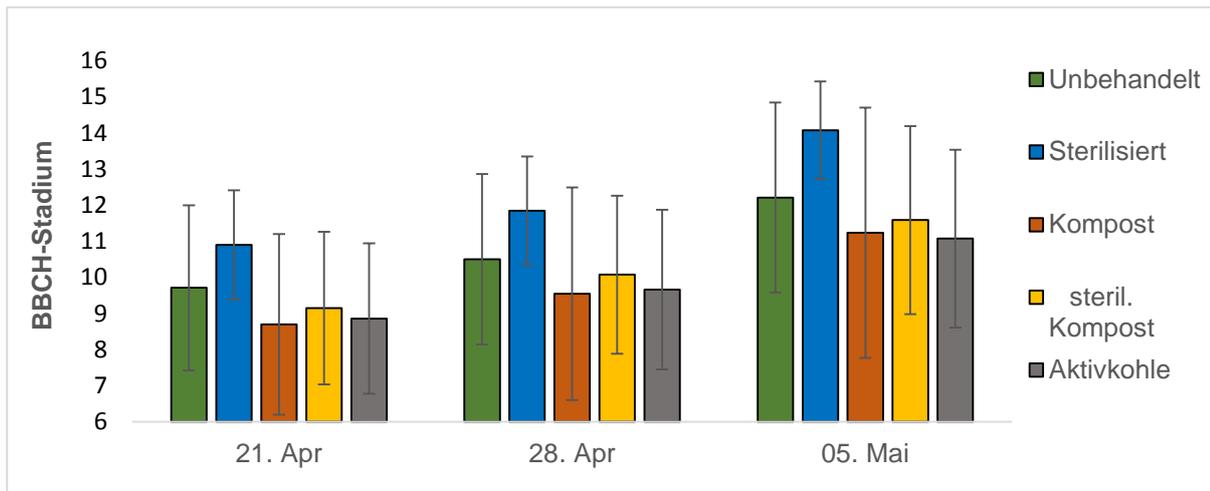


Abb. 4: Einfluss der Behandlungen auf das BBCH Stadium von Erbsen zu drei verschiedenen Zeitpunkten (MW \pm SD, n = 16)

Zum ersten Erntetermin war die Trockenmasse der Aktivkohlevariante bei Ackerbohnen (Abb. 5) und Erbsen (Abb. 6) jeweils signifikant niedriger als in den übrigen Varianten. Wurzel- und Sprosstrockenmasse waren zum zweiten Termin in der sterilisierten Variante signifikant höher als die der übrigen Varianten.

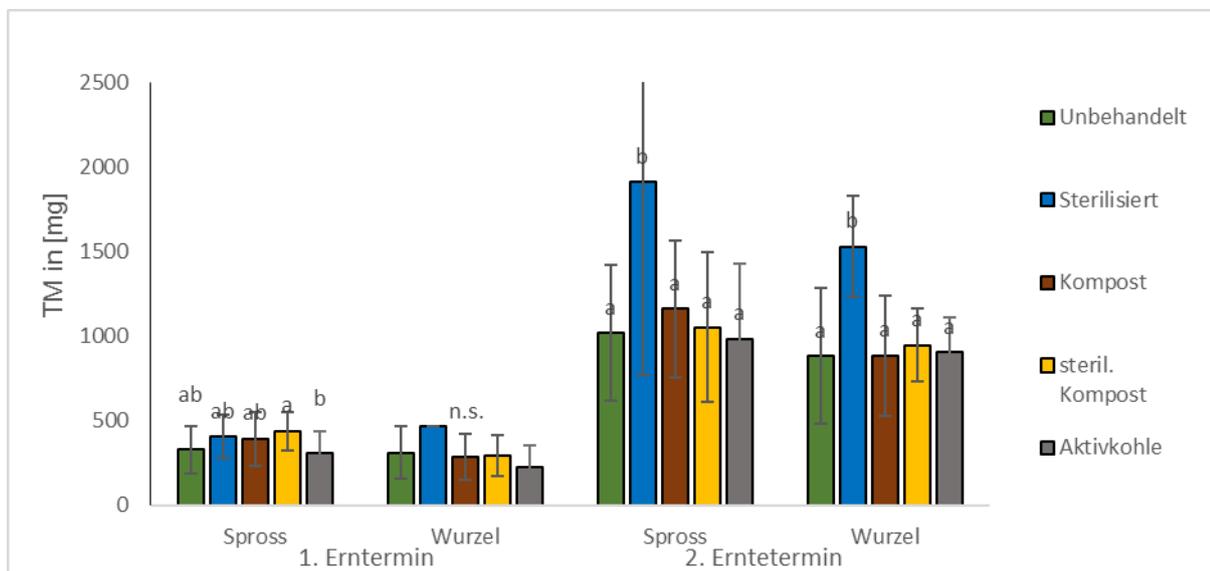


Abb. 5: Einfluss der Behandlungen auf die Spross- und Wurzel trockenmasse [mg TM] von Ackerbohnen (MW \pm SD, n = 16). Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; Tukey-Test, $\alpha=0.05$

Ein ähnliches Bild zeigte sich bei der zweiten Ernte bei Erbsen, auch hier war die Wurzel- und Sprosstrockenmasse zum zweiten Termin in der sterilisierten Variante signifikant am höchsten.

