

Tagungsband



24. ARBEITSWISSENSCHAFTLICHES KOLLOQUIUM ARBEIT UNTER EINEM D-A-CH: Transformation der Arbeit in der Landwirtschaft durch sozio- ökonomische und ökologische Herausforderungen



27.-28. Februar 2024, Wien, Österreich



Publiziert von:

Universität für Bodenkultur Wien

Institut für Landtechnik

Peter Jordan Straße 82, 1190 Wien, Österreich

Wissenschaftliche Artikel vom Tagungsband wie folgt zitieren:

Autor(en) (2024). Titel. In: Quendler, E., Kajdy, O., (Eds.) Tagungsband des 24. Arbeitswissenschaftlichen Kolloquiums des Fachausschusses Arbeitswissenschaften im Landbau, Wien, Universität für Bodenkultur, S xxx -xxx. 4

Tagungsband wie folgt zitieren:

Quendler, E., Kajdy, O., 2023. Tagungsband des 24. Arbeitswissenschaftlichen Kolloquiums des Fachausschusses Arbeitswissenschaften im Landbau, Wien, Universität für Bodenkultur. S xxx

IMPRESSUM

Herausgeber	Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik
Auskünfte	Ornella Kajdy, Peter Jordan Straße 82 1190 Wien E-Mail: elisabeth.quendler@boku.ac.at
Redaktion und Gestaltung	Ornella Kajdy Elisabeth Quendler
Download	https://boku.ac.at/nas/ilt/akal-kolloquium-2024
Copyright	@ Universität für Bodenkultur, Institut für Landtechnik

Dieser Tagungsband ging aus dem 24. Arbeitswissenschaftlichen Kolloquium hervor. Unter dem Thema „ARBEIT UNTER EINEM D-A-CH: Transformation der Arbeit in der Landwirtschaft durch sozio-ökonomische und ökologische Herausforderungen“ wurde es an der Universität für Bodenkultur in Wien (Österreich) vom 27. bis 28. Februar 2024 abgehalten. Dieser enthält die wissenschaftlichen Kurz- und Langfassungen zu den gehaltenen Vorträgen und präsentierten Postern (mit Kurzvortrag) an diesem Kolloquium.

Wissenschaftliches Komitee

Dr. Martina Jakob, Deutschland s
Dr. Juliana Mačuhová, Deutschland
DI Franz Handler, Österreich
DI Katja Heitkämper, Schweiz
Assoc. Prof. Dr. DI. Elisabeth Quendler, Österreich
Prof. Dr. Karl Wild, Deutschland

Organisationskomitee

DI Matthias Funk
Dr. Andreas Herrmann
Assoc. Prof. Dr. Elisabeth Quendler
Alina Branco
Michaela Bürtlmair

Organisation

VDI-MEG Fachausschuss Arbeitswissenschaften im Landbau,
Dr. Andreas Herrmann
Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur, Assoc. Prof. Dr. DI Elisabeth Quendler MSc

Unterstützende Institutionen und Sponsor



BOKU | ILT



VDI



John Deere Deutschland

INHALTSVERZEICHNIS

1. Quendler, E. und Herrmann, A.: Vorwort	1
2. Bernhardt, J.: Implementierung industrieller Exoskelette in der Landwirtschaft	3
3. Branco, A., Mühlberger, D., Huber, H. und Quendler, E.: Erhebung von Charakteristika der österreichischen Wald- und Naturkindergruppen für Vorschulkinder durch Internetrecherche	4
4. Funk, M.: Modellierung von Arbeitsprozessen des Pflanzenbaus im KTBL	8
5. Gebeshuber, I.C.: Bionik im Einsatz. Innovative Lösungen für die Landtechnik	12
6. Handler, F., Rechberger, C., Nadlinger, M.: Vergleich von Kurzschnittladewagen und Häckselkette zur Futterbergung bei der Grünlandernte	16
7. Hart, L.: Entscheidungsunterstützung bei der Weidezuteilung mit Hilfe einer Drohne, eines Herbometers und eines Nahinfrarot-Spektrometers	20
8. Hofmann, V., Bölke, N., Schneider, U. und Pott, P.: Entwicklung und Evaluation eines passiven lower-body Exoskeletts für die Landwirtschaft	25
9. Hohagen, S.: Digital competencies from farmers in Germany and the influence of digital transformation	30
10. Jakob, M.: Herausforderungen bei der Exoskelett-Implementierung: Fallstudien von Nichtakzeptanz in der Landwirtschaft	34
11. Karner, J., Mayer, C., Khan, N. und Eberhart, T.: Entwicklung eines Traktors mit Brennstoffzellen-Antrieb	38
12. Lechner, N.: Exoskelette – Assistenzsysteme als Präventionsmaßnahme in der betrieblichen Praxis?	42
13. Luebcke, P., Göbel, R. und Quendler, E.: Einsatz webbasierter Arbeits-Systeme in Weingütern	44
14. Malleier, M., Heitkämper, K., Kaiblinger, N. und Quendler, E.: Saisonaler Arbeitskräftemangel im Vinschgauer Obstbau. Überbetriebliche Zusammenarbeit als Lösungsansatz für eine nachhaltige Arbeitskraftbeschaffung?	45
15. Mačuhová, J., Hadersbeck, K., Woortman, A. und Thurner, S.: Arbeitswirtschaftliche Aspekte der Futterproduktion von Moor- und Anmoorgrünlandflächen bei der Wiedervernässung	49
16. Mielewczik, M., Rödiger, M., Zorn, A., Roesch, A. und Heitkämper, K.: Arbeitszeitbedarf für Betriebsführungsarbeiten bei reduziertem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln	53

- 17. Prodingler, M.** und Quendler, E.: Unfälle mit Rindern auf Milchviehbetrieben im Bundesland Salzburg 57
- 18. Ramharter, G.** und Handler, F.: Effizienz des Einsatzes von Traktoren mit RTK-gestützten Lenksystemen in kleinstrukturierten Betrieben 62
- 19. Regler, F.** und Bernhardt, H.: Standardisierte Entscheidungsfindung zur Selektion in der Kälber- und Färsenaufzucht durch ein digitales Bewertungssystem 66
- 20. Ring, M.** und Quendler, E.: Arbeitszeitbedarf und -belastung beim Füttern von Rindern verschiedener Automatisierungsstufen 71
- 21. Rosenbichler, M.** und Quendler, E.: Arbeitssituation der Tagesmütter am Bauernhof in Niederösterreich – eine qualitative Studie 76
- 22. Rödiger, M.,** Mielewczik, M., Heitkämper, K., Roesch, A. und Zorn, A.: Die Auswirkungen verschiedener Pflanzenschutzstrategien auf den Arbeitszeitbedarf 80
- 23. Schaffernicht, S.** und Quendler, E.: Sozialökologische Inklusion im städtischen Gartenbau in Wien 84
- 24. Schlund, S.:** Adaptive Arbeitssysteme 88
- 25. Speidel, L.,** Weyrauch, S. und Winter, D.: Stellenwert der Nachhaltigkeit auf deutschen Pferdebetrieben 91
- 26. Wiecha, J.G.,** Ziegler, K.L.M. und Bernhardt, H.: Wandel in der Arbeitsorganisation durch Elektrifizierung in der Landwirtschaft 95
- 27. Wiesinger, G.** und Egartner, S.: Aktuelle Herausforderungen in der Organisation von migrantischen Saisonarbeitskräften und Erntehelfer:innen 96
- 28. Woortman, A.,** Malleier, M., Hadersbeck, K. und Thurner, S.: Landtechnische Optionen zur Bewirtschaftung von wiedervernässtem Moorgrünland 97

Vorwort

In den vergangenen Jahrzehnten ist die Anzahl der familieneigenen sowie -fremden Arbeitskräfte auf den landwirtschaftlichen Betrieben in der D-A-CH Region enorm zurückgegangen. In der Landwirtschaft sind viele BetriebsleiterInnen älter als 55 Jahre, die in den nächsten Jahren die Altersgrenze erreichen. Es zeichnet sich hiermit ab, dass sich der gegenwärtige Arbeitskräftemangel künftig verschärfen wird, mitverursacht durch die niedrige Geburtenrate und zunehmende Urbanisierung.

Ein Großteil der Arbeit ist nicht nur eng mit klimaschädlichen sowie energieintensiven Produktions- und Konsumweisen verwoben, sondern auch nicht auf das menschliche Wohlergehen ausgerichtet – weder im Hinblick auf das Endprodukt noch auf die geleistete Arbeit.

