

Jahresbericht 2024

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

Fakultät Agrarwirtschaft, Volkswirtschaft und Management



Fotos: Mauthe

Prof. Dr. Barbara Benz, Prof. Dr. Maren Bernau, Hannes Dann, Prof. Dr. Markus Frank, Stefanie Ferle, Prof. Dr. Lukas Kiefer, Prof. Dr. Konstanze Krüger-Farrouj, Sabine Kurz, Rainer Mauthe, Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf, Prof. Dr. Carola Pekrun, Prof. Dr. Michael Schmid, Prof. Dr. Stephan Schneider, Prof. Dr. Heinrich Schüle, 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 2024	2
1.1.4	Ernteergebnisse 2024	3
1.1.5	Langjährige Entwicklungen im Ackerbau	4
1.1.6	Biodiversitätsnetzwerk Baden-Württemberg	4
1.2	Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen	6
1.3	Abschlussarbeiten am LVB Tachenhausen im Jahr 2024	7
1.4	Veranstaltungen am LVB Tachenhausen	7
1.5	Pflanzenbauliches Versuchswesen LVB Tachenhausen	9
1.5.1	Digitale Experimentierfelder zur Vernetzung in Technik und Wissen für eine digitale Landwirtschaft auf Zukunftsbetrieben in BW (TechKnowNet)	9
1.5.2	Virtueller Informations- und Lehrpfad für die optimale Bewässerung in der Landwirtschaft (VIOLA)	14
1.5.3	DiWenkLa-Fortsetzung: Teilprojekt Ackerbau	18
1.5.4	N-Steigerungsversuch	21
1.5.5	Projekt Gruppe 6, N-Versorgung Teilprojekt N-Fixierung durch Leguminosen	24
1.5.6	Projekt Gruppe 6, Teilprojekt Pflanzenstärkungsmittelversuch	26
1.5.7	Pflanzenbau mit reduzierter Düngungs- (30%) und Pflanzenschutzintensität (50%)	29
1.5.8	Bestandsführungsversuch – Weizen-Challenge	33
1.5.9	LTZ Silomais: Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau - Phase 4: Biodiversitätsmehrwert verschiedener Blümmischungen als Untersaat in Mais bei Aussaat im März	37
1.5.10	BioDivRegio	41
1.5.11	RegiopAKT: Regionale Wertschöpfungsketten der Zukunft für pflanzliche Lebensmittel mit Arten- und Klimaschutzleistung durch digitale Technologien	45
2	Vorwerk Jungborn	48
2.1	Lehrveranstaltungen am Vorwerk Jungborn im Jahr 2024	48
2.2	Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn	51
2.3	Versuche Vorwerk Jungborn	52
2.3.1	Hygienisierung von Raufutter und Einstreu in der Pferdewirtschaft	52
2.3.2	Nachhaltige Nutzung von Pferdemist	54
2.3.3	Analysen der Stress Hormon, Herzfrequenzvariabilität und Lateralität (Einseitigkeit) für die Darstellung des Befindens von Pferden an einer internationalen Pferdesportveranstaltung, CHIO Aachen	58
2.3.4	SELBEWAG - Selektive Bekämpfung von Grünlandunkräutern mit Wasserstrahlen	61
2.3.5	Spotteejet: Water Jet Spot Weeding – Unkrautbekämpfung mit Hochdruckwasserstrahlen	66
2.3.6	LTZ Silomais: Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau - Phase 3: Praxisversuche zur Biodiversitätswirkung blühender Untersaaten und Blühstreifen im Mais	70
2.4	Bachelorarbeiten Jungborn	73

2.4.1	Bachelorarbeit Rieke Teutsch: Hat das Verwenden von Gitterpflastern (CrossLinqs®) einen Effekt auf die Schrittlänge und den Bewegungsablauf eines Pferdes?	73
2.4.2	Bachelorarbeit Janina Braun: Flexibles Taping nach Heinbokel & Rudde: Entwicklung und Evaluation potenzieller Behandlungsstrategien mit flexiblem Tape bei Pferden zur Beeinflussung des Hufwachstums und von Fesselgelenksgallen.....	75
2.5	Promotionsprojekte am LuV Jungborn	77
2.5.1	Einsatz von digitalen Technologien auf pferdehaltenden Betrieben als Beitrag zur Steigerung des Tierwohls und der Tiergesundheit (M. Pfeiffer)	77
2.5.2	Digitalisierung in der Pferdehaltung – ökonomische Betrachtung und Umweltwirkungen (L. Speidel)	82
2.5.3	Ermittlung von Tierwohlfaktoren mit Hilfe digitaler Technik in der Pferdehaltung.....	88

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anbauplan LVB Tachenhausen im Erntejahr 2024	1
Abbildung 2: Ertrag Feldfrüchte Erntejahr 2024, bezogen auf 86% Trockenmasse (Auswahl)	3
Abbildung 3: Langjährige Ernteerträge des LVB Tachenhausen seit 1993	4
Abbildung 4: Biodiversitätsmaßnahmen am LVB Tachenhausen	5
Abbildung 5: Spot Spraying-Versuch, Projektbetrieb TechKnowNet 2024	11
Abbildung 6: EM 38 Messung 2024 Betrieb	11
Abbildung 7: Bodenprobe pH-Wert 2024 Betrieb	12
Abbildung 8: Viola Startseite mit Logo und Punktwolke der BW Stiftung	15
Abbildung 9: Viola Icon neben Icons von WhatsApp und HfWU	15
Abbildung 10: Viola Menü mit Übersicht und Zugriff zu den einzelnen Funktionen	16
Abbildung 11: Logo VIOLA	17
Abbildung 12: Durchschnittlicher carbon footprint aller durchgeführten Versuche zur teilflächenspezifischen und homogenen Düngung	19
Abbildung 13: Normalisierter Unkraut-/Ungrasbesatz (Bedeckungsgrad) an den angegebenen Boniturtagen für alle Versuchsvarianten	20
Abbildung 14: N-Düngeversuch in der Sorte Chevignon, Winterweizen, Standort Tachenhausen Anbaujahr 2024 mit den Varianten 1= ohne Düngung 2=40 kg N, 3= 80 kg N, 4= 120 kg N, 5= 160 kg N, 6= 200 kg N	21
Abbildung 15: N-Düngeversuch in Winterweizen, Standort Tachenhausen Anbaujahre 2010, 2022, 2023 und 2024. Die Kurve zeigt einen Höhepunkt bei 145 kg N/ha. Jahr 1 = 2010, Jahr 2 = 2022, Jahr 3 = 2023, Jahr 4 = 2024.	23
Abbildung 16: Randomisationsplan des Versuches mit Winterleguminosen für das Studentenprojekt im SS 2024 zur N-Fixierung: 1= Ackerbohne, Sorte Augusta, 2=Erbse, Sorte Dexter, 3= Erbse Sorte Pionir, 4= Hafer in 5 Wiederholungen	24
Abbildung 17: Versuchsplan für den Winterweizen, Sorte Absint im Versuch zu Pflanzenstärkungsmitteln 2024 am Standort Tachenhausen und Variantenschlüssel .	26
Abbildung 18: Kornerträge (dt/ha bei 86% TM) des Winterweizens, Sorte Absint im Versuch zu Pflanzenstärkungsmitteln am Standort Tachenhausen 2024. Variante 1 = Kontrolle ohne Düngung und Pflanzenschutz 2=Betriebsüblich, volle Düngung, 3=Nutribio-N und reduzierte Düngung, 4= ohne Nutribio-N und mit reduzierter Düngung, 5=Poesie mit reduzierter Düngung, 6=ohne Poesie mit reduzierter Düngung. Die Varianten 2-6 unterscheiden sich nicht signifikant im Kornertrag (dt/ha) nach Tukey HSD ($p \leq 0,05$). Die Variante 1 unterscheidet sich signifikant von allen anderen durch einen geringeren Ertrag.	28
Abbildung 19: Randomisationsplan im Dauerversuch 2021-2024 am Standort Tachenhausen. Variante 1=Standard, Variante 2=Grundabsicherung, Variante 3=IP+	30
Abbildung 20: Kornerträge der Wintergerste Royce am Standort Tachenhausen im Systemversuch 2024	31
Abbildung 21 N-Düngemengen (%), Behandlungsindex (%), Erträge (%), N-use-efficiency (%), N- Überschüsse (%) und PSM- und N-kostenfreie Erlöse (%) jeweils in Bezug auf die Variante „Standard“. Daten aus vier Jahren und aus 5 Standorten, dreifeldrige Fruchtfolge aus Winterweizen, Wintergerste, Zwischenfrucht und Silomais. Folie: Kurt Möller.	32
Abbildung 22: Übersicht über die Erlöse abzüglich Aufwendungen für Pflanzenschutz und Dünger der unterschiedlichen Gruppen im Winterweizen-Bestandsführungsversuch 2024. Unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Dünger- u. Pflanzenschutzmittel	36

Abbildung 23: Mais mit artenreicher, blühender Untersaat (links) und praxisüblicher Maisanbau (rechts).....	37
Abbildung 24: Ökologisierung des Maisanbaus durch Integration von blühenden Pflanzen als Untersaat oder in Form von Streifen im Feld.....	42
Abbildung 25: A. Parzellenplan für Blühstreifen in Jungborn; B. Parzellenplan für Blühstreifen in Fellbach; C. Farbschalen zur Insektenerefassung in Blühstreifen neben dem Mais.....	42
Abbildung 26: A. Parzellenplan für verschiedener blühender Untersaaten im Mais in Tachenhausen (K: Kontrolle (Sole Mais), T1: Klee (2 Arten), T2: Klee und Blütenpflanzen (5 Arten), and T3: Blütenpflanzen (18 Arten)); B. Untersaatvariante und Kontrolle.....	43
Abbildung 27: A. Parzellenplan des Mais-Feuerbohnen Versuches in Tachenhausen; B. Bohne blüht neben dem Mais.....	43
Abbildung 28: Lage der Zukunftsregion Franken-Hohenlohe	45
Abbildung 29: Druckdichter Stahlcontainer mit Edelstaldampfpflanze der Firma Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KB	53
Abbildung 30: Dampferzeuger, Firma Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG	53
Abbildung 31: Wertstoff-Pferdemist. Das Projekt "Wertstoff-Pferdemist" setzt sich mit Optimierungschancen von Lagerungs- und vor allem Nutzungsmöglichkeiten von Pferdemist auseinander	55
Abbildung 32: Screenshot aus einem Dokumentationsvideo zur Beurteilung der Lateralität (Einseitigkeit)	60
Abbildung 33: Logo CHIO Aachen scientist circle	60
Abbildung 34: Neues Wasserstrahlgerät mit 6 Meter Arbeitsbreite und 24 Hochdruckdüsen sowie 4 Kameras zur Pflanzendetektion (Foto: Mattheis/MartinEnergietechnik)	62
Abbildung 35: Bestandsveränderung nach dem ersten Versuchsjahr 2023 relativ zum Ausgangsbestand vor der ersten Maßnahme im Jahr 2024.....	64
Abbildung 36: Zerkleinerte Fragmente von Herbstzeitlosenpflanzen wie sie nach der Behandlung auf der Fläche verbleiben und dort bis zur Heuernte Mitte Juni zersetzt werden	65
Abbildung 37: SpoteeJet Prototyp zum Projektende im Dezember 2024.....	66
Abbildung 38: Ablagemuster der Präzisionssämaschine im Rechteckverband.....	67
Abbildung 39: Baufortschritt der selbst konstruierten und gebauten Frontplattform	67
Abbildung 40: Umbaufortschritt der Reihenhacke	68
Abbildung 41: Bestimmung des Fehlers zwischen den berechneten und tatsächlichen Pflanzenpositionen im Feld.....	68
Abbildung 42: Schaltvorgang der Wasserdüse beim Feldeinsatz mit Applikationskarte	69
Abbildung 43: Mais mit blühender Untersaat (links), Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz (Mitte), betriebsüblicher Maisanbau (rechts).....	70
Abbildung 44: Teilflächen mit reinem Mais, Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz sowie Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz und blühender Untersaat.....	71
Abbildung 45: Logo Sonderprogramm	72
Abbildung 46: Pferd beim Führen über die glatte Sandfläche, Quelle R. Teutsch	73
Abbildung 47: Messung der Schrittlänge, Quelle: R. Teutsch	73
Abbildung 48: Pferd 3 mit Cross-Linqs® an Ma35 & 36, Quelle: R. Teutsch	74
Abbildung 49: Pferd 5 mit Cross-Linqs® an Ma35 & 36, Quelle: R. Teutsch	74
Abbildung 50: Untersuchung 1B, Zick-Zack-Tapig (J. Braun)	75
Abbildung 51: Messpunkt Trachtenhöhe (J. Braun)	75
Abbildung 52: Horse Protector der Firma ACARiS GmbH, Quelle: ACARiS GmbH	78

Abbildung 53: System PIAVET der Firma PIAVITA AG; Quelle: Meyer 2022 (unveröffentlicht)	80
Abbildung 54: Skizze der Sensoren und Messdiagnostik zur Luftqualität. Drei Feinstaubsensoren messen simultan die Feinstaubkonzentration in Nähe der Pferdenüster, im Außenbereich und im Stall. Gleichzeitig wird die Luftqualität mit Anemo- und Hygrometern gemessen.....	89
Abbildung 55: Darstellung der Unseld-Kiste. In der luftdicht verschlossenen Unseld-Kiste können Feinstaubexpositionen durch Drehung der Kurbel durch einen Feinstaubsensor in nahezu allen Futtermitteln und Einstreu unter Laborbedingungen untersucht werden.	89

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Anbauplan Feldfrüchte Erntejahr 2024 mit Schlagbezeichnung, Hauptfrucht, Sorte und Schlaggröße.....	2
Tabelle 2:	Übersicht über die 2024 auf dem LVB Tachenhausen durchgeführten Biodiversitätsfördermaßnahmen	5
Tabelle 3:	Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen im Jahr 2024	6
Tabelle 4:	Veranstaltungen am LVB Tachenhausen im Jahr 2024	7
Tabelle 5:	In den Jahren 2010, 2022, 2023 und 2024 wurden N-Steigerungsversuche auf den Flächen in Tachenhausen durchgeführt. Folgende Varianten wurden in den jeweiligen Jahren geführt	21
Tabelle 6:	Erlöse für eine dt Winterweizen je Jahr und Kosten für N-Dünger in €/kg N je Jahr	22
Tabelle 7:	Kulturmaßnahmen im Versuch Winterleguminosen für das Praxisprojekt SS 2024 (Gruppe 6).....	25
Tabelle 8:	N-Gehalte (% der TM) in Ackerbohnen und Hafer nach Kjeldahl im Praxisprojekt N-Fixierung 2024 (Sommer- und Wintersemester) in oberirdischen (Spross und Korn) und unterirdischen Pflanzenteilen (Schnitt am 21. Juni 2024). Unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen statistische signifikante Unterscheide (t-Test, $p = 0,05$)	25
Tabelle 9:	Kulturmaßnahmen im Winterweizen	27
Tabelle 10:	Unterschiede der drei Varianten Standard, Grundabsicherung und IP+ bezgl. Düngung und Pflanzenschutz im Systemversuch 2021-2024, Standort Tachenhausen.	30
Tabelle 11:	Beschreibung der Varianten im Systemversuch ab Saison 2022	30
Tabelle 12:	Kulturmaßnahmen in den fünf Gruppen der Studierenden in der Sorte Asory für den Weizencup 2024	33
Tabelle 13:	Maßnahmen der Studentengruppen 1-6 im Bestandsführungsversuch Tachenhausen in Winterweizen der Sorte Asory 2024 und Kosten der Maßnahme	35
Tabelle 14:	Zusammensetzung der Untersaaten im Parzellenversuch Märzsaat 2024	38
Tabelle 15:	Lehrveranstaltungen am LVB-Jungborn im Jahr 2024	48
Tabelle 16:	Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn im Jahr 2024	51
Tabelle 17:	Bezeichnung und Beschreibung der Versuchsvarianten	63
Tabelle 18:	Mittlere relative Reduktion des Herbstzeitlosenbestandes über zwei Behandlungen mit 6 bzw. 5	63
Tabelle 19:	Ergebnisse der Aussaatversuche	68
Tabelle 20:	Übersicht der verwendeten Sensoren, Geräte und erhobenen Parametern	90

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 Lößlehm auf Lias und Dogger. Der Bodentyp ist schwach pseudovergleyte Parabraunerde, rendzinaartige Auenböden mit Bodenpunkten von 42 bis 74. Die Hälfte des Geländes ist eben, die andere Hälfte leicht bis stark geneigt. Das Hofgut liegt 330 m über NN und hat im langjährigen Durchschnitt eine mittlere Jahrestemperatur von 10,48 °C (Ø 2004-2023), die durchschnittliche Jahresniederschlagsmenge in diesem Zeitraum liegt bei 789 l/m².

2024 beträgt die landwirtschaftlich genutzte Fläche 106,41 ha. Davon sind 82,37 ha Ackerfläche, der Rest besteht aus Grünland (24,04 ha). Der Großteil der Flächen ist voll arrondiert (Abbildung 1).



Abbildung 1: Anbauplan LVB Tachenhausen im Erntejahr 2024

Der Viehbesatz besteht aus durchschnittlich sieben Pensionspferden und einer wechselnden Anzahl an Pensionsrindern zur Grünlandverwertung (2024 durchschnittlich 0,16 GV/ha LN) sowie Pensionsziegen zum Offenhalten der Grünlandflächen und zum Schutz vor Verbuschung im östlichen Teil des Betriebes. Zudem wurden 2024 im mobilen Mastgeflügelstall Steiner COMPACT 650 zwei Mastdurchgänge mit insgesamt 850 Mastbroilern im Rahmen des Praxisprojekts in den Studiengängen Agrarwirtschaft und Pferdewirtschaft durchgeführt. Neben dem Betriebsleiter ist ein Techniker am LVB Tachenhausen sowie eine Mitarbeiterin im pflanzenbaulichen Versuchswesen beschäftigt. Die Leitung der LVB obliegt Herrn Prof. Dr. Schneider.

1.1.2 Mechanisierung

Der LVB Tachenhausen verfügt über drei Traktoren mit insgesamt 395 kW (ohne pflanzenbauliches Versuchswesen). Dies entspricht einem Schlepperbesatz von 371 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 durch einen Düngestreuer oder mittels Flüssigdünger mit der Pflanzenschutzspritze. 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 und über eine Abfuhr-gemeinschaft zur Zuckerfabrik transportiert.

In der Innenwirtschaft steht eine Schüttgasse zur Getreideannahme, ein Durchlaufrockner mit einer Leistung von 3 t/h sowie eine Hochsilo-Getreidelageranlage mit einer Kapazität von 800 m³ zur Verfügung.

1.1.3 Anbau Feldfrüchte im Erntejahr 2024

Im Erntejahr 2024 wurden insgesamt sieben Feldfrüchte angebaut. Der Anbau von Winterweizen nahm den größten Flächenanteil, die im Jahr 2024 letzte Saatgutvermehrung von Sommergerste und Hafer den zweit- und drittgrößten Anteil ein (Tabelle 1).

Tabelle 1: Anbauplan Feldfrüchte Erntejahr 2024 mit Schlagbezeichnung, Hauptfrucht, Sorte und Schlaggröße

Schlagbezeichnung	Hauptfruchtart(en)	Sorte (n)	Fläche, ha
1-0	Sommergerste, Klee gras, Versuche	Lexy ZS	5,93
2-0	Winterweizen, Zuckerrüben	Spectral	4,92
4-1, 4-3	Zuckerrüben	Fitis SES-Vanderhave / Josephina	5,29
4-2	Sonstige Fläche		0,05
5-1, 5-2	Winterweizen, Sommergerste	Spectral, Lexy ZS	4,70
6-0	Sommergerste, Versuche	Lexy ZS	5,27
7-0	Winterweizen	Chevignon, RGT Planet	5,12
8	Winterweizen	Spectral	2,53
9	Winterweizen	Spectral	4,09
10	Sommergerste	Lexy ZS	4,00
11	Sommergerste	Lexy ZS	4,31
12	Sommerhafer	Lion ZS	13,20
13	Ackerbohnen	Fanfare	0,87
14	Ackerbohnen	Fanfare	7,77
14-2	BASF-Versuchsfeld		(1,25)
15	Winterweizen	Spectral	0,88

Schlag- bezeichnung	Hauptfruchtart(en)	Sorte (n)	Fläche, ha
17	BASF-Versuchsfeld		(1,10)
18	BASF-Versuchsfeld		(1,50)
20	Körnermais	Yakari	0,90
21	Körnermais	Yakari	5,90
22	Landtechnik-Übungsacker		0,55
23	Körnermais	Yakari	1,35
26	Körnermais	Yakari	2,00
27	Körnermais	Yakari	1,25
28	Körnermais	Yakari	1,77
Summe (ohne LE)			81,90
Ackerfläche Jungborn			12,07

Zum Erntejahr 2024 wurden somit insgesamt 17,58 ha Winterweizen, 16,46 ha Sommergerste (Vermehrung), 12,32 ha Sommerhafer (Vermehrung), 12,07 ha Körnermais, 8,08 ha Ackerbohnen, 7,19 ha Zuckerrüben und 1,22 ha Klee gras angebaut. Ferner wurden 3,28 ha als Versuchsfläche und 3,70 ha als sonstige Flächen und Blühflächen genutzt.

1.1.4 Ernteergebnisse 2024

Das Erntejahr 2024 zeichnete sich durch ein feuchtes Frühjahr aus, welches insbesondere bei den Sommerungen für einen späten Saattermin und suboptimale Aussaatbedingungen sorgte. Bei den Zuckerrüben wurde ein früher Rodetermin zugeteilt, welcher in Verbindung mit der relativ späten Saat zu einer kurzen Vegetationsphase führte.

Sowohl der Maisertrag (88,8 dt/ha), als auch der Weizenertrag (74,2 dt /ha) und die Sommergerste mit 50,4 dt/ha (jeweils korrigiert auf 86% Trockensubstanz) lieferten im Erntejahr 2024 ein unterdurchschnittliches Ergebnis (Abbildung 2).

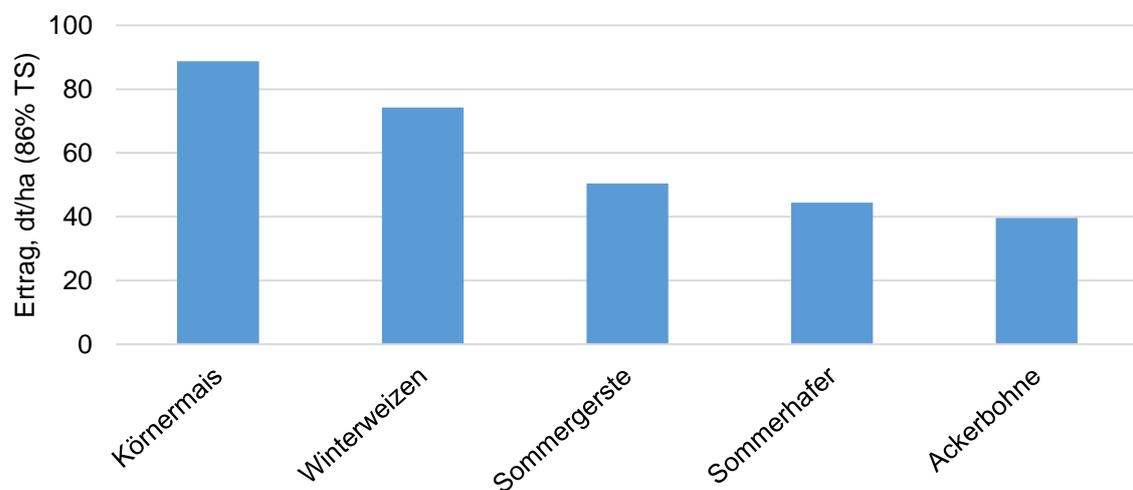


Abbildung 2: Ertrag Feldfrüchte Erntejahr 2024, bezogen auf 86% Trockenmasse (Auswahl)

Der Sommerhafer lieferte mit 44,5 dt/ha ebenfalls ein schwaches Druschergebnis. Zudem wurde dieser nur zum Teil als Saatware anerkannt. Das Ernteergebnis der Ackerbohnen war deutlich besser als im Vorjahr und ist mit 39,7 dt/ha als durchschnittlich einzuschätzen. Hier stellt sich die Vermarktung als schwierig dar.

Die Zuckerrüben erreichten mit 761 dt Ertrag je ha ein unterdurchschnittliches Ernteergebnis, zudem war der Zuckergehalt mit 14,6% sehr gering. Zum Vergleich: Im Einzugsgebiet der Zuckerfabrik Offenau lag der durchschnittliche Ertrag bei 700 dt/ha (ca. 10% unterhalb des fünfjährigen Mittels) mit einem Zuckergehalt von 15,5%.

1.1.5 Langjährige Entwicklungen im Ackerbau

Die Erträge des Winterweizens und der Sommergerste (Vermehrung) seit 1993 zeigen in den letzten Jahren tendenziell abnehmende Sommergerstenerträge (Abbildung 3).

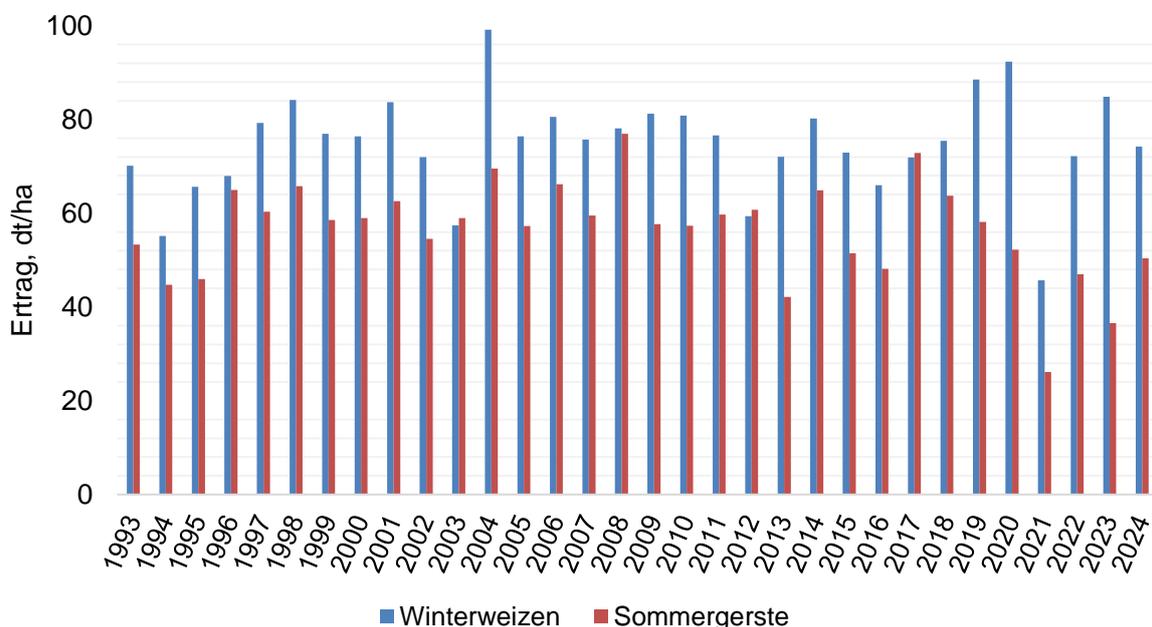


Abbildung 3: Langjährige Ernteerträge des LVB Tachenhausen seit 1993

Aufgrund der Ertrags- und Erlössituation und sich ändernden Abrechnungsformalia wurde die Saatgutvermehrung mit Sommergerste und Sommerhafer zum Erntejahr 2024 letztmalig durchgeführt.

1.1.6 Biodiversitätsnetzwerk Baden-Württemberg

Seit Ende 2022 gehört der LVB Tachenhausen zum Netzwerk von Demonstrationsbetrieben zur Förderung der biologischen Vielfalt auf den landwirtschaftlichen Flächen Baden-Württembergs und vertritt den Landkreis Esslingen. Nachfolgend sind Maßnahmen aufgelistet, welche am LVB Tachenhausen 2024 umgesetzt wurden, um die Biodiversität zu fördern (Tabelle 2). Diese werden sukzessive erweitert und im Rahmen von studentischen Projekten wissenschaftlich begleitet und bewertet.

Tabelle 2: Übersicht über die 2024 auf dem LVB Tachenhausen durchgeführten Biodiversitätsfördermaßnahmen

Nr.	Maßnahme
1	Extensive Beweidung von mesophilem Grünland
2	Kleegrasanbau
3	Einjährige Blühstreifen
4	Mehrfährige Blühstreifen
5	Trichogramma im Mais
6	Erhalt und Neuanlage Trockenmauer
7	Erhalt und Neuanlage Totholzhaufen

Die einzelnen Biodiversitätsmaßnahmen verteilen sich auf den gesamten Lehr- und Versuchsbetrieb (Abbildung 4). Die meisten Flächen nehmen die ein- und mehrjährigen Blühstreifen ein.

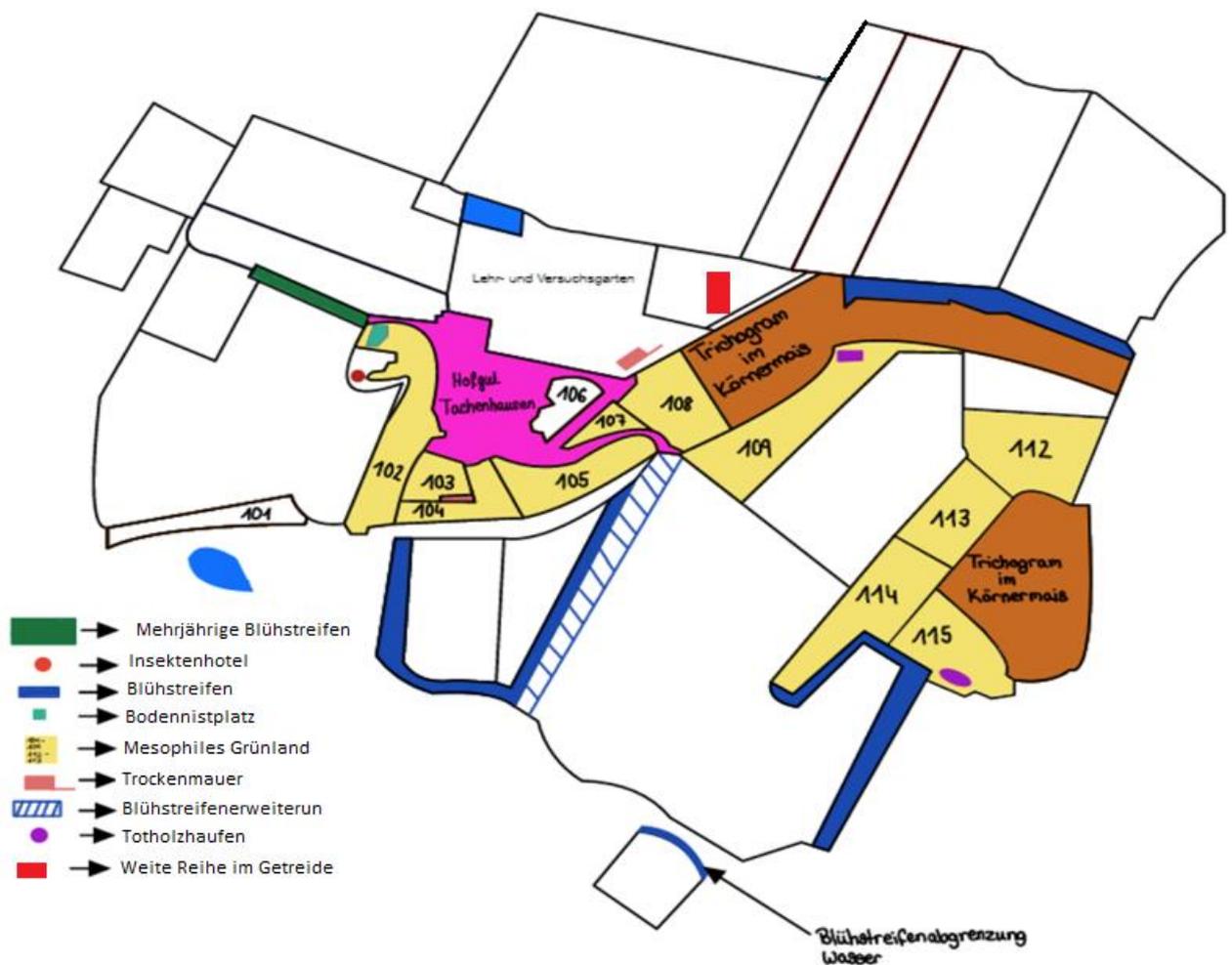


Abbildung 4: Biodiversitätsmaßnahmen am LVB Tachenhausen

1.2 Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen

Am LVB Tachenhausen finden die Mehrzahl der Lehrveranstaltungen derzeit im Bereich des Pflanzenbaus und der Landtechnik statt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Lehrveranstaltungen am LVB Tachenhausen im Jahr 2024

Datum	Dozent/in	Modul/ Lehrveranstaltung	Studiengang/ Semester
22.03.2024 (wöchentlich im SoSe)	Prof. Pekrun	Praxisübungen im Modul Praxisprojekt: Projektgruppe N-Versorgung durch Biostimulanzien und Leguminosen	AW/PW 2
03.04.2024	Prof. Benz	Nutztierhaltung/Lehrkuhstall	AW 2
26.03.2024	Dr. Billen (LB)	Bodenkunde – Profilsprache im Feld	AW 2
12.04.2024	Prof. Benz	Bienen als Anwendungsobjekt für Social Entrepreneurship	HfWU-Modul
19.04.2024	Prof. Benz	Bienen als Anwendungsobjekt für Social Entrepreneurship	HfWU-Modul
22.04.2024	Sabine Kurz	Anlage von Feldversuchen	Msc. Hohenheim
25.04.2024	Prof. Pekrun	Grundlagen der Pflanzenproduktion	PW 2
29.04.2024	Prof. Pekrun	Pflanzenbau I - UE	AW 2
06.05.2024	Sabine Kurz	Parzellentechnik	Msc. Hohenheim
13.05.2024	Prof. Benz	Nutztierhaltung/Bienenhaltung	AW 2
13.05.2024	Prof. Pekrun	Pflanzenbau I - UE	AW 2
24.05.2024	Prof. Schüle, Prof. Kiefer	Projektgruppe "Planung, Vorbereitung und Durchführung eines „Tags des offenen Hofes“ anlässlich des 75-jährigen Jubiläums der HfWU am 22.06.2024 in Tachenhausen"	AW/PW 6
14.06.2024	Prof. Benz	Bienen als Anwendungsobjekt für Social Entrepreneurship	HfWU-Modul
15.06.2024	Prof. Schüle, Prof. Kiefer	Projektgruppe "Planung, Vorbereitung und Durchführung eines „Tags des offenen Hofes“"	AW/PW 6
19.06.2024	Prof. Pekrun, Prof. Frank	Pflanzenproduktionssysteme- UE	AW 6
21.06.2024	Prof. Schüle, Prof. Kiefer	Projektgruppe "Planung, Vorbereitung und Durchführung eines „Tags des offenen Hofes“"	AW/PW 6
24.06.2024	Prof. Pekrun	Pflanzenbau I - UE	AW 2
24.06.2024	Prof. Benz	Nutztierhaltung/Bienenhaltung	AW 2
28.06.2024	Prof. Benz	Bienen als Anwendungsobjekt für Social Entrepreneurship	HfWU-Modul
18.12.2024	Prof. Benz	Technik der Innenwirtschaft/Masthähnchenstall	AW 3

Zusätzlich fanden am LVB Tachenhausen das Praxisprojekt „Mobile Mastgeflügelhaltung“ in AW/PW 2/3 unter der Leitung von Prof. Benz und Prof. Schneider statt. Insgesamt wurden in zwei Durchgängen 850 Masthähnchen betreut, geschlachtet und vermarktet.

