

## Jahresbericht 2021

Lehr- und Versuchsbetriebe der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen

Fakultät Agrarwirtschaft, Volkswirtschaft und Management



Prof. Dr. Barbara Benz, Prof. Dr. Maren Bernau, Hannes Dann, Prof. Dr. Markus Frank, Stefanie Ferle, Prof. Dr. Konstanze Krüger, Sabine Kurz, Rainer Mauthe, Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf, Prof. Dr. Carola Pekrun, Prof. Dr. Stephan Schneider, Prof. Dr. Albert Stoll, Prof. Dr. Dirk Winter

# Inhaltsverzeichnis

1	Lehr- und Versuchsbetrieb (LVB) Tachenhausen .....	1
1.1	Wirtschaftsbetrieb LVB Tachenhausen .....	1
1.1.1	Lage, Flächen- und Personalausstattung.....	1
1.1.2	Mechanisierung .....	2
1.1.3	Anbau Feldfrüchte im Erntejahr 2021 .....	2
1.1.4	Ernteergebnisse 2021.....	3
1.1.5	Langjährige Entwicklungen im Ackerbau .....	4
1.1.5.1	Langjährige Erträge.....	4
1.1.5.2	Langjährige Kosten für Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel .....	5
1.2	Pflanzenbauliches Versuchswesen LVB Tachenhausen .....	6
1.2.1	Blühende Untersaaten in Mais .....	6
1.2.2	Auswirkungen des Mais-Stangenbohnen-Gemengeanbaus auf den Stickstoffhaushalt .....	9
1.2.3	Anbau von Mais im Gemenge mit großkörnigen Gemengepartnern: Artenscreening .....	12
1.2.4	Blühstreifen im Mais .....	14
1.2.5	Einfluss entomopathogener Nematoden auf die Physiologie von Maispflanzen .....	15
1.2.6	Versuch zur allelopathischen Wirkung von Zwischenfrüchten .....	17
1.2.7	Mit 50 % des üblichen chemischen Pflanzenschutzes und 70 % der erlaubten N-Düngung 90 % des bisherigen Ertragsniveaus und 100 % des Deckungsbeitrages anstreben – ein Ansatz zur Versöhnung von Ökonomie und Ökologie? .....	19
1.2.8	Landwirtschaft 4.0 Ohne Chemisch-Synthetischem PflanzenSchutz (NOcsPS) .....	26
1.3	Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen.....	28
1.4	Abschlussarbeiten am LVB Tachenhausen.....	28
1.5	Veranstaltungen am LVB Tachenhausen .....	29
2	Vorwerk Jungborn.....	30
2.1	Lehrveranstaltungen am Vorwerk Jungborn.....	30
2.2	Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn .....	31
2.3	Versuche Vorwerk Jungborn .....	31
2.4	Qualifizierungsarbeiten am Vorwerk Jungborn.....	34
2.4.1	Untersuchung der täglich anfallenden Kotmenge bei Pferden.....	34
2.4.2	Untersuchungen zu den aktuellen Einflüssen auf die Haltbarkeit bei Futtermitteln für Pferde sowie neue Möglichkeiten der Einflussnahme .....	36
2.4.3	„Ideenwerkstatt Atmung - Entwicklung und Evaluation potentieller Behandlungsstrategien mit flexiblem Pferdetaping nach Heinbokel & Rudde“ .....	38

2.4.4	Ermittlung und betriebswirtschaftliche Bewertung des Arbeitszeitbedarfs der Arbeitsabläufe in der Pferdehaltung.....	39
2.4.5	Promotionsprojekt November 2021-April 2024 - Pferdemist- Wertstoff oder Abfallprodukt?.....	40
2.4.6	Promotionsprojekt März 2020 – Februar 2023 - Digitalisierung auf Pferdehaltenden Betrieben - worauf kommt es an und wo liegen die Chance für die Betriebe? .....	43
2.5	Weitere Abschlussarbeiten am Vorwerk Jungborn .....	45

# 1 Lehr- und Versuchsbetrieb (LVB) Tachenhausen

## 1.1 Wirtschaftsbetrieb LVB Tachenhausen

### 1.1.1 Lage, Flächen- und Personalausstattung

Der Lehr- und Versuchsbetrieb Tachenhausen liegt südlich der A8 zwischen Stuttgart und Ulm. Die Region gehört zum Vergleichsgebiet 2 (Gäulandschaften und deren Randgebiete). Die Bodenart ist Lias auf Lößlehm und Dogger. Der Bodentyp ist schwach pseudovergleyte Parabraunerde, rendzinaartige Auenböden mit Bodenpunkten von 42 bis 74. 50% des Geländes ist eben und 50% hat leichte bis starke Hangneigung. Der Betrieb liegt 330 m über NN und hat im langjährigen Durchschnitt eine mittlere Jahrestemperatur von 10,3 °C. Die Jahresniederschläge liegen im Mittel von 2001 bis 2020 bei 794 mm/a.

Die landwirtschaftlich genutzte Fläche beträgt 109,24 ha. Davon sind 84,25 ha Ackerfläche, der Rest besteht aus Grünland (24,99 ha). Der Großteil der Flächen, nämlich 92 ha, sind voll arrondiert (Abb. 1).

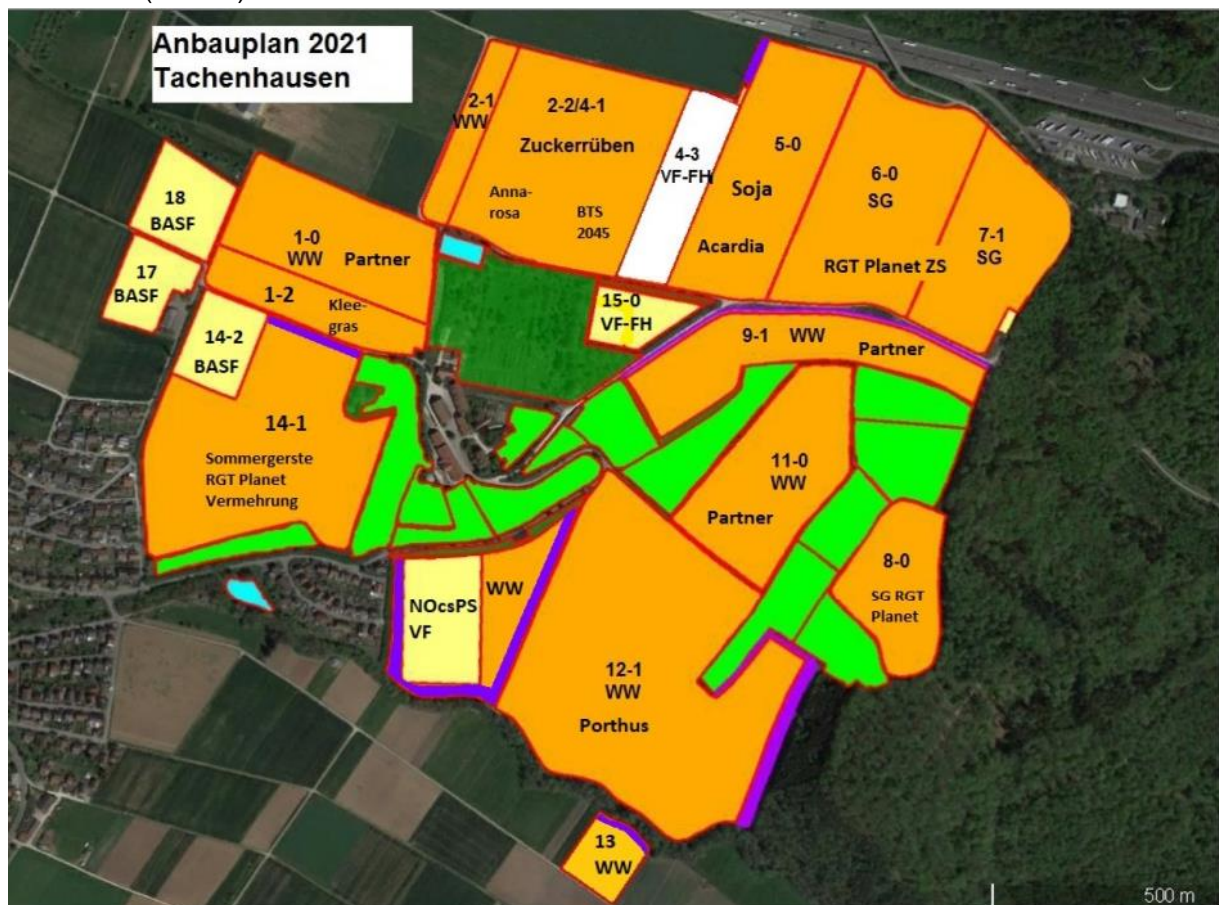


Abb. 1: Anbauplan der Feldfrüchte des Erntejahres 2021 auf den arrondierten Schlägen des LVB Tachenhausen

Der Viehbesatz besteht aus 7 bis 9 Pensionspferden und einer wechselnden Anzahl an Pensionsrindern zur Restgrünlandverwertung. Neben dem Betriebsleiter ist ein Techniker am LVB Tachenhausen beschäftigt. Die Leitung der LVB obliegt Herrn Prof. Schneider.

### 1.1.2 Mechanisierung

Der LVB Tachenhausen verfügt über fünf Traktoren mit insgesamt 368 kW. Dies entspricht einem Schlepperbesatz von 341 kW/100 ha landwirtschaftlicher Fläche. Die Bodenbearbeitung wird mittels 5-Schar-Volldrehpflug, Scheibenegge oder Schwergrubber durchgeführt. Getreide wird mit einer Saatkombination oder Direktsaatmaschine gedreht, Zuckerrüben werden in Einzelkornsaat (Mulchsaat) gesät, Mais wird durch einen Lohnunternehmer gelegt. Der Pflanzenschutz wird mit einer 21 m Anhängespritze durchgeführt. Die mineralische Düngung erfolgt teilflächenspezifisch mittels Flüssigdünger oder durch einen Düngestreuer. Zur Ernte der Feldfrüchte (außer Körnermais) steht ein eigener Mähdrescher (Arbeitsbreite 6,71 m, 305 kW) zur Verfügung, die Zuckerrüben werden von einem Lohnunternehmer geerntet.

### 1.1.3 Anbau Feldfrüchte im Erntejahr 2021

Im Erntejahr 2021 wurden insgesamt sechs verschiedene Feldfrüchte angebaut. In folgender Tabelle ist die Schlagbezeichnung, die Hauptfruchtart, die Sorte sowie die Anbaufläche aufgeführt (Tab. 1).

Tab. 1: Anbauplan Feldfrüchte Erntejahr 2021 mit Schlagbezeichnung, Sorte und Schlaggröße

<b>Schlagbezeichnung</b>	<b>Hauptfruchtart(en)</b>	<b>Sorte</b>	<b>Fläche, ha</b>
1-0	Winterweizen, Klee gras	Partner	5,95
2-0	Zuckerrüben, Versuche	Annarosa	4,93
4-1 + 4-3	Zuckerrüben, Versuche	BTS 2045	5,24
4-2	Blühfläche		0,11
5-0	Sojabohnen	Acardia	5,15
6-0	Sommergerste	RGT Planet	6,07
7-1 + 7-2	Sommergerste, Gräser	RGT Planet	4,00
8	Sommergerste	RGT Planet	2,58
9-1	Winterweizen, Blühfläche	Partner	4,10
10	Versuche (NocsPS), Blühfläche		4,05
11	Winterweizen	Partner	4,30
12	Winterweizen, Blühfläche	Porthus	13,20
13-2	Winterweizen, Blühfläche	Porthus	0,83
14	Sommergerste, Versuche, Blühfläche	RGT Planet	9,00
15	Winterweizen	Emmerick	0,88
17	BASF-Versuchsfeld		
18	BASF-Versuchsfeld		
20	Körnermais	Yakari	0,90
21	Winterweizen, Blühfläche	Partner	5,30
22	Landtechnik-Übungssacker		0,27
23-1	Körnermais	Yakari	1,35
26	Körnermais	Rancador	2,00
27-1	Körnermais	Yakari	1,25
28	Körnermais	Rancador	1,77
<b>Summe (ohne LE)</b>			<b>83,28</b>
<b>Ackerfläche Jungborn</b>			<b>12,47</b>

Zum Erntejahr 2021 wurden somit insgesamt 31,54 ha Winterweizen, 20,35 ha Sommergerste (Vermehrung), 7,27 ha Körnermais, 7,05 ha Zuckerrüben, 5,15 ha Sojabohnen und 1,86 ha

Kleegras angebaut. 1,21 ha Blühflächen und 9,93 ha Versuchsflächen runden die Ackerfläche ab.

#### 1.1.4 Ernteergebnisse 2021

Aufgrund eines starken Hagelereignisses am 23.06.2021 verzeichnete der Wirtschaftsbetrieb große Schäden. Ein Großteil der Saatgutvermehrungsschläge der Sommergerste wurden sofort bei der Feldbesichtigung aberkannt; alle anderen Feldfrüchte wurden durch das Hagelereignis geschädigt. Bei den Sojabohnen war dies mit einem Total-Ernteausfall verbunden (Abb. 2, Abb. 3).



Abb. 2: Hagelschaden an unterschiedlichen Feldfrüchten (oben von links Zuckerrüben, Sojabohnen, unten: Körnermais, Hafer) am LVB Tachenhausen

Die Zuckerrüben erreichten mit 878 dt Ertrag je ha bei einem Zuckergehalt von 18,7% angesichts des Hagelschadens ein beachtliches Ernteergebnis. Bei den anderen Feldfrüchten lagen die Verluste gegenüber dem langjährigen Schnitt zwischen 42 und 64%.

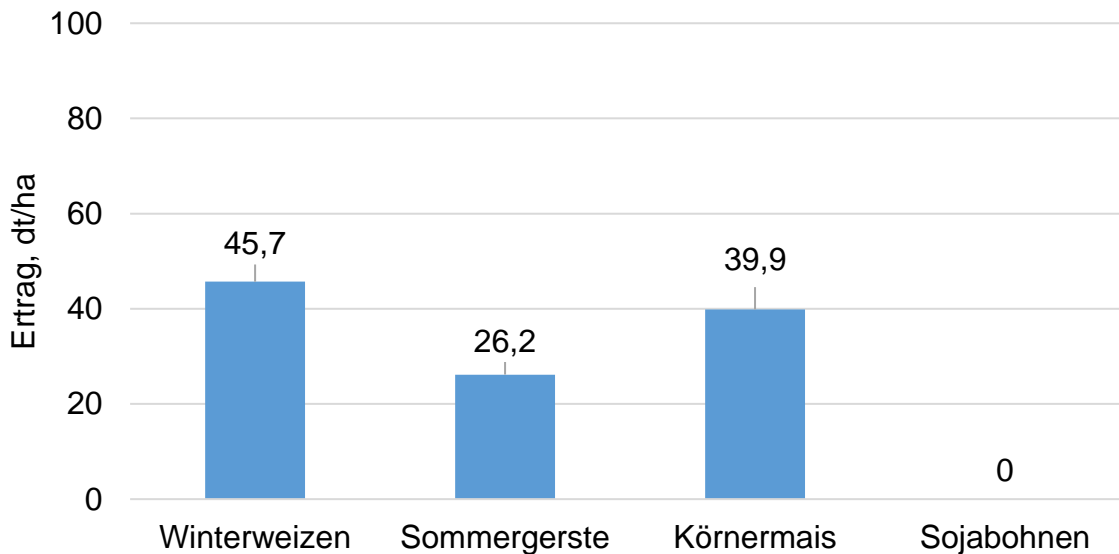


Abb. 3: Ertrag Feldfrüchte Erntejahr 2021 nach Hagelschauer am 23.06.2021 (Auswahl)

Der finanzielle Schaden, der dem Wirtschaftsbetrieb des LVB durch das Hagelereignis widerfuhr, beläuft sich auf ca. 80.500 € (Abb. 4).

Nr.	Ermittlung des Ertragsausfalls	Einheit	Sommergerste (Vermehrung)	Winterweizen	Körnermais	Sojabohnen	Zuckerrüben
			(14% H <sub>2</sub> O)	(14% H <sub>2</sub> O)	(14% H <sub>2</sub> O)	(14% H <sub>2</sub> O)	Frischmasse (18,7% Zucker)
1	Langjähriger Ertragsdurchschnitt Betrieb (2016-2020)	dt/ha	59,03	78,84	116,74	31,60	928,62
2	- Tatsächlicher Ernteertrag Erntejahr 2021	dt/ha	26,17	45,69	39,86	0,00	878,34
3	= Ertragsausfall aufgrund von Hagelschaden	dt/ha	<b>32,86</b>	<b>33,15</b>	<b>76,88</b>	<b>31,60</b>	<b>50,28</b>
4	x Marktpreis/Verkaufspreis Ernte 2021 (brutto)	€/dt	38,75	28,23	25,46	65,31	3,03
5	= Ertragsausfall	€/ha	1.273,16	935,77	1.957,44	2.063,80	152,35
6	x Anbaufläche im Erntejahr 2021	ha	20,35	31,54	7,27	5,15	7,05
7	= Ertragsausfall	€/Kultur	25.908,82	29.514,34	14.230,60	10.628,55	1.074,06
8	Vermiedene Aufwendungen Erntejahr 2021	€/ha				178,50	
9	Zusätzliche Aufwendungen Erntejahr 2021	€/ha				17,66	
10	- Vermiedene Aufwendungen Erntejahr 2021	€/Kultur				919,28	
11	+ Zusätzliche Aufwendungen Erntejahr 2021	€/Kultur				90,95	
12	= Gesamtverlust Ernte 2021 aufgrund von Hagelschaden	€/Kultur	25.908,82	29.514,34	14.230,60	9.800,22	1.074,06
13	= Gesamtverlust Ernte 2021 aufgrund von Hagelschaden	€/Betrieb			<b>80.528,04</b>		

Abb. 4: Kalkulation Gesamtverlust Wirtschaftsbetrieb aufgrund des Hagelereignisses vom 23.06.2021

Da das Land Baden-Württemberg als Selbstversicherer keine Hagelversicherung abschließt, wird der Schaden nicht ersetzt und belastet erheblich die Finanzsituation des LVB.