Zusätzlich werden viele un- oder unterbezahlte Tätigkeiten in der Landwirtschaft für Ressourcenschonung und -pflege sowie soziale Dienstleistungen, wie teils auch in anderen Bereichen, beispielsweise der Pflege-, Versorgungs- und Reproduktionsarbeit, die die Grundlage der gesellschaftlichen Wohlfahrt sind, an Bedeutung gewinnen. Diese teils „ehrenamtliche“ Arbeit erledigen in der Landwirtschaft derzeit mehrheitlich Frauen, kinderlose Ehepaare (mit Zuverdienst eines Partners), Altenteiler sowie Jugendliche. Mit deren Rückgang in der Anzahl (zunehmend kleineren Familiengrößen) schrumpft auch deren Wohlstand absichernder Beitrag. Das landwirtschaftliche Produktionspotential sowie die Produktivität und der Beitrag zum gegenwärtigen Wohlstand bei einer rückläufigen Erwerbsbevölkerung und verstärkter Urbanisierung muss bestmöglich gewährleistet werden. Eine teilweise Kompensation, auch relevant für andere Wirtschaftsbereiche, wird durch einen höheren Anteil an älteren (späteren Übergang in die dritte Lebensphase der Erwerbsbevölkerung) sowie weiblichen und beeinträchtigten sowie migrantischen Arbeitskräften und die Digitalisierung beziehungsweise Robotisierung erwartet.

Folglich kann das Ausgestalten der Arbeit im Zeitalter der sozial-ökologischen sowie digitalen Transformation einen wesentlichen Beitrag leisten. Es wird darunter erstrangig die Realisation von menschengerechter Arbeit verfolgt, die sich genderspezifisch, altersngerecht, inklusiv und gesundheitserhaltend gestalten lässt, unter Beachtung von Ökonomie sowie Ökologie sowie Fortführung des Wohlstandes.

Es müssen Tätigkeiten, welche die Grundlage für den Wohlstand unserer Gesellschaft darstellen, stärker in den Vordergrund rücken und hierfür wohlstands- und existenzsichernde Arbeitssysteme installiert werden. Bestehende sowie neue digitale wirtschaftliche Arbeitssysteme müssen menschengerechter ausgestaltet werden. Über diese Stellschrauben kann folglich das neue „SOLL“ an Wohlstand und Nachhaltigkeit gemäß den Nachhaltigen Entwicklungszielen (Sustainable Development Goals) miterfüllt werden.

Es resultieren daraus neue Forschungsfragen, neue wissenschaftliche Erkenntnisse und auch die Frage, wie die Arbeit in der Zukunft unter sozio-ökonomischen und ökologischen Herausforderungen in der D-A-CH - Region aussieht und nachhaltig, insbesondere sozio-technisch, vor allem auf klein- und mittelgroß strukturierten Haupt- und Nebenerwerbsbetrieben, organisiert sein kann.

Diese beziehen sich nicht nur auf die manuelle, sondern zunehmend mehr auf die maschinelle und autonome Ebene, um mit weniger Arbeitskräften den angestrebten Wohlstand sowie die erforderliche Nachhaltigkeit zu realisieren.

Es ergeben sich hierdurch auch Veränderungen für die physischen und psychischen Anforderungen der menschlichen Arbeit, die mit technischen Hilfsmitteln, insbesondere digitalen, so auszugestalten sind, dass die Arbeit von der

schrumpfenden Erwerbsbevölkerung in der D-A-CH Region „gesundheitserhaltend“ unter Rücksichtnahme auf Ökologie und Ökonomie verrichtet werden kann.

Neue Arbeitshilfsmittel, insbesondere digitale, die derzeit am Markt offeriert werden, sind teils gut bis wenig erprobt. Mit einem optimierten Einsatz können diese den LandwirtInnen enormes Produktivitäts- sowie Arbeitsplatzoptimierungspotential ermöglichen. Vorteile sind flexible Arbeitsorte, neue Formen der Arbeitsorganisation, virtuelle Zusammenarbeit, Einsatz von Künstlicher Intelligenz und Entscheidungsunterstützungssysteme, komplexe und beschleunigte Arbeitsprozesse.

Zur Erzielung dieser Vorteile ist eine wirtschaftliche Implementierung nötig, die effiziente Arbeitsabläufe und eine menschengerechte sowie gesundheitsfördernde Arbeitssituation in neuer und alter Infrastruktur ermöglicht. Diese setzt den begleitenden Einsatz von Evaluierungstools für menschengerechte Arbeitsgestaltung analoger als auch digitaler Arbeitssysteme verstärkt voraus (IMBA, EMA,..).

Die Auseinandersetzung um die aufgezeigten Maßnahmen, Ziele, Prozesse und Beteiligung hierfür ist im politischen Raum, auf gesellschaftlicher Ebene und auch in den Betrieben massiv zu unterstützen, damit technische Arbeitssysteme sowie auch Konsumprodukte menschengerechter für alle Gesellschaftsgruppen ausgestaltet werden und künftige Generationen eine lebenswerte Arbeits- und Lebenswelt vorfinden sowie mitgestalten.

Das 24. Arbeitswissenschaftliche Kolloquium des Fachausschusses Arbeitswissenschaften im Landbau der Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik im VDI (VDI-MEG) bearbeitet diese Themen. In 22 Vorträgen und 6 Posterpräsentationen referierten und diskutierten Arbeitswissenschaftler der D-A-CH Region über die Forschungsergebnisse zur Transformation der Arbeit und die Wirkungen auf die landwirtschaftliche Praxis.

Inhaltliche Schwerpunkte der Beiträge sind einerseits die Arbeitsorganisation bei zunehmendem Arbeitskräftemangel, der Einsatz neuer digitaler Hilfsmittel zur Unterstützung des Arbeitsmanagements, das Optimieren von Arbeitsabläufen und deren Effizienz mit bestehender und neuer Technik. Weiterhin liegt der Fokus auf der nachhaltigen Implementierung sozialer Betriebszweige sowie benachteiligter Bevölkerungsgruppen und robotischer sowie digitaler Arbeitssysteme zur Reduktion menschlicher Arbeitszeit und -belastung sowie der Einsatz neuer ressourceneffizienter Arbeitstechnik.

Das Institut für Landtechnik und der VDI-MEG Fachausschuss bedanken sich bei den Teilnehmenden am Kolloquium für das Engagement für eine „bessere Arbeitswelt“ in der Landwirtschaft.

Assoc. Prof. Dr. DI Elisabeth Quendler MSc

Dr. Andreas Herrmann

Implementierung industrieller Exoskelette in der Landwirtschaft

John BERNHARDT¹

*Exomys – Augmented Humanity GmbH
Marxergasse 24/2, A-1030 Wien
Kontakt: jb@exomys.com*

Kurzfassung: Der Einsatz von Exoskeletten in der österreichischen Landwirtschaft stellt eine spannende Option dar, um die Arbeitskräteeffizienz und -gesundheit zu steigern, besonders in Bereichen wie Obst- und Gemüseanbau sowie Erntetätigkeiten. Da Exoskelette bereits in verschiedenen Phasen der industriellen Produktionskette genutzt werden: Hebetätigkeiten, repetitiven Fertigungsprozessen, Lebensmittelverarbeitung, etc.; kann die bisherige Erfahrung genutzt werden, um den Übergang zur Landwirtschaft zu erleichtern, wobei die Anwenderakzeptanz im Fokus stehen muss.

Angesichts des Mangels an Arbeitskräften könnten Exoskelette eine Lösung bieten, indem sie die vorhandene Arbeit unterstützen und den Arbeitsplatz attraktiver gestalten. Allerdings müssen bei der Entwicklung von Exoskeletten Herausforderungen wie Verschmutzung, Wartungsbedarf, extreme Wetterbedingungen und die Anpassung an die Umgebungen berücksichtigt werden – Aspekte, die im herkömmlichen industriellen Umfeld weniger relevant sind.

Für eine erfolgreiche Integration, ist es wichtig, Exoskelette als Mittel zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen aufzustellen und nicht als Einschränkung der Arbeitsfähigkeiten der Mitarbeiter.

Es ist entscheidend, sowohl auf die Funktionalität und Anwendung einzugehen als auch auf die subjektive Sichtweise der Arbeitskräfte. Es muss überzeugend vermittelt werden, dass es der Effizienzsteigerung, Belastungsreduktion und infolge dessen zur geringeren körperlichen Anstrengung ausgerichtet ist.

Die gegenwärtige subjektive Wahrnehmung ist tendenziell negativ, da dieses Thema für Arbeitskräfte neu ist und Langzeitstatistiken sowie vergleichbare Ansätze in der Landwirtschaft fehlen. Daraus ergibt sich die Frage, welche Verfahren und Integrationsstrategien im agrarischen Kontext angewandt werden können, um die Akzeptanz und Funktionalität positiv zu gestalten.

