



JAHRESVERSUCHSBERICHT 2023



IMPRESSUM

Herausgeber

Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH)
Kölnische Str. 48-50, 34117 Kassel
www.llh.hessen.de

Diese Veröffentlichung erscheint in der Reihe Fachinformationen des LLH Nr. 1/2023
ISSN 1610-6911

Redaktion

Dr. Dorothea Meldau (LLH)

Verantwortlich

Karl-Josef Walmanns (LLH)

Layout

Alexandra Schläger (LLH)

Druck

WIRmachenDRUCK GmbH, Backnang

Ausgabe

September 2023

Fotos und Grafiken: © Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen

INHALT

ACKERBAU

Projekt Tilvita: Regenerative Landwirtschaft im konventionellen Ackerbau	6
„SorgEnlos“ – Pflanzenbauliche Optimierung des Sorghumanbaus zur Kornnutzung in Hessen	8
Sortenspezifische Marktleistung unter Aspekten des reduzierten Pflanzenschutzinsatzes bei Winterweizen und Wintergerste	10
Lässt sich mit Prognosemodellen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduzieren?	12
Precision Farming: Was leistet der Soiloptix-Bodenscanner?	14
Effekte landwirtschaftlicher Nutzung auf Nährstoffausträge – Ergebnisse der Lysimeteranlage Harleshausen	17
Düngewirksamkeit von Phosphor-Rezyklaten aus Klärschlamm	20

GRÜNLAND & FUTTERBAU

Projekt NEffMais – Erste Ergebnisse zur UAV-basierten Schätzung relevanter Bestandesparameter	24
Dem Klimawandel durch angepasste Arten-/Sortenkombinationen im Grünland begegnen	27
Bekämpfung der Staudenlupine (<i>Lupinus polyphyllus</i>) und Regeneration des standorttypischen Magerrasens durch mechanische Pflege	30

ÖKOLOGISCHER LANDBAU

Aussaatstärke Öko-Winterweizen: Braucht es 400 und mehr keimfähige Körner pro Quadratmeter?	34
--	----

IMKEREI

Hessisches Monitoring zur Früherkennung von Amerikanischer Faulbrut	38
Arbeitsaufwand und Wirksamkeit verschiedener Varianten der Sommerbehandlung gegen die Varroamilbe	40
Ringtest zur Eignung von Ameisensäure zur Varroabehandlung	42

DEMONSTRATIONSANLAGEN

Energie sparen im Gewächshaus – Was bringt eine Dacherneuerung?	47
Schnellwachsende Baumarten: Erfahrungen aus 14 Jahren Anbau	51
Agroforst – Ein System mit vielen Vorteilen	54
Hanf – Eine alte Kulturpflanze neu entdeckt	56
Durchwachsene Silphie – Erfahrungen aus dem mehrjährigen Anbau	58

Autorinnen und Autoren	60
------------------------	----



SEHR GEEHRTE DAMEN UND HERREN,

wir leben in einer Zeit, die – aufgrund des Klimawandels, des Artenschwunds und einer angespannten wirtschaftlichen Lage – starke Veränderungen für Landwirtschaft und Gartenbau mit sich bringt. Unsere Betriebsleitungen sind, ebenso wie Institutionen und politische Entscheidungsträger, auf verlässliche, neutrale Informationen angewiesen. Nur so können sie zukunftsorientiert entscheiden und handeln.

Im vorliegenden Jahresversuchsbericht stellt der Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) aktuelle Ergebnisse aus dem Versuchswesen vor. Unsere Versuche orientieren sich dabei stets an praktischen Fragestellungen und Problemen. Die Ergebnisse unserer wissenschaftlichen und zugleich unabhängigen Arbeitsweise unterstützen die Landwirtschafts- und Gartenbaubetriebe, Herausforderungen zu meistern. Gleichzeitig tragen sie dazu bei, neue Erkenntnisse in die Praxis zu überführen.

In Ackerbau und Grünland bestimmt das Thema Nachhaltigkeit die Versuchsfragen. Wege hin zu resilienteren Anbausystemen zeigen die Projekte „TilVita“ und „SorgEnloS“ auf, deren (Teil-)Ergebnisse hier vorgestellt werden. Der effizientere Einsatz von Betriebsmitteln ist ein weiteres Puzzleteil einer zukunftsorientierten Lebensmittelproduktion. Dieser kann durch Sortenwahl, geeignete Aussaatkombinationen und -stärken, digitale Werkzeuge oder eine angepasste Düngung erzielt werden – wie die vorliegenden Berichte demonstrieren.

Bisher konnten sich Pflanzen und Tiere über lange Zeiträume an sich ändernde Umweltbedingungen anpassen oder dahingehend züchterisch optimiert werden. Mit den sich nun schnell ändernden Verhältnissen stehen wir neuen Herausforderungen gegenüber, wie neuen Krankheiten und Schädlingen. Um beispielsweise die Amerikanische Faulbrut frühzeitig aufzuspüren oder die Varroamilbe effektiv zu bekämpfen, müssen Methoden weiterentwickelt und evaluiert werden – auch dies ist Teil unseres Versuchswesens.

Mit den Ergebnissen aus dem Versuchswesen ermöglicht der LLH, dass nach guter fachlicher Praxis erfolgreich und wirtschaftlich gearbeitet werden kann. Unsere praktischen Demonstrationsanlagen zu Agroforst, alternativen Gärsubstraten oder schnellwachsenden Baumarten (KUP) – um nur einige zu nennen – bereichern Fachveranstaltungen und Feldtage und helfen, neue Versuchsfragen zu entwickeln.

Wir freuen uns, mit Ihnen über die vorgestellten Themen und Versuchsfragen in den Austausch zu kommen und stehen für Fragen, Diskussionen und Anregungen zur Verfügung.

Ihr

Andreas Sandhäger

Direktor des Landesbetriebes Landwirtschaft Hessen



- Projekt TiVita:
Regenerative Landwirtschaft im konventionellen Ackerbau
- „SorgEnloS“ – Pflanzenbauliche Optimierung des Sorghumanbaus zur Kornnutzung in Hessen
- Sortenspezifische Marktleistung unter Aspekten des reduzierten Pflanzenschutz Einsatzes bei Winterweizen und Wintergerste
- Lässt sich mit Prognosemodellen der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln reduzieren?
- Precision Farming:
Was leistet der SoilOptix-Bodenscanner?
- Effekte landwirtschaftlicher Nutzung auf Nährstoffausträge – Ergebnisse der Lysimeteranlage Harleshausen
- Düngewirksamkeit von Phosphor-Rezyklaten aus Klärschlamm

PROJEKT TILVITA: REGENERATIVE LANDWIRTSCHAFT IM KONVENTIONELLEN ACKERBAU

Felix Liesegang, Cecilia Hüppe, Prof. Dr. Antje Herrmann | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund & Fragestellung

Klimawandel, Biodiversitätsverlust und weitere Umweltprobleme stellen die Landwirtschaft vor zentrale Herausforderungen. In den letzten Jahrzehnten wurden daher alternative Konzepte der Landbewirtschaftung entwickelt, wie beispielsweise die konservierende Landwirtschaft, Permakultur oder ökologische Intensivierung. Im Fokus dieser Konzepte steht die Förderung von Ökosystemfunktionen bei gleichzeitigem Erhalt der Produktivität. In den letzten Jahren hat das Konzept der regenerativen Landwirtschaft zunehmend Aufmerksamkeit erlangt, in dessen Zentrum die Bodengesundheit als Ansatzpunkt zur Regeneration multipler Ökosystemdienstleistungen steht.

Während viele der als regenerativ beworbenen pflanzenbaulichen Maßnahmen, wie Zwischenfruchtbau oder reduzierte Bodenbearbeitung, zentrale Bausteine der guten fachlichen Praxis sind, ist die Wirksamkeit anderer Maßnahmen, wie der Einsatz von Substanzen zur Vitalisierung von Pflanzenbeständen bzw. Bodenleben, wissenschaftlich noch nicht belegt.

Versuchsaufbau

Seit April 2020 prüfen die Universitäten Kassel und Gießen, die Hochschule Geisenheim und der Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) im über den Integrierten Klimaschutzplan des Landes Hessen geförderten Projekt AKHWA, ob regenerativer Ackerbau einen Beitrag zur Anpassung an den Klimawandel (Erhöhung der Wasserretention, Kühlungsfunktion der Landschaft) und zum Klimaschutz (Minderung Treibhausgas-Emission) leisten kann.

Im Teilprojekt TilVita (Tiefenlockerung- und Vitalisierungseffekte) wird untersucht, inwieweit sich folgende zentrale Elemente der regenerativen Landwirtschaft auf Ertragsfähigkeit, Wasserspeicherung und Indikatoren der Bodenfruchtbarkeit auswirken:

- Anwendung von Komposttee als Pflanzenstärkungsmittel
- Tiefenlockerung
- Einsatz von Ferment bei der Tiefenlockerung
- Applikation von Ferment zur „Flächenrotte“ beim Einarbeiten von Ernteresten und Zwischenfrüchten

Der LLH untersucht die Fragestellung unter den Bedingungen des konventionellen Ackerbaus auf einem Praxisstandort in der Nähe Bad Hersfelds. Um regenerative Anbauverfahren auch unter den Bedingungen der am stärksten in der Praxis verbreiteten Bodenbearbeitungsform prüfen zu können, wurde das Versuchsdesign um die Faktorstufe „Pflug“ sowie „Pflug mit Fermenteinspritzung“ erweitert (Tab. 1). Somit können auch mögliche Interaktionen zwischen oberirdischen Applikationen und Bodenbearbeitungsverfahren quantifiziert werden. Im ersten Versuchsjahr (2021/2022) wurde Wintergerste mit einer nachfolgenden sogenannten doppelten Zwischenfrucht auf der Versuchsfläche angebaut, auf die im Frühjahr 2023 Silomais mit Untersaat folgt.

Ergebnisse und Diskussion

Grundsätzlich ist nicht davon auszugehen, dass die Umstellung auf regenerative Anbauverfahren bereits im ersten Jahr nachweisbare Effekte zeigt. Darüber hinaus konnte die Wintergerste die im Boden gespeicherten Winterniederschläge zur Ertragsbildung nutzen, so dass die ab Mai 2022 einsetzende Trockenheit keine großen Ertragsverluste verursachte. Im Versuchsmittel wurden 89 dt/ha Kornertrag erzielt. Die statistische Auswertung ist aktuell noch in Bearbeitung, jedoch liegt die Vermutung nahe, dass weder Bodenbearbeitung noch Vitalisierung einen Ertragseffekt zeigten (Abb. 1). Auch für den Rohproteingehalt (Mittel: 11,4 %) und das Hektolitergewicht (Mittel: 66,6 kg/hl) scheinen sich die Varianten nicht zu unterscheiden (nicht dar-

Tab. 1: Zu prüfende Versuchsfaktoren im TiVi-Versuch des LLH

FAKTOR	FAKTORSTUFEN
Bodenbearbeitung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kontrolle (keine Tiefenlockerung oder Pflug; standortübliche reduzierte Bodenbearbeitung) ■ Tiefenlockerung ohne Ferment ■ Tiefenlockerung mit Ferment ■ Pflug ohne Ferment ■ Pflug mit Ferment
Vitalisierung	<ul style="list-style-type: none"> ■ Kontrolle (keine Applikation) ■ Komposttee ■ Ferment ■ Komposttee und Ferment

gestellt). In einem Trockenjahr hätten sich Unterschiede zwischen den Bodenbearbeitungsvarianten möglicherweise stärker ausgeprägt über ihren Effekt auf die Durchwurzelungsintensität und -tiefe und daraus resultierend die Wasser- und Nährstoffaufnahme. Bodenstruktur und Aggregatstabilität werden über den Gefügeindex bewertet, der

ebenfalls noch keine belastbaren Aussagen ermöglicht. Tendenziell zeigten die gepflügten Varianten sowie die reduzierte Bodenbearbeitung mit Tiefenlockerung und Fermenteinbringung bessere Gefügeindex-Werte (nicht dargestellt).

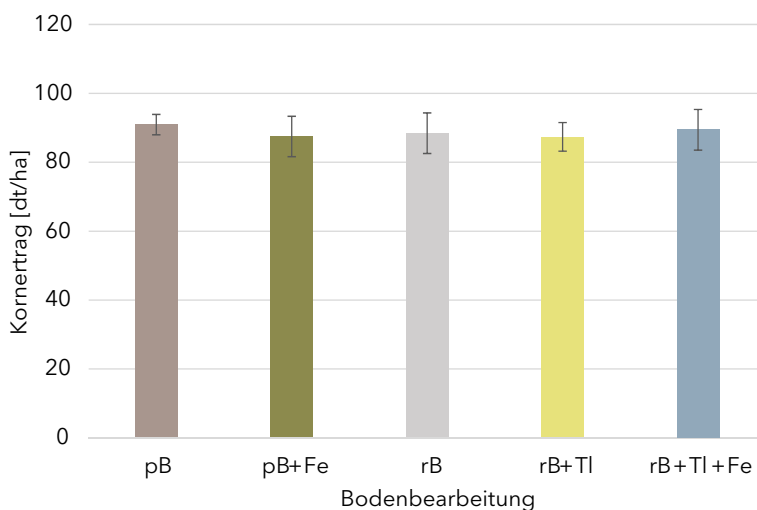


Abb. 1: Kornertrag Wintergerste (2022) bei 14 % Kornfeuchte, in Abhängigkeit von Bodenbearbeitung und Vitalisierung

pB: pflügende Bodenbearbeitung,
Fe: Fermenteinspritzung,
rB: reduzierte Bodenbearbeitung,
TI: Tiefenlockerung

FAZIT

Potentielle Effekte regenerativer Maßnahmen auf Stoffumwandlungsprozesse, Bodenstruktur, Bodenorganismen und ein daraus resultierender Beitrag auf Wasserhaushalt, Ertragsleistung und Pflanzengesundheit können auf Basis der vorliegenden Ergebnisse noch nicht beurteilt werden und werden in Projektphase II weiter geprüft.

„SorgEnlos“ – PFLANZENBAULICHE OPTIMIERUNG DES SORGHUMANBAUS ZUR KORNNUTZUNG IN HESSEN

Cecilia Hüppe und Prof. Dr. Antje Herrmann | Fachinformation Pflanzenbau

Abb. 2: Kornsorghumversuch zu unterschiedlichen Aussaatverfahren
(links: Parzellen in Drillsaat 12,5 cm Reihenabstand,
rechts: Parzellen in Einzelkornsaat 37,5 cm Reihenabstand)

Hintergrund und Fragestellung

Trockenereignisse im Frühjahr in Kombination mit zunehmenden Hitzeperioden im Sommer sind klimatische Veränderungen, mit denen auch die hessische Landwirtschaft umgehen muss. Dies erfordert es, Anbausysteme anzupassen und ermöglicht gleichzeitig den Anbau von neuen Kulturen. Als Sommerung vielfältig in der Fruchtfolge kombinierbar stellt Kornsorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) eine trockentolerante Kulturpflanze mit zahlreichen ökologischen Vorteilen dar. Verwendung kann Kornsorghum sowohl in der Tier- als auch Humanernährung finden.

Bisher fokussierte sich der Sorghumanbau in Deutschland auf die Biogassubstratnutzung. Für den Mähdrusch sind jedoch kleinere, kornbetonte Sorghumtypen notwendig. Unter hessischen Anbaubedingungen lagen bisher keine Informationen zur optimalen Anbaugestaltung von Kornsorghum vor. Um lokal-adaptierte Sorten in Hessen etablieren zu können, führte der LLH daher im Rahmen des EIP-Projektes „SorgEnlos“ (Sorghum-Etablierung von lokal-adaptierten Sorten) mehrere Exaktversuche zur Klärung zentraler pflanzenbaulicher Parameter durch. Hierbei wurde u.a. untersucht:

- Welchen Einfluss haben Saatechnik und Aussaatstärke auf den Ertrag von Kornsorghum?
- Gibt es eine Interaktion von Saatechnik und Aussaatstärke in Hinblick auf den Ertrag?
- Reagieren verschiedene Kornsorghumtypen unterschiedlich auf Saatechnik und Aussaatstärke?

Versuchsaufbau

In zwei Jahren (2021, 2022) wurde an zwei Standorten (LLH Friedberg, LLH Griesheim) jeweils ein Exaktversuch für die Überprüfung der optimalen Saatechnik und Aussaatstärke bei zwei unterschiedlichen Sortentypen angelegt (Tab. 1). Die Kombination aus Ort und Jahr (z.B. Griesheim 2022) ergibt im Folgenden einen Versuch, sodass insgesamt vier Versuche angelegt wurden. Aufgrund eines sehr unregelmäßigen und schlechten Feldaufgangs musste der Versuch „Friedberg 2021“ verworfen werden. Die Saatechnikvarianten wurden stellvertretend für betrieblich vorhandene Saatechnik (Mais-, Rüben- oder Getreideaussaat) gewählt. Als Zielmerkmal wurde der Kornertrag bei 86 % Trockensubstanz (TS) in dt/ha erfasst.

Tab. 1: Zu prüfende Versuchsfaktoren im Projekt „SorgEnlos“ zur Optimierung der Bestandesführung

FAKTOR	FAKTORSTUFEN
Saatechnik	<ul style="list-style-type: none">■ Einzelkornsaat 75 cm Reihenabstand (EK 75 cm)■ Einzelkornsaat 37,5 cm Reihenabstand (EK 37,5 cm)■ Drillsaat 12,5 cm Reihenabstand (DS 12,5 cm)
Aussaatstärke	<ul style="list-style-type: none">■ 25 Pflanzen/m²■ 30 Pflanzen/m²■ 35 Pflanzen/m²
Sorte	<ul style="list-style-type: none">■ RGT Dodge■ A108 x SB16102 (Testhybride JLU Gießen)

Ergebnisse und Diskussion

Die Zusammenfassung der Kornertragsergebnisse (Mittelwertvergleiche) zeigt Abb. 1. Ein nachweislicher Effekt der Aussaatstärke wurde in keinem der Versuche gefunden. Die Reaktion der Sorten auf die Saattechnik wurde durch Standort und Jahr beeinflusst.

In Friedberg 2022 konnten bei Verwendung der Einzelkorn-technik signifikant höhere Erträge festgestellt werden als bei Drillsaat. Unmittelbar nach der Aussaat folgte eine Trocken- und Hitzeperiode. Die Varianten in Einzelkornsaat konnten technisch bedingt in eine feuchtere, tiefere Bodenschicht abgelegt werden, während bei der Drillsaat der Oberboden aufgebrochen wurde und kein guter Bodenschluss vorhanden war.

In Griesheim 2022 zeigten sich fast keine Unterschiede. Lediglich ein Unterschied der Saattechnik zwischen den Varianten DS 12,5 cm und EK 75 cm bei RGT Dodge konnte

ermittelt werden, wobei der Ertrag in Einzelkornsaat niedriger ausfiel. Zur mittleren Reihenweite (EK 37,5 cm) gab es diese Unterschiede jeweils aber nicht.

Auch unterschieden sich die Sortenleistungen in den Versuchen Friedberg 2022 und Griesheim 2022 grundsätzlich nicht. Dies war in Griesheim 2021 nicht so. Hier wurden signifikante Unterschiede zwischen den Sortenerträgen ermittelt, woraus sich eine nachweisliche Interaktion aus Saattechnik und Sorte ergab. Insgesamt war die Ertragsleistung der Testhybride (mit Ausnahme DS 12,5 cm) niedriger als die von RGT Dodge. Die Testhybride zeigte die höchsten Erträge bei DS 12,5 cm und EK 37,5 cm. RGT Dodge konnte den höchsten Ertrag in EK 37,5 cm erzielen, jedoch ohne signifikanten Unterschied zu DS 12,5 cm. Der Ertrag der Variante EK 75 cm war im Vergleich zu EK 37,5 cm niedriger, zur DS 12,5 cm wiederum nicht.

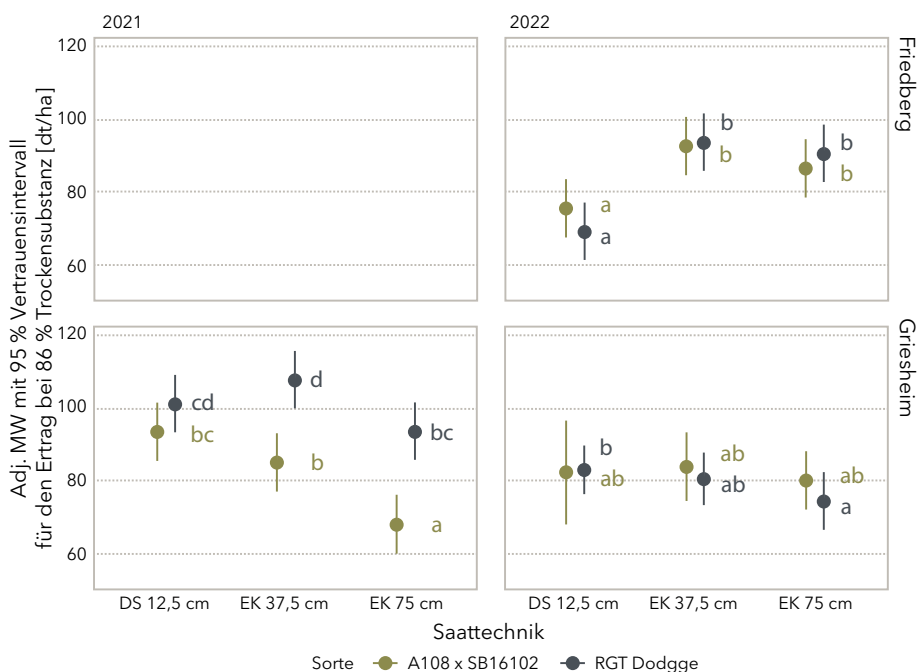


Abb. 1: Mittlerer Kornertrag (86 % TS) der jeweiligen Einzelversuche bei unterschiedlichen Saattechniken und Sorten

EK 75 cm = Einzelkornsaat
75 cm Reihenabstand,
EK 37,5 cm = Einzelkornsaat
37,5 cm Reihenabstand,
DS 12,5 cm = Drillsaat 12,5 cm
Reihenabstand Unterschiedliche
Buchstaben zeigen signifikante
Unterschiede zwischen den
Saattechniken-Sortenkombinationen
($p < 0,05$) innerhalb eines Versuchs
(= Ort und Jahr) an.