## 1.1.5 Langjährige Entwicklungen im Ackerbau

### 1.1.5.1 Langjährige Erträge

Die Erträge der drei wichtigen Feldfrüchte Winterweizen, Sommergerste (Vermehrung) und Hafer seit 1993 zeigen die gute Ertragsfähigkeit der Böden des LVB (Abb. 5). Das Erntejahr 2021 fällt aufgrund der hagelbedingten Mindererträge deutlich ab (Hafer wurde im Erntejahr 2021 nur im Versuchsfeld angebaut).

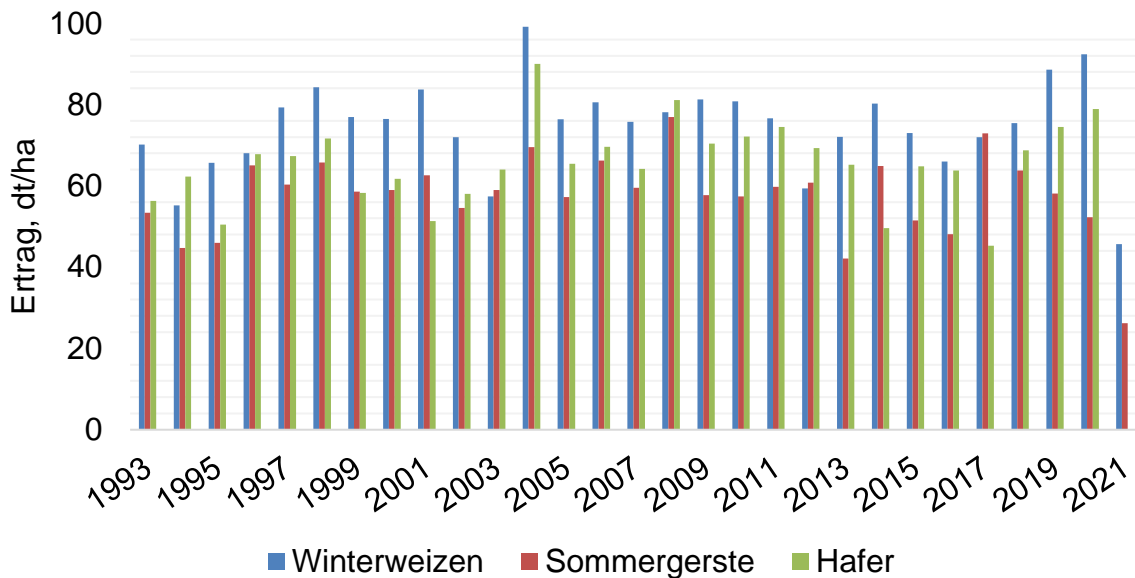


Abb. 5: Langjährige Ernteerträge des LVB Tachenhausen seit 1993

Beim Vergleich der Erträge des Hafers mit den Erträgen des Winterweizens und der Sommergerste zeigt sich die gute Eignung des LVB Tachenhausen für den Haferanbau. Der Haferanbau wird jedoch durch die zunehmende Problematik mit resistentem Ackerfuchsschwanz und nicht geeigneter Herbizide erschwert.

### 1.1.5.2 Langjährige Kosten für Mineraldünger und Pflanzenschutzmittel

Die langjährige Auswertung der Aufwendungen für Dünger (€/ha) und Pflanzenschutzmittel (PSM, €/ha) von 1997 bis 2020 zeigen beim Dünger einen stärkeren Anstieg als bei den PSM (Abb. 6). Die stark gestiegenen Preise für Mineraldünger ab Herbst 2021 werden sich erst im Erntejahr 2022 deutlich auswirken.

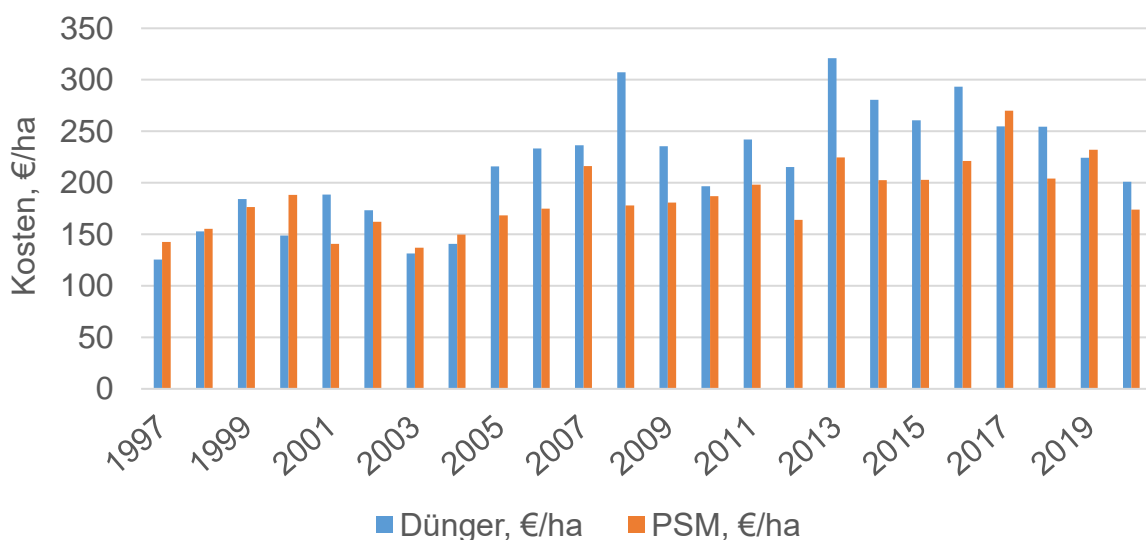


Abb. 6: Langjähriger Verlauf der Kosten für Dünger und Pflanzenschutzmittel seit 1997



## 1.2 Pflanzenbauliches Versuchswesen LVB Tachenhausen

Das Versuchswesen wird von einer festangestellten Fachkraft und diversen Projektmitarbeitern sowie studentischen Hilfskräften betreut.

### 1.2.1 Blühende Untersaaten in Mais

Gefördert  
durch



Baden-Württemberg  
MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

**Standort:** Tachenhausen

**Projekt-Titel:** Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus

**Teilprojekt:** Aufwertung des Silomaisanbaus durch artenreiche Untersaaten

**Fördermittelgeber:** Ministerium für Ernährung, ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) im Rahmen des Sonderprogramms zur Stärkung der biologischen Vielfalt

**Projektleitung:** Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

**Projektbearbeiter/innen:** Freya Zettl, Conny Hüber, Sabine Kurz

#### Hintergrund und Problemstellung

Die bisher im Rahmen des Projektes untersuchten Mais-Gemengepartner (z.B. Stangenbohnen, Sonnenblumen oder Kapuzinerkresse) haben den Nachteil, dass durch die späte Entwicklung das Erosionsrisiko kaum reduziert wird und der Mehrwert für wildlebende Insekten relativ gering ist. In diesem Versuch wurden daher artenreiche blühende Untersaaten hinsichtlich ihrer Biodiversitätsleistung und Auswirkungen auf Ertrag- und Qualität des Silomais untersucht.

#### Forschungsfragen

1. Ist der Anbau von Mais mit blühenden Untersaaten praxistauglich?
2. Wie hoch ist der Mehrwert eines Mais-Blümmischung-Gemenges im Vergleich zur Mais-Reinkultur für die Insektenvielfalt?

#### Versuchsaufbau und erhobene Parameter

Der Versuch wurde als Exaktversuch, randomisiert mit drei Varianten (Mais + FB I, Mais + FB II, Mais-Kontrolle) in vier Wiederholungen angelegt. Untersucht wurden Trockenmasseerträge, Deckungsgrad und Blühaspekt der Blümmischungen sowie das Laufkäfer- und Wildbienen-vorkommen.

Tab. 2: Zusammensetzung der Untersaaten FB I und FB II für 2021

Botanischer Name	Deutscher Name	FB I	FB II
<i>Achillea millefolium</i>	Gewöhnliche Schafgarbe	-	5%
<i>Anthemis arvensis</i>	Acker-Hundskamille	10%	3%
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	-	3%
<i>Borago officinalis</i>	Borretsch	5%	2%
<i>Brassica napus</i>	Raps	10%	2%
<i>Calendula officinalis</i>	Ringelblume	-	4,5%
<i>Camelina sativa</i>	Leindotter	-	4,5%
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	Hirtentäschel	-	4,5%
<i>Clinopodium vulgare</i>	Gewöhnlicher Wirbeldost	-	4,5%
<i>Coriandrum sativum</i>	Koriander	10%	2%

Botanischer Name	Deutscher Name	FB I	FB II
<i>Crepis capillaris</i>	Kleinköpfiger Pippau	-	4,5%
<i>Lapsana communis</i>	Gemeiner Rainkohl	-	4,5%
<i>Leucanthemum vulgare</i>	Margarite	-	4,5%
<i>Lotus corniculatus</i>	Hornklee	-	4,5%
<i>Matricaria recutita</i>	Echte Kamille	10%	2%
<i>Medicago lupulina</i>	Hopfenklee	10%	4,5%
<i>Myosotis arvensis</i>	Ackervergissmeinnicht	-	4,5%
<i>Picris hieracioides s.l.</i>	Gewöhnliches Bitterkraut	-	4,5%
<i>Onobrychis viciifolia</i>	Espargette	-	4,5%
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzwegerich	-	4,5%
<i>Silene noctiflora</i>	Acker-Lichtnelke	10%	3%
<i>Sinapis arvensis</i>	Acker-Senf	10%	3%
<i>Stellaria graminea</i>	Grasstermiere	-	4,5%
<i>Trifolium incarnatum</i>	Inkarnatklee	-	2%
<i>Trifolium pratense</i>	Rotklee	10%	2%
<i>Trifolium repens</i>	Weißklee	5%	5%
<i>Tripleurospermum perforatum</i>	Geruchlose Kamille	10%	3%
<b>Artenzahl</b>		<b>11</b>	<b>27</b>

Das Blümmischungssaatgut wurde mit einer Saatstärke von 0,7 g/m<sup>2</sup> mittels Pöttinger Aerosem PCS in einem Arbeitsgang zeitgleich mit dem Mais gesät. Die Aerosem-Technik erlaubt die gemeinsame Aussaat einer Kultur in Einzelkornsaat mit einer gedrillten Untersaat. Die Blümmischung wurde dabei jeweils in vier Streifen zwischen die in Doppelreihen gesäten Maisstreifen (10 Körner m<sup>-2</sup>) ausgebracht. Die Herbizidanwendung erfolgt in den Kontrollparzellen (reiner Mais) flächig. Die Blümmischungspartellen (Mais mit blühender Untersaat) wurden zur Hälfte randomisiert mittels Reihenbandspritze behandelt.

### Zentrale Ergebnisse

Bei zeitgleicher Aussaat war die Etablierung und Bestandsentwicklung von Mais und blühender Untersaat unproblematisch. Signifikante Ertragseinbußen in den unbehandelten Parzellenhälften ließen sich durch die Herbizidapplikation in den Maisreihen (Reihenbandspritzung) verhindern (Abb. 7).

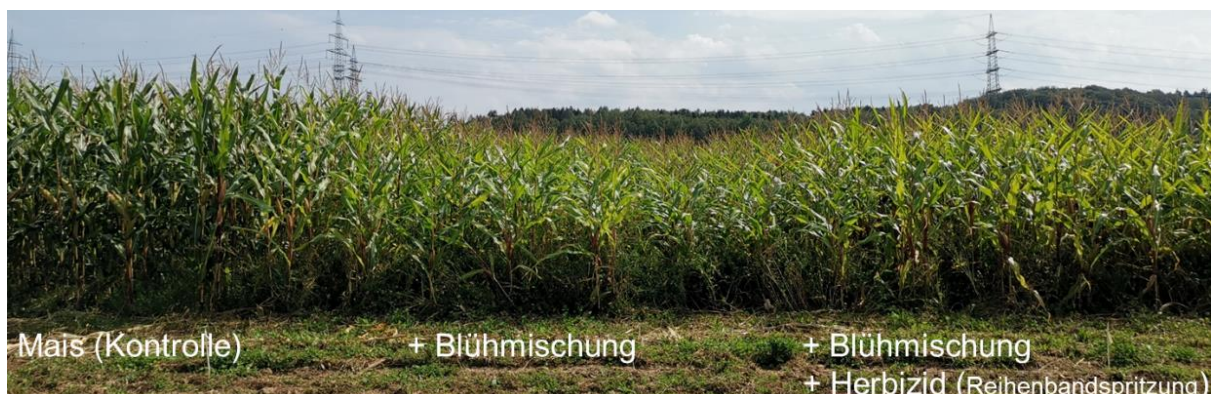


Abb. 7: Parzellenversuch zu Mais mit blühender Untersaat (Frühjahrsblümmischung) TH 2021 (Foto: Hüber)

Es zeigte sich, dass Klee (insbesondere *T. pratense* und *T. incarnatum*), verschiedene Kamillearten, Senf, Raps, Borretsch und Koriander besonders gut für eine Frühjahrsuntersaat geeignet sind. Sie zeichneten sich durch ein hohes Blühangebot, eine verhältnismäßig gute Unkrautunterdrückung und eine geringe Konkurrenzentwicklung gegenüber dem Mais aus. Die entomologischen Untersuchungen wiesen auf einen tendenziellen Mehrwert des Mais-Gemenges mit Frühjahrsuntersaat für das Insektenvorkommen hin. Von Anfang Juli bis Ende August bietet die Untersaat ein zusätzliches Nahrungsangebot für phytophage Laufkäfer sowie ein vielfältiges Blühangebot, das von Wild- und Honigbienen genutzt werden kann.



Abb. 8: Blütenbesuche von Wildbienen in den blühenden Untersaat im Mais auf Kamille (links) und Borretsch (rechts) (Fotos: Zettl)

### **Ausblick**

In den Exaktversuchen konnte gezeigt werden, dass größere Ertragsrisiken durch die Reihenbandspritzung vermieden und der Ansatz daher auch in der Praxis getestet werden kann. Es wurde des Weiteren ein tendenzieller Mehrwert für die Insektenvielfalt aufgezeigt, den es nun in mehrjährigen Untersuchungen auf Praxisschlägen zu validieren gilt. In Folgeversuchen am Standort Tachenhausen soll die Blühmischungszusammensetzung nun weiter optimiert werden. Hierzu werden in den Jahren 2022 und 2023 verschiedene Blühmischungen als Untersaat in Mais und Sorghum getestet. Da die verwendete Saattechnik (Pöttinger Arosem PCS) in der Praxis bisher nur vereinzelt genutzt wird, wird in zukünftigen Versuchen eine flächige Aussaat der Blühmischung, sowohl im Parzellenversuch als auch auf den Praxisflächen, getestet.

## 1.2.2 Auswirkungen des Mais-Stangenbohnen-Gemengeanbaus auf den Stickstoffhaushalt

**Standort:** Tachenhausen

**Projekt-Titel:** GeMaBo - Ökologische und ökonomische Bewertung des Gemengeanbaus von Mais (*Zea mays* L.) mit Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris* L.) unter besonderer Berücksichtigung der Auswirkungen auf Stickstoffbilanz und Biodiversität

**Fördermittelgeber:** Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, Projektträger: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (FKZ 22027716)

**Projektleitung:** Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

**Wissenschaftliche/technische Mitarbeiter:innen:** Daniel Villwock, Khaliun Sukhbaatar, Sabine Kurz

**Laufzeit:** 01.02.2019 – 28.02.2023

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

### Hintergrund und Problemstellung

Mais (*Zea mays* L.) ist mit rund 20% der gesamten Ackerfläche die wichtigste Futter- und Energiepflanze Deutschlands. Er wird überwiegend als Biogassubstrat und in der Milchviehfütterung genutzt. Der Anbau von Mais im Reinanbau ist jedoch wegen seiner potentiell ungünstigen ökologischen Wirkungen in der Kritik. Der Gemengeanbau von Mais mit Stangenbohnen gilt als ressourceneffiziente und nachhaltige Alternative zum Reinanbau. Im Projekt GEMABO soll untersucht werden, ob der Anbau des Mais-Stangenbohnen-Gemenges dazu beitragen kann, die Umweltbilanz des Maisanbaus zu verbessern ohne die Wirtschaftlichkeit wesentlich zu reduzieren. Dazu wurde unter anderem in Exaktversuchen die Wirkung von N-Düngung auf die Erträge, die N-Auswaschungen und die Folgekultur von Mais-Stangenbohnen-Gemengen und reinem Mais an zwei Standorten untersucht. Die Versuche wurden/werden in den Jahren 2019 und 2020 (Hauptfrucht) und 2020 und 2021 (Folgefrucht) an den Standorten Tachenhausen (HfWU) und Haus Düsse (Landwirtschaftskammer NRW) durchgeführt.

### Forschungsfragen

1. Kann der Anbau des Mais-Stangenbohnen-Gemenges durch den Verzicht auf mineralische Düngemittel zur Verminderung von Nitratauswaschungen beitragen?
2. Welche Auswirkung hat der Mais-Stangenbohnen-Gemengeanbau auf den N-Haushalt bzw. die N-Bilanz des Bodens?
3. Wie entwickeln sich die N-Bilanzen in Abhängigkeit vom Gemengeanbau in der folgenden Kultur Winterweizen?

### Versuchsaufbau und erhobene Parameter

Die Versuche wurden als randomisierte vollständige Blockanlage mit vier Wiederholungen angelegt. Der erste Faktor „Anbausystem“ enthielt Mais-Stangenbohnen-Gemengeanbau mit 8 Pflanzen/m<sup>2</sup> Mais (*Zea mays* L., Sorte KWS Figaro von KWS) und 4 Pflanzen/m<sup>2</sup> Stangenbohne (*Phaseolus vulgaris* L., Sorte WAV 612 von Van Waveren Saaten) sowie Mais im Reinanbau mit 8 Pflanzen/m<sup>2</sup> (ebenfalls KWS Figaro). Der zweite Faktor N-Düngung enthielt 0% (keine Düngung), 40% und 100% der maximal zulässigen N-Düngemenge gemäß Düngeverordnung. Bestimmt wurden Trockenmasseerträge und N-Gehalte der Hauptkultur, die N<sub>min</sub>-Gehalte im Boden in 0 bis 90 cm Tiefe zu drei Zeitpunkten nach der Hauptkultur, nämlich zur Ernte, zu Vegetationsende bzw. vor Beginn der Sickerwasserperiode, zu Vegetationsbeginn

des Folgejahres bzw. zum Ende der Sickerwasserperiode, sowie Trockenmasseerträge und N-Gehalte der Folgekultur Winterweizen.