Schlüsselwörter: Exoskelett, Arbeitsbedingungen, Industrie, Integration, Landwirtschaft

Erhebung von Charakteristika der österreichischen Wald- und Naturkindergruppen für Vorschulkinder durch Internetrecherche

Alina BRANCO¹, Dominik MÜHLBERGER², Henrik HUBER¹, Elisabeth QUENDLER¹

*¹ Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

*² Bundesforschungs- und Ausbildungszentrum für Wald, Naturgefahren und
Landschaft
Seckendorff-Gudent-Weg 8, 1130 Wien*

Kurzfassung: Die zunehmende Digitalisierung und Urbanisierung hat zur Folge, dass viele Kinder einen stark reduzierten Zugang zur Natur erhalten. Neben gesundheitlichen, körperlichen und geistigen Folgen, bewirkt dies insbesondere eine fortlaufende Naturentfremdung. Eine Möglichkeit Kindern im Vorschulalter einen ausreichenden Zugang zur Natur zu bieten, sind Wald- und Naturkindergruppen. Bisher fehlen Informationen zum aktuellen Stand von Wald- und Naturkindergruppen in Österreich. Ziel dieses Beitrags ist es deshalb, die bisher bestehenden Waldkindergruppen Österreichs zu identifizieren und allgemeine, organisatorische sowie infrastrukturspezifische Daten herauszuarbeiten, hierzu wurde eine Internetrecherche und -analyse durchgeführt. Die Ergebnisse der Analyse der Websites brachten hervor, dass Gruppen in unterschiedlichem Ausmaß in allen neun Bundesländern vorhanden sind, auch eine Reihe organisatorischer Daten wurde erhoben. Unzureichende Informationen zur Infrastruktur wurden auf den Homepages dieser gefunden, folglich ist eine weiterführende Erhebung dazu künftig notwendig.

Schlüsselwörter: Waldkindergarten, Naturkindergarten, Naturbildung, Flächen, Schutzraum

1. Einleitung

Aktuelle globale Phänomene wie die zunehmende Digitalisierung und Urbanisierung bewirken Änderungen in der kindlichen Entwicklung. Laut Miklitz (2018) leidet eine zunehmende Zahl an Kindern an körperlichen Entwicklungsstörungen. So haben 60 % der Kinder Haltungsschäden und -schwächen, 40 % ein schwaches Herz-Kreislauf-System und 30 bis 40 % muskuläre Schwächen. Auch motorische Defizite lassen sich bei vielen Kindern im Kindergartenalter beobachten, welche zu einem erhöhten Unfallrisiko führen können (Kambas et al. 2004). Ein Aspekt, welcher einen Beitrag zu den aufgezählten Änderungen in der Entwicklung und Gesundheit von Kindern führt, ist die im Kindesalter aufkommende zunehmende Naturentfremdung (Raith & Lude 2014). Bis vor wenigen Jahrzehnten wuchs der Großteil der Kinder mit regelmäßigen Naturerfahrungen auf. Nicht nur in ländlichen Gegenden war ein ausreichendes Angebot an Natur verfügbar, auch in Städten waren bis vor einigen Jahren um einiges mehr Brachflächen verfügbar, welche als nicht verplante Flächen einen Spielort für Kinder darstellten (Gebhard 2005). Renz-Polster und Hüther (2016) sprechen außerdem von einer „Überbehütung“ durch die Eltern, wodurch Kinder heutzutage weniger Gelegenheiten bekommen, sich in der Natur aufzuhalten. Naturräume wie Wald oder Wiese bieten Kindern eine vielfältige Spielumgebung, in

der lebensnahe Erfahrungen gemacht werden können, bei welchen es zu einem verstärkten Einsatz der Sinne kommt (Wilson 2012). Durch das reduzierte Spielzeugangebot in der Natur werden Kinder dazu angeregt ihre Problemlösekompetenz, situative Kreativität sowie motorische und soziale Fähigkeiten einzusetzen und weiterzuentwickeln (Häfner 2002). Außerdem werden kognitive und sprachliche Fähigkeiten (Yildirim & Akamca 2017; Zamani 2016) sowie physische Aktivität (Grill 2014) durch einen regelmäßigen Naturaufenthalt gefördert. Eine Möglichkeit, Kindern einen ausreichenden Zugang zur Natur und den damit verbundenen positiven Effekten zu ermöglichen, sind Wald- und Naturkindergruppen. Dabei handelt es sich um eine Form der Kinderbetreuung, bei der die frühkindliche Bildung fast ausschließlich in Naturräumen wie Wald oder Wiese stattfindet (Miklitz 2018). Gesetzliche Vorgaben, Richtlinien sowie Empfehlungen zur Gestaltung und Umsetzung von Wald- und Naturkindergruppen, die auch von Vorschulkindern öffentlicher Elementareinrichtungen genutzt werden können, sind in der Fachliteratur kaum vorhanden. Der Fokus liegt zum jetzigen Zeitpunkt auf der pädagogischen Umsetzung dieser Gruppen. Aufgrund dessen soll im Zuge dieser Arbeit der Ist-Stand der Wald- und Naturkindergruppen in Österreich erhoben werden, um anhand dieser Basis Mindestanforderungen hinsichtlich Arbeits- und Kindersicherheit für die öffentliche Zugänglichkeit dieser Art von elementarpädagogischen Einrichtungen abzuleiten.

2. Material und Methoden

Die aktuelle Zahl und die Standorte sowie die Infrastruktur der Wald- und Naturkindergruppen in Österreich war bisher nicht bekannt, folglich wurden diese Gruppen mittels Internetrecherche identifiziert, unter der Annahme, dass das Internet das beliebteste Marketingmedium ist. Dabei wurden insgesamt 79 Wald- und Naturkindergruppen ausfindig gemacht, welche somit den Untersuchungsgegenstand dieser Arbeit darstellen. Im Zuge einer Internetanalyse wurden alle verfügbaren Informationen zu den zuvor identifizierten Wald- und Naturkindergruppen eruiert. Die Methode der Internetanalyse wurde gewählt, da zu den Wald- und Naturkindergruppen Österreichs bisher keine Aufzeichnungen zu den bestehenden Gruppen oder einschlägige Fachliteratur zur Verfügung stand. Es wurde eine Reihe von verschiedenen Informationen, angefangen bei allgemeinen und organisatorischen Daten bis hin zu Informationen zur Infrastruktur der Gruppen erhoben. Ein Teil der Informationen wurde auf den jeweiligen Websites der Gruppen ausfindig gemacht, jedoch standen oft nicht alle benötigten Daten zur Verfügung. Um die gesammelten Daten für die statistische Auswertung vorzubereiten, erfolgte eine Codierung der nominalen Variablen. Die codierten Daten wurden mittels Statistik-Software SPSS sowohl deskriptiv als auch analytisch, mittels Spearman-Korrelation, dem Kruskal-Wallis-Test und dem Chi-Quadrat-Test, ausgewertet.

3. Ergebnisse und Diskussion

In Österreich gab es zum Stand Oktober 2023 79 Wald- und Naturkindergruppen, wobei sich hiervon 64 als Waldkindergruppe und 15 als Naturkindergruppe bezeichnen. Es zeigt sich, dass in Tirol die höchste Anzahl an Gruppen vorhanden ist,

wobei es sich hierbei ausschließlich um Waldkindergruppen handelt. Auch in Niederösterreich und Oberösterreich gibt es vergleichsweise viele Gruppen, hier ist das Verhältnis aus Wald- und Naturkindergruppen ausgeglichener. In den Bundesländern Wien, Steiermark und Burgenland sind hingegen wenige Wald- und Naturkindergruppen vorhanden. Die Ergebnisse der Internetanalyse zeigten außerdem, dass sich die durchschnittliche Anzahl an Kindern auf 16 sowie die durchschnittliche Betreueranzahl auf vier belief. Dies entsprach einem durchschnittlichen Betreuungsschlüssel von 1:4, wenn die gleichzeitige Anwesenheit aller Betreuungspersonen sichergestellt wäre. Zu beachten ist hierbei allerdings, dass anhand der Website-Informationen der Wald- und Naturkindergruppen das tatsächliche Beschäftigungsausmaß je BetreuerIn nicht eindeutig eruiert werden kann. Ein zuverlässiger Betreuungsschlüssel ließ sich auf dieser Informationsbasis nicht ableiten. Die Wald- und Naturkindergruppen in Österreich sind im Durchschnitt sechs Stunden pro Tag geöffnet. Etwa die Hälfte, 39 der Gruppen, schließen bereits um 13 Uhr 30, 13 der Gruppen haben bis 15 Uhr 30 geöffnet und 18 der Gruppen bis 18 Uhr. Ein Großteil der Gruppen bietet demnach nur eine Halbtagsbetreuung an, die Gründe für diese kurzen Öffnungszeiten müssen durch weiterführende Studien erarbeitet werden. Miklitz (2018) führt als Grund für die kurzen Öffnungszeiten von durchschnittlich vier bis sechs Stunden die Wetterbedingungen an. Gerade in den Wintermonaten sind die Temperaturen zu gering, um sich für eine längere Zeit draußen aufzuhalten und die vorhandene Infrastruktur bietet oft nicht ausreichend Platz für einen längeren Aufenthalt aller Kinder.