FAZIT

Der quantitative Anbauerfolg ist stark jahres- und standortabhängig. Grundsätzlich kann mit jeder betriebsvorhandenen Saattechnik ein hohes Ertragsniveau erreicht werden. Ein mittlerer Reihenabstand ähnlich zur Rübensaat (hier: Einzelkornsaat 37,5 cm) führte in beiden Versuchsjahren bei beiden Sortentypen zuverlässig zu hohen Erträgen, sodass sich diese Technik für die Kornsortenaussaat empfiehlt.

SORTENSPEZIFISCHE MARKTLEISTUNG UNTER ASPEKTEN DES REDUZIERTEN PFLANZENSchUTZEINSATZES BEI WINTERWEIZEN UND WINTERGERSTE

Cecilia Hüppe und Prof. Dr. Antje Herrmann | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund und Fragestellung

Um die Landwirtschaft nachhaltiger und umweltfreundlicher zu gestalten, soll gemäß dem hessischen Pestizid-Reduktionsplan die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) bis 2030 um 30 % reduziert werden. Auch betriebswirtschaftlich gesehen kann eine PSM-Reduktion sinnvoll sein, denn jede Pflanzenschutzmaßnahme ist mit Kosten verbunden. Die Wahl einer angepassten Sorte verursacht wiederum keine derartigen Mehrkosten. Die Züchtung bringt jährlich neue Sorten mit spezifischen Sorteneigenschaften auf den Markt, welche Unterschiede in agronomischen Parametern und gesundheitlicher Ausstattung vorweisen. Entsprechend weisen Sorten ein unterschiedliches Potential auf, unter dem Einfluss spezifischer Jahreswitterungen ihr Leistungspotenzial auszuschöpfen.

Auf Basis der vom LLH durchgeführten Landessortenversuche können Sorten identifiziert werden, welche aufgrund ihrer Eigenschaften bei reduziertem Pflanzenschutzinsatz hohe Marktleistungen (ML) erzielen können. Im vorliegenden Beitrag wird dies beispielhaft für Winterweizen und Wintergerste dargestellt.

Versuchsaufbau

Grundlage für die Auswertung sind die Ertragsdaten der Landessortenversuche (LSV) Winterweizen und Wintergerste (mehr- und zweizeilig) 2020, 2021 und 2022 der LLH Versuchsstandorte Korbach, Bad Hersfeld und Griesheim. Die zweifaktorielle Versuchsanlage der LSV (Faktor 1: Sorte, Faktor 2: Behandlungsintensität Pflanzenschutz) ermöglicht es, für jede Sorte eine Ertragsleistung bei reduziertem Pflanzenschutz (kein Fungizid, max. 50 % Wachstumsregler [WTR]) und standortoptimiertem Pflanzenschutz in Abhängigkeit der Jahresbedingungen zu quantifizieren. Die Ermittlung der sortenspezifischen Marktleistung (ML) erfolgte auf Basis der jahresdurchschnittlichen Erlöse (Datengrundlage: LLH Marktinfo) abzüglich der jeweiligen Kosten für Wachstumsregler und Fungizide inklusive fixer Ausbringungskosten je Überfahrt (nicht dargestellt).

Ergebnisse und Diskussion

Winterweizen

Im Durchschnitt erzielten die Winterweizensorten eine ML von 1493 €/ha (2020), 1522 €/ha (2021) und 2827 €/ha (2022). Die Kosten für den erforderlichen Pflanzenschutz variierten zwischen 157 € (2021) und 228 € (2020). In den Abb. 1 und 2 sind exemplarisch die im Mittel über die Standorte erzielten ML je Sorte dargestellt. Überdurchschnittliche ML wurden in 2021 überwiegend durch Sorten unter reduziertem PSM-Einsatz erzielt. Dies war vor allem auf den witterungsbedingt geringen Krankheits- und Schädlingsdruck zurückzuführen. Im Jahr 2022 stellte sich die Situation anders dar, indem vor allem der Einfluss der Sorte und weniger die Behandlungsintensität die Höhe der ML bestimmte. Eine Mischung aus beiden Ursachen war in 2020 festzustellen (nicht dargestellt), jedoch konnte der überwiegende Anteil überdurchschnittlicher ML auf die reduziert geführten Varianten zurückgeführt werden.

Wintergerste

Die durchschnittlichen ML der zweizeiligen Wintergersten betrugen 1143 €/ha (2020), 1497 €/ha (2021) und 2181 €/ha (2022). Die ML der mehrzeiligen Sorten betrugen im Durchschnitt 1032 €/ha (2020), 1357 €/ha (2021) und 2516 €/ha (2022). Die Mehrkosten für den Pflanzenschutz variierten zwischen 140 €/ha (2022) und 172 €/ha (2020) bei den zweizeiligen Sorten, bei den mehrzeiligen zwischen 116 €/ha (2021) und 188 €/ha (2020). Auffällig in 2020 war der höhere Anteil der reduziert geführten Varianten an den überdurchschnittlichen ML bei den zweizeiligen Sorten im Vergleich zu den mehrzeiligen. Grund hierfür war das Ausbleiben des Mehrertrags durch Behandlung bei den zweizeiligen Sorten. In 2021 und in 2022 lag der Anteil der reduziert geführten Varianten sowohl bei zweizeiligen- als auch mehrzeiligen Sorten vermehrt im unterdurchschnittlichen Bereich.

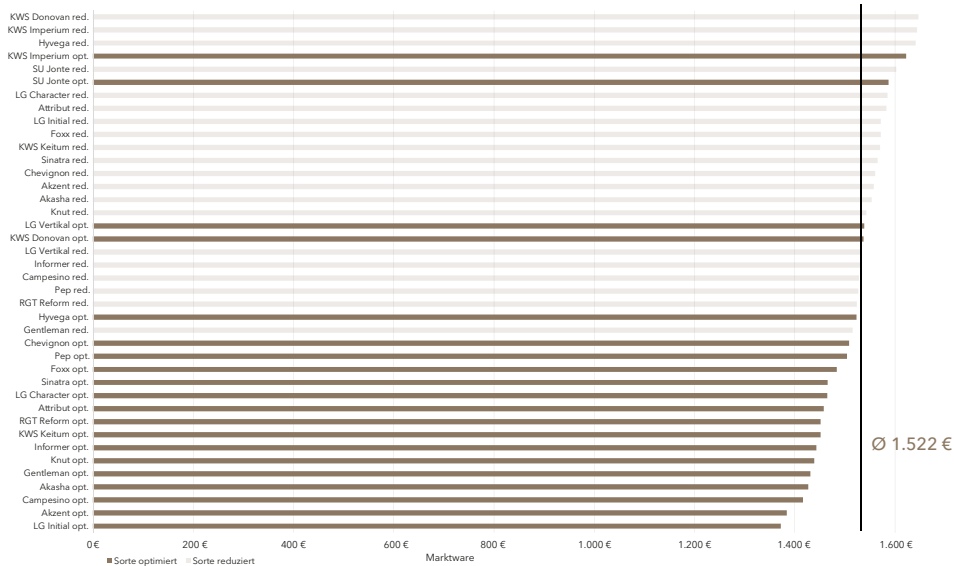


Abb. 1: Marktleistung der im LSV Winterweizen 2021 geprüften Sorten

Kalkulationsgrundlage:
 Erlös E-Weizen: 24,40 €/dt,
 A-Weizen: 22,10 €/dt,
 B-Weizen: 21,60 €/dt,
 C-Weizen: 21,20 €/dt;
 durchschnittliche Kosten
 Fungizide und WTR: optimierter
 Pflanzenschutz (standortangepasste
 Fungizide + WTR): 189 €,
 reduzierter Pflanzenschutz
 (0 % Fungizide + 50 % WTR): 32 €

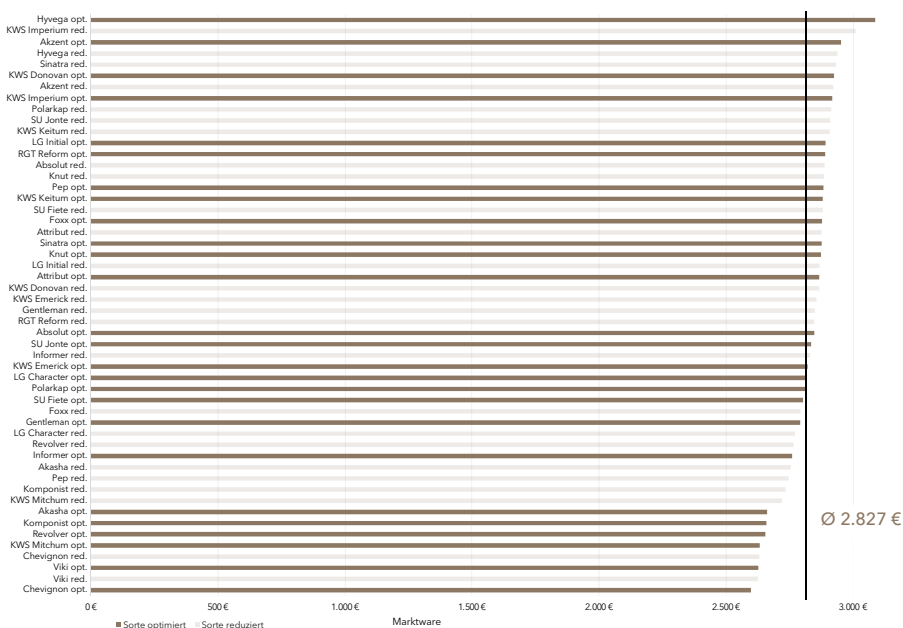


Abb. 2: Marktleistung der im LSV Winterweizen 2022 geprüften Sorten

Kalkulationsgrundlage:
 Erlös E-Weizen: 32,50 €/dt,
 A-Weizen: 31,70 €/dt,
 B-Weizen: 30,20 €/dt,
 C-Weizen: 28,70 €/dt;
 durchschnittliche Kosten
 Fungizide und WTR: optimierter
 Pflanzenschutz (standortangepasste
 Fungizide + WTR): 223 €,
 reduzierter Pflanzenschutz
 (0 % Fungizide + 50 % WTR): 52 €

FAZIT

Hohe Marktleistungen können auch bei einem reduzierten PSM-Einsatz erzielt werden. Gerade in Jahren mit geringem Krankheits- und Schädlingsdruck bzw. geringen Marktpreisen ist eine hohe Pflanzenschutzintensität oft nicht wirtschaftlich. Die Wahl einer an den Standort angepassten Sorte stellt daher einen grundlegenden Baustein zur Erzielung hoher Leistungen bei gleichzeitiger Reduktion des PSM-Einsatzes dar. Die Landessortenversuche bieten eine neutrale und unabhängige Datengrundlage für die Sortenwahl der landwirtschaftlichen Praxis.

LÄSST SICH MIT PROGNOSEMODELLEN DER EINSATZ VON PFLANZENSCHUTZMITTELN REDUZIEREN?

Manuel Fräncke | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund und Fragestellung

Die Notwendigkeit zur Anwendung von Pflanzenschutzmitteln (PSM) wird wiederholt gesellschaftlich diskutiert. Vor diesem Hintergrund wurde in einem – bisher zweijährigen – Versuch untersucht, ob die Nutzung von Prognosemodellen einen Beitrag zum zielgenaueren Einsatz von Pflanzenschutzmaßnahmen leisten kann. Hierzu wurden in der Saison 2020/2021 und 2021/2022 die Behandlungsempfehlungen gegen Septoria-Blattdürre im Winterweizen (*Septoria tritici*) von zwei Prognosemodellen „ortsüblichen“ Verfahren gegenübergestellt.

Versuchsaufbau

Der Versuch bestand aus einer einfaktoriellen Blockanlage mit fünf Varianten und jeweils vier Wiederholungen. Aufgrund ihrer mittleren Anfälligkeit wurde die Weizensorte LG Imposanto® gewählt. Die Varianten waren:

- 1) unbehandelte Kontrolle,
- 2) Variante „ISIP“, Behandlung nach Aufruf des Modells „SEPTRI“,
- 3) Behandlung nach Aufruf des Septoria-Modells in „XARVIO®“ (BASF SE),
- 4) Variante „Hessen 1“ mit reduzierter Behandlungsvariante aus den hessischen Landessortenversuchen,
- 5) Variante „Beratung“ mit Behandlung nach Einschätzung des Personals vor Ort.

Bei den verwendeten PSM handelte es sich, je nach Entwicklungsstadium (BBCH), um [jeweils in kg/ha] Unix 0,5 + Plexeo 1,0 (BBCH 31/32), Revytrex 1,5 + Comet 0,5 (BBCH 37/39) und Magnello 1,0 (BBCH 61/65). Im BBCH-Bereich 69-75 (Ende der Blüte bis Mitte der Milchreife) fand jeweils eine Abschlussbonitur statt, bei der die Befallshäufigkeit (BH) des Fahnenblattes an 20 Pflanzen je Parzelle erhoben wurde. Die Parzellen wurden beerntet und die ermittelten Erträge auf die Fläche von einem Hektar hochgerechnet.

Ergebnisse

Die Witterungen in den Erntejahren 2021 und 2022 zeigten sich am Versuchsstandort stark unterschiedlich. 2021 war von häufigen Niederschlägen geprägt, in 2022 kam es zu geringeren Niederschlägen bei gleichzeitig hohen Temperaturen und starker Sonneneinstrahlung. Daher wurden die beiden Erntejahre gesondert betrachtet.

Der Befall fiel je nach Jahr in unterschiedlicher Höhe aus (Abb. 1). In 2021 wiesen nahezu alle Weizenpflanzen der Kontrolle einen Befall mit *Septoria tritici* am Fahnenblatt (mittlere BH von 96,25 %) auf. Bei den behandelten Varianten zeigte die Variante „Xarvio“ den geringsten mittleren Befall mit einer BH von 21,25 % und „Hessen 1“ die höchste mit 33,75 %.

In 2022 wurde in der Kontrolle eine BH von 21,25 % bonitiert. In den behandelten Varianten war die BH in den Varianten „ISIP“ und „XARVIO“ mit jeweils 2,5 % am geringsten. Den höchsten Befall zeigte die Variante „Beratung“ mit einer BH von 5 %.

Die mittleren Erträge der Kontrolle lagen in 2021 bei 59,12 dt/ha und in 2022 bei 117,1 dt/ha (Abb. 2). Von den behandelten Varianten zeigte die Variante „Beratung“ in 2021 die höchsten Erträge mit 74,0 dt/ha. In 2022 erreichte die Variante „ISIP“ die höchsten Erträge mit 126,17 dt/ha. Ein statistisch signifikanter Unterschied hinsichtlich der Ertragswerte bestand im jeweiligen Jahr nur zwischen der Variante „Kontrolle“ und den behandelten Varianten (Tukey Test, $p < 0,001$). Die behandelten Varianten untereinander unterschieden sich nicht. In 2022 erfolgte in den Varianten mit Prognosemodellen nur eine Behandlung, auf der Variante „Beratung“ erfolgten zwei Behandlungen.

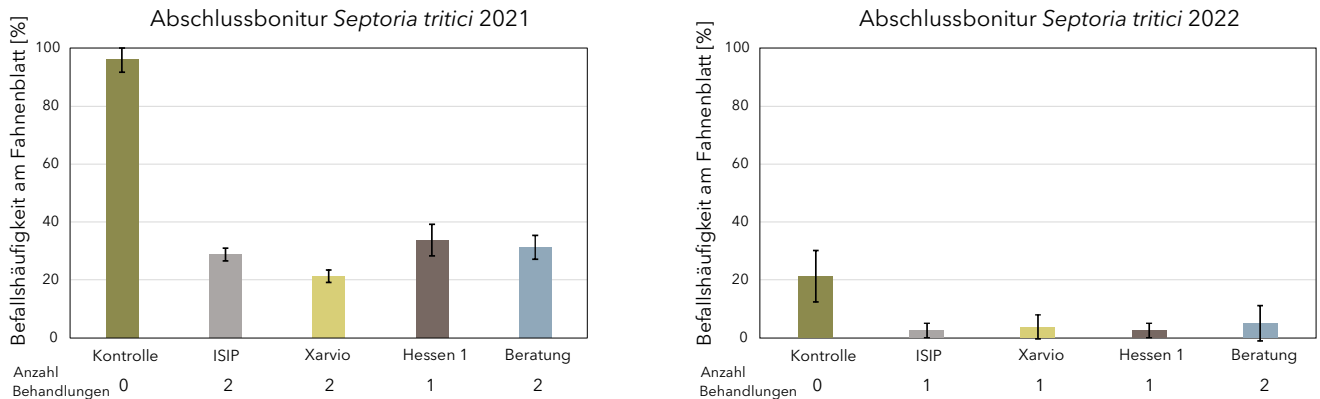


Abb. 1: Bonitierte Befallshäufigkeit (BH %) am Fahnenblatt zur Abschlussbonitur bei BBCH 69-75

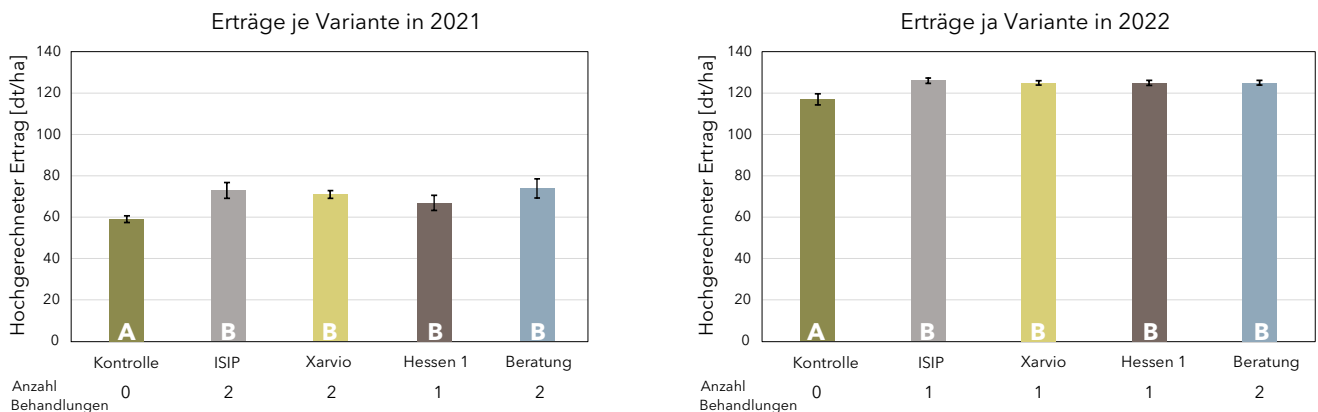


Abb. 2: Mittlere Erträge je Variante und Jahr; hochgerechnet auf einen Hektar

Diskussion

Ein direkter Vergleich zwischen den Jahren gestaltet sich aufgrund der unterschiedlichen Witterung schwierig. Jedoch konnten trotz der unterschiedlichen Ergebnisse bei Ertrag und Befall zwischen den Jahren deutliche Unterschiede zwischen den unbehandelten Varianten „Kontrolle“ und den jeweiligen behandelten Varianten ausgemacht

werden. In beiden Jahre wurde statistisch signifikant bestätigt, dass eine Behandlung zu erhöhten Erträgen führte (Abb. 2). Hier zeigte sich auch, dass eine erhöhte Anzahl von Behandlungen nicht zwingend zu einem Mehrertrag führen muss und Prognosemodelle bei der Behandlungsentscheidung unterstützen können (Abb. 2).

FAZIT

Insgesamt zeigte die Anwendung von PSM eine positive Ertragswirkung. Die Anwendung von Prognosemodellen kann einen Beitrag zur Reduktion der Häufigkeit von PSM-Einsätzen und damit zur Umsetzung des Pestizid-Reduktionsplans leisten. Da dieser Versuch bisher nur zwei Jahre betrachtet wurde, sollte die Datengrundlage durch weitere Versuchsjahre und -standorte erweitert werden.

PRECISION FARMING: WAS LEISTET DER SOILOPTIX-BODENSCANNER?

Christian Kirchner, Cecilia Hüppe und Prof. Dr. Antje Hermann | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund und Fragestellung

Die teilflächenspezifische Bewirtschaftung ist ein zentrales Element des „Precision Farmings“. Mittels Applikationskarten können Betriebsmittel zonenspezifisch effizient ausgebracht werden. Damit dies gelingt, muss die bodenbedingte Heterogenität innerhalb eines Schlag möglichst kleinräumig erfasst werden. Hierfür eignen sich Bodenscanner, wie beispielsweise der Bodensensor von SoilOptix®. Mittels Gammaskopie misst der Sensor berührungslos die natürliche elektromagnetische Strahlung des Bodens (Emission der Isotope ^{137}Cs , ^{238}U , ^{232}Th und ^{40}K), woraus sich Bodenart und Nährstoffgehalte schätzen lassen sollen.

Konkret verspricht der Sensor eine genaue Schätzung von Bodenart (Sand-, Schluff- und Tongehalt), Makro- (Kalium, Magnesium, Phosphor und Schwefel) und Mikronährstoffgehalten (Bor, Kupfer, Mangan, Zink und Natrium). Zusätzlich werden pH-Wert und der organische Kohlenstoff-Gehalt (C_{org}) erfasst. Wie zuverlässig die Schätzung dieser Bodenparameter durch SoilOptix® ist, hat die Fachinformation Pflanzenbau mit einem Methodenvergleich überprüft.

Versuchsaufbau

Am Landwirtschaftszentrum Eichhof wurden Versuchsflächen im Umfang von 9,3 ha mit dem SoilOptix® Bodenscanner kartiert. Hierbei handelt es sich um Alluvialböden mit hoher Heterogenität in Sand-, Ton- und Schluffgehalten bei guter Nährstoffversorgung. Nach Kartierung mit dem Bodenscanner wurden 50 Punkte festgelegt, an denen Bodenproben für eine Laboranalyse durch den Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) entnommen wurden. Die Punkte wurden so gewählt, dass eine möglichst große Spannweite der Kartierungsergebnisse abgedeckt wurde. In einem Umkreis von 1 m wurden Bodenproben (10 Einstiche, 30 cm Tiefe) entnommen. Anschließend wurden für den Vergleich die SoilOptix®- und LHL-Analyseergebnisse einer statistischen Auswertung unterzogen.