### Zentrale Ergebnisse

Die Ergebnisse des Standorts Tachenhausen zeigen, dass das Mais-Stangenbohnen-Gemenge über alle Düngestufen hinweg ähnliche Rohproteinträge aufwies, während der Mais im Reinanbau mit zunehmender Düngung auch höhere Erträge lieferte. Nur unter den Bedingungen einer reduzierten Düngung konnte das Gemenge höhere Rohproteinträge als der Mais im Reinanbau erzielen (Abb. 9). Daraus resultiert, dass das Mais-Stangenbohnen-Gemenge an diesem Standort nur unter den Bedingungen einer reduzierten N-Düngung einen Ertragsvorteil gegenüber Mais im Reinanbau mit sich bringt. Dies spricht dafür, dass die Stangenbohne unter N-Mangelbedingungen die Möglichkeit der biologischen N-Fixierung über die Symbiose mit Knöllchenbakterien genutzt hat. Parallel durchgeführte Erhebungen auf einem speziell dafür angelegten benachbarten Exaktversuch mit Mais-Stangenbohnen-Gemenge zeigten, dass es an diesem Standort zu einer ausgeprägten Knöllchenbildung kam. Am einem zweiten Versuchsstandort (Haus Düsse, NRW) waren die Rohproteinträge der reduzierten Düngestufen im Gemengeanbau von Mais mit Stangenbohnen im Vergleich zum Mais im Reinanbau nicht erhöht und der Anteil der Stangenbohnen am Gesamtertrag war geringer als am Standort Tachenhausen (Abb. 10). Im Jahr 2020 durchgeführte Knöllchenerhebungen zeigten, dass es am Standort Haus Düsse nur in sehr geringem Umfang zu einer Knöllchenbildung kam. Daraus entsteht die These, dass die Erhöhung des Rohproteintrags gegenüber dem Mais im Reinanbau bei reduzierter Düngung am Standort Tachenhausen dadurch begünstigt war, dass dort die Knöllchensymbiose besser funktioniert hat als am Standort Haus Düsse.

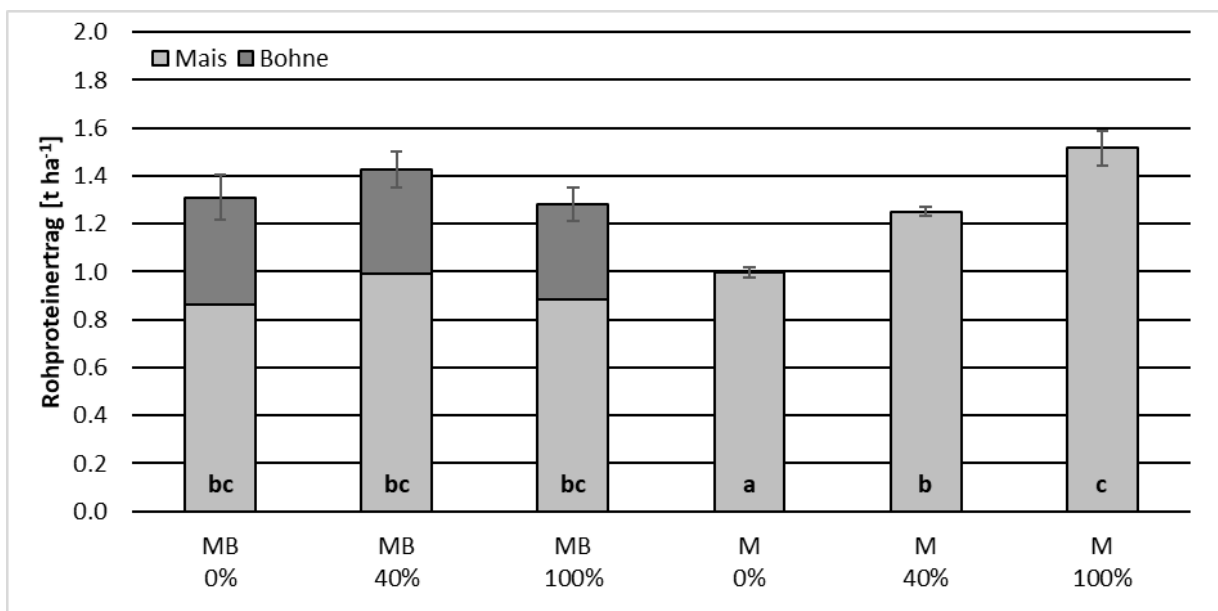


Abb. 9: Rohproteingehalte der Hauptkultur am Standort Tachenhausen, 2019 und 2020. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (Tukey B Test,  $\alpha = 5\%$ ). Fehlerbalken zeigen Standardfehler der Mittelwerte

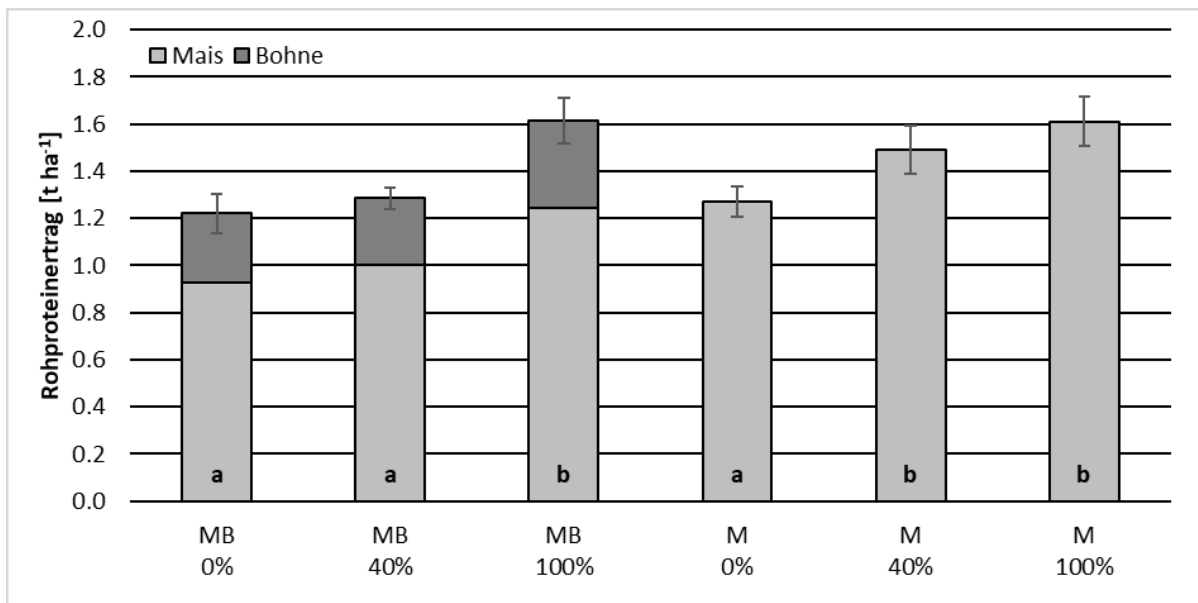


Abb. 10: Rohproteinerträge der Hauptkultur am Standort Haus Düsse, 2019 und 2020. Mittelwerte mit gleichen Buchstaben unterscheiden sich nicht signifikant voneinander (Tukey B Test,  $\alpha = 5\%$ ). Fehlerbalken zeigen Standardfehler der Mittelwerte.

## Ausblick

Ergebnisse im Rahmen des Projektes GEMABO lassen vermuten, dass der Gemengeanbau von Mais mit Stangenbohnen sein Potential zur Reduktion der N-Düngung nur unter den Bedingungen einer erfolgreichen Knöllchenbildung, also einer Symbiose mit N-fixierenden Bakterien, entfalten kann. Die Knöllchenbildung, die möglicher Weise nicht an allen Standorten natürlicherweise eintritt, könnte durch Zugabe von Knöllchenbakterien mittels eines Impfmittels gewährleistet werden. Um eine verlässliche Praxisempfehlung zum Umgang mit Impfmitteln herausgeben zu können, werden im Jahr 2022 Exaktversuche zur Untersuchung der Wirksamkeit einer Impfmittelgabe in Abhängigkeit der Düngemenge auf die N-Fixierungsleistung und die Knöllchenbildung der Stangenbohne sowie auf die Erträge des Mais-Stangenbohnen-Gemenges durchgeführt.

### 1.2.3 Anbau von Mais im Gemenge mit großkörnigen Gemengepartnern: Artenscreening

**Projekttitlel:** Diversifizierung im Silomaisanbau

**Projektleitung:** Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

**Fördermittelgeber:** Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) im Rahmen des Sonderprogramms zur Stärkung der Biologischen Vielfalt

**Projektbearbeitung:** Khaliun Sukhbaatar

**Laufzeit:** Phase II 1.1.2020-30.6.2022

**Kooperationspartner (nur dieser Versuch):** Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Gefördert  
durch



Baden-Württemberg  
MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

**Hintergrund:** Mais ist eine der flächenstärksten Kulturpflanzen in Deutschland. Eine ökologische Aufwertung der Mais-Flächen kann daher einen wesentlichen Beitrag zur Förderung der biologischen Vielfalt leisten. Mit Mais-Stangenbohne liegt bereits ein praxisreifes Verfahren des Mais-Gemengeanbaus vor. In diesem Projekt wurden weitere Gemengepartner auf die Eignung für den Gemengeanbau mit Mais erprobt. Es wurden Gemengepartner gewählt, die sich potentiell für eine Gemeinsame Aussaat mit Mais eignen (ähnliche TKM sowie ähnliche Ansprüche an Saatzeitpunkt und Saattiefe). Im Jahr 2021 wurde der Versuch im zweiten Jahr durchgeführt.

**Versuchsanlage:** Der Versuch wurde als Exaktversuch, randomisiert mit fünf Varianten in vier Wiederholungen angelegt. Es wurden folgende Varianten untersucht:

- (1) Mais Reinbestand (Kontrolle) (*Zea Mays L.*) Aussaatstärke 8 Pflanzen/m<sup>2</sup>,
- (2) Kapuzinerkresse (*Tropaeolum peregrinum L.*) 4,5 Pflanzen/m<sup>2</sup> + Mais 8 Pflanzen/m<sup>2</sup>
- (3) Erbsen (*Pisum sativum L.*, Sorte *Astronaute*) + Mais 8 Pflanzen /m<sup>2</sup>
- (4) Ackerbohne (*Vicia faba L.*, Sorte *Avalon*) 4,5 Pflanzen/m<sup>2</sup> + Mais 8 Pflanzen m<sup>2</sup>
- (5) Sonnenblumen (*Helianthus annuus L.*, Sorte *D120*) 2 Pflanzen/m<sup>2</sup> + Mais 8 Pflanzen /m<sup>2</sup>

Es wurde die Maissorte Figaro verwendet. Die Aussaat erfolge am 27. April. Für die Unkrautbekämpfung wurde am 28. April bei Kapuzinerkresse 1,75 l/ha Stomp, Erbsen und Ackerbohnen 3,5 l/ha Stomp und Sonnenblumen 1,2 l/ha Spectrum + 2,6 l/ha Stomp ausgebracht.

#### Erhobene Parameter:

- Bonituren der Pflanzenentwicklung (Feldaufgang, Zeitraum des Blühangebots sowohl bei Mais als auch Gemengepartner)
- Pflanzenhöhe und Anzahl der Pflanzen kurz vor Ernte
- Trockenmasseertrag (insgesamt und je Gemengepartner) und Qualität des Erntegutes
- Nmin-Gehalte im Boden in Tiefe von 0-90 cm zur Ernte und zu Vegetationsende

**Zentrale Ergebnisse:** In diesem Versuchsjahr erzielte die Kontrolle TM-Erträge von 110 dt/ha, während die geringsten Erträge bei Variante mit Ackerbohnen erzielt wurden (86 dt/ha). Der Unterschied zwischen diesen beiden Varianten war signifikant (p=0,033). Zwischen den anderen Varianten wurden keine signifikanten Unterschiede im Ertrag festgestellt. Der geringere Ertrag in der Ackerbohnenvariante wurde unter anderem durch einen geringeren Maisbestand verursacht, weil sich das Saatgut im Tank entmischte. Der Anteil der Gemengepartner im Erntegut war bei der Sonnenblumen 16,4%, bei Ackerbohnen 1,3%. Erbsen und Kapuzinerkresse

gelangten nicht ins Erntegut (Erbsen: Bereits abgestorben; Kapuzinerkresse: wächst unter Häckselhöhe). Die insgesamt geringen Erträge sind auf einen schweren Hagelschaden zurückzuführen. Es konnte kein signifikanter Einfluss des Gemengeanbaus auf die Nmin-Gehalte im Boden nach der Ernte sowie zu Beginn Sickerwasserperiode (Vegetationsende) festgestellt werden. Die eingesetzten Pflanzenschutzmittel wirkten bei allen behandelten Varianten gut. Die Ackerbohnen und Erbsen lieferten ein etwas früheres Blühangebot als die übrigen Gemengepartner. Biomasse dieser Gemengepartner war zur Ernte kaum mehr vorhanden. Die Kapuzinerkresse zeigte keine rankenden Effekte, obwohl die ausgewählte Art (*Tropaeolum majus*) als kletternd und rankend bezeichnet war. Durch den flachen Wuchs war im Erntegut ebenfalls keine Biomasse des Gemengepartners enthalten. Aber sie bietet nach der Ernte bis zum ersten Frost bzw. der Stoppelbearbeitung ein Blühangebot an.

### **Ausblicke**

Die ausgewählten Gemengepartner erwiesen sich grundsätzlich für den Gemengeanbau mit Mais als geeignet. Das Sähen stellte keinen zusätzlichen Aufwand dar, da die Gemengepartner alle gemeinsam mit dem Mais ausgesät werden konnten. Ein dem Mais möglichst ähnliches TKG und ähnliche Samenform reduzieren das Risiko einer Entmischung im Tank. Chemischer Pflanzenschutz war möglich und wurde von allen Gemengepartnern gut vertragen. Das gesteigerte Blühangebot wirkt sich potentiell positiv auf die Biodiversität aus. Eine gemeinsame Auswertung über zwei Versuchsjahre und beide Versuchsstandorte (Tachenhäuser und Forchheim bei Karlsruhe) ist noch ausstehend.



## 1.2.4 Blühstreifen im Mais

**Standort:** Jungborn

**Projekt-Titel:** Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus

**Teilprojekt:** Biodiversitätswirkung von Blühstreifen

**Fördermittelgeber:** Ministerium für Ernährung, ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR) im Rahmen des Sonderprogramms zur Stärkung der biologischen Vielfalt

**Leitung:** Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

**Wissenschaftliche Mitarbeiterinnen:** Freya Zettl, Conny Hüber

Gefördert  
durch



Baden-Württemberg  
MINISTERIUM FÜR LÄNDLICHEN RAUM  
UND VERBRAUCHERSCHUTZ

### Hintergrund

Der Versuch wurde zur Etablierung und Evaluation von überjährigen Blühstreifen im Maisacker angelegt. Ziel war es die Auswirkungen auf die Biodiversität sowie den Beitrag des Blühstreifens zum Erosionsschutz zu untersuchen. Im Gegensatz zur blühenden Untersaat (vgl. „Blühende Untersaaten in Mais“, am Standort Tachenhausen) wird die Blühmischung im Blühstreifenversuch vom Mais getrennt. Das hat den Vorteil, dass das Risiko eines Ertragsverlustes stark reduziert wird. Weitere Vorteile sind der Erosionsschutz und die Überwinterungsmöglichkeit für Insekten und andere Tiere. Durch die Positionierung im Feld werden die erosionsvermeidende Wirkung (durch Hanglängenverkürzung) und die biodiversitätsfördernde Wirkung (durch Biotopvernetzung) gegenüber einer Randlage potentiell erhöht.

### Versuchsentwicklung und Ausblick

Der bereits im September 2020 ausgesäte Blühstreifen lief im Frühjahr 2021 gut auf. Im Juni 2021 wurde die Blühmischung jedoch durch Hagelschäden stark beeinträchtigt, sodass der Versuch vorzeitig abgebrochen werden musste. Parallellaufende Versuche auf weiteren Praxis schlägen zeigten, dass die Blühstreifen zu einer deutlichen Zunahme der Insektenvielfalt auf Maisschlägen beitragen können. In Folgeversuchen soll der hier beschriebene segregative Ansatz direkt mit dem, im Exaktversuch getesteten integrativen Ansatz (blühende Untersaaten in Mais) hinsichtlich der Praxistauglichkeit und Biodiversitätswirkung verglichen werden.

## 1.2.5 Einfluss entomopathogener Nematoden auf die Physiologie von Maispflanzen

**Projektleitung:** Prof. Dr. rer. nat. Markus Frank

**Projektbearbeitung:** Paul Himmighofen (Universität Bern), Sabine Kurz

**Fördermittelgeber:** Schweizer Nationalfond (SNF)

**Projekttitel:** Einfluss entomopathogener Nematoden auf die Physiologie von Maispflanzen

**Laufzeit:** 20.05.2021 – 21.09.2021

### Hintergrund

Entomopathogene Nematoden (EPNs) sind bodenbewohnende Fadenwürmer, welche ebenfalls bodenlebende Insekten befallen und töten. Dadurch sind sie in der biologischen Schädlingsbekämpfung gegen verschiedene Schädlinge, wie z. B. den Maiswurzelbohrer zum Einsatz gekommen. Andererseits kann beobachtet werden, dass Pflanzen auf diese Nematoden spezifisch reagieren, indem sie u.a. erhöhte Werte von Pflanzenhormonen aufzeigen und eine damit einhergehend höhere Resistenz gegenüber Schädlingen, welche sowohl Blatt- als auch Wurzelwerk befallen. Über die genauen Mechanismen dieser Interaktion von Pflanzen und EPNs ist bisher wenig bekannt. Ziel dieses Versuches bestand darin, die Auswirkungen der Ausbringung von Nematoden auf Maispflanzen im Feld zu beobachten.