Die monatlichen Kosten für die Eltern (ohne Essen und Bastelmaterial) beliefen sich auf 30 € bis 440 €, wobei die durchschnittlichen Monatskosten ungefähr 220 € betragen. Zwischen den Trägerschaftsgruppen und den monatlichen Elternbeiträgen wurde ein statistisch signifikanter Zusammenhang festgestellt ($n = 43$; $p = 0,003$). Es handelt sich um einen starken Effekt hinsichtlich des Unterschieds der monatlichen Kosten für die Eltern zwischen den Trägerschaftsgruppen Gemeinde und Verein, wobei bei den als Verein geführten Gruppen höhere monatliche Kosten feststellbar sind. Außerdem wurde festgestellt, dass zwischen mindestens zwei Bundesländern ein statistisch signifikanter Unterschied ($n = 44$; $p = < 0.001$) in den monatlichen Kosten für die Eltern bestand. Diese Beobachtung lag zwischen den Bundesländern Tirol und Niederösterreich sowie Vorarlberg und Niederösterreich vor, wobei in Niederösterreich jeweils die höheren monatlichen Kosten zu eruieren waren. Der Unterschied der monatlichen Kosten dieser Bundesländer kann vermutlich auf die unterschiedliche gesetzliche Verankerung von Wald- und Naturkindergruppen zurückgeführt werden (NÖ Kindergartengesetz 2006; §21a Abs. 3 Tiroler Kinderbildungs- und Kinderbetreuungsgesetz).

Wald- und Naturkindergruppen prägen vielfältige Infrastrukturtypen. Mit 32 Nennungen war der am häufigsten vorkommende Infrastrukturtyp das Haus, gefolgt vom Bauwagen mit 19 Nennungen. In geringerer Zahl nutzen Gruppen Container, einzelne Räume, Tipis, Pavillons und Baumhäuser. Von 35 Gruppen ist bekannt, dass ein Stromanschluss vorhanden ist, bei den restlichen Gruppen konnten keine Informationen dazu gefunden werden. Zum Heizen kam der Ofen mit 57 % am häufigsten zum Einsatz. Einige Gruppen nutzten außerdem Heizkörper oder eine Fußbodenheizung. Von einem großen Teil der Gruppen waren keine Informationen zur genutzten Heizmöglichkeit bekannt. Die Ausführung der Toiletten in Wald- und Naturkindergruppen war sehr vielfältig. Die Mehrheit der Gruppen nutzten gewöhnliche WCs, jedoch fanden sich auch unkonventionellere Arten wie Kompost- oder Trenntoiletten. Wenige, vier der Gruppen, gaben außerdem an, eine „Freilufttoilette“ zu nutzen. Das bedeutet, dass keine Toiletten im eigentlichen Sinne vorhanden sind,

sondern die Natur als Toilette genutzt wird. Von 41 der Wald- und Naturkindergruppen Österreichs gab es keine Informationen zur Toilettenart über die Internetanalyse.

Zusammenfassend sei zu sagen, dass mithilfe der Internetanalyse insbesondere allgemeine und organisatorische Daten für den Großteil der österreichischen Wald- und Naturkindergruppen ermittelbar waren. Ein zuverlässiger Betreuungsschlüssel konnte jedoch nicht ermittelt werden. Die Gruppen weisen ein vielfältiges Angebot an Infrastrukturtypen auf, jedoch fehlen Informationen zu genauen Infrastrukturdetails, wie der Raumaufteilung oder -größe, sowie der Ausstattung. Um in weiterer Folge eine Ableitung von Mindeststandards für die Gestaltung von Wald- und Naturkindergruppen zu ermöglichen, sind außerdem weitere Informationen zu der Gebrauchstauglichkeit der Infrastruktur, der Hygiene, ereigneten Unfällen sowie erforderlichen Unterweisungen notwendig. Die Methode der Internetanalyse war nicht ausreichend, um diese Daten zu erheben, weshalb diese in weiterer Folge im Zuge einer Online-Befragung erhoben werden sollen.

6. Literatur

- Gebhard, U. (2005): Kind und Natur. 2. Auflage, Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften Wiesbaden.
- Gill, T. (2014): The Benefits of Children's Engagement with Nature. *Children, Youth and Environments* 24(2). S. 10-24.
- Häfner, P. (2002): Natur- und Waldkindergärten in Deutschland - eine Alternative zum Regelkindergarten in der vorschulischen Erziehung. Univ. Heidelberg: Fakultät für Verhaltens- und empirische Kulturwissenschaften, Inauguraldissertation.
- Kambas, A., Antoniou, P., Xanthi, G., Heikenfeld, R., Taxildaris, K., Godolias, G. (2004): Unfallverhütung durch Schulung der Bewegungskoordination bei Kindergartenkindern. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 55(2), S. 44-47.
- Miklitz, I. (2018): Der Waldkindergarten, Dimension eines pädagogischen Ansatzes, 7. Auflage, Cornelsen Verlag.
- Raith und Lude Raith, A. und Lude, A. (2014): Startkapital Natur - Wie Naturerfahrung die kindliche Entwicklung fördert. Oekom Verlag.
- Renz-Polster, H., Hüther, G. (2016): Wie Kinder heute wachsen. Basel: Beltz.
- Wilson, R. (2012): Nature and young children: encouraging creative play and learning in natural environments. London: Routledge.
- Yildirim, G., Akamca, G. (2017): The effect of outdoor learning activities on the development of preschool children. *South African Journal of Education* 37(2), S. 1-10, <https://doi.org/10.15700/saje.v37n2a1378>
- Zamani, Z. (2016); The woods is a more free space for children to be creative; their imagination kind of sparks out there: exploring young children's cognitive play opportunities in natural, manufactured and mixed outdoor preschool zones. *Journal of Adventure Education and Outdoor Learning* 16(2), S. 172-189, <https://doi.org/10.1080/14729679.2015.1122538>

Modellierung von Arbeitsprozessen des Pflanzenbaus im KTBL

Mathias FUNK¹

¹KTBL – Darmstadt
Barthningstraße 49, 64289 Darmstadt

Kurzfassung: Zur Kalkulation des Zeitbedarfs und der Kosten von Feldarbeiten sind die Grunddaten und die Modelle von gleicher Bedeutung. Die Grunddaten werden in agrarstrukturelle wie z. B. die Schlaggröße und in prozessbezogene Einflussgrößen, wie z. B. die Arbeitsbreite, getrennt, so dass alle Arbeitsverfahren auf jeden Arbeitsort übertragen werden können.

Für die Bildung von Modellen ist die Gliederung der Arbeit in Ablaufarten und in Verbindung mit der Zeit folglich in Zeitarten besonders wichtig. Eine systematische Beschreibung der Arbeiten benötigt somit ein Zeitgliederungsschema unterteilt in die unterschiedlichen Teilzeiten. Mittels der Modelle und standardisierter Planzeitwerte lässt sich der Zeitbedarf für die Arbeitserledigung kalkulieren KTBL-Schrift 528 (2021). Unter Berücksichtigung der eingesetzten Arbeitskräfte und Arbeitshilfsmittel ergibt sich der Arbeitszeitbedarf- und die Nutzung der Arbeitshilfsmittel. Des Weiteren ist es so möglich, den Betriebsstoffbedarf für Maschinen und Anlagen, die Kosten für deren Nutzung und die Lohnkosten auszuweisen.

Schlüsselwörter: Arbeitswirtschaft, Prozessmodellierung, Pflanzenbau, Maschinennutzung

1. Einleitung

Ein Modell stellt die vereinfachte Abbildung der Wirklichkeit dar. Die Abbildung der Arbeitsverfahren in Modellen dient der Verfahrensbeschreibung und der Ermittlung des Zeitbedarfs für Arbeitskräfte beziehungsweise Maschinen. Bei der Teilzeitbetrachtung wird die Gesamtarbeit in Ablaufabschnitte unterteilt, um in jedem Abschnitt nur benötigte Einflussgrößen betrachten zu müssen. Für die Bildung der Modelle des gesamten Arbeitsverfahrens sind exakte Kenntnisse erforderlich, damit ein realistischer Arbeitsablauf unter Einbeziehung aller relevanten Einfluss- und Bezugsgrößen umgesetzt werden kann. Somit können alle Einflussgrößen an die gewünschten Bedingungen angepasst und die Ergebnisse jederzeit reproduziert werden. Um die Wirkung geänderter Verfahren schnell und effizient quantifizieren zu können, setzt das KTBL ein datenbankgestütztes Kalkulationssystem ein.

2. Systematik der Arbeitsmodelle

Die Arbeitsmodelle ergeben sich aus der Arbeitsaufgabe, Bearbeiten eines Schlages, Ausbringen eines Betriebsmittels oder Ernten eines Produktes, dem Ort des Be- oder Entladens und der Art und Weise des Be- oder Entladens und bekommen im KTBL eine Modell ID.