1.3 Abschlussarbeiten am LVB Tachenhausen im Jahr 2024

Josia Walter: „Führt die Düngebedarfsermittlung der Officialberatung zu wirtschaftlich optimalen N-Düngemengen bei Winterweizen?“ Bachelorarbeit, betreut durch Prof. Dr. Carola Pekrun und Sabine Kurz

1.4 Veranstaltungen am LVB Tachenhausen

Am LVB Tachenhausen fanden auch dieses Jahr wieder zahlreiche Veranstaltungen statt (Tabelle 4).

Tabelle 4: Veranstaltungen am LVB Tachenhausen im Jahr 2024

Datum	Dozent/in	Veranstaltung
09.02.2024	Prof. Pekrun	Systemversuch LTZ
07.03.2024	Prof. Frank	TechKnowNet
09.04.2024	Prof. Benz	Grundlagen der Bienenhaltung Akademie für Weiterbildung HfWU
16.04.2024	Rainer Mauthe, Prof. Müller-Lindenlauf	Schulung Bodenmanagement Studierende Landschaftsplanung
07.05.2024	Prof. Benz	Grundlagen der Bienenhaltung, Akademie für Weiterbildung HfWU
28.05.2024	Prof. Benz	Grundlagen der Bienenhaltung, Akademie für Weiterbildung HfWU
30.05.2024	Prof. Benz	Projekt Varroa-Sensitiv-Hygiene (VSH)
11.06.2024	Prof. Benz	Grundlagen der Bienenhaltung, Akademie für Weiterbildung HfWU
12.06.2024	Rainer Mauthe, Hannes Dann	Ausbildereignungsprüfung
13.06.2024	BASF	Feldtag
17.06.2024	BASF	Feldtag Handel und Landwirte
19.06.2024	Rainer Mauthe, Prof. Schneider	Gemeinderat Nürtingen
22.06.2024	Prof. Schüle, Prof. Kiefer	Jubiläumsveranstaltung „Tag des offenen Hofes“ anlässlich 75 Jahre Agrarwissenschaften in Nürtingen inkl. Alumni-Treffen
24.06.2024	Rainer Mauthe, Prof. Schneider	Stipendiaten-Fördertreffen
25.06.2024	Prof. Benz	Grundlagen der Bienenhaltung, Akademie für Weiterbildung HfWU
27.06.2024		Hoffest Tachenhausen
30.06.2024		Erntebittgottesdienst
01.07.2024	Prof. Müller-Lindenlauf, Prof. Schneider, Rainer Mauthe	Felderbegehung Biodiversitätsnetzwerk

Datum	Dozent/in	Veranstaltung
02.07.2024	Prof. Benz	Grundlagen der Bienenhaltung, Akademie für Weiterbildung HfWU
03.07.2024	Prof. Frank	TechKnowNet
10.07.2024	Prof. Benz	Bienenkonferenz
20.07.2024	/	Altrektorentreffen
22.07.2024	Prof. Benz	Projekttag JFK-Gymnasium Esslingen
02.08.2024	Prof. Benz	Besamungskurs Bienen

1.5 Pflanzenbauliches Versuchswesen LVB Tachenhausen

1.5.1 Digitale Experimentierfelder zur Vernetzung in Technik und Wissen für eine digitale Landwirtschaft auf Zukunftsbetrieben in BW (TechKnowNet)

Standort: Tachenhausen

Projekt-Titel: Digitale Experimentierfelder zur Vernetzung in Technik und Wissen für eine digitale Landwirtschaft auf Zukunftsbetrieben in Baden-Württemberg

Laufzeit: 3 Jahre

Fördermittelgeber: Die Förderung des Vorhabens erfolgt aus Mitteln des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des deutschen Bundestages. Die Projektträgerschaft erfolgt über die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen der Bekanntmachung über die Förderung der Einrichtung von Experimentierfeldern als Zukunftsbetriebe und Zukunftsregionen der Digitalisierung in der Landwirtschaft sowie in vor- und nachgelagerten Wertschöpfungsketten mit dem Förderkennzeichen 28DE206A21.

Projektleitung: Prof. Dr. Markus Frank

Projektbearbeiter/innen: Annabell Cankaya, Anne Feiler

Projektpartner: Landwirtschaftliches Technologie Zentrum Augustenberg (LTZ) , Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen (HfWU), Landesanstalt für Landwirtschaft, Ernährung und ländlichen Raum Schwäbisch Gmünd (LEL)

Hintergrund und Problemstellung

Die Landwirtschaft in Baden-Württemberg zeichnet sich historisch bedingt durch eine kleinteilige Struktur aus. Die durchschnittliche Betriebsgröße lag im Jahr 2020 bei 36,0 ha und auf 54,2% der knapp 39.000 landwirtschaftlichen Betriebe wurden weniger als 20 ha bewirtschaftet. 35,6% der Betriebe der Rechtsform Einzelunternehmen wurden im Haupterwerb und 64,6% im Nebenerwerb geführt (Paulus, 2023). Diese betrieblichen Strukturen stellen einen wichtigen Faktor bei der Entscheidung für oder gegen die Etablierung von digitalen Strukturen in Baden-Württemberg dar. So ist die Adaption von digitalen Technologien, wie z. B. Lenksystemen oder die teilflächenspezifische Bewirtschaftung in Regionen mit großstrukturierter Landwirtschaft deutlich weiterverbreitet (Pfeiffer et al., 2021). Um dieser Herausforderung nachzukommen, werden im Rahmen des BMEL geförderten Projektes „TechKnowNet“ der Status quo der Digitalisierung erhoben und Umsetzungshemmnisse der digitalen Transformation auf landwirtschaftlichen Betrieben in Baden-Württemberg identifiziert. Darüber hinaus werden mögliche Handlungs- sowie Unterstützungshilfen in der praktischen Anwendung auf den Betrieben durchgeführt und Lehrformate zum Thema Digitalisierung für landwirtschaftliche Fachschulen entwickelt. Diese Umsetzung wird im Folgenden auf Grundlage erster Ergebnisse näher erläutert.

Ziele des Vorhabens

- Erprobung ackerbaulicher betriebsangepasster digitaler Lösungen auf Praxisbetrieben
- Adressieren von Hemmnissen auf betrieblicher Ebene und Erarbeitung angepasster Lösungen für Konzepte
- Umsetzung der infrastrukturellen Ausstattung, Auswahl verletzbarer Komponenten mit den Betrieben
- Technische und ökonomische Evaluierung der Ergebnisse sowie Nachhaltigkeitsbewertung der digitalen Lösungen

Einrichtung des digitalen “Hub” im LVB Tachenhausen

- Etablierung des Leuchtturmbetriebs durch Implementierung vielfältiger digitaler Lösungen
- Aufbau einer praktischen Lehrwerkstatt und Durchführung von Schulungen, Workshops, etc.
- Implementierung einer interaktiven Wissensplattform
- Erfahrungsberichte der beteiligten Praxisbetriebe zu digitalen Techniken und Lösungen von der Einführung ihrer Praktikabilität im Einsatz bis hin zur ökonomischen Bewertung
- Plattform zur Wissensvermittlung und Kommunikation von Landwirt/in zu Landwirt/in

Stärkung der landwirtschaftlichen Digitalisierung in Bildung und Beratung

- Erfassung der aktuellen Bedeutung der Digitalisierung in Bildung und Beratung
- Erarbeitung angepasster Strategien zur Kompetenzstärkung der Beratung
- Entwicklung geeigneter praxisnaher Lern- und Lehrformate für die Schulische und betriebliche Ausbildung

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Für die Erhebung des Status quo der Digitalisierung im Ackerbau auf den landwirtschaftlichen Betrieben in Baden-Württemberg sowie der Evaluierung von verschiedenen digitalen Technologien wurden zehn Projektbetriebe ausgewählt. Diese unterscheiden sich in Bewirtschaftungsform, Größe, technischer Ausstattung, Fortschritt in der Digitalisierung und räumlicher Verteilung innerhalb Baden-Württembergs, um die aktuellen Gegebenheiten der landwirtschaftlichen Praxis optimal abbilden zu können. Zwei der zehn Projektbetriebe werden ökologisch bewirtschaftet. Als Grundlage für die Evaluierung des gegenwärtigen Standes der Digitalisierung wurde ein Fragenkatalog mit 92 Fragen entwickelt. Diese deckten unter anderem die Themenbereiche der allgemeinen Betriebsabläufe, des Betriebsmanagements, der Nutzung digitaler Tools/Technologien, die Motivation zur Nutzung der digitalen Tools/Technologien, die Einschätzungen/Wahrnehmungen zu Datensicherheit und Datenschutz sowie der Informationsbeschaffung ab.

Ergänzend zu dem Fragenkatalog wurden Gesprächsprotokolle der Befragungen angefertigt. Somit konnten angesprochene Themen der Landwirte über den Fragenkatalog hinaus aufgenommen werden und in die spätere Auswertung mit einfließen. Basierend auf den Erkenntnissen der Interviews, der Hinzunahme aktueller wissenschaftlicher Literatur sowie unter Berücksichtigung der guten landwirtschaftlichen Praxis wurde ein allgemein anwendbarer Leitfaden zur Digitalisierung entwickelt. Dieser durchläuft aktuell ein Review-Verfahren auf den Projektbetrieben, in welchem die Betriebsleitung entsprechende Differenzen zu dem eigenen Digitalisierungsprozess anmerken kann. Dies soll die Praxistauglichkeit der Empfehlungen und den darauf aufbauenden Lehrinhalten für die Fachschulen sicherstellen. Kleine Lerneinheiten, welche modular zusammensetzbar sind, sogenannte „Learning Nuggets“ werden auf Grundlage dieser Erkenntnisse entwickelt und in Form eines Curriculums bereitgestellt. Neben der Nutzung der Lernplattform, kommen dabei mediendidaktische Tools zum Einsatz, welche im Vorfeld auf Messebesuchen und Vorortterminen auf die Anwendbarkeit für die Vermittlung der Lehrinhalte erprobt wurden.

Zentrale Ergebnisse

Stand der Digitalisierung Projektbetriebe

Aus den Befragungen der Projektbetriebe ging hervor, dass auf vielen Betrieben bereits digitale Tools genutzt werden oder die Beschaffung in absehbarer Zukunft geplant war. Es wurde

bereits auf allen Betrieben eine digitale Ackerschlagkartei (ASK) angewendet. Davon benutzen zum Projektbeginn schon fünf Betriebe ein FMIS. Nach dem Umsetzen des Digitalisierungsplans konnte den restlichen fünf Projektbetrieben, welche bisher noch kein FMIS verwendet hatten, eine entsprechende Softwarelösung (365 FarmNet) über das Projekt zu Verfügung gestellt werden. Neun von zehn Betrieben nutzten eine Maschinenkommunikation über ISOBUS oder automatische Lenksysteme und bei einem Betrieb war die Beschaffung geplant. Die Nutzung Ertragskartierung war hingegen nur auf einem Betrieb etabliert.

Auf den Versuchsbetrieben in TechKnowNet wurden Versuche zur teilflächenspezifischen Bewirtschaftung durchgeführt und ausgewertet. So hat sich im vergangenen Jahr auch ein Projektbetrieb den Versuchsbetrieben angeschlossen und somit einen weiteren Schritt in Richtung Digitalisierung umgesetzt. Außerdem konnte auf einem Betrieb „Spot Spraying“ umgesetzt und etabliert werden (Abbildung 5).



Abbildung 5: Spot Spraying-Versuch, Projektbetrieb TechKnowNet 2024

Digitalisierungsplan, EM 38 Messungen, Befliegungen & Bodenproben

Aus den gewonnenen Erkenntnissen der Betriebsbefragungen wurden vier Schritte für die Digitalisierung eines typischen Ackerbaubetriebs abgeleitet. Aus den jeweiligen Schritten konnte dementsprechend das Stadium der digitalen Transformation des vorliegenden Betriebes adressiert werden. Daraus wurden im Projekt die nächsten Schritte abgeleitet, welche für ein Fortschreiten der Digitalisierung auf dem entsprechenden Betrieb hilfreich sein würden. Entsprechend diesem Vorgehen wurden im Jahr 2024 auf den teilnehmenden Betrieben EM 38 Leitfähigkeitsmessungen durchgeführt und ausgewertet (Abbildung 6, Abbildung 7).

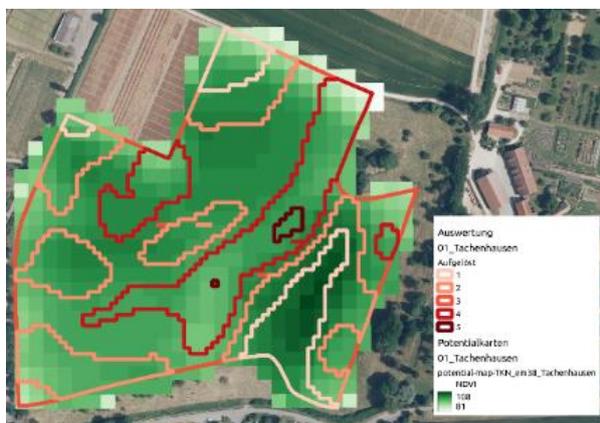


Abbildung 6: EM 38 Messung 2024 Betrieb



Abbildung 7: Bodenprobe pH-Wert 2024 Betrieb

Weiterhin wurden bei den Projektbetrieben ausgewählte Flächen durch das StartUp-Unternehmen SAM Dimension befliegen und ebenfalls ausgewertet.

Lehre

Das Konzept der „Learning Nuggets“ konnte im Wintersemester 2024/25 erstmals an der Akademie für Landbau in Nürtingen getestet werden. Das vom Projekt entwickelte Lehrmaterial konnte von der Lehrkraft als Unterrichtsvorbereitung genutzt werden und die Schüler wurden in das Thema eingeführt. Anschließend konnten sie sowohl auf der Lernplattform Moodle kleine Lernhäppchen ausprobieren (beispielsweise Quiz, Drag-and-Drop oder Kreuzworträtsel), als auch eine Lerneinheit zum Thema Applikationskarten in der VR-Brille erkunden. Außerdem stand die Online-Anwendung eines FMIS zur Verfügung, in der die Schüler eigene Schläge anlegen und sich frei im Programm bewegen konnten.

Die Unterrichtsstunde wurde im Anschluss evaluiert. Alle SchülerInnen lernten Neues dazu (7 von 10) bzw. wollten noch mehr erfahren (3 von 10). Besonders positiv hervorgehoben wurde die praktische Anwendbarkeit des Gelernten anstelle eines rein theoretischen Unterrichts.

Ausblick

Aus dem bestehenden Kontakt zu den Projektlandwirten zeigte sich im weiteren Verlauf des Projekts, dass das Interesse an digitalen Strategien weiter angeregt wurde. Auch der Austausch zwischen den Projektbetrieben hatte sich als äußerst wertvoll in dieser Hinsicht gezeigt. So konnten sich die Landwirte bei Vernetzungstreffen und Veranstaltungen des Projektes immer wieder auf den neusten Stand bringen und gegenseitiges Interesse oder Feedback geben zu neuen Prozessen auf dem eigenen Betrieb. Viele der teilnehmenden Landwirte setzen sich intensiver mit den Möglichkeiten der Thematik „Precision Farming“ und Digitalisierung auf dem heimischen Betrieb auseinander. Daraus lässt sich jedoch auch schließen, dass der Faktor Beratung und Unterstützung bei der Beschaffung in der kleinstrukturierten Landwirtschaft in Baden-Württemberg deutlichen Einfluss hat und weiter gefördert werden sollte. Weiterhin besteht fortwährend aus der Sicht der Projektlandwirte, die Problematik der schwer zu erfassenden Übersicht über die verfügbaren Systeme und deren Konnektivität und insbesondere Interoperabilität zueinander.

Daher sollte die Weiterentwicklung des Digitalisierungsplans diese Lücke füllen, eine grundlegende Umsetzungsempfehlung bilden und dabei die betriebsindividuelle Anwendbarkeit berücksichtigen. Denn um die Möglichkeiten und Folgen weiterer Digitalisierungsschritte einschätzen zu können, ist eine ausreichende Entscheidungsgrundlage notwendig (Pfeiffer,

2021). Es ist bei den Erhebungen dieses Projektes jedoch anzumerken, dass weitere Datenerhebungen über die Projektbetriebe hinaus notwendig sind, um ein klares Bild des Status quo der Digitalisierung auf den landwirtschaftlichen Betrieben in Baden-Württemberg zu erhalten.

In der Lehre sollen die bisherigen Erkenntnisse an der Akademie für Landbau in Nürtingen dazu genutzt werden, weitere „Learning Nuggets“ und Lehr- und Lernmaterialien zu erstellen und diese Konzepte auch an anderen Fachschulen in Baden-Württemberg auszuprobieren. Die Anpassung der Lehrpläne und die Erstellung von Lehrformaten werden ebenfalls durch die Lehrkräfte der Fachschulen hervorgehoben (Paulus, 2023). Das Projekt „TechKnowNet“ möchte sie weiterhin dabei unterstützen, aktuelle digitale Themen im Unterricht behandeln zu können. Die Projektbetriebe stellen hier die Brücke zwischen praktisch relevanter Anwendung und Fachschul-Curriculum dar. Ziel ist es weiterhin, die Projektbetriebe als zukünftige Arbeitsorte der Studierenden oder deren Eigenschaft in der Betriebsnachfolge weiter in die Anforderungen an entsprechende Lehrformate mit einzubinden.

Veröffentlichungen

B & B Agrar: Digitales Know-how boostern. 2/2023.

Landinfo: Projekt: TechKnowNet – Unterstützung der digitalen Kompetenzbildung in der Landwirtschaft. 1/2024.

Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e. V. (Stuttgart-Hohenheim): Digitale Experimentierfelder zur Vernetzung in Technik und Wissen für eine digitale Landwirtschaft auf Zukunftsbetrieben in Baden-Württemberg (27.02.2024).

Experimentierfelderkonferenz Berlin: Von der landwirtschaftlichen Praxis in die Schule – Gestaltung und Umsetzung von digitalen Lerneinheiten; gemeinsam mit BeSt-SH (03.09.2024)

Grüne Woche Berlin: Wissenstransfer aus der Praxis in die Lehre durch Microlearning (17.01.2025)

Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft e.V. (Wieselburg, Österreich): Microlearning als nachhaltige Lernmethode zum Erwerb digitaler Kompetenzen an den Fachschulen für Landwirtschaft (26.02.2025)

Literaturverzeichnis

Paulus, M. (2023): Digitalisierung in der landwirtschaftlichen Berufsbildung: Untersuchung zur Wissensvermittlung an landwirtschaftlichen Schulen in der Aus- und Weiterbildung; Stand: 01/2023 (unveröffentlicht).

Pfeiffer, J., Gabriel, A., Gandorfer, M. (2021): Klein gegen Groß - Vergleich von klein- und großstrukturierten Agrarregionen beim Einsatz digitaler Technologien. In: Referate der 41. GIL-Jahrestagung, S. 247-252., (2021) Online. verfügbar unter https://gil-net.de/Publikationen/GIL2021_Gesamt_finalb.pdf, zuletzt geprüft am 18.10.2023.

[St23] Statistisches Landesamt Baden-Württemberg, <https://www.statistik-bw.de/Landwirtschaft/Agrarstruktur/>, Stand: 16.10.2023

1.5.2 Virtueller Informations- und Lehrpfad für die optimale Bewässerung in der Landwirtschaft (VIOLA)

Standort: Nürtingen, Tachenhausen (Studentisches Praxisprojekt in 2025)

Projekt-Titel: Virtueller Informations- und Lehrpfad für die optimale Bewässerung in der Landwirtschaft, VIOLA

Laufzeit: 04/2024 – 03/2026

Fördermittelgeber: Baden-Württemberg Stiftung

Projektleitung: Prof. Dr. Carola Pekrun, Prof. Dr. Lukas Kiefer

Projektbearbeiter/innen: Florian Burkard, Dr. Klaus Spohrer

Projektpartner: Unterauftrag Programmierung: automation & software PiKT

Hintergrund und Problemstellung

In Deutschland werden aufgrund des Klimawandels zukünftig immer mehr Flächen bewässert werden müssen, die vormals ohne Zusatzwasser ausgekommen sind. Dies gilt auch für Baden-Württemberg, wo der Gesamtwasserverbrauch in der Bewässerung zukünftig deutlich steigen wird. Da gleichzeitig infolge des Klimawandels die zur Verfügung stehenden Wasserressourcen zurückgehen, muss zur Erhaltung und Stärkung der Klimaresilienz in der Landwirtschaft der Wasserverbrauch bei der Bewässerung optimiert werden. Unter optimaler Bewässerung wird dabei die maximale pflanzenspezifische Minimierung des Wasser- und Energieverbrauchs bei gleichzeitiger Vermeidung von Versickerung und damit von Stoffeinträgen (Dünger, Pflanzenschutzmittel) ins Grundwasser verstanden. Dies bedeutet, dass die Optimierung des Wasserverbrauchs durch eine standortsangepasste effiziente Bewässerung und durch eine angepasste Pflanzenwahl erreicht werden kann.

Projektziel

Ziel des geplanten Projekts ist die Entwicklung eines virtuellen Informations- und Lehrpfads für die optimale Bewässerung in der Landwirtschaft (VIOLA). VIOLA soll als klassisches Decision Support System spezifisches Basis- und Expertenwissen aus unterschiedlichen Quellen bündeln, verarbeiten und bereitstellen. Dadurch können Anwender/innen in Landwirtschaft, Beratung und Lehre auf Basis einer interaktiven webbasierten Applikation (App) für Endgeräte (Smartphone, Tablet, PC) entlang eines individuellen und standortsspezifischen Pfads an mehreren Stationen die nötige Unterstützung für eine optimale Bewässerung finden.

Zur Bearbeitung des Projekts mit einer Laufzeit von 24 Monaten wurden 5 Arbeitspakete (AP) mit insgesamt 14 Unter-APs definiert. Diese umfassen das Projektmanagement (AP1) und die APP-Entwicklung (AP2 Simulationsumgebung, AP4 App-Entwicklung). Ein zentraler Schwerpunkt liegt auf der partizipativen Mitwirkung von Praxisexperten aus Landwirtschaft, Beratung und Lehre (Lehrer und Lernende) (AP3 Partizipative App-Gestaltung, AP5 Partizipative App-Optimierung).

Erste Ergebnisse

Als wesentliche Ergebnisse in 2024 sind zu nennen:

- Praxisexperten wurden identifiziert
- Der Unterauftragnehmer für die App-Programmierung wurde bestimmt
- Erste Arbeiten zur App-Oberfläche und App-Programmierung wurden durchgeführt

1. Praxisexperten

Die Praxisexperten unterstützen bei der primären App-Planung wie auch bei der App-Optimierung. Zum gewonnenen Experten-Team zählen Bioland (Beratung), die Lehr- und Versuchsanstalt für Gartenbau in Heidelberg, die Staatsschule für Gartenbau in Stuttgart-Hohenheim, das Landratsamt Ludwigsburg (Landwirtschaftsamt) und mehrere Landwirt/innen. Zudem ist das Landwirtschaftliche Technologiezentrum Augustenberg als „Experte“ angedacht. Darüber hinaus wird die VIOLA-Bearbeitung im Rahmen von studentischen Praxisprojekten an der HfWU begleitet.

2. App-Programmierung

Für die App-Programmierung wurde im Rahmen einer Ausschreibung das Unternehmen automation & software PiKT gewonnen. Insgesamt hatten sich drei Unternehmen für den Unterauftrag beworben. Da sie alle sehr gut in das Anforderungsprofil passten, musste schlussendlich durch Losentscheid die finale Auswahl getroffen werden.

3. App-Oberfläche und App-Programmierung

In Zusammenarbeit mit den Praxisexperten wurden die App-Oberfläche spezifiziert und die App-Funktionen detailliert bestimmt. Diese Arbeiten sind noch nicht abgeschlossen. Die bisherigen Ergebnisse erlaubten jedoch einen sinnvollen Start der Programmierarbeiten.

Im Vorfeld wurde bereits das VIOLA Icon definiert, das dem „O“ aus dem Viola-Logo entspricht. Als Hintergrundfarbe für die App wurde der Blauton aus dem Internet-Auftritt der BW Stiftung gewählt (Abbildung 8).



Abbildung 8: Viola Startseite mit Logo und Punktwolke der BW Stiftung

Da VIOLA eine Auftragsarbeit für die BW Stiftung ist, wurde für die Startseite von Viola auch das Punktmuster der BW Stiftung verwendet (Abbildung 9). Eine Nutzung von Farbe und Muster wurde mit der BW Stiftung bereits diskutiert, muss aber noch final bewilligt werden.



Abbildung 9: Viola Icon neben Icons von WhatsApp und HfWU

Viola soll sowohl Hintergrundwissen zur optimalen Bewässerung als auch spezifische Hilfeleistung für Planung, Installation und Betrieb einer Bewässerung für die eigenen Flächen bieten. Ein erster Menü-Entwurf, der die Funktionen anzeigt und Zugriff ermöglicht, wurde mit den Praxisexperten weiterentwickelt.

Der aktuelle Stand des Menüs ist in Abbildung 10 zu sehen. Die drei Menü-Unterpunkte umfassen einen Schnellcheck, spezifisches Wissen für die eigene Bewässerung sowie eine ausführliche Simulation der Bewässerung. Während der Schnellcheck für zehn wählbare Standorte und eine Beispielfrucht die Zusatz-Wasserbedarfe in den letzten 25 Jahren ermittelt, kann über eine tagesaufgelöste Simulation der Bodenwasserhaushalt verfolgt, die Dynamik der einzelnen Teilprozesse des Wasserhaushalts (Evaporation, Transpiration, Bewässerung, Regen, Infiltration, Verluste durch Abfluss und Versickerung) beobachtet und somit ein Verständnis für die Wirkzusammenhänge zwischen Bewässerungsverfahren (Technik), Boden, Pflanze, Wetter, der entsprechende Planung für die optimale Bewässerung und schließlich der zeitlich aufgelösten Bewässerungsgaben erfahren werden.



Mit der Funktion Wissen werden schließlich orts-, pflanzen- und technikangepasstes Wissen für die eigene Bewässerung und insbesondere für die ortsspezifische Bewässerungsplanung bereitgestellt. Um den Anwendernutzen von Viola zu vergrößern, wurde durch die Praxisexperten eine abschließende betriebswirtschaftliche Bewertung der möglichen Bewässerung vorgeschlagen. Um diesem Vorschlag Rechnung zu tragen sollen beispielhafte Berechnung für Referenzpflanzen im Rahmen von studentischen Arbeiten in praxisorientierten Modulen an der HfWU durchgeführt werden. Die anschließende Implementierung in Viola ist noch Gegenstand der Diskussionen.

Abbildung 10: Viola Menü mit Übersicht und Zugriff zu den einzelnen Funktionen

Ausblick

Gegenwärtig werden die Arbeiten von Viola auf zwei Ebenen durchgeführt. Zum einen finden regelmäßige Treffen mit den Praxisexperten statt, um Darstellung und Inhalte zu optimieren. Zum anderen wurden die Programmierarbeiten begonnen. Ausgehend von der Implementierung der klimatischen Wasserbilanz sollen eine Pflanzenbibliothek realisiert und die Simulationsrechnungen umgesetzt werden. Hierzu werden durch die HfWU die entsprechenden Algorithmen vorgegeben. Ab April 2025 wird sich zusätzlich ein weiteres studentisches Praxisprojekt an der HfWU mit Viola beschäftigen. Dabei werden auf Basis von begleitenden Anbau-

und Bewässerungsversuchen mit Weizen und Salat die Viola App getestet, kritisch bewertet und schließlich auch Optimierungsvorschläge erarbeitet (Abbildung 11).



Abbildung 11: Logo VIOLA

Die Arbeiten laufen insgesamt plangemäß, weshalb mit einem erfolgreichen Projektabschluss zum geplanten Projektende gerechnet wird.

1.5.3 DiWenkLa-Fortsetzung: Teilprojekt Ackerbau

Standort: HfWU Nürtingen mit LVB Tachenhausen sowie diverse Praxisbetrieben

Projekt-Titel: DiWenkLa: Digitale Wertschöpfungsketten für eine nachhaltige kleinstrukturierte Landwirtschaft

Laufzeit: 01.03.2020 – 28.02.2025

Fördermittelgeber: BMEL

Projektleitung: Prof. Dr. Markus Frank

Projektbearbeiter: Prof. Dr. Jürgen Braun, Prof. Dr. Markus Frank, Prof. Dr. Heinrich Schüle, Dr. Angelika Thomas, Prof. Dr. Dirk Winter

Projektpartner: Universität Hohenheim, Landesanstalten Baden-Württembergs

Hintergrund und Problemstellung

Ziel der Projektpartner von DiWenkLa ist es, die Möglichkeiten und Bedingungen des Einsatzes digitaler Technologien in durch Kleinstrukturen geprägten Agrarsystemen umfassend und praxisnah in den zwei Regionen Stuttgart (Acker- und Gemüsebau) und Südschwarzwald (Grünland) zu erforschen und die Praxistauglichkeit unter Beweis zu stellen. Damit soll einerseits ein breiter Wissenstransfer und damit eine breite Anwendungspraxis vorangetrieben und andererseits eine Validierung und Weiterentwicklung der analysierten digitalisierten Technologien forciert werden.

Die Metropolregion Stuttgart mit der Filderebene ist durch einen hohen Anteil an Sonderkulturen geprägt, bei der Salate und Kohl sowie Möhren konventionell und ökologisch in intensiven Verfahren angebaut werden. Diese Sonderkulturen stehen in Fruchtfolgen, vielfach mit Getreide, Mais und stark zunehmend auch Soja. Speziell für diese Kulturen stehen standortangepasste N-Düngungen, Ertrags- und Qualitätsabschätzung auf heterogenen Kleinstschlägen sowie darauf aufbauend die Planung des Mähreschereinsatzes und der Transportfahrzeuge basierend auf Ertragshöhe und resultierender Erntequalität im Analysefokus. Für diese Experimente bzw. Analysen werden Versuchsflächen der in dieser Region angesiedelten Hochschulen sowie Teilbetriebe von ca. 30 Landwirten der Region genutzt und in die Betriebsabläufe integriert. Dabei ist sichergestellt, dass die ausgewählten Betriebsleiter jeweils Multiplikatorwirkung in der Region aufweisen. Gemeinsam mit Fachgebieten der UHOH sowie der HfWU sowie den beteiligten Landesanstalten werden adäquate Experimentierabläufe für alle interessierten Experimentansteller bei den beschriebenen Kulturarten sichergestellt.

Forschungsfragen

Welche Chancen und Herausforderungen digitaler Techniken bestehen

1. für eine ökologisch verträgliche bzw. nachhaltige Produktion
2. für ökonomische Vorteile in landwirtschaftliche Wertschöpfungsketten
3. für sozial verträgliche Innovationen und positive Wirkungen im Betriebsalltag und Umfeld

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Auf insgesamt fünf Praxisbetrieben wurden on farm-Versuche zur teilflächen-spezifischen (TFS) Bewirtschaftung bzw. mechanischen Unkrautregulierung angelegt und die Interventionen entsprechend durchgeführt. Dabei handelt es sich um:

- Agrar KG, Starzach (Winterweizen, Soja und Mais)
- Landwirtschaft Reinhard Paulus, Deckenpfronn (Winterweizen)
- Reiterhof Schaal, Nürtingen (Winterweizen)

- Landwirtschaft Manfred Koppenhagen, Kirchberg/Iller (Winterweizen, Soja, Mais)
- Lehr- und Versuchsbetrieb Tachenhausen, Oberboihingen (Winterweizen)

Für diese Versuche wurden mittels verschiedener Software-Pakete (d.h. „NextFarming“, Farm-Facts GmbH) Streu- und Applikationskarten erstellt und gemäß dieser Karten gedüngt sowie mittels einer kamera-gesteuerten Hacke bei Mais und Soja Unkrautregulierung betrieben.

Zentrale Ergebnisse

Die vierjährigen Praxisversuche (2020, 2022, 2023 und 2024; 2021 fehlt wegen Hagelschäden) deuten auf Mehrerträge durch TFS-Düngung in Winterweizen (sowie Wintergerste) hin, die in der Größenordnung von 5 Prozent liegen. Daten aus dem bayrischen Experimentierfeld „Diabek“ unterstützen diese Annahme. Als Folge dieser Erhöhung der N-Nutzeffizienz verringert sich der carbon footprint des entsprechenden Anbausystems („cradle to field border“) im Durchschnitt um etwa 5% (Abbildung 12).