### Versuchsanlage

Das Feld wurde kontinuierlich mit einer Hybridsorte (Amaveritas) bepflanzt, welche als Pufferpflanzen dienen. Innerhalb dieses Feldes wurden drei Bereiche abgesteckt, in denen in Abständen von mindestens 1.5 m in alle Richtungen Samen einer Mais-Inzuchtlinie zusätzlich eingesät wurden. Diese Pflanzen wurden mit Nematoden behandelt und anschließend beprobt. Die Bereiche dienen der Behandlung unterschiedlicher Fragestellungen:

- Feld 1: Aussaat von B73 Mais. Die einzelnen Maispflanzen wurden in einem randomisierten Design mit EPNs monatlich behandelt (Insgesamt 3-mal) oder mit Lösung gegossen, in der die Nematoden aufbewahrt wurden (Kontrolle ohne Nematoden). In diesem Bereich wurde der direkte Effekt der Nematoden auf die Maispflanzen getestet.
- Feld 2: Aussaat von B73 Mais. Die einzelnen Maispflanzen wurden in einem randomisierten Design entweder einmalig zu Beginn des Experiments oder monatlich mit Nematoden behandelt. Hier wurde die Auswirkung der mehrfachen Ausbringung von EPNs im Gegensatz zu einer einmaligen Behandlung verglichen.
- Feld 3: Aussaat von B73, W22, *bx1*(B73) und *bx1*:W22. In diesem Feld wurden zwei verschiedene Inzuchtlinien des Mais sowie ihre jeweiligen *bx1* Mutanten ausgesät. Bei diesen Mutanten handelte es sich nicht um transgene Pflanzen, sondern eine natürliche Mutation, welche durch eine Transposon-Insertion entstanden ist. Dabei ist das *bx1* Gen defekt, welches das erste Enzym der Benzoxazinoid-Biosynthese kodiert. Dies ist eine Gruppe sekundärer Pflanzenstoffe, die vor allem in Süßgräsern vorkommen. Diese Stoffe dienen der Abwehr von Pathogenen und Herbivoren, besitzen allelopathische Wirkung, sind aber auch in der Akquisition von Eisen aus dem Boden involviert. Da diese Mutanten diese Stoffe nur noch in geringen Konzentrationen bilden können, sind sie angreifbarer für Schädlinge. In diesem Versuch wurde der Einfluss von Nematoden auf die Benzoxazinoid-Biosynthese und natürliche Resistenz von Maispflanzen beobachtet.

### **Erhobene Parameter:**

Feld 1 wurde alle 2-4 Wochen beprobt, Feld 2 und 3 alle 4 Wochen. Ziel ist es, ein Bild der Pflanzenreaktion auf Nematoden über die Zeit der gesamten Saison zu bekommen. Folgende Parameter wurden ein- oder mehrfach erhoben:

- Morphologische Parameter: Pflanzenhöhe, Chlorophyllgehalt
- Metabolom- und Benzoxazinoidanalyse von Wurzelexudaten
- Metabolom- und Benzoxazinoidanalyse von Blatt und Wurzelgewebe
- Analyse löslicher Zucker in Blatt und Wurzelgewebe
- Benzoxazinoid-Analyse im Ackerboden
- Befall durch natürliche Herbivorenpopulationen (Maiszünsler)
- Mikrobiom-Analysen in der Rhizosphäre

### **Zentrale Ergebnisse**

Aus den bereits ausgewerteten Proben geht hervor, dass eine Behandlung des Mais durch EPNs zu einem geringeren Befall durch den Maiszünsler im späteren Verlauf der Saison führt. Dabei kann eine verringerte Wurzelexudation und Ablagerung von Benzoxazinoiden in der Rhizosphäre gemessen werden. Einen signifikanten Unterschied im Wachstum oder Chlorophyllgehalt der Pflanzen wurde nicht beobachtet. Gleichzeitig zeigen Nematoden-exponierte Pflanzen erhöhte Glucose-Werte im Blattgewebe, mit leicht verringerten Werten von Saccharose und Fructose. Eine abschließende Zusammenfassung kann noch nicht gegeben werden, da noch nicht alle Proben analysiert wurden.

### **Ausblick**

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Pflanzen durch die Nematodenbehandlung Ressourcen unterschiedlich zwischen Wurzel und Blatt aufteilen. Möglicherweise wird das Wurzelwerk im Boden durch die EPNs gegen Schädlinge insoweit geschützt, sodass die Pflanzen sich vermehrt gegen Blattherbivoren wehren konnten. Dieser Feldversuch diente dazu, einen ersten Überblick über die Auswirkungen von EPNs auf Pflanzen zu bekommen. Aufgrund dieser Ergebnisse werden in weiteren Gewächshaus- und Feldversuchen aufgetretene Effekte näher untersucht, um auch die molekularen Mechanismen zu verstehen, die sich hinter dem Zusammenspiel von Pflanzen und Nematoden verbergen. In Zukunft können diese Erkenntnisse dazu beitragen, EPNs effektiver in der Schädlingsbekämpfung einzusetzen.

## 1.2.6 Versuch zur allelopathischen Wirkung von Zwischenfrüchten

**Standort:** Tachenhausen

**Projekt-Titel:** Allelopathische Wirkung von Zwischenfrüchten

**Teilprojekt:** Standort Tachenhausen als einer von 2 Standorten

**Fördermittelgeber:** ohne, Vorarbeiten für einen Projektantrag

**Projektleitung:** Prof. Dr. Carola Pekrun

**Projektbearbeiter/innen:** Sabine Kurz

**Laufzeit:** Ernte 2020 bis Ernte 2021

### Hintergrund und Problemstellung

Einige Zwischenfruchtarten können über die Ausscheidung allelopathisch wirksamer Substanzen eine keimhemmende Wirkung auf andere Arten auswirken. Aus Vorarbeiten von Prof. Dr. Gerhards, Uni Hohenheim ist bekannt, dass vor allem der Rauhafer mit seinen Wurzelexsudaten keimhemmend auf Unkrautsamen wirkt.

### Versuchsfrage/n

Wie wirken sich Zwischenfrüchte und deren Etablierungsverfahren auf das Unkraut und auf den Ertrag der Nachfrucht aus? Es wurden 5 verschiedene Zwischenfrüchte getestet: Phacelia, Ölrettich, Buchweizen, Rauhafer und Sommerwicke, außerdem auch die Mischung aus allen 5 Arten. Die Kontrolle ohne Zwischenfrucht blieb bis zur Saatbettbereitung im Februar unbearbeitet.

Die Zwischenfrüchte wurden 2020 auf unterschiedliche Art und Weise vor und nach der Ernte der Hauptfrucht etabliert. 1. Vorerntesaat 2. Direktsaat unmittelbar nach der Ernte des Hafers 3. Betriebsübliche Saat nach 2-maliger Stoppelbearbeitung 10 Tage nach der Haferernte. Die unterschiedlichen Etablierungsarten wurden getestet, weil eine erfolgreiche Etablierung des Zwischenfruchtbestandes wesentlich davon abhängt, dass die Zwischenfrucht früh gesät wird, so lange noch Restfeuchte der Hauptfrucht vorhanden ist. Die betriebsübliche Etablierung 14 Tage nach der Ernte und nach 2-maliger Bearbeitung kostet Wasser und lässt wertvolle Vegetationstage verstreichen. 2021 wurde einheitlich Sommergerste in die Parzellen eingesät. Eine Herbizidbehandlung fand nicht statt.

### Versuchsanlage und erhobene Parameter

Randomisierte Spaltanlage mit Großteilstück „Etablierungsverfahren“ in vier Wiederholungen

- Unkrautdeckungsgrad
- Bestandesdichte Sommergerste
- Ertrag und Ertragsparameter Sommergerste

### Zentrale Ergebnisse

Alle Zwischenfruchtvarianten hatten zu BBCH 77 der Sommergerste einen sign. geringeren Unkrautbesatz als die Kontrolle ohne Zwischenfrucht. Die Erträge lagen im Mittel bei 28,4 dt/ha (Hagelschaden) im Vergleich zu 25,3 dt/ha auf der Kontrolle ohne Zwischenfrucht. Die Variante nach Sommerwicke hatte mit 32,8 dt/ha den sign. höchsten Ertrag im Vergleich zu den anderen Zwischenfruchtarten und zur Kontrolle. Diese Variante war trotz der mineralischen Düngung mit 80 kg N/ha in Form von AHL bei 26 kg N<sub>min</sub> im Frühjahr zu jeder Zeit grüner und kräftiger im Wuchs als die anderen Varianten. Die Etablierungsverfahren wirkten sich nicht auf die erhobenen Parameter aus.



Abb. 11: Sommergerste einheitlich nach unterschiedlichen Zwischenfrüchten am 27.05.2021. Die intensiv grünen Parzellen nach Sommerwicke sind gut zu erkennen, Foto: Rebmann.

## **Ausblick**

### **Veröffentlichungen**

KURZ, S., 2021: Welche Zwischenfruchtarten und Etablierungsverfahren unterdrücken Unkraut am effektivsten? Weniger Unkraut im Folgejahr. In: Landwirtschaft ohne Pflug 9/21, Zwischenfrüchte, ISSN 1432-9387, S. 30 – 33.

Masterarbeit von Jan Rebmann (in Arbeit)

## **1.2.7 Mit 50 % des üblichen chemischen Pflanzenschutzes und 70 % der erlaubten N-Düngung 90 % des bisherigen Ertragsniveaus und 100 % des Deckungsbeitrages anstreben – ein Ansatz zur Versöhnung von Ökonomie und Ökologie?**

Autoren: K. Möller<sup>1</sup>, T. Mann<sup>1</sup>, H. Knörzer<sup>2</sup>, K. Hüsgen<sup>2</sup>, A. Maier<sup>3</sup>, W. Ibach<sup>3</sup>, S. Kurz<sup>4</sup>, S., M. Frank<sup>4</sup>, C. Pekrun<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Außenstelle Forchheim, Rheinstetten; <sup>2</sup> Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Karlsruhe; <sup>3</sup> Landwirtschaftsamt Bruchsal; <sup>4</sup> HfWU Nürtingen

### **Einleitung**

Die künftige Ausrichtung der Landwirtschaft, insbesondere der konventionellen Landwirtschaft, ist derzeit Gegenstand kontroverser Debatten in der Gesellschaft. Die Konsequenzen politischer Strategien auf Landes-, Bundes- und EU-Ebene (Ackerbaustrategie, Farm-to-Fork, BW-Biodiversitätsstärkungsgesetz oder ähnliche Vereinbarungen in anderen Bundesländern) bedeuten für die Landwirtschaft, dass eine Reduzierung des Betriebsmitteleinsatzes beim chemisch-synthetischen Pflanzenschutz um etwa  $\pm 50\%$  und bei den N-Mineraldünger um  $\pm 20\%$  derzeit politisch gewollt sind. Die N-Überschüsse sollen auf  $< 70 \text{ kg N ha}^{-1}$  reduziert werden.

In den Pflanzenbauwissenschaften ist schon lange bekannt, dass beide Faktoren in enger Beziehung zueinander stehen (Baeumer et al. 1992, Olesen et al. 2003). Der Bedarf an Pflanzenschutzmitteln steigt mit höherer N-Düngung nahezu linear an, und zwar in Abhängigkeit der Marktpreise ab einer N-Düngung zwischen 40 und 100 kg ha<sup>-1</sup> (Olesen et al. 2003). Umgekehrt wird das Ertragspotenzial, das über eine hohe Düngung angelegt wird, am ehesten bei einem hohen Pflanzschutzeinsatz auch erreicht (Baeumer et al. 1992).

Eine wichtige Grundlage zur Abschätzung der Wirkung des Betriebsmitteleinsatzes sind Produktionsfunktionen. In Deutschland werden in den verschiedenen Regionen zahlreiche N-Steigerungsversuche als Dauerversuche durchgeführt (Heyn und Olfs 2018). Eine übergreifende Auswertung zeigt, dass bei Getreide und Winterraps etwa die letzten 20 % N-Düngemittel eingesetzt werden müssen für die letzten 10% Ertrag, bei Mais sind es ca. 50% (Abb. 12). Im Umkehrschluss bedeutet dies, dass bei mit einer Reduktion der N-Düngung um 20% bei Getreide und Winterraps mit einer Ertragsreduktion von 10% zu rechnen ist. Bekannt ist auch, dass durch eine gewisse Reduzierung des N-Einsatzes die Gefahr von Lagerkrankheiten sinkt, und damit auf den Einsatz von Wachstumsreglern verzichtet werden kann. Aus ökonomischer Sicht sind ggf. auch die negativen Wirkungen auf die Rohproteingehalte zu berücksichtigen, die je nach Verwertungsrichtung bei Backgetreide unerwünscht sind.

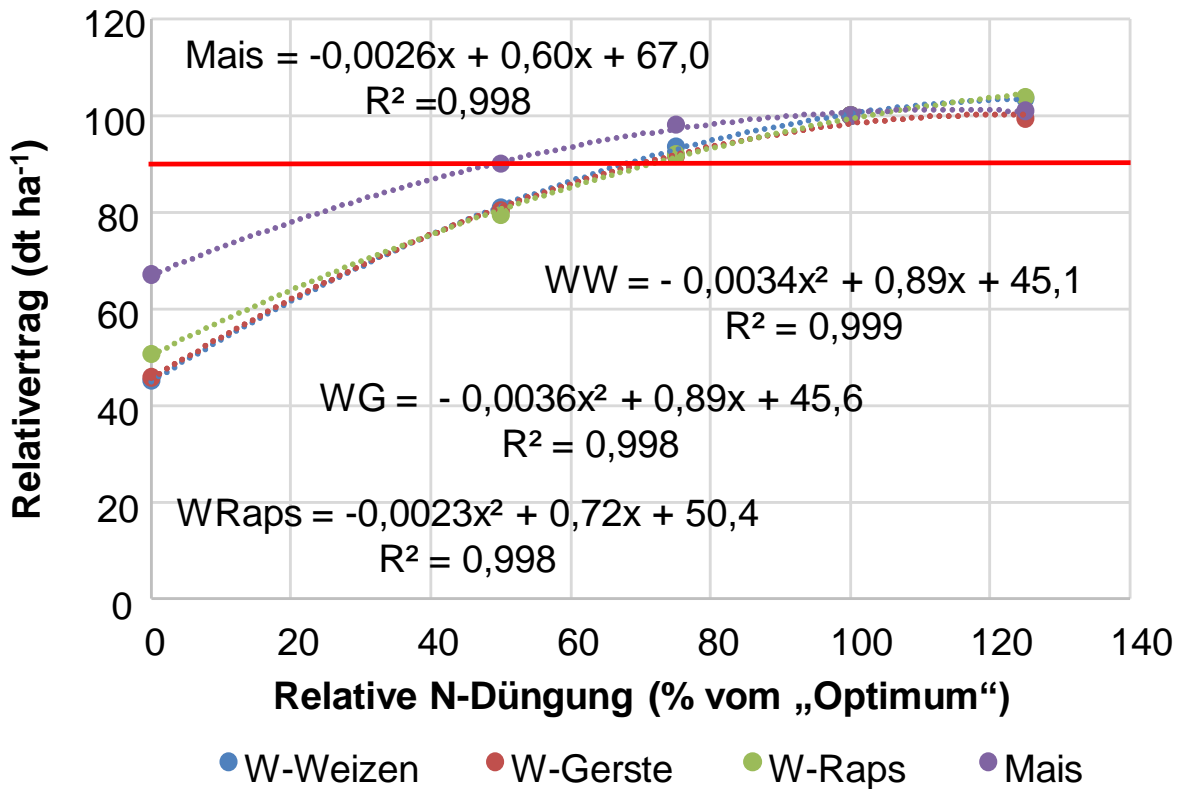


Abb. 12: N-Produktionsfunktionen für Mais, Winterweizen (WW), Wintergerste (WG) und Winterraps (W-Raps) auf Basis von zehn langjährigen, ortsfesten N-Steigerungsversuchen in Deutschland (Datenbasis: Heyn & Olf 2018) (rote Linie: 90% Ertrag).

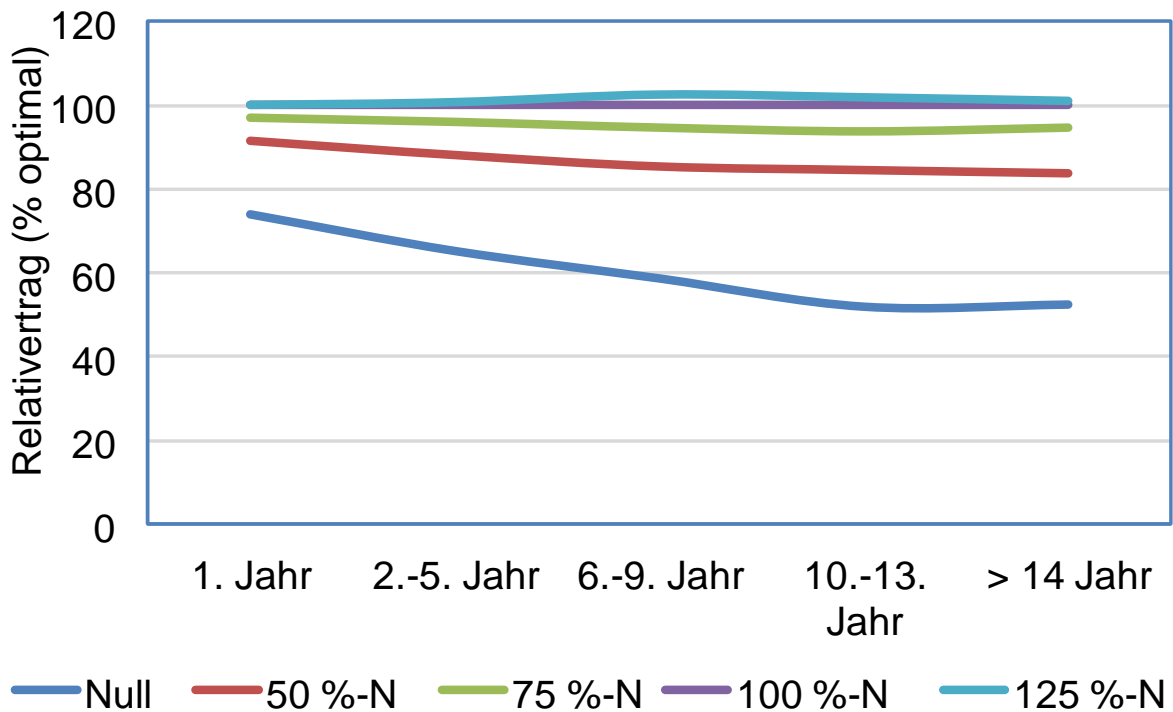


Abb. 13: Abbildung 2: Ertragstrends in 12 Dauerversuchen in Hessen in Abhängigkeit des N-Düngungsniveaus („Optimal“-Variante = 100%) (Datenbasis: Heyn und Olf 2018).