Arbeitsaufgabe

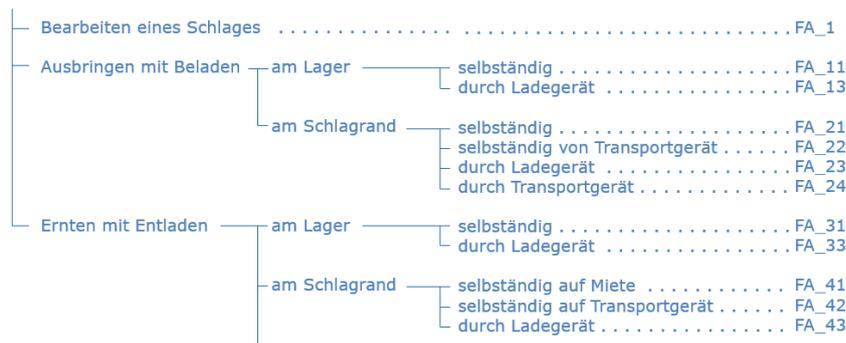


Abbildung 1: Systematik der Arbeitsmodelle

3. Aufbau eines Arbeitsverfahrens

Die Beschreibung des Aufbaus der Arbeitsverfahren besteht aus der Tätigkeit, der eingesetzten Technik und die beteiligten Arbeitskräfte. Die Tätigkeit ergibt sich aus dem Arbeitsauftrag. Bei einem komplexen Arbeitsauftrag wie z.B. dem Ernten von Silomais wird der Arbeitsauftrag in die Teilaufträge Häckseln des Maises, Transport des Häckselgutes und Einlagern des Häckselgutes unterteilt. Die Durchführung dieser Teilaufträge eines Arbeitsverfahrens werden Teilarbeiten genannt. Die Arbeitskräfte und die Maschinen werden den Teilarbeiten zugeordnet.

Arbeitsverfahrens-obergruppen

(Bodenbearbeitung, Bestellung, Düngen, usw.)

Arbeitsverfahrensgruppen

(Tätigkeiten wie Pflügen, Säen, usw.)

Arbeitsverfahren

(Pflügen mit 3-Scharpflug und 67 kW Traktor)

Teilarbeit (Feldarbeit, Transport, Laden)

- Arbeitskräfte
- Maschinen und Geräte
- Anlagen (-elemente)

Abbildung 2: Struktur der Arbeitsverfahren

4. Zeitbedarfskalkulation und Zeitgliederung

Die Modellierung der Arbeitsprozesse im Pflanzenbau erfolgt nach der von Gindele entwickelten Methode zur Kalkulation des Arbeitszeitbedarfes. Sie basiert auf den von Kreher und Hesselbach strukturierten Zeitelementen und wurde im KTBL zur Teilzeitmethode weiterentwickelt. Durch die Zuordnung der Maschinen zu den Teilarbeiten wurde sie von Jäger um die Maschinenkostenrechnung erweitert.

Die Teilzeitmethode benötigt eine geeignete Gliederung der Teilzeiten, um die Arbeitsabläufe darstellen und die Leistungsfähigkeit der Verfahren vergleichen zu können. Die Kalkulation der Prozesse erfolgt über die drei Ebenen der Zeitsummen Hauptzeit, Prozesszeit und Gesamtzeit. Die Hauptzeit gliedert sich in die Teilzeiten t11 Arbeitsverrichtung im engeren Sinne, die t12 Wendezeit und in die t13 Entladezeit. Die Prozesszeit ergibt sich aus der Summe von Hauptzeit und der t21 Störzeit. Die Gesamtzeit ergibt sich aus der Prozesszeit zuzüglich der t3 Nebenzeit, die sich aus der t32 Rüstzeit vor der Arbeit, der t33 Rüstzeit nach der Arbeit sowie der t34 Wegezeit zusammensetzt.

5. Arbeitsablaufmodelle

Ein Arbeitsablauf beschreibt, in welcher Reihenfolge welche Arbeitsteilvorgänge und deren Arbeitselemente stattfinden und an welchem Punkt Entscheidungen hinsichtlich des weiteren Ablaufs anstehen. Mit der Gliederung der Arbeitsvorgänge in Ablaufabschnitte und der Definition der zeitlichen Abfolge entsteht ein Arbeitsablaufmodell. Für die Kalkulation müssen die technischen (z. B. Arbeitsbreite, Arbeitsgeschwindigkeit) und die agrarstrukturellen Parameter (z. B. Schlaggröße, Entfernung zum Schlag) definiert werden. Somit kann ein Arbeitsablaufmodell bei unterschiedlichen Bedingungen zur Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs genutzt werden.

Die Kalkulation des Arbeitszeitbedarfs der Arbeitsvorgänge erfolgt im KTBL auf der Ebene der Arbeitsteilvorgänge durch die Kombination der Parameter mit den Zeitelementen. Die Teilergebnisse werden zunächst innerhalb der Teilarbeiten und anschließend, je nach Häufigkeit für den gesamten Arbeitsvorgang aggregiert. Sowohl die Arbeitselemente als auch die Arbeitsteilvorgänge und Arbeitsvorgänge können für verschiedene Produktionsverfahren genutzt werden. Mit dem so erstellten Kalkulationsmodell, bei dem die Einflussgrößen auf allen Gliederungsebenen der Arbeitsvorgänge abgebildet werden, kann der Arbeitszeitbedarf eines Produktionsverfahrens mit praxisnahen Bedingungen kalkuliert werden.

Grundsätzlich enthält der Arbeitsablauf für Arbeiten auf dem Schlag die Ablaufabschnitte:

- Fahren zum Schlag
- Einfahren und Rüsten vor der Arbeit auf dem Schlag
- Ausführen der Arbeit auf dem Schlag
- Rüsten nach der Arbeit mit Verlassen des Schlags
- Fahren zum Ausgangsort

6. Gesamtzeitmodell

Die Berechnung des Arbeitszeitbedarfs in der Feldwirtschaft erfolgt im KTBL nach der von Gindele (1972) entwickelten Methode. Die Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs bezieht sich nach Gindele (1972) immer auf die Erledigung einer kompletten Arbeitsaufgabe innerhalb eines festgelegten Zeitraums der zeitlichen Arbeitseinheit.

Die zeitliche Arbeitseinheit für die Feldarbeiten wurde von Gindele (1972) auf 4 Stunden festgelegt und als Halbttag bezeichnet. Innerhalb dieser Zeit müssen demnach alle Teilarbeiten wie die t11, die t12 und die t13, aber auch alle Störzeiten und die Nebenzeiten mit dem Rüsten am Maschinenstandort und am Schlag sowie der Fahrt zum Schlag und zurück erledigt werden. Das bedeutet, dass die Nebenzeiten die verbleibende Zeit zur Arbeitserledigung auf dem Schlag reduzieren.

Durch die zunehmende Technisierung der Arbeitserledigung und der steigenden Entfernungen zum Arbeitsort stimmt diese Annahme immer weniger mit der Praxis überein. Das Halbtagsmodell wurde im KTBL durch das Erweitern der verfügbaren Zeit und das Beachten von mehreren Schichten zum Gesamtzeitmodell weiterentwickelt. Damit ergeben sich neue Rahmenbedingungen für die zeitliche Arbeitseinheit. Zudem ermöglicht das erweiterte Modell die Kalkulation von Arbeitseinsätzen, die weit über den Zeitrahmen eines Halbtages hinausgehen. Für die Kalkulation gelten folgende Annahmen:

- Es findet kein Gerätewechsel statt.
- Alle Tätigkeiten werden innerhalb dieser Zeitspanne durchgeführt.
- Pausen werden nicht beachtet.

7. Arbeitszeitbedarf, Maschinennutzung

Der Arbeitszeitbedarf und die Nutzung der Maschinen ergibt sich aus deren Zuordnung innerhalb der Teilarbeiten und ihres Einsatzes. Diese kann in einer der vorgesehenen Varianten stattfinden. Nur die Fahrt zum Schlag, nur die Arbeit auf dem Schlag oder die gesamte Arbeit. Zur Berechnung des Zeitbedarfes wird immer der gesamte Prozess beachtet, unabhängig davon welche Arbeitsperson oder Maschine daran beteiligt ist. Bei einem Arbeitsvorgang, bei dem ein Traktor zum Schlag fährt, die Arbeit ausführt und zurückkehrt, wird bei der Arbeitsperson und dem Traktor die Gesamtzeit beachtet. Wird beim Einsatz eines autonom Arbeitenden Systems dieses mit einem Transportgerät zum Schlag gebracht, ist für das Transportgerät nur die Fahrt zum Schlag und für das Arbeitsgerät nur die Zeit auf dem Schlag zu beachten.