Während die teilflächenspezifische Düngung ab dem ersten Hektar zu geringeren Emissionen pro Tonne Output führt, hängt die ökonomische Vorteilhaftigkeit von der Größe der Betriebe ab. Je mehr Flächen vorhanden sind die teilflächenspezifisch gedüngt werden, umso schneller wird der break-even point erreicht. Pauschale Aussagen ab welcher Größe die teilflächenspezifische Düngung ökonomische Vorteile bringt, sind aufgrund von vielen betriebsindividuellen Angaben nicht möglich. Mit FAKT II erhalten Landwirte in Baden-Württemberg ab 2024 eine Förderung von 50 € pro Hektar, wenn diese teilflächenspezifisch düngen. Damit kann die teilflächenspezifische Düngung auch für kleinere Betriebe betriebswirtschaftlich sein. Wie die Förderung in der Praxis angenommen wird, bleibt abzuwarten.

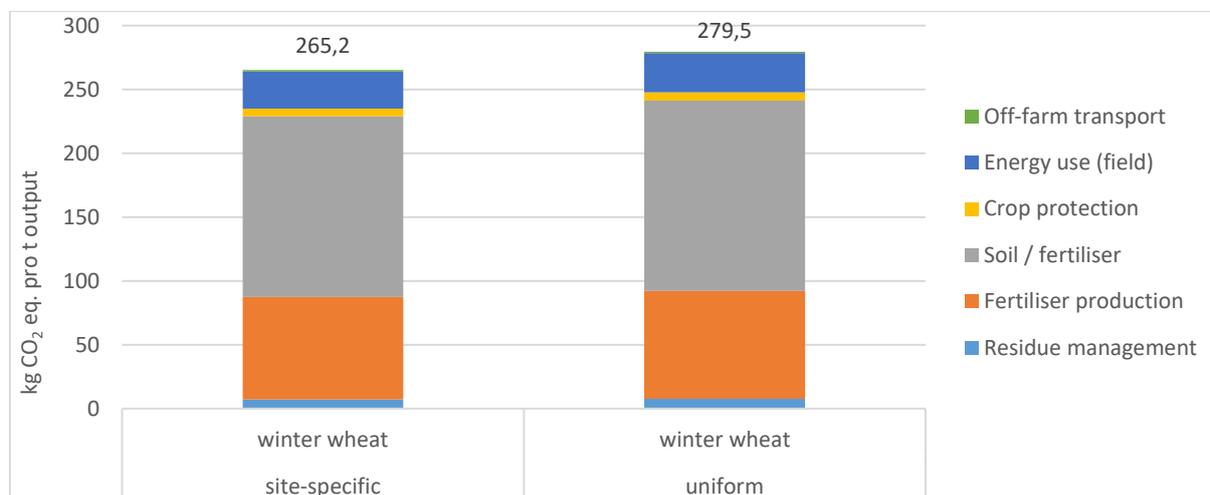


Abbildung 12: Durchschnittlicher carbon footprint aller durchgeführten Versuche zur teilflächenspezifischen und homogenen Düngung

Im Körnermaisbau wurden in einem Praxisversuch über drei Jahre vier verschiedene Methoden zur Unkraut-/Ungrasregulierung verglichen. Zum Einsatz kamen bei der mechanischen Unkraut-/Ungrasregulierung eine kameragesteuerte Fingerhacke und ein Hackstriegel (Variante: MP; 2 Durchgänge), während die chemische Unkraut-/Ungrasregulierung (Variante CP; 1 Überfahrt) aus einer flächigen Herbizid Anwendung bestand. Jeweils eine weitere mechanische und chemische Variante, bei welcher zusätzlich eine Frontwalze eingesetzt wurde (Varianten MPW und CPW), wurden ausgewertet (Abbildung 13).

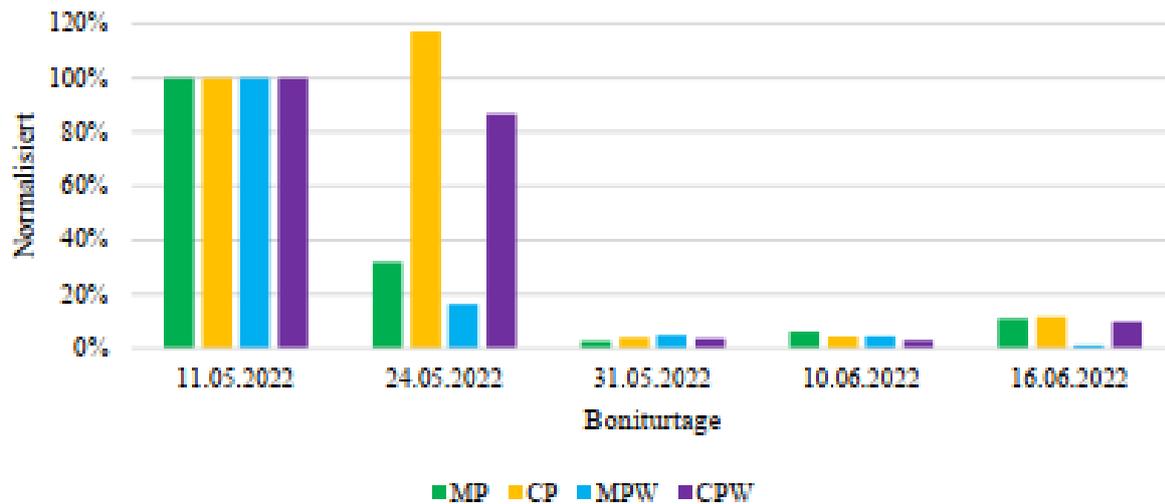


Abbildung 13: Normalisierter Unkraut-/Ungrasbesatz (Bedeckungsgrad) an den angegebenen Boniturtagen für alle Versuchsvarianten

Die Effizienz der mechanischen Unkraut-/Ungrasregulierung zeigte keinen signifikanten Unterschied zur chemischen Regulierung. Auch die Auswertung der Ökonomie zeigt keine signifikanten Unterschiede in der Vollkostenrechnung, was die Attraktivität der mechanischen Unkrautregulierung im Vergleich zur Flächenspritzung mit Herbizid unterstreicht.

Veröffentlichungen

Weber, R., Munz, J., Braun, J., Frank, M. (2025): Site-specific N-application in small-scale arable farming in Germany - Evaluation of trade-offs and synergies of ecological and economic parameters based on a case study. Discover sustainability. In review.

1.5.4 N-Steigerungsversuch

Standort: Tachenhausen, Schlag 6

Projekt-Titel: N-Steigerungsversuch

Laufzeit: Wird jedes Jahr durchgeführt, dient der Lehre im Studiengang Agrarwirtschaft

Projektleitung: Prof. Dr. Carola Pekrun

Projektbearbeiterin: Sabine Kurz

Projektpartner: /

Hintergrund und Problemstellung

Zur Düngebedarfsermittlung für Stickstoff stehen zwei Berechnungsgrundlagen zur Verfügung: Die N-Obergrenze, geregelt durch die national gültige Düngeverordnung (DüV) und die Berechnung nach Nitratinformationssystem (NID), die in Baden-Württemberg bereits vor der DüV Bestand hatte und heute noch die Düngung in Wasserschutzgebieten regelt. Die wirtschaftlich optimale Düngehöhe hängt von Erlösen und Düngepreisen ab und unterscheidet sich von der Düngung für das ertragliche Maximum. Es handelt sich also um eine Betrachtung nach Abschluss der Ernte und Abverkauf des Ertrages. Erst dann kann mit Sicherheit festgestellt werden, wo im vergangenen Jahr die wirtschaftlich optimale Düngehöhe lag. Über das jährliche Wiederholen des Versuches kann ein Vergleich mit der Officialberatung angestellt werden, um die Treffsicherheit der N-Düngeempfehlung für den Standort Tachenhausen zu beurteilen.

Versuchsfragen

1. Was ergaben die Versuche aus den Jahren 2010, 2022, 2023 und 2024 gemeinsam betrachtet?
2. Wo lag im Jahr 2024 die wirtschaftlich optimale Düngehöhe für Winterweizen der Sorte Chevignon am Standort Tachenhausen?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

1	4	3	6	2
2	2	5	3	1
3	1	6	4	5
4	6	1	2	4
5	3	4	5	3
6	5	2	1	6
a	b	c	d	e

Abbildung 14: N-Düngeversuch in der Sorte Chevignon, Winterweizen, Standort Tachenhausen Anbaujahr 2024 mit den Varianten 1= ohne Düngung 2=40 kg N, 3= 80 kg N, 4= 120 kg N, 5= 160 kg N, 6= 200 kg N

Tabelle 5: In den Jahren 2010, 2022, 2023 und 2024 wurden N-Steigerungsversuche auf den Flächen in Tachenhausen durchgeführt. Folgende Varianten wurden in den jeweiligen Jahren geführt

2010	2022/2023	2024
0 kg N	0 kg N	0 kg N
40 kg N	50 kg N	40 kg N
80 kg N	100 kg N	80 kg N
120 kg N	150 kg N	120 kg N
160 kg N	200 kg N	160 kg N
200 kg N		200 kg N

Material und Methoden

Bei den angegebenen N-Düngehöhen handelte es sich um die tatsächlich gedüngte Menge an Mineraldünger-N. N_{\min} wurde nicht abgezogen. Der langjährige N_{\min} Gehalt im Frühjahr zu Winterweizen lag bei 35 kg N/ha in 0-90 cm Bodentiefe (LTZ, 2015-2024). Für die Berechnung von Erlös abzgl Düngekosten wurden folgende Durchschnittswerte benutzt (Tabelle 6).

Tabelle 6: Erlöse für eine dt Winterweizen je Jahr und Kosten für N-Dünger in €/kg N je Jahr

Jahr	Erlöse pro dt Winterweizen (€)	Kosten pro kg N (€)
2010	14	1,00
2022	30	3,00
2023	27	2,10
2024	25	1,90

Für die Anpassung der Regressionskurve wurden berücksichtigt:

Jahr, Wdh, Jahr*Wdh, Düngehöhe

Da es sich erwartungsgemäß um ein lineares Modell mit exponentieller Kurve handelte, wurde folgendes Modell aufgestellt:

Im (Erlös_abzgl_Düngekosten $\sim N \text{ kg}^2 + N \text{ kg} + \text{Jahr} + \text{Jahr} \cdot \text{Block}$)

Dasselbe galt für die Auswertung des Einzeljahres 2024.

Gesucht war nun der Höhepunkt dieser Kurve, also die erste Ableitung mit $y' = a x + b$ wobei a der Koeffizient für $N \text{ kg}^2$ und b den Koeffizienten für $N \text{ kg}$ darstellte. Der Einfluss von Jahr und Wechselwirkung Jahr * Wdh fiel damit weg.

Die N-Nutzungseffizienz berechnete sich wie folgt:

$$\text{NUE} = (N_{\text{out_ft}} - N_{\text{out_uft}}) / N_{\text{in}}$$

Wobei $N_{\text{out_ft}}$ = N-Abfuhr in „gedüngt“, $N_{\text{out_uft}}$ = N-Abfuhr in „ungedüngt“ und N_{in} die Düngehöhe bezeichnet (jeweils bezogen auf ein Hektar). Die Nachlieferung aus dem Boden wird also in dieser Gleichung berücksichtigt. Die N-Abfuhr berechnete sich durch Ertrag*Rohproteingehalt in % / 6,25. Ergebnisse der Jahre 2010, 2022,2023 und 2024.

Die Auswertung aller vier Jahre ergab bei Nulldüngung einen Erlös abzgl. Düngekosten von 466 €/ha. Die optimale N-Düngehöhe lag im Durchschnitt der vier Jahre bei 145 kg/ha (Abbildung 15).

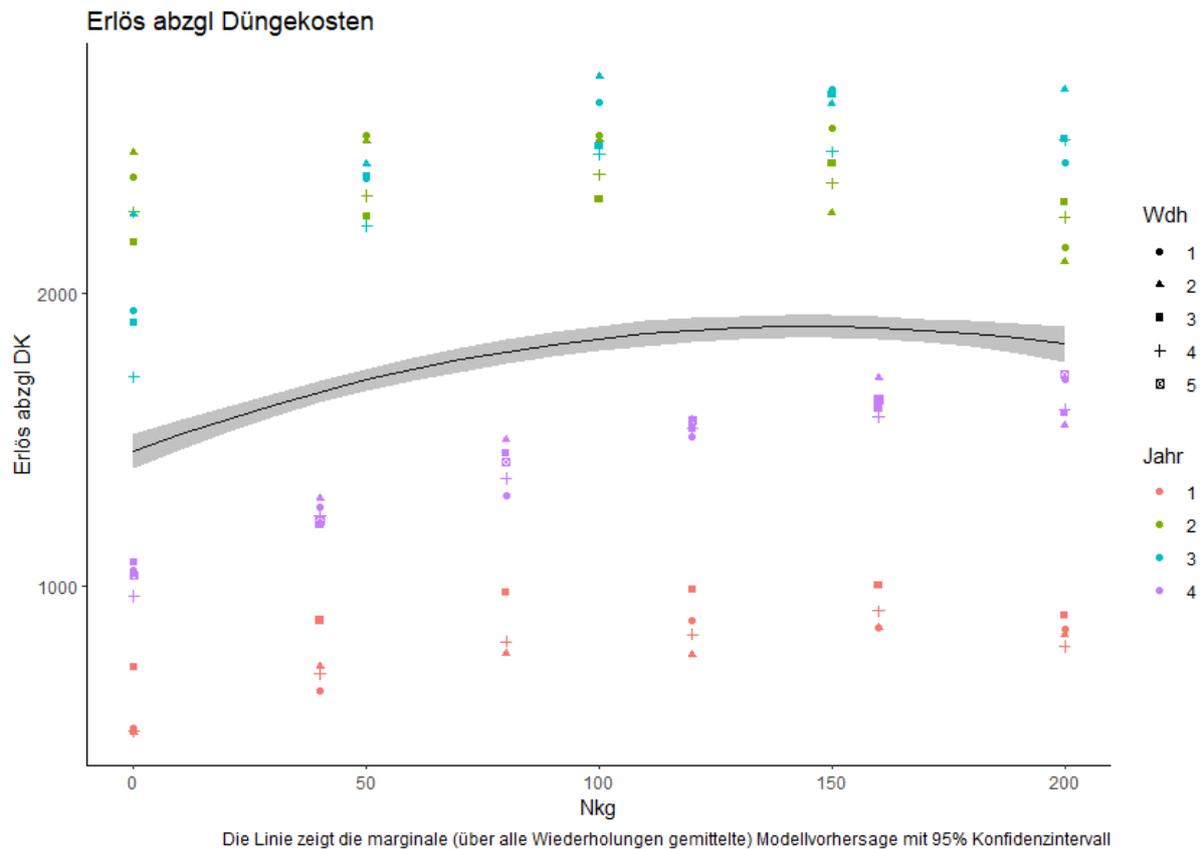


Abbildung 15: N-Düngeversuch in Winterweizen, Standort Tachenhausen Anbaujahre 2010, 2022, 2023 und 2024. Die Kurve zeigt einen Höhepunkt bei 145 kg N/ha. Jahr 1 = 2010, Jahr 2 = 2022, Jahr 3 = 2023, Jahr 4 = 2024.

2024

Betrachtete man nur das Einzeljahr 2024 lag die optimale Düngung bei 201,5 kg N/ha. Dies könnte an den hohen Niederschlägen gelegen haben, die möglicherweise zur Auswaschung von N geführt hatten. Die N-Abfuhr betrug in „ungedüngt“ 62 kg N/ha bis 139 kg N in der höchsten Düngestufe. Damit lag die NUE für die 200 kg N-Gabe bei 38,6%. Dies bedeutet, dass lediglich 38,6% des gedüngten Stickstoffs vom Acker gefahren wurden.

1.5.5 Projekt Gruppe 6, N-Versorgung Teilprojekt N-Fixierung durch Leguminosen

Standort: Tachenhausen, Jungborn, On-Farm

Projekt-Titel: Projekt Prof. Dr. Carola Pekrun (Gruppe 6) N-Versorgung durch Biostimulanzien und Leguminosen, Teilprojekt N-Fixierung durch Leguminosen

Laufzeit: AW 2-3

Projektleitung: s.o.

Projektbearbeiter: /

Projektpartner: /

Hintergrund und Problemstellung

Infolge der Symbiose mit Knöllchenbakterien können Leguminosen Stickstoff aus der Luft nutzen. Wie hoch die N-Fixierung ausfällt, kann näherungsweise über den Vergleich der N-Menge in einer Leguminose und einer ungedüngten Referenzkultur berechnet werden. Die Referenzkultur muss ein ähnliches Wachstum aufweisen und wird nicht mit N gedüngt. Durch Differenzbildung der N-Menge in beiden Kulturen lässt sich die Menge an N bestimmen, die die Leguminose aus der Luft erhalten haben muss (Differenzmethode).

Versuchsfrage

1. Wie hoch ist die N-Fixierungsleistung von Winter-Ackerbohnen und Winter-Erbsen?
2. Wie hoch ist der ökonomische Nutzen der Leguminosen als Marktfrucht und als Vorfrucht unter Berücksichtigung der N-Bilanz?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

1	4	3	2	wdh e
3	2	4	1	wdh d
4	1	2	3	wdh c
2	3	1	4	wdh b
1	2	3	4	wdh a

Abbildung 16: Randomisationsplan des Versuches mit Winterleguminosen für das Studentenprojekt im SS 2024 zur N-Fixierung: 1= Ackerbohne, Sorte Augusta, 2=Erbse, Sorte Dexter, 3= Erbse Sorte Pionir, 4= Hafer in 5 Wiederholungen

Erhebungen:

- Feldaufgang (Pflanzen/m²)
- Kulturdeckungsgrad (%)
- Bestandeshöhe (cm)
- Knöllchen je Pflanze (Anzahl und Gewicht)
- Biomasse/ha oberirdisch und unterirdisch
- Kornertrag, dt/ha, Kornfeuchte (%)
- N-Gehalt im Korn, in den oberirdischen Pflanzenteilen und in der Wurzel

Tabelle 7: Kulturmaßnahmen im Versuch Winterleguminosen für das Praxisprojekt SS 2024 (Gruppe 6)

Datum	Behandlung
06.08.2024	Proben von AB und Ha ins Labor gesendet
31.07.2024	Drusch von Winter AB und Ha (Erbsen wurden vorher abgemulcht, weil von Unkraut überwuchert). TS Bestimmung mittels Trocknung im Trockenschrank (105 °C)
21.06.2024	Entnahme Wurzeln u oberirdische Biomasse von Winter AB und Winter Ha. Biomasse von 0,2 m ² . Wurzeln von 0,1 m ² . Häckseln der Biomasse und trocknen bei 105°C und 60°C für N-Analyse nach Kjeldahl
11.10.2023	Kreiselegge und Saat N-Fixierungsversuch Winterhafer, Winterackerbohnen, Wintererbsen (2 Sorten) Saatbett trocken, viel Stroh. Bodenstruktur grob.

Zentrale Ergebnisse

Die Erbsen erkrankten früh und konnten nicht ausgewertet oder geerntet werden. Die Ackerbohnen entwickelten sich zwar sehr gut, bekamen dann aber massiv Rost, der Ertrag fiel entsprechend gering aus. Um die N-Gehalte von Hafer und Ackerbohnen berechnen zu können, wurden am 21. Juni 2024 Probeschnitte (alle oberirdischen Pflanzenteile mit Körnern) genommen. Um die TS-Gehalte bestimmen zu können, wurde eine Teilprobe bei 105°C getrocknet. Die andere Teilprobe ging vorgetrocknet bei 60°C ins Labor zur Bestimmung des N-Gehaltes (Tabelle 8). Dort wurde der Stickstoff nasschemisch nach Kjeldahl untersucht.

Tabelle 8: N-Gehalte (% der TM) in Ackerbohnen und Hafer nach Kjeldahl im Praxisprojekt N-Fixierung 2024 (Sommer- und Wintersemester) in oberirdischen (Spross und Korn) und unterirdischen Pflanzenteilen (Schnitt am 21. Juni 2024). Unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen statistische signifikante Unterscheide (t-Test, p = 0,05)

Kulturart und Pflanzenorgan	N-Gehalt (% der TM)
Ackerbohnen Wurzel	1,24 a
Hafer Wurzel	0,30 b
Ackerbohne Spross mit Korn	2,17 a
Hafer Spross mit Korn	0,66 b

Aus den Probeschnitten des oberirdischen Pflanzenmaterials (inklusive Korn) sowie aus den ausgewaschenen Wurzeln bei Ackerbohnen und Hafer ergaben sich für die Ackerbohnen eine N-Menge von 286,7 kg N/ha und bei Hafer von 78,7 kg N/ha. Die Differenz betrug 208 kg N/ha. Diese N-Menge wurde nach der Differenzmethode von den Ackerbohnen fixiert. Die Ackerbohnen hatten einen Kornertrag von 6,6 dt/ha, der Hafer lag bei 46,9 dt/ha.

Veröffentlichungen

Alle Ergebnisse im Endbericht der Projektgruppe „Einsparung der Stickstoffdüngung im Ackerbau durch den Einsatz von Leguminosen und Biostimulanzen?“

Lisa Arndt, Fadel Battal, Maya Braun, Bastian Braunmiller, Marco Dreher, Moritz Güntzler, Lea Joline Heinrich, Leni Held, Alexandra Metzger, Tom Schmidt-Dannert, Pia Schoch, Christine Sigg, Lukas Wacker, Tim Weckerle, Tim Wittlinger-Mackh

1.5.6 Projekt Gruppe 6, Teilprojekt Pflanzenstärkungsmittelversuch

Standort: Tachenhausen

Projekt-Titel: Projekt Prof. Dr. Carola Pekrun (Gruppe 6), Teilprojekt Winterweizen

Laufzeit: AW 2-3

Projektleitung: s.o.

Projektbearbeiter: /

Projektpartner: Klaus Spohrer für Bodenfeuchtemessungen

Hintergrund und Problemstellung

Obwohl die Wirksamkeit von Pflanzenstärkungsmitteln für landwirtschaftliche Feldkulturen wissenschaftlich nicht erwiesen ist, finden die Produkte aus Pflanzenextrakten, Huminstoffen und Bakterien großes Interesse. So wurde nun im 3. Jahr ein Versuch zum Thema angelegt.

Versuchsfragen

1. Welchen Einfluss haben Produkte aus N-fixierenden Bakterien auf Wachstum und Entwicklung von Winterweizen der Sorte Absint sowie auf den Ertrag und die Ertragsparameter.
2. Wie wirkt sich die Applikation von Pflanzenstärkungsmitteln auf den Bodenwasserhaushalt aus?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

	1	2	3	6	2
	2	4	5	3	1
Nord	3	1	6	4	5
	4	6	1	2	4
	5	3	4	5	3
	6	5	2	1	6
	a	b	c	d	e
Winterweizen der Sorte Absinth, Saat Okt '23					
1. Kontrolle (0 kg N/ha)					
2. N-Düngung nach guter fachlicher Praxis (errechnet durch Düngung BW)					
3. Nutribio-N mit reduzierter N-Düngung entsprechend Herstellerangabe					
4. reduzierte N-Düngung wie bei Nutribio-N					
5. Poesie mit reduzierter N-Düngung entsprechend Herstellerangabe					
6. reduzierte N-Düngung wie bei Poesie					

Abbildung 17: Versuchsplan für den Winterweizen, Sorte Absint im Versuch zu Pflanzenstärkungsmitteln 2024 am Standort Tachenhausen und Variantenschlüssel

Tabelle 9: Kulturmaßnahmen im Winterweizen

Datum	Behandlung
11.10.2023	Saat der Sorte Absint mit 380 kK/m ² , standardgebeizt mit Landor CT
08.03.2024	Bodenprobenahme N _{min} 4,5 kg Nitrat-N/ha. Annahme für Düngeberechnung: 85 dt/ha Ertrag. A u B Weizen mit 14% RP. Empfehlung 200 kg N/ha. Obergrenze 223 kg N/ha
22.03.2024	Entscheidung fällt für Nutribio N und Poesie
25.03.2024	Poesie bestellt bei info@omnicult.net
26.03.2024	Düngung von Variante 2 "betriebsüblich" mit 60 kg N als NPK 15/15/15 und 90 kg als Harnstoff Urea 46. Variante 3 bis 6 gedüngt mit 60 kg N als NPK und 50 kg N als Urea 46
26.03.2024	Poesie angekommen
27.03.2024	Appl von 4 l Poesie/ha auf Var 5. Appl v 50 g Nutribio-N/ha auf Variante 3. Temp. Luft 13°C, Wind 0-3 m/sec. Bew. 30% 10 h. 8°C Temp Boden
08.04.2024	Appl von 0,4 l Moddus und 50 g Pointer Plus auf Var 1. Alle anderen 1 l Zypar, 25 l AHL, 1 l Mangan 500 und 0,6 l CCC. 25 l AHL=9 kg N
30.04.2024	0,5 kg Unix auf alle Parzellen. Luft 14°C, Bew 5%, 10°C Boden, Wind Null,
29.05.2024	Appl von Prosaro 1 l/ha auf alle Parzellen 8.30 bis 9.30 h Luft 17°C Boden 13°C, Wind 0, BBCH 61
24.06.2024	Auszählen der BD
29.07.2024	Lagerbonitur: Kein Lager.
30.07.2024	Drusch
04.09.2024	Mehlproben zur Analyse von Protein ins eigene Labor gesendet

Zentrale Ergebnisse

Die Pflanzenstärkungsmittel wirkten sich zu keinem Zeitpunkt günstig auf die Entwicklung, den Ertrag oder die Qualität des Winterweizens aus (Vergleich der Varianten mit Poesi und Nutri-bio-N mit ihrem unbehandeltem Pendant) (Tukey-B, $p \leq 0.05$).

Diese Aussage bezieht sich auf folgende Messgrößen:

- Pflanzenzahl (Pflanzen/m²)
- Kulturdeckungsgrad (%) am 22.03. und am 19.04.2024
- Bestandeshöhe (m) am 17.05 und 06.06.2024
- Reflexion mit N-Tester (Dimensionslose Zahl) am 26.05. und am 06.06.2024
- Kornertrag (dt/ha bei 86% TM) (siehe Abbildung 18)
- Tausendkornmasse (g)
- Proteingehalt (%)
- N-Abfuhr (kg/ha)
- Hektolitergewicht (kg/100 l)

Der Wasserbedarf der Varianten war stets kleiner als das zugeführte Wasser, d.h. die ETc-Werte waren kleiner als die Niederschlagsmenge in mm). Es gab keinen Trockenstress (nFK Füllung nie kleiner als 45%).

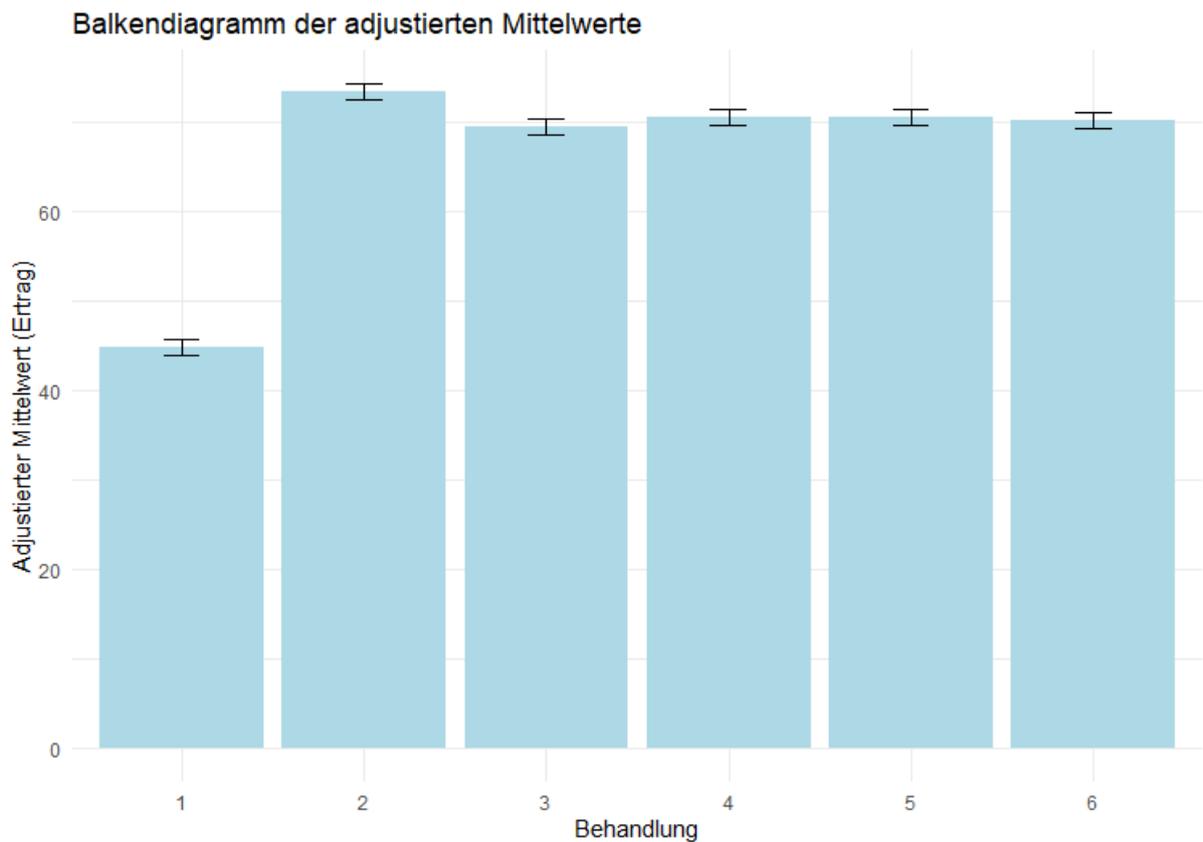


Abbildung 18: Kornerträge (dt/ha bei 86% TM) des Winterweizens, Sorte Absint im Versuch zu Pflanzenstärkungsmitteln am Standort Tachenhausen 2024. Variante 1 = Kontrolle ohne Düngung und Pflanzenschutz 2=Betriebsüblich, volle Düngung, 3=Nutribio-N und reduzierte Düngung, 4= ohne Nutribio-N und mit reduzierter Düngung, 5=Poesie mit reduzierter Düngung, 6=ohne Poesie mit reduzierter Düngung. Die Varianten 2-6 unterscheiden sich nicht signifikant im Kornertrag (dt/ha) nach Tukey HSD ($p \leq 0,05$). Die Variante 1 unterscheidet sich signifikant von allen anderen durch einen geringeren Ertrag.

Veröffentlichungen

Alle Ergebnisse im Endbericht der Projektgruppe „Einsparung der Stickstoffdüngung im Ackerbau durch den Einsatz von Leguminosen und Biostimulanzen?“

Lisa Arndt, Fadel Battal, Maya Braun, Bastian Braunmiller, Marco Dreher, Moritz Güntzler, Lea Joline Heinrich, Leni Held, Alexandra Metzger, Tom Schmidt-Dannert, Pia Schoch, Christine Sigg, Lukas Wacker, Tim Weckerle, Tim Wittlinger-Mackh

1.5.7 Pflanzenbau mit reduzierter Düngungs- (30%) und Pflanzenschutzintensität (50%)

Standort: Tachenhausen, Schlag 1

Projekt-Titel: Pflanzenbau mit reduzierter Düngungs- (30%) und Pflanzenschutzintensität (50%)

Teilprojekt: Tachenhausen ist einer von 5 Standorten in BW (Ettlingen (LTZ), Ladenburg (RPK); Tachenhausen (HfWU), Boxberg (RPS) und Gäufelden-Taiflingen (RPS))

Laufzeit: Seit 2021 (Dauerversuch)

Fördermittelgeber: BLE

Projektleitung: Prof. Dr. Markus Frank

Projektbearbeiter: Sabine Kurz

Leadpartner: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg, Außenstelle Forchheim

Hintergrund und Problemstellung

Im Rahmen der Prognosen zum Klimawandel ist mit stärker wechselnden Wachstumsbedingungen zwischen den Jahren zu rechnen, sodass die Landwirtschaft vor der Herausforderung steht, im Rahmen der Klimaanpassung sich auf stärker variierende Anbaubedingungen einzustellen, auch regional. Die Verwendung von Modellen, ggf. unter Zuhilfenahme von aktuellen Wetterdaten und Wetterprognosen ermöglicht es der Landwirtschaft Betriebsmittel viel gezielter angepasst an die erwarteten Wachstumsbedingungen einzusetzen. Dafür bedarf es konkreter Tools, die es erlauben, während der Vegetationsperiode angepasste Entscheidungen mit Einsparungspotentialen zu treffen.

Das vorliegende Projekt soll Wege aufzeigen, wie ökonomischer Pflanzenbau mit Umweltzielen unter Verwendung von geeigneten Modellen verbunden werden kann, die Witterung und Standortbedingungen bei ihren Empfehlungen berücksichtigen. Plakativ sollen im mehrjährigen Durchschnitt mit etwa 50% des Pflanzenschutzes und etwa 70% der N-Düngung etwa 90% des Ertrages, und (über die realisierten Einsparungen) nahezu 100% des Deckungsbeitrags erzielt werden. Die als System angelegten ortsfesten Versuche in diesem Projekt sollen dabei als Schaufenster des Machbaren hinsichtlich praxisrelevanter Reduktionsstrategien dienen und eine entsprechende Datengrundlage über fünf verschiedene Umwelten bereitstellen.

Versuchsfragen

1. Kann mit reduziertem PSM Aufwand (50%) und reduzierter Düngung (70%) 90% des Ertrags erwirtschaftet werden?
2. Welche Rolle spielen Prognosemodelle bei der Zielerreichung?

Versuchsbeschreibung

Der Versuch umfasste drei Versuchsvarianten (Standard, Grundabsicherung und IP+), die an fünf Standorten (Ettlingen, Boxberg, Ladenburg, Taiflingen, Tachenhausen) mit jeweils vier Wiederholungen angelegt wurden. Die Versuchsflächen wurden in eine dreifeldrige Fruchtfolge integriert, bestehend aus Winterweizen, Wintergerste mit Zwischenfrucht bzw. Körnermais

Tabelle 10: Unterschiede der drei Varianten Standard, Grundabsicherung und IP+ bezgl. Düngung und Pflanzenschutz im Systemversuch 2021-2024, Standort Tachenhausen.