Ergebnisse und Diskussion

Der Vergleich der über SoilOptix® geschätzten Bodenparameter mit den Laborergebnissen ist in Abb. 1 dargestellt. Sand-, Schluff- und Tongehalte wurden mit SoilOptix® vergleichsweise gut geschätzt. Der Schluffanteil wurde signifikant etwas unterschätzt. Die Schätzungen von Kalium, Magnesium und Zink sowie der Gehalt an organischer Masse waren mit höheren Fehlern behaftet. Für Schwefel, Mangan, Kupfer, Bor, Phosphor, Natrium und Eisen zeigt die Streuung der Punkte keine zufriedenstellende Übereinstimmung der SoilOptix®-Ergebnisse mit den Laborwerten. Kein statistischer Zusammenhang zwischen beiden Methoden konnte für die Nährstoffe Phosphor, Bor, Eisen, Natrium sowie den pH-Wert gefunden werden.

Ursache für die unterschiedliche Schätzgüte von SoilOptix® in Bezug auf die untersuchten Parameter kann die Messmethode selbst sein. Die Isotope ^{238}U , ^{232}Th und ^{40}K sind in der Gitterstruktur einiger Minerale der Ursprungsgesteine zu finden, welche die relativen Anteile der Korngrößenfraktionen bedingen. Sandfraktionen tragen kaum bis keine Radionuklide in sich, während Tonfraktionen reich an Radionukliden sind. Die landwirtschaftliche Nutzung verändert die Korngrößenverteilung und damit die Gammastrahlung nicht wesentlich, sodass die Schätzung der Bodenart über den SoilOptix®-Scanner gut möglich ist.

Für Magnesium, Kalium und Zink war ein gewisser Zusammenhang zwischen SoilOptix® und den Laborwerten gegeben. Diese Elemente sind ebenfalls in den Ursprungsgesteinen vorhanden, werden aber auch über Düngemittel ausgebracht. Durch die unterschiedliche Gammastrahlung von Düngemitteln kann die geringere Schätzgenauigkeit erklärt werden. Schwefel, Mangan, Kupfer, Bor, Phosphor und Eisen werden vor allem durch organische Düngemittel ausgebracht, die vermutlich eine zu unterschiedliche Gammastrahlung für eine genaue Schätzung aufweisen. In keinem Zusammenhang mit dem Ursprungsgestein steht die organische Masse sowie der pH-Wert, wodurch die unzureichende Schätzgüte erklärbar ist.

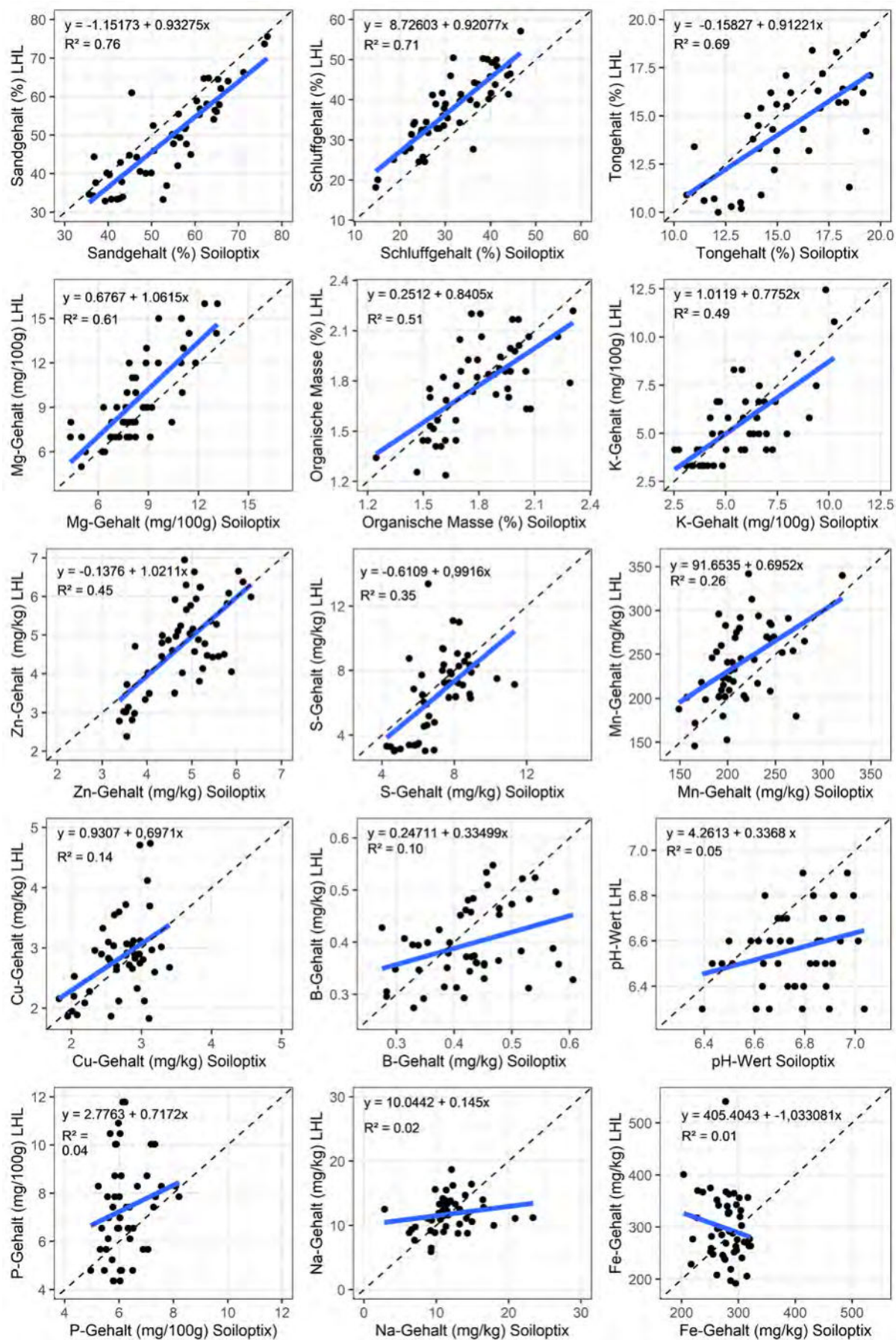


Abb. 1: Vergleich von Bodenparametern geschätzt über SoilOptix® und gemessen mittels Labormethoden
Hohe Übereinstimmung beider Methoden ist gegeben, wenn Punkte annähernd auf der Winkelhalbierenden (gestrichelte Linie) liegen und das Bestimmtheitsmaß R^2 (adjustiert) nahezu 1 beträgt.

Bodenart (SoilOptix®)



Bodenart

- Sand (S)
 - anlehmiger Sand (SI)
 - lehmiger Sand (IS)
 - stark lehmiger Sand (SL)
 - sandiger Lehm (sL)
 - Lehm (L)
 - schwerer Lehm (LT)
 - Ton (T)
 - Moor (Mo)
- Feldgrenze
- Bodenprobe LLH
- Kalibrationspunkte SoilOptix®

0 75 150m



Abb. 2: Kartierung der Bodenart mittel des Bodensensors SoilOptix®

FAZIT

Mit dem SoilOptix®-Sensor lassen sich nur einige Bodenparameter mit ausreichender Genauigkeit schätzen. Zuverlässig bestimmbar ist die Korngrößenverteilung (Abb. 2), sodass sich der Einsatz zur Erfassung der Bodenart für beispielsweise eine teilflächenspezifische Aussaat empfiehlt. Zusätzlich kann die Kartierung von Kalium, Magnesium und Zink sinnvoll sein. Als alleinige Informationsquelle für die Bestimmung der auszubringenden Düngermenge empfiehlt sich der Scanner jedoch nicht. Zur Bestimmung aller weiteren Nährstoffe und des pH-Werts ist der Sensor bisher nicht zu empfehlen.

EFFEKTE LANDWIRTSCHAFTLICHER NUTZUNG AUF NÄHRSTOFFAUSTRÄGE – ERGEBNISSE DER LYSIMETERANLAGE HARLESHAUSEN

Prof. Dr. Antje Herrmann, Carmen Schumann, Dierk Koch | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund und Fragestellung

Der Wandel der Landwirtschaft hin zu klimaangepassten, standortgerechten und nachhaltigeren Produktionssystemen wird als zentrale, gesamtgesellschaftliche Aufgabe erachtet. Dabei gilt es, positive Wirkungen zu fördern und schädliche Effekte auf Klima und Agrarökosysteme zu vermeiden. Eine wesentliche Voraussetzung hierzu sind nachhaltige betriebliche Nährstoffkreisläufe basierend auf einer standortangepassten Produktionsintensität, da sich beispielsweise nur rund 50 % des zugeführten Stickstoffs in pflanzlichen und tierischen Marktprodukten wiederfinden.

Ziel eines an der Lysimeteranlage Harleshausen 1993 etablierten Versuches ist es, den Einfluss von Bewirtschaftungsform (ökologisch, konventionell) und -intensität (extensiv, intensiv) auf die pflanzliche Produktivität und Nährstoffausträge zu untersuchen. Im Beitrag dargestellt sind Ergebnisse der Jahre 2013/14 bis 2021/2022.

Versuchsaufbau

Tab. 1: Geprüfte Betriebstypen (4-fache Wiederholung)

VARIANTE	ERLÄUTERUNG	KÜRZEL
1	Ackerbau extensiv mit Zukauf org. Dünger RAW-WW-WG/ZF-KLeg-WW-WW 1,0 GV/ha, 10 m ³ Schweinegülle/ha/Jahr	Aex
2	Reiner Ackerbau ZR-WW-WG-ZF	A
3	Veredlungsbetrieb extensiv SM-WW-WG-ZF-KLeg-WW-WW-ZF 20 m ³ Rindergülle/ha/Jahr	Vex
4	Veredlungsbetrieb intensiv SM-WW-WG/ZF 40 m ³ Rindergülle/ha/Jahr	Vin
5	Ökoackerbau mit Zukauf org. Dünger KG-WW/ZF-SG/ZF-AB-WW-WR/US Rindermist, Rindergülle, Grüngutkompost	Öack
6	Öko-Veredlungsbetrieb extensiv KG-KG-WW/ZF-Möhre/ZF-AB-WW/US 0,5 GV/ha (Rindermist/-gülle)	Övex
7	Öko-Veredlungsbetrieb intensiv KG-KG-WW/ZF-Möhre/ZF-AB-WW 1,0 GV/ha (Rindermist/-gülle)	Övin
8	Ackerbaubetrieb Biogas WW-WG-Grünr./SM je nach Kultur 10-20 m ³ Gärrest/ha/Jahr	Biogas

RAW: Raps, WW: Winterweizen, WG: Wintergerste, ZF: Zwischenfrucht (in Variante 5 - 7: ohne Leguminosen), KLeg: Körnerleguminose, ZR: Zuckerrübe, SM: Silomais, HA: Hafer, SG: Sommergerste, WR: Winterroggen, KG: Klee gras, AB: Ackerbohne, US: Untersaat, Grünr.: Grünroggen als Zweitnutzungsfrucht, GV: Großvieheinheit



Ergebnisse und Diskussion

Die Witterungsverhältnisse im Untersuchungszeitraum (2013/2014 bis 2021/2022) waren gekennzeichnet durch Niederschläge, die 200 mm unter dem langjährigen Mittel (1981-2010: 729 mm) lagen; vor allem die Jahre 2018, 2019 und 2022 waren durch Trockenheit geprägt. Auch die Temperaturen lagen deutlich über dem langjährigen Mittel.

Rund 89 % des Niederschlags wurden unter der unbewachsenen Kontrolle (40 cm tiefes Kiesbett) aufgefangen, in den Prüfvarianten (145 cm gewachsener Boden – Parabraunerde aus Löss) im Mittel 20 %, wobei die höhere Biomasseproduktion der Varianten Vin, Biogas und A zu einem höheren Wasserverbrauch und damit zu einer geringeren Sickerung führte. Mit dem Sickerwasser wurden in der Kontrolle 9,7 kg Nitrat-N/ha (mittlere Konzentration: 9,2 mg NO_3/L) verlagert, was in etwa der Deposition entspricht. Die N-Verlagerung unter den durchwurzelbaren Bodenraum variierte zwischen 4 und 24 kg Nitrat-N/ha (Abb. 1), resultierend in einer Nitratkonzentration von 26 bis 78 mg NO_3/L . Dabei zeichneten sich die konventionell bewirtschafteten Varianten A und Vin durch die geringsten und der intensiv geführte Öko-Veredelungsbetrieb (Övin) sowie der Ökoackerbau mit Zukauf organischer Dünger (Öack) durch die höchsten N-Frachten und Nitratkonzentrationen aus.

Die N-Fracht zeigte jedoch keine Beziehung zum N-Bilanzüberschuss, der für die Öko-Betriebstypen mit -6,8 bis 8,9 kg N/ha als sehr gering einzustufen ist. Auch der „reine Ackerbau“ erzielte eine ausgeglichene N-Bilanz, während die anderen konventionell bewirtschafteten Varianten und der Biogas-Betrieb etwas höhere N-Überschüsse aufwiesen.

Eine Ursache für die in der Ökovariante Övin erhöhte N-Verlagerung und Nitratbelastung kann in dem Leguminosenanteil begründet sein. Zur Vegetationsperiode 2013/2014 wurden die Leguminosenanteile durch Ersatz legumer Zwischenfrüchte bereits reduziert, liegen in Övin und Övex aber noch über der Praxisempfehlung. Weiterhin zeigt die Analyse der jährlichen N-Frachten und Nitratkonzentrationen, dass vor allem nach Ackerbohne erhöhte Verluste auftreten, da die folgende Winterung (Weizen oder Roggen) den aus Ernteresten der Ackerbohne freiwerdenden N vor Winter nicht aufnehmen kann. Darüber hinaus resultierten unterdurchschnittliche Jahresniederschläge und dadurch bedingt geringe Sickerwassermengen in Interaktion mit der Bewirtschaftung in höheren Nitratkonzentrationen. Nicht zuletzt wurden im Betrachtungszeitraum von 9 Jahren die Fruchtfolgen der Varianten 1, 3, 5, 6, und 7 noch nicht komplett zweifach durchlaufen.

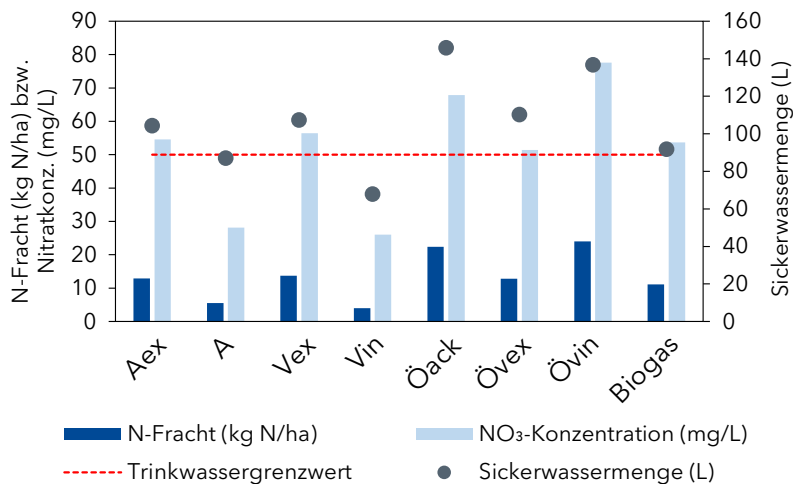


Abb. 1: Sickerwassermenge, N-Fracht und Nitrat-Konzentration im Sickerwasser in Abhängigkeit von Betriebstyp im Mittel der Vegetationsperioden 2013/14 bis 2021/22

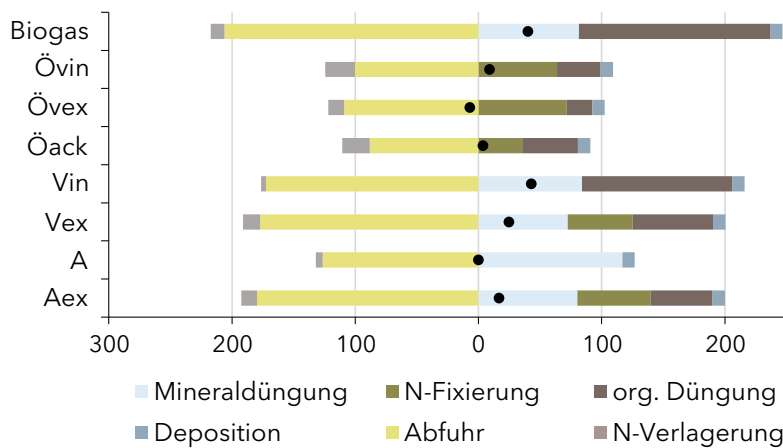


Abb. 2: Mittlere jährliche N-Bilanz (kg N/ha; als Punkt markiert) der Betriebstypen
Abfuhr: N-Entzug (kg N/ha) über Erntegut, N-Bilanz: Zufuhr (Mineraldüngung, N-Fixierung, organische Düngung, Deposition) minus Abfuhr

FAZIT

Die geprüften Bewirtschaftungsformen (ökologisch, konventionell) und -intensitäten zeigen keine enge Beziehung zur N-Verlagerung. Auch bei geringen N-Bilanzüberschüssen können höhere N-Verlagerungen und Nitratkonzentrationen im Sickerwasser auftreten. Über eine Anpassung der Fruchtfolgegestaltung kann der N-Transfer von Körnerleguminosen in Folgefrüchte optimiert, die Nährstoffausnutzung gesteigert und Nährstoffverluste reduziert werden.

DÜNGEWIRKSAMKEIT VON PHOSPHOR-REZYKLATEN AUS KLÄRSCHLAMM

Dierk Koch¹, Dr. Fabian Jacobi², Carmen Schumann¹, Jennifer Löber², Prof. Dr. Antje Herrmann¹

¹Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen | Fachinformation Pflanzenbau, ²Landesbetrieb Hessisches Landeslabor

Hintergrund und Fragestellung

Phosphor (P) ist ein essentieller, nicht erneuerbarer Rohstoff, welcher meist aus P-haltigen Mineralien (hauptsächlich Rohphosphat) gewonnen wird. Aktuell werden über 90 % des mineralischen P als Düngemittel zur Sicherung der Pflanzenproduktion eingesetzt. Angesichts einer wachsenden Weltbevölkerung und damit steigendem Nahrungsmittelbedarf muss von einem zunehmenden P-Bedarf ausgegangen werden. Die Reserven an Rohphosphat sind jedoch endlich und geographisch stark konzentriert – bislang ist die Europäische Union nahezu vollständig von Importen abhängig. Ein wirtschaftliches Recycling von P aus Klärschlämmen könnte daher zu einem nachhaltigen P-Management beitragen und P-Importe reduzieren. Entsprechend haben verschiedene EU-Mitgliedstaaten Rechtsvorschriften für ein verpflichtendes Recycling P-reicher Abfälle auf den Weg gebracht. Die Verordnung zur Neuordnung der Klärschlammverwertung (Oktober 2017) sieht nach einer Übergangsfrist von 12 bzw. 15 Jahren eine verpflichtende P-Rückgewinnung aus Klärschlamm oder Klärschlammasche für Kläranlagen bestimmter Größe vor. Eine flächige Ausbringung von unbehandeltem Klärschlamm wird aufgrund von Bedenken hinsichtlich der Belastung mit Schadstoffen, Schwermetallen und Pathogenen weitgehend beendet.

Zur Gewinnung von P-Rezyklaten steht eine Reihe verschiedener Technologien zur Verfügung (z.B. Extraktion, Fällung, thermochemische Behandlung). Je nach Herstellungsverfahren unterscheiden sich die Rezyklate in Form und Zusammensetzung, vor allem in der chemischen Bindung des Phosphors. Ob die in der Düngemittelverordnung (DüMV) vorgegebenen Verfahren zur Ermittlung der P-Löslichkeit auch zur Charakterisierung solcher neuer P-Düngeprodukte geeignet sind und, ob die Mindest-Löslichkeitswerte erreicht werden, war unklar. Im Auftrag des Hessischen Ministeriums für Umwelt, Klimaschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz analysierte der Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) in Kooperation mit dem Landesbetrieb Hessisches Landeslabor (LHL) (i) die Aussagekraft verschiedener Metho-

den zur Bestimmung der P-Löslichkeit und (ii) die Düngewirksamkeit verschiedener Rezyklate aus Klärschlämmen.

Versuchsaufbau

In der Studie wurden insgesamt acht P-Rezyklate unterschiedlicher Hersteller und Recyclingverfahren untersucht (Tab. 1). Details zu den Produkten können dem Projektbericht entnommen werden. Die P-Verfügbarkeit der Produkte wurde als Wasser-, Neutral-Ammoncitrat- bzw. Citratlöslichkeit bestimmt und der Gesamt-P-Gehalt über Königswasseraufschluss ermittelt. Die P-Düngewirkung der Rezyklate wurde in der Gefäßversuchsstation des LLH analysiert. Hierzu wurde Welsches Weidelgras (*Lolium multiflorum*) in Mitscherlich-Gefäßen auf einem speziellen, P-freien Kultursubstrat in vier Wiederholungen angezogen und mit definierten Mengen der Rezyklate gedüngt, wobei als Referenzen eine ungedüngte Kontrolle und Triple-Superphosphat (TSP) mitgeführt wurden. Die Hauptnährstoffe (N, K) wurden in allen Varianten in gleichen Mengen und nach jedem Schnitt appliziert. Um auch die Nachwirkung der Düngung zu erfassen, wurden bis zu sieben Aufwüchse beprobt.