Nach einer solchen (moderaten) Reduktion des Betriebsmitteleinsatzes um 20 bis 30 % kommt es relativ bald zu einem neuen Gleichgewicht im Ertragsniveau bei 95%, wie langjährige Versuche auf 12 verschiedenen Standorten aus Hessen zeigen (Abb. 13). Zum Einfluss des Pflanzenschutzmitteleinsatzes auf die Erträge gibt es zahlreiche Steigerungsversuche (z. B. Saltzman und Kehlenbeck 2018, Schwarz et al. 2018). Eine französische Analyse basierend auf betriebspezifischen PSM-Anwendungs- und Ertragsdaten (n = 946) zeigt auf, dass 77% der untersuchten französischen Betriebe den Einsatz von chemisch-synthetischen Pflanzenschutzmitteln mit geringen wirtschaftlichen Einbußen reduzieren konnten (Lechenet et al. 2017).

Aus einer Versuchsreihe aus Baden-Württemberg zum Einfluss der Fungizidstrategie auf den Kornertrag von Winterweizen auf 12 Standorten von 2015 bis 2020 geht hervor, dass eine sog. Grundabsicherung, bestehend aus einer einzigen Standardbehandlung in EC 37 bis 49 nach Abzug der zusätzlichen Pflanzenschutzmittelkosten im mehrjährigen Durchschnitt ökonomisch sinnvoller ist als häufigere Fungizidbehandlungen (Abb. 14).

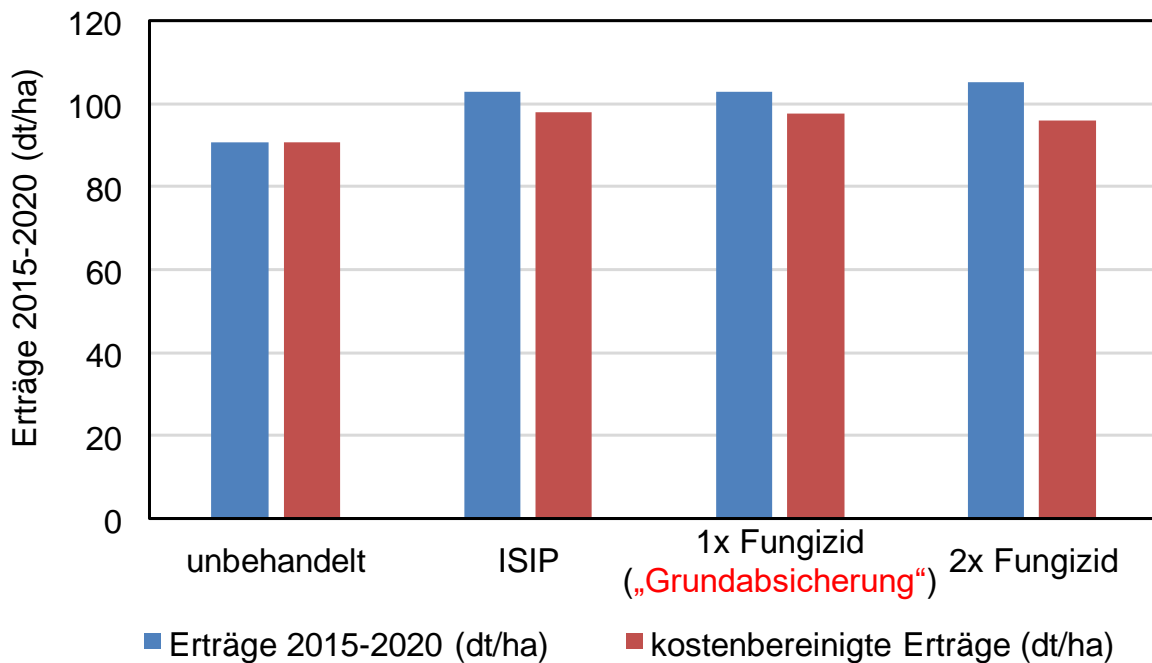


Abb. 14: Einfluss der Fungizidstrategie auf den Kornertrag von Winterweizen – Mittelwerte aus 12 Standorten in Baden-Württemberg von 2015 bis 2020

In den vergangenen Jahrzehnten ist es üblich geworden, Produktionsfunktionen nur für ein Betriebsmittel zu erarbeiten, wobei die anderen Wachstumsfaktoren jeweils auf hohem Niveau geführt werden, um deren möglichen Einfluss (Krankheitsbefall, Nährstoffmangel) auf die Erträge jeweils auszuschalten. Ziel der hier vorgestellten Versuchsreihe ist es, in Systemversuchen verschiedene Kombinationen der Intensität des Betriebsmitteleinsatzes auf Faktoreinsatz, Erträge, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit zu untersuchen.

### Material und Methoden

Im Jahr 2020 wurden ortsfeste Systemversuche auf drei Standorten in Baden-Württemberg (Forchheim, Ladenburg, Tachenhausen) als vollständig randomisierte Blockanlagen mit drei Behandlungen und vier Wiederholungen angelegt. Im Herbst 2021 wird der Standort Boxberg hinzukommen, und im Herbst 2022 der Standort Tailfingen. Die Fruchtfolge auf dem Standort Forchheim besteht aus Winterweizen, Wintergerste mit anschließender Zwischenfrucht und abschließend Mais. Alle Kulturen stehen in jedem Jahr. Auf den übrigen Standorten besteht



die Fruchtfolge aus Winterweizen mit anschließender Zwischenfrucht, Mais, Wintergerste mit anschließender Zwischenfrucht, Mais. Hier steht jeweils nur eine Hauptfrucht je Anbaujahr. Die Versuchsdurchführung erfolgt auf Basis regelbasierter Entscheidungskriterien und –hilfen: Im Pflanzenschutz z. B. xarvio Fieldmanager sowie ISIP, die Düngung nach DüV bzw. Landempfehlung (NID), ggf. Verzicht auf einen Düngungstermin. Folgende Behandlungen werden untersucht:

- 1) System 1: Intensivvariante: d.h. Düngung nach DüV und Pflanzenschutz nach sog. „Versicherungsvariante“
- 2) System 2: IP-Variante: N-Düngung nach den regionalen Empfehlungen der Agrarverwaltung (NID), angepasste etwas verzögerte Aussaat, Grundabsicherung im Pflanzenschutz (nur 1x Fungizid, keine Wachstumsregler)
- 3) System 3: „IP plus“: modellgestützte, N und PSM-reduzierte Variante mit dem Ertragsziel: 90 %. N-Düngung nach den regionalen Empfehlungen der Agrarverwaltung (NID bei 90 % Ertragserwartung), maximal mögliche Reduzierung PSM-Einsatz auf Basis modell-gestützter Entscheidungshilfen (z. B. kein Wachstumsregler, Blütenbehandlung nach ISIP-Prognosemodell)

Die statistische Auswertung erfolgte mittels ANOVA mit dem Programm SPSS Version 23, der Mittelwertsvergleich mit dem Tukey-Test.

## Ergebnisse

### Betriebsmitteleinsatz

Bei Verwendung des Nitratinformationsdienstes (NID) wurde am Standort Forchheim im Durchschnitt der drei Hauptfrüchte bei der Intensivvariante ein durchschnittlicher N-Düngebedarf von 147 kg N ha<sup>-1</sup> ausgewiesen, dieser war in der Variante IP um 38 % niedriger (durchschnittlich 92 kg N ha<sup>-1</sup>) und bei IP plus wurde im Durchschnitt nur 50 % gedüngt (durchschnittlich 73 kg N ha<sup>-1</sup>) (Tab. 3).

Tab. 3: Betriebsmitteleinsatz am Beispiel Standort Forchheim. Abkürzungen: WW = Winterweizen, WG = Wintergerste, BI = Behandlungsindex, Wregler = Wachstumsregler

	N-Düngung (kg N ha <sup>-1</sup> )			Chemisch-synthetischer Pflanzenschutz in WW & WG		
	Mais	WW	WG	BI Herbizide	BI Fungizide	BI Wregler
Intensiv	148	173	121	3	1-2	0-1
IP	95	110	71	2-3	0	0
IP plus	74	90	56	2	1	0

Der NID hat bei den drei Kulturen unabhängig von der Steilheit der jeweiligen Produktionsfunktion der Einzelkultur im vergleichbaren Rahmen die N-Düngungsempfehlungen für die Varianten IP und IP plus angepasst. Insgesamt war der Behandlungsindex am Standort Forchheim in den Varianten IP und IP plus um ca. ein Drittel geringer als in der Intensivvariante (Tab. 3).

Auf dem Standort Ladenburg war der N-Einsatz bei Winterweizen in der Variante IP um ca. 11 % und in der Variante IP plus um ca. 21% geringer als in der Intensivvariante (Tab. 4), der Behandlungsindex chemischer Pflanzenschutzmittel sank von 4 in der Intensivvariante auf 1 in den beiden anderen Varianten.

Tab. 4: Betriebsmitteleinsatz beim Anbau von Winterweizen am Standort Ladenburg für das Erntejahr 2021. Abkürzungen: BI = Behandlungsindex, Wregler = Wachstumsregler

	N-Düngung (kg N ha <sup>-1</sup> )	Chemisch-synthetischer Pflanzenschutz		
		BI Herbizide	BI Fungizide	BI Wregler
Intensiv	192	1	2	1
IP	170	0	1	0
IP plus	151	0	1	0

Vergleichbare Reduzierungen des Betriebsmitteleinsatzes wie in Ladenburg wurden auch in Tachenhausen festgestellt (Tab. 5).

Tab. 5: Betriebsmitteleinsatz beim Anbau von Winterweizen am Standort Tachenhausen für das Erntejahr 2021. Abkürzungen: BI = Behandlungsindex, Wregler = Wachstumsregler

	N-Düngung (kg N ha <sup>-1</sup> )	Chemisch-synthetischer Pflanzenschutz		
		BI Herbizide	BI Fungizide	BI Wregler
Intensiv	230	1	2	1
IP	200	0	1	1
IP plus	181	0	1	0

## Erträge

Auf dem Standort Tachenhausen wurden bei Winterweizen Erträge im Bereich von 38,1 bis 43,6 dt ha<sup>-1</sup> gemessen (Tabelle 4). Hinzuweisen ist auf einen schweren Hagelschaden kurz vor der Ernte der Hauptfrucht. In Ladenburg wurden Erträge in der Größenordnung von ca. 80 dt ha<sup>-1</sup> festgestellt, die Behandlungen unterschieden sich nicht signifikant voneinander.

Auf dem Standort Forchheim können bei Winterweizen die Erträge nicht bewertet werden, da die später gesäten Varianten IP und IP plus durch Krähenfraß schwer beschädigt wurden. Bei Wintergerste zeigte die Variante IP signifikant niedrigere Erträge. Bei Silomais wurden signifikant niedrigere Erträge in der Variante IP plus festgestellt.

Tab. 6: Erträge (WW und WG: dt ha<sup>-1</sup> bei 86 % TM; Silomais: TM) in Abhängigkeit des Anbausystems. Abkürzungen: WW = Winterweizen; WG = Wintergerste.

	Tachenhausen <sup>1)</sup>	Ladenburg	Forchheim		
	WW	WW	Silomais	WW	WG
Intensiv	43,5	80,1	165 b	100,2	83,9 b
IP	43,6	83,4	154 b	78,0 <sup>2)</sup>	69,0 a
IP plus	38,1	80,1	121 a	77,1 <sup>2)</sup>	75,4 b

<sup>1)</sup> nicht auswertbar (Hagelschäden); <sup>2)</sup> nicht auswertbar (Krähenfraß)

## Diskussion und Schlussfolgerungen

Bei der N-Düngung hat der Nitratinformationsdienst die Düngeempfehlung nicht auf allen Standorten gleichermaßen an die Ertragsziele entlang der Produktionsfunktion angepasst. Am Standort Forchheim war die N-Düngungsempfehlung erheblich stärker reduziert als auf den anderen Standorten, und deutlich stärker als anhand der N-Produktionsfunktion dieser beiden Kulturen (Abbildung 1) zu erwarten gewesen wäre. Beim Pflanzenschutz zeigte sich, dass durch eine spätere Aussaat und einem zurückhaltenden Einsatz von Pflanzenschutzmitteln unter Verzicht auf Wachstumsregler und der Verfolgung eines Konzepts einer „Grundabsicherung“ der Behandlungsindex etwa halbiert wurde.

Im Hinblick auf den Ertrag können bei Winterweizen nur die Ergebnisse aus Ladenburg herangezogen werden. Die Werte deuten darauf hin, dass sich die moderate Reduzierung des Betriebsmitteleinsatzes bei Winterweizen kaum auf die Erträge ausgewirkt hat. Beim Silomais auf dem Standort Forchheim ist die Ertragsreduzierung der Variante IP plus mit der Halbierung des Einsatzes von N-Düngemittel verbunden. Hier zeigt sich, dass der NID nicht auf allen Standorten gleichermaßen den Verlauf der Produktionsfunktion abzubilden vermag. Die Versuche werden im kommenden Jahr ausgeweitet und auf weiteren Standorten durchgeführt, um die verschiedenen Klimaräume des Landes Baden-Württemberg besser abzubilden.

## Literatur

Baeumer, K., W. Claupein, M. Wildenhayn 1992: Extensivierung der Pflanzenproduktion: Ziele, Wege und mögliche Folgen. VDLUFA-Schriftenreihe 35/199, S. 1-17.

Heyn, J., H.W. Olf, 2018: Wirkungen reduzierter N-Düngung auf Produktivität, Bodenfruchtbarkeit und N-Austragsgefährdung-Beurteilung anhand mehrjähriger Feldversuche, VDLUFA-Schriftenreihe. VDLUFA-Verlag, Darmstadt.

Olesen, J.E., L.N. Jørgensen, J. Petersen, J.V. Mortensen 2003: Effects of rate and timing of nitrogen fertilizer on disease control by fungicides in winter wheat. 1. Grain yield and foliar disease control. The Journal of Agricultural Science 140, 1-13.

Lechenet, M., F. Dessaint, G. Py, D. Makowski, N. Munier-Jolain 2017: Reducing pesticide use while preserving crop productivity and profitability on arable farms. Nature plants 3, 17008.

Saltzmann, J., H. Kehlenbeck 2018: Wirtschaftlichkeitsbewertung von Pflanzenschutzstrategien in E- und A-Weizen anhand eines Feldversuches in Brandenburg mit sechsgliedriger Fruchtfolge in den Jahren 2004 bis 2016. *Gesunde Pflanzen* 70, 129–138.

Schwarz, J., B. Klocke, C. Wagner, S. Krengel 2018: Untersuchungen zum notwendigen Maß bei der Anwendung von Pflanzenschutzmitteln in Winterweizen in den Jahren 2004 bis 2016. *Gesunde Pflanzen* 70, 119–127.

## 1.2.8 Landwirtschaft 4.0 Ohne Chemisch-Synthetischem PflanzenSchutz (NOcsPS)

Exaktversuch im Unterauftrag des NOcsPS-Konsortiums in Tachenhausen

### Stand der Wissenschaft & Problemstellung

In unserer Gesellschaft besteht der große Wunsch nach möglichst gesunder Ernährung bei gleichzeitiger Schonung der Umwelt. Insbesondere der Einsatz chemisch-synthetischer Pflanzenschutzmittel (csPSM) steht durch Rückstände in Nahrungsmitteln und Natur sowie durch Gefährdung der Biodiversität zunehmend in der Kritik. Hieraus resultiert eine zunehmend hohe Akzeptanz des ökologischen Landbaus in der Bevölkerung. Derzeit erscheint es jedoch aus verschiedenen Gründen herausfordernd, die Landwirtschaft vollständig auf ökologischen Landbau umzustellen, wenn die Menschheit ausreichend mit Nahrungsmitteln versorgt werden soll. Zur Lösung beitragen könnte eine Landwirtschaft, die unter Einsatz modernster automatisierter und digitalisiert vernetzter Technologien biologischen Prinzipien folgt, bei vollständigem Verzicht auf csPSM. Gleichzeitig muss bei (erforderlichen) hohen Biomasseerträgen mit qualitativ hochwertigen Produkten die Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit gewährleistet werden. Dies umfasst auch den umweltgerechten Einsatz mineralischer Dünger. Diese Anbausysteme ohne csPSM aber mit Mineraldünger (NOcsPS-Anbausysteme) stellen eine komplette Neuorientierung in der landwirtschaftlichen Produktion von Lebens- und Futtermitteln dar und bedingen eine sorgfältige ganzheitliche Begleitforschung.

Ziel des ganzheitlichen Verbundvorhabens „NOcsPS“ ist, ein innovatives Agrarsystem zu entwickeln und die Chancen und Auswirkungen einer solchen radikalen Umstellung auf Einzelpflanzen-, Feld-, Hof-, sowie auf regionaler Ebene zu analysieren. Zu diesem Zweck werden an den verschiedenen Forschungsstandorten des NOcsPS-Konsortiums – u.a. in Tachenhausen – Systemversuche durchgeführt, die durch die Untersuchung kompletter Fruchtfolgen ganze Anbausysteme miteinander vergleichbar machen.