Systeme/Variante	Standard	Grundabsicherung \approx Farm to Fork	IP+
Düngung	Nach DüV	NID: 100% der Ertragserwartung	NID: 90% der Ertragserwartung
Pflanzenschutz	Standard: erlaubt nach guter fachlicher Praxis: Absicherung mit Insektiziden, 2-3 Fungiziden, 1-2 Unkrautregulierung, WR	Grundabsicherung: z.B. Getreide: - 1 x Fungizid kurz vor Blüte (Fusarien) - 1 x Herbizid - Im Grundsatz keine WR, kein chem.-synth. Insektizide	

Versuchsanlage und erhobene Parameter

fortlaufende Parzellennummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
36 m brutto												
	2	3	1	3	1	2	1	2	3	2	3	1
	Wdh a			Wdh b			Wdh c			Wdh d		
								2,7 m				
	1 Intensiv											
	2 reduziert			Nord								
	3 IP +											
Parzellenbreite	3m											
Parzellenlänge brutto	36 m											
Parzellenlänge netto	12 m											

Abbildung 19: Randomisationsplan im Dauerversuch 2021-2024 am Standort Tachenhausen. Variante 1=Standard, Variante 2=Grundabsicherung, Variante 3=IP+

Erhobene Parameter

Im Bestand: Feldaufgang, Bestandesdichte vor Ernte (bei WW & WG: ährentragende Halme/m², bei Silomais: Pflanzen/m²), Grünwert zum Beginn Kornfüllung (N-Gehalt Blatt), Bonitur Krankheiten und Schädlinge sowie Verunkrautung, Unkrautdeckungsgrad

Im Korn: Ertrag, Hektolitermasse, Fallzahl, TKM, N-Gehalt bzw. Rohprotein, Vollgerstenanteil

Silomais: Ertrag, TM-Gehalt, Stärkegehalt, N-Gehalt, Rohfasergehalt, DON-Gehalte.

Im Boden: Grundnährstoffuntersuchung (Beginn Versuchsreihe), Nitrat bzw. N_{min} zu Vegetationsbeginn und Vegetationsende (sog. SchALVO-Herbst-Termin)

Tabelle 11: Beschreibung der Varianten im Systemversuch ab Saison 2022

Varianten	Beschreibung
1: System „Standard“	Intensivere Bewirtschaftung. Der Düngebedarf wird anhand der DüV-Vorgaben bemessen. Der Pflanzenschutz erfolgt nach nötiger Prämisse und durchaus unter Einbeziehung von vorbeugenden Behandlungen, wobei diese nicht schematisch durchgeführt, sondern an Gegebenheiten des Vegetationsjahres angepasst werden sollen. Prognose- bzw. Entscheidungsmodelle werden nicht verwendet.
2: „Grund-Absicherung“	Bestandsführung zur Grundabsicherung des Ertrages, es werden also nur unbedingt notwendige Maßnahmen durchgeführt. Das System „Grundabsicherung“ soll eine Bewirtschaftung mit etwas geringerer Intensität widerspiegeln, allerdings mit dem Ziel, die gleichen Erträge wie im Standard-System zu erreichen. Der Düngebedarf wird anhand der Landesempfehlung (NID-Vorgaben in „Düngung BW“) bemessen. Die Ertragserwartung wird gleich hoch angesetzt wie in der Standardvariante. Der Pflanzenschutz dient der Grundabsiche-

	rung nach dem Schadschwellen-Prinzip. Die Reduktion wird durch eine schematische Vorgabe der Anzahl und eines möglichen Zeitpunkts der Applikationen realisiert (z. B. im Getreidebau kein Wachstumsregler, kein Fungizid vor EC 39).
3: „IP+“	Bestandsführung nach integriertem Pflanzenschutz, gestützt durch Prognosemodelle Das System IP+ spiegelt die Maßnahmen des integrierten Pflanzenbaus wider (vergleichbar System 2), zusätzlich wird die Düngung nochmals reduziert. Der Düngebedarf wird auf Basis der NID-Vorgaben ermittelt, wobei ein Ertragsniveau von 90 % von „Standard“ angenommen wird. Der Pflanzenschutz dient der Grundabsicherung nach dem Schadschwellen-Prinzip. Die Reduktion wird einerseits durch eine schematische Vorgabe der Anzahl und eines möglichen Zeitpunkts der Applikationen realisiert (z. B. im Getreidebau kein Wachstumsregler, kein Fungizid vor EC 39), danach anstehende Pflanzenschutzmaßnahmen basieren strikt auf Befallsrichtwerten. Zur Abschätzung des allgemeinen Risikos werden Modelle (hier: ISIP) verwendet, die aber durch Bestandesbonituren ergänzt werden. Die Behandlung erfolgt anhand der tatsächlichen Situation des Bestandes.

Zentrale Ergebnisse Anbau Wintergerste Royce, Erntejahr 2024

Der Versuch stand im 4. Jahr. Die Wintergerste entwickelte sich sehr gut, litt aber im Verlauf der Vegetation stark unter den üppigen Niederschlägen. Die Fungizidbehandlung war in dieser speziellen Saison sehr stark ertragswirksam (Abbildung 20).

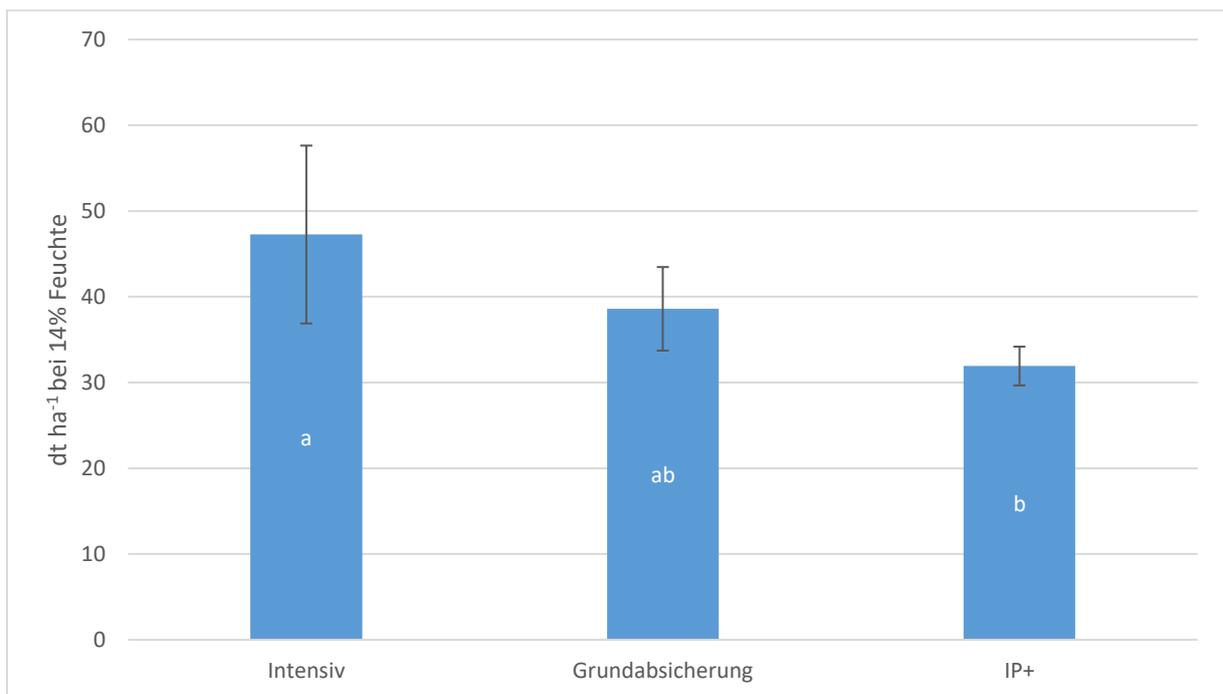


Abbildung 20: Kornträge der Wintergerste Royce am Standort Tachenhausen im Systemversuch 2024

Im vierten Durchführungsjahr wurden alle Standorte und Jahre von Dr. Kurt Möller ausgewertet. Es zeigt sich, dass die N-Überschüsse durch die reduzierte Düngung in der Variante

„IP+“ sehr stark reduziert wurde bei gleichbleibend hohen Pflanzenschutzmittel- und N-Kosten-freien Erlösen (Abbildung 21).Abbildung 21

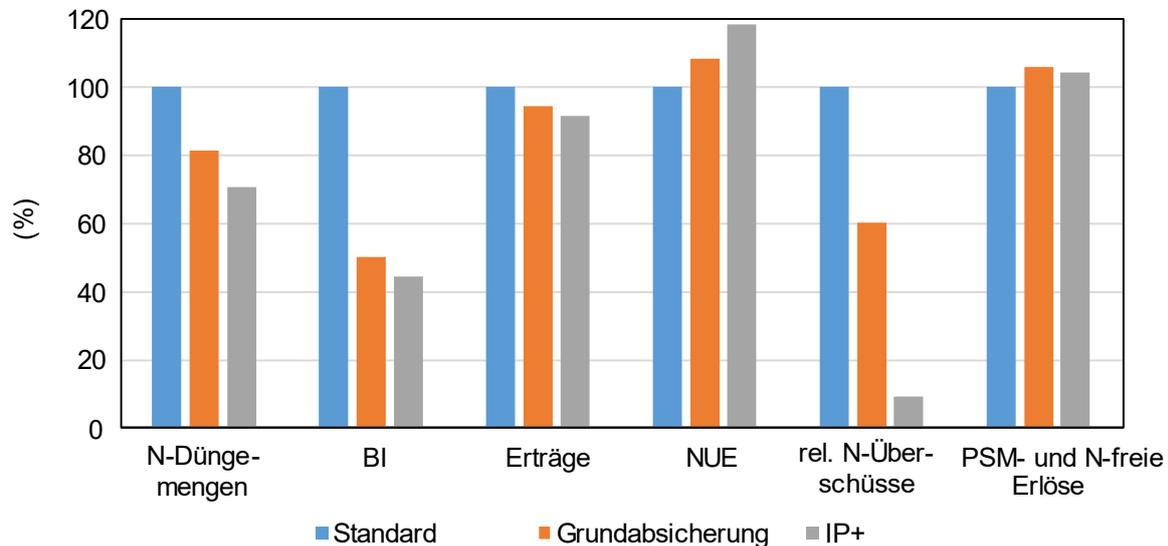


Abbildung 21 N-Düngemengen (%), Behandlungsindex (%), Erträge (%), N-use-efficiency (%), N-Überschüsse (%) und PSM- und N-kostenfreie Erlöse (%) jeweils in Bezug auf die Variante „Standard“. Daten aus vier Jahren und aus 5 Standorten, dreifeldrige Fruchtfolge aus Winterweizen, Wintergerste, Zwischenfrucht und Silomais. Folie: Kurt Möller.

Ausblick

Betriebswirtschaftliche Analyse und Gesamtauswertung durch das LTZ Augustenberg unter Leitung von Dr. Kurt Möller

Veröffentlichungen

Der Wissenstransfer findet in enger Abstimmung mit den Beteiligten und anderen unteren Landwirtschaftsbehörden statt. Die Ergebnisse sollen auf verschiedenen Ebenen zugänglich gemacht werden. Besondere Bedeutung hat hierbei die Einbindung praxisbezogener Medien, um interessierten Landwirten und Züchtern eine Orientierung über das Thema zu verschaffen. Darüber hinaus findet Wissenstransfer durch Erstellung von Beratungsunterlagen, von Unterrichtsmaterialien, und durch Publikationen in Fachjournalen, sowohl in Praxis-Zeitschriften als auch in wissenschaftlichen Zeitschriften statt. Darüber hinaus werden Vorträge auf wissenschaftlichen Tagungen (z. B. Pflanzenbautagung, Pflanzenschutztagung, VDLUFA-Kongress) sowie auf Wintertagungen der Verbände und anderen Veranstaltungen mit Teilnahme interessierter Landwirte gehalten. Ein wichtiger Schritt zur Verwertung der Daten ist die Integration der Ergebnisse in Lehrveranstaltungen und die Durchführung von studentischen Abschlussarbeiten sowohl an der HfWU als auch an der Universität Hohenheim.

1.5.8 Bestandsführungsversuch – Weizen-Challenge

Standort: Tachenhausen Schlag 6-2

Projekt-Titel: Studentenversuch zur Bestandsführung von Winterweizen – Weizen-Challenge

Projektleitung: Prof. Dr. Carola Pekrun

Für die Durchführung der Versuche, Datenauswertung und Bericht: Sabine Kurz

Hintergrund und Problemstellung

Als Hochschule für angewandte Wissenschaften spielt der Praxisbezug in der Lehre der Agrarwirtschaft eine große Rolle. Die Studierenden aus AW 2 sollten dazu einen Winterweizenbestand selbständig führen. Alle Entscheidungen für Pflanzenschutz und Düngung lag bei den Studierenden, die praktische Durchführung übernahm Sabine Kurz.

Versuchsfrage

Welche der fünf Studentengruppen schnitt im betriebswirtschaftlichen Ergebnis am besten ab?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Es handelte sich um eine randomisierte Blockanlage mit 4 Wiederholungen. Alle Parzellen wurden am 11. Oktober 2023 einheitlich mit 380 keimfähigen Körnern/m² der Winterweizensorte Asory ausgesät. Die Studierenden übernahmen die Parzellen erst im Sommersemester, konnten also ab Anfang April über Maßnahmen selbständig entscheiden. Bis dahin waren noch keine Maßnahmen durchgeführt worden.

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Tabelle 12: Kulturmaßnahmen in den fünf Gruppen der Studierenden in der Sorte Asory für den Weizencup 2024

Datum	Behandlung
31.07.2024	Messen der Feuchte in WW Challenge Asory in 2 Wdh.
30.07.2024	Drusch
29.07.2024	Lagerbonitur
24.06.2024	Auszählen der Bestandesdichte
10.06.2024	Düngen von 30 kg N/ha als KAS auf Variante 1
22.05.2024	Var 5: 1 l Elatus Era in BBCH 55 Mitte Ährenschieben. Wegen Regenprognose um 8:15 h appliziert, obwohl der Bestand noch nass war (10 h Regen angesagt, der dann aber nicht kam)
16.05.2024	Var 4: Appl von 0,5 l Pecari in BBCH 45 Temp Luft 21°C Temp Boden 12°C Wind aus NW 1 m/sec böig
15.05.2024	Variante 6: Appl von 1,2 l Revytrex, 7,5 l Lebosol Nutriplant 8-8-6, Empfohlene Aufmenge 5-10 l /ha, Außerdem 70 kg N als KAS (NAC mit 11% CaO) in BBCH 45. 9.30 h ca 30 min später Regen, aber wenig.
10.05.2024	Gruppe 2 gedüngt mit 175 kg N als Harnstoff Urea 46 in BBCH
30.04.2024	Bhdg der Variante 2 mit 1,25 l Input classic, plus 0,2 l Moddus

Datum	Behandlung
29.04.2024	1 l Balaya und 0,3 l Moddus auf Variante 3. Var 4: 0,3 l Moddus, 1 l Elatus Era und 0,5 kg Unix auf Variante 4 plus 260 kg KAS (NAC) am 30.4. Temp Luft 14°C Boden 10°C Wind 0-1 m/s aus NW.
23.04.2024	Var 6 gedüngt mit 162 kg KAS (NAC) inklusive 11% CaO. Das sind 44 kg N
22.04.2024	Düngen von Variante 3 mit 330 kg KAS NAC (36 Ct/kg)
12.04.2024	75 kg N als Yara Bela Sulfan mit 24 N und 6 S auf Gruppe 1
10.04.2024	Var 5 gedüngt mit 60 kg N als ASS 26 N, 13 S, 0,3 Bor
09.04.2024	Appl von 0,9 l Axial und 70 g Biathlon + 1 l Dash auf Variante 2 Asory Wittlinger Mackh BBCH 30-31
08.04.2024	Bhdg von Var 1 in Asory mit Pointer Plus 50 g/ha und 0.4 l Moddus. Var. 3 mit 1 l Zypar. Var 4 mit 1 l Zypar, 0,6 l CCC und 25 l AHL plus 1 l Mangan in BBCH 31. Temp Boden 12°C, Luft 15°C, Wind 0.
26.03.2024	Gruppe 3 gedüngt (s.o.) und Variante 6 gedüngt mit 80 kg N als KAS mit 11%CaO
21.03.2024	Gruppe 4: Düngen von 96 kg N/ha als Yara Bela Sulfan mit 24%N und 6% S
21.03.2024	Düngung von Gruppe 5 mit 100 kg N/ha als KAS
19.03.2024	Düngung von Var 2 mit 400 kg NPK Dünger/ha, 8% SO ₃ und Zn
15.03.2024	Düngung Var 1 mit 400 kg NPK Dünger/ha 15/15/15 mit 8% SO ₃ und Zn
08.03.2024	Bodenprobenahme für N _{min} 4,5 kg Nitrat-N/ha in 0-90 cm Bodentiefe. Düngeberechnung: 85 dt/ha Ertrag. A u B Weizen mit 14% RP. Empfehlung nach NID. 200 kg N/ha. Obergrenze 223 kg N/ha

Ergebnisse

Die Studierenden führten ihre Bestände sehr unterschiedlich. Gruppe 4 führte den Weizen am intensivsten. Die nachfolgende Tabelle 13 zeigt die Düngehöhen und PSM-Anwendungen. Gruppe 1 hat die letzte Fungizidapplikation schlicht vergessen. Die Gruppen 3, 5 und 6 führten den WW extensiv.

Tabelle 13: Maßnahmen der Studentengruppen 1-6 im Bestandsführungsversuch Tachenhausen in Winterweizen der Sorte Asory 2024 und Kosten der Maßnahme

Gruppe 1													
Datum	Was?	BBCH	Gewicht Granulat N_Düngemittel	Kosten (€/ha)	N	Block	Ertrag (dt/ha)	Erlös für 235 €/t	Erlös abzgl Kosten für Düngemittel und PSM	Anzahl Überfahrten	Kosten Überfahrten		
15.03.2024	60 kg N als NPK 15/15/15	29	400	284	60	a	68.993	1621	1102.109659		1		
08.04.2024	0.4 l/ha Moddus + 50 g/ha Pointer Plus	31		62.4		b	69.578	1635	1115.849836		1		
12.04.2024	75 kg N als Yara Bela Sulfan 26 n 6 S		288.4615385	113.9	75	c	67.239	1580	1060.889129		1		
10.06.2024	30 kg N als KAS	69	111.1111111	58.89	30	d	67.824	1594	1074.629306		1		
Gruppe 1	Gesamtkosten					e	64.9	1525	1005.928422				
Gruppe 1				519.2	165		67.707		1071.88127	Erlös MW	4	80	
Gruppe 2													
Datum	Was?	BBCH	Gewicht Granulat N_Düngemittel	Kosten (€/ha)	N	Block	Ertrag (dt/ha)	Erlös für 235 €/t	Erlös abzgl Kosten für Düngemittel und PSM	Anzahl Überfahrten	Kosten Überfahrten		
19.03.2024	60 kg N als NPK 15/15/15	30	400	284	60	a	77.764	1827	1241.893507		1		
09.04.2024	0.9 l Axial	31		53.1		b	74.84	1759	1173.192623		1		
	70 g Biathlon mit 1 l Dash	31		36		c	75.425	1772	1186.9328		1		
	220 kg KAS	31		116.6	60	d	80.102	1882	1296.854214		1		
30.04.2024	1.25 l Input Classic	37		81.25		e	70.163	1649	1063.271209		1		
	0.2 l Moddus	37		14.6									
Gruppe 2	Gesamtkosten			585.6	120		75.659		1192.428871	Erlös MW	4	80	
Gruppe 2													
Gruppe 3													
Datum	Was?	BBCH	Gewicht Granulat N_Düngemittel	Kosten (€/ha)	N	Block	Ertrag (dt/ha)	Erlös für 235 €/t	Erlös abzgl Kosten für Düngemittel und PSM	Anzahl Überfahrten	Kosten Überfahrten		
26.03.2024	Düngung von 90 kg N als ASS	30	347	133.2	90	a	77.179	1814	1390.65533		1		
08.04.2024	Herbizid 1 l Zypar	31		35		b	76.594	1800	1376.915153		1		
22.04.2024	90 kg N als KAS	37	330	174.9	90	c	72.501	1704	1280.733916		1		
29.04.2024	1 l Balaya	37		58		d	73.671	1731	1308.21427		1		
	0.3 l Moddus	37		21.9		e	74.84	1759	1335.694623		1		
Gruppe 3	Gesamtkosten			423	180		74.957		1338.442659	Erlös MW	4	80	
Gruppe 3													
Gruppe 4													
Datum	Was?	BBCH	Gewicht Granulat N_Düngemittel	Kosten (€/ha)	N	Block	Ertrag (dt/ha)	Erlös für 235 €/t	Erlös abzgl Kosten für Düngemittel und PSM	Anzahl Überfahrten	Kosten Überfahrten		
21.03.2024	96 kg N als Yara Bela Sulfan	30	400	158	96	a	77.267	1816	1296.619357		1		
08.04.2024	1 l Zypar	31		35		b	69.657	1637	1117.794079		1		
	0.6 l CCC	31		3.3		c	78.437	1843	1324.130938		1		
	25 l AHL bzw 32 kg	31		24.75		d	77.267	1816	1296.619357		1		
	1 l Mangan 500 SC	31		3.24		e	71.413	1678	1159.061451		1		
29.04.2024	0.5 kg Unix	37		28.35			74.808		1238.845036	Erlös MW	1		
	0.3 l Moddus	37		21.9									
	1 l Elatus Era	37		80									
	70 kg N als KAS	37	260	137.8	70						1		
16.05.2024	0.5 l Pecari	45		26.81							1		
Gruppe 4	Gesamtkosten			519.1	166		74.808		1238.845036		5	100	
Gruppe 4													
Gruppe 5													
Datum	Was?	BBCH	Gewicht Granulat N_Düngemittel	Kosten (€/ha)	N	Block	Ertrag (dt/ha)	Erlös für 235 €/t	Erlös abzgl Kosten für Düngemittel und PSM	Anzahl Überfahrten	Kosten Überfahrten		
21.03.2024	100 kg N als KAS	30	370.3703704	196.3	100	a	80.011	1880	1515.353437		1		
11.04.2024	60 kg N und 30 kg S als ASS 26 N und 13 S	32	230.7692308	88.62	60	b	76.507	1798	1433.00606		1		
23.05.2024	1 l Elatus Era	55		80		c	77.091	1812	1446.730623		1		
						d	73.003	1716	1350.658682		1		
						e	73.587	1729	1364.383245		1		
Gruppe 5	Gesamtkosten			364.9	160		76.04		1422.02641	Erlös MW	3	60	
Gruppe 5													
Gruppe 6													
Datum	Was?	BBCH	Gewicht Granulat N_Düngemittel	Kosten (€/ha)	N	Block	Ertrag (dt/ha)	Erlös für 235 €/t	Erlös abzgl Kosten für Düngemittel und PSM	Anzahl Überfahrten	Kosten Überfahrten		
26.03.2024	80 kg N als KAS (NAC)	30	296.2962963	157	80	a	76.924	1808	1425.813172		1		
15.05.2024	1.2 l Revytrex	45		67.2		b	76.924	1808	1425.813172		1		
	7.5 l Lebosol Nutriplant 8-8-6	45		20.25		c	77.498	1821	1439.303528		1		
	70 kg N als KAS (NAC)	45	259.2592593	137.4	70	d	73.086	1718	1335.627649		1		
Gruppe 6	Gesamtkosten					e	74.053	1740	1358.361396				
Gruppe 6				381.9	150		75.697		1396.983783	Erlös MW	3	60	

Im folgenden Diagramm sind die Erlöse abzüglich der Aufwendungen für PSM und Dünger aufgezeigt.

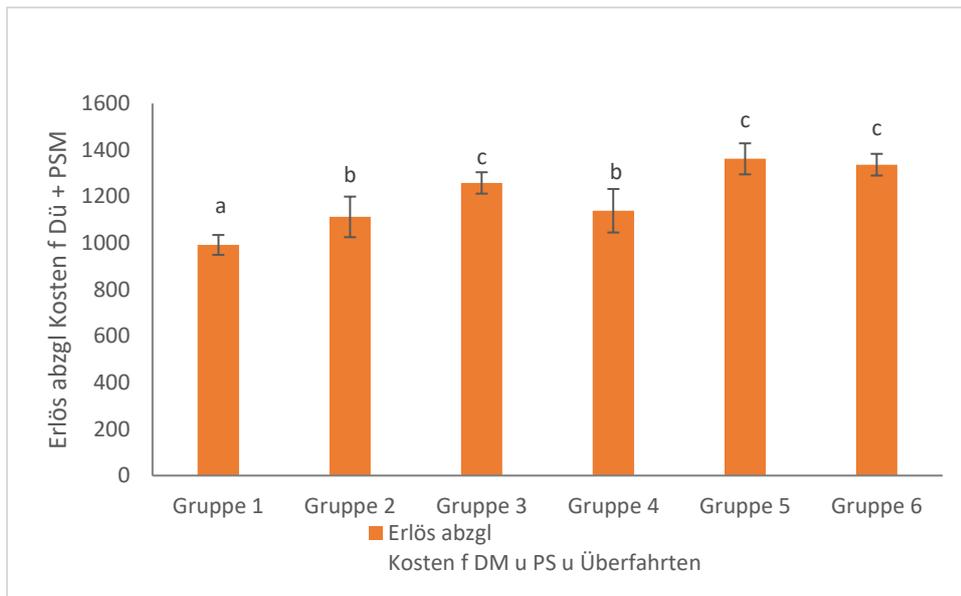


Abbildung 22: Übersicht über die Erlöse abzüglich Aufwendungen für Pflanzenschutz und Dünger der unterschiedlichen Gruppen im Winterweizen-Bestandsführungsversuch 2024. Unterschiedliche Kleinbuchstaben kennzeichnen statistisch signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen in Bezug auf die Dünger- u. Pflanzenschutzmittel

Ausblick

Auch im SS 2025 wird es wieder den Bestandsführungsversuch geben. Obwohl keine Noten vergeben wurden, waren die Teilnehmer sehr motiviert.

Veröffentlichungen

Keine. Nur Lehre.

1.5.9 LTZ Silomais: Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau - Phase 4: Biodiversitätsmehrwert verschiedener Blütmischungen als Untersaat in Mais bei Aussaat im März

Standort: Tachenhausen

Projekt-Titel: Diversifizierung des Silo- und Energiemaisanbaus im konventionellen und ökologischen Landbau

Teilprojekt: Biodiversitätsmehrwert verschiedener Blütmischungen als Untersaat in Mais bei Aussaat im März

Laufzeit: April 2024 – Dezember 2025 (Projektphase 4)

Fördermittelgeber: Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) im Rahmen des Sonderprogrammes zu Stärkung der biologischen Vielfalt

Projektleitung: Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

Projektbearbeiter/innen: Hannah Weinläder, Daniel Villwock, Freya Zettl, Clemens Baier, Mohamad Ismail, Sabine Kurz

Projektpartner: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ)

Hintergrund und Problemstellung

Mais ist mit einem Flächenanteil von etwa 20 % eine der am häufigsten angebaute Ackerkulturen in Deutschland. Aufgrund seiner ungünstigen Wirkung auf die Biodiversität und dem hohen Erosionsrisiko steht er jedoch häufig in der Kritik. Der Anbau von Mais mit blühenden Untersaaten bietet das Potential, die Artenvielfalt im Maisfeld zu erhöhen und den Erosionsschutz zu verbessern. Bei gleichzeitiger Aussaat der Untersaaten mit dem Mais konnten in der vergangenen Projektphase positive Effekte auf blütenbesuchende Insekten nachgewiesen werden. Allerdings waren diese durch die zunehmende Beschattung nach Reihenschluss des Mais zeitlich eingeschränkt. Zur Verlängerung des Blühzeitraums und zur Verbesserung des Erosionsschutzes wurden deshalb 2024 erstmals März-Aussaaten der Blütmischungen durchgeführt.



Abbildung 23: Mais mit artenreicher, blühender Untersaat (links) und praxisüblicher Maisanbau (rechts)

Versuchsfragen

1. Führt die frühe Aussaat der Untersaat zu einem früheren und langanhaltenderen Blütenangebot sowie zu einem erhöhten Vorkommen blütenbesuchender Insekten im Vergleich zur Kontrolle und zur gleichzeitigen Aussaat von Mais und Untersaat (Versuch aus Projektphase III)?

2. Wird der Feldaufgang und die Pflanzenentwicklung des Mais durch die Direktsaat im Vergleich zur praxisüblich gesäten Kontrolle beeinträchtigt?
3. Wird die Verunkrautung durch die frühe Aussaat und die damit einhergehende Bodenbedeckung im Vergleich zur gleichzeitigen Aussaat von Mais und Untersaat (Projektphase III) reduziert?
4. Wie wirkt sich die frühe Untersaat auf Ertrag und Qualität des Mais aus?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Der Parzellenversuch wurde als randomisierte, vollständige Blockanlage mit drei Varianten und vier Wiederholungen angelegt. Die Brutto-Parzellengröße betrug 12 m x 6 m. Es gab eine Kontrolle (K) mit reinem Mais und zwei verschiedene Varianten (V2 und E13.2) mit Untersaaten. Die Varianten V2 und E13.2 unterschieden sich in Anzahl und Zusammensetzung der einzelnen Blütmischungsarten (Tabelle 14). V2 ist eine selbst zusammengestellte Blütmischung, die bereits in den vorherigen Versuchen 2022 und 2023 untersucht wurde. E13.2 ist eine Blütmischung aus dem Agrarumweltprogramm Baden-Württembergs (FAKT), die als Untersaat für Getreide konzipiert wurde.

Tabelle 14: Zusammensetzung der Untersaaten im Parzellenversuch Märzsaat 2024

Botanischer Name	Deutscher Name	V2	E13.2
<i>Achillea millefolium</i>	Schafgarbe		0.2%
<i>Anthemis tinctoria</i>	Färberkamille	6%	
<i>Borago officinalis</i>	Borretsch	5%	
<i>Brassica napus</i>	Raps	5%	
<i>Calendula officinalis</i>	Ringelblume	10%	4.0%
<i>Camelina sativa</i>	Leindotter	7%	1.0%
<i>Coriandrum sativum</i>	Koriander	15%	5.0%
<i>Crepis capillaris</i>	Kleinköpfiger Pippau	4%	
<i>Lepidium sativum</i>	Gartenkresse	10%	5.0%
<i>Linum usitatissimum</i>	Saat-Lein	13%	8.0%
<i>Lotus corniculatus</i>	Hornklee		9.0%
<i>Medicago lupulina</i>	Hopfenklee		12.0%
<i>Ornithopus sativus</i>	Seradella	15%	12.0%
<i>Plantago lanceolata</i>	Spitzwegerich		2.5%
<i>Salvia hispanica</i>	Chia	3%	
<i>Trifolium hybridum</i>	Schwedenklee	5%	3.5%
<i>Trifolium incarnatum</i>	Inkarnatklee	5%	24.8%
<i>Trifolium pratense</i>	Rotklee		6.0%
<i>Trifolium repens</i>	Weißklee		4.0%
<i>Trifolium subterraneum</i>	Erdklee		2.0%
<i>Trigonella caerulea</i>	Schabzigerklee		1.0%
Artenzahl		13	16

Die Aussaat der Untersaaten erfolgte im März nach vorheriger Bodenbearbeitung durch oberflächiges Ausstreuen (10 kg/ha). Vor Aussaat des Mais im Mai wurde eine zweite Bodenbearbeitung ausschließlich für die Kontroll-Parzellen durchgeführt. Als Maissorte wurde die Sorte DKC 3414 (S 250) gewählt. Die Aussaat (10 Körner/m²) erfolgte mittels Einzelkornsaat und in einem Reihenabstand von 75 cm. Nach dem Auflaufen des Mais wurde in den Untersaaten-Varianten eine Reihenbandspritzung mit Herbizid auf 25 cm Breite zur Freistellung der Maisreihe durchgeführt. In der Kontrolle erfolgte die Herbizidanwendung flächig auf der gesamten Parzellenbreite. Aufgrund der hohen Biomasse der Untersaaten wurde zusätzlich per Hand 10 cm rechts und links der Maisreihe gehackt. Die Ernte wurde im September mit Hilfe eines Parzellenhäckslers durchgeführt (2 Erntereihen). Die Erfassungen wurden zu verschiedenen Zeitpunkten (A-E) mit einem Abstand von etwa 4 Wochen durchgeführt. Erhoben wurde jeweils die Pflanzen- und Blütendeckung der Untersaaten, die Anzahl der blütenbesuchenden Insekten, sowie die Höhe, BBCH und Trockenmasse-Erträge der Hauptkultur. Der Versuch wurde parallel auch vom Landwirtschaftlichen Technologiezentrum Augustenberg (LTZ) am Standort Forchheim durchgeführt.

Zentrale Ergebnisse aus dem Versuchsjahr 2024 am Standort Tachenhausen

Ziel des Parzellenversuchs war es, durch eine frühzeitige Etablierung der Untersaaten einen längeren Blühzeitraum und ein höheres Blühangebot zu erreichen. Die Ergebnisse zeigen, dass dieses Ziel verwirklicht werden konnte: Bereits Anfang Juni war ein erstes Blühangebot zu beobachten, insbesondere durch früh blühende Arten wie Leindotter (*Camelina sativa*) und Kresse (*Lepidium sativum*). Dieses Angebot war um knapp einen Monat im Vergleich zur gleichzeitigen Aussaat nach vorne verschoben. Der zeitliche Vorsprung und die später einsetzende Beschattung durch den Mais führten zu einer besonders starken Entwicklung der Untersaaten, die durch die feucht-warmen Witterungsbedingungen 2024 zusätzlich begünstigt wurde. Ende Juni war nahezu der ganze Boden bedeckt. Besonders wüchsig war die Mischung V2, in der Färberkamille (*Anthemis tinctoria*) dominierte. Neben der Färberkamille blühten auch die für Wildbienen und Schwebfliegen attraktiven Arten Kleinköpfiger Pippau (*Crepis capillaris*), Ringelblume (*Calendula officinalis*) und Koriander (*Coriandrum sativum*) üppiger als bei der gleichzeitigen Aussaat in den Vorjahren.

Für blütenbesuchende Insekten ergaben sich durch das verbesserte Blühangebot deutlich positive Effekte. Das frühere Auftreten blühender Pflanzen zog auch ein früheres Auftreten der Blütenbesucher nach sich. Zudem war die absolute Anzahl der Blütenbesuche höher als bei der gleichzeitigen Aussaat. Besonders attraktiv war Variante V2, bei der mehr Blütenbesucher als bei E13.2 beobachtet wurden. Die eindeutigen Vorteile der frühen Untersaaten für die Biodiversität gingen jedoch mit signifikanten Ertragsminderungen (etwa 32-34 %) im Vergleich zur Kontrolle einher. Auch Auswirkungen auf die Qualität des Ernteguts sind zu erwarten, da die Untersaaten zu einem höheren Anteil an Nicht-Mais-Biomasse führten. Die Ergebnisse dazu stehen jedoch noch aus.