Ergebnisse und Diskussion

Die Wasserlöslichkeit lag, mit Ausnahme von Produkt 4, bei allen P-Rezyklaten unterhalb des Mindestwertes von 2,5 % der DüMV. Die Neutral-Ammoncitrat-Löslichkeit – i.d.R. gleichzusetzen mit sequentieller Extraktion mit Wasser und neutraler Ammoncitratlösung (nach DüMV gefordert) – erfüllte für alle Produkte die Vorgaben von mindestens 5 %. Die Citratlöslichkeit (keine Anforderung der DüMV) lag leicht über der Neutral-Ammoncitrat-Löslichkeit und erreichte mit Ausnahme von Produkt 9 (< 30 %) Werte über 70 %. Die Beziehung zur P-Aufnahme der Pflanze war am engsten für die Citratlöslichkeit (R^2 : 0.85), allerdings lag eine nichtlineare Beziehung vor, für eine Bewertung des düngerelevanten Anteils an P und die Ableitung von Düngempfehlungen erscheinen die geprüften bzw. in der DüMV vorgegebenen Methoden nur bedingt geeignet.

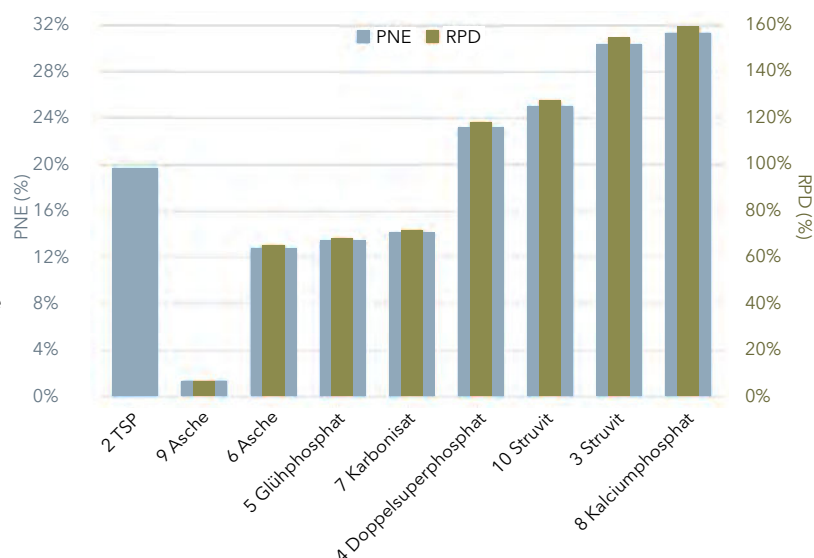
Die P-Düngewirkung der Rezyklate variierte stark, sowohl in Bezug auf den Trockenmasse (TM)-Ertrag als auch die P-Aufnahme und P-Nutzungseffizienz (Abb. 1). Einige Produkte hoben sich nicht von der Kontrolle (ungedüngt) ab bzw. erreichten nicht das Niveau von TSP und sind daher als Düngemittel nicht bzw. nur bedingt geeignet. Hierzu zählen vor allem Aschen und Karbonisate. Im Gegensatz dazu wiesen Struvite und säureaufgeschlossene Calcium- und Superphosphate P-Nutzungseffizienzen auf, die vergleichbar zu TSP waren oder darüber lagen. Eine im Ver-

gleich zu TSP höhere Düngewirkung könnte darin begründet liegen, dass keine Ausgleichsdüngung für andere Nährstoffe vorgenommen wurde, die in variierenden Mengen in den Rezyklaten enthalten sind. Insgesamt wurden jedoch auch für die effektivsten Rezyklate nur maximal 31 % des zugeführten Gesamt-P im Erntegut wiedergefunden. Die mittel- und langfristige Wirksamkeit des im Boden verbliebenen, nicht-aufgenommenen P-Anteils sollte daher über Langzeitversuche unter Feldbedingungen abgeklärt werden.

Tab. 1: Art der untersuchten P-Rezyklate

VARIANTE	PRODUKT	AUSGANGSMATERIAL
1	Kontrolle	-
2	Tripelsuperphosphat (TSP)	-
3	Struvit	Faulschlamm
4	Doppelsuperphosphat	Klärschlammverbrennungsasche
5	Glühphosphat Rhenaniaphosphat	Klärschlammmasche
6	Klärschlammmasche	Klärschlamm, überwiegend aus Bio-P-gefälltem Klärschlamm
7	Klärschlammkarbonisat	Klärschlamm
8	Calciumphosphat	Entwässerter Klärschlamm, 25 % TS nach Eisenfällung
9	Asche	Klärschlamm (90 % TS)
10	Struvit	Faulschlamm

Abb. 1: P-Nutzungseffizienz (PNE) und relative P-Düngeeffizienz (RPD) der geprüften P-Rezyklate
 $PNE (\%) = (P\text{-Aufnahme (Rezyklat)} - P\text{-Aufnahme (ungedüngte Kontrolle)}) / \text{applizierte P-Menge}$;
 $RPD (\%) = PNE (\text{Rezyklat}) / PNE (\text{TSP})$



FAZIT

Die untersuchten Methoden zur Charakterisierung der P-Löslichkeit von Rezyklaten gestatten keine zuverlässige Abschätzung des P-Düngepotentials. Die Ergebnisse des Gefäßversuchs belegen, dass Fällungsprodukte (Struvite) sowie säureaufgeschlossene Calcium- und Superphosphate eine Alternative zu auf Rohphosphat basierenden P-Düngemitteln darstellen.

Der vollständige Projektbericht kann unter dem folgenden Link abgerufen werden: umwelt.hessen.de/sites/umwelt.hessen.de/files/2022-10/abschlussbericht_p-duengewirksamkeit_von_klaerschlamm-rezyklaten_0.pdf



GRÜNLAND & FUTTERBAU

- Projekt NEffMais – Erste Ergebnisse zur UAV-basierten Schätzung relevanter Bestandesparameter
- Dem Klimawandel durch angepasste Arten-/Sortenkombinationen im Grünland begegnen
- Bekämpfung der Staudenlupine (*Lupinus polyphyllus*) und Regeneration des standorttypischen Magerrasens durch mechanische Pflege

PROJEKT NEFFMAIS – ERSTE ERGEBNISSE ZUR UAV-BASIERTEN SCHÄTZUNG RELEVANTER BESTANDESPARAMETER

Prof. Dr. Antje Herrmann¹, Larissa Ullrich¹, Dr. Anna Marie Techow¹, Dr. Josephine Bukowiecki², Prof. Dr. Henning Kage²

¹Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen | Fachinformation Pflanzenbau, ²Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Hintergrund und Fragestellung

Mais stellt in vielen Bundesländern, so auch in Hessen, eine der anbaustärksten Ackerkulturen dar. Mit einem hohen Ertragspotential, aber einem dazu vergleichsweise geringen Stickstoff (N)-Bedarf verfügt Mais über eine hohe Effizienz der N-Nutzung. Dazu trägt auch bei, dass die Phase der stärksten N-Aufnahme von Mais normalerweise in einen Zeitraum fällt, der durch hohe Bodentemperaturen gekennzeichnet ist und in welchem die Mineralisation im Boden intensiv verläuft. Organische Düngung kann von Mais daher prinzipiell gut verwertet werden und in Jahren mit hoher N-Nachlieferung kann mineralische N-Düngung eingespart werden. Aufgrund einer hohen standort- und jahresbedingten Variation von N-Aufnahme und N-Nachlieferung aus Boden und organischer Düngung gestaltet sich die N-Düngung schwierig. Nach der Maisernte findet man daher öfters erhöhte Rest-N-Mengen (N_{\min}) im Boden. Bleibt der Boden in einem solchen Fall über Winter unbedeckt oder kann die nach der Maisernte eingebrachte Folgefrucht im Herbst nicht mehr genügend N aufnehmen, besteht ein gesteigertes Risiko der Nitratverlagerung in das Grundwasser. Darüber hinaus bergen erhöhte N_{\min} -Mengen nach der Maisernte das Risiko gesteigerter N_2O -Emissionen.

Der Praxis eine bessere Abschätzung des N-Angebotes im Boden und des N-Bedarfes von Mais an die Hand geben zu können, ist Ziel des FNR-geförderten Projektes NEffMais (Sensor- und modellgestützte Quantifizierung von N-Bedarf und N-Angebot zur Steigerung der N-Effizienz im Maisanbau), das in Kooperation der Universitäten Kiel und Göttingen mit dem Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen durchgeführt wird.

Methodik

Im Projekt werden klassische N-Düngungsversuche (Standorte Bad Hersfeld, Wehnen, Hohenschulen) mit dem Einsatz von Sensoren und Modellen kombiniert. Drohnengestützte Messungen der spektralen Reflektion von Maisbeständen werden genutzt, um die N-Versorgung zu quantifizieren.

Die N-Nachlieferung aus dem Boden soll mittels NIRS-Spektren von Bodenproben abgeschätzt werden. Auf Basis neu angelegter Feldversuche und der Auswertung historischer N-Düngungsversuche wird die Beziehung zwischen optimaler N-Versorgung und Maisertrag sowie zwischen Standort-/Anbauparametern und der N-Nachlieferung ermittelt. Der Einfluss der Jahreswitterung auf Maisertrag und N-Nachlieferung wird über dynamische Modelle berücksichtigt. Im Folgenden sollen erste Ergebnisse zur UAV (unmanned aerial vehicle)-basierten Schätzung von Bestandesparametern dargestellt werden, welche für die Schätzung des N-Bedarfs relevant sind.

Ergebnisse und Diskussion

Auf Basis eines umfangreichen Datensatzes, in welchen neben NEffMais weitere Datensätze eingegangen, wurde die Beziehung zwischen dem Trockenmasse (TM)-Ertrag zur Ernte und verschiedenen, zu unterschiedlichen Entwicklungsstadien erfassten Bestandesparametern analysiert. Bestandesflächenindex (green area index, GAI) und Bestandeshöhe zeigten die engste Beziehung zum Ernteertrag. Anhand dieser Parameter konnte bereits in relativ frühen Entwicklungsstadien ein hoher Anteil der Ertragsvariation erklärt werden.

Um den GAI aus drohnengestützten Multispektraldaten schätzen zu können, wurden regelmäßige Befliegungen durchgeführt (Abb. 1) und eine Kalibration auf Basis destruktiver Probenahmen vorgenommen. Es konnte eine über die gesamte Vegetationszeit von Mais zuverlässige und robuste Kalibration entwickelt werden, für die auch die Validation mit unabhängigen Daten erfolgreich war ($R^2 > 0,8$), siehe Abb. 2. Zur Schätzung der Bestandeshöhe mittels Drohne wurden manuelle Messungen durch Befliegungen mit hochauflösenden RGB-Kameras begleitet. Über die Erzeugung von 3D-Punktwolken konnten die Pflanzenhöhe und deren Variation auf Parzellenebene abgeleitet werden.

Eine UAV-basierte Schätzung von ertragsrelevanten Parametern ermöglicht nicht nur die Vorhersage der finalen Erntemenge, sondern auch der Qualität der Biomasse, da über die Kombination von Bestandeshöhe und Vegetationsindizes die aufgenommene N-Menge abgeschätzt werden kann. Somit könnte bei verhaltener N-Gabe zur Saat in der Vegetation eine besser an den Pflanzenbedarf angepasste Nachdüngung erfolgen. Entsprechende Auswertungen sind aktuell in Bearbeitung. Zusätzlich zu Multispektral- und RGB-Daten kann der Einsatz von drohngestützten Messungen der Bestandestemperatur zu einem besser an Standort und Jahreswitterung angepassten und somit nachhaltigeren Maisanbau beitragen. Entsprechende Untersuchungen werden vom Kooperationspartner Universität Kiel durchgeführt.

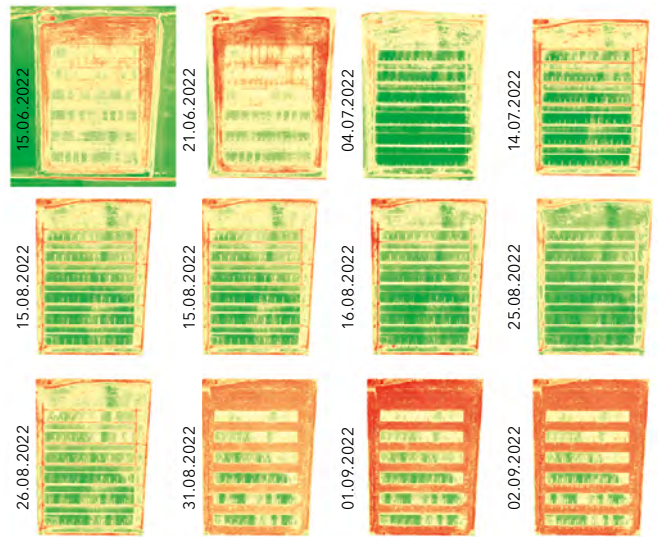


Abb. 1: Drohnenbefliegungen des Versuchsstandortes Bad Hersfeld, dargestellt am Beispiel des NDVI (normalized difference vegetation index) in Abhängigkeit des Befliegungstermins, Aussaat: 9.5.2022 Zuwachsbeprobungen ab 15.6.2022

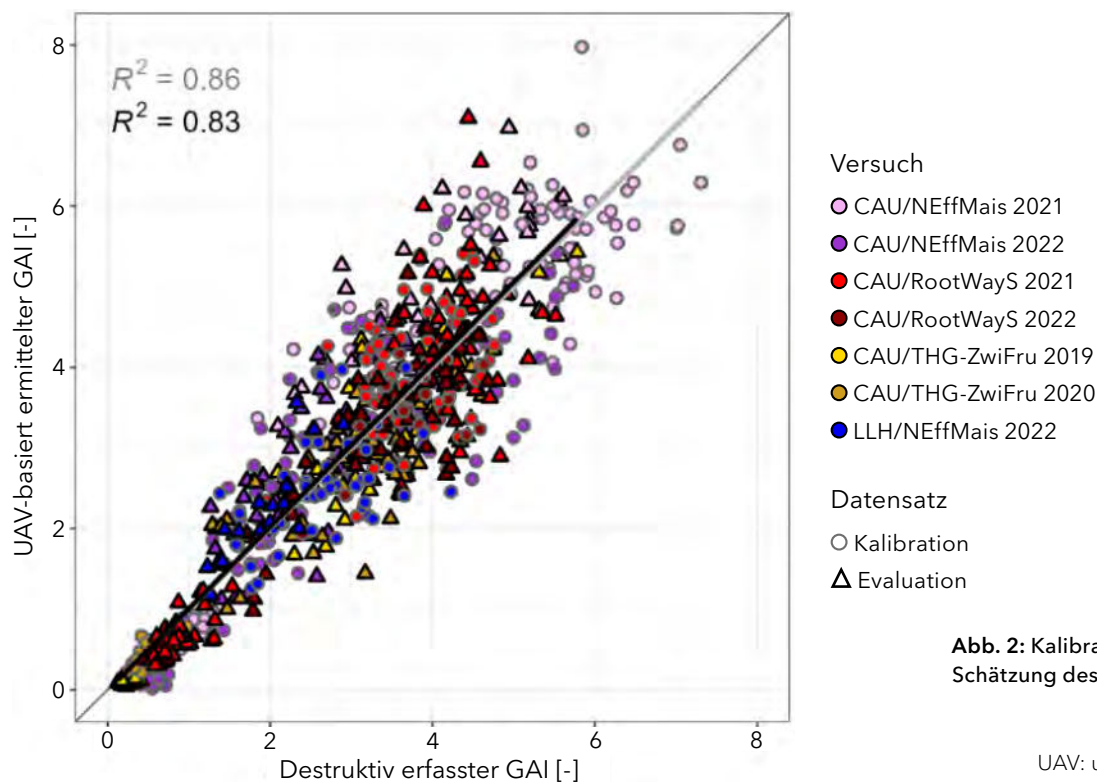


Abb. 2: Kalibration und Validation der Schätzung des GAI aus UAV-basierten Multispektraldaten
GAI: green area index,
UAV: unmanned aerial vehicle

FAZIT

Die vorliegenden Ergebnisse belegen das Potential der sensorgestützten Schätzung von Bestandesparametern, welche über Kombination mit einem dynamischen, prozessorientierten Wachstumsmodell die Möglichkeit bieten, den N-Bedarf von Mais genauer abzuschätzen.



Abb. 1: Knaulgras ist ein hohertragsreiches Futtergras, das sich sehr gut an trockene Bedingungen anpassen kann. Zur Verbesserung der Futterqualität und zur Abmilderung des Verdrängungseffektes sollte es mit anderen Grasarten, wie Wiesenrispe und Wiesenlieschgras kombiniert werden.

DEM KLIMAWANDEL DURCH ANGEPASSTE ARTEN-/ SORTENKOMBINATIONEN IM GRÜNLAND BEGEGNEN

Dr. Anna Techow | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund und Fragestellung

In Folge der Klimaveränderungen mit häufigerer Frühjahrs-trockenheit und Sommerdürre wird der abiotische Stress für Grünlandpflanzenbestände zunehmen. Es entstehen Futterlücken, die durch hochleistungsfähige und nachhaltig stabile Pflanzenbestände geschlossen werden müssen. Anpassungsstrategien im Wirtschaftsgrünland bestehen vor allem in der Auswahl angepasster Arten in ausgewählten Mischungen. Für zeitweise trockene Standorte werden dabei häufig knaulgrasbetonte Mischungen empfohlen. Knaulgras gilt als Gras, das aufgrund einer dickeren Kutikula auch auf zu Trockenheit neigenden Standorten zurechtkommt. Auf Standorten, die diesem Gras zusagen, dominiert es allerdings mit zunehmender Nutzungsdauer den Pflanzenbestand. Dies hat zur Folge, dass solche Bestände aufgrund der frühen Blüte des Knaulgrases leicht überständig werden und somit die Futterqualität geringer ausfällt. Zudem verdrängt es andere wertvolle Gräser aus dem Bestand. Damit das Knaulgras nicht bestandsdominierend wird, müsste der Knaulgras-Anteil in der Mischung zugunsten weniger trockenheitsverträglicher Gräser reduziert werden.

Ein Beispiel für eine knaulgrasbetonte Mischung ist die Qualitäts-Standard-Mischung GIV für austrocknungsgefährdete und sommertrockene Standorte. Sie enthält neben einem hohen Anteil an Knaulgras u.a. auch Wiesenrispe und Wiesenlieschgras. Auch die Wiesenrispe mit ihren unterirdischen Ausläufern ist unempfindlich gegen Trockenheit. Im Gegensatz zu Knaulgras hat sie aber eine recht langsame Anfangsentwicklung und fasst schwer Fuß neben verdrängenden Arten wie Weidelgras oder Knaulgras. Um die Wiesenrispe langfristig im Dauergrünlandbestand zu

etablieren, sollte ihre Entwicklung durch die richtige Auswahl der anderen Mischungskomponenten begünstigt werden.

Ziel der vorliegenden Untersuchung ist es, durch eine geeignete Arten-/Sortenkombination von Knaulgras, Wiesenrispe und Wiesenlieschgras stabile Bestände zu etablieren, die ein ausgeglichenes Mischungsverhältnis aufweisen. Dadurch wird die Ertragssicherheit erhöht, und der Qualitätsabfall bei verspäteter Nutzung ist durch die ausgleichende Wirkung der Mischungspartner verlangsamt.

Versuchsaufbau

Im Jahr 2015 wurde ein einfaktorieller Exaktversuch als randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen am Versuchsstandort Eichhof angelegt, der sich mit dem Jahr 2023 im letzten Versuchsjahr befindet. Es wurden von den Grünlandarten Knaulgras, Wiesenrispe und Wiesenlieschgras je zwei Sorten mit unterschiedlicher Wuchsform miteinander kombiniert. Ausgewählt wurden Sorten mit liegendem/halbliegendem Wuchs (planophil) und Sorten mit aufrechtem/halbaufrechtem Wuchs (erectophil). Beim Knaulgras hat die geprüfte Sorte Baraula einen mittel bis halbliegenden Wuchs (planophil), die Sorte Lupre hingegen hat einen halbaufrechten Wuchs (erectophil). Bei der Wiesenrispe wächst die geprüfte Sorte Lato halbaufrecht bis mittel (erectophil), die Sorte Oxford mittel bis halbliegend (planophil). Beim Wiesenlieschgras ist die Wuchsform der geprüften Sorte Barpenta mittel (bis eher halbliegend) (planophil), die Sorte Rasant hat einen aufrechten/halbaufrechten Wuchs (erectophil). Die unterschiedlichen Arten- und Sortenkombinationen sind in Tab. 1 zusammengefasst:

Tab. 1: Geprüfte Arten-/Sortenkombination und Charakterisierung der geprüften Sorten

FAKTOR	1			
Mischung	1	KL I	WRP I	WL I
	2	KL I	WRP I	WL II
	3	KL I	WRP II	WL I
	4	KL I	WRP II	WL II
	5	KL II	WRP I	WL I
	6	KL II	WRP I	WL II
	7	KL II	WRP II	WL I
	8	KL II	WRP II	WL II
Sorten und Wuchsformen				
		KL-Sorte	WRP-Sorte	WL-Sorte
		KL I Baraula (planophil)	WRP I Lato (erectophil)	WL I Barpenta (planophil)
		KL II Lupre (erectophil)	WRP II Oxford (planophil)	WL II Rasant (erectophil)

KL: Knaulgras, WRP: Wiesenrispe, WL: Wiesenlieschgras

Bewertet wurden neben dem Ertragsanteil in der Mischung sowohl der Ertrag als auch die Qualität der Aufwüchse. Im Folgenden werden vorläufige Ergebnisse im Hinblick auf die Ertragsanteile der Mischungskomponenten dargestellt.