Der Systemversuch am Versuchsstandort Tachenhausen umfasst vier Anbausysteme mit z.T. unterschiedlicher Fruchtfolge (FF) bzw. Fruchtfolgeglieder mit Winterweizen (WW), Mais (M) und Soja (S) in allen Systemen sowie Klee gras (KIG) und einer Zwischenfrucht (ZW) nach. Ein konventionelles System (K I) wird als praxisübliches Referenzsystem gemäß einer kurzfristig betriebswirtschaftlich optimierten engen Fruchtfolge (FF) allein mit den Kulturen WW, M und S gestaltet. Die NOcsPS-Anbausysteme erfordern eine Erweiterung der Fruchtfolge, die sich zunächst an der Fruchtfolge des ökologischen Landbaus orientiert. NOcsPS-Anbausysteme benötigen eine weite, resiliente Fruchtfolge aus Halm- und Blattfrüchten, mit Winterungen und Sommerungen, in die neben Getreide und Mais auch Eiweißpflanzen und Zwischenfrüchte integriert werden.

Die Systeme unterliegen folgender Bewirtschaftung (Abb. 15):

1. Konventionell, enge Fruchtfolge, kurzfristiges betriebswirtschaftliches Optimum
2. Konventionell, gleiche FF wie die anderen nachfolgenden Systeme
3. Ökologisch, nach EU-Standard
4. NOcsPS I, Normalsaat mit optimierter mineralischer Standarddüngung.

Dem Versuchsaufbau liegt eine Streifenanlage mit 4 Blöcken (4 Wiederholungen) zugrunde, womit die Heterogenität der Fläche in die Auswertung der Systeme einfließt.

Ziel der Systemversuche ist die Wirkung des Verzichts von csPSM sowie des gleichzeitigen Einsatzes von Mineraldünger auf das Pflanzenwachstum, auf verschiedene Schaderregerpopulationen, Unkrautdruck, Ertrag der einzelnen Fruchtfolgeglieder zu beobachten und die Systeme qualitativ sowie quantitativ zu vergleichen und ganzheitlich durch Nachhaltigkeitsberechnungen bzw. ökonomische Bewertungen zu erfassen.

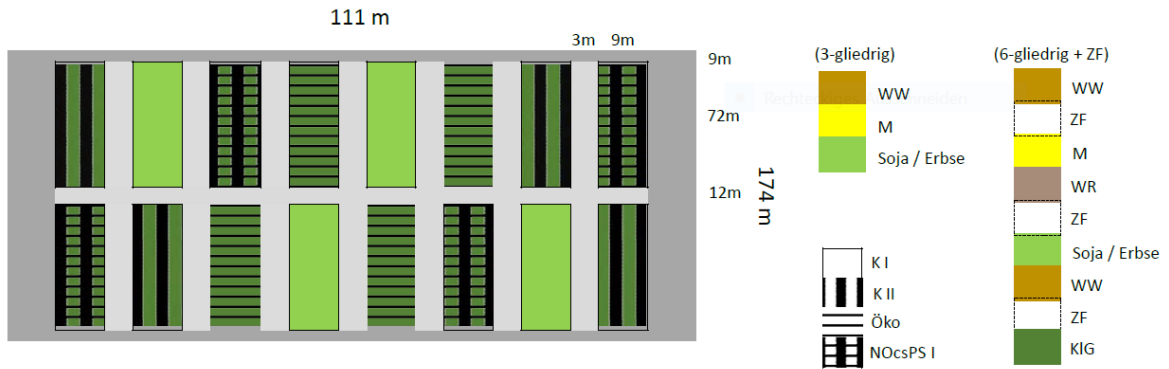


Abb. 15: Versuchsdesign des NOcsPS-Systemversuchs auf Schlag 11

### 1.3 Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen

Am LVB Tachenhausen finden die Mehrzahl der Lehrveranstaltungen derzeit im Bereich des Pflanzenbaus statt, da derzeit bis auf die Bienenhaltung keine Nutztiere am LVB Tachenhausen gehalten werden (Tab.7). Mit dem Einstieg in die mobile Mastgeflügelhaltung wird sich dies ab dem Sommersemester 2022 ändern.

Tab.7: Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen im Jahr 2021

Dozent/in	Studiengang, Semester, Modul/Lehrveranstaltung
Prof. Dr. Benz	AW, 2, Modul Nutztierhaltung, Übung in 3 Gruppen (2 x 90 min Lehrkuhstall, 1 x 90 min Bieneninformationszentrum)
Prof. Dr. Müller-Lindenlauf	AW, 2 + PW 2, Lehrveranstaltung Grünlandwirtschaft, Übung in 2 Gruppen (je 1 x 90 min Gräserbestimmung)
Prof. Dr. Müller-Lindenlauf	AW, 2, Lehrveranstaltung Ökologie: Betriebsbegehung Biotopvernetzung und Landschaftsgefüge, Umgesetzte und mögliche Naturschutzmaßnahmen(2 x 90 min)
Prof. Dr. Müller-Lindenlauf	AW, 6, Wahlpflichtmodul Ökolandbau und umweltgerechte Landwirtschaft: Optionen für produktionsintegrierte Kompensationsmaßnahmen sowie deren Vor- und Nachteile. Gemeinsam mit Studierenden aus LPN 4 (Prof. Dr. Küpfer), (2 x 90 min)
Prof. Dr. Pekrun	AW, 2, Modul Pflanzenernährung: Bodenproben Nitrat, Grundnährstoffgehalte, N-Tester, Dünger und Düngung verschiedener Kulturen (2 x 90 min)
Prof. Dr. Pekrun	AW, 2, Lehrveranstaltung Pflanzenbau: Bestandesansprache, Bestimmung Pflanzenkrankheiten, Unkräuter, Abgleich mit Acker Schlagkartei (2 x 90 min)
Prof. Dr. Pekrun	AW, 6, Modul Pflanzenproduktionssysteme: SmartFarming-Technik, Farm-Management-Software, Grundlagen Saatgutvermehrung, Bestandesansprache, Kulturen im Kulturengarten (2 x 90 min)
Prof. Dr. Pekrun	PW, 2, Modul Grundlagen Pflanzenproduktion: Bodenbearbeitungsgeräte und weitere Maschinen, Bodenproben, Anbaumaßnahmen exemplarisch, Gemengeanbau (2 x 180 min)

### 1.4 Abschlussarbeiten am LVB Tachenhausen

Baumann, Heidi: Land-Equivalent-Ratio (LER) bei Roggen-Körnerleguminosen-Gemengen in unterschiedlichen Mischungsanteilen. Bachelor-Arbeit, Studiengang Agrarwirtschaft. Laufend.

Graf, Valentin: Knöllchenbohne bei Ackerbohne (*vicia faba*) und Sojabohnen (*glycine max*) im zeitlichen Verlauf unter Berücksichtigung des Nmin-Gehaltes im Boden. Master-Arbeit Studiengang Nachhaltige Agrar- und Ernährungswirtschaft. Laufend.

Peter, Ramon: Effekte von N-Düngung auf die Ausbildung von Knöllchen bei Stangenbohnen (*Phaseolus vulgaris*) im Gemengeanbau mit Mais (*Zea Mays*). Abschlussarbeit im Rahmen des Projektes Gemabo. Abgabe 18.02.2021.

Rebmann, Jan: Allelopathische Wirkungen von Zwischenfrüchten auf Sommergerste. Master-Arbeit Studiengang Nachhaltige Agrar- und Ernährungswirtschaft. Laufend.

## 1.5 Veranstaltungen am LVB Tachenhausen

Trotz der Corona-Pandemie fanden am LVB Tachenhausen zahlreiche Veranstaltungen statt (Tab. 8), wenngleich die Anzahl im Vergleich zur Vor-Coronazeit deutlich geringer ausfällt.

Tab. 8: Veranstaltungen am LVB Tachenhausen im Jahr 2021

Datum	Veranstaltung
08.06	Imkerkurs (Prof. Benz)
09.06	Besuch Gemeinderat Nürtingen
10.06	BASF Feldtag
10.06	Übungstag zur Ausbildereignungsprüfung (AEP, RP-Stuttgart)
14.05	BASF Feldtag
25.06	Ausbildereignungsprüfung (AEP, RP-Stuttgart)
30.06	Besuch Abschlussklasse Agrargymnasium Nürtingen
10.07	Besuch Lions-Club
21.07	Hochschulratssitzung
27.07	Besuch Jahrgangstufe 11 Agrargymnasium
29.07 - 01.08	EIP Imkerkurs (Prof. Benz)
30.09	Besuch Absolventenjahrgang 1971 - „Jubiläum 50 Jahre Höhere Landbau- schule“
08.10	Basiskurs Landmaschinen (Prof. Stoll)



## 2 Vorwerk Jungborn

### 2.1 Lehrveranstaltungen am Vorwerk Jungborn

Der Vorwerk Jungborn wird sowohl im Studiengang Agrarwirtschaft als auch im Studiengang Pferdewirtschaft intensiv für die praktische Lehre genutzt (Tab. 9).

Tab. 9: Lehrveranstaltungen am LVB Jungborn im Jahr 2021

Datum	Lehrveranstaltung	Dozent/in	Studiengang
15.01	Technik der Innenwirtschaft	Prof. Benz	AW
29./30.4	Agrartechnisches Praktikum	Prof. Stoll	AW
18.05	Tiergesundheitsmanagement Geburt/Besamung	Prof. Bernau	AW/PW
01.06	Tiergesundheitsmanagement Geburt/Besamung	Prof. Bernau	AW/PW
02.06	Tierernährung I Übungen	Prof. Schneider	AW/PW
08.06	Pferdefütterung II	Prof. Winter	PW
11.06	Berufs- und Arbeitspädagogik: Übungen für AEP	Dr. Thomas	PW
15.06	Tiergesundheitsmanagement Klauenpflege	Prof. Bernau	AW/PW
16.06	Tierernährung I Übungen	Prof. Schneider	AW/PW
17./18.06	Ausbildung von Reitern	Martin Plewa	PW
18.06	Tierernährung I Übungen	Prof. Schneider	AW/PW
22.06	Tiergesundheitsmanagement Klauenpflege	Prof. Bernau	AW/PW
23.06	Taxation	Herr Jauch	AW/PW
23.06	Tierernährung I Übungen	Prof. Schneider	AW/PW
21.07	Mündliche Prüfung TGM	Prof. Bernau	AW/PW
08.10	Landmaschinen Basiskurs	Prof. Stoll	AW
12.10	Grundlagen der Agrartechnik Übungen	Prof. Stoll	AW
22.10	Mündliche Prüfung TGM	Prof. Bernau	AW/PW
25.10	Grundlagen Pferdewirtschaft	Prof. Winter	PW
26.10	Grundlagen Agrartechnik Übungen	Prof. Stoll	AW
29.10	Pferdezucht Übungen	Prof. Bernau	PW
08.11	Anatomie/Physiologie Übungen	Prof. Bernau	AW
09.11	Anatomie/Physiologie Übungen	Prof. Bernau	PW
26.11	Technik der Innenwirtschaft Übungen	Prof. Benz	AW
06.12	Anatomie/Physiologie Übungen	Prof. Bernau	AW
07.12	Anatomie/Physiologie Übungen	Prof. Bernau	PW
08.12	Pferdezucht Übungen	Prof. Bernau	PW
10.12	Technik der Innenwirtschaft Übungen	Prof. Benz	AW
15.12	Tierzucht I Übungen	Prof. Bernau	PW
16.12	Anatomie/Physiologie Übungen	Prof. Bernau	AW
17.12	Anatomie/Physiologie Übungen	Prof. Bernau	PW

## 2.2 Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn

Das Vorwerk Jungborn wurde 2021 wieder für zahlreiche Veranstaltungen genutzt, wobei hier auch außerhochschulische Veranstaltungen einen beträchtlichen Anteil der Nutzung ausmachen (Tab. 10).

Tab. 10: Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn im Jahr 2021

Datum	Veranstaltung	Dozent/in	
18.03-21.03	Selbstversorgung mit Wildpflanzen	Dr. Strauss	WAF
23.03-24.03	Jägerprüfung	Landesjagdverband	
05.05-06.05	Jägerprüfung	Landesjagdverband	
20.05-22.05	Selbstversorgung mit Wildpflanzen	Dr. Strauss	WAF
02.06	Ausbildereignungsprüfung für RP	Dr. Thomas	RP
28.06	Ausbildereignungsprüfung für RP	Dr. Thomas	RP
08.07	Mitgliederversammlung WAF	Prof. Schackmann	WAF
07.09.-08.09	Jägerprüfung	Landesjagdverband	
30.09-03.10	Selbstversorgung mit Wildpflanzen	Dr. Strauss	WAF
22.10	Projekt "Wertkalb" Workshop	Dr. Thomas	

## 2.3 Versuche am Vorwerk Jungborn

Neben der Lehre steht die Forschung und Durchführung von Versuchen im Mittelpunkt der Arbeit am Vorwerk Jungborn. Die Forschung beschäftigt sich unter anderem mit Fragen der Grünlandnutzung und der Pferdehaltung. Herr Prof. Winter forscht unter anderem zum Thema „Beschäftigung des Pferdes im Tagesverlauf“.

### **Versuch: Abbau von Pferdemist auf Grünland: Untersuchung der Wirkung von Mulchen, Melasse und Aktivatoren**

**Standort:** Jungborn

**Projekttitel:** s.o.

**Kooperationspartner:** Der Versuch wurde in Zusammenarbeit mit den Unternehmen Rampelmann&Spliethoff, Brainstep GmbH und Plocher Integraltechnik durchgeführt.

**Fördermittelgeber:** Sachkosten des Versuches wurden von den u.g. Partnerunternehmen getragen.

**Projektleitung:** Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

**Wissenschaftliche/technische Mitarbeiter:innen:** Khaliun Sukhbaatar, Sabine Kurz

#### **Hintergrund und Problemstellung:**

In der Pferdehaltung fallen große Mengen Mist an. Ein schneller Umsatz des Mistes ist aus betrieblichen und hygienischen Gründen erwünscht. Im Projekt soll getestet werden, ob Mulchen, der Zusatz von Aktivatoren und Melasse den Mistabbau auf Grünland beschleunigen.

#### **Versuchsfrage:**

Beschleunigt der Einsatz eines Mulches mit/ohne zusätzliche Ausbringung von Rottebeschleunigern (hier: Melasse, aktivierte Melasse) den Abbau von Pferdemist auf Grünland?

#### **Versuchsanlage und erhobene Parameter**

Der Versuch wurde auf dem Schlag 128 im Vorwerk Jungborn angelegt und im Jahr 2021 im zweiten Jahr durchgeführt. Es handelt sich um eine einfaktorielle, randomisierte Blockanlage

mit vier Wiederholungen und sechs Varianten: (1) Kontrolle, (2) Rottebeschleuniger „Aktivator“, (3) Rottebeschleuniger Melasse, (4) Mulcher ohne Rottebeschleuniger, (5) Mulcher + Aktivator, (6) Mulcher + Melasse. Es wurden 13 dt Festmist je Hektar ausgebracht. Die ausgebrachte Menge Melasse und Aktivator betrug 500 ml pro ha. Der Mist wurde am 22. Oktober 2020 ausgebracht. Direkt anschließend erfolgte die Behandlung mit Mulcher bzw. Rotteförderern. Die Inhaltsstoffe des „Aktivators“ der Firma Plocher Integraltechnik sind nicht bekannt.

#### Erhobene Parameter:

- Inhaltsstoffe und TM-Gehalt des Festmistes vor Ausbringung
- Nitratgehalte des Bodens: Im Herbst (21. Oktober 2020) und Frühjahr (15. März 2021) in einer Tiefe von 0-30 cm
- Analyse des Biomasseabbaus mit Netzbeuteln: Ausbringung am 22. Oktober 2020, Analyse des Trockenmasseverlustes am 15. März 2021, 12. April 2021 und 03. Mai 2021
- Bestimmung der Artenzusammensetzung: die Artmächtigkeit nach der Londo Skala am 26. Mai 2021

#### Zentrale Ergebnisse:

Die Varianten mit Mulcher wiesen im Versuchsjahr 2021 im Vergleich zu Varianten ohne Mulcher einen tendenziell, aber nicht signifikant höheren Abbau der Biomasse in den Netzbeuteln auf (Abb. 16). Die Nitratgehalte im Oberboden waren im Frühjahr gegenüber dem Herbst deutlich erhöht, wobei in den Varianten mit Melasse die Nitratgehalte stärker erhöht waren, was auf einen beschleunigten Abbau von Biomasse hindeutet. Die Ergebnisse waren im Jahr 2021 aber nicht signifikant (Abb. 17).

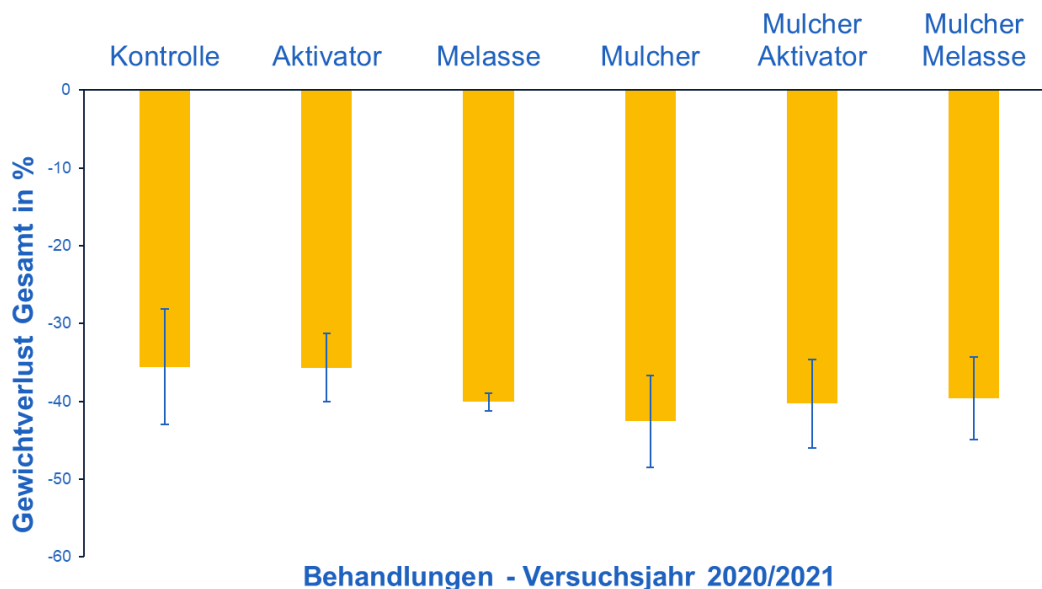


Abb. 16: Gewichtverlust (%) im Versuchsjahr 2020/2021 konnten bei einem gewählten Signifikanzniveau von 5% keine nachweisbaren Unterschiede zwischen den Varianten ermittelt werden (HSD-Test). Fehlbalken zeigen die Standardabweichung (n=4).