Die größte Herausforderung war die starke Konkurrenzkraft der Untersaaten, die durch die frühzeitige Aussaat im März und den daraus resultierenden Vorsprung gegenüber dem Mais noch verstärkt wurde. Diese wurde bereits während der Saison anhand der signifikanten Unterschiede in der Pflanzenhöhe und Grünfärbung deutlich. Trotz der Herausforderungen gab es auch positive Ergebnisse. So konnte die Untersaat Beikräuter stärker unterdrücken. Zudem verlief die Etablierung des Mais in bestehende Untersaaten ohne Bodenbearbeitung erfolgreich, auch ohne den Einsatz einer Direktsaatmaschine.

Ausblick

Die frühen Untersaaten erwiesen sich im Vergleich zu gleichzeitig mit dem Mais gesäten Untersaaten als deutlich vorteilhaft zur Förderung der Biodiversität. Diese Vorteile gingen jedoch mit erheblichen Ertragseinbußen einher, die aus landwirtschaftlicher Sicht nicht tragbar sind. Verstärkt wurde dieser Effekt jedoch durch die feucht-warmen Witterungsbedingungen, die das Wachstum der Untersaaten zusätzlich begünstigten. Um eine abschließende Bewertung zu ermöglichen, ist daher ein weiteres Versuchsjahr unter möglicherweise trockeneren Bedingungen geplant. Dennoch soll bereits in der Versuchssaison 2025 angestrebt werden, die Konkurrenzwirkung der frühen Untersaaten zu reduzieren. Hierfür werden zusätzliche Varianten mit technischen Anpassungen untersucht, wie die Saat in schmalen Streifen sowie ein breiterer Herbizidapplikationsstreifen.

Veröffentlichungen

Die Vermittlung von Erkenntnissen an die landwirtschaftliche Praxis wurde in Form von Feldtagen/Feldbesichtigungen, Vorträgen (online und Präsenz) und durch die Veröffentlichungen von Fachartikeln in BWagrar und im DLG Saatgutmagazin sichergestellt. Eine wissenschaftliche Publikation wird angestrebt.

1.5.10 BioDivRegio

Standort: On-farm trials at 2 sites (Jungborn und Fellbach) und Tachenhausen.

Projekt-Titel: BiodivRegio - Erforschung von Konzepten zur Inwertsetzung von Lebensmitteln aus

biodiversitätsfördernder, regionaler Landwirtschaft

Teilprojekt: TV2: Biodiv-Mais als Futter- und Lebensmittel

Laufzeit: 01.03.2024 – 01.03.2027

Fördermittelgeber: Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst; Europäische Union, L-Bank

Hochschule/Kolleg: Universität Hohenheim - Die Hochschule für Wirtschaft und Umwelt (HfWU)

Doktorandin: Maria Camila Meneses Benavides

Promotionsbetreuer innen: Prof. Dr. Carola Pekrun

Promotionsprogramm: Enhancing Biodiversity in Maize Cultivation. Effects of Flowering Undersown, Flower Strips, and Intercropping.

Hintergrund und Problemstellung

Mais ist eine wichtige Kulturpflanze Deutschland, die besonders als Futtermittel weit verbreitet ist. In jüngster Zeit hat auch die Produktion für den menschlichen Verzehr zugenommen, was einen wachsenden Markt darstellt. Dennoch wird der reine Maisanbau kritisch betrachtet, da er negative Umweltauswirkungen haben kann. Eine Ausweitung der Anbauflächen oder ein hoher Maisanteil in Fruchtfolgen erhöht das Risiko von Bodenerosion. Mais hat allerdings den Vorteil, dass der späte Reihenschluss und die weiten Reihen Raum für weitere Pflanzen lassen, z.B. blühende Untersaaten. Die HfWU hat umfangreiche Forschungsarbeiten zu Maisanbausystemen durchgeführt, die darauf abzielen, die biologische Vielfalt zu fördern und gleichzeitig wettbewerbsfähige Erträge zu erzielen. Im Laufe der Jahre wurde unter anderem der Anbau von Silomais in Kombination mit Stangenbohnen erprobt, um Leguminosen in das System einzubringen, sowie der Einsatz blühender Untersaaten zur Förderung von Bestäubern und anderen Nützlingen. Im Rahmen der BiodivRegio-Initiative werden drei Anbausysteme entwickelt, um die biologische Vielfalt zu fördern und gleichzeitig wettbewerbsfähige Erträge sowohl bei Silo- als auch bei Körnermais zu gewährleisten, insbesondere für lokale landwirtschaftliche Systeme.

Diese Systeme umfassen: Untersaat mit Blümmischungen, Blühstreifen im Mais und Gemengeanbau mit Bohnen (siehe Abbildung 24). Neben der Bewertung des ökologischen Nutzens werden im Rahmen des Projekts auch wichtige Daten für die wirtschaftliche Bewertung gesammelt. Diese Informationen werden zu einem besseren Verständnis der Maislieferketten beitragen und die allgemeinen Ziele des BiodivRegio-Projekts durch die Förderung nachhaltiger und wirtschaftlich tragfähiger landwirtschaftlicher Praktiken unterstützen.



Abbildung 24: Ökologisierung des Maisanbaus durch Integration von blühenden Pflanzen als Untersaat oder in Form von Streifen im Feld

Versuchsfragen

1. Wie unterstützen Blühstreifen innerhalb des Maisfeldes die Biodiversität und wie beeinflussen sie den Maisertrag?
2. Vergleich des Anbaus verschiedener blühender Untersaaten im Mais sowie deren Auswirkungen auf Ertrag und Biodiversität.
3. Anbau verschiedener Maissorten für die Lebensmittelgewinnung mit Feuerbohnen.

Versuchsanlage und erhobene Parameter

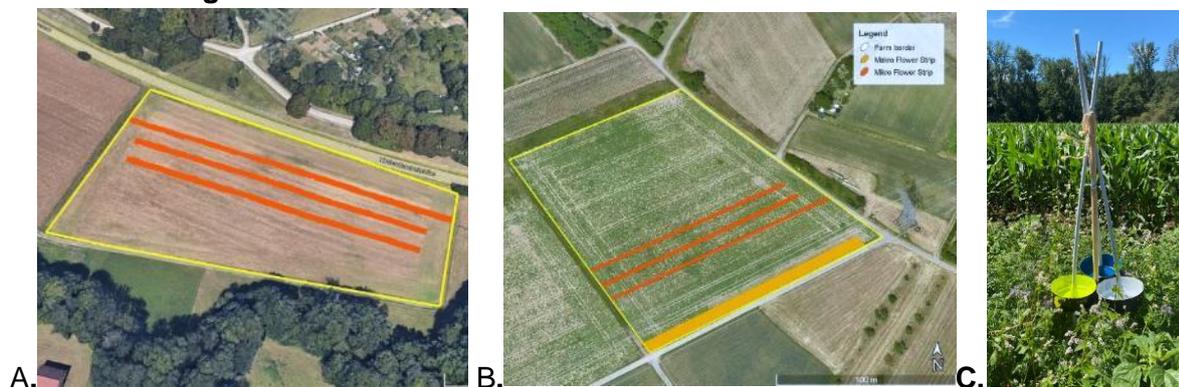


Abbildung 25: A. Parzellenplan für Blühstreifen in Jungborn; B. Parzellenplan für Blühstreifen in Fellbach; C. Farbschalen zur Insektenfassung in Blühstreifen neben dem Mais.

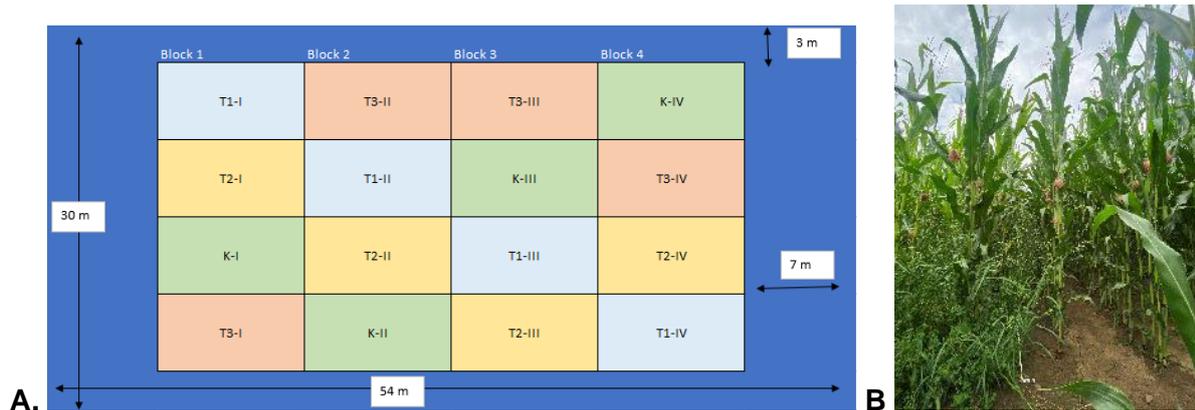


Abbildung 26: A. Parzellenplan für verschiedener blühender Untersaaten im Mais in Tachenhausen (K: Kontrolle (Sole Mais), T1: Klee (2 Arten), T2: Klee und Blütenpflanzen (5 Arten), and T3: Blütenpflanzen (18 Arten)); B. Untersaatvariante und Kontrolle.

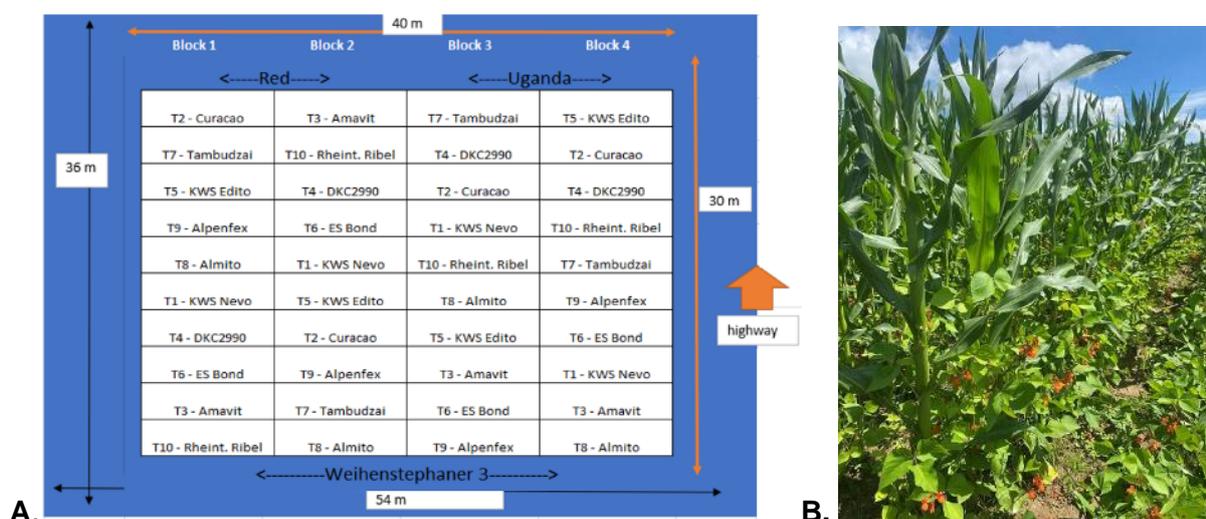


Abbildung 27: A. Parzellenplan des Mais-Feuerbohnen Versuches in Tachenhausen; B. Bohne blüht neben dem Mais

Zentrale Ergebnisse

Forschungsfrage 1:

In den Blühstreifen wurde eine höhere Anzahl von Insekten beobachtet als in den Maisfeldern. Der Unterschied zwischen den Makro- und Mikroblühstreifen muss noch analysiert werden. Was den Ertrag betrifft, so gab es keine signifikanten Unterschiede zwischen dem Mais in der Mitte der Blühstreifen und der Kontrollgruppe (Kornenertrag in Jungborn rund 120 dt/ha Trockenmasse und Biomasse in Fellbach rund 250 dt/ha Trockenmasse). Ebenso wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen den Pflanzen am Rande des Feldes oder der Blühstreifen festgestellt. Etwaige Ertragseinbußen, die ein Landwirt erwarten könnte, stünden also in direktem Zusammenhang mit der Fläche, die mit Blumen anstelle von Mais bepflanzt ist.

Forschungsfrage 2:

Varianten mit blühenden Untersaaten reduzierten die Höhe und die Gesamtentwicklung der Maispflanzen; es wurden jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Varianten festgestellt. Hinsichtlich der Insektenbesuche wurde bei allen Varianten mit Untersaaten eine höhere Anzahl von Besuchen im Vergleich zu Mais allein verzeichnet, wobei die Behandlung „T2-Klee-Blumen“ die höchste Anzahl von Besuchen verzeichnete, was hauptsächlich auf das Vorhandensein von *Salvia hispanica* und *Coriandrum sativum* zurückzuführen

war. Was den Ertrag anbelangt, so zeigte sich, dass der Mais in der Kontrolle durchweg den höchsten Ertrag erzielte, gefolgt von den Untersaatbehandlungen. Die Gesamtbiomasse wurde um 22% bis 25% reduziert, während der Kornertrag um 16% bis 28% zurückging.

Forschungsfrage 3:

Hinsichtlich der Entwicklung der Maissorten wurden keine signifikanten Unterschiede festgestellt. Es wurde jedoch festgestellt, dass Hybridsorten und Maispopulationen vor der Ernte die größten Höhen erreichten, die zwischen 250-300 cm lagen. Die Landrassen blieben dagegen bei 150-200 cm. Die Bohnenpflanzen ihrerseits entwickelten sich ähnlich wie die Maispflanzen und erreichten bei den Hybridmaissorten eine Höhe von etwa 250 cm und bei den Populations- und Landrassenmaissorten eine Höhe von 150 cm. Bei den Qualitätsparametern lagen die Ergebnisse für die Mykotoxine Aflatoxin und Zearalenon bei allen Sorten über den vorgeschriebenen Grenzwerten (100 ppb für ZEA und 10 ppb für AFLO), während bei DON (Grenzwert 750 ppb) nur die Sorten KWS Nevo, KWS Curacao und KWS Editio - alles Hybridsorten - unter dem Grenzwert blieben. Die Populationssorte Tambudzei wies im Vergleich zu den anderen Populations- und Landsorten die niedrigsten Mykotoxingehalte auf; ihre Werte lagen jedoch immer noch über den gesetzlichen Grenzwerten. Beim Rohproteingehalt unterschieden sich die Populations- und Landrassen-Sorten deutlich von den Hybriden, indem sie die höchsten Werte von rund 10% Rohprotein in 100% TM erreichten. Die Bestände konnten maschinell nicht beerntet werden, da die Bohnen zum Zeitpunkt des Maisdruschs noch nicht reif waren.

Ausblick

Zum Thema Blühstreifen soll im Jahr 2025 erneut eine On-Farm Versuchsreihe angelegt werden. Hierbei werden auf Maisfeldern zwei Blühstreifen von sechs Metern Breite in einem Abstand von 30 - 40 m voneinander angelegt werden, mit einem Streifen am Ackerrand und einem innerhalb des Schlages. Hierbei soll der Effekt der Blühstreifen auf die Anzahl von Insekten und den Artenreichtum mittels Farbschalen untersucht werden. Weiterhin soll der Einfluss der Blühstreifen auf den Maisertrag im Bereich der Blühstreifen untersucht werden.

Zum Thema der Untersaaten im Maisanbau soll der Versuchsaufbau des Jahres 2024 in Tachenhausen wiederholt werden. Durch mehrjährige Daten sind fundierte Aussagen zu den Effekten der verschiedenen Untersaatmischungen auf den Mais-Ertrag sowie die Biodiversität möglich.

Die Versuche zum Anbau von Feuerbohnen und Mais sollen in reduzierter Form fortgesetzt werden. Hierzu sollen in Tachenhausen Exaktversuche mit zwei Maissorten sowie je einer Sorte der Feuerbohne und der Gartenbohne angelegt werden. Besonders die Ernte und Trennung des Erntegutes sind hier von besonderem Interesse.

1.5.11 RegiopAKT: Regionale Wertschöpfungsketten der Zukunft für pflanzliche Lebensmittel mit Arten- und Klimaschutzleistung durch digitale Technologien

Standort: Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen, Hochschule Weihenstephan-Triesdorf und On-Farm

Projekt-Titel: Regionale Wertschöpfungsketten der Zukunft für pflanzliche Lebensmittel mit Arten- und Klimaschutzleistung durch digitale Technologien

Laufzeit: 01.01.2023 – 31.12.2025

Fördermittelgeber: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL),

Träger: Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE)

Projektleitung: Prof. Dr. Markus Frank

Teilprojektleitung: Prof. Dr. Markus Frank (AP1 und AP4), Prof. Dr. Heinrich Schüle (AP2), Prof. Dr. Jürgen Braun (AP3), Dr. Angelika Thomas (AP4)

Projektbearbeiter/innen: Christina Becker, Hans Joachim Dietz, Andreas Durst, Petra Hangleiter, Mareike Herrler, Johannes Munz

Verbundpartner: Hochschule Weihenstephan-Triesdorf

Projektpartner: LBV Schrozberg, Bäuerliche Erzeugergemeinschaft Schwäbisch Hall, My Local Farm GmbH, ZDI Mainfranken, ANswerK, Bayrische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), 12 landwirtschaftliche Betriebe

Hintergrund und Problemstellung

Die Anpassung der Landwirtschaft an den voranschreitenden Klimawandel, der Rückgang der Artenvielfalt und die stetig sinkende Akzeptanz aktueller Anbausysteme in der Gesellschaft sind nur ein paar der Herausforderungen, vor denen der Agrar- und Ernährungssektor steht. Durch die Stärkung regionaler Wertschöpfungsketten, unterstützt durch digitale Technologien sollen im Rahmen des Projektes RegiopAKT Lösungsansätze für diese aktuellen Konflikte bereitgestellt werden. Eine mögliche Herangehensweise an die Thematik stellt die Etablierung von Nischenkulturen, wie z.B. Kichererbsen, Linsen und Quinoa, auf den hiesigen landwirtschaftlichen Betrieben dar. In direktem Zusammenhang damit steht deren Vermarktungspotential.

Als Projektregion wurde Franken-Hohenlohe (Abbildung 28) mit kleinstrukturierten und hoch diversifizierten Agrarsystemen ausgewählt. Diese besitzen klare kompetitive Nachteile auf den Weltmärkten, haben allerdings den Vorteil, meist einen breiteren Mix an Ökosystemleistungen bereitstellen zu können. Digitale Technologien bieten den Betrieben große Chancen und Möglichkeiten diese Stärken als Differenzierungsmöglichkeit am Markt nutzbar zu machen.



Abbildung 28: Lage der Zukunftsregion Franken-Hohenlohe

Auf Grund ihrer Klima- und Bodenverhältnisse bietet die Region auch die Möglichkeit des Anbaus einer Vielzahl von Kulturen. Dies begünstigt den Anbau von Nischenkulturen und damit ein vielfältigeres Angebot pflanzlicher Nahrungsmittel. Eine stärker pflanzenbasierte Ernährung stellt einen wichtigen Baustein für ein nachhaltiges Agrar- und Ernährungssystem dar und ist gleichzeitig mit Gesundheitsvorteilen verbunden.

Im Hinblick auf die Entwicklung innovativer Wertschöpfungsketten bietet die Region Franken-Hohenlohe durch die Kombination stark ländlicher Regionen und dem urbanen Zentrum Würzburg ein enormes Potential. Neue, digital unterstützte Wertschöpfungsketten können zwischen ländlichen Regionen mit dem Potential der landwirtschaftlichen Erzeugung und einer Großstadt mit hohem Vermarktungspotential erprobt werden.

Ziele

- Perspektiven für nachhaltige und zukunftsfähige Agrarlandschaften entwickeln.
- Regionale Erzeugung von Nischenkulturen für die menschliche Ernährung mit Arten- und Klimaschutzleistungen unterstützen.
- Gesunde und nachhaltige Ernährung fördern.
- Digitale Lösungen zur Etablierung und optimierten Gestaltung dieser Wertschöpfungsketten erproben.

Aktueller Stand und Ausblick

AP 1: Umsetzung diverser Anbausysteme mit nachweisbaren Arten- und Klimaschutzleistungen

- Nach dem wetterbedingten Ausfall der meisten Feldversuche mit Kichererbsen in der Saison 2024, werden in der kommenden Saison 2025 die Versuchsfragen auf die Themen Sortenwahl, Saatstärke, Rolle der Bodenbearbeitung sowie Impfmittleinsatzes fokussiert. Bei der Linse drehen sich die Versuchsfragen v.a. um den Anbau ohne Stützfrucht. Begleitende Bodenproben werden vor der Aussaat entnommen (März 2025).
- Im Rahmen von Versuchen in Tachenhausen sowie im Labor werden zudem Vergleichsstudien zu unterschiedlichen Impfmitteln durchgeführt.
- Die HfWU hat begonnen, im Rahmen einer Masterthesis Daten zu Krankheiten und Schädlingen der Kichererbse von verschiedenen Verbundprojekten (z.B. LegNet, CiL-aKlima, KIWERTa) zu sammeln und Biotests für pilzliche Erreger zu etablieren.
- Erste Anbauversuche werden mit Quinoa in der Zukunftsregion ab März 2025 durchgeführt.

AP 2: Horizontal sowie vertikal betriebsübergreifende Koordination von Maßnahmen und ökonomische Bewertung

- Fertigstellung der Software für Landwirte, zur Information über die Integration von Nischenkulturen und Biodiversitätsmaßnahmen in bestehende Fruchtfolgen (Regiopakt-Rechner).
- Bekanntmachung der Software durch Artikel und Veranstaltungen in Planung.

AP 3: Identifikation von Verbraucheranforderungen und Erprobung von Vertriebs- und Kommunikationssystemen

- Fokusgruppendifkussionen mit Verbrauchenden durchgeführt und ausgewertet.
- Conjoint-Analyse zur Untersuchung der Akzeptanz und Zahlungsbereitschaft für Kichererbsen mit spezifischen Arten- und Klimaschutzleistungen in Deutschland durchgeführt. Diese ist in den Merkmalen Geschlecht und Alter für Deutschland repräsentativ.

- Test eines Online-Vertriebsmodells mit einem Praxispartner.
- Untersuchungen zum Wissenstransfer mittels Social-Media-Content in Kooperation mit Praxispartnern.

AP 4: Projektkoordination, Informations- und Wissenstransfer und Öffentlichkeitsarbeit

- Workshop-Serien zu den Themen „Marketingstrategieentwicklung für Lebensmittel“ und „E-Commerce für Lebensmittel“ wurden durchgeführt.
- Unter dem Titel „Regio-Talks“ wird regelmäßig eine Reihe von Online-Informationsveranstaltungen zu verschiedenen Themen entlang der Wertschöpfungskette durchgeführt.
- Planung der Workshop-Serie zum Thema „Social-Media-Marketing“.
- Das erste deutschlandweite Kichererbsen-Forum wurde in Kooperation mit den Projekten LeguNet und KIWERTa geplant und durchgeführt.
- Planung des 2. deutschlandweiten Kichererbsen-Forums (Termin voraussichtlich im November 2025)
- Kontinuierliche Vernetzung mit Forschungsprojekten, die Ähnliche Themen bearbeiten.

2 Vorwerk Jungborn

2.1 Lehrveranstaltungen am Vorwerk Jungborn im Jahr 2024

Der Vorwerk Jungborn wird sowohl im Studiengang Agrarwirtschaft als auch im Studiengang Pferdewirtschaft intensiv für die praktische Lehre genutzt (Tabelle 15).

Tabelle 15: Lehrveranstaltungen am LVB-Jungborn im Jahr 2024

Datum	Dozent/in	Veranstaltung	Semester
09.01.2024	Prof. Winter/ Prof. Krüger-Farrouj	Grundlagen Pferdewirtschaft und Reitsport	PW 1
10.01.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement Übung	AW/PW 5
15.01.2024	Jauch	Taxation	AW
18.01.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement Übung	AW/PW5
18.01.2024	Prof. Winter/ Prof. Krüger-Farrouj	Grundlagen Pferdewirtschaft und Reitsport	PW 1
19.01.2024	Prof. Winter	Vorlesung Kooperation Hohenheim	
22.01.2024	Prof. Bernau	Tierzucht - Übung	AW/PW
24.01.2024	Prof. Bernau	Anatomiesammlung	AfL
25.01.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement Übung	AW/PW 5
22.03.2024	Prof. Stoll	Landmaschinen Basiskurs	AW 2/ PW 2
26.03.2024	Prof. Krüger-Farrouj	Spezielle Ethologie der Pferde	PW 2
03.04.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement	AW/PW 6
03.04.2024	Prof. Stoll	201-033 Technik der Außenwirtschaft - Übungen zum Pflug	AW 6
09.04.2024	Prof. Krüger-Farrouj	Spezielle Ethologie der Pferde	PW 2
17.04.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement	AW/PW 6
23.04.2024	Prof. Krüger-Farrouj	Spezielle Ethologie der Pferde	PW 2
29.04.2024	Bojer	Leistungsdiagnostik	PW 6
30.04.2024	Prof. Stoll	201-033 Technik der Außenwirtschaft - Übungen zur Halmguternte	AW 6
02.05.2024		Spezielle Therapieformen	PW 6
06.05.2024	Prof. Krüger-Farrouj	Einführung in die Beobachtung der Lateralität und das Sammeln von Kotproben für Stress Hormon Untersuchungen	PW 2
07.05.2024	Prof. Krüger-Farrouj	Einführung in die Beobachtung der Lateralität und das Sammeln von Kotproben für Stress Hormon Untersuchungen	PW 2

Datum	Dozent/in	Veranstaltung	Semester
07.05.2024	Prof. Krüger	Spezielle Ethologie der Pferde	PW 2
08.05.2024	Prof. Krüger-Farrouj	Einführung in die Beobachtung der Lateralität und das Sammeln von Kotproben für Stress Hormon Untersuchungen	PW 2
13.05.2024		Spezielle Therapieformen	PW 6
14.05.2024	Prof. Stoll	201-033 Technik der Außenwirtschaft - Übungen zur Kreiselegge	AW 6
17.05.2024	Prof. Winter	Pferdefütterung ÜG	PW 6
29.05.2024	Prof. Bernau	Tiergesundheitsmanagement	AW/PW 6
29.05.2024	Prof. Stoll	201-091 Automatisierte Maschinen in der Pflanzenproduktion - Spurführung	AW 6
04.06.2024	Plewa	Ausbildung von Reitern	PW 2
05.06.2024	Prof. Müller-Lindenlauf	Grünlandwirtschaft ÜG	AW/PW
12.06.2024	Prof. Winter	Pferdefütterung ÜG	PW 6
17.06.2024	Prof. Benz	Ökonomie der Pferdehaltungstechnik	PW 6
18.06.2024	Prof. Krüger-Farrouj, Lehrbeauftragter Plewa	Ausbildung von Reitern	PW 2
19.06.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement	AW/PW 6
21.06.2024	Prof. Bernau	VTR IV – Tiergesundheitsmanagement	AW/PW 6
24.06.2024	Prof. Krüger-Farrouj, Lehrbeauftragte Marr	Ausbildung von Reitern	PW 2
23.07.2024	Prof. Bernau	Mündliche Prüfung	AW/PW 6
14.10.2024	Prof. Schneider	Futtermittelkunde I - Übung	PW 3
21.10.2024	Prof. Schneider	Futtermittelkunde I Üg	PW 3
22.10.2024	Prof. Stoll	201-019 Grundlagen der Agrartechnik – Übungen zum Rollwiderstand	AW
28.10.2024	Prof. Schneider	Futtermittelkunde I - Übung	AW 3
28.10.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	AW 1
29.10.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	PW 1
29.10.2024	Prof. Stoll	202-006 Grundlagen der Technik – Übungen zur Traktorbedienung	PW 3
04.11.2024	Prof. Schneider	Tierernährung I - Übung	AW 3
05.11.2024	Prof. Stoll	201-019 Grundlagen der Agrartechnik – Übungen zur Zugkraftübertragung	AW 3
08.11.2024	Prof. Benz	Technik der Innenwirtschaft Üg	AW 3
11.11.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	AW 1

Datum	Dozent/in	Veranstaltung	Semester
12.11.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	PW 1
18.11.2024	Prof. Schneider	Futtermittelkunde I Üg	AW 3
22.11.2024	Prof. Krüger-Farrouj	WP Gesundheitscheck – 1 Hilfe für das Pferd	AW/PW 5
25.11.2024	Prof. Schneider	Tierernährung I Üg	AW 3
25.11.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	AW 1
26.11.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	PW 1
02.12.2024	Prof. Schneider	Tierernährung I Üg	AW 3
06.12.2024	Prof. Benz	Technik der Innenwirtschaft Üg	AW 3
09.12.2024	Prof. Schneider	Futtermittelkunde I Üg	AW 3
09.12.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	AW 1
10.12.2024	Goth	Anatomie/Physiologie Üg	PW 1
11.12.2024	Goth	Tierzucht I Üg	AW 3
13.12.2024	Prof. Benz	Technik der Innenwirtschaft	AW 3
13.12.2024	Prof. Krüger-Farrouj	WP Gesundheitscheck – 1. Hilfe für das Pferd	PW 5
18.12.2024	Prof. Benz	Technik der Innenwirtschaft/Pferdehaltung	AW 3

2.2 Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn

Das Vorwerk Jungborn wurde 2024 wieder für weitere Veranstaltungen genutzt, wobei hier auch außerhochschulische Veranstaltungen einen Anteil der Nutzung ausmachen (Tabelle 16).

Tabelle 16: Veranstaltungen am Vorwerk Jungborn im Jahr 2024

Datum	Dozent/in	Veranstaltung	Veranstalter
04.-07.04.2024	Dr. Strauss et al.	Fachberater für essbare Wildpflanzen	HfWU Akademie e.V.
18.04.2024	Dr. Thomas	Berufs- und Arbeitspädagogik, Ausbildereignung ÜG	RP
19.04.2024	Dr. Thomas	Berufs- und Arbeitspädagogik, Ausbildereignung ÜG	RP
31.05.2024	Prof. Schüle	Exkursionsnachtreffen	HfWU
11.06.2024	Prof. Winter	Vortrag RC Esslingen	
02.07.2024	Prof. Schüle	Reflexionstreffen Exkursion	AW/PW
10.10.- 13.10.2024	Dr. Strauss et al.	Fachberater für essbare Wildpflanzen	HfWU Akademie e.V.
21.10.2024	Prof. Winter	Vortragsveranstaltung	/
30.10.2024	Prof. Winter	Tagung European Equine Business Association	/

2.3 Versuche Vorwerk Jungborn

2.3.1 Hygienisierung von Raufutter und Einstreu in der Pferdewirtschaft

Standort: Hof Gut Moos, 88069 Tettngang, Jungborn

Projekt-Titel: Hygienisierung von Raufutter und Einstreu in der Pferdewirtschaft

Laufzeit: März 2025 – September 2028

Promotionsprogramm /Kolleg: Promotionsverband Baden-Württemberg

Doktorand/in: Ann-Cathrin Doelzer

Promotionsbetreuer/innen: Prof. Dr. Dirk Winter, Prof. Dr. Jonas Weber (DHBW Ravensburg)

Hochschule / Promotionsprogramm: HfWU Nürtingen und DHBW Ravensburg

Hintergrund und Problemstellung

Raufutter und Einstreu sind die Hauptquelle für Staub und Keime im Pferdestall, die zu den Auslösern für Atemwegserkrankungen gehören. Die Staubbelastung steigt bei Heu oder Einstreu aus schlechten Ernte- oder Lagebedingungen nochmals deutlich an (Vervuert, 2018). Aus diesem Grund ist der Effekt einer generellen Hygienisierung von Raufutter und Einstreu bei Pferden mit respiratorischen Erkrankungen genauer zu untersuchen. Ziel des Projekts ist die Qualität von Raufutter und Einstreu in der Pferdewirtschaft zu analysieren, zu bewerten und geeignete Maßnahmen zur Verbesserung der Futter- und Einstreuqualität zu identifizieren. Folgende Hygienisierungsverfahren werden evaluiert.

- Bedampfung im Großballen
- Wässern
- Aufsprühen einer 3-5 % Oreganoöl-Lösung
- Maschinelle Entstaubung

Versuchsfragen

1. Wie beeinflussen Hygienisierungsmaßnahmen die Nährstoffzusammensetzung von Raufutter?
2. Welches Verfahren bietet die beste Staub- und Keimreduktion?
3. Wie beeinflussen hygienisierte Materialien das Tierwohl (z.B. Liegeverhalten, Fütterungsakzeptanz)?

Versuchsanlage



Abbildung 29: Druckdichter Stahlcontainer mit Edelstaldampflanze der Firma Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KB



Abbildung 30: Dampferzeuger, Firma Gebhardt Anlagentechnik GmbH & Co. KG

Zentrale Ergebnisse

Aktuell noch keine vorhanden

Ausblick

- Beprobung von 35-40 Raufutter-Großballen
- Beprobung von ca. 24 Stroh-Großballen
- Analyse von Hygieneparametern und Nährstoffen insbesondere Proteine und Aminosäuren
- Auswertung von rund 80 Raufutter-Proben
- Auswertung von rund 25 Strohproben
- Akzeptanzbeobachtung bei mind. 12 Pferden
- Umfassende Befragung von Tierärzten und Pensionsbetrieben zu Atemwegserkrankungen

Veröffentlichungen

Aktuell noch keine vorhanden.

2.3.2 Nachhaltige Nutzung von Pferdemist

Standort: On-Farm; LuV Jungborn, HuL Marbach

Projekt-Titel: "Nachhaltige Nutzung von Pferdemist"

Laufzeit des Drittmittel-Projektes: 01.11.2021 – 31.12.2024

Fördermittelgeber: Ministerium für Ernährung, Ländlichen Raum und Verbraucherschutz Baden-Württemberg (MLR)

Projektleitung: Prof. Dr. Ludwig Hölzle, UoH, Prof Dr. Dirk Winter

Projektbearbeiter: Madeline Meyer

Projektpartner: Verbundprojekt des Haupt- und Landgestüt Marbach, der Universität Hohenheim sowie der Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen

Hintergrund und Problemstellung

Das Thema Pferdemist ist sowohl für konventionelle Pferdebetriebe als auch für Öko-Betriebe 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.