Vorläufige Ergebnisse

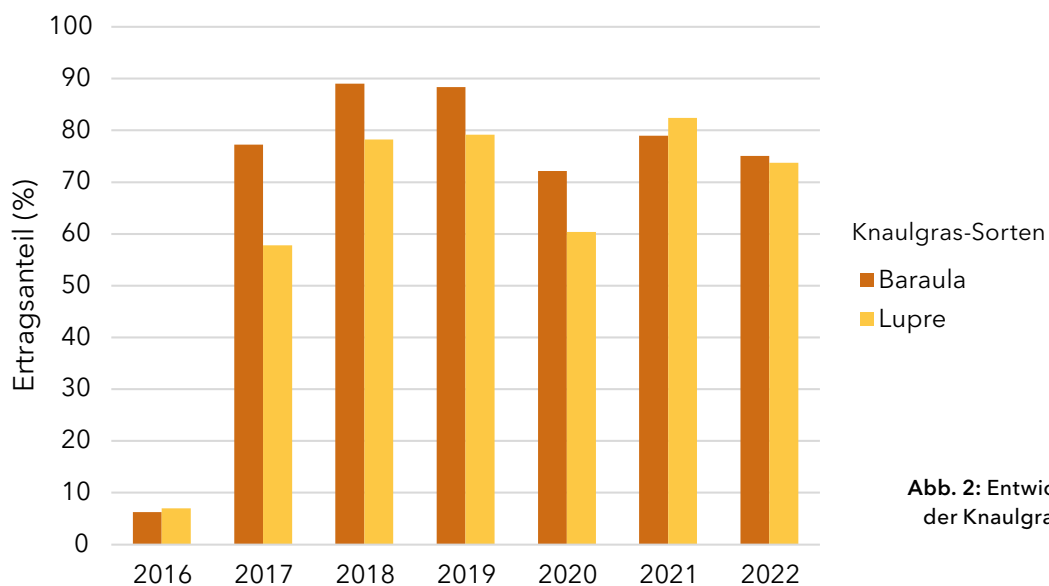


Abb. 2: Entwicklung der Ertragsanteile (%) der Knaulgras-Sorten Baraula (planophil) und Lupre (erectophil) am Versuchsstandort Eichhof

Beim Knaulgras wies die planophile Sorte in den ersten vier Versuchsjahren höhere Ertragsanteile im Mischbestand auf als die erectophile Sorte. Langfristig hingegen traten keine relevanten Unterschiede mehr auf.

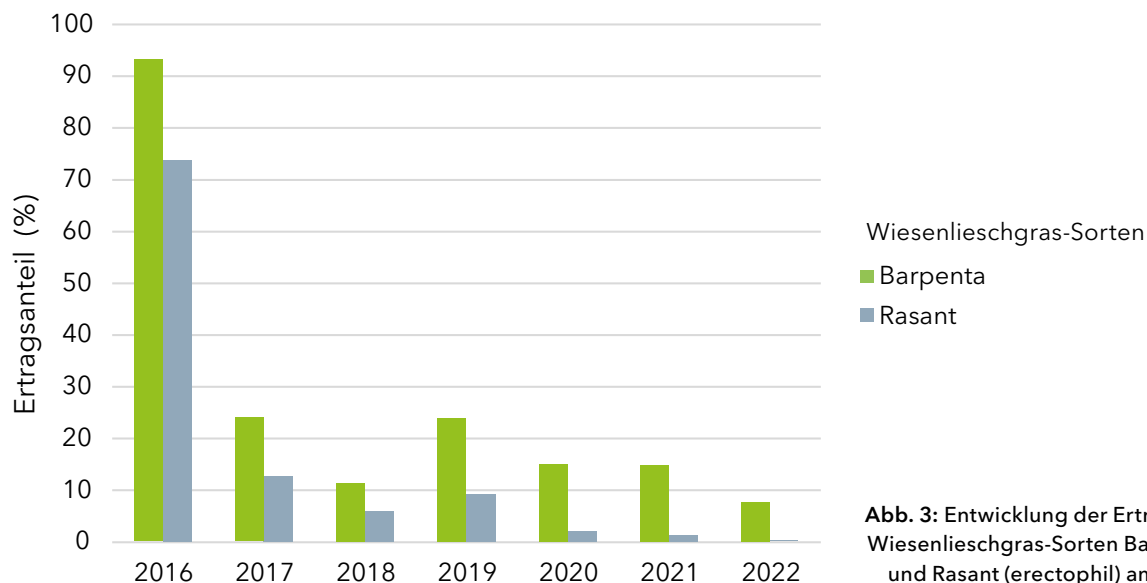


Abb. 3: Entwicklung der Ertragsanteile (%) der Wiesenlieschgras-Sorten Barpenta (planophil) und Rasant (erectophil) am Standort Eichhof

Das Wiesenlieschgras hatte neben dem Konkurrenzdruck durch Knaulgras auch mit den sehr trockenen Witterungsbedingungen in den Jahren 2018, 2019, 2020 und 2022 zu kämpfen. Die planophile Sorte zeigte sich durch ihre eher halbliegende Wuchsform konkurrenzkräftiger und ist auch noch nach sieben Versuchsjahren im Mischbestand zu finden.

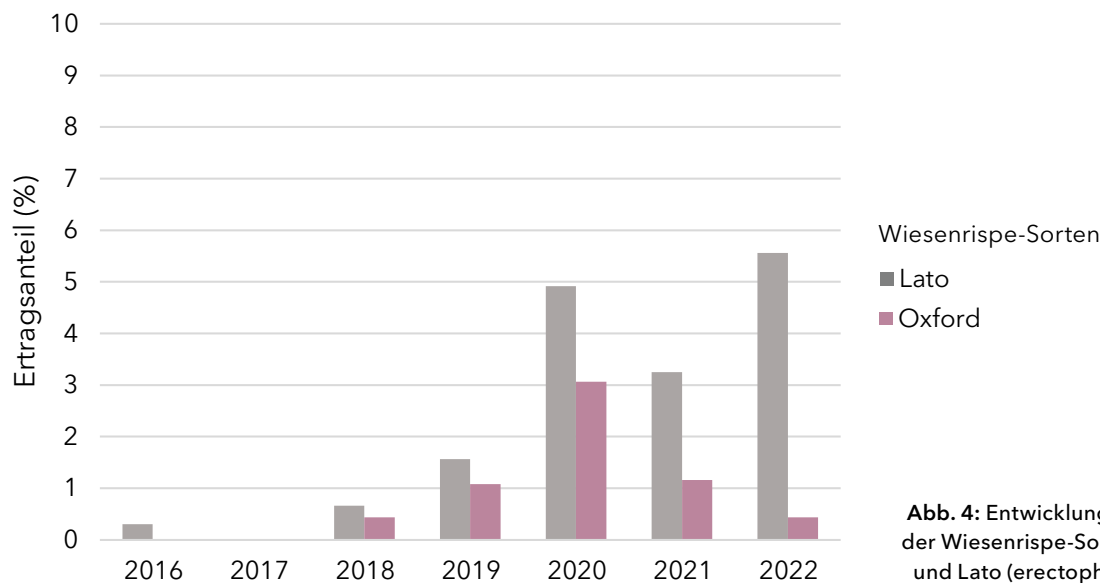


Abb. 4: Entwicklung der Ertragsanteile (%) der Wiesenrispe-Sorten Oxford (planophil) und Lato (erectophil) am Standort Eichhof

Die Wiesenrispe ist ein ausdauerndes Untergras mit einer geringeren Wuchshöhe. Hier zeigte die Sorte mit einer halbaufrechten (erectophilen) Wuchsform deutliche Vorteile in allen untersuchten Mischungskombinationen.

FAZIT

Die vorläufigen Ergebnisse zeigen, dass durch die Auswahl geeigneter Mischungskomponenten ihre Entwicklung in Grünlandbeständen positiv beeinflusst werden kann. Dabei kann die verdrängende Wirkung des Knaulgrases in den ersten Anbaujahren zumindest soweit gemindert werden, dass konkurrenzschwächere Arten wie Wiesenrispe genügend Zeit bekommen, sich in den Beständen zu etablieren.

BEKÄMPFUNG DER STAUDENLUPINE (*LUPINUS POLYPHYLLUS*) UND REGENERATION DES STANDORTTYPISCHEN MAGERRASENS DURCH MECHANISCHE PFLEGE

Dr. Anna Techow | Fachinformation Pflanzenbau

Hintergrund und Fragestellung

Die Staudenlupine wurde im vorigen Jahrhundert als Bodenverbesserer zur Vorbereitung von Aufforstungsmaßnahmen in der Rhön eingesetzt. Inzwischen breitet sie sich vor allem in höheren Mittelgebirgslagen rasant aus (Abb. 1). Durch ihr hohes Verdrängungsvermögen stellt sie besonders für Magerrasengesellschaften eine unmittelbare Bedrohung dar. In Zusammenarbeit mit dem UNESCO-Biosphärenreservat Rhön wurde im Jahr 1996 ein Versuch zum Zurückdrängen von *Lupinus polyphyllus* auf ungenutzten Magerasen der Rhön durch mechanische Pflege angelegt. Ziel des Versuches ist die Entwicklung eines großflächig praktikablen Pflegekonzeptes zur mechanischen Bekämpfung von *Lupinus polyphyllus* zum Schutz und zur Regeneration von Magerrasen der Mittelgebirge.

Versuchsaufbau

Auf einem langjährigen Brachebestand wurde 1996 ein zweifaktorieller Exaktversuch mit drei Wiederholungen etabliert, wobei die Bearbeitungsform und der Bearbeitungstermin variiert wurden. Als Bearbeitungstermine wurden Anfang Juni (Jun), Juni und August (Jun+Aug), sowie Ende August (Aug) gewählt. Die Bearbeitung erfolgte entweder als Mahd (S) mit Entfernen des Schnittgutes oder als Mulchschnitt (M) mit Verbleib der zerkleinerten Biomasse auf der Fläche. Als Kontrolle wurde zudem auch eine unbearbeitete Variante weitergeführt.



Abb. 1: Die Ausbreitung der Staudenlupine (*Lupinus polyphyllus*) wird auf vielen Flächen in den höheren Mittelgebirgslagen zunehmend zum Problem

Ergebnisse

Die Ergebnisse zeigen, dass *Lupinus polyphyllus* gleichermaßen empfindlich auf Schneiden und Mulchen reagiert. Die einmalige Bearbeitung wirkt im Juni deutlich stärker verdrängend als eine Bearbeitung im August. Bei später Bearbeitung (Aug.) bleibt der Brachecharakter der Bestände weitgehend erhalten. Die stärkste Wirkung wird mit zweimaliger Bearbeitung im Juni und August erzielt (Abb. 2). Bei der Entwicklung des standorttypischen Borstgrasrasen haben sich erste Charakterarten wie *Lathyrus linifolius*, *Thesium pyrenaicum*, *Galium pumilum*, *Polygala vulgaris*, *Veronica officinalis*, *Hypericum maculatum*, *Potentilla erecta*,

Luzula campestris, *Galium verum*, *Erophila verna*, *Avena pratensis* und *Carex caryophyllaea* etabliert. Die vollständige Entwicklung eines Borstgrasrasen ist allerdings noch nicht abgeschlossen. In den Schnittvarianten hat der fortgesetzte Nährstoffentzug mit Abtransport des Schnittgutes im Vergleich zum Verbleib des Schnittgutes beim Mulchen offensichtlich eine beschleunigende Wirkung auf die Entwicklung der Magerarten. Der Nährstoffrückfluss mit dem Mulchgut begünstigt hingegen eher die anspruchsvolleren Arten des Wirtschaftsgrünlandes.

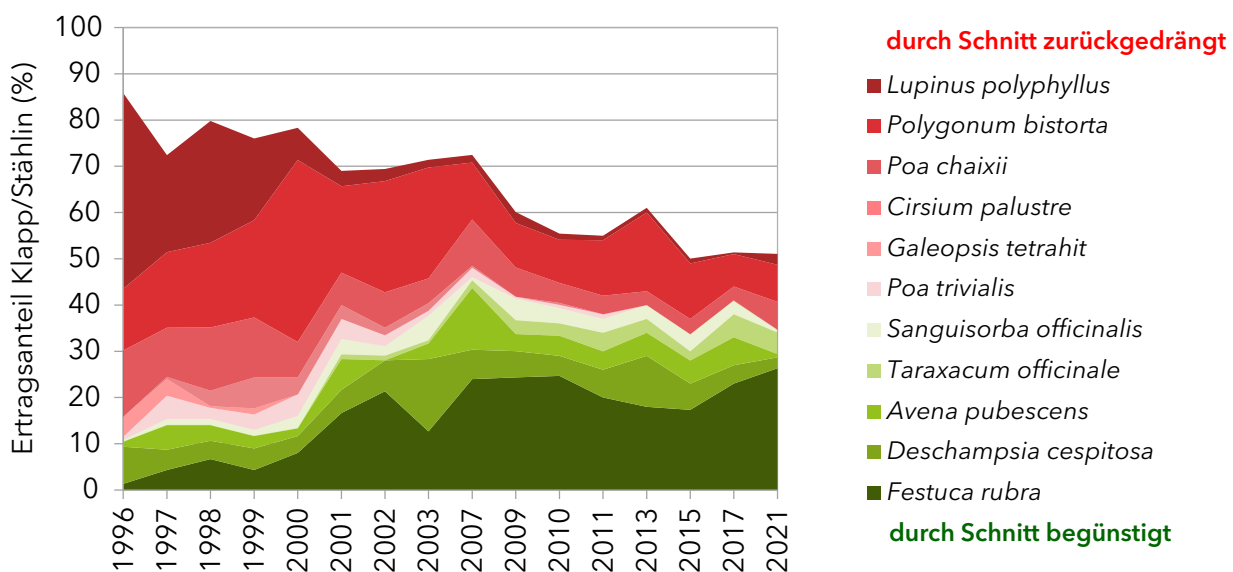


Abb. 2: Ertragsanteile der Bestandsbildner bei zweimaligem Schneiden (Juni und August)

Bei der Ertragsanteilsschätzung nach der Klapp/Stählin-Methode wird der Gewichtsprozentanteil der einzelnen Arten bezogen auf die Gesamtheit (= 100 %) der erntbaren Biomasse mittels einer Schätzung erhoben.

FAZIT

Regelmäßige Pflege durch Schneiden mit Entfernen des Schnittgutes aber auch durch Mulchen sind geeignet, *Lupinus polyphyllus* aus Dominanzbeständen zu drängen. Der Schnittzeitpunkt ist dabei ausschlaggebend für den Bekämpfungserfolg. Während durch einen späten Pflegeschnitt im August nur ein geringer Effekt erzielt werden kann, konnte durch einen frühen Schnitt im Juni bereits eine erfolgreiche Verdrängung stattfinden. Eine zweimalige Bearbeitung reduziert *Lupinus polyphyllus* bereits nach 5 Jahren auf Ertragsanteile von 2 bis 3 %. Da vom Mulchen hauptsächlich nährstoffliebende Arten profitieren, ist davon auszugehen, dass sich der ursprünglich auf dem Standort vorhandene Borstgrasrasen vor allem bei einem Pflegeregime mit Entfernung des Schnittgutes regenerieren wird.



ÖKOLOGISCHER LANDBAU

- Aussaatstärke Öko-Winterweizen:
Braucht es 400 und mehr keimfähige Körner pro Quadratmeter?

AUSSAATSTÄRKE ÖKO-WINTERWEIZEN: BRAUCHT ES 400 UND MEHR KEIMFÄHIGE KÖRNER PRO QUADRATMETER?

Dr. Andreas Hammelehle | Fachinformation Ökologischer Landbau

Hintergrund und Fragestellung

Auf dem Öko-Versuchsfeld in Ober-Erlenbach (OeVOE) wird ein Langzeitversuch durchgeführt, welcher in einer deckungsbeitragsstarken Modell-Fruchtfolge für viehlose Öko-Betriebe verschiedene Klee-gras-nutzungen prüft, unterschiedliche Möglichkeiten der Nährstoffrückführung vergleicht und übergeordnet die ökologische wie ökonomische Nachhaltigkeit dieser Modell-Fruchtfolge untersucht. Fragestellungen, welche sich aus der Versuchsdurchführung ergeben, werden in „Satelliten“-Versuchen auf dem OeVOE weiterverfolgt. Eine dieser Fragestellungen ist die optimale Aussaatstärke von Winterweizen. Öko-Winterweizen wird in der Regel mit 400 keimfähigen Körnern pro m² (kfK) plus einem Zuschlag von 10 % für Striegel-Verluste ausgesät. Dies führt zu einer starken Konkurrenz zwischen den Einzelpflanzen, wobei die Konkurrenzfähigkeit der Einzelpflanze nicht mit Ertragsstärke gleichzusetzen ist. Bei geringeren Aussaatstärken wird der Standraum pro Pflanze vergrößert und damit die Konkurrenz zwischen den Einzelpflanzen verringert. Um die Auswirkung der Aussaatstärke bei Winterweizen auf Ertrag und Qualität zu untersuchen, wurde ein vierjähriger Versuch durchgeführt.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde in den Jahren 2019 bis 2022 mit drei Aussaatstärken von 200, 300 und 400 kfK (Abb. 1) bei der Sorte Elixer auf dem OeVOE durchgeführt (Parabraunerde aus Löss, 72 bis 77 Bodenpunkte). Vorfrucht im ersten Jahr war eine Zwischenfrucht mit Leguminosen nach Winterweizen, in den Folgejahren ein ein- bzw. mehrjähriges Klee-Luzernegras.

2019, 2020 und 2022 waren bis zur Ernte sehr trocken, teilweise schon seit dem zeitigen Frühjahr, während 2021 bis zur Ernte ein niederschlagsreiches Jahr mit eher gemäßigten Temperaturen war.

Ergebnisse

Die Durchschnittserträge (86 % Trockensubstanz) der Versuchsjahre 2019 bis 2022 stiegen von 3,1 t pro ha im Jahr 2019 auf 4,7 t pro ha im Jahr 2020 auf 6,3 bzw. 6,1 t pro ha im Jahr 2021 bzw. 2022 an (Abb. 2). Zwischen den Aussaatstärken gab es jedoch keine signifikanten Unterschiede. Die Rohproteingehalte waren ebenfalls in den beiden Jahren 2021 und 2022 am höchsten (Abb. 2), unterschieden sich aber auch nicht zwischen den Aussaatstärken.



Abb. 1: Versuchspartellen mit 200, 300 und 400 kfK (6.5.2022)

Diskussion

Die gleichen Erträge bei 200 kfK pro m² gegenüber höheren Aussaatstärken wurden unter anderem durch eine stärkere Bestockung erzielt (ährentragende Halme pro m: 44,3 / 49,7 / 52,1 bei 200 / 300 / 400 kfK). Da die Anzahl ährentragender Halme bei 200 kfK gegenüber 400 kfK jedoch signifikant geringer war, lässt sich die Ertragsbildung bei 200 kfK nicht ausschließlich über die höhere Bestockung

erklären. Eine Steigerung des Ertrags über eine höhere Tausendkornmasse (TKM) kann ausgeschlossen werden, da zwischen den Aussaatstärken keine signifikanten Unterschiede bestanden. Demnach muss die Kompensation der geringeren Aussaatstärke bei 200 kfK über eine höhere Bestockung und einer größeren Anzahl Körnern pro Ähre erfolgt sein.

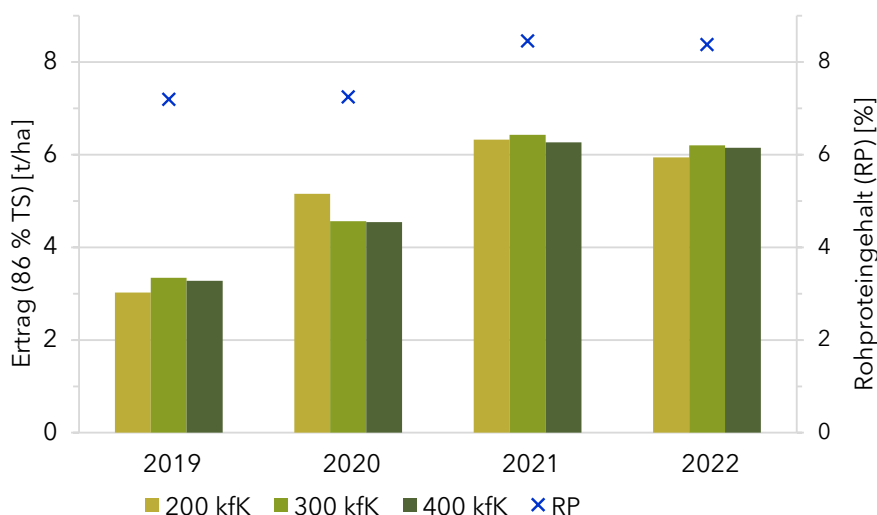


Abb. 2: Ertrag (86% Trockensubstanzgehalt) der verschiedenen Aussaatstärken sowie Rohproteingehalte (RP) in der Trockensubstanz (Durchschnitt aller Aussaatstärken)

FAZIT

Da in vier sehr unterschiedlichen Jahren mit unterschiedlichen Vorfrüchten keine Unterschiede im Ertrag und Rohproteingehalt zwischen den Aussaatstärken gefunden wurden, kann die Reduktion der Aussaatstärke auf 300 oder 200 kfK empfohlen werden. Jedoch ist das Ergebnis nicht unbedingt auf andere Sorten und andere Standorte übertragbar. Hierfür sind weitere Versuche nötig.

Die Einzelergebnisse pro Wiederholung bei 200 kfK zeigten oftmals die höchsten Erträge pro Wiederholung, aber teilweise auch die geringsten. Das könnte auf die clusterartige Verteilung des Saatgutes bei handelsüblichen Drillmaschinen zurückzuführen sein. Ein Vergleich der Drillsaat mit Einzelkornsaat oder mit Drillsaat mit Maschinen mit besserer Verteilgenauigkeit könnte diese Frage beantworten.