8. Literatur

Jäger, P. (1991): Zeitbedarf von Feldarbeiten. In: Landtechnik 1/1-91, VDI-Verlag GmbH, Düsseldorf.
Gindele, E. H. (1972): Die Bedeutung agrarstruktureller Elemente für eine rationelle Arbeitserledigung in der Feldwirtschaft. KTBL-Schrift 156, Münster-Hiltrup, Landwirtschaftsverlag
Kreher, G. und Hesselbach (1968), J.: Arbeits- und Zugkraftbedarfszahlen. In: KTL-Kalkulationsunterlagen für Betriebswirtschaft Band 1, Teil III, Wolfratshausen.
KTBL-Schrift 528 (2021): Landwirtschaftliche Arbeitswirtschaft. Methoden der Zeiterfassung und der Arbeitsanalyse. Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V. (KTBL), Darmstadt

Bionik im Einsatz Innovative Lösungen für die Landtechnik

Ille C. GEBESHUBER

*Institut für Angewandte Physik, Technische Universität Wien
Wiedner Hauptstraße 8-10/134, A-1040 Wien*

Kontakt: gebeshuber@iap.tuwien.ac.at

Kurzfassung: In der Bionik geht es um das Lernen von der belebten Natur für Anwendungen im menschlichen Bereich. Dies beinhaltet Technik, Architektur, Kunst, und natürlich auch die Arbeitswissenschaften in der Landtechnik. Integration von Bionik in die Arbeitswissenschaften im Bereich der Landtechnik eröffnet aufregende Perspektiven für die Optimierung von Arbeitsprozessen und -bedingungen. Inspiriert von bewährten Mechanismen und Strukturen in der belebten Natur, zielen bionische Ansätze darauf ab, Effizienz, Ergonomie, Sicherheit und gesundheitliche Aspekte von Arbeitsabläufen in der Landwirtschaft zu steigern. Beispiele hierfür sind die Entwicklung von exoskelettartigen Strukturen, die die körperliche Belastung der Arbeiter und Arbeiterinnen reduzieren, indem sie sich an Tieren mit Exoskelett orientieren, die Schaffung intelligenter landwirtschaftlicher Maschinen, die vom Tierverhalten lernen, um autonomere und effektivere Entscheidungen zu treffen und die Reduktion von zu lauten und störenden Geräuschen, die krank machen können. Diese Anwendungen der Bionik versprechen einen positiven Einfluss auf die Arbeitsqualität und -produktivität in der Landtechnik und tragen zur Weiterentwicklung dieses wichtigen Wirtschaftszweigs bei.

Schlüsselwörter: Bionik, effizientere Arbeitsabläufe, ergonomischere Arbeitsabläufe, sicherere Arbeitsabläufe, gesündere Arbeitsabläufe

1. Bionik

Bionik, eine Verschmelzung der Wörter „Biologie“ und „Technik“, ist ein interdisziplinäres Feld, das sich mit der Anwendung von Prinzipien aus der belebten Natur auf technologische und ingenieurwissenschaftliche Probleme befasst. Sie basiert auf der Idee, dass die belebte Natur im Laufe der Evolution effiziente und optimierte Lösungen für eine Vielzahl von Herausforderungen entwickelt hat, die auch in Technik und Industrie nützlich sein könnten (Gebeshuber 2016).

Bionik kann auf verschiedenen Ebenen angewendet werden. Auf der Makroebene können sich Fachkräfte aus Design und Ingenieurwissenschaften von Strukturen, Materialien und Prozessen von Tieren, Pflanzen, Mikroorganismen und Ökosystemen inspirieren lassen, um effiziente Gebäude, Fahrzeuge oder Produkte zu entwerfen. Ein bekanntes Beispiel ist der Bau von Hochhäusern, die von Bäumen und ihrer Fähigkeit zur Selbststabilisierung inspiriert sind.

Auf der Mikroebene können bionische Ansätze dazu verwendet werden, neue Materialien und Oberflächen zu entwickeln, die den Eigenschaften biologischer Materialien ähneln, wie beispielsweise selbstreinigende Oberflächen nach dem Vorbild von Lotusblättern (Barthlott & Neinhuis 1997).

Darüber hinaus können biologische Prozesse und Mechanismen zur Verbesserung von Technologien genutzt werden. Ein Beispiel hierfür ist die Entwicklung von Robotern, die von Tierbewegungen oder sogar von Pflanzen (Speck et al. 2023) inspiriert sind, um im schwierigen Gelände zu navigieren, Aufgaben in gefährlichen Umgebungen auszuführen oder Tiere zu hüten (King et al. 2023).

Insgesamt zielt die Bionik darauf ab, innovative Lösungen zu schaffen, die nicht nur effizienter und nachhaltiger sind, sondern auch das Potenzial haben, die technologische Entwicklung in verschiedenen Branchen voranzutreiben, indem sie die Weisheit der Natur nutzen, um menschengemachte Herausforderungen zu bewältigen.

2. Effizientere Arbeitsabläufe durch Bionik in der Landtechnik

Die Anwendung bionischer Prinzipien in der Landtechnik könnte zu neuen Methoden und Technologien führen, die die Automatisierung und Robotisierung von landwirtschaftlichen Aufgaben ermöglichen, wodurch Zeit und Ressourcen eingespart werden und gleichzeitig Qualität und Effizienz der landwirtschaftlichen Produktion gesteigert werden (Kondoyanni et al. 2022).

3. Ergonomischere Arbeitsabläufe durch Bionik in der Landtechnik

3.1 Bionische Exoskelette

Ein Beispiel für den Einsatz von Bionik in der Landtechnik, um Arbeitsabläufe ergonomischer zu gestalten, ist die Entwicklung von passiven und aktiven Exoskeletten für Landwirte (Toxiri et al. 2019) (Crea et al. 2021). Derartige Außenskelette sind von der Biomechanik des menschlichen Körpers und Tierbewegungen inspiriert. Ein Exoskelett kann beispielsweise Rücken- und Gelenkstützen bieten, die die Landwirte beim Heben schwerer Lasten oder bei langen Stunden auf dem Feld unterstützen. Die Konstruktion kann auf Prinzipien der Wirbelsäulenstabilität und Muskelunterstützung basieren, die in der Natur vorkommen. Durch die Nutzung dieser biomechanischen Prinzipien können Landwirte ihre körperliche Belastung reduzieren und das Risiko von Verletzungen und Ermüdung minimieren.

Diese Art von bionischem Exoskelett kann dazu beitragen, die Gesundheit und das Wohlbefinden der Landwirte zu verbessern, die oft körperlich anstrengende Arbeiten verrichten müssen. Dadurch kann Produktivität und Effizienz gesteigert werden.

3.2 Bionische Landmaschinen für bessere Ergonomie

Ein weiteres Beispiel für den Einsatz von Bionik in der Landtechnik, um Arbeitsabläufe ergonomischer zu gestalten, ist die Entwicklung von Landmaschinen, die von Tierbewegungen inspiriert sind (Jamei & Vrcelj 2021). Beispielsweise könnten Traktoren oder Mähdrescher so gestaltet werden, dass sie Bewegungsmuster von Tieren wie Pferden oder Ochsen imitieren, die historisch gesehen in der Landwirtschaft eingesetzt wurden (und in manchen Gebieten immer noch verwendet werden).

Derartige Maschinen könnten so konzipiert sein, dass sie die Landwirte bei der Bedienung weniger körperlich belasten und ihre Bewegungen ergonomischer

gestalten. Dies könnte die Ermüdung der Landwirte verringern und gleichzeitig die Effizienz der landwirtschaftlichen Arbeit erhöhen.

Durch die Analyse und Anwendung von biomechanischen Prinzipien aus der Tierwelt können Maschinen entwickelt werden, die sanftere und natürlichere Bewegungen ausführen und Arbeitsbedingungen für Landwirte verbessern.

4. Sicherere Arbeitsabläufe durch Bionik in der Landtechnik

Durch die Entwicklung von besseren Sensoren und Steuerungssystemen nach dem Vorbild von biologischen Sensoren, die auf natürliche Muster und Umweltveränderungen reagieren, kann die Bionik die Sicherheit bei der Bedienung von Maschinen in komplexen und unvorhersehbaren Umgebungen verbessern.

Inspiziert durch Organismen, die sich selbst reparieren können, könnten für die Landtechnik Materialien entwickelt werden, die kleine Beschädigungen selbstständig beheben. Dies würde die Langlebigkeit der Geräte erhöhen und das Risiko von Ausfällen verringern. Ein eindrucksvolles Beispiel dafür ist autonome „Gesundheit“ von Maschinen (Jinji 2022).

5. Gesundere Arbeitsabläufe durch Bionik in der Landtechnik

Lärm und Vibrationen können die Gesundheit von Menschen, die in der Landtechnik arbeiten, massiv gefährden. Eine Studie zur Gefährdung durch Vibrationen und Lärm beim Einsatz von landwirtschaftlichen Raupenschleppern (Vallone et al. 2016) ergab, dass die Vibrations- und Lärmwerte, denen die Fahrer und Fahrerinnen dieser Traktoren ausgesetzt sind, häufig die in den europäischen Richtlinien festgelegten Sicherheitsgrenzwerte überschreiten, insbesondere mit zunehmendem Alter der Traktoren und in Abhängigkeit von den Bodeneigenschaften. Die Studie unterstreicht die Notwendigkeit, bei der Bewertung der Vibrations- und Lärmpegel solcher Traktoren Bodenbeschaffenheit und Betriebsstunden des Traktors zu berücksichtigen und betont die Bedeutung von Schutzmaßnahmen für die Fahrer und Fahrerinnen.

Gerade in Bezug auf Management von Lärm und Vibrationen gibt es vielfältige Inspiration aus der belebten Natur. Zikaden und einige Vögel sind in der Lage, die von ihnen erzeugten Geräusche aktiv zu formen. Dabei kommen Mechanismen zum Einsatz, die für das Management von Fluglärm (Gebeshuber & Majlis 2009) und auch für ablenkende und schädliche Geräusche in den Fahrerkabinen von landwirtschaftlichen Maschinen von Nutzen sein könnten.