Versuchsfragen

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.

Forschungsfrage 1

Kompostierung von Pferdemist: Welchen Effekt haben verschiedene Behandlungsmethoden auf den Kompostiervorgang?

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 Wärmegewinnung 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



Abbildung 31: Wertstoff-Pferdemist. Das Projekt "Wertstoff-Pferdemist" setzt sich mit Optimierungschancen von Lagerungs- und vor allem Nutzungsmöglichkeiten von Pferdemist auseinander

Forschungsfrage 2

Welchen Effekt hat der Einsatz von Kombimulcher und Rottebeschleuniger auf den Weideflächen?

Im zweiten Forschungsansatz steht die Untersuchung des Einsatzes eines Kombimulchers sowie Rottebeschleunigers auf Weideflächen im Forschungsfokus. Es gilt unterschiedliche

Rotte-eigenschaften 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.

Forschungsfrage 3

Wie verhält sich 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 Düngersowie den höchsten Gasertrag liefert. Ebenso soll der Einfluss der verschiedenen Verfahrensweisen auf die Inaktivierung von Parasitendauerstadien, Pathogenen und den Abbau von Anthelminthikarückständen untersucht werden.

Forschungsfrage 4

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.

Ausblick

Aus den Projektergebnissen sollen Ableitungen getroffen, wie eine effektive Mistbereitung aussehen muss, um einen Nährstoffkreislauf auf dem pferdehaltenden Betrieb zu ermöglichen auch in Hinblick auf die hygienischen Qualitäten. Darüber hinaus wird eine mögliche Nutzung von Pferdemist in der Biogasanlage betrachtet. Anhand der wissenschaftlichen Datenbasis des Gesamtprojektes sollen Ableitung von Handlungskonzepten für die Praxis gezogen werden.

Veröffentlichungen

Meyer, M., Hölzle, L., Schilling, T., Eiberger, C., Winter, D. (2022): Pferdemist Wertstoff oder lästiges Nebenprodukt? Pferdebetrieb 04/2022 (S. 26-S.28)

Meyer, M., Hölzle, L., Schilling, T., Eiberger, C., Winter, D. (2023): Wie kann Mist sinnvoll genutzt werden? Pferdebetrieb 05/2023 (S. 27-32)

Meyer, M., Eiberger, C., Schilling, T., Winter, D., Hoelzle, L.E. (2023): Sustainable utilisation of horse manure. 456 EAAP – 74th Annual Meeting, Lyon, France, 2023. Book of abstracts No. 29.

2.3.3 Analysen der Stress Hormon, Herzfrequenzvariabilität und Lateralität (Einseitigkeit) für die Darstellung des Befindens von Pferden an einer internationalen Pferdesportveranstaltung, CHIO Aachen

Standort: Stress Hormon Labor, Campus Braike, Vorwerk Jungborn

Projekt-Titel: CHIO Aachen Scientist Circle

Teilprojekt: Analysen der Stress Hormon, Herzfrequenzvariabilität und Lateralität (Einseitigkeit) für die Darstellung des Befindens von Pferden an einer internationalen Pferdesportveranstaltung, CHIO Aachen

Laufzeit: 2024 - 2025

Fördermittelgeber: Laborkosten werden durch Schweizer Stiftung „Pro Pferd“ gedeckt; Mitglieder des CHIO Aachen Scientist Circle arbeiten ehrenamtlich im Projekt

Projektleitung: Analysen der Stress Hormon, Herzfrequenzvariabilität und Lateralität (Einseitigkeit) Prof. Dr. Konstanze Krüger, Gesamtprojekt: Prof. Dr. Dirk Winter

Projektbearbeiter/innen: Prof. Dr. Konstanze Krüger, Prof. Dr. Ralf Galuske, Leonie Krüger, Katarzyna Wegiel

Projektpartner: Birgit Rosenberg, Vorstandsmitglied Aachen-Laurensberger Rennverein (ALRV) e.V.; Dr. med. vet. Miriam Baumgartner, Forschungsgruppe Equiden, Schweizer Nationalgestüt Avenches, Agroscope: PD Dr. med. vet. Dominik Burger, Schweizer Institut für Pferdemedizin ISME der Universität Bern in Avenches; Dr. rer. nat. Arne- Rasmus Dräger, Experte für künstliche Intelligenz und KI basierter Kamerasysteme; Dr. med. vet. Monica Venner, Fachtierärztin für Pferde, unabh. Tierschutzbeauftragte Deutscher Galopp e.V.; Prof. Dr. Ralf Galuske, TU Darmstadt

Hintergrund und Problemstellung

Pferde haben hohen Sympathiewert in der Gesellschaft. Allerdings häufen sich in den vergangenen Jahren Meldungen kritischer Haltungen gegenüber dem Pferdesport. Der Turnierorientierter Reitsport steht in den Medien heute mehr denn je unter Erklärungs- beziehungsweise Legitimationsdruck. Sollen Pferde weiter im Sport genutzt werden dürfen, muss das Wissen um das Wohlergehen an Turnierveranstaltungen teilnehmender Pferde verbessert werden. Allerdings ist die wissenschaftliche Datenbasis zum Pferdewohl bei Wettkämpfen bisher sehr gering. Somit möchte der CHIO Aachen Scientist Circle Daten generieren um das Befinden der Pferde im Einsatz an einem der größten, internationalen Turnieren, dem CHIO Aachen, zu dokumentieren. In diesem Teilprojekt wurden Stress Hormone (fecale Glucocorticoidmetaboliten fGCMs) aus dem Kot, die Herzfrequenzvariabilität, sowie Beobachtungen zur Lateralität (Einseitigkeit) von Pferden, welche an einer Prüfung am CHIO Aachen teilgenommen haben, analysiert und verglichen. Diese Werte sollen ebenfalls der Arbeitsgruppe der TU Darmstadt, für die Entwicklung von Messungen der Gehirnströme der Pferde via EEG dienen, um EEG-Messungen zur Beurteilung des Wohlbefindens der Pferde an Reitsportveranstaltungen nutzen zu können.

Versuchsfragen

Im Gesamtprojekt geht es um den Schutz der Pferde, aber auch um Transparenz und Akzeptanz des Pferdesports in der Gesellschaft:

Kern des Projektes sind die Fragestellungen, wie es den Sport- und Showpferden während der Veranstaltungen geht und was sie benötigen, damit ihr Wohlergehen nachhaltig sichergestellt werden kann.

Im Teilprojekt der Stress Analyse stand die Frage im Vordergrund:

Ob die Stress Hormone im Kot, die Herzfrequenzvariabilität und die Verhaltensparameter der Lateralität der Pferde Muster aufzeigen, die auf die Stärke der Beanspruchung der Pferde an den Tagen der Prüfung schließen lassen.

In der Folge soll abgeglichen werden, ob eventuelle Muster in der Glucocorticoidmetaboliten - Produktion der Pferde, der Herzfrequenzvariabilität mit analogen Mustern im Profil der Lateralität der Pferde übereinstimmen.

Zukünftige Fragestellung

Lassen sich Messungen der Stress Hormone, Herzfrequenzvariabilität und der Lateralität vor, an und nach der Reitsportveranstaltung für die Entwicklung und Anwendung von EEG-Messungen beim Pferd verwenden?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Für das Teilprojekt „Stress Hormon Analysen für die Darstellung des Befindens von Vielseitigkeitspferden am CHIO Aachen“ wurde fäkale Glucocorticoid Metaboliten (fGCMs) gesammelt, die Herzfrequenzvariabilität der Tiere gemessen und ihre Lateralität (Einseitigkeit) bestimmt. Proben wurden aus dem Kot, Herzfrequenzvariabilitätsmessungen und Lateralitätsbeobachtungen von 4 Showpferde 4 Tage vor, während und 4 Tage nach dem CHIO Aachen gesammelt um die Werte im Heimatstall, bei der Anreise, im Training, bei der Showveranstaltung, bei der Abreise und wieder im Heimatstall zu dokumentieren. Die Probennahme erfolgte täglich ca. um 18 Uhr und spiegelt das Befinden der Pferde wider. Der Transport der Pferde dauerte 9 h.

Zentrale Ergebnisse

Die Ergebnisse der Glucocorticoidmetaboliten Messung, der Herzfrequenzvariabilität und der Lateralität der Pferde entsprachen in der Vorbereitung, dem Transport und der Teilnahme an der Show in etwa den in den Heimatställen gesammelten Vergleichswerten (Basiswerten). Am Tag der Show Veranstaltung stiegen die fGCM Werte an, die Herzfrequenzvariabilität sank geringfügig ab und die Lateralität zeigte sich etwas stärker ausgeprägt. Im Anschluss an die Beanspruchung durch die Show sanken die Werte meist bereits am Tag des Transportes und im Heimatstall, innerhalb von einem Tag auf die Basalwerte. Eines der 4 Pferde zeigte auf der Veranstaltung sogar niedrigere fGCM, höhere Herzfrequenzvariabilitäts- und geringere Lateralitätswerte. Die schnelle Regulierung der Werte sind im Rahmen einer kurzzeitigen Beanspruchung zu sehen. Es liegen keine Hinweise für eine übermäßige Belastung oder für eine langzeitigen Stresszustand der Pferde vor.



Abbildung 32: Screenshot aus einem Dokumentationsvideo zur Beurteilung der Lateralität (Einseitigkeit)

Hier wird die sensorische Lateralität (Einseitigkeit) eines Pferdes im Kontakt mit einem Objekt (Objekt Test) dokumentiert. Dieses Pferd wählt die rechten sensorischen Sinnesorgane um das Objekt zu untersuchen.

Ausblick

Im Gesamtprojekt wurden die Stress Hormon, Herzfrequenzvariabilität und Lateralität Analysen bereits zu Verhaltensbeobachtungen, welche an der Veranstaltung (CHIO Aachen) von den Pferden per Videodokumentation im Stall gesammelt wurden verglichen. Auch diese Beobachtungen unterstrichen die Einschätzung, dass die vier untersuchten Pferde einer normalen Beanspruchung und keinem ungewöhnlichen Stress ausgesetzt waren. Die Messungen sollen im Folgejahr mit der Gehirnaktivität der Pferde anhand von Gehirnstrommessungen (EEG) verglichen werden. Auf der Basis der wissenschaftlichen Daten des Gesamtprojektes sollen Handlungskonzepte für das Management von Pferden vor, am und nach einem sportlichen Wettbewerb aufgestellt werden.

Veröffentlichungen

In Planung



Abbildung 33: Logo CHIO Aachen scientist circle

2.3.4 SELBEWAG - Selektive Bekämpfung von Grünlandunkräutern mit Wasserstrahlen

Standort: Institut für Technik, On-Farm, LVB Jungborn

Projekt-Titel: Selektive Bekämpfung von Grünlandunkräutern mit Wasserstrahlen (SELBEWAG)

Laufzeit: 01.09.2022 – 31.10.2025

Fördermittelgeber: Gefördert durch Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Albert Stoll

Projektbearbeiter/innen: Ingo-Leonard Haußmann, Georg Lohrmann

Projektpartner: ANEDO, URACA, Uni Ulm, Martin Energietechnik

Hintergrund und Problemstellung

Übergeordnetes Ziel ist die Entwicklung eines wasserhydraulischen, selektiv arbeitenden Unkrautbekämpfungsgerätes für Grünland. Es wird an den genormten Schnittstellen an den Traktor gekoppelt: Dreipunktaufnahme im Frontanbau, Antrieb über die Zapfwelle, ISOBUS-Steuerung. Innerhalb der Projektlaufzeit soll mit Hilfe von Kameras und künstlicher Intelligenz eine Echtzeit-Detektion von Herbstzeitlosen und weiteren Schadpflanzen im Grünland erreicht werden. Dabei sollen die neuronalen Netze eines offline Ansatzes, die im Vorläuferprojekt SELBEX für die maschinelle Analyse von Drohnenbildern entwickelt wurden, weiter optimiert und mit dem jetzt angestrebten online Ansatz kombiniert werden.

Die Schadpflanzen sollen durch gezielt applizierte Wasserstrahlen zurückgedrängt werden. Auch dieses bereits im Vorläuferprojekt entwickelte Prinzip soll weiter optimiert und das Verfahren auf weitere Pflanzen ausgeweitet werden. Damit kann dieses Gerät für eine selektive und nicht-chemische Unkrautbekämpfung eingesetzt werden und stellt eine einzigartige, bisher nicht verfügbare Lösung dar. Sie wird für landwirtschaftliche Betriebe interessant, die Grünland mit hohen naturschutzfachlich begründeten Auflagen bewirtschaften, nach Ökostandards arbeiten oder im Grünland den Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln reduzieren wollen. Das Gerät soll so konstruiert werden, dass Arbeitsbreiten von 2,50 m und 6,00 m möglich sind. So können für verschiedene Flächenstrukturen und Erfordernisse der Kunden wettbewerbsfähige Geräte angeboten werden.

Vorgehensweise

Das Projekt gliedert sich in verschiedene Entwicklungsaufgaben, welche die Bilderkennung und Steuerungstechnik, die Wasserhydraulik und die Integration in ein Gesamtgerät umfassen.

Für die Entwicklung der Bilderkennung basierend auf einem neuronalen Netz werden fortlaufend Trainingsdatensätze aufgezeichnet. Dazu werden Wiesen auf denen die Zielpflanze wächst mit einem mobilen Kameragestell befahren und der Bestand aus einer konstanten Höhe abgefilmt. Im Nachgang werden die Videodaten gesichtet und die Zielpflanzen mit einer rechteckigen Box markiert, um einzelne Bilder daraus extrahieren zu können. Diese Einzelbilder werden verwendet um den bildanalytischen Algorithmus zu trainieren.

Zur Prüfung der Erkennungsleistung werden zusätzliche Datensätze nötig, die nicht bereits zum Trainieren verwendet wurden. Mit dem aktuellen Stand des Erkennungsmodells lassen sich basierend auf digitalen Tests etwa 67 Prozent der Herbstzeitlosenpflanzen im Frühjahr

detektieren. Entsprechend der größeren Herausforderung bei einer Grün-in-Grün Erkennung gegenüber einem kontrastreichen Merkmal, wie der auffälligen rosafarbenen Blüte, ist dieses Ergebnis durchaus als gut für den ersten Schritt der Modellentwicklung anzusehen.

Durch die Veränderung des Schwellenwerts lässt sich die Sensitivität beeinflussen. Ein senken dieses Werts löst die Steuerung bereits bei geringerer Wahrscheinlichkeit für die richtige Klassifizierung einer Pflanze aus, dies erhöht die Gesamtzahl an erkannten Herbstzeitlosen (true positives) aber auch falsch erkannten Pflanzen anderer Art (false positives). Aufgrund der nicht-chemischen Wirkweise ist dies durchaus zur Maximierung der Gesamtanzahl behandelter Herbstzeitlosen denkbar, da nur durch möglichst viel entfernte Pflanzen eine nachhaltige Zurückdrängung erreicht werden kann.

Der steuerungstechnische Aufbau des Wasserstrahlgerätes wurde um die Echtzeit-Pflanzenerkennung erweitert. Nachdem die Kamerasteuerung implementiert war, wurde der Funktionsablauf in 2024 zunächst in Trockenversuchen getestet. Im kommenden Jahr erfolgt die Erprobung und Untersuchung im reellen Feldeinsatz. Parallel dazu erfolgte der Aufbau eines Gerätes mit 6 Metern Arbeitsbreite bei Martin Energietechnik. Einige Optimierungen wurden daran im Zuge der Entwicklung umgesetzt und die Komponenten der Wasserhydraulik für die höhere Leistung angepasst. Das klappbare Frontanbaugerät wurde 2024 erstmals der Öffentlichkeit vorgestellt (Abbildung 34).



Abbildung 34: Neues Wasserstrahlgerät mit 6 Meter Arbeitsbreite und 24 Hochdruckdüsen sowie 4 Kameras zur Pflanzendetektion (Foto: Mattheis/MartinEnergietechnik)

Zur Optimierung der wasserhydraulischen Einstellungen bei der Bekämpfung von Herbstzeitlosen werden mehrjährige Parzellenversuche durchgeführt. Im Gegensatz zu bisherigen Versuchen erfolgt die Behandlung dabei dynamisch, d.h. während der Überfahrt mit konstanter Geschwindigkeit werden kurze Sprühstöße ausgelöst. Die Parameter Fahrgeschwindigkeit und Düsengröße werden variiert, um deren Einfluss auf den Zurückdrängungserfolg zu untersuchen. Als Prüfkriterium wird die Anzahl der Schadpflanzen zum Zeitpunkt der Ernte betrachtet. Der Vergleich mit dem ermittelten Ausgangsbestand lässt Rückschlüsse auf die Reduktionsrate zu. Gleichmaßen wird der Wiederaufwuchs im nächsten Jahr für die langfristige Rückdrängung bonitiert.

Zusätzlich zur Versuchsanlage im Tiefenbachtal wurde im Jahr 2024 ein weiterer Versuch in Neuffen angelegt. Dies wurde zum Ausschluss eines Effekts durch die gleichzeitige Beweidung durch Pferde unternommen.

Streifenförmige Parzellen mit 10 x 0,25 m wurden gewählt, um die Überfahrt und Bekämpfung mit einer einzelnen Düse, die eine Arbeitsbreite von 25 cm hat, nachbilden zu können. Es finden zwei Behandlungsmaßnahmen statt, bei denen zuvor die Pflanzenanzahl ausgezählt und die Standorte mit Kreuzstäbchen markiert werden.

Bei der Überfahrt mit dem mobilen Fahrgestell wird die daran montierte Düse von einer zweiten Person nur dort aktiviert, wo auch eine Pflanze wächst. Neben den wasserhydraulischen Varianten gibt es noch den zweifachen mechanischen Schnitt und die Kontrolle ohne Behandlungsmaßnahme.

Tabelle 17: Bezeichnung und Beschreibung der Versuchsvarianten

Variante	Beschreibung
K	Kontrolle
Mech	Mechanischer Schnitt
200	Rotordüse 0,9 mm 2 km/h
200s	Rotordüse 0,9 mm 4 km/h
350	Rotordüse 1,15 mm 2 km/h
350s	Rotordüse 1,15 mm 4 km/h

Um für die Schadpflanzen Ampfer und Jakobskreuzkraut einen geeigneten Verfahrensablauf bestimmen zu können, werden die Versuchstätigkeiten darauf ausgeweitet. Dabei wird zunächst auf grundsätzliche Erkenntnisse bei der Behandlung mit dem wasserhydraulischen Verfahren abgezielt. Die Anwendungshäufigkeit und der richtige Zeitpunkt für einen größtmöglichen Bekämpfungserfolg sollen ermittelt werden.

Zentrale Ergebnisse

Die Ergebnisse aus dem zweiten Versuchsjahr zeigten Reduktionsraten auf gleichem Niveau wie im Vorjahr, aufgeführt in Tabelle 18.

Tabelle 18: Mittlere relative Reduktion des Herbstzeitlosenbestandes über zwei Behandlungen mit 6 bzw. 5

Jahr	Versuchsanlage	Variante					
		K	Mech	200	200s	350	350s
2023	Mittlere rel. Reduktion (%)	44	95	65	71	92	93
	Standardabweichung	0,194	0,064	0,282	0,211	0,073	0,083
2024	Mittlere rel. Reduktion (%)	28	92	45	32	95	90
	Standardabweichung	0,201	0,065	0,040	0,081	0,170	0,271
2024	Mittlere rel. Reduktion (%)	28	95	/	/	94	92
	Standardabweichung	0,106	0,035			0,043	0,039

Dies bestätigt, dass mit der größeren Düse unabhängig von der Fahrgeschwindigkeit eine Schadpflanzenreduktion auf etwa dem Niveau des mechanischen Schnitts erzielt werden kann. Bei der kleineren Düsengröße fiel die Reduktionsrate nochmal geringer aus als im Vorjahr. Der Einfluss der Witterungsbedingungen auf den natürlichen Rückgang wird im Vergleich zwischen den Jahren 2023 und 2024 besonders deutlich. Während das Frühjahr 2023 sehr trocken und warm war, herrschten 2024 gemäßigte Temperaturen und eine gute Wasserversorgung. Dies ist nicht nur an den Reduktionsraten der Kontrollvarianten zu erkennen, sondern auch an denen der kleineren Düsenvariante. Bei guten Wuchsbedingungen, wie im Jahr 2024,

sind die Reduktionsraten mit der kleinen Düse nochmal schlechter und auch der negative Einfluss einer erhöhten Fahrgeschwindigkeit wird größer.

Die große Düsenvariante wurde davon nicht beeinflusst und zeigte über beide Versuchsjahre und dem neu dazugekommenen Versuch wiederholt ein konstant gutes Ergebnis. Der mechanische Schnitt lässt sich präziser durchführen als die Behandlung während der Überfahrt mit den Düsenvarianten, was den stabil hohen Reduktionswert erklärt.

Ein Verfehlen der Zielpflanze ist beim einzeln durchgeführten Schnitt mit der elektrischen Grasschere unwahrscheinlich, was wiederum bei den dynamischen Anwendungen durch leicht versetztes Fahren oder fehlerhaftes Auslösen des Hochdruckstrahls eher vorkommen kann.

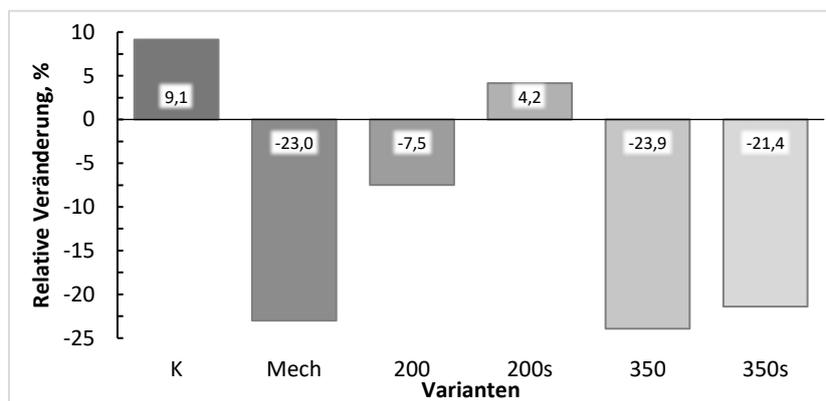


Abbildung 35: Bestandsveränderung nach dem ersten Versuchsjahr 2023 relativ zum Ausgangsbestand vor der ersten Maßnahme im Jahr 2024

Abbildung 35 zeigt die relative Bestandsänderung nach dem ersten Jahr vom Versuch im Tiefenbachtal in Nürtingen. Grundlage bildet der initiale Ausgangsbestand beider Jahre vor der ersten Behandlungsmaßnahme. Daran werden die unterschiedlichen Behandlungsintensitäten erkennbar, die mit den Reduktionsraten aus Tabelle 18 korrelieren. Die große Düsenvariante 350 hat auch hier einen vergleichbaren Wert wie der mechanische Schnitt und reduziert den Schadpflanzenbestand um mehr als 23 Prozent. Durch die schnellere Fahrgeschwindigkeit bei der Variante 350s hat der Wasserstrahl weniger aktive Wirkzeit, um die Herbstzeitlosenpflanze mehrfach zu treffen und zu zerkleinern, was sich an der geringfügig kleineren Reduktionsrate widerspiegelt. Noch eindeutiger fällt dies bei den kleinen Düsenvarianten aus, wobei sogar eine Zunahme des Schadpflanzenbestandes um 4,2 Prozent bei der schnelleren Fahrt beobachtet werden konnte. Positiver Nachweis ist dieses Ergebnis für eine nachhaltige Reduzierung des Herbstzeitlosenvorkommens mit dem wasserhydraulischen Verfahren.

Eine Anwendung erbringt demnach nicht nur den Nutzen von nahezu giftpflanzenfreiem Futter zum Zeitpunkt der Ernte, sondern führt durch die Schädigung im Frühjahr auch zu einem reduzierten Neuaustrieb in der folgenden Saison.



Abbildung 36: Zerkleinerte Fragmente von Herbstzeitlosenpflanzen wie sie nach der Behandlung auf der Fläche verbleiben und dort bis zur Heuernte Mitte Juni zersetzt werden

Die untersuchten Geschwindigkeiten von 2- und 4 km/h liegen in einem praktikablen Bereich für die traktorgebundene Anwendung, ohne eine signifikante Abnahme der Wirkung bei der großen Düsenvariante. Eine kleinere Düse verspricht in der Theorie die Einsparung von Wasser und damit eine geringere Aufwandmenge pro Hektar. Auch der mitzuführende Wasservorrat könnte dadurch kleiner ausfallen. In der Untersuchung zeigte sich aber, dass mit der geringeren Ausstoßmenge bei gleichem Druck auch die gewünschte Wirkung abnimmt. Dies ist ein wichtiger Aspekt für die Auslegung und Dimensionierung der späteren Geräte. Durch die Versuchstätigkeiten wurde die Düsenauswahl für das Wasserstrahlgerät bestätigt und die Reduktion der Ausstoßmenge über die Wahl einer kleineren Düse bis auf weiteres verworfen. Die Versuche werden über die Projektlaufzeit fortgeführt.

Veröffentlichungen

- Haußmann, I-L., Petrich, L., Lohrmann, G., Schmidt, V., Stoll, A. (2024): Bilddatenakquisition zur Entwicklung eines Machine-Learning-Detektors für Grünlandunkräuter. In (Hoffmann, C. et al., Hrsg.) Tagungsband 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, 27.-28.02., S. 287-292, 2024. ISBN 978-3-88579-738-8.
- Stoll, A., Haußmann, I.-L., Lohrmann, G., Petrich, L., Schmidt, V., Wittner, N., Aberle, E., Thiel, C., Terhaag, M., Mattheis, D., Martin, F. (2024): Entfernung von Schadpflanzen im Grünland mit Hochdruck-Wasserstrahlen. Tagungsband: 31. Deutsche Arbeitsbesprechung über Fragen der Unkrautbiologie und -bekämpfung; 27.-29. Februar 2024, Braunschweig, Julius-Kühn-Archiv. <https://doi.org/10.5073/20240108-112904-0>.
- Haußmann, I-L, Lohrmann, G., Stoll, A. (2024): Untersuchung zur Zurückdrängung von Herbstzeitlosen (*C. autumnale*) mit einem wasserhydraulischen Verfahren. 17. Wissenschaftstagung Ökologischer Landbau, Gießen, Deutschland, 05.-08.03.2024, <http://orgprints.org/>.
- Haußmann, I-L. (2024): Wasserstrahl trifft Unkraut. Deutscher Landwirtschaftsverlag, agrarheute Magazin, S.87-89, Ausgabe April 2024.
- Haußmann, I.-L., Lohrmann, G., Stoll, A., Petrich, L., Schmidt, V. (2024): Implementation of a real-time plant detector for a selective grassland weeding machine using high-pressure water jets. Proceedings of the Conference 81st International Conference on Agricultural Engineering LAND.TECHNIK/AgEng, Osnabrück, 6.-7.11.2024, (VDI-Berichte Nr. 2444, 2024), p. 297-302.
- Stoll, A. (2024): Unkräuter mit Wasser schneiden? Topagrar 53 (2024) H.11, S. 64-66.

2.3.5 Spoteejet: Water Jet Spot Weeding – Unkrautbekämpfung mit Hochdruckwasserstrahlen

Standort: Institut für Technik (IfT), Lehr- und Versuchsbetrieb (LVB) Jungborn

Projekt-Titel: Water Jet Spot Weeding - Unkrautbekämpfung mit Hochdruckwasserstrahlen (SpoteeJet)

Laufzeit: 01.01.2023 – 31.12.2024

Fördermittelgeber: 40% kofinanziert von der Europäischen Union EFRE, 50% Ministerium für

Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg, 10% HfWU-Eigenanteil

Projektleitung: Prof. Dr.-Ing. Albert Stoll

Projektbearbeiter/innen: Daniel Mayer, Annalena Baumann, Tobias Eberhard, Corinna Allevato

Hintergrund und Problemstellung

Zuckerrüben sind in der jungen Wachstumsphase noch sehr anfällig gegen Unkräuter. Bis die Zuckerrüben die Unkräuter erfolgreich zurückdrängen können, ist eine Unkrautbekämpfung unerlässlich. Nur so lässt sich ein späterer Ertragsverlust vermeiden. Da sich die EU zum Ziel gesetzt hat, bis 2030 50% der Pflanzenschutzmittel einzusparen, sind alternative Bekämpfungsmethoden gesucht. Herkömmliche Hackgeräte bekämpfen Unkräuter durch Entwurzeln, Abschneiden oder Verschütten mit mechanischen Werkzeugen. Diese Werkzeuge arbeiten zwischen den Reihen (intra-row). Eine Steigerung der Fahrgeschwindigkeit und damit der Flächenleistung erreicht man durch eine Führung der Hacke an der Kulturreihe mithilfe einer Kamera.

Damit auch Unkräuter in der Pflanzenreihe (in-row) bekämpft werden können, benötigt man sogenannte in-row-Hacken. Diese arbeiten überwiegend mit bildgebenden Verfahren und differenzieren Unkräuter und Kulturpflanzen mit neuronalen Netzen oder anhand von Farb- und/oder Größenunterschieden. Ungünstige Lichtverhältnisse, sowie starke Verunkrautung können die Pflanzendetektion jedoch beeinträchtigen und damit die exakte Steuerung der Bekämpfungswerkzeuge erschweren.

Das Ziel des Projekts SpoteeJet war die Entwicklung eines nicht-chemisches Unkrautbekämpfungsgerätes als Prototyp für den intra- und den in-row-Bereich, welcher auf Kameras verzichtet. Das Gerät arbeitet mit mechanischen Gänsefußscharen zwischen den Kulturpflanzenreihen und mit Hochdruckwasserstrahlen in den Reihen. Die Punktstrahldüsen werden anhand der GNSS-Koordinaten (Global Navigation Satellite System) der Zuckerrüben aktiviert bzw. deaktiviert. Die Koordinaten der Zuckerrüben werden bei der Aussaat aufgezeichnet (Abbildung 37).



Abbildung 37: SpoteeJet Prototyp zum Projektende im Dezember 2024

Die Saatgutdetektion

Für die Untersuchung der Saatgutkartierung wurde eine Exakt-Sämaschine vom Typ Kverneland Monopill verwendet, welche mit dem Geoseed Modul Typ I ausgestattet ist. Die einzelnen Säaggregate der Sämaschine werden sowohl mit der Fahrgeschwindigkeit als auch untereinander synchronisiert. Dadurch kann die Sämaschine das Saatgut wahlweise in einem exakten Rechteck- oder Dreieckverband ablegen (Abbildung 38).



Abbildung 38: Ablagemuster der Präzisionssämaschine im Rechteckverband

Die Säaggregate sind ab Werk mit einer Lichtschranke ausgestattet, um den Saatgutfluss zu überwachen, Verstopfungen oder einen leeren Saatguttank zu erkennen und entsprechend eine Warnmeldung zu veranlassen. Die Sämaschine wurde um eine eigene Messtechnik erweitert. Dadurch ist es möglich, aus den Signalen der Lichtschranke und den Positionssignalen des GNSS-Empfängers die Position der Zuckerrübenpillen bei der Aussaat zu bestimmen.

Das Unkrautbekämpfungsgerät

Das Bekämpfungsgerät besteht aus zwei am Traktor angebauten Teilgeräten (Abbildung 39). In der Front wird eine technische Einheit mitgeführt, die neben den Steuerungskomponenten und dem Wassertank auch die Hochdruckwasserpumpe mitführt. Diese erzeugt den benötigten Wasserdruck von ca. 500 bar. Abbildung 39 zeigt den Baufortschritt der Fronteinheit.



Abbildung 39: Baufortschritt der selbst konstruierten und gebauten Frontplattform

Im Heckanbau wird eine modifizierte Reihenhacke mitgeführt. Diese wurde am IfT um eine Wasserverteilung und Hochdruck-Ventile erweitert. Punktrahlwasserdüsen leiten den Hochdruckwasserstrahl in die Kulturreihen. Abbildung 40 zeigt die Hacke im Originalzustand und im erweiterten Zustand mit der Hochdruckwasserhydraulikanlage.



Abbildung 40: Umbaufortschritt der Reihenhacke

Aussaatversuche

Um die Funktion und die Genauigkeit Saatgutdetektion zu untersuchen, wurden Testparzellen auf dem Versuchsfeld des IfT und dem Schlag 21 des LVB angelegt. Diese hatten eine Länge von ca. 60 m und eine Breite von 1,35 m, was drei Kulturpflanzenreihen entspricht. Die Kulturpflanzenreihen hatten einen Abstand von 450 mm und einen Pflanzenabstand in der Reihe von 250 mm. Als Fahrgeschwindigkeit der Sämaschine wurden 6 km/h und 8 km/h gewählt, die Ausgaberate des Satellitenortung war 50 Hz.

Nachdem die Zuckerrüben gekeimt hatten, wurden sie mit einem GNSS-Empfänger im Feld vermessen. Mit diesen Koordinaten konnte der Fehler zwischen der berechneten Koordinate von der Aussaat und der tatsächlichen Pflanzenkoordinate im Feld bestimmt werden (Abbildung 41).

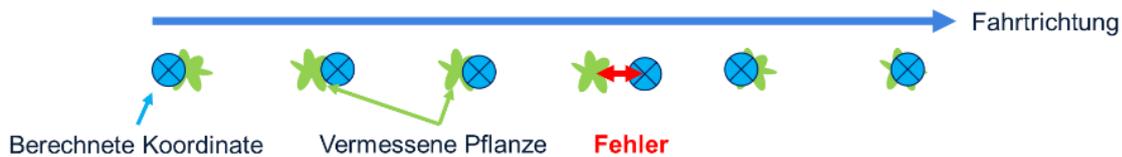


Abbildung 41: Bestimmung des Fehlers zwischen den berechneten und tatsächlichen Pflanzenpositionen im Feld

Zentrale Ergebnisse

Die Ergebnisse der Aussaatversuche zeigen eine Standardabweichung von 21 mm bis 42 mm und einen Mittelwert von 26 mm bis 45 mm (Tabelle 19). Schlechte Aussaatbedingungen durch grobe Bodenverhältnisse, die Position der GNSS-Antenne auf der Sämaschine sowie die Sägeschwindigkeit könnten Fehlerursachen sein. In zukünftigen Versuchen sollen die Versuchsparameter angepasst und weiter untersucht werden, um den Fehler zu reduzieren.