Die Artenzahl in den Varianten und Deckungsgrade unterschieden sich nicht signifikant, was nach der kurzen Versuchsdauer von zwei Jahren und den geringfügigen Unterschieden in der Bearbeitung auch nicht erwartet wurde. Die Artenzusammensetzung wurde im Rahmen einer

Abschlussarbeit erhoben, um einen Status-Quo für eventuelle langfristige Veränderungen im Falle einer Versuchsweiterführung zu erfassen.

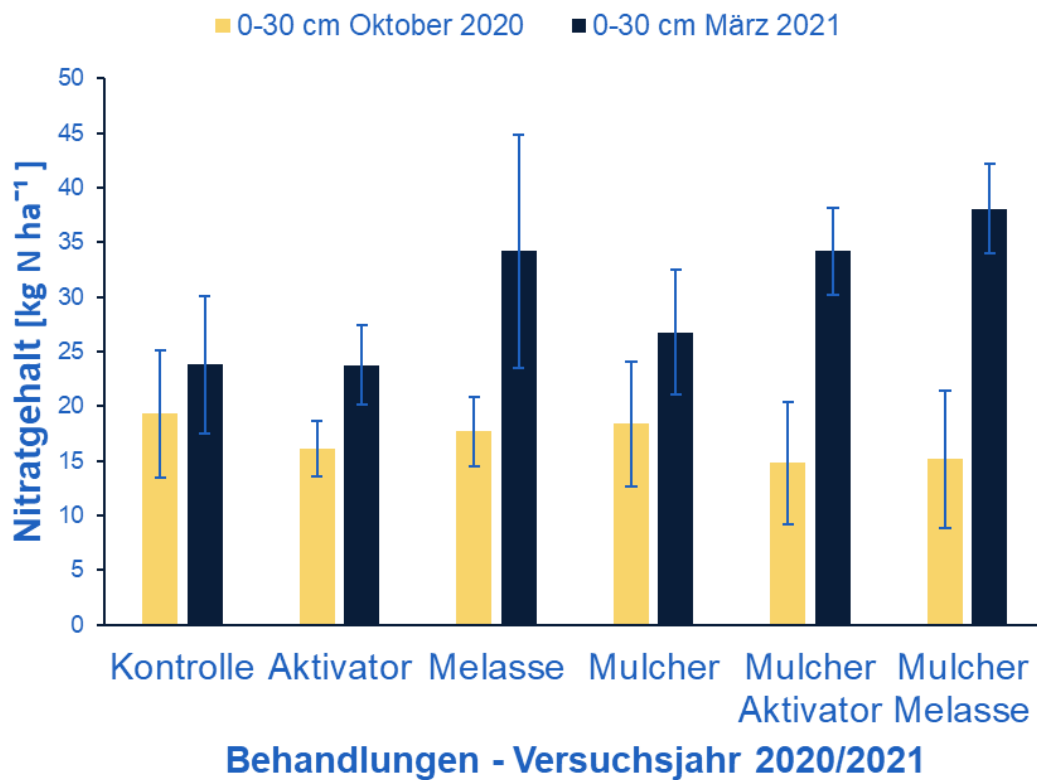


Abb. 17: Nitratgehalte im Versuchsjahr 2020/2021 konnten bei einem gewählten Signifikanzniveau von 5% keine nachweisbaren Unterschiede zwischen den Varianten ermittelt werden (HSD-Test). Fehlbalken zeigen die Standardabweichung (n=4).

#### Ausblick

Anhand der durchgeführten Versuch konnte kein signifikanter Einfluss auf den Biomasseabbau nachgewiesen werden, jedoch ergeben sich tendenzielle Unterschiede, die in weiteren Versuchen vertieft untersucht werden könnten. Eventuell wird die Versuchsreihe mit einer Frühjahrsausbringung weitergeführt.

## 2.4 Qualifizierungsarbeiten am Vorwerk Jungborn

### 2.4.1 Untersuchung der täglich anfallenden Kotmenge bei Pferden

Jule Berberich

Die Haltung und Fütterung von Pferden in Deutschland haben sich in den letzten Jahrzehnten stets gewandelt. Das Pferd wurde vom Nutztier zum Freizeitpartner und somit nahm auch das Interesse an einer möglichst artgerechten Fütterung und Haltung zu. Evolutionär betrachtet sind Pferde Steppentiere. Ihr gesamter Organismus hat sich an diesen Lebensraum angepasst und seither kaum verändert. In Betrachtung dessen, wird immer häufiger in Erwägung gezogen, den Pferden ad libitum Raufutter zur Verfügung zu stellen. Hieraus leitet sich nun die Frage ab, wie viel Kot ein Pferd bei ad libitum Fütterung absetzt.

Mittels eines praktischen Versuchs wurde neben der Frage der Kotmenge auch beantwortet, ob es Unterschiede zu den Angaben in der Literatur gibt, auch in Bezug auf die Fressmenge und Dauer. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde das Abkote- und Fressverhalten einer Gruppe von sieben Pferden über einen Zeitraum von zwei Tagen beobachtet und gewogen. Zusätzlich wurden Kotproben gesammelt im Labor ausgewertet.

Die Ergebnisse der Versuche und Laboruntersuchungen lassen sich wie folgt zusammenfassen: Ein Pferd kotet im Versuchszeitraum im Schnitt 22,26 kg pro Tag. Es nimmt eine durchschnittliche Menge von 13,39 kg Heu pro Tag auf. Diese Futteraufnahme erfolgt im Mittel über einen Zeitraum von 14,25 Stunden. Pro Tag frisst ein Pferd zwischen 19 und 72 kg Frischmasse. Die Laborergebnisse weisen untereinander und an den einzelnen Tagen leichte Schwankungen auf, was auf die Individualität der Tiere zurückzuführen ist. Sie liegen bei allen Tieren im Bereich der Vorgaben der Literatur. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Pferde in Paddockboxenhaltung keinen bevorzugten Abkoteplatz vorweisen. Eine Aussage über einen Tagesrhythmus kann aufgrund der kurzen Versuchsdauer nicht getroffen werden.

Im Vergleich mit der dargelegten Literatur wird deutlich, dass Pferde mit ad libitum Heuverfügbarkeit mehr Kot absetzen als 1-3 % ihrer Körpermasse. Es wird in etwa die angegebene Zeit zwischen 10 und 100 Minuten pro Kilogramm Trockenmasse benötigt. Dennoch liegt die Gesamtmenge an aufgenommenem Heu ebenfalls über den Angaben der Literatur. Ergänzend hierzu liegt die aufgenommene Menge an Heu ebenfalls deutlich über den Mengenempfehlungen bei restriktiver Raufutterzuteilung. Es wurde festgestellt, dass es im Hinblick auf die Futteraufnahmezeiten im Vergleich zur Literatur keinen Unterschied macht, ob die Tiere auf der Weide gehalten werden oder mit unbegrenzter Raufutteraufnahmemöglichkeit in Einzelboxenhaltung.



Fotos: Berberich

Allgemein gilt es, die Fütterung eines Pferdes immer in Bezug auf den jeweiligen Futterzustand, gemessen anhand des Body-Condition-Score, und der individuellen Eigenschaften, wie Temperament, körperliche Belastung und Gesundheit, zu betrachten und anzupassen.

Abschließend kann gesagt werden, dass sich die Kotmenge von Pferden bei ad libitum Raufutterverfügbarkeit im Vergleich zu den in der Literatur angegebenen Daten bei restriktiver Fütterung (1,5 kg Raufutter/100 kg LM und Tag) verändert hat. Für eine repräsentative und allgemeingültige Aussage sollte jedoch ein Versuch im größeren Rahmen angesetzt werden.

## **2.4.2 Untersuchungen zu den aktuellen Einflüssen auf die Haltbarkeit bei Futtermitteln für Pferde sowie neue Möglichkeiten der Einflussnahme**

Anna Schmidt

Futtermittel gehören zu den Grundlagen der Haltung eines Pferdes. Der Markt reicht über die ganze Welt und dementsprechend werden auch Futtermittel überall benötigt. Das Klima ist jedoch nicht überall für die Herstellung von Futtermitteln geeignet. Aus diesem Grund müssen Futtermittel neben dem Inlandsmarkt auch im Ausland vertrieben werden. Jedoch ist das Futtermittel auf den Transportwegen vielen Faktoren ausgesetzt, die die Qualität des Futtermittels mindern. Um die Qualität bei den langen Transportwegen gewährleisten zu können, muss das produzierte Futtermittel über eine bestimmte Zeit haltbar gemacht werden. Das Futtermittel muss eine Zeitspanne an Haltbarkeit garantieren, bis das Produkt eine bestimmte Anzahl an Keimen erreicht, mit der es nur noch kurzfristig oder gar nicht mehr verfüttert werden darf. Diese Zeitspanne kann für den Vertrieb im Ausland sehr eng sein, da das Futter, neben den zum Teil wechselnden Umweltbedingungen auf den langen Transportwegen, zusätzlich bei Zwischenhändlern gelagert wird, bevor es zum Endverbraucher gelangt. Um den Endverbraucher im Ausland einen möglichst langen Verwendungszeitraum bieten zu können gilt es, die Haltbarkeit des Futtermittels mittels Technik oder chemischen Zusätzen zu verbessern. Dieser Zeitraum wird durch das Mindesthaltbarkeitsdatum auf dem Futtermittel dargestellt. Es garantiert die einwandfreie Verwendungsspanne, in der das Futtermittel ohne Bedenken verfüttert werden kann. Wichtig ist, dass das Produkt verschiedene Klimabedingungen aushalten kann, ohne die mikrobiologische Aktivität zu steigern. Der Transport auf den Schiffswegen in Containern bietet nicht das ideale Klima für die Haltbarkeit des Futtermittels. Daher muss das Produkt so konzipiert sein, dass durch den Transport die Qualität nicht gemindert wird. Gleichmaßen darf auch das Klima am Zielort das Futtermittel nicht negativ beeinflussen. Das Futter muss also den eventuell heißeren oder kälteren Klimaanforderungen des Landes standhalten.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, zu prüfen, welche Möglichkeiten es zur Konservierung gibt. Diese Möglichkeiten werden miteinander verglichen und ihre mögliche Umsetzbarkeit beurteilt. Zudem werden praktische Tests durchgeführt, die Präferenzen und Akzeptanz an Konservierungsmittel aufzeigen und somit beweisen, dass es Möglichkeiten zur Verbesserung der Haltbarkeit gibt, die zulassen, dass die bisherigen Qualitätsstandards beibehalten werden. Im Fokus der Arbeit steht die Untersuchung an Ergänzungsfuttermittel in Form des oft genutzten Krippenfutters (Mischfuttermittel) in der Pferdefütterung. Unter Beachtung aller Aspekte, die in dieser Untersuchung ermittelt wurden, lässt sich nach Abschluss feststellen, dass das Futter ohne Konservierungsanteil (gepufferte Propionsäure) im Präferenztest am besten abschnitt. Da der Zweck dieser Arbeit jedoch darauf abzielt, das Produkt mittels Konservierungsmittel länger haltbar zu machen, zeigte die Variante mit einer Konservierungsstärke von 5% die besten Ergebnisse auf. In drei von fünf Kategorien wies diese Variante die höchste Präferenz auf. Die Mischfuttermittelvariante mit einem siebenprozentigen Konservierungsanteil wurde am meisten abgewiesen. Sieben Prozent scheinen daher einen tendenziell negativen Einfluss auf die Präferenz des Pferdes zu haben. Da die beiden Varianten einen sehr ähnlichen Konservierungsanteil aufweisen, scheinen die Pferde eine sichtliche Tendenz an eine bestimmte Menge an Säureanteil im Futter zu haben. Die Variante mit 5% Konservierungsanteil wurde daraufhin im Akzeptanztest verwendet. Die Pferde zeigten kaum Anzeichen für eine Ablehnung des Futters und zeigen eine 94-prozentige Akzeptanz. Aus dem Gesichtspunkt der Akzeptanz der Pferde kann das konservierte Futter zur Produktion verwendet werden. Auch gegen Ende des Versuchszeitraums zeigten die Pferde durchaus Interesse an dem Futtermittel. Dies äußerte

sich vor allem in ungeduldigem Verhalten und Futterneid der Pferde, die sich im Versuch befanden.

Weiterblickend sollte für eine Verwendung des Futtermittels die Mikroorganismenaktivität im Futter über den vorbestimmten Haltbarkeitszeitraum beobachtet und untersucht werden, um auszuschließen, dass Einschränkungen in der Qualität im Produkt als mögliche Nebenwirkung auftreten. Dazu sollte in einem Folgeversuch die Bedingungen den zu erwartenden Praxisbedingungen in Temperatur und Feuchtigkeit (Luftfeuchtigkeit) annähert, um weiterführende Informationen hinsichtlich Haltbarkeit zu bekommen. Ergebnisse aus anderen Futterbereichen (z.B. Heulageherstellung) unter Einsatz von gepufferter Propionsäure deuten auf einen Hygienisierungseffekt hin.



### 2.4.3 „Ideenwerkstatt Atmung - Entwicklung und Evaluation potentieller Behandlungsstrategien mit flexiblem Pferdetaping nach Heinbokel & Rudde“

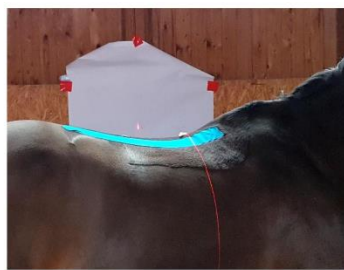
Josephine Jessica Lange

Die Bachelorthesis mit dem Titel „Ideenwerkstatt Atmung - Entwicklung und Evaluation potentieller Behandlungsstrategien mit flexiblem Pferdetaping nach Heinbokel & Rudde“ untersuchte, ob Tape Einflüsse auf die Atmung des Pferdes hat. Der Atmungsapparat ist für das Pferd als Flucht- und Herdentier von großer Bedeutung. Vor allem das Zwerchfell ist als Hauptatemmuskel von besonderer Relevanz und wurde in dieser Arbeit in seinem Aufbau und seiner Funktion erklärt. Ein Ansatz, Pferde in ihrer Gesundheit zu unterstützen, ist das Taping. Es stammt aus der Humantherapie und wurde 2008 von dem Unternehmen „Maia-Medical“ erstmals im Tierbereich publiziert. Mit verschiedenen Techniken können Muskeln, Ligamente, Lymphgefäße und Akupressurpunkte getapet werden. Flexibles Tape dient dem Erhalt bzw. der Wiederherstellung der Beweglichkeit, beeinflusst den Muskeltonus positiv und verbessert die Propriozeption. Außerdem stabilisiert es Gelenke, ohne sie einzuschränken, trägt zur Schmerzlinderung bei und aktiviert die Lymphzirkulation bei der Behandlung von Ödemen. (Rudde und Heinbokel, 2008; Heinbokel, 2019).

Zur Beantwortung der Fragestellung wurden fünf Tape-Anlagen entwickelt und auf verschiedenen Atemmuskeln der Pferde angebracht. Bei den Tieren wurden die Atemzüge pro Minute vor und nach einem Belastungstest ausgezählt, der Abdomenumfang gemessen sowie die Hebung und Senkung der Rückenlinie während der Atmung ermittelt. Die Messungen wurden vor dem Taping und 24 Stunden danach durchgeführt. Das Auszählen der Atemzüge wies beim Taping der Mm. intercostales eine Signifikanz auf. Dadurch konnte eine messbare Auswirkung auf die Atmung der teilnehmenden Pferde belegt werden. Die Messung des Abdomenumfangs ergab bei den Anlagen des M. rectus abdominis und der Muskelkette aus M. serratus ventralis und M. rhomboideus einen signifikanten Unterschied. Damit konnte nachgewiesen werden, dass diese Neuentwicklungen die Atemhilfsmuskeln beeinflussen. Die Vermessung der Rückenlinie zeigte keine signifikant veränderten Mittelwerte nach dem Taping der Muskelanlagen. Die Relevanz der Methode ist daher als niedrig einzustufen. Gleichzeitig kann nicht ausgeschlossen werden, dass eine deutliche Veränderung der Atmung anhand der Hebung und Senkung der Rückenlinie messbar ist. Zusammenfassend lässt sich sagen, dass das Taping die Atmung von Pferden indirekt durch die Propriozeption und Muskeltonusregulation beeinflussen kann, jedoch sollten weitere Forschungen diese Aussage belegen.



Versuchsaufbau



Laserstrahl auf markiertem 12. Brustwirbel



Messung Abdomenumfang

#### **2.4.4 Ermittlung und betriebswirtschaftliche Bewertung des Arbeitszeitbedarfs der Arbeitsabläufe in der Pferdehaltung**

Valentin Steger

In der hier vorliegenden Bachelorarbeit wurde in fünf verschiedenen Betrieben der Arbeitsaufwand für das Füttern von Pferden mit Rau- und Kraftfutter, Entmisten, Einstreuen und Fegen, mittels Zeitmessung, untersucht. Hierbei wurden auch die Haltungssysteme Einzelboxenhaltung, Bewegungsstall und Offenstall unterschieden. Die Zielgruppen dieser Untersuchung stellen die Besitzer von Pensionsställen, sowie größere private pferdehaltende Betriebe dar, welche Interesse an Technik und wirtschaftlichem und innovativem Arbeiten haben. Beispielhaft hierfür stehen die Betriebe Rappenhof in Leonberg, Reitclub Horkheim, Lehr- und Versuchsbetrieb Hofgut Jungborn, das Haupt- und Landgestüt Marbach und der Pensionsstall Albblick.

Bei der Einzelboxenhaltung liegen die gemessenen Werte zwischen 58:48:20 Stunden (h) pro Pferd (P) und Jahr (a) und 132:30:55 h/P & a. Bei den zwei Bewegungsställen wurden einmal 42:28:55 h/P & a und 59:37:00 h/P & a benötigt. Für den Offenstall wurden 58:17:55 h/P & a gemessen.