- Hessisches Monitoring zur Früherkennung von Amerikanischer Faulbrut
- Arbeitsaufwand und Wirksamkeit verschiedener Varianten der Sommerbehandlung gegen die Varroamilbe
- Ringtest zur Eignung von Ameisensäure zur Varroabehandlung

HESSISCHES MONITORING ZUR FRÜHERKENNUNG VON AMERIKANISCHER FAULBRUT

Dr. Marina Meixner | Bieneninstitut Kirchhain

Hintergrund und Fragestellung

Die Amerikanische Faulbrut ist eine anzeigepflichtige Krankheit der Bienenbrut, die durch den bakteriellen Erreger *Paenibacillus larvae* verursacht wird. Dieser Erreger schadet den erwachsenen Bienen nicht, ist aber für Larven tödlich und extrem ansteckend. Das Bakterium bildet sehr widerstandsfähige Dauerformen, sogenannte Sporen. Wenn diese in das Verdauungssystem von jungen Bienenlarven gelangen, keimen sie zur vegetativen Form der Bakterien aus, die sich dann explosionsartig vermehren. Die Toxine der Bakterien zerstören das Larvengewebe, die Larve stirbt ab, und große Mengen neuer Sporen werden gebildet. Beim Putzen von Wabenzellen mit abgestorbenen Larven werden die Sporen von Arbeitsbienen aufgenommen und mit dem Futter an neue Larven weitergegeben. Sie gelangen auch leicht von Bienenvolk zu Bienenvolk, z. B. durch Verflug oder Räuberei. So kann sich die Amerikanische Faulbrut sehr schnell und seuchenhaft ausbreiten. Daher fällt sie unter das Tierseuchenrecht; bereits der Verdacht muss dem zuständigen Amtstierarzt angezeigt werden. Die Bekämpfung erfolgt unter Aufsicht der Veterinärbehörden. Die Behandlung mit Antibiotika ist gegen Sporen unwirksam und in Deutschland verboten. Erkrankte Völker können jedoch mit geeigneten biotechnischen Maßnahmen saniert werden. Nur in Einzelfällen müssen erkrankte Bienenvölker vernichtet werden.

Versuchsaufbau und Methodik

Mittels einer mikrobiologischen Untersuchung von Honig bzw. Winterfutter aus dem sogenannten Futterkranz (Futtermaterial direkt am Brutnest des Bienenvolks) kann ermittelt werden, ob, bzw. wie hoch ein Bienenvolk mit Sporen des Faulbruterregers belastet ist (Abb. 1). Ein negativer Befund zeigt an, dass das Volk frei von Faulbrutsporen ist; bei einem positiven Befund kann zusätzlich zwischen den Kategorien I (Sporen wurden nachgewiesen, es besteht aber keine unmittelbare Gefahr eines Ausbruchs) und II (hoher Sporengehalt,

ein Krankheitsausbruch steht unmittelbar bevor, oder die Krankheit ist schon ausgebrochen) differenziert werden.

Ein flächendeckendes Monitoringprogramm zur Früherkennung der Amerikanischen Faulbrut wird seit 2007 aus Fördermitteln der EU und des Landes Hessen finanziert und in Kooperation des Bieneninstituts Kirchhain und des Landesverbands der Hessischen Imker durchgeführt. Hessische Imkervereine können pro 100 Vereinsvölker eine Sammelprobe (von bis zu 5 Völkern eines Bienenstandes) kostenlos untersuchen lassen. Die Probennahme wird über den Landesverband durch die Vereine organisiert; die Untersuchung findet im Bieneninstitut statt. Das Gesamtkontingent beträgt 300 Proben pro Jahr.

Ergebnisse

Seit der Einführung des Faulbrutmonitorings in Hessen ist der Anteil positiver Proben beständig zurückgegangen und lag in den letzten beiden Jahren bei null (Abb. 2).

Wurden in Hessen in den Jahren bis 2008 von Amtsveterinären noch durchschnittlich etwa 20 Faulbrut-Sperrgebiete verhängt, ist diese Zahl seither merklich gesunken. Im Jahr 2022 waren vier Sperrgebiete ausgesprochen; aktuell liegt die Zahl bei 2 (Stand April 2023).

Diskussion

Die mikrobiologische Untersuchung von Futterkranzproben ist eine wirksame Methode zur Früherkennung von Bienenvölkern, die mit Amerikanischer Faulbrut belastet sind. Bei positivem Nachweis werden die Veterinärbehörden informiert und koordinieren das weitere Vorgehen. So können Krankheitsherde frühzeitig identifiziert sowie gefährdete Völker erkannt und saniert werden; der Ausbruch der Krankheit sowie die Ansteckung von Nachbarvölkern werden unterbunden. Ein Seuchenausbruch wird verhindert.



Abb. 1: Mikrobiologische Untersuchung auf Amerikanische Faulbrut: Bakterienkolonien von *Paenibacillus larvae* auf einem Agar-Medium belegen, dass die Futterprobe mit Sporen belastet ist.



Abb. 2: Ergebnisse des Faulbrutmonitorings in Hessen seit 2008

FAZIT

Das hessische Monitoringprogramm hat dazu beigetragen, die Häufigkeit der Amerikanischen Faulbrut in Hessen drastisch zu senken und hilft den hessischen Imkern, ihre Bienenvölker gesund zu erhalten.

ARBEITSAUFWAND UND WIRKSAMKEIT VERSCHIEDENER VARIANTEN DER SOMMERBEHANDLUNG GEGEN DIE VARROAMILBE

Dr. Marina Meixner und Dr. Ralph Büchler | Bieneninstitut Kirchhain

Hintergrund und Fragestellung

Die Varroamilbe, ein vor Jahrzehnten eingeschleppter Bienenparasit, ist nach wie vor eine große Herausforderung für die Bienengesundheit. Die Milben sind für ihre Fortpflanzung auf Bienenbrut angewiesen und vermehren sich im Laufe der Saison stark. Steigt die Zahl der Milben in einem Bienenvolk zu stark an, entwickelt es im Laufe der Zeit den Symptomkomplex der Varroose, wird schwächer und geht nach einiger Zeit ein.

Biotechnische Verfahren zur Milbenbekämpfung, die auf einer Brutpause im Sommer basieren, unterbinden die Milbenvermehrung auf effektive Weise und reduzieren die Milbenlast im Bienenvolk zum kritischen Zeitpunkt der Winterbienenaufzucht. Zudem können sie unabhängig von der Umgebungstemperatur eingesetzt werden. In den zurückliegenden Jahren wurden am Bieneninstitut Kirchhain dazu verschiedene Methoden entwickelt und erprobt:

- **Bannwabe:** Die Königin wird dreimal hintereinander für je neun Tage auf eine einzelne Wabe gesperrt. Da sie dann nur dort Eier legen kann, wirkt diese Wabe als Milbenfalle und wird nach der Verdeckelung der Brut mitsamt den Parasiten vom Imker / von der Imkerin aus dem Volk entnommen. Nach 27 Tagen ist so der größte Teil der Milben aus dem Volk entfernt worden.
- **Käfigen und Behandeln:** Die Königin wird für 25 Tage in einen speziellen Käfig gesperrt, wo sie von den Arbeitsbienen versorgt wird, aber keine Eier legen kann. Nach spätestens 25 Tagen ist alle im Volk vorhandene Brut geschlüpft, und alle Milben sind auf den erwachsenen Bienen. Danach wird die Königin wieder freigelassen und das Volk zur Abtötung der Milben mit Oxalsäure behandelt.
- **Totale Brutentnahme:** Alle Brutwaben samt den darin enthaltenen Milben werden entnommen. Eine Fangwabe mit offener Brut wird eingesetzt, um die Milben von den erwachsenen Bienen anzulocken. Nach der Verdeckelung der Brut wird die Fangwabe aus dem Volk entfernt.

Die beschriebenen Methoden unterscheiden sich in Arbeitsaufwand und Wirksamkeit, zudem existieren regionale Varianten. Bislang gab es dazu noch keine vergleichenden Untersuchungen. Die hier vorgestellte Studie des internationalen Forschungsnetzwerks COLOSS (<https://coloss.org>) hatte zum Ziel, die Wirksamkeit und den Arbeitsaufwand dieser Methoden auf europäischer Ebene zu vergleichen.

Versuchsaufbau

Der Versuch wurde von 2017 bis 2018 in 10 Ländern (15 Bienenstände, 370 Bienenvölker) durchgeführt und vom Bieneninstitut Kirchhain koordiniert.

Tab. 1: Übersicht über die im COLOSS Versuch getesteten Varianten der Brutunterbrechung

METHODE	ANWENDUNGSVARIANTE
Königin käfigen + Oxalsäure	Träufeln von Oxalsäure (4,2 % - 5 ml / Wabengasse
	2,5 % - 5 ml / Wabengasse
	2,5 % - 8 ml / Wabengasse)
Bannwabe	Sublimieren von 2 g Oxalsäuredihydrat-Kristallen
	Königin für 3 x 9 Tage auf einzelner Wabe gesperrt
	Königin für 20 Tage auf einzelner Wabe gesperrt, Träufeln von 4,2 % Oxalsäure an Tag 25
Totale Brutentnahme	Entfernen aller Brutwaben und Einsatz einer Fangwabe mit offener Brut, die nach 9 Tagen wieder entfernt wird

Getestet wurden alle drei oben beschriebenen Verfahren der Brutunterbrechung in verschiedenen Anwendungsvarianten (Oxalsäure Verdampfen und Träufeln in drei verschiedenen Dosierungen, Totale Brutentnahme sowie zwei Varianten des Bannwabenverfahrens). Eine Oxalsäure-Träufelbehandlung mit 4,2 % Lösung diente auf allen Ständen als Standard und Positivkontrolle (Tab. 1).

Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die Wirksamkeit einer Behandlung mit Oxalsäure entscheidend von der richtigen Dosierung abhängt (Abb. 1). Träufeln von 5 ml einer 4,2 % Säurelösung (Kontrolle) je besetzter Wabengasse hatte eine mittlere Wirksamkeit von ca. 90 %. Das Verdampfen von 2 g Oxalsäure wirkte vergleichbar gut. Mit den Methoden „Totale Brutentnahme“ und „Bannwabe“ kann man den Varroabefall auch ohne jeden Medikamenteneinsatz wirkungsvoll absenken. Allerdings erfordern diese Methoden gegenüber dem Käfigen und Behandeln (< 20 min pro Volk) einen höheren Zeitaufwand (ca. 40 min). Nach Ende des Versuchs waren die Völker aller Versuchsgruppen vergleichbar stark. Die Ergebnisse wurden im Journal of Apicultural Research (2020) veröffentlicht.

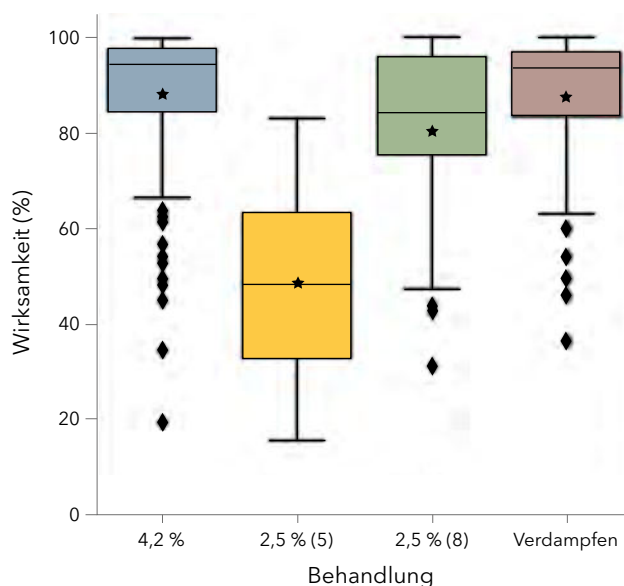


Abb. 1: Wirksamkeit verschiedener Oxalsäureanwendungen nach Käfigen der Königin
In der Box-Plot-Grafik markieren die horizontale Linien die Mediane, die Sternchen symbolisieren die Mittelwerte, die Rauten-Symbole markieren die Ausreißer

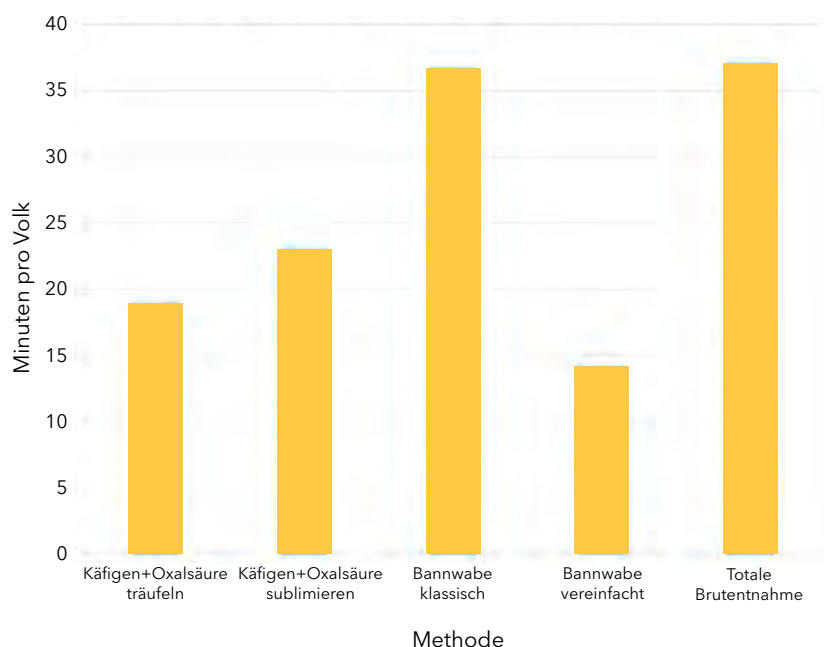


Abb. 2: Vergleich der aufgewendeten Arbeitszeit pro Volk bei den einzelnen Methoden

FAZIT

Auf einer Brutpause im Sommer basierende biotechnische Behandlungsverfahren zeichnen sich durch eine hohe Wirksamkeit aus und stellen eine sinnvolle Alternative zu konventionellen Behandlungen dar. Sie ermöglichen auch eine Bekämpfung der Varroamilbe ganz ohne den Einsatz von Medikamenten.

RINGTEST ZUR EIGNUNG VON AMEISENSÄURE ZUR VARROABEHANDLUNG

Dr. Annely Brandt | Bieneninstitut Kirchhain

Hintergrund und Fragestellung

Die Varroa-Milbe *Varroa destructor* ist nach wie vor der wichtigste Parasit der Honigbiene und weltweit für hohe, wiederkehrende Völkerverluste verantwortlich. Alle Bienenvölker in Deutschland sind davon betroffen, und Imkerinnen und Imker müssen mindestens einmal im Jahr ihre Bienenvölker behandeln, damit sie überleben. Bei der Behandlung hat sich die Verdunstung von Ameisensäure bewährt, da sie auch die in den Brutzellen verborgenen Milben erreicht. Durch die europaweite Harmonisierung der Vorschriften für Tierarzneimittel (EU 2019/6) ist jedoch die bisherige Standardzulassung der Ameisensäure in Deutschland durch eine neue Richtlinie abgelöst worden. Nach Ablauf einer Übergangsfrist benötigt die Ameisensäure nun eine Einzelzulassung, um noch weiter in den Verkehr gebracht zu werden. Für Neuzulassungen von auf 60%iger Ameisensäure basierenden Präparaten bedarf es neuer Versuche zum Nachweis einer mindestens 90%igen Wirksamkeit.

Damit die Ameisensäurebehandlung weiterhin für die Imkerschaft erhalten bleibt, führte die Arbeitsgemeinschaft der Bieneninstitute einen gemeinsamen, vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit genehmigten, Ringtest zur Wirksamkeit der Ameisensäure durch.

Versuchsaufbau

Die Feldversuche wurden im Jahr 2021 begonnen und 2022 fortgesetzt. Dazu wurden vom Bieneninstitut Kirchhain in insgesamt 48 zweiräumigen Völkern folgende Varianten geprüft:

- 230 g 60%ige Ameisensäure (entspricht ca. 200 ml) und
- 460 g 60%ige Ameisensäure (entspricht ca. 400 ml)

jeweils in Liebig oder Nassenheider-Verdunstern im Vergleich zu der Positivkontrolle Formic Pro® (zugelassenes Präparat, Wirksamkeit > 90 %) bzw. unbehandelten Null-Kontrollvölkern (Versuchsaufbau siehe Abb. 1 und 2).

Ergebnisse

Während die Anwendung von 230 g eine mittlere Wirksamkeit von über 75 % erreichte, zeigten die 460 g-Varianten eine zuverlässige Wirksamkeit von mehr als 95 %.

Die Ergebnisse zeigen, dass sowohl mit dem Applikator Nassenheider-Verdunster, als auch mit dem Liebig-Dispenser hohe Wirksamkeiten der Ameisensäurebehandlung von über 90 % erreicht werden können (Abb. 3). Die höheren Verdunstungsmengen führen jedoch zu einer erhöhten Bienenmortalität (Abb. 4).



Abb. 1: Applikation von 460 g Ameisensäure (60 %) in zwei Liebig-Dispensern



Abb. 2: Versuchsvölker mit Bientotenfallen zur Erfassung der Nebenwirkung (Bienenmortalität)

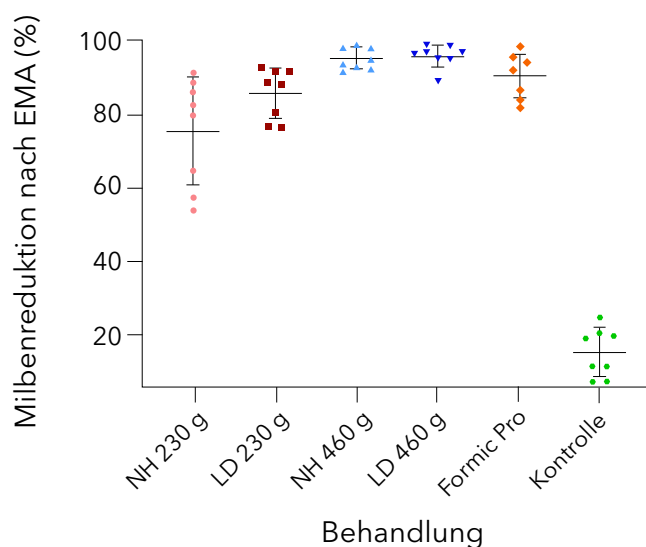


Abb. 3: Wirksamkeit der Behandlung mit den Applikatoren Nassenheider Professional (NH), Liebig-Dispenser (LD) oder Formic Pro mit unterschiedlichen Mengen 60%iger Ameisensäure (g) berechnet nach den Vorgaben der European Medicines Agency (EMA). Die rote Linie markiert den 90 % Schwellenwert. Die Symbole stellen die Werte pro Bienenvolk dar.

- LD 230 g
- ▲ NH 460 g
- ▼ LD 460 g
- ◆ Formic Pro
- Kontrolle

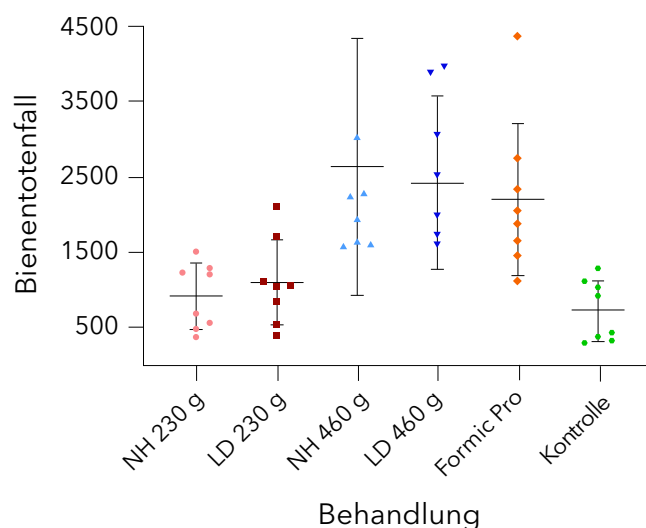


Abb. 4: Summe des Bientotenfalls nach der Behandlung mit 60%iger Ameisensäure. Die verschiedenen Symbole stellen die Werte pro Bienenvolk dar.

FAZIT

Diese Ergebnisse konnten dazu beitragen, dass die Ameisensäure als sehr wichtiges Tierarzneimittel zur Bekämpfung der Varroamilbe erhalten bleibt.

DEMONSTRATIONSANLAGEN

Der Zweck von Demonstrationsanlagen ist nicht die Datengewinnung, sondern die Beantwortung von Fragenstellungen aus der Praxis. Mit ihrer Hilfe veranschaulichen wir Szenarien und damit sind sie ein wertvolles Werkzeug für die Informationsvermittlung. Demonstrationsanlagen werden unter betriebsindividuellen Praxisbedingungen, oftmals mit üblicher landwirtschaftlicher Technik als Großparzellen, angelegt.

Im Falle von Sortendemonstrationen stehen mehrere Sorten direkt nebeneinander. Bodenbearbeitung, Düngung und Pflanzenschutz werden ebenfalls mit betriebsüblicher Technik durchgeführt. Die Demonstrationen sind meist nur einjährig ausgelegt. Die im Versuchswesen praktizierten Maßstäbe und Kriterien (wie Kontrollen, Randomisierung, Wiederholungen, Blockbildung sowie die Aussaat in verschiedenen Boden- und Klimaräumen) werden nicht erfüllt. Daher können die Ergebnisse (insbesondere Erträge) auch nicht statistisch ausgewertet oder miteinander verglichen werden.

Demonstrationsanlagen sind für die landwirtschaftliche und gartenbauliche Praxis dennoch im Rahmen von Fachveranstaltungen wertvoll, um sortenspezifische und verfahrenstechnische Eigenschaften direkt im Feld bzw. in der Praxis zu zeigen. Mit ihnen können Fragestellungen entwickelt werden, aus denen im Nachgang konkrete Versuche entstehen können. Demonstrationsanlagen eignen sich zudem dazu, Versuchsergebnisse in die Praxis zu überführen.



DEMONSTRATIONSANLAGEN

- Energie sparen im Gewächshaus –
Was bringt eine Dacherneuerung?
- Schnellwachsende Baumarten:
Erfahrungen aus 14 Jahren Anbau
- Agroforst – Ein System mit vielen Vorteilen
- Hanf – Eine alte Kulturpflanze neu entdeckt
- Durchwachsene Silphie –
Erfahrungen aus dem mehrjährigen Anbau

ENERGIE SPAREN IM GEWÄCHSHAUS – WAS BRINGT EINE DACHERNEUERUNG?

Wolfgang Schorn | Fachinformation Gartenbau

Hintergrund und Fragestellung

Die vom Gartenbauzentrum (GBZ) Geisenheim für die Zierpflanzenbauversuche genutzten Gewächshausabteilungen wurden Ende der 1980er Jahre errichtet. Eine Dachsanierung war erforderlich, da die zur Abdichtung der Glasscheiben verwendeten Gummiprofile das Ende ihrer Nutzungsdauer erreicht hatten.