So dämpfen oder verstärken auch Bienenwaben Schwingungssignale: Die Vibration der Ränder offener Zellen in einer Wabe, die in der Ebene der Wabenoberfläche ausgeübt wird, überträgt sich auf die gesamte Wabe. Die Abschwächung oder Verstärkung des Schwingungssignals hängt von der Frequenz und der Art der Wabe ab. Im Allgemeinen dämpfen gerahmte Waben, sowohl große als auch kleine, die höheren Frequenzen stark ab, während diese in kleinen offenen Waben verstärkt werden. Die sehr schlechten Übertragungseigenschaften der großen gerahmten Waben, die in kommerziellen Bienenstöcken verwendet werden, können die Angewohnheit der Bienen erklären, in den Bereichen, die für den Schwänzeltanz verwendet werden, einen Bereich der Wabe vom Rahmen zu lösen. Die Beine der Honigbienen sind empfindlich für niedrige Frequenzen. Die Verstärkungseigenschaften ungerahmter Waben erweitern den Bereich dieser

Rezeptorsysteme auf Frequenzen, die von der Biene während ihres Tanzes ausgestrahlt werden, nämlich das 15-Hz-Abdomenwackeln und die 250-Hz-Thoraxvibration (Sandemann et al. 1996). Bienen sind also in der Lage, Schall zu manipulieren, indem sie ihre Waben auf eine bestimmte Weise ausrichten. In Fahrerkabinen ist die Wabenform wegen ihres guten Verhältnisses zwischen Festigkeit und Gewicht attraktiv und sollte deswegen in Innenraumkomponenten verwendet werden.

4. Zusammenfassung

Die in diesem Artikel angeführten vielfältigen Beispiele zeigen, wie bionische Inspiration durch die belebte Natur zur Verbesserung der Arbeitsbedingungen in der Landtechnik führen können.

6. Literatur

- Barthlott, W., Neinhuis, C. (1997): Purity of the sacred lotus, or escape from contamination in biological surfaces. *Planta* 202, 1–8 (1997). <https://doi.org/10.1007/s004250050096>
- Crea, S., Beckerle, P., De Looze, M., De Pauw, K., Grazi, L., Kermavnar, T., ... Veneman, J. (2021): Occupational exoskeletons: A roadmap toward large-scale adoption. Methodology and challenges of bringing exoskeletons to workplaces. *Wearable Technologies* 2, e11. <https://doi.org/10.1017/wtc.2021.11>
- Gebeshuber, I.C. (2016) Wo die Maschinen wachsen – Wie Lösungen aus dem Dschungel unser Leben verändern werden, Ecowin
- Gebeshuber, I.C., Majlis, B.Y. (2009): Applied biomimetics: Low noise aircraft design. *Jurnal Elektronika dan Telekomunikasi* 9(2), 12-19.
- Jamei, E., Vrcelj, Z. (2021): Biomimicry and the built environment, learning from nature's solutions. *Applied Sciences* 11(16), 7514. <https://doi.org/10.1155/2019/8179851>
- Jinji, G. (2022): Bionic artificial self-recovery enables autonomous health of machine. *Journal of Bionic Engineering* 19(6), 1545-1561. <https://doi.org/10.1007/s42235-022-00261-6>
- King, A.J., Portugal, S.J., Strömbom, D., Mann, R.P., Carrillo, J.A., Kalise, D., ... & Papadopoulou, M. (2023): Biologically inspired herding of animal groups by robots. *Methods in Ecology and Evolution* 14(2), 478-486. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.14049>
- Kondoyanni, M., Loukatos, D., Maraveas, C., Drosos, C., Arvanitis, K. G. (2022): Bio-inspired robots and structures toward fostering the modernization of agriculture. *Biomimetics* 7(2), 69. <https://doi.org/10.3390/biomimetics7020069>
- Sandeman, D. C., Tautz, J., Lindauer, M. (1996): Transmission of vibration across honeycombs and its detection by bee leg receptors. *Journal of Experimental Biology* 199(12), 2585-2594. <https://doi.org/10.1242/jeb.199.12.2585>
- Speck, T., Cheng, T., Klimm, F. et al. (2023): Plants as inspiration for material-based sensing and actuation in soft robots and machines. *MRS Bulletin* 48, 730–745. <https://doi.org/10.1557/s43577-022-00470-8>
- Toxiri, S., Näf, M. B., Lazzaroni, M., Fernández, J., Sposito, M., Poliero, T., ... Ortiz, J. (2019): Back-support exoskeletons for occupational use: an overview of technological advances and trends. *IIEE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors* 7(3-4), 237-249. <https://doi.org/10.1080/24725838.2019.1626303>
- Vallone, M., Bono, F., Quendler, E., Febo, P., Catania, P. (2016): Risk exposure to vibration and noise in the use of agricultural track-laying tractors. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 23(4). <https://doi.org/10.5604/12321966.1226852>

Vergleich von Kurzschnittladewagen und Häckselkette zur Futterbergung bei der Grünlandernte

Franz HANDLER, Christian RECHBERGER, Manfred NADLINGER

*HBLFA Francisco Josephinum
Rottenhauser Straße 1, A-3250 Wieselburg*

Kurzfassung: Mit einem entsprechend leistungsstarken Traktor können Kurzschnittladewagen beim Laden von Anwelkgut vergleichbare Massenströme erzielen wie Feldhäcksler beim Befüllen der Häckselwagen. Soll mit Kurzschnittladewagen die gleiche Flächenleistung wie mit einer Häckselkette erzielt werden, müssen in Abhängigkeit von der Feld-Hof-Entfernung mehrere Ladewagen eingesetzt werden. Allerdings benötigt die Ernte mit dem Kurzschnittladewagen bei gleicher Flächenleistung weniger Arbeitskräfte. Je nach Rahmenbedingungen ist der Kurzschnittladewagen bis zu einer Feld-Hof-Entfernung von 7,5 bis 13 km kostengünstiger als die Häckselkette. Weiters sind Kurzschnittladewagen umso konkurrenzfähiger je kleiner die Schläge, je geringer die Erträge bzw. die Schwadstärken und umso höher die Treibstoffpreise sind.

Schlüsselwörter: Grünlandernte, Kurzschnittladewagen, Feldhäcksler, Arbeitszeitbedarf, Arbeiterledigungskosten

1. Problemstellung

In den letzten Jahren kam es zu einer deutlichen Weiterentwicklung der Leistungsfähigkeit von Kurzschnittladewagen bei der Ernte von Anwelksilage. Zum einen wurde der Messerabstand von 34 mm auf 25 mm gesenkt und zum anderen der mögliche Massenstrom beim Laden auf einen auch für den Feldhäcksler typischen Wert von rund 50 t TM/h gesteigert (DLG 2014, DLG 2016, DLG 2022, Handler et al. 2023). Der Beitrag untersucht die Auswirkungen der Leistungssteigerung der Kurzschnittladewagen auf den Arbeitszeitbedarf bzw. die Flächenleistung, die Arbeiterledigungskosten und die erforderliche Anzahl von Arbeitskräften im Vergleich zur Feldhäckslerkette für die Anwelksilageernte.

2. Material und Methode

Die für die Datenerhebung eingesetzten Kurzschnittladewagen von Pöttinger Landtechnik GmbH hatten nach DIN 11741 45 m³ Ladevolumen und wurden von Traktoren mit 305 kW gezogen. Die Häckselkette bestand aus einem Claas Jaguar 950 (430 kW) mit einem 3-metrigen Pickup. Den Transport des Häckselgutes übernahmen Muldenkipper (35 m³, 211 kW) und Häckselwagen (40 m³, 163 kW).

Für die Zeitstudien wurde der Arbeitsablauf der Kurzschnittladewagen bzw. jener der Häckselkette in Abschnitte (Frisch et al. 2022) zerlegt und für diese die erforderliche Zeit und der zurückgelegte Weg mittels GNSS-Tracker gemessen. Die Ablaufabschnitte des Häckslers waren Häckseln, Wenden, Leerfahrt am Feld, Fahrzeit

am Feld, Fahrzeit auf Straße und Warten. Der Arbeitsablauf der Transportgepanne umfasste die Ablaufabschnitte Befüllen, Fahrzeit am Feld, Warten, Fahrzeit auf Straße, Wiegen und Entladen. Der Arbeitsablauf der Kurzschnittladewagen setzte sich aus Laden, Wenden, Fahrzeit am Feld, Fahrzeit auf Straße, Wiegen, Warten und Entladen zusammen. Zusätzlich wurden die Masse, die Schnittlänge, die Ladedichte sowie der TM-Gehalt des Erntegutes und der Kraftstoffbedarf erhoben. Aufbauend auf den statistischen Auswertungen der Arbeitszeitstudien wurden Modellrechnungen zur Erntelogistik und den Arbeitserledigungskosten durchgeführt. Diese umfassen die fixen und variablen Maschinen- sowie die Lohnkosten.

3. Ergebnisse und Diskussion

Für den folgenden Verfahrensvergleich bilden die in Tabelle 1 zusammengefassten Daten die Basis.