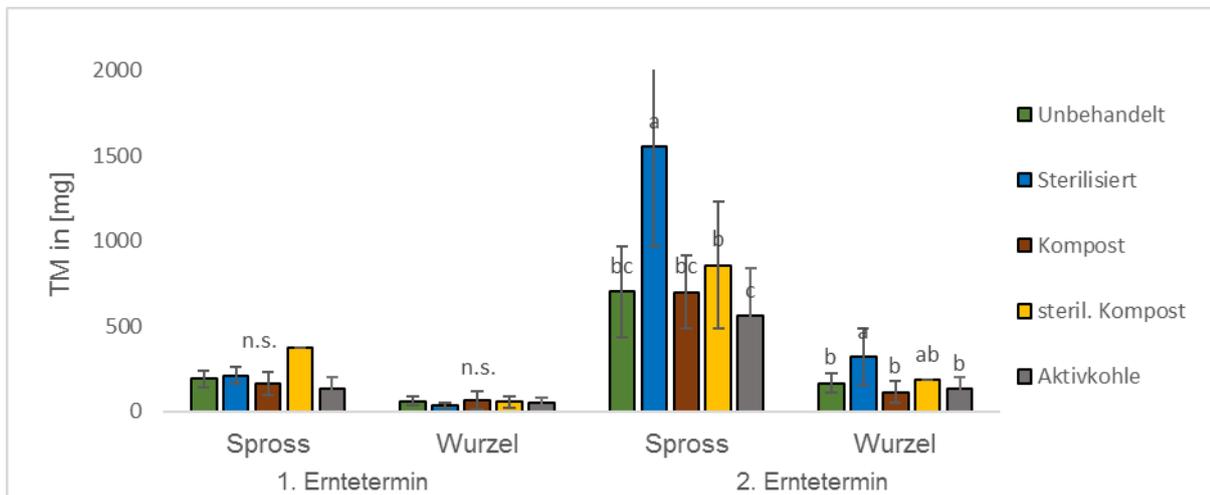


Abb. 6: Einfluss der Behandlungen auf die Spross- und Wurzeltrockenmasse [mg TM] von Erbsen (MW \pm SD, n = 16). Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; Tukey-Test, $\alpha=0.05$

Sprosstrockenmasse – Auswertung nach Standorten

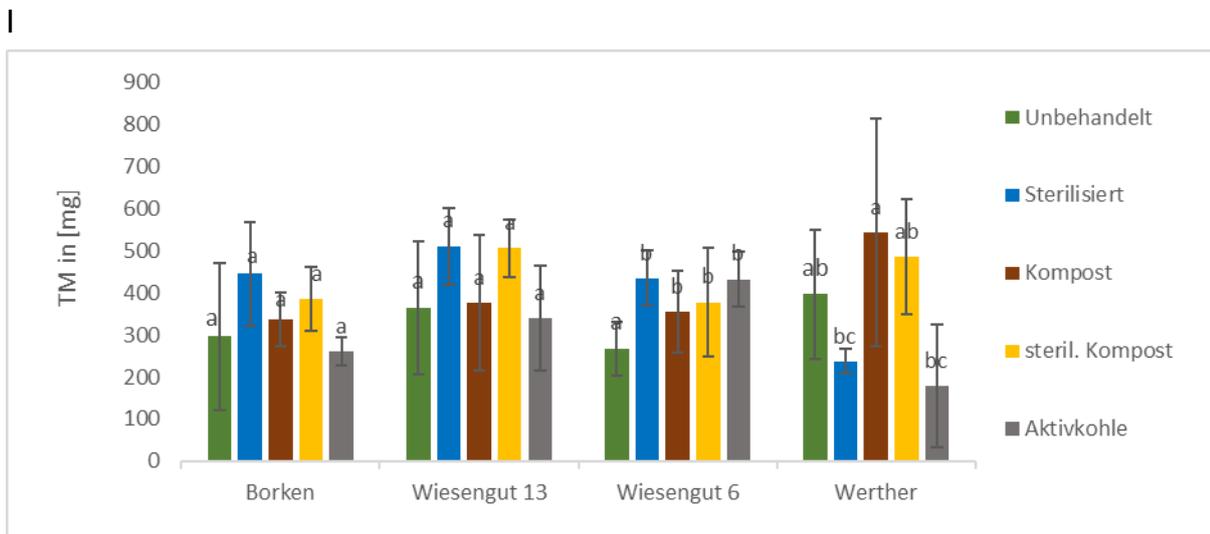


Abb. 7: Einfluss der Behandlungen auf die Sprosstrockenmasse [mg TM] von Ackerbohnen auf den verschiedenen Böden; erster Erntetermin; (MW SD, n= 4); Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; Tukey-Test, $\alpha=0.05$

Die Ackerbohnen zeigten auf dem Boden vom Standort Wiesengut, Schlag 6 (Abb. 7) eine signifikant geringere Sprossmasse in der unbehandelten Variante gegenüber allen anderen Varianten. Auf dem Standort Werther hatten die Ackerbohnen der Kompostvariante eine signifikant höhere Trockenmasse im Vergleich zur sterilisierte und zur Aktivkohlevariante. Am Standort Borken und Wiesengut 13 zeigten sich keine signifikanten Unterschiede.