Tabelle 19: Ergebnisse der Aussaatversuche

Parzelle	Sägeschwindigkeit	n	Standardabweichung	Mittelwert
IfT-6	8 km/h	95	30,8 mm	45,9 mm
S21-10	8 km/h	123	39,7 mm	35,8 mm
IfT-10	6 km/h	110	42,9 mm	26,3 mm
S21-14	6 km/h	149	21,3 mm	38,8 mm

Aus den Saatgutpositionen wurde im nächsten Schritt eine Applikationskarte erstellt. Diese wurde auf die Steuerung des Unkrautbekämpfungsgerätes geladen. In einem Funktionstest konnte die korrekte Ansteuerung der Wasserdüsen gezeigt werden.

Die folgende Abbildung 42 zeigt einen Schaltvorgang. Deutlich zu erkennen ist, dass der Wasserstrahl kurz vor der rot umkreisten Zuckerrübe deaktiviert und kurz danach wieder aktiviert wurde.



Abbildung 42: Schaltvorgang der Wasserdüse beim Feldeinsatz mit Applikationskarte

Ausblick

Die Genauigkeit der Saatgutdetektion und -kartierung soll in weiteren Forschungsprojekten verbessert werden. Hierfür sind detaillierte Parzellenversuche geplant. Die Unkrautbekämpfungsfunktion, sowie die Wirkung auf den Ertrag soll in weiteren Versuchen ebenfalls näher betrachtet werden. Hierbei soll auch ein Fokus auf die Blattverschmutzung und -beschädigung der Kulturpflanzen gelegt werden.

Veröffentlichungen

Mayer, D., Baumann, A., Eberhard, T., Stoll, A. (2024): A new approach of in-row-weeding sugar beets – using high pressure water jets and GNSS-locations of the crops. Proceedings of the Conference 81st International Conference on Agricultural Engineering LAND.TECHNIK/AgEng, Osnabrück, 6.-7.11.2024, (VDI-Berichte Nr. 2444), p. 269-274.

Mayer, D.; Baumann, A.; Eberhard, T., Stoll, A. (2024): In-Row-Unkrautbekämpfung mit Hochdruckwasserstrahlen und GNSS-Lokalisation von Zuckerrüben. 44. Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik in der Land-, Forst- und Ernährungswirtschaft, 27.-28.02.2024, https://gil-net.de/wp-content/uploads/2024/02/GIL-2024_Spotee-Jet_HfWU_Mayer_V2.pdf

Gefördert von der Europäischen Union im Rahmen des Europäischen Fonds für regionale Entwicklung (EFRE) und vom Ministerium für Wissenschaft, Forschung und Kunst Baden-Württemberg

2.3.6 LTZ Silomais: Diversifizierung des Silo- und Energiemaisbaus im konventionellen und ökologischen Landbau - Phase 3: Praxisversuche zur Biodiversitätswirkung blühender Untersaaten und Blühstreifen im Mais

Standort: On-Farm-Versuche auf 5 Standorten in Baden-Württemberg (Denkendorf, Dettenheim, Gerstetten, Jungborn, Wertheim)

Projekt-Titel: Diversifizierung des Silo- und Energiemaisbaus im konventionellen und ökologischen Landbau

Teilprojekt: Praxisversuche zur Biodiversitätswirkung blühender Untersaaten und Blühstreifen im Mais

Laufzeit: April 2022 – Dezember 2025 (Projektphase 3)

Fördermittelgeber: Ministerium für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz (MLR) im Rahmen des Sonderprogrammes zu Stärkung der biologischen Vielfalt

Projektleitung: Prof. Dr. Maria Müller-Lindenlauf

Projektbearbeiter/innen: Freya Zettl, Clemens Baier, Sabine Kurz, Hannah Weinläder, Daniel Villwock

Projektpartner: Landwirtschaftliches Technologiezentrum Augustenberg (LTZ), Landwirtschaftliches Zentrum Baden-Württemberg Aulendorf (LAZBW)

Hintergrund und Problemstellung

Erkenntnisse aus den Versuchen 2022 und 2023 haben gezeigt, dass blühende Untersaaten in Mais etabliert werden können und einen positiven Effekt auf Wildbienen haben. Im Vergleich zu Blühstreifen ist der Effekt auf Wildbienen zwar geringer, durch die flächige Anwendung der Untersaaten jedoch auf einer großen Fläche vorhanden gegenüber der räumlich begrenzten Blühstreifen. Die Umsetzung der blühenden Untersaat unter Verwendung einer Reihenbandspritze ist jedoch nur bedingt praxistauglich und technisch herausfordernd. Daher wurde 2024 die Verwendung der Hacke zur Kontrolle der Untersaat erprobt.

Weiterhin wurde der Effekt einer reduzierten mechanischen Beikrautkontrolle durch die Hacke, ohne eine blühende Untersaat, erfasst. Als Indikatororganismen zur Erfassung des Effektes auf die Biodiversität wurden Wildbienen und Schwebfliegen gewählt. In den Versuchen der Jahre 2022 und 2023 zeigte sich nur ein geringer Effekt auf epigäische Insekten wie Lauf- und Kurzflügelkäfer, während Wildbienen stark positiv von der blühenden Untersaat beeinflusst wurden. Die Lauf- und Kurzflügelkäfer wurden daher in der Versuchssaison 2024 nicht erneut erfasst.



Abbildung 43: Mais mit blühender Untersaat (links), Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz (Mitte), betriebsüblicher Maisanbau (rechts)

Versuchsfragen

1. Hat reduzierter mechanischer Pflanzenschutz einen positiven Effekt auf bestäubende Insekten in Maisfeldern?
2. Wie groß ist der Effekt der natürlich vorkommenden Beikrautflora im Vergleich zu einer angesäten blühenden Untersaat auf bestäubende Insekten?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Auf fünf Praxisbetrieben in Baden-Württemberg wurde auf Teilflächen von Praxisflächen drei Maisanbauvarianten angelegt (Abbildung 44). Variante 1 ist der betriebsübliche Maisanbau. In Variante 2 und 3 wurde reduzierter mechanischer Pflanzenschutz durchgeführt. In Variante 3 wurde zusätzlich zur Aussaat des Mais eine blühende Untersaat ausgebracht.

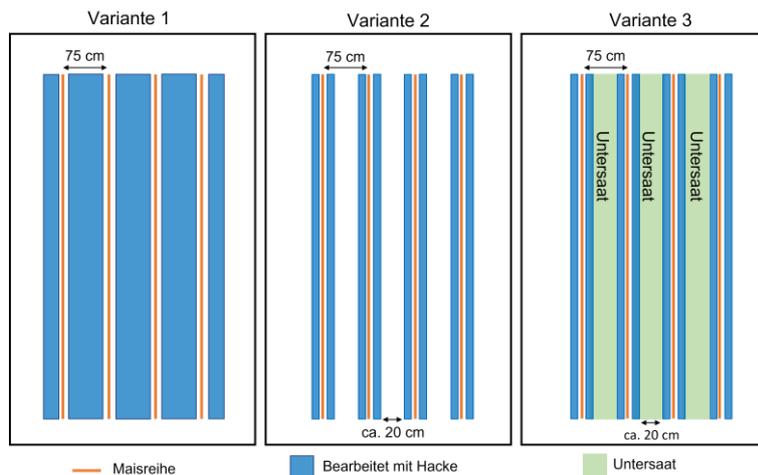


Abbildung 44: Teilflächen mit reinem Mais, Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz sowie Mais mit reduziertem mechanischem Pflanzenschutz und blühender Untersaat

Der Mais wurde mit einem Reihenabstand von 75 cm gesät, die Blümmischung (10 kg/ha) wurde unmittelbar danach in einem zweiten Arbeitsgang flächig ausgebracht. In Variante 1 wurde betriebsüblicher Pflanzenschutz angewandt. In Variante 2 und 3 wurde mechanischer Pflanzenschutz durchgeführt, wobei ein 20-40 cm breiter Bereich zwischen den Maisreihen unbearbeitet blieb.

Pro Versuchsstandort erfolgten jeweils vier Wildbienen- und Schwebfliegenerfassungen die von Pflanzenbonituren der Untersaat und Beikrautflora begleitet wurden. Zur Bestimmung des Biomasse-Ertrags (TM-Ertrag) wurden je Teilfläche drei Quadratmeterschnitte durchgeführt. Zur Ermittlung der Ertragsanteile wurden Biomasseanteile nach Mais, Beikräutern und Untersaat aufgeteilt. Zur Ermittlung des Kornertrags auf Körnermaisflächen wurde auf je fünf Quadratmetern pro Variante alle Kolben von den Maispflanzen entfernt. Von diesen wurden die Körner mechanisch entfernt und die Trockenmasse bestimmt.

Zentrale Ergebnisse

Die Untersaat entwickelte sich an allen Praxisstandorten sehr stark, was auf die feucht-warme Witterung des Frühjahres 2024 zurückgeführt werden kann. Bis auf den Saat-Lein (*Linum usitatissimum*) konnten sich alle Arten der Untersaatmischung an allen Standorten etablieren. Durch die Untersaat konnten Beikräuter erfolgreich unterdrückt werden. Die Beikrautdeckung

in dieser Variante war ähnlich zu der Beikrautdeckung im reinen Mais. In Variante 2 des Versuches kam es wie erwartet zu einer starken Entwicklung der Beikrautflora. Die reinen Mais-Bestände wiesen allgemein niedrige Pflanzen- und Blütendeckungen auf.

Die Insektenerfassungen zeigten die höchsten Individuen- und Artenzahlen von Wildbienen in der blühenden Untersaat. Variante 2 mit reduziertem Pflanzenschutz zeigte auch erhöhte Zahlen an Wildbienen, jedoch in geringerem Maß als die blühende Untersaat. Schwebfliegen profitierten auch am meisten von der Untersaat, Variante 2 führte jedoch auch zu erhöhten Arten und Individuenzahlen. Schwebfliegen sind weiterhin auch in reinen Maisbeständen zu finden.

Die Erträge in den Flächen mit reduziertem Pflanzenschutz lagen unter denen des reinen Maises. Die Biomasse des Maises lag in den Flächen ohne blühende Untersaat im Mittel 23% unter der des reinen Maises, in den Flächen mit blühender Untersaat 39% darunter. Auch der Kornertrag auf den vier Standorten mit Körnermais lag für die Versuchsflächen unter denen der Mais-Reinkultur. Die Flächen ohne Untersaat hatten im Mittel 8% weniger Ertrag, während die Flächen mit Untersaat 28% weniger Kornertrag aufwiesen. Es gab auf den verschiedenen Flächen auch starke Schwankungen des Ertragsrückganges, was vor allem auf die Stärke des Hackens und das Unkrautpotential der Flächen zurückgeführt wird.

Ausblick

Der Effekt des reduzierten Pflanzenschutzes ohne und mit Untersaat soll in einer weiteren Versuchssaison weiter erfasst werden. Hierdurch sollen verlässliche Daten zum Einfluss des reduzierten Pflanzenschutzes auf die Biodiversität gesammelt werden um eine wissenschaftliche Publikation der Daten zu ermöglichen. Zur Reduzierung des Ertragsverlustes soll die Hackbreite vergrößert werden, um so eine bessere Kontrolle der Untersaat zu erreichen.

Veröffentlichungen

Ergebnisse des Versuches wurden in der Fachzeitschrift DLG Saatgutmagazin veröffentlicht. Eine wissenschaftliche Publikation ist in Bearbeitung.



Abbildung 45: Logo Sonderprogramm

2.4 Bachelorarbeiten Jungborn

2.4.1 Bachelorarbeit Rieke Teutsch: Hat das Verwenden von Gitterpflastern (CrossLinqs®) einen Effekt auf die Schrittlänge und den Bewegungsablauf eines Pferdes?

Zu Beginn dieser Bachelorthesis wurde die Frage gestellt, ob die Gitterpflaster (Cross-Linqs®) einen Effekt auf die Schrittlänge und den Bewegungsablauf eines Pferdes haben. Hierfür wurden die Meridiane, welche man aus der traditionellen chinesischen Medizin (TCM) kennt, genutzt. Es gibt viele verschiedene Meridiane, welche jeweils einem Organ zugeordnet sind, eine bestimmte Wirkung für den Körper haben und durch Nummern und Bezeichnungen differenziert werden.

Im erstem Versuchsteil wollte man herausfinden, ob die CrossLinqs® die Schrittlänge beeinflussen können. Hierfür wurden zwei Punkte des Magen-Meridians verwendet, Ma35 und Ma36. Das Ergebnis zeigte, dass die CrossLinqs® über die beiden Punkte einen signifikanten Einfluss auf die Schrittlänge haben, sodass bei sechs von neun Pferden die Schrittlänge nach den sieben Versuchstagen erhöht wurde.



Abbildung 46: Pferd beim Führen über die glatte Sandfläche, Quelle R. Teutsch

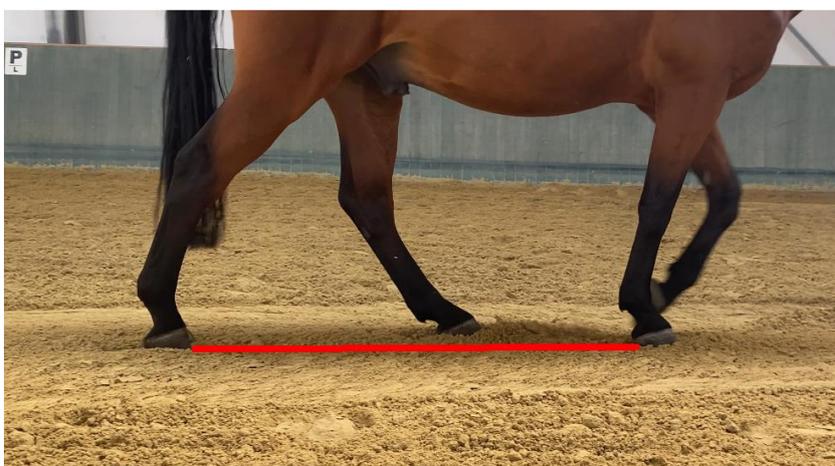


Abbildung 47: Messung der Schrittlänge, Quelle: R. Teutsch

Der zweite Versuchsteil wurde genutzt, um herauszufinden, ob durch das Verwenden der CrossLinqs® der Winkel des Schweifes verändert wird. Durch vorherige Recherche war bekannt, dass der Meridian des Lenkergefäßes Lg2 einen Einfluss auf die Haltung des Schweifes hat. Nach den Messungen zeigte sich, dass auch dieser Versuch positiv abschloss. Denn bei sieben von neun Pferden konnte man nach Abschluss des Versuches einen geringeren Winkel ermitteln.



Abbildung 48: Pferd 3 mit Cross-Linqs® an Ma35 & 36, Quelle: R. Teutsch



Abbildung 49: Pferd 5 mit Cross-Linqs® an Ma35 & 36, Quelle: R. Teutsch

Wie die Ergebnisse zeigen, haben die CrossLinqs® einen signifikanten Effekt auf die Schrittlänge und den Bewegungsablauf eines Pferdes. Da es zu diesem Thema nur wenige Versuche bzw. Studien gibt, sind weitere Erkenntnisse zu erwarten.

2.4.2 Bachelorarbeit Janina Braun: Flexibles Taping nach Heinbokel & Rudde: Entwicklung und Evaluation potenzieller Behandlungsstrategien mit flexiblem Tape bei Pferden zur Beeinflussung des Hufwachstums und von Fesselgelenksgallen

Das Taping beim Pferd ist eine Therapiemethode mit steigender Beliebtheit. Verschiedenste Tapeanlagen bei unterschiedlichsten Indikationen sind möglich. Vornehmlich werden muskuläre Techniken genutzt, aber auch zur Unterstützung von sehnigen Strukturen kommt das kinesiologische Tape zum Einsatz. Wenig Anwendung erfährt das Taping jedoch bislang an den Extremitäten. Das Bekleben der distalen Gliedmaßen bringt besondere Anforderungen mit sich. Das Tape muss großen Bewegungsamplituden folgen können und starker Belastung standhalten. Bei vielen Tapeanlagen kann dies zum Problem werden, wenn das Pferd in Kontakt mit Einstreumaterial, Urin, Kot oder Feuchtigkeit kommt. Auch die Behaarung der Gliedmaßen und die Haarstruktur kann eine Rolle spielen.

Diese Arbeit konzentriert sich auf die Betrachtung des Tapings der Gliedmaßen. Hierbei wurde insbesondere auch der Huf mit einbezogen. So wird untersucht, ob eine Stimulation des Kronrandes zu einem gesteigerten Wachstum des Hufes führen kann.



Abbildung 50: Untersuchung 1B, Zick-Zack-Tapig (J. Braun)

Ein anderer Teilbereich der Arbeit ist die Betrachtung der Entwicklung von Fesselgelenksgallen unter Einfluss einer lymphatischen Tapeanlage. Damit teilt sich die Untersuchung in 2 Teilbereiche: das Hufwachstum unter Einfluss von Taping und die Entwicklung von Fesselgelenksgallen unter Einfluss einer Tapeanlage. Für die Untersuchung des Hufwachstums werden zwei verschiedene Tapeanlagen untersucht. Zum einen wird für die Untersuchung 1a ein umlaufender Tapestreifen mit einer Breite von 6 cm ohne Unterbrechung auf den Kronrand aufgebracht. Zum anderen wird für die Untersuchung 1b ein Zick-Zack-Muster genutzt, welches aus drei V-förmig zugeschnittenen Tapes besteht. Für die Untersuchung konnten neun Pferde ausgewählt werden. Für die Untersuchung der Gallen waren es lediglich vier Pferde.



Abbildung 51: Messpunkt Trachtenhöhe (J. Braun)

Die Analyse mit dem Statistikprogramm „R“ ergab für die Untersuchung 1a eine Signifikanz für zwei von fünf Wachstumsparametern, wohingegen bei der Untersuchung 1b nur ein Wachstumsparameter signifikant war. Bei der Untersuchung der Gallen konnte aufgrund der geringen Stichprobengröße keine Signifikanz festgestellt werden.

Weiterhin konnten für weitere Untersuchungen wichtige Kriterien erarbeitet werden, um die Ergebnisse auch auf eine größere Grundgesamtheit übertragen zu können.

2.5 Promotionsprojekte am LuV Jungborn

Projekt-Titel: Digitalisierung in der Pferdewirtschaft (DiWenkLa-Teilprojekt)

Standort: On-Farm Research: LuV Jungborn, Pferdebetrieb Rappenhof, RC Horkheim, Haupt- und Landgestüt Marbach

Projektbearbeiter/innen: L. Speidel, M. Pfeiffer

Projektleitung: Prof. Dr. Dirk Winter

2.5.1 Einsatz von digitalen Technologien auf pferdehaltenden Betrieben als Beitrag zur Steigerung des Tierwohls und der Tiergesundheit (M. Pfeiffer)

Hintergrund und Problemstellung

Trotz der Domestikation der Pferde vor vielen Tausend Jahren, haben sich die Ansprüche der Pferde an ihre Lebensumstände kaum geändert (Pick et al. 2016). Das Verhalten der Pferde lässt darauf deuten, ob die Anpassung an eine Haltungsumgebung gelingt oder nicht. Gleichzeitig spiegeln sie auch den emotionalen Zustand eines Tieres wider. Treten bestimmte Verhaltensweisen gehäuft auf, können sie zu chronischem Stress und in der Folge zu Verhaltensstörungen führen.

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Darstellung verschiedener Möglichkeiten für pferdehaltende Betriebe, digitale Technologien zur Sicherstellung des Tierwohls und der Tiergesundheit einzusetzen, um Langzeitaktivitäten wie die Nahrungssuche und –aufnahme sowie das Ruhe- und Fortbewegungsverhalten von Pferden zu erfassen, um auf Grundlage der erfassten Indikatoren praxisrelevante Fragestellungen zu beleuchten. Hierzu wurde ein videobasiertes System, mit integrierter Künstlicher Intelligenz der Firma ACARiS GmbH, sowie Beschleunigungs- und Kuschlagsensoren der Firma ITIN+HOCH GmbH auf verschiedenen Praxisbetrieben eingesetzt. Um einen Überblick über die Umsetzung der Forderungen des Tierschutzgesetzes zu gewinnen, wurde eine Online-Befragung von Betriebsleiter*innen pferdehaltender Betriebe in Deutschland durchgeführt. Des Weiteren wurden zur Beurteilung des Aktivitätsbudgets von Pferden, zur Beurteilung von Verhaltensänderungen am Beispiel von Zuchtstuten und zur Beurteilung von Managemententscheidungen im Bereich der Pferdefütterung und –haltung die Langzeitaktivitäten Futtersuche und –aufnahme sowie das Ruhe- und Bewegungsverhalten verschiedener Pferde auf den Praxisbetrieben durchgeführt. Bei der Bewertung des Nutzens neuer Technologien auf dem Pferdebetrieb spielt auch die Reaktion der Pferde eine Rolle. Am Beispiel der Umstellung des Fütterungssystems von händischer auf automatisierte Pferdefütterung in der Einzelhaltung wurden Alarmsignale sowie Herzfrequenzen von Pferden erfasst.

Forschungsfragen und Zentrale Ergebnisse

Forschungsschwerpunkt 1 widmet sich der Fragestellung, wie pferdehaltende Betriebe in Deutschland die Forderungen im Rahmen des Tierschutzgesetzes, vor allem in Hinblick auf die Eigenkontrollpflicht umsetzen und wie digitale Technologien die Betriebsleitung unterstützen können. Hierzu wurde ein Online-Fragebogen erstellt, 136 Betriebsleitende haben an der Umfrage teilgenommen, davon haben 93 Betriebsleiter*innen den Fragebogen vollständig ausgefüllt. Deutlich wurde, dass einige Betriebe den Anforderungen des Tierschutzgesetzes in den Bereichen Ernährung, Pflege, Unterbringung und Haltung sowie der Kontrolle erforderlicher Kenntnisse in nicht ausreichendem Maße nachkommen, 37% der Betriebsleitenden füh-

ren keine Rationsberechnungen durch, in 67% der Betriebe fehlt eine Überprüfung des Ernährungszustandes der Pferde. Auch findet sowohl die sensorische Überprüfung der Futterqualität in 63% der Betriebe keine Beachtung, 73% der Betriebsleitenden führen keine Untersuchung der Futtermittelqualität im Labor durch. In 29% der Betriebe findet keine tägliche Überprüfung des Wohlbefindens der Pferde statt, 5% der Betriebsleitenden geben an, dass die tägliche, freie Bewegung der Pferde auf ihrem Betrieb nicht sichergestellt ist. Zudem schreibt das Tierschutzgesetz vor, dass eine Überprüfung erforderlicher Kenntnisse und Fähigkeiten von Mitarbeitenden erfolgen muss, in 32% der Betriebe ist dies nicht der Fall. Durch den Einsatz der genannten Techniken werden Ansprüche des Tierschutzgesetzes automatisch durch die kontinuierliche Erhebung von Indikatoren sichergestellt. Zudem dienen digitale Technologien auch der Dokumentation und Nachvollziehbarkeit von Daten, die zwar nicht ausdrücklich durch das Tierschutzgesetz vorgeschrieben ist, allerdings stellt sich die Frage, wie die Durchführung der betrieblichen Eigenkontrolle ohne Dokumentation nachgewiesen werden kann.



Abbildung 52: Horse Protector der Firma ACARiS GmbH, Quelle: ACARiS GmbH

Forschungsschwerpunkt 2 widmet sich der Fragestellung, welche Informationen hinsichtlich des Tierwohls und der Tiergesundheit Betriebsleitende durch den Einsatz von digitalen Technologien am Beispiel eines videobasierten Systems, gestützt durch Künstliche Intelligenz, Pedometer und Kauschlagsensoren erhalten können. Hierzu wurde das Aufnahmeverhalten von Rau- und Krippenfutter, die Trink-, Liege- und Stehdauern jeweils in Minuten pro Tag während des Aufenthaltes in der Pferdebox sowie die Anzahl an Schritten und Kauschläge pro Tag im Praxisbetrieb A (N=4 Pferde), Praxisbetrieb B (N=6 Pferde) und im Praxisbetrieb C (N=4 Pferde) zu allen vier Jahreszeiten 2022 erhoben. Freilebende Pferde verbringen 60% ihres Tages mit der Futtersuche und –aufnahme (Kiley-Worthington 1990), im Praxisbetrieb A beschäftigen sich die Pferde 32,7% der Zeit während dem Aufenthalt in der Pferdebox mit der Raufuttersuche und –aufnahme, im Praxisbetrieb B 21,9% und im Praxisbetrieb C 34,9% der Zeit. Anzumerken ist, dass sich die Werte auf die Zeit während dem Aufenthalt in der Pferdebox beziehen, eine zusätzliche Raufutteraufnahmezeit kann auf der Weide generiert werden. Die Parameter Krippenfutteraufnahme sowie Trinkdauern in Minuten pro Tag wurden auf den Praxisbetrieben nicht zuverlässig erfasst. In Hinblick auf die Liegedauern verbringen die Pferde in Praxisbetrieb A 4,2% der Zeit während dem Aufenthalt in der Pferdebox mit Liegen, im Praxisbetrieb B 8,4% und im Praxisbetrieb C wurde eine Liegedauer von 7,6% erfasst. Auch dabei ist anzumerken, dass zusätzliche Liegedauern durch den Aufenthalt auf externen Pad-

docks und der Weide möglich sind. In freier Wildbahn wurde eine Liegedauer von 10% beobachtet (Kiley-Worthington 1990). Bezüglich der Stehdauern in Minuten pro Tag wurde festgestellt, dass die Pferde im Praxisbetrieb A 48,1% ihrer Zeit während des Aufenthaltes im Stehen verbringen, im Praxisbetrieb B wurde eine Stehdauer von 40,1% erfasst, im Praxisbetrieb C 27,2%. KILEY-WORTHINTON 1990 beobachtete eine Stehdauer bei freilebenden Pferden von 20%. Auch die Schrittzahl pro Tag wurde auf den Betrieben erfasst, im Durchschnitt über alle Jahreszeiten hinweg wurden 1.530 Schritte pro Tag auf Praxisbetrieb A, 1.383 Schritte auf Praxisbetrieb B und 755 Schritte auf Praxisbetrieb C mit Hilfe von Pedometern erhoben. Ein Halfter mit Drucksensor erfasste die Kauaktivität der Pferde auf den Betrieben, im Praxisbetrieb A wurden 35.622 Kauschläge pro Tag erfasst, im Praxisbetrieb B 34.866 Kauschläge und im Praxisbetrieb C 33.677 Kauschläge pro Pferd und Tag. Die Aufzeichnungen verdeutlichten, dass die Langzeitaktivitäten gegenüber dem natürlichen Zeitbudget freilebender Pferde zum Teil stark abweichen, sich jedoch in die Werte, die in vorausgegangenen Untersuchungen in heutigen Haltungsumgebungen erfasst wurden, einordnen lassen. Die Erfassung der Langzeitaktivitäten kann auch zur Beurteilung von Verhaltensänderungen herangezogen werden.

Forschungsschwerpunktes 3 widmet sich nachfolgender Langzeitaktivitäten wie Aufnahmedauer von Raufutter, Liege- und Stehdauern von Zuchtstuten im Praxisbetrieb D (N=27 Zuchtstuten) drei Stunden vor Geburt mit der Fragestellung der Verhaltensveränderung im angegebenen Zeitraum. Hierzu wurde ein intelligentes Kamerasystem, mit integrierter Künstlicher Intelligenz, in den Abfohlboxen installiert. Die erhobenen Parameter verdeutlichen, dass die Liegedauern der Stuten zwei Stunden vor Geburt im Vergleich zu einer Stunde vor Geburt von vier Minuten auf 25 Minuten pro Stunde statistisch signifikant zunehmen und die Stehdauern von 33 Minuten auf 17 Minuten signifikant abnehmen, ebenso wie die Aufnahmedauern von Raufutter von 22 Minuten auf 18 Minuten.

Forschungsschwerpunkt 4 widmete sich der Fragestellung, in wieweit es möglich ist, durch die Erfassung von Langzeitaktivitäten Managemententscheidungen aus Sicht des Tierwohls im Bereich der Pferdefütterung und Haltung zu beurteilen. Zum einen wurde die Umstellung der händischen Fütterung auf eine automatisierte Fütterung in der Einzelhaltung auf Praxisbetrieb A (N=3 Pferde) beleuchtet, zum anderen die Umstellung der Einstreuart von Stroh auf Grünschnittkompost in Praxisbetrieb B (N=6 Pferde). Bei der Umstellung der Einstreuart in Praxisbetrieb B wurde deutlich, dass sich die Umstellung von Stroh auf Grünschnittkompost sowohl auf die Futteraufnahmedauern, als auch auf die Liegedauern deutlich auswirken. In Phase 1 (Einstreu mit Stroh) verbrachten die Pferde 231,0 Minuten \pm 91,03 Minuten pro Tag mit der Raufuttersuche und -aufnahme, in Phase 2 (Einstreu mit Grünschnittkompost) sank die Aufnahmedauer auf 181,77 Minuten \pm 71,45 Minuten pro Tag, in Phase 3 (Einstreu mit Grünschnittkompost und dünner Strohschicht) betrug die Aufnahmedauer von Raufutter 196,0 Minuten \pm 91,89 Minuten pro Tag. In Phase 1 wurde eine Liegedauer von 137,83 Minuten \pm 49,71 Minuten pro Tag erfasst, in Phase 2 betrug die Liegedauern im Durchschnitt 50,50 Minuten \pm 47,40 Minuten und in Phase 3 102,67 Minuten \pm 61,83 Minuten.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass es durchaus möglich ist, durch die Erfassung von Langzeitaktivitäten Haltungsentscheidungen und Haltungssysteme zu bewerten und in Bezug auf die Tiergerechtigkeit zu überprüfen. Auch die Reaktionen der Pferde auf den Einsatz digitaler Technologien wurden überprüft. Als Praxisbeispiel diente die Umstellung des Fütterungssystems von händischer Krippen- und Raufutterfütterung auf eine automatisierte Fütterung der Pferde im Praxisbetrieb A (N=3 Pferde) und B (N=3 Pferde). Die Erfassung der Reaktionen

der Pferde erfolgten anhand von Direktbeobachtungen von Alarmsignalen sowie die Aufzeichnung der Herzfrequenz fünf Minuten vor Fütterungsbeginn bis zur Fütterung des letzten Pferdes, jeweils bei der Vorlage von Krippen- und Raufutter sowie zu zwei unterschiedlichen Fütterungszeitpunkten. Bezüglich der Alarmsignale konnte festgestellt werden, dass die Pferde eine signifikant höhere Anzahl an Alarmsignalen bei der händischen Krippen- und Raufuttervorlage bei der Morgen- und Abendfütterung zeigten. Am häufigsten zeigten die Pferde Verhaltensweisen wie das Drohen (19%), Leerkauen (16%), Kopfschlagen, beziehungsweise Kopfschütteln (13%) und Scharren (9%). Auch die Herzfrequenzen der Pferde bei der händischen Krippenfütterung lagen signifikant über den Herzfrequenzen bei der automatisierten Krippenfütterung. Bei der Erfassung der Herzfrequenzen im Rahmen der Raufuttervorlage konnte kein eindeutiges Ergebnis erzielt werden. Auf dem Praxisbetrieb A wurde eine statistisch signifikant höhere Herzfrequenz bei der automatisierten Raufutterfütterung am Morgen beobachtet, am Abend eine statistisch signifikant höhere Herzfrequenz bei der händischen Fütterung. Auf Praxisbetrieb B lag die Herzfrequenzen der Pferde bei der händischen Raufutterfütterung am Morgen signifikant über den Herzfrequenzen bei der automatisierten Fütterung, am Abend wurde eine signifikant höhere Herzfrequenz bei der automatisierten Raufutterfütterung erhoben.



Abbildung 53: System PIAVET der Firma PIAVITA AG; Quelle: Meyer 2022 (unveröffentlicht)

Ausblick

Verdeutlicht wurde, dass es mit Hilfe von Kamerasystemen, gestützt durch Künstliche Intelligenz, Pedometern und Halfter zur Erfassung der Kauaktivität möglich ist, die Langzeitaktivitäten Raufuttersuche und -aufnahme, Liegedauern und Stehdauern in Minuten pro Tag während dem Aufenthalt in der Box sowie die Schrittzahl und Kauschläge pro Tag zuverlässig zu

erfassen. Auf Grundlage ausgewählter Langzeitaktivitäten ist es darüber hinaus möglich, praxisrelevante Fragestellungen zu beleuchten. Zum einen ist es möglich, Verhaltensveränderungen von Pferden darzustellen, dies wurde am Beispiel der Verhaltensveränderungen von Zuchtstuten im Haut- und Landgestüt Marbach dargestellt. Ebenfalls ist es möglich, Haltungsänderungen zu bewerten. In der Praxis nimmt das Tierwohl seitens der Gesellschaft und seitens der Pferdebesitzer*innen einen immer höheren Stellenwert ein. Zudem steigt auch der Druck seitens der Betriebsleitenden, die Pferdehaltung wirtschaftlicher zu gestalten. Daraus resultieren Haltungsentscheidungen wie beispielsweise ein Umstellen des Fütterungssystems oder auch ein Umstellen der Einstreumaterialien. Dabei gilt es, diese Umstellungen aus Sicht des Tierwohls zu beleuchten, was ohne den Einsatz digitaler Technologien in der Praxis kaum umzusetzen ist. Die Digitalisierung kann dazu beitragen, den Tierwohlstandard auf Pferdebetrieben zu erhöhen, den Betriebsleitenden zu unterstützen und die Tiergesundheit sicherzustellen. Allerdings muss an dieser Stelle angemerkt werden, dass einige Herausforderungen mit der Einführung digitaler Techniken verbunden sind, allen voran sicherlich auch das Vorhandensein einer stabilen Internetverbindung, die auf einigen Betrieben bisher nicht vorhanden ist (Neumann et al. 2022). Zudem bestehen weitere Hemmnisse wie hohe Anfangsinvestitionen, Unsicherheiten über Datenschutz, Fragestellungen der Wirtschaftlichkeit als gleich auf Fragestellungen der Kompatibilität unterschiedlicher Systeme, die es in Hinblick auf die Pferdewirtschaft zukünftig gemeinsam mit Betriebsleitenden zu beleuchten gilt.