Die modernen Bewegungsställe erzielten durch den Einsatz von moderner Technik eine hohe Zeitersparnis gegenüber dem Großteil der anderen gemessenen Systeme. Jedoch ist auch erkennbar, dass ohne den Einsatz der Technik, durch kurze Wege und Routine viel Zeit gespart werden kann. So lässt sich daraus schließen, dass immer individuell von Betrieb zu Betrieb entschieden werden muss, wie Investitionen getätigt werden sollten, damit diese wirtschaftlich sinnvoll sind und zur Nachhaltigkeit des Betriebes beitragen.

## **2.4.5 Promotionsprojekt November 2021-April 2024 - Pferdemist- Wertstoff oder Abfallprodukt?**

Madeline Meyer

Das Thema Pferdemist ist sowohl für konventionelle Pferdebetriebe als auch für Ökobetriebe von enormer Bedeutung und Aktualität. Bedingt durch immer strengere rechtliche Anforderungen, wird die Lagerung und Entsorgung von Pferdemist vermehrt zu einer großen Herausforderung für pferdehaltende Betriebe. Für die Entsorgung des Mistes fallen für Betriebe mitunter erhebliche Kosten an, welche starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit des Betriebes nehmen können. Aber was tun mit dem anfallenden Mist? Das praxisnahe Forschungsprojekt „Wertstoff Pferdemist“ soll Antworten liefern.

### **Das Projekt**

Das Projekt Wertstoff Pferdemist setzt sich mit Optimierungschancen von Lagerungs- und vor allem Nutzungsmöglichkeiten von Pferdemist auseinander. Bei dem Projekt handelt es sich um ein Verbundprojekt des Haupt- und Landgestüt Marbach, der Universität Hohenheim sowie der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen. Projektträger ist das Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg. Die Projektlaufzeit beträgt zweieinhalb Jahre.

### **Ziel**

Ziel des Projektes Wertstoff Pferdemist ist es, verschiedene Nutzungsmöglichkeiten von Pferdemist unter besonderer Berücksichtigung von Lagerkapazität, Nährstoffverfügbarkeit, Arbeitswirtschaft, Energienutzung sowie Hygieneparametern näher zu beleuchten. Vor- und Nachteile der jeweiligen Verwertungsmöglichkeiten sollen ermittelt werden und aus den gewonnenen Erkenntnissen praxistaugliche Lösungen für eine nachhaltige Nutzung von Pferdemist generiert werden. Darüber hinaus sollen allgemeine Handlungsempfehlungen für Pferdebetriebe abgeleitet werden.

### **Umsetzung Forschungsvorhaben**

Das Projekt ist in vier Forschungsvorhaben mit jeweils unterschiedlichen Forschungsschwerpunkten aufgeteilt. Die Vorhaben werden überwiegend im Haupt- und Landgestüt Marbach durchgeführt. In Teilbereichen wird der LuV Jungborn eingebunden.

### **Kompostierung von Pferdemist**

Im Rahmen des ersten Forschungsschwerpunktes wird der Kompostiervorgang von Pferdemist beleuchtet und verschiedene Parameter während des Kompostierungsprozesses untersucht. Es soll u.a. geprüft werden, ob eine Zerkleinerung und Homogenisierung des Pferdemistes im Vorfeld einer Kompostierung, eine spürbare Verringerung des Lagervolumens zur Folge hat und somit zur Einsparung von Lagerfläche beiträgt. Nährstoffanalysen sollen Auskunft über den Einfluss einer Kompostierung auf die pflanzenverfügbaren Nährstoffe geben. Darüber hinaus soll der Hygienisierungseffekt des Kompostierungsprozesses überprüft werden. Im Fokus steht dabei die Beantwortung der Frage, ob die während einer Kompostierung erzielten Temperaturen von bis zu 65°C und mehr, einen Einfluss auf die Inaktivierung von Parasitendauerstadien, Pathogenen wie beispielsweise Salmonellen und den Abbau von antiparasitär wirksamen Substanzen haben. Parallel werden Möglichkeit der Wärmerückgewinnung während des Kompostierungsprozesses überprüft. Ebenso soll der Einfluss der Wärmerückgewinnung auf die Kompostierung und vor allem auf den Hygienisierungseffekt ermittelt werden. Zusätzlich werden die Auswirkungen einer Umsetzung der Mieten auf die Wärmeentwicklung und folglich auf den Hygienisierungseffekt ermittelt. Die verschiedenen Verfahren werden

abschließend betriebswirtschaftlich bewertet. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der Arbeitswirtschaft. Für die Untersuchung des Kompostiervorganges und der genannten Parameter werden fünf unterschiedlich behandelte Mistmieten aufgesetzt.

1. Miete ohne Zerkleinerung, ohne Wärmetauscher
2. Miete zerkleinert, ohne Umsetzen, ohne Wärmetauscher
3. Miete zerkleinert, ohne Umsetzen, mit Wärmetauscher
4. Miete zerkleinert, mit Umsetzen, ohne Wärmetauscher
5. Miete zerkleinert, mit Umsetzen, mit Wärmetauscher

### **Einsatz von Kombimulcher und Rottebeschleuniger auf Weideflächen**

Im zweiten Forschungsansatz steht die Untersuchung des Einsatzes eines Kombimulchers sowie Rottebeschleunigers auf Weideflächen im Forschungsfokus. Es gilt unterschiedliche Rotteeigenschaften zu überprüfen. Des Weiteren soll der Einfluss von verschiedenen Verfahrensweisen auf die Inaktivierung von Parasitendauerstadien und Pathogenen sowie den Abbau von Anthelminthikarückständen geprüft werden.

Für die Realisierung der Untersuchungen werden Feldversuche sowie Versuche im Labor durchgeführt. Im Feldversuch werden Versuchspartzen auf einer definierten Weidefläche sechs unterschiedlichen Bearbeitungsvarianten unterzogen.

1. Null-Variante (Kontrolle): Ausbringung von Weideresten und Kotanteilen ohne weitere Behandlung
2. Nur HIPPODUNG®-Weideaktivator: Ausbringung von Weideresten und Kotanteilen nur mit Aufsprühung des Weideaktivators
3. Ausbringung von Weideresten und Kotanteilen mit Aufsprühung von Bio-Melasse
4. Nur Mulcher: Ausbringung von Weideresten und Kotanteilen mit anschließender Bearbeitung (Mulchen)
5. Ausbringung von Weideresten und Kotanteilen mit anschließender Bearbeitung (Mulchen) und Aufsprühung von HIPPODUNG®-Weideaktivator
6. Ausbringung von Weideresten und Kotanteilen mit anschließender Bearbeitung (Mulchen) und Aufsprühung von Bio-Melasse

In einem weiteren Feldversuch werden die Effekte der sechs Bearbeitungsvarianten auf Weideflächen im Praxisbetrieb untersucht. Der Hygienisierungseffekt des Rottebeschleunigers wird unter standardisierten Bedingungen im Labor beleuchtet.

### **Pferdemist in der Biogasanlage**

Ziel des dritten Forschungsansatzes ist es, den Einfluss des Biogasprozesses auf die Inaktivierung von Parasitendauerstadien, Pathogenen und den Abbau von antiparasitär wirksamen Substanzen zu untersuchen. Zudem sollen Nährstoffanalysen Aufschluss über den Effekt des Biogasprozesses auf die vorhandenen Pflanzennährstoffe geben. Hierzu werden Inputmaterial und Gärreste aus Biogasanlagen analysiert. In Laborversuchen werden die Möglichkeiten der Vergärung von Pferdemist beleuchtet. Dabei soll die Verfahrensweise ermittelt werden, welche den hochwertigsten Dünger sowie den höchsten Gasertrag liefert. Ebenso soll der Einfluss der verschiedenen Verfahrensweisen auf die Inaktivierung von Parasitendauerstadien, Pathogenen und den Abbau von Anthelminthikarückständen untersucht werden.

## Kompostierung von Pferdemist im Stall

Das vierte und letzte Forschungsvorhaben beinhaltet die Untersuchung des Einsatzes eines Rottebeschleunigers auf Mistmatratzen in Laufställen. Überprüft werden sollen die Auswirkungen des Rottebeschleunigers auf verschiedene stallklimatische Bedingungen wie beispielsweise die Belastung der Luft mit Ammoniak, Kohlendioxid sowie Mikroorganismen. Die allgemeine Gesundheit der Pferde, insbesondere die Hufgesundheit, wird während der gesamten Untersuchung überwacht. Darüber hinaus soll der Effekt des Einsatzes des Rottebeschleunigers auf die Mistlagerkapazität sowie Arbeitswirtschaft beleuchtet werden. Auch der Einfluss des Rottebeschleunigers auf die Inaktivierung von Parasitendauerstadien, Pathogenen sowie den Abbau von antiparasitär wirksamen Substanzen in der Mistmatratze soll in diesem Arbeitspaket geprüft werden. Für die Untersuchungen werden zwei vergleichbare Laufställe betrachtet. In einem Stall wird der Rottebeschleuniger ausgebracht, im anderen Laufstall wird kein Rottebeschleuniger eingesetzt. Der Einfluss des Rottebeschleunigers auf die Hygienisierung der Mistmatratze wird im Labor überprüft.



## **2.4.6 Promotionsprojekt März 2020 – Februar 2023 - Digitalisierung auf Pferdehaltenden Betrieben - worauf kommt es an und wo liegen die Chance für die Betriebe?**

Melanie Pfeiffer, Linda Speidel,

Pferdewirtschaft und Technisierung widersprechen sich im Grundansatz – so könnte man zumindest vermuten. Doch weit gefehlt – die Technisierung und insbesondere die Digitalisierung macht auch vor der Pferdewirtschaft keinen Halt und bietet verschiedene interessante Ansätze, um die Arbeitswirtschaftlichkeit, die Nachhaltigkeit aber auch das Tierwohl zu verbessern. So hat die Digitalisierung in der Industrie in vielen Bereichen bereits Einzug gehalten und auch im privaten Bereich ist Digitalisierung nicht mehr wegzudenken. Doch wie sieht es im Bereich der Pferdewirtschaft und insbesondere der Pferdehaltung aus? Hier scheint es noch sehr klassisch zuzugehen. Die Entmistung erfolgt überwiegend per Hand und auch in der Fütterung der Pferde mit Raufutter und Krippenfutter setzen die Betriebsleiter überwiegend auf die händische Vorlage.

### **Die Situation in Baden-Württemberg**

Ca. 10% der Pferde in Deutschland (insgesamt ca. 1,3 Mio) leben in B.W. in ca. 17.000 Betrieben, darunter zahlreiche landwirtschaftliche Betriebe. Im Vergleich dazu gibt es ca. 15.500 baden-württembergische Rinderhalter. Durchschnittlich hält jeder siebte landwirtschaftliche Betrieb in B.W. Pferde, im Ballungsraum Stuttgart sogar jeder vierte. Die Pensionspferdehaltung hat sich somit für viele landwirtschaftliche Betriebe als zusätzliches bzw. als alleiniges betriebswirtschaftliches Standbein etabliert. Daraus lässt sich deutlich erkennen, dass die Pferdehaltung eine wichtige Einkommensquelle darstellt. So lässt sich auch der Projektansatz „DiWenkLa“ (Digitale Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft) Schwerpunkt Pferdehaltung ableiten, dass ein spürbares Interesse an einer nachhaltigen Wirtschaftsweise mit einhergehender Entlastung der Arbeitswirtschaft hinsichtlich Zeit aber auch Kraftaufwand auf Pferdehaltenden Betrieben zu erkennen ist, bei gleichzeitiger Beachtung des Tierwohls, das insbesondere auch von den Kunden – den Einstellern – gefordert wird. Gemeinsam mit Unternehmen und pferdehaltenden Praxisbetrieben, wie z. B. dem Haupt- und Landgestüt Marbach, wird untersucht, in welchen Bereichen digital-technische Systeme arbeits- und betriebswirtschaftlich sinnvoll eingesetzt werden können und welche Auswirkungen diese Techniken auf die Pferde und insbesondere auf das Tierwohl haben.

### **Welche Systeme können auf Pferdebetrieben unterstützen?**

Mittlerweile gibt es diverse Einzelsysteme, die Entlastung für die vielseitigen Aufgabenbereiche der Betriebsleiter versprechen. Die Kommunikation mit den Kunden ist wichtig, allerdings auch sehr zeitaufwendig. So kann mit 1-2 Stunden pro Kunde und Monat gerechnet werden, um Informationen z. B. zum Weidegang oder zur Hallennutzung auszutauschen. Bei angenommenen 50 Pensionseinstallern sind es so bis zu 100 Stunden im Monat, die für die Kundenkommunikation einkalkuliert werden müssten. Mittels Software kann diese Zeit verringert werden. So können rechnungsrelevante Informationen durch den Pferdebesitzer in eine App eingegeben und automatisch für die Rechnungsstellung genutzt werden. Der Stallbesitzer führt die Aufträge aus und bestätigt diese zur Mitkenntnis für den Pferdebesitzer. In Reitvereinen und Schulbetrieben lassen sich Reitstunden über Betriebsmanagementsysteme mit Wochenplänen organisieren. So können die Buchung und Abrechnung online erfolgen. Der Reitlehrer kann sich somit auf die Kernaufgabe, die Betreuung der Reitschüler, konzentrieren. Ähnlich der Reitstundenbuchung kann auch der Belegungsplan der Reit- und Longierhalle or-

ganisiert sein. Auch im Bereich der Rau- und Krippenfutternvorlage bietet die Technik viele Vorteile. Neben der Arbeitszeiteinsparung durch Wegfall der händischen Futternvorlage ermöglicht die Technisierung eine kontinuierliche oder portionierte Futternvorlage in Kleinmengen, was den Anforderungen an eine pferdegemäße Fütterung nahekommt. Zudem reduziert sich der Futterstress bei den Pferden deutlich. In Ställen mit händischer Fütterung werden zwischen zwei und sieben Minuten Arbeitszeit pro Pferd und Tag angesetzt. Bei Einsatz von technischen Lösungen kann diese Zeit deutlich reduziert werden. Zudem entfällt das Fegen nach manueller Vorlage des Raufutters. Reduziert sich die Arbeitszeit auf dem Betrieb z. B. um 1 Stunde pro Tag bei einem angesetzten Stundenlohn von 15 Euro sind es pro Jahr bereits 5.475 €. Auch bei der Entmistung gibt es bereits verschiedene Saug- und Schiebeentmistungsanlagen für Boxenställe. Für Bewegungsställe wird derzeit ein selbstfahrendes System zur Aufnahme des Pferdekots entwickelt, das, neben der Zeiteinsparung, insbesondere auch eine körperliche Entlastung für den Betriebsleiter bringt. Die Gesundheitsüberwachung der Pferde ist für die Besitzer besonders wichtig – insbesondere nachts, wenn niemand im Stall ist. Intelligente Kameras können, anhand des zuvor erlernten, üblichen Verhaltens der Pferde, erkennen, ob Notfälle wie Koliken oder auch Geburten auftreten und Warnmeldungen absetzen. Auch unerlaubtes Betreten der Box kann gemeldet werden. Sie zeichnen zudem verschiedene Verhaltensweisen wie Futter- und Wasseraufnahme, Liegeverhalten u. ä. der Pferde auf, die für den Pferdebesitzer aber auch für den Tierarzt sehr hilfreich sein können. Durch sensorgesteuerte Überwachung der Zaunspannung und Warnungen bei Spannungsabfall kann Software helfen, die Sicherheit zu erhöhen und Kontrollzeit einzusparen. Die aufgezeichneten Daten können bei Bedarf als Nachweis für die Versicherung herangezogen werden. Brandvermeidung während der Heulagerung gilt auf Pferdebetrieben besonderes Augenmerk. Sensorgesteuerte Temperaturüberwachung mit integrierter Software kann für mehr Sicherheit sorgen und Zeit einsparen. Die Temperaturverläufe lassen sich auf dem Smartphone schnell überprüfen und auch dokumentieren, da die Überwachung der Temperatur von Heuballen nach der Ernte von der Versicherung vorgeschrieben ist.

### **Doch wie behält der Betriebsleiter den Überblick?**

Alle Systeme mit webbasierten Anwendungen lassen sich theoretisch über Schnittstellen verknüpfen. Was in der Industrie heute Standard ist, ist auf den Pferdebetrieben noch Zukunft. Derzeit wird im Rahmen von „DiWenkLa“ eine Schnittstelle, DSI One, erstellt, über die alle webbasierten Systeme verknüpft werden können, um Daten austauschen. Diese Informationen sind so für die Betriebsleiter übersichtlich abrufbar und Mehrfacheingaben in verschiedenen Systemen werden vermieden. So kann Technik zu einer deutlichen Arbeitserleichterung und Übersichtlichkeit für den Betriebsleiter beitragen.

Digital technischen Lösungen in Pferdebetrieben gehört die Zukunft. Arbeitserleichterung, Zeiteinsparung und Verbesserung des Tierwohls sind die wesentlichen Argumente für den Einsatz. Nicht alle Betriebe stellen die gleichen Anforderungen an die Systeme. So ist es sinnvoll betriebsindividuelle Konzepte zu etablieren, die zuvor sich auch im Praxisversuch etablieren konnten. Wichtig bei der Auswahl ist allerdings, auf eine Schnittstellenkompatibilität zu achten, um den Datenaustausch zwischen verschiedenen Systemen zu ermöglichen. So kann das Tierwohl und auch die Wirtschaftlichkeit auf den Pferdebetrieben maßgeblich positiv beeinflusst werden.

## **2.5 Weitere Abschlussarbeiten am Vorwerk Jungborn**

Eichhorn, Tobias: Fehlerbetrachtung einer Teilbreitenschaltung und Konzeptionierung von Lösungsansätzen zur Optimierung der Arbeitsgenauigkeit. Masterarbeit im Rahmen des Projekts SELBEX - Selektive, nicht-chemische Bekämpfung von Giftpflanzen in extensiven Grünlandbeständen, Abgabe 26.08.2021.

Frey, Katrin: Einsatz des HIPPODUNG®-Kombimulchers auf Grünlandflächen mit der Ausbringung von Pferdemist – Vegetationsperiode 20/21. Abschlussarbeit im Rahmen des Projektes „Abbau von Pferdemist auf Grünland: Untersuchung der Wirkung von Mulchen, Melasse und Aktivatoren“, Abgabe 17.09.2021.