Die Trockenmasse der Erbsen waren zum zweiten Erntetermin auf allen Standorten in der sterilisierten Variante signifikant am höchsten (Abb. 8). Auf dem Wiesengut, Schlag 6 unterschied sich die sterilisierte Variante nicht signifikant von der Variante mit sterilisiertem Kompost und der unbehandelten Kontrolle.

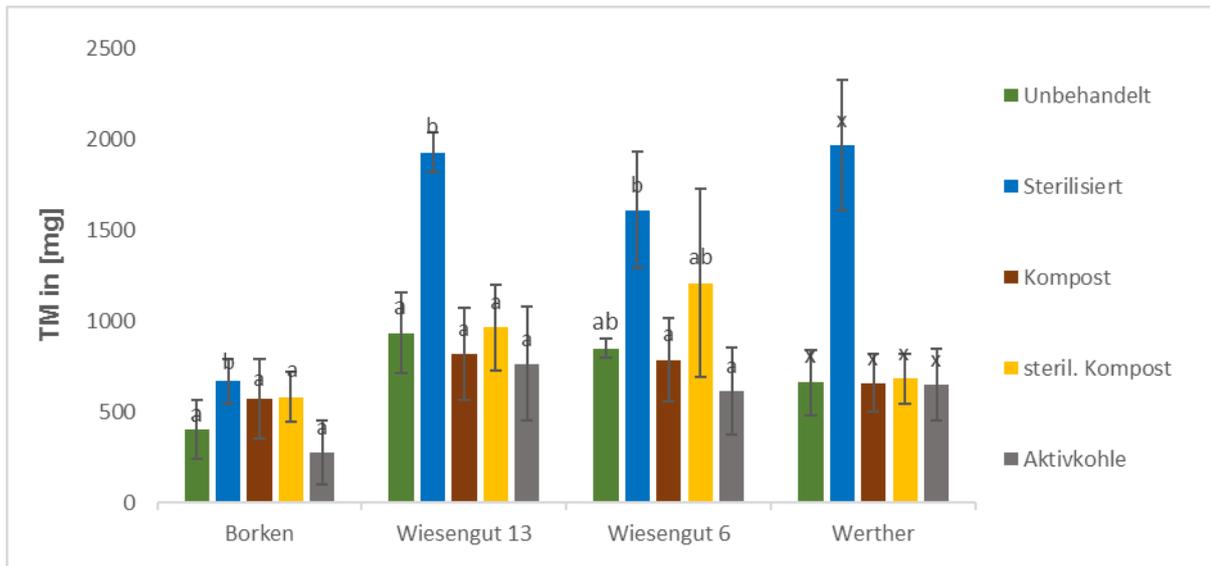


Abb. 8: Einfluss der Behandlungen auf die Sprosstrockenmasse [mg TM] von Erbsen auf den verschiedenen Böden; zweiter Erntetermin; (MW SD, n= 4); Werte mit verschiedenen Buchstaben unterscheiden sich signifikant; Tukey-Test, $\alpha=0.05$

Zusammenfassung

Ziel dieser Abschlussarbeit war es, landwirtschaftliche Flächen von ökologisch wirtschaftenden Betrieben in Nordrhein-Westfalen auf Leguminosenmüdigkeit zu überprüfen. Dazu wurde ein Gefäßversuch angelegt, in dem Ackerbohnen und Erbsen auf behandelten Bodenproben der Schläge wuchsen, durch die unterschiedliche Behandlung der Böden konnte die Ursachen für die Leguminosenmüdigkeit eingrenzt werden.

In beiden Zeigerkulturen waren über alle Standorte die meisten Wachstumsparameter in der sterilisierten Variante am höchsten, was einen Hinweis darauf gibt, das biotische Schaderreger für die Leguminosenmüdigkeit verantwortlich sein könnten, da diese durch das Sterilisieren abgetötet wurden (Fuchs et al 2014).

Erbsen zeigten sich empfindlicher und zeichneten die Unterschiede in den Wachstumsparametern deutlicher als die Ackerbohnen.

Eine suppressive Wirkung des Komposts wie bei Böhm et al. (2014) beschrieben konnte im vorliegenden Versuch nicht festgestellt werden.

Die im Bericht zitierte Literatur ist beim Autor auf Anfrage erhältlich.