Das ursprüngliche „hortiplus“-Glas, mit einem Wärmedurchgangswert von $6,0 \text{ W/m}^2\text{K}$ (Standardglas hat $7,6 \text{ W/m}^2\text{K}$), wurde durch Ethylentetrafluorethylen (ETFE)-Folie ersetzt. Der Wärmedurchgangswert ist vergleichbar mit „hortiplus“, die Lichtdurchlässigkeit der Folie ist – vor allem im UV- und Blaubereich – erheblich höher. Die Haltbarkeit dieser technischen Folie wird mit mehr als 30 Jahren angegeben.

Im Zuge der Reparatur wurden Messungen zum Energieverbrauch der Gewächshäuser (Vergleich vorher/nachher) durchgeführt.

Den Wärmeverlusten eines Gewächshauses durch Abstrahlung und durch Wärmeübergang durch die Gewächshaushaut stehen Solargewinne durch die Sonneneinstrahlung (das ist der „Treibhauseffekt“) gegenüber. Diese „Gewinne“ gibt es zwar nur am Tage, dennoch übertreffen sie in der Jahresbilanz die durch Heizen zuzuführende Energie um bis zu 100 %. Das heißt, dass in einem Gewächshaus mit 20°C Innentemperatur etwa $1/3$ des Wärmebedarfes durch Heizen, $2/3$ dagegen durch die Sonne gedeckt werden.

Für den Versuch wurden folgende Annahmen getroffen:

- Da die Gewächshauskonstruktion sonst nicht verändert wurde, kann die Energiemessung durch die eingebauten Wärmemengenzähler als Datengrundlage herangezogen werden.
- Für die Vergleiche zwischen „vorher“ und „nachher“ werden die Klimafaktoren des DWD genutzt, die den Unterschied zwischen den Jahren berücksichtigen.

Die Versuchsfrage lautet daher: Wie entwickelt sich der Energieverbrauch eines bestehenden Gewächshauses, wenn das Bedachungsmaterial durch eines mit vergleichbarem Wärmedurchgang, höherer Dichtigkeit und höherer Lichtdurchlässigkeit ersetzt wird?

Versuchsaufbau

Die Dach- und Dachlüftungsflächen wurden ausgeglast und vorkonfektionierte Bahnen aus ETFE aufgebracht. Die Befestigung erfolgte durch ein Aluminiumprofil, das auf die Aluminiumsprossen aufgeschraubt wurde und für die erforderliche Spannung der Folien sorgte.

An den Stehwänden wurden die Gummiprofile durch solche mit breiterer Auflage erneuert.

Der Wärmeenergieverbrauch wurde durch Wärmemengenzähler dokumentiert, die Verläufe von Innen- und Außentemperatur dem Archiv des Klimacomputers entnommen.

Parallel dazu wurden ab September 2022 Energiesparmaßnahmen umgesetzt. Die maximale Tagesheiztemperatur wurde auf 12°C , die Nachttemperatur auf 15°C eingestellt.

Betrachtet und einander gegenübergestellt wurden die Monate September, Oktober, November und Dezember 2021 bzw. 2022. Für die drei Gewächshausabteilungen wurden der jeweilige Wärmeverbrauch und die durchschnittliche Innentemperatur im Untersuchungszeitraum ermittelt.

Die durchschnittliche Außentemperatur wurde von der Wetterstation des Klimacomputers geliefert; die Hüllfläche der Gewächshausabteilungen wurde nach Eingabe der Kenndaten von hortex mit je $374,34 \text{ m}^2$ ermittelt.

Die nutzbare Versuchsfläche in einer Abteilung beträgt 90 m^2 bzw. 108 m^2 .



Abb. 1: Beginn der Ausglasungsarbeiten



Abb. 2: Von innen: „hortiplus“



Abb. 3: Von innen: ETFE

Ergebnisse und Diskussion

Die Auswertung der Wärmezähler und der Klimadaten zeigt Tab. 1. Der am Wärmemengenzähler gemessene Energieverbrauch wurde für 2021 mit 0,94, für 2022 mit 1,10 multipliziert. Diese Klimafaktoren werden vom Deutschen Wetterdienst DWD für Energieverbrauchsberechnungen zur Verfügung gestellt und berücksichtigen die Witterungsunterschiede von Jahr zu Jahr. 2022 war also $1,1 - 0,94 = 16\%$ wärmer als 2021. Daher sind diese 16 % bei der Betrachtung nicht berücksichtigt worden.

Durch Änderung des Versuchsprogramms wurde auf die Gaskrise 2022 reagiert und die Heiztemperaturen auf 12°C tagsüber und 15°C nachts abgesenkt.

Die letzte Tabellenzeile gibt Auskunft über die durch die Dacherneuerung erzielten Energieeinsparungen. Sie setzen sich zusammen aus geringeren Verlusten im Heizungsbetrieb durch Beseitigung der Undichtigkeiten – Literaturangaben liegen bei 15 % – und aus erhöhten Solargewinnen durch die bessere Lichtdurchlässigkeit des neuen Materials (Vergleich Abb. 2 und Abb. 3). Das Gewächshaus erwärmt sich morgens schneller und erreicht höhere Temperaturen. Außerdem wachsen die Pflanzen besser, weil ihnen mehr Licht zur Verfügung steht.

Die Dacherneuerung hat die Wirtschaftlichkeit verbessert und den CO_2 -Ausstoß reduziert. Für den betrachteten Zeitraum von 4 Monaten sind das 8,1 t CO_2 .

Tab. 1: Vergleich des Wärmeenergieverbrauches der Gewächshausabteilungen im LLH GBZ Geisenheim

	2021			2022		
Gewächshaus	2B	3A	3B	2B	3A	3B
gemessene Wärmemenge in MWh (W)	22,387	25,0994	15,5042	7,7825	6,9677	8,1253
Stromverbrauch 2022 in kWh	3.241,16	2.592,84	2.650,87	3608,79	954,91	2522,12
Klimafaktor	0,94			1,10		
Wärmemenge x Klimafaktor in MWh	21,04	23,59	14,57	8,56	7,66	8,94
Mittlere Innentemperatur	21,2	20,0	18,0	17,7	17,0	17,9
Mittlere Außentemperatur	10,1			10,4		
Mittleres Δt (Innen - Außen)	11,2	9,9	8,0	7,3	6,6	7,5
Mittlere Windgeschwindigkeit in m/s	0,8			0,8		
Strahlungssumme kWh	195,227			196,355		
Tage	121			121		
Hüllfläche in m ² (A)	374,34			374,34		
Wärmedurchgangswert U in W/m ² K ¹	5,0	6,4	4,9	3,1	3,1	3,2
Einsparung total				65 %	72 %	48 %
Einsparung klimabereinigt (2022 war wärmer)				60 %	67 %	39 %
davon Einsparung durch Temp.-Absenkung				35 %	33 %	6 %
davon durch techn. Maßnahmen				25 %	34 %	33 %
CO ₂ -Einsparung in kg/a (202 kg CO ₂ /MWh aus Erdgas erzeugter Wärme)				-2.950	-3.663	-1.491

¹Die Formel für den Transmissionswärmebedarf $W=A \times U \times \Delta t$ mit A = Hüllfläche, U = Wärmedurchgangswert und Δt = Temperaturdifferenz Innen-Außen wurde umgestellt: $U= W/(A \times \Delta t)$

FAZIT

Die erzielten Energieeinsparungen haben die Erwartungen übertroffen. Die Betrachtung der einzelnen Faktoren zeigt, dass die Gesamteinsparung durch Maßnahmenkombinationen (Temperaturabsenkung und Abdichtung des Daches) am höchsten ist, da diese sich gegenseitig positiv beeinflussen.

Die Temperaturabsenkungen in den Gewächshäusern werden künftig als Standard weitergeführt. Zudem lässt die Dacherneuerung auf bessere Qualitäten bei den Kulturpflanzen und kürzere Versuchsdauern durch schnellere Pflanzenentwicklung hoffen.



SCHNELLWACHSENDE BAUMARTEN: ERFAHRUNGEN AUS 14 JAHREN ANBAU

Christian Siebert | Fachinformation Biorohstoffnutzung

Die Landwirtschaft sieht sich einer Vielzahl verschiedener Herausforderungen gegenüber: Extremwetterereignisse mit Dürren und Stürmen, neue politische Rahmenbedingungen und die kritische Betrachtung durch die Gesellschaft. Innovative Landnutzungssysteme werden benötigt, um diesen Herausforderungen begegnen zu können.

Der Anbau schnellwachsender Baumarten im Kurzumtrieb (Kurzumtriebsplantage, KUP) könnte eine solche Lösung sein, denn die Bäume bieten den Flächenbetreibern eine interessante Anbaualternative zu regulären annuellen Kulturen. Sie ermöglichen über einen langen Nutzungszeitraum (> 25 Jahre) relativ stabile Erträge und das auch auf nur mäßigen Standorten, bei wechselnden Wetterbedingungen sowie bei einer nur sehr extensiven Bewirtschaftung (keine Düngung nötig, kaum Pflanzenschutzmitteleinsatz).

Anbau schnellwachsender Baumarten – grundlegende Aspekte

Unter Rotation bzw. Umtrieb versteht man die Zeit zwischen zwei Beerntungen der Bäume. Bei der Beerntung werden alle oberirdischen Triebe abgeschnitten. Aus den verbliebenen Wurzeln treiben neue Triebe aus. Ein neuer Umtrieb beginnt.

- Kurzer Umtrieb: Ernteintervall alle 3 Jahre
- Mittlerer Umtrieb: Ernteintervall alle 6 bis 8 Jahre
- Langer Umtrieb: Ernteintervall 15 bis 20 Jahre

Während bei kurzem/mittlerem Umtrieb Holzhackschnitzel zur energetischen Nutzung produziert werden, liegt bei der langen Umtriebszeit der Schwerpunkt auf der Erzeugung von sägefähigem Holz auch zur Nutzung in der Platten- oder Werkstoffindustrie.

Anlagen mit schnellwachsenden Bäumen im Kurzumtrieb zeigen bei den wuchsstarken Klonen auch nach 20 Jahren keine Ertragseinbrüche. Oft zeigt sich das volle Ertragspotential im kurzen bzw. mittleren Umtrieb erst nach mehreren Ernten.

Anlage am Eichhof:

Klone sichern und testen

Im April 2006 wurde im Rahmen des damaligen zweijährigen FNR-Forschungsvorhabens „Anlage einer Modellpflanzung mit Pappel-Sortenschau auf dem landwirtschaftlichen Versuchsgut Eichhof zur Sicherung der Sortenbasis und zur Sortenpflege (FKZ 22002406)“ am Landwirtschaftszentrum (LWZ) Eichhof eine Demonstrationsanlage sowie ein Generationsquartier verschiedener schnellwachsender Pappeln angelegt. Das Pflanzmaterial stammte aus dem ehemaligen Forschungsinstitut für schnellwachsende Baumarten (FSB) in Hann. Münden. Es handelte sich um noch nicht abschließend untersuchte und teils noch nicht für den kommerziellen Anbau zugelassene Klone. Ein wesentliches Ziel des Vorhabens war es daher, dieses Pflanzmaterial nach der Schließung des FSB zu sichern, besonders gut geeignete Klone zu identifizieren und durch eine Sortenzulassung neue Klone für den Anbau zuzulassen.

Die Anlage erfolgte in einem Pflanzverband von 1,8 m zwischen den Pflanzreihen * 0,4 m in der Pflanzreihe. Jeder Pappelklon wurde dabei in Parzellen von 5 Reihen à 20 Pflanzplätzen (insgesamt 100 Pflanzplätze) angelegt. Die Anlage erfolgte in drei Wiederholungen. Eine Beerntung der Fläche war alle 3 bis 4 Jahre vorgesehen (kurzer Umtrieb).



Abb. 1: Anlage der Demonstrationsanlage mit Steckhölzern im Pflanzverband 1,8 m * 0,4 m

Neue, robuste Klone identifiziert

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurden jährlich Durchmesser, Höhe, Ausfallrate, aber auch Schäden der Bäume durch Pappelblattrost (Pilzbefall) aufgenommen. Es konnten so über die Zeit wuchsstarke sowie krankheitsresistente Pappelklone identifiziert werden, die bis dato nicht zugelassen waren. Im Jahr 2010 gelang es dann, drei neue Pappelklone beim Sortenschutzamt aufgrund ihrer hervorragenden Wuchseigenschaften zuzulassen: Die Matrix-Geschwister-Klone 11, 24 und 49 (*P. maximowiczii* x *P. trichocarpa*).

Seit Beendigung des Forschungsvorhabens wird die Anlage von den Mitarbeitern des LLH (Fachinformation Biorohstoffnutzung) betreut. Die Varianten der Demonstrationsanlagen am Eichhof wurden um den mittleren und langen Umtrieb ergänzt. So wurde beim letzten Feldtag 2016 durch Herausfräsen jeder zweiten Pflanzreihe eine Wiederholung des

kurzen Umtriebs mit einer Stockfräse in einen mittleren Umtrieb überführt.

Insgesamt gibt es nun am Eichhof seit der Anlage der Demonstrationsfläche schnellwachsende Baumarten in allen drei Umtriebsvarianten.

Ergebnisse können sich sehen lassen

Die KUP-Fläche wurde seit ihrer Anlage in den Jahren 2010, 2013, 2016 und 2020 jeweils im unbelaubten Zustand beerntet. Im Vorfeld der Beerntung fanden hierbei zur Ertragsbestimmung stets Probebeerntungen an ausgewählten Pappelklonen statt. So entstand bis zum heutigen Tag eine sehr umfangreiche Datensammlung. Insgesamt wurden im Rahmen der Probebeerntung 10 der 55 Pappelklone näher untersucht. Der Ertrag lag gemittelt zwischen 10,0 t und 16,3 t Trockenmasse (TM) pro Hektar und Jahr.

Tab. 1: Merkmale und Erträge der 10 untersuchten Pappelklone

KLON-NR.	KLON/SORTE	ABSTAMMUNG	TS % (2020)	STANDZEIT			
				TS % (2020)	4 Jahre	jeweils 3 Jahre	
				TRM-ERTRAG (t/ha*a) 2020	TRM-ERTRAG (t/ha*a) 2016	TRM-ERTRAG (t/ha*a) 2013	TRM-ERTRAG (t/ha*a) 2010
3	45/72(6)	<i>P. trichocarpa</i> x freie Abblüte	48,48	14,40	14,49	"keine Aufnahme"	7,23
7	216/75(6)	<i>P. trichocarpa</i> x freie Abblüte	43,25	16,28	9,64	14,24	2,81
18	10/85(9)	<i>P. maximoviczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	44,52	16,22	16,99	16,84	12,09
20	10/85(21)	<i>P. maximoviczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	44,83	12,36	15,94	15,61	11,41
22	10/85(49)	<i>P. maximoviczii</i> x <i>P. trichocarpa</i>	45,50	11,75	"keine Aufnahme"	"keine Aufnahme"	"keine Aufnahme"
33	23/85(1)	<i>P. trichocarpa</i> 267/63 x freie Abblüte	47,08	14,25	14,46	16,24	2,71
43	2/86(30)	(<i>P. trichocarpa</i> x <i>P. koreana</i>) x <i>P. maximoviczii</i>	46,98	10,52	10,48	12,14	2,40
47	18/79	<i>P. trichocarpa</i>	45,47	11,10	"keine Aufnahme"	"keine Aufnahme"	"keine Aufnahme"
48	Weser 6	<i>P. trichocarpa</i>	46,23	10,03	15,25	"keine Aufnahme"	9,11
51	Max 1	<i>P. nigra</i> x <i>P. trichocarpa</i>	41,76	14,08	13,69	14,14	6,93

- Insgesamt 38 der 55 Pappelklone wiesen eine zufriedenstellende Überlebensrate > 80 % auf.
- Ein problematisch erhöhter Rostpilzbefall, der zu einem verfrühten Blattwurf und damit zu Wuchsdepressionen führt, zeigten nur die Klone 16/83 Delta und 17/73 Barn.
- Über die Jahre wurde deutlich, dass trockene, warme Sommer günstigere Wuchsbedingungen für den Pappelblattrostpilz bieten, als kühl-feuchtere Jahre.
- Der Befall mit blattfressenden Insekten, wie dem Pappelblattkäfer, war insgesamt auf einem sehr niedrigen Niveau und führte bei keinem Klon zu einer Ertragsminderung.

- Insektizide mussten während der gesamten Standzeit der Anlage noch nie eingesetzt werden.

Auffällig ist, dass alle beprobten Klone, die Asiatische Balsampappeln als Kreuzungspartner haben, weniger bzw. stagnierenden Zuwachs zeigten, während die Klone mit Nordamerikanischen Balsampappeln als Kreuzungspartner höhere Erträge als 2016 aufwiesen.



Abb. 2: Nach der Ernte



Abb. 3: Neuaustrieb

FAZIT

Ertragspotential zeigt sich erst nach mehreren Ernten

Im Jahr 2010 wurden ursprünglich 3 ertragsschwache, 3 durchschnittliche und 2 ertragsstarke Klone ausgewählt, um deren Entwicklung über die Zeit zu untersuchen. Es zeigt sich, dass vormals ertragsschwache Klone nun leistungsmäßig explodieren, während andere stagnieren. So war im Jahr 2020 der ertragsstärkste Klon einer der schwächsten Klone in 2010 gewesen.

Das wahre Ertragspotential der einzelnen Pappelklone lässt sich erst nach der zweiten Ernte abschätzen. Und es scheint Klone zu geben, die die enorme Trockenheit in 2018 und 2019 deutlich besser kompensieren konnten. Einige Klone stecken zudem in den ersten beiden Umtriebsphasen vermutlich zunächst viel Energie in den Aufbau eines Wurzelsystems, um dann in der Folge einen konstant hohen Ertrag liefern zu können.

Die nächste Beerntung der Fläche ist im Winter 2023/2024 vorgesehen.

AGROFORST – EIN SYSTEM MIT VIELEN VORTEILEN

Christian Siebert | Fachinformation Biorohstoffnutzung

Agroforst ist eine Landnutzungsform, bei der Gehölzstreifen aus Bäumen und Sträuchern mit direkt angrenzenden landwirtschaftlichen bzw. gartenbaulichen Flächen kombiniert werden. Dies können auch Flächen zur Viehhaltung sein. Agroforstsysteme bringen eine Vielzahl positiver Effekte mit. Beispielhaft seien der Humusaufbau und die Kohlenstoff-Speicherung in den Böden, der Erosionsschutz, die Stabilisierung der Erträge und die Schaffung neuer Lebensräume für Tiere und Pflanzen genannt.

Betrachtet man die Gesamt-Flächenproduktivität eines Agroforstsystems als Summe aller Ökosystemleistungen, so liegt diese – fachmännisch angelegt – über dem Niveau einer landwirtschaftlichen Fläche mit jährlichen Kulturen in Reinkultur. Die vergleichend leicht geringere landwirtschaftliche bzw. gartenbauliche Nutzfläche und der damit verbundene reduzierte Ertrag werden durch die Produkte der Gehölze (Holz & Früchte) überkompensiert.

Agroforstsysteme werden über mehrere Jahrzehnte betrieben, daher ist es wichtig, auf Folgendes im Vorfeld zu achten:

- eine langfristige Planung vom Anbau über die Bewirtschaftung bis hin zur Vermarktung
- eine Ausrichtung an die lokalen Gegebenheiten (Standort & Betrieb)
- eine Gewährleistung eines guten Managements

Informationsangebot wird ausgebaut

Auch in Hessen wächst das Interesse, mehr über Agroforstsysteme zu erfahren. Deswegen baut der Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (LLH) seine Informationsangebote in diesem Bereich aus.

Ein Baustein ist die ca. 1.500 m² Agroforst-Demonstrationsfläche am Landwirtschaftszentrum (LWZ) Eichhof, die mit Mitteln des Landes Hessen finanziert wurde. Die Demonstration soll im Rahmen von Fachexkursionen, sowie für Beratungen oder auch in der Überbetrieblichen Ausbildung genutzt werden. Gleichzeitig soll die Anlage der breiten Öffentlichkeit diese „wiederentdeckte“, nachhaltige und innovative Art der Landbewirtschaftung anschaulich näherbringen.

Großangelegte Pflanzaktion am Eichhof

Im Vorfeld der Pflanzung Ende 2022 wurde die Fläche eingemessen, Pflanzplätze markiert und die Pflanzlöcher ausgehoben. Insgesamt wurden 24 verschiedene Bäume und Sträucher gepflanzt.

Mit einem Teleskoplader wurden die größeren Bäume, die zum Teil bereits 5 m hoch waren und mit Wurzelballen gute 400 kg wogen, vorsichtig in die Pflanzlöcher gesetzt. Sie wurden mit einem Wurzelschutzgeflecht zum Schutz vor Mäusefraßschäden versehen und mit Drei- bzw. Zweiböcken befestigt. Um Schäden durch z.B. Sonnenbrand und Rindennekrosen zu vermeiden, bekamen die größeren Pflanzen zusätzlich einen Rindenschutzanstrich. Zusätzlich werden die Hochstämme mit einem Wildverbisschutz geschützt.

Demonstrationscharakter steht im Vordergrund

Aufgrund des begrenzt zur Verfügung stehenden Platzes konnte die Anlage nicht GAP-konform erfolgen. Die aus der praktischen Bewirtschaftung gewonnenen Erkenntnisse können nichtsdestotrotz im Rahmen der Beratung einen wichtigen Beitrag leisten.