Veröffentlichungen

- Winter, D., Speidel, L, Pfeiffer, M. (2021): Forschungsprojekt Wie Pferdebetriebe die Digitalisierung nutzen können Reiter Kurier Mai 2021, S. 10-11
- Winter, D., Pfeiffer, M, Speidel, L. (2021): Digitalisierung auf Pferde haltenden Betrieben - worauf kommt es an und wo liegen die Chance für die Betriebe? Pferdebetrieb
- Speidel, L, Pfeiffer, M, Winter, D (2021): Die Digitalisierung in Landwirtschaft und Pferdewirtschaft geht weiter. Pferdebetrieb (S. 48-49)
- Speidel, L.; Pfeiffer, M.; Winter, D. (2023): Viel Luft nach oben bei Pferdebetrieben. BBZ 4/2023 (S. 25)
- Speidel, L.; Pfeiffer, M.; Winter, D. (2022): Digitalization in Equine Management Operational Optimization and Environmental Impact. 457 EAAP -73th Annual Meeting, Porto, Portugal. Book of Abstracts No.28 (2022) (S. 589)
- Pfeiffer, M., Winter, D., Dickhoefer, U., Speidel, L.T. (2023): Use of digital technologies in horse husbandry to increase animal welfare and health, 458 EAAP – 74th Annual Meeting, Lyon, France, 2023; Book of abstracts No. 29.

2.5.2 Digitalisierung in der Pferdehaltung – ökonomische Betrachtung und Umweltwirkungen (L. Speidel)

Hintergrund und Problemstellung

In vielen Bereichen der Gesellschaft, vor allem aber in der Wirtschaft, stehen die Begriffe "Digitalisierung", "digitale Transformation", "Industrie 4.0" oder "Internet der Dinge (IoT)" als Synonym für neue Möglichkeiten und Potenziale (Lukas, 2018).

Die Digitalisierung beeinflusst die Arbeitsweise, die Kommunikation und den Konsum (Kahlenborn, et al., 2019). Neben dem demographischen Wandel und der Nachhaltigkeit – i.e. die Integration ökologischer, ökonomischer und sozialer Aspekte in jeglichem Handeln bzw. Gewinne umwelt- und sozialverträglich erwirtschaften (Pufé, 2014) – hat auch die Digitalisierung einen Einfluss auf die Unternehmen (Dahm & Thode, 2019).

Die Anforderungen der dadurch entstehenden digitalen Neuerfindung sind hoch und betreffen alle Bereiche der Unternehmen (Dahm & Walther, 2019). Aus globaler Sicht wird die Digitalisierung zu einer Schlüsselfrage für die Ernährungssicherheit, die Stabilisierung der Ökosysteme und den sozialen Frieden (Nüssel, 2018).

Bei der Umstellung auf digitale Technologien und Produktionsverfahren in der Landwirtschaft ergeben sich ökonomische, ökologische und soziale Chancen und Risiken. Zu den Chancen können u.a. die physische Entlastung, eine Steigerung der Arbeitseffizienz, die Einsparung von Betriebsmitteln sowie Umweltentlastung gezählt werden. Als Risiken gelten der hohe Investitionsbedarf, die Datenhoheit, sowie die staatliche Kontrolle. (Walter et al., 2017; Rohleder et al., 2020; Gabriel und Gandorfer, 2020; Gabriel, et al., 2021)

Der wirtschaftliche Erfolg der Pferdebetriebe hängt insbesondere von der Erfahrung und Einsatzbereitschaft des Betriebsleiters und dem daraus resultierenden Management des Betriebes ab (Heise et al., 2016). Allerdings werden Management und Controlling auf den Betrieben häufig nicht beleuchtet und bisher ist die Erfassung von Tierwohlparametern auf den Betrieben kaum gegeben (Winter, 2020). Die Grundvoraussetzungen für eine tierart-gemäße Haltung mit sozialen Kontakten und einer Ernährung auf der Basis von Raufutter wie Heu und Gras sind bei allen Pferden gleich, unabhängig davon, um welche Rasse es sich handelt. Wenn diese Grundvoraussetzungen beachtet werden, können Pferde über 30 Jahre alt werden (Winter, 2019).

Zudem kann die Wirtschaftlichkeit eines Betriebes durch technische oder digitale Systeme verbessert werden (LEL, 2014; Hoffmann, 2019). Automatische Fütterungsstationen oder digitale Managementsysteme können die tägliche Arbeit vereinfachen und Arbeitszeit einsparen (Rossmayer-Consulting, 2020; Schauer, 2020; Hau GmbH & Co. KG, 2020). Auch für Entmistung, Einstreuen, Gesundheits- und Sicherheitsüberwachung sind verschiedene digital-technische Einzellösungen für Pferdebetriebe erhältlich, die teilweise aus der Nutztierhaltung übernommen wurden. Diese sind allerdings auf den pferdehaltenden Betrieben nur vereinzelt verbreitet (Arnold, 2014) und eine Schnittstellenkompatibilität der Systeme ist bisher nicht gegeben. Daraus ergeben sich bei Nutzung mehrerer Systeme zeitintensive Mehrfacheingaben der notwendigen Daten wie z.B. Lebensnummer der Pferde, dazugehörige Futtermengen und Kontaktdaten der Besitzer.

Aufbau und Struktur der vorgelegten Arbeit

Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden drei unterschiedliche Schwerpunkte untersucht, um die Einflussfaktoren für den Einsatz und die Vernetzung von digital-gestützten Systemen und die Auswirkungen auf eine arbeitswirtschaftliche Entlastung der Betriebsleitung zu identifizieren:

- (a) Die eingesetzten Möglichkeiten zur digitalen Technisierung auf Pferdebetrieben und deren Voraussetzungen zur Implementierung,
- (b) Benötigte Arbeitszeiten und Einsparpotentiale in den Arbeitsabläufen durch Digitalisierung und Technisierung sowie
- (c) Die Vernetzung der verschiedenen Systeme mittels Schnittstellen

Zielfragestellungen und Methodik

Die vorliegende Untersuchung fokussiert auf unterschiedliche Zielfragestellungen (A-C) und Methoden zur Erreichung und Beantwortung dieser, welche im Folgenden näher beschrieben werden.

1.) Möglichkeiten und Voraussetzungen der Digitalisierung und Technisierung auf Pferdebetrieben

Zunächst wurde untersucht, welche Möglichkeiten der digitalen Technisierung auf Pferdebetrieben momentan zum Einsatz kommen und welche Voraussetzungen zu der Etablierung ausgewählter Systeme erfüllt sein müssen. Hierzu wurden Befragungen bei Akteuren auf Pferdehaltenden Betrieben in Deutschland, sowie Erhebungen auf den im Projekt beteiligten Praxisbetrieben und den Partnerunternehmen durchgeführt.

- i) Welche Voraussetzungen können auf den Betrieben erfüllt werden
- ii) Es werden nur wenige digital-technische Systeme in der Pferdehaltung eingesetzt

Ziele

Möglichkeiten der digitalen Technisierung auf Pferdebetrieben und Status Quo in Deutschland aufzeigen Einflussfaktoren und Voraussetzungen für den Einsatz der Systeme ermitteln Einfluss von Digitalisierung und Technisierung auf den Arbeitszeitbedarf der Arbeitsabläufe in der Pferdehaltung Neben den Möglichkeiten und Voraussetzungen der Digitalisierung und Technisierung auf Pferdebetrieben wurde analysiert, welche betriebswirtschaftlichen Vorteile die etablierten digitalgesteuerten Systeme mit sich bringen und ob die Funktion dieser ausreichend ist. Dazu wurden Untersuchungen hinsichtlich der möglichen Auswirkungen auf Arbeitszeiterfassung mit und ohne Digitalisierung und Technisierung sowie mit Hilfe von Experteninterviews und Online-Befragungen zu hierfür relevanten Themen – wie beispielsweise dem Stand der Digitalisierung sowie dem Stellenwert der Nachhaltigkeit auf den Pferdebetrieben, dem Kundenmanagement, der Pferdefütterung, der Entmistung und der Hüttesicherheit realisiert.

2.) Welche betriebswirtschaftlichen Vorteile bringen die digitalgesteuerten Systeme mit sich?

- (a) Arbeitshypothesen
 - i) Digital-technische Systeme sparen Arbeitszeit ein
 - ii) Die Investition in die Systeme rentiert sich für die Pferdebetriebe

Ziele

wesentliche Einflussfaktoren auf den Arbeitszeitbedarf der Arbeitsabläufe darstellen
Optimierungspotentiale der Betriebsabläufe durch Technisierung und Digitalisierung aufzeigen
monetäre Bewertung der Einsparpotentiale

Vernetzung verschiedener Systeme auf pferdehaltenden Betrieben mittels Schnittstellen
Zusätzlich wurde ein Konzept für Schnittstellen definiert, um eine Kompatibilität zwischen den verschiedenen etablierten Systemen zu ermöglichen. Dazu wurde in Gesprächen mit den Partnerunternehmen festgelegt, welche Informationen aus den Einzelsystemen ausgetauscht werden sollen. Zu diesen Einzelsystemen gehörten beispielsweise die bereits genannten Futterautomaten, Betriebsmanagementsysteme sowie die Geräte zur Gesundheits- und Sicherheitsüberwachung auf Pferdebetrieben.

- 3.) Lassen sich wesentliche Informationen mittels Schnittstellen in einem Managementsystem vernetzen?
- (a) Arbeitshypothesen
- i) Die Systeme können über Schnittstellen miteinander vernetzt werden
 - ii) Es besteht Interesse an der Vernetzung der Systeme seitens der Pferdebetriebe

Ziele

Informationen für den Datenaustausch für die Systeme festlegen
Entwicklung eines Geschäftsmodells aus dem Konzept der Schnittstelle

Ergebnisse und Fazit der Untersuchung

In der Industrie sind Roboter bereits im Einsatz und auch in der Landwirtschaft sind Digitalisierung und Vernetzung angekommen. In der Pferdehaltung, einem Betriebszweig der Landwirtschaft, ist dies hingegen noch nicht der Fall. Es werden hauptsächlich Kameras zur Gesundheits- und Sicherheitsüberwachung eingesetzt, eine automatisierte Entmistung wird häufig gewünscht, ist aber aufgrund fehlender Investitionsbereitschaft der Betriebsleiter nicht vorhanden. Dabei ist dies der Arbeitsablauf, bei dem am meisten Zeit benötigt wird. Insbesondere die Wegstrecken sind hier zeitintensiv und sind aufgrund der Gewichtsbelastung durch den Transport der anfallenden Kotmengen auch für die Arbeitskraft relevant.

Um als Pferdebetrieb die verschiedenen digitalen Systeme etablieren zu können, müssen unterschiedliche Voraussetzungen erfüllt sein. Es bedarf der Bereitschaft und der finanziellen Möglichkeiten der Betriebsleiter, die digital-technischen Systeme einzusetzen und wenn diese vorhanden sind, eine stabile Internetverbindung, um die Daten der Systeme zuverlässig zu übermitteln. Diese stabile Internetverbindung hat sich in den Beobachtungen der Praxistests und den Befragungen als eine Herausforderung herausgestellt.

Außerdem wurde die Investitionsbereitschaft der Betriebsleiter häufig als gering eingestuft, was widersprüchlich für einen zukunftsfähigen und wettbewerbsfähigen Pferdebetrieb ist, da die Anzahl der vorhandenen Ausstattung (in den hier vorliegenden Daten) mit der Investitionsbereitschaft korreliert und diese wiederum mit der Internetverbindung zusammenhängt. Zudem ist eine Tendenz eines sinkenden Arbeitszeitbedarfs je Pferd und Tag mit der zunehmenden Anzahl der vorhandenen Systeme erkennbar.

Sind die Voraussetzungen erfüllt, sind je nach Haltungssystem unterschiedliche Technologien sinnvoll. Sind die Voraussetzungen erfüllt, sind je nach Haltungssystem unterschiedliche Technologien sinnvoll. Die einsetzbaren Systeme unterscheiden sich für Gruppen- und Einzelhaltung insbesondere bei der Entmistung und dem Einstreuen.

Die Entmistung, besonders das Aufsammeln der Pferdeäpfel auf unbefestigten Liegeflächen, wird sowohl in der Einzelhaltung als auch in der Gruppenhaltung weiterhin manuell ausgeführt werden, um z. B. Einstreumaterial einzusparen (u.a. Stroh, Waldboden, Sand). Bei einer Entmistung mittels Staubsauer oder Mistblitz könnte es dazu kommen, dass dieses Material vermehrt aufgenommen und somit auch häufiger benötigt wird. Hier müsste eine Gegenüberstellung der Kosten für den zusätzlichen Verbrauch mit der potenziell eingesparten Arbeitszeit vorgenommen werden. Die Wegstrecken zum Misthaufen können durch E-Helfer (z.B. elektrische Schubkarre) und Hoflader erleichtert werden.

Gleichzeitig darf die Gesunderhaltung von Pferd und Mensch nicht außer Acht gelassen werden. So sollte bspw. möglichst zu einer Zeit gemistet werden, wenn die Pferde sich nicht in den Stallungen aufhalten und viel Bewegung in der Einstreu vermieden werden. Dies kann durch z. B. eine tägliche Kotentfernung und Mistmatratze erreicht werden. Zudem kann eine Unterstützung durch mobile Technik sinnvoll sein, um nicht nur die Arbeitszeit, sondern auch den Arbeitsaufwand zu reduzieren und so die Motivation der momentan schwer verfügbaren Mitarbeiter beizubehalten und eventuell sogar zu erhöhen.

Bei der Fütterung können in der Einzelhaltung und in der Gruppenhaltung Automaten eingesetzt werden, die eine Zuteilung der individuellen Rationen ermöglichen. Diese Rationen und die damit einhergehenden Öffnungen der Automaten müssen an den Bedarf des Pferdes angepasst werden und entsprechende Ergänzungen oder Einschränkungen bei der Futteraufnahme getroffen werden. Der Erhaltungsbedarf der Pferde richtet sich nach dem Körpergewicht. Zusätzlich sollten auch Futterzustand, Futtermittelnutzung und Futteraufnahme sowie Temperament, Alter, Haltungsbedingungen und Rasse berücksichtigt werden. Je nach Leistungsbeanspruchung (Muskelarbeit, Deckeinsatz, Trächtigkeit, Laktation und Wachstum) verändern sich diese Bedarfswerte (Karp & Veltjens-Otto-Erley, 2018; FN, 2019). Untergewichtige und schwerfuttrige Pferde sowie Leistungsbringer sollten Zugang zu ausreichend Raufutter haben.

Die Fütterung von Raufutter mittels Automaten ermöglicht eine Vorratsfütterung und kann so zu einer Arbeitszeiteinsparung führen. Die Öffnung der Automaten in der Einzelhaltung sollte an das Fressverhalten der Pferde angepasst sein. Bei leichtfuttrigen oder adipösen Pferden könnte ein Slow-Feeding System, wie z.B. ein Heuball ergänzend angeboten werden, um auch bei geschlossenem Automaten eine Beschäftigung mit der Futtersuche zu ermöglichen. In der Gruppenhaltung ermöglichen zeitgesteuerte Öffnungen von Rauffutterraufen bei ausreichenden Fressplätzen eine gemeinsame Futteraufnahme. Eine Fütterung von Rauffutter an einem transpondergesteuerten Einzelplatz kann zu einer erhöhten Stresssituation führen. Je nach Konstitution und einhergehendem Energiebedarf der Pferde sollte zudem eine Möglichkeit zur ad libitum Aufnahme gegeben sein. Diese kann über transpondergesteuerte Selektionsrichtungen zugänglich gemacht werden.

Bei Krippenfutter ist eine individuelle Zuteilung in kleinen Portionen über den Tag verteilt ernährungsphysiologisch sinnvoll. Dies kann in der Einzelhaltung durch die Automaten für alle Pferde gleichzeitig erfolgen, was sowohl den Arbeitszeitbedarf als auch den Futterneid und

damit die Stresssituation und Verletzungsrisiken bei den Pferden reduzieren kann. In der Gruppenhaltung sollte darauf geachtet werden, dass je nach Herdengröße ausreichend Krippenfutterautomaten vorhanden sind, um ein Anstehen der Pferde und eventuelle Stresssituationen durch Futterneid zu vermeiden.

Ein für den Betrieb gültiger Standard für die Durchführung der verschiedenen Tätigkeiten zur Grundversorgung der Pferde erscheint zweckmäßig, der anhand von z.B. Kontrolllisten und gegebenenfalls Abbildungen des Endergebnisses sowie wesentlicher Schritte umgesetzt werden kann. Dies kann die Organisation der Arbeitsabläufe optimieren und für die Mitarbeiter nachvollziehbarer gestalten.

In der Kommunikation zwischen Betriebsleiter, Mitarbeitern und Kunden kann durch den Einsatz von digitaler Technik Arbeitszeit eingespart werden. Zudem werden Missverständnisse und Fehler aufgrund von unklarer Kommunikation reduziert. Dies ist besonders bei der Fütterung der Pferde von gesundheitlicher und kostentechnischer Relevanz.

Durch die Vernetzung der Systeme kann eine verbesserte Übersicht für den Betriebsleiter generiert werden. Hier müssen die Unternehmen in Zukunft vermehrt zusammenarbeiten, um den entstehenden Mehrwert (Zeiteinsparung, Arbeitserleichterung, Übersichtlichkeit) für auch an die Kunden weitergeben zu können. Das Interesse scheint vorhanden zu sein.

Durch eine (sinnvolle) Arbeitserleichterung mit Hilfe von Digitalisierung und Technisierung lässt sich eine Verbesserung der sozialen Dimension der Nachhaltigkeit auf Pferdebetrieben erreichen. Durch den Einsatz der Technisierung ist eine erhöhte Motivation und größere Leistungsbereitschaft der schwer verfügbaren Facharbeitskräfte zu erwarten.

Um eine angemessene Entlohnung der Arbeitskräfte auf den Betrieben mit gleichzeitig bezahlbaren Pensionspreisen (für den Mittelstand) zu erreichen, ist der Einsatz von Digitalisierung sinnvoll. Hierdurch lässt sich der Arbeitszeitbedarf verringern und das Tierwohl erhöhen.

Ausblick

Die Entwicklung der zunehmenden und vollständigen Automatisierung bestimmter Tätigkeiten hat zu der Sorge geführt, dass diese neue Art des technischen Fortschritts zu einer weitaus stärkeren Polarisierung der Arbeitswelt und damit auch der Gesellschaft führen könnte, als dies bei früheren Formen des technischen Fortschritts der Fall war. Dies betrifft insbesondere einen möglichen Verlust vieler Arbeitsplätze im Bereich gering- und mittelqualifizierter Tätigkeiten sowie eine zunehmende Verschiebung vom Produktionsfaktor Arbeit zum Produktionsfaktor Kapital (Prettner, 2018).

Diese Verschiebung wird auch in der Pferdehaltung notwendig sein, da die Arbeitskräfte momentan nicht mehr verfügbar sind, oder sich den Aufgaben auf einem Pferdebetrieb nicht stellen wollen. Daher gilt es, den Arbeitsplatz so attraktiv, technisiert und digitalisiert wie möglich zu gestalten, um der nächsten (technikaffinen) Generation den gewünschten Freiraum und die geforderte Freizeit zu ermöglichen. Die Mitarbeiter, bei denen mehr digitaltechnische Systeme auf den Betrieben vorhanden war, schätzen die Arbeitszeit geringer ein.

Themen wie falsche Rationen oder nicht eingehaltene Fütterungszeiten werden automatisch vermieden, wenn die Fütterung von Rau- und Krippenfutter automatisiert erfolgt. Durch Sensorik, die erkennt, ob das Pferd im Stall ist oder nicht, kann zusätzlich eine (unerwünschte) erhöhte Portion an Krippenfutter nach dem Reiten vermieden und zuerst das Raufutter verfüttert werden.

Durch eine digitale Absprache und Festhalten wesentlicher Arbeitsschritte und Änderungen in den Abläufen und Kundenwünschen werden Fehler reduziert und Missverständnisse vermieden. Je nach Bedarf können die Informationen transparent nach außen freigegeben werden. Dies liegt im Ermessen des Betriebsleiters.

Für die Implementierung der digital-technischen Systeme auf Pferdebetrieben – und damit der digitalen Transformation dieser – könnten dieselben Strategien eingesetzt werden wie in anderen Unternehmen (z. B. SWOT3 nach Thode & Wistuba (2019) oder Five Digital Forces-Analyse nach Süthoff (2019)). Die Ergebnisse dieser Forschungsarbeit sollten als Grundlage für weitere Untersuchungen genutzt werden.

Veröffentlichungen

- Winter, D., Pfeiffer, M., Speidel, L. (2021): Pferdehaltung 4.0: Smarte Technik im Kommen (BWagrar, 31.2021; S.2)
- Winter, D., Speidel, L., Pfeiffer, M. (2021): Die Digitalisierung in Landwirtschaft und Pferdewirtschaft geht weiter. Pferdebetrieb 2021 S.48-49)
- Winter, D., Speidel, L., Pfeiffer, M. (2021): Digitale Beschleuniger Pferdebetrieb 2021 (S.22.26)
- Speidel, L.T. (2022): Weniger Arbeit dank Smartphone und PC (bbz, Nr.2, 15.1. 2022; S.24-25)
- Speidel, L.T., Pfeiffer, M., Winter, D. (2023): Viel Luft nach oben bei Pferdebetrieben BBZ Nr 4; 28.1. 2023
- Speidel, L.T., Perdana-Decker, S., Werner, J., Bermejo Dominguez, G., Winter, D., Dickhöfer, U., Gallmann, E., Pfeiffer, M., Bahrs, E. (2023): Digitale Anwendungsoptionen in landwirtschaftlichen Kleinstrukturen der Pferdehaltung und weidebasierter Milchviehhaltung. Zuechtungskunde 95 (5), S. 339-355.
- Speidel, L.T., Winter, D., Dickhoefer, U. (2023): Working time requirements of work processes in the individual keeping of horses. 458 EAAP – 74th Annual Meeting, Lyon, France, 2023. Book of abstracts No.29.

2.5.3 Ermittlung von Tierwohlfaktoren mit Hilfe digitaler Technik in der Pferdehaltung

Projekt-Titel: Ermittlung von Tierwohlfaktoren mit Hilfe digitaler Technik in der Pferdehaltung

Doktorand/in: Harald Unseld

Promotionsbetreuer/innen: Prof. Dr. Eva Gallmann, Prof. Dr. Dirk Winter

Hochschule / Promotionsprogramm: Universität Hohenheim, HfWU Nürtingen-Geislingen

Hintergrund und Problemstellung

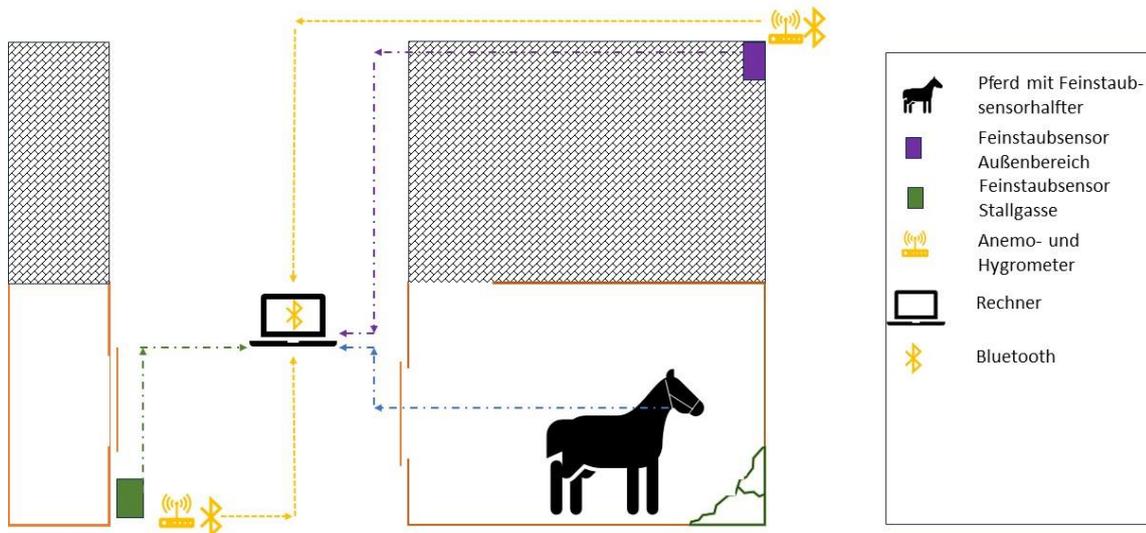
Die Luftqualität in Pferdestallungen und Auslauflächen rückt in den Fokus von Betriebsinhabern und Pferdebesitzern. Besonders in geschlossenen Boxenställen kann es zu einer erheblichen Ansammlung von Schadgasen (Kohlendioxid, Distickstoffoxid, Schwefelwasserstoff, Methan, Ammoniak) kommen, die nicht nur für die Tiere sondern auch für Menschen schädlich sind (Bambi et al., 2018). Belüftungssysteme stellen hierbei eine effektive Maßnahme zur Reduktion von Schadgasen dar (Woods et al., 1993; Curtis et al., 1996). Eine der Hauptursachen für schlechte Luftqualität in Pferdeställen ist die Ansammlung von Ammoniak (NH₃). Ammoniak ist ein farbloses Gas mit einem stechenden Geruch, das bei der Zersetzung von Pferdeurin entsteht. Neben Schadgasen kann die Luft der Pferdeställe auch eine Vielzahl anderer Partikel enthalten, wie biotische und abiotische Staubpartikel verschiedener Fraktionsgrößen, die Atemwegs- und andere Gesundheitsprobleme verursachen können. Das Einatmen dieser Partikel verursacht oder verschlimmert Atemwegserkrankungen, wie rezidivierende Atemwegsobstruktionen (RAO). (Clements und Pirie, 2007) Während die Emissionen und Grenzwerte von Nutztieren, je nach Tierart und Tierplätze, im Bundesimmissionsschutzgesetz (BImSchV) sowie in „Beste verfügbaren Techniken“ (BVT) Merkblättern geregelt sind (Durchführungsbeschluss (EU) 2017/302 der Kommission vom 15. Februar 2017. European IPPC-Bureau, 2017; Umwelt Bundesamt, 2023), werden beim Bau von Pferdeställen keine Emissionserklärungen erhoben. Pferde reagieren jedoch höchst empfindlich auf schädliche Gase und staubbelastete Luft in ihrer Umgebung (Holcombe et al., 2001).

Versuchsfragen

1. Wie können Schadgaskonzentrationen und Tierwohlparameter in der Pferdehaltung digital ermittelt werden?
2. Wie beeinflusst eine verbesserte Belüftung die Konzentration von Feinstaub und anderen Schadgasen in geschlossenen Boxenställen?
3. Welchen Einfluss haben unterschiedliche Einstreu und Futtermittel auf die Feinstaubemissionen in Pferdeställen?

Versuchsanlage und erhobene Parameter

Ermittlung von Feinstaubemissionen und Luftqualität in Einstreu und Futtermitteln mittels selbstentwickeltem Sensorhalter in der Praxis.



Digitale Echtzeitinteraktion verschiedener Sensoren

Abbildung 54: Skizze der Sensoren und Messdiagnostik zur Luftqualität. Drei Feinstaubsensoren messen simultan die Feinstaubkonzentration in Nähe der Pferdenüster, im Außenbereich und im Stall. Gleichzeitig wird die Luftqualität mit Anemo- und Hygrometern gemessen.

Ermittlung von Feinstaubemissionen in Einstreu und Futtermitteln unter Laborbedingungen mit der Unsel-Kiste.

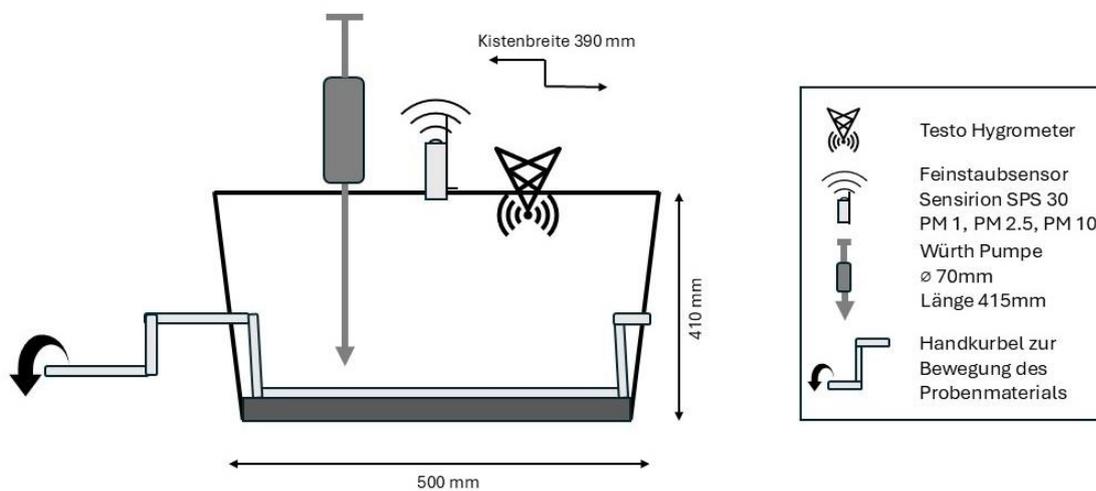


Abbildung 55: Darstellung der Unsel-Kiste. In der luftdicht verschlossenen Unsel-Kiste können Feinstaubexpositionen durch Drehung der Kurbel durch einen Feinstaubsensor in nahezu allen Futtermitteln und Einstreu unter Laborbedingungen untersucht werden.

Tabelle 20: Übersicht der verwendeten Sensoren, Geräte und erhobenen Parametern

Name/ Hersteller	Funktion	Analyse	Stückzahl
Eltako DSZ15D 3x80A	Stromverbrauchsmesser	Stromverbrauch in kwh	1
Pfeuffer HFM	Feuchtigkeits- und Temperaturmesser für Großballen	Luftfeuchtigkeit in % Temperatur in °C	1
Sea&Mew MT-912	Lux-Meter	Helligkeitsmessung in Lux	1
Sensirion SPS 30	Feinstaubsensor	optischer Sensor, Feinstaubpartikelmessung PM 1, PM 2.5, PM 10	3
Testo 405i	Thermoanemometer	Volumenstrommessung in m³/h Luftgeschwindigkeit in m/s Temperatur in C°	1
Testo 605i	Thermohygrometer	Luftfeuchtigkeit in % Temperatur in C°	1
Bosch GLM 50-25 G Professional	Laser Entfernungsmessgerät	Gebäudevermessung in m und cm	1
Unselde Kiste	Untersuchung div. Einstreu und Futtermittel auf Feinstaubgehalt	Abmessung 400x300x380 mm (LBH)	1
Würth Ausblaspumpe	Luftsimulation Aus-schnauben Pferd	Volumen 900ml Durchmesser 70mm Länge 415 mm	1

Zentrale Ergebnisse

Die Freisetzung von Feinstaubpartikeln (PM 1.0, PM 2.5 und PM 10) wurde mithilfe der "Unselde-Kiste" unter kontrollierten Laborbedingungen untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Feinstaubbelastung von Stroh (ANOVA: bedampft n = 361, unbedampft n = 367; PM 1.0, F = 17,57, p < 0,001; PM 2.5, F = 40,97, p < 0,001; PM 10, F = 83,09, p < 0,001) und Heu (ANOVA: bedampft n = 383, unbedampft n = 368; PM 1.0, F = 284,5, p < 0,001; PM 2.5, F = 515,7, p < 0,001; PM 10, F = 673,2, p < 0,001) signifikant reduzierte. Der Medianwert für PM 10 bei unbedampftem Heu während der Untersuchung in der „Unselde-Kiste“ betrug 287 µg/m³ (SD = 222 µg/m³), wohingegen bedampftes Heu nur 69 µg/m³ (SD = 94 µg/m³) erreichte. Ähnlich zeigten sich die Ergebnisse bei unbedampftem (PM 10, Mdn = 1.447 µg/m³, SD = 756 µg/m³) und bedampftem Weizenstroh (PM 10, Mdn = 125 µg/m³, SD = 131µg/m³).

Im Bewegungsstall wurde zudem die Feinstaubbelastung unter realen Bedingungen während der Futteraufnahme der Pferde an Heunetzen mit 6 cm Maschenweite untersucht. Die Ergebnisse zeigten, dass auch bei bedampftem losem Heu (PM 10, Mdn = 19 µg/m³, SD = 16 µg/m³) im Vergleich zu bedampften Heu im Heunetz (PM 10, Mdn = 86 µg/m³, SD = 125 µg/m³) die Feinstaubkonzentration deutlich geringer war). Auch das Bewässern der Stallgase vor dem fegen ergab eine Feinstaubreduzierung im Versuchsverlauf, um das Zehnfache.

Eine der Untersuchung ergänzende Umfrage unter 112 pferdehaltenden Betrieben ergab, dass 70% der Befragten die Stallluft als verbesserungswürdig bewerteten, jedoch nur 40% gezielte Maßnahmen zur Staubreduktion umsetzten.

Ausblick

Insgesamt belegt diese Forschungsarbeit, dass Feinstaub aus Raufutter und Stallaktivitäten ein bedeutendes Risiko für Atemwegserkrankungen darstellt. Die Bedampfung von Raufutter und Einstreu sowie angepasste Reinigungspraktiken erwiesen sich als wirksame Maßnahmen zur Reduktion der Feinstaubbelastung. Diese Ergebnisse unterstreichen die Notwendigkeit einer weiteren Optimierung der Stallluft, um die Gesundheit von Pferden und Stallmitarbeitern zu fördern und die Anforderungen an eine tiergerechte Pferdehaltung zu erfüllen.

Veröffentlichungen

- Unsel, H., Gallmann, E., Winter, D. (2024): Air quality welfare factors in horse husbandry - Dusk pollution and digital technology. 75th EAAP Annual Meeting, Florence, Italy. S. 229.
- Unsel, H., Gallmann, E. (2024). Möglichkeiten zur Ermittlung und Optimierung von Stallluftfaktoren insbesondere Staub. 8. Internationale Netzwerktagung Pferdewissen Hochschule Osnabrück S. 31-36.