Tabelle 1: Daten für die Modellrechnungen zur Flächenleistung und den Arbeitserledigungskosten

	Feldhäckslerkette	Kurzschnittladewagen
Ertrag [t TM/ha] / Schwadmasse [kg TM/m]	3,5 / 4,9	
Massenstrom Häckseln bzw. Laden [t TM/h]	38,4	47,9
Ladedichte bei TM-Gehalt von 32 % [kg TM/m³]	100	110
Mechanisierung und Kosten (Maschinen- und Lohnkosten bei 1,70 €/l Diesel)	Häcksler 450 kW: 302 €/h, Traktor (211 kW) mit Häckselwagen 40 m ³ Ladevolumen: 105 €/h oder Traktor (211 kW) mit Häckselwagen 50 m ³ Ladevolumen: 114 €/h	Kurzschnittladewagen (25 mm Messerabstand, 40 m ³ Ladevolumen) mit Traktor 305 kW: 192 €/h

Abbildung 1 zeigt, dass die Häckselkette durch die Erhöhung der Anzahl der Transportgespanne die Flächenleistung mit zunehmender Feld-Hof-Entfernung konstant halten kann. Obwohl der Massenstrom beim Laden höher ist als beim Häckseln, ist die Flächenleistung des Kurzschnittladewagens niedriger als die des Häckslers und sie sinkt mit zunehmender Feld-Hof-Entfernung. Um dies auszugleichen, müssen mehrere Ladewagen eingesetzt werden. Beispielsweise sind bei 2 ha Schlaggröße und 8 km Feld-Hof-Entfernung 4 Ladewagen erforderlich, um die gleiche Flächenleistung zu erzielen wie der Feldhäcksler mit 5 Transportgespannen. Steigt die Schlaggröße von 2 auf 5 ha, steigt die Flächenleistung des Feldhäckslers deutlicher als die des Kurzschnittladewagens. Um die Leistungssteigerung des Feldhäckslers nutzen zu können, müssen zusätzliche Transportgespanne zur Verfügung stehen.

Die Anzahl der Arbeitskräfte bei der Häckselkette errechnet sich in Abbildung 1 aus der Anzahl der Transportgespanne plus der Bedienperson des Feldhäckslers. Beim Ladewagen entspricht die Anzahl der Arbeitskräfte der Anzahl eingesetzter Ladewagen. Ein Vergleich der erforderlichen Anzahl von Arbeitskräften bei der

Häckselkette mit der Anzahl von Ladewagen bei gleicher Flächenleistung zeigt, dass die Ladewagenkette unter den gewählten Rahmenbedingungen bei gleicher Feld-Hof-Entfernung immer weniger Arbeitskräfte benötigt als die Häckselkette.

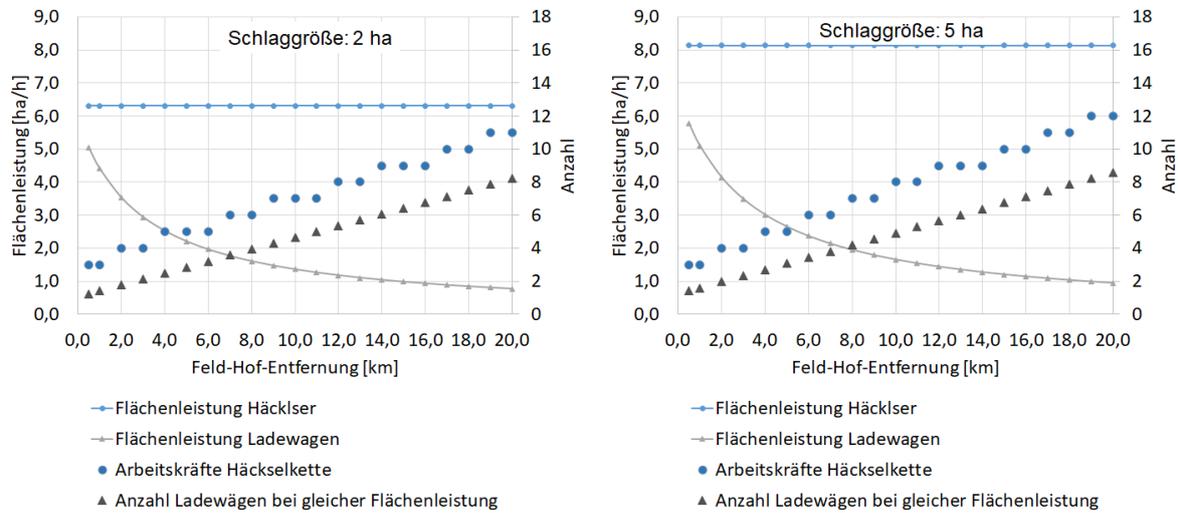


Abbildung 1: Flächenleistung und Arbeitskräftebedarf in Abhängigkeit von der Feld-Hof-Entfernung bei einer Schlaggröße von 2 ha und 5 ha

Stehen nicht genügend Transportgespanne zur Verfügung, fällt auch bei der Häckselkette die Flächenleistung. Würden beispielsweise in Abbildung 1 bei einer Schlaggröße von 5 ha nur 6 Transportgespanne zur Verfügung stehen, würde ab einer Feld-Hof-Entfernung von 10 km die Flächenleistung zu fallen beginnen. Dadurch würde auch der Abstand zum Ladewagen abnehmen.

Die in Abbildung 2 dargestellten Arbeiterledigungskosten bezogen auf die geerntete Frischmasse (32 % TM-Gehalt) basieren auf Tabelle 1 und Abbildung 1. Daraus ergibt sich, dass die Ernte mit dem Kurzschnittladewagen bei Feld-Hof-Entfernungen von unter 10 km günstiger ist als die Ernte mit der Häckselkette. Hauptursache hierfür sind die im Vergleich zum Kurzschnittladewagen hohen Kosten der Häckselkette beim Zerkleinern und Laden des Anwelkgutes.

Kurzschnittladewagen weisen bei gleichem Ladevolumen höhere Investitionskosten als Häckselwagen auf. Gleichzeitig nimmt der Dieserverbrauch bezogen auf die transportierte Masse beim Transport mit dem Ladewagen bei zunehmender Feld-Hof-Entfernung stärker zu als beim Häckselguttransport mit dem Häckselwagen. Beides führt beim Ladewagen zu einem stärkeren Anstieg der Kosten mit zunehmender Feld-Hof-Entfernung als bei der Häckselkette (Handler et al. 2023). Durch die in Abbildung 1 dargestellte stärkere Abnahme der Flächenleistung in Folge

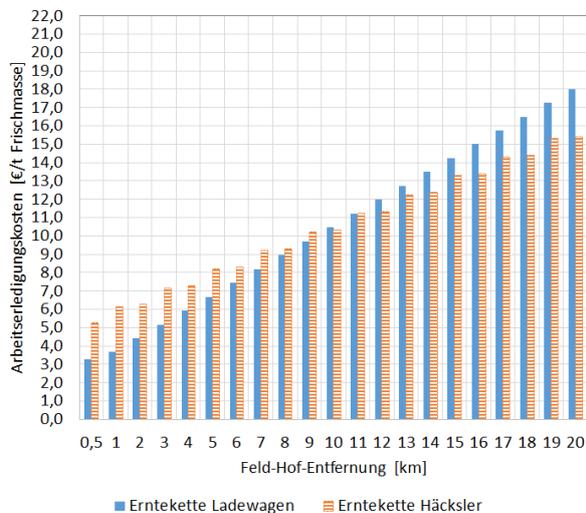


Abbildung 2: Arbeiterledigungskosten bei der Anwelkguternte (5 ha Schlag)

der Abnahme der Schlaggröße bei der Häckselkette kommt es bei dieser auch zu einem stärkeren Kostenanstieg mit abnehmender Schlaggröße. Dadurch wird die Ladewagenkette bei einer Schlaggröße von 2 ha bis zu einer Feld-Hof-Entfernung von rund 13 km günstiger als die Häckselkette (Handler et al. 2023).

Bedingt ein geringerer Ertrag eine geringere Schwadstärke und kann diese nicht durch Erhöhung der Fahrgeschwindigkeit kompensiert werden, sinken die Massenströme beim Häckseln und Laden. Dies führt bei der Häckselkette zu einem stärkeren Anstieg der Kosten als bei der Ladewagenkette (Handler et al. 2023).

Eine Erhöhung des Dieselpreises führt auf Grund des höheren Dieserverbrauchs, bezogen auf die geerntete Masse bei der Häckselkette (Sukannas et al. 2008, DLG 2014, DLG 2016, DLG 2022, KTBL 2023), zu einem stärkeren Anstieg der Arbeiterledigungskosten pro Tonne Frischmasse als beim Ladewagen. Dadurch nimmt die Konkurrenzfähigkeit der Häckselkette ab.

Häckselwagen weisen bei gleichem Ladevolumen in der Regel eine geringere Eigenmasse als Ladewagen auf, wodurch bei Häckselwagen ein höheres Ladevolumen möglich sein kann, ohne das höchstzulässige Gesamtgewicht von 40 t zu überschreiten. Durch die Erhöhung des