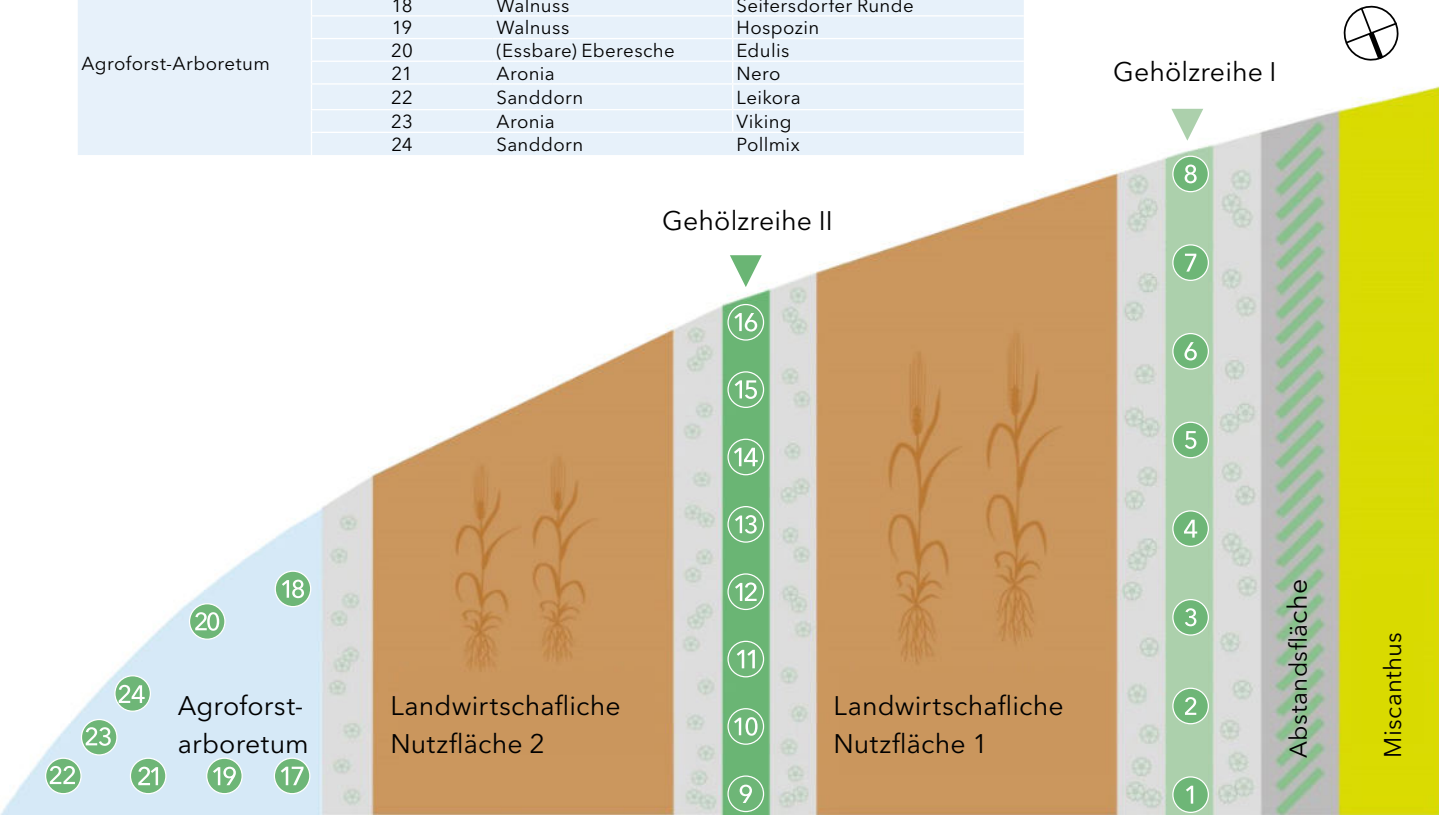
Konkret handelt es sich um eine Anlage mit zwei 5 m breiten Gehölzstreifen (siehe Abb. 2). Der erste Streifen besteht aus vier verschiedenen Esskastanien (Strauch und Hochstamm) und vier unterschiedlichen, hochstämmigen Haseln, die auf einer Baumhasel veredelt sind. Die zweite Reihe zeigt jeweils vier Speierlinge und verschiedene Schwarze Holunder. Diese Gehölzstreifen werden sich zukünftig mit verschiedenen Untersaatmischungen deutlich von den angrenzenden Flächen absetzen. Zwischen den Gehölzstreifen liegen jeweils 15 m breite landwirtschaftliche Nutzflächen, die ab 2024 mit annuellen Kulturen bewirtschaftet werden.

Im benachbarten, ebenfalls neu angelegten „Agroforst-Arboretum“ werden beispielhaft weitere geeignete Agroforst-Gehölze (zwei verschiedene Walnussorten, eine Felsenbirne und eine Essbare Eberesche sowie verschiedene Sanddornsträucher und Aronia-Hochstämme) gezeigt.

Die auf der Fläche gepflanzten Gehölze ermöglichen unterschiedliche Nutzungen: Nutzung der Früchte sowie des hochwertigen Holzes. Ferner wurden bei der Auswahl auch verschiedene Wuchsformen und abgestimmte Reifezeitpunkte sowie Blühaspekte berücksichtigt. Eine spätere Erweiterung der Demonstrations- und Versuchsfragestellungen ist angedacht.

Lage	Pflanzposition	Art	Sorte/Spezifikation
Gehölzreihe I	1	Haselnuss	Gustav's Zellernuss
	2	Esskastanie	Doree de Lyon
	3	Haselnuss	Corabel
	4	Esskastanie	Bouche de Bétizac
	5	Haselnuss	Gunslebener Zellernuss
	6	Esskastanie	Doree de Lyon
	7	Haselnuss	Halle'sche Riesennuss
	8	Esskastanie	Bouche de Bétizac
Gehölzreihe II	9	Schwarzer Holunder	Haidegg 17
	10	Speierling	Sossenheimer Riesen
	11	Schwarzer Holunder	Haschberg
	12	Speierling	Sossenheimer Riesen
	13	Schwarzer Holunder	Haidegg 17
	14	Speierling	Sossenheimer Riesen
	15	Schwarzer Holunder	Haschberg
	16	Speierling	Alleebaum
Agroforst-Arboretum	17	Felsenbirne	Ballerina
	18	Walnuss	Seifersdorfer Runde
	19	Walnuss	Hospozin
	20	(Essbare) Eberesche	Edulis
	21	Aronia	Nero
	22	Sanddorn	Leikora
	23	Aronia	Viking
	24	Sanddorn	Pollmix

Abb. 2: Anlagedesign der Agroforst-Demonstrationsanlage am Eichhof, Bad Hersfeld



HANF – EINE ALTE KULTURPFLANZE NEU ENTDECKT

Björn Staub, Erich Gersbeck | Fachinformation Biorohstoffnutzung

Uwe Roth | Hanfanbauer Werra-Meißner

Nutzhanf (*Cannabis sativa* L.) gilt als eine der ältesten Kulturpflanzen der Welt, deren Anbau aufgrund zu hoher THC-Gehalte zeitweise in Deutschland sogar verboten war. In den letzten Jahren erlebt die Pflanze eine Renaissance.

Während im Anbaujahr 2017 lediglich ca. 80 ha Hanf auf hessischen Flächen standen, erhöhte sich der Anbauumfang im Anbaujahr 2021 auf ca. 390 ha (Quelle: WI-Bank, Antragsdaten). Mit der Steigerung des Flächenumfangs wuchs auch das Interesse der landwirtschaftlichen Betriebe, geeignete Produktionstechniken und Verfahrensweisen zu erproben. Gemeinsam mit den „Hanfanbauern Werra-Meißner“ wurden in den letzten Jahren anlässlich der jährlich stattfindenden Witzenhäuser Hanftagung verschiedene Demonstrationsflächen angelegt. Die Erkenntnisse hieraus wurden im Rahmen der Fachtagung im Feld vorgestellt und mit den Teilnehmenden diskutiert.

Schwerpunkte der Demonstrationsflächen wechseln jährlich

Erste Anbauerfahrungen sammelten die Hanfanbauer im Werra-Meißner-Kreis in 2017. Das Jahr war deutlich wärmer als der mehrjährige Durchschnitt. Mit den im Vergleich zu Normaljahren geringeren Niederschlagsmengen konnten dennoch gute Aufwuchsergebnisse beim Hanf erzielt werden.

Das Trockenjahr 2018 brachte extreme Witterungsbedingungen mit sich. In Verbindung mit einer verspäteten Aussaat präsentierte sich die Demofläche, die auf einem Auenboden angelegt wurde, sehr ungleichmäßig. Ausgesät wurde die Sorte Finola. Hierbei handelt es sich um eine kleinwüchsige, zweihäusige Nutzhanfsorte, die zur Ölgewinnung angebaut wird. Gemeinsam mit dem Pflanzen-

schutzdienst des Regierungspräsidiums Gießen wurden innerhalb der Demonstrationsfläche auf Kleinstparzellen verschiedene Wachstumsregler eingesetzt. Es konnte beobachtet werden, dass sich die Bestände zwar zunächst homogener entwickelten, dieser Effekt ließ jedoch mit fortschreitendem Wachstum nach.

Das Anbaujahr 2019 war erneut durch Trockenheit geprägt und, bedingt durch mehr Sonnenstunden, deutlich zu warm. Auf der Demonstrationsfläche in Ellingerode wurden die Sorten Finola und Uso 31 mit verschiedenen Aussaatstärken (100 % der Normalstärke und 80 % der Normalstärke) gedrillt. Zudem variierte der Landwirt die Düngung (70 %, 100 % und 130 %). Die Ölsorte Finola zeigte keine Abhängigkeit der Frischmasse und der N-Aufnahme von der Düngungshöhe. Die Düngung von 70 % (33 kg N/ha) ist daher für die Ölsorte völlig ausreichend, um einen guten Bestand zu generieren. Die Fasersorte Uso 31 reagierte auf die höhere Düngung mit einem entsprechend wüchsigeren Bestand.

Anlässlich der 3. Witzenhäuser Hanftagung erfolgte in 2020 in Abstimmung mit den Hanfanbauern Werra-Meißner die Aussaat von 10 verschiedenen Nutzhanfsorten auf einer Demonstrationsfläche in Hebenshausen. Das Anbaujahr war das zweitwärmste Jahr seit Beginn der Wetteraufzeichnungen – glücklicherweise ohne extreme Wetterereignisse. Während des Beobachtungszeitraums fielen ca. 292 mm Niederschlag, so dass sich die Pflanzen gut entwickeln konnten und die sortenspezifischen Eigenschaften deutlich erkennbar waren.

Nach drei vorangegangenen zu trockenen Jahren konnten im Anbaujahr 2021 (Jahr der 4. Witzenhäuser Hanftagung) Niederschlagsmengen verzeichnet werden, die annähernd



Abb. 1: Eine Infotafel am Radweg neben der Demonstrationsfläche informiert zu Sorte, geplanten pflanzenbaulichen Maßnahmen sowie zu Nutzungsmöglichkeiten von Hanf und Hanfprodukten.

dem langjährigen Mittelwert entsprachen. Auf der ca. 3 ha großen Demonstrationsfläche in Ellingerode wurde eine Sorte mit unterschiedlichen Aussaatstärken gedrillt. Die Aussaatstärke hatte kaum sichtbaren Einfluss auf das Pflanzenwachstum.

Im Rahmen der 5. Witzenhäuser Hanftagung in 2022 wurde erstmalig keine Demonstrationsfläche angelegt. Stattdessen wurde der Themenschwerpunkt auf die Produktaufbereitung und Vermarktung im benachbarten Bundesland

FAZIT

Durch die Anlage von Hanf-Demonstrationsflächen konnten Fragestellungen sehr anschaulich und unter betriebsindividuellen Praxisbedingungen gezeigt und diskutiert werden. Die Witzenhäuser Hanftagungen wurden zudem zur Netzwerkerweiterung genutzt. Der Austausch im Rahmen der Tagung brachte stets neue Fragestellungen für die Folgeveranstaltung hervor. Der LLH ist im Themenfeld Hanf fachgebietsübergreifend mit seinen Partnern aktiv.

Thüringen gelegt. Die Exkursion zur Hanfverarbeitungsanlage nach Wanfried zeigte, dass die bestehenden Kompaktierungsanlagen für die Herstellung von Hanfstrohpellets noch deutlichen Optimierungsbedarf aufweisen.



Abb. 2: Die kurzstrohige Nutzhanf-Sorte Finola ermöglicht eine störungsfreie Ernte



DURCHWACHSENE SILPHIE – ERFAHRUNGEN AUS DEM MEHRJÄHRIGEN ANBAU

Arnim Treißl | Fachinformation Biorohstoffnutzung

Abb. 3: Durchwachsene Silphie

Die Durchwachsene Silphie (*Silphium perfoliatum* L.) stammt ursprünglich aus Nordamerika. Es handelt sich um eine mehrjährige Pflanze, die nach einmaliger Aussaat oder Pflanzung bis zu 15 Jahre einmal im Jahr geerntet werden kann.

Die Pflanze dient als Substrat für Biogasanlagen und wird in Deutschland auf ca. 10.000 ha angebaut, was lediglich 0,75 % der Anbaufläche von Biogaspflanzen darstellt. Zum Vergleich: Mais zur Biogaserzeugung wird auf ca. 940.000 ha angebaut. In Hessen werden ca. 70 ha Silphie angebaut (Stand 2021).

Der Hauptgrund für die geringe Anbaufläche ist eine bis zu 25 % geringere Methanausbeute im Vergleich zu Mais. Gleichzeitig weist die Pflanze gegenüber anderen Biogassubstraten Vorteile auf: So fallen ab dem zweiten Standjahr die jährlichen Aussaatkosten weg. Bei dichtem Pflanzenbestand sind in der Regel keine Pflanzenschutzmittel notwendig. Auch sind im Vergleich zu Mais keine Wildschäden zu befürchten, da die Pflanze für Wild keine Nahrungsquelle darstellt. Durch die lange Blütezeit (Juni bis September) ist die Pflanze sehr bienenfreundlich. Zudem ist sie aufgrund ihrer tiefen Wurzeln sehr trockenresistent.

Geerntet wird die bis zu 3,5 m hohe Pflanze Ende August / Anfang September mit herkömmlicher Erntetechnik (Häcksler).

Neben der Verwendung als Biogassubstrat wird in Süddeutschland auch die Nutzung der Fasern als Ausgangsmaterial für Papier und Verpackungen erprobt.

Im ersten Anbaujahr ist bei der Silphie keine Ernte möglich, da sich zunächst nur die Blattrosette ausbildet. Daher wird im Aussaatjahr eine Deckfrucht, wie beispielsweise Mais oder Hirse, parallel ausgesät.

Seit 2011 wird im Umfeld des Landwirtschaftszentrums (LWZ) Eichhof die Durchwachsene Silphie angebaut (aktuell auf insgesamt 8,36 ha). So können Anbau, Ernte, Lagerung und die Verwertung in der Forschungsbiogasanlage praxisgerecht erprobt bzw. demonstriert werden. Die Erkenntnisse und produktionstechnischen Besonderheiten fließen in die Beratungsarbeit ein.

Anlage und Aussaat

Die Aussaat der zuletzt angelegten Silphiefläche erfolgte durch ein spezialisiertes Dienstleistungsunternehmen. Dafür wurde eine pneumatische Drillmaschine mit einem Reihenabstand von 25 cm verwendet. Die Silphie benötigt jedoch einen Reihenabstand von 50 cm, sodass man als Untersaat (jede zweite Reihe) in der Regel Mais aussät. Dies hat den Vorteil, dass man im ersten Jahr eine Ernte einfahren kann, gleichzeitig verhindert der Mais einen zu starken Unkrautdruck. Da sich die Fläche am Eichhof direkt am Wald befindet und man so einen hohen Wildschaden befürchtete, wurde anstelle von Mais Hirse als Untersaat verwendet (Abb. 1).

Wie in Abb. 1 zu erkennen, dominiert die Hirse im ersten Anbaujahr im weiteren Wachstumsverlauf deutlich. Die Silphie war später (Abb. 2) nur noch am Boden erkennbar.

In den ersten beiden Jahren mussten Bodenherbizide (einmal im Frühjahr) ausgebracht werden, wofür eine einzelbetriebliche Genehmigung erforderlich war.

Ab dem dritten Anbaujahr sind keine Pflanzenschutzmittel mehr erforderlich und auch die Düngung wird im Sinne der Kreislaufwirtschaft ausschließlich organisch mit Gärresten durchgeführt.

Ernte und Lagerung

Die Ernte erfolgt je nach Witterung zwischen Ende August und Anfang September bei Trockensubstanz-Gehalten zwischen 25 und 27 % mit einem Feldhäcksler und einem reihenunabhängigen Maisgebiss oder einem Direct-Disc-Schneidwerk. Eine Ernte bei Trockensubstanzgehalten über 30 % sollte vermieden werden. Laborversuche in den ersten Anbaujahren haben gezeigt, dass die Verholzung dann stark voranschreitet und sich die Methanausbeuten verringern.

Im Vergleich zu Mais gestaltet sich die Ernte am Eichhof deutlich schwieriger bzw. zeitaufwändiger, da sich die Pflanze über dem Schneidwerkzeug des Häckslers ansammelt und mit den noch stehenden Pflanzen verwachsen ist. Dies hatte bei den bisherigen Ernten zur Folge, dass der Häcksler sehr häufig zurücksetzen und das Material händisch abgelesen werden musste.

Abb. 2: Silphie und Hirse im 1. Anbaujahr

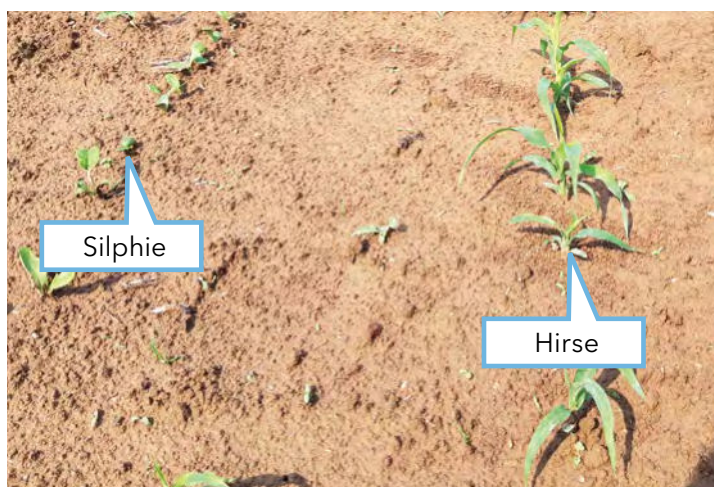


Abb. 1: Silphie mit Untersaat Hirse

In den letzten Jahren konnten zwischen 35 und 40 t Frischmasse pro Hektar geerntet werden.

Die Silierfähigkeit und die Nutzung der Silphie in der Biogasanlage unterscheiden sich nicht von Mais oder Ganzpflanzensilage. Jedoch ist ein niedrigerer Gasertrag zu verzeichnen.

FAZIT

Abschließend bleibt festzuhalten, dass beim Anbau der Durchwachsenen Silphie gerade die Einsparungen in Bezug auf Pflanzenschutzmittel und Düngung sowie die ökologischen Vorteile überzeugen.



AUTORINNEN UND AUTOREN

Dr. Annely Brandt

FG 35, Bieneninstitut Kirchhain
LLH Kirchhain
Tel.: 06422 940632
annely.brandt@llh.hessen.de

Dr. Ralph Buechler

FG 35, Bieneninstitut Kirchhain
LLH Kirchhain
Tel.: 06422 940613
ralph.buechler@llh.hessen.de

Manuel Fräncke

FG 33, Stellv. Fachgebietsleitung
Fachinformation Pflanzenbau
LLH Bad Hersfeld
Tel.: 06621 9228697
manuel.fraenzke@llh.hessen.de

Erich Gersbeck

FG 36, Stellv. Fachgebietsleitung
Fachinformation Biorohstoffnutzung
LLH Kassel
Tel.: 0561 7299273
erich.gersbeck@llh.hessen.de

Dr. Andreas Hammelehle

FG 38, Fachinformation Ökologischer Landbau
LLH Friedberg
Tel.: 0171 9138320
andreas.hammelehle@llh.hessen.de

Prof. Dr. Antje Herrmann

Fachgebietsleitung FG 33
Fachinformation Pflanzenbau
LLH Bad Hersfeld
Tel.: 06621 922832
antje.herrmann@llh.hessen.de

Cecilia Hüppe

FG 33, Fachinformation Pflanzenbau
LLH Bad Hersfeld
Tel.: 06621 922865
cecilia.hueppe@llh.hessen.de

Christian Kirchner

FG 33, Fachinformation Pflanzenbau
LLH Bad Hersfeld
Tel.: 06621 922822
christian.kirchner@llh.hessen.de

Dierk Koch

FG 33, Fachinformation Pflanzenbau
LLH Fritzlar
Tel.: 05622 79777152
dierk.koch@llh.hessen.de

Felix Liesegang

FG 33, Fachinformation Pflanzenbau
LLH Bad Hersfeld
Tel.: 06621 9228700
felix.liesegang@llh.hessen.de

Dr. Marina Meixner

Fachgebietsleitung FG 35
Bieneninstitut Kirchhain
LLH Kirchhain
Tel.: 06422 940639
marina.meixner@llh.hessen.de

Carmen Schumann

FG 33, Fachinformation Pflanzenbau
LLH Kassel
Tel.: 0561 9888417
carmen.schumann@llh.hessen.de

Christian Siebert

FG 36, Fachinformation Biorohstoffnutzung
LLH Witzenhausen
Tel.: 05542 3038365
christian.siebert@llh.hessen.de

Björn Staub

FG 36, Fachgebietsleitung
Fachinformation Biorohstoffnutzung
LLH Witzenhausen
Tel.: 05542 3038351
bjoern.staub@llh.hessen.de

Dr. Anna Techow

FG 33, Fachinformation Pflanzenbau
LLH Bad Hersfeld
Tel.: 06621 9228699
annamarie.techow@llh.hessen.de

Arnim Treißl

FG 36, Fachinformation Biorohstoffnutzung
LLH Witzenhausen
Tel.: 06621 9228 36
arnim.treissl@llh.hessen.de

Dr. Josephine Bukowiecki

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Dr. Fabian Jacobi

Landesbetrieb Hessisches Landeslabor

Prof. Dr. Henning Kage

Christian-Albrechts-Universität zu Kiel

Jennifer Löber

Landesbetrieb Hessisches Landeslabor

Uwe Roth

Hanfanbauer Werra-Meißner

HESSEN



Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen
Kölnische Straße 48-50
34117 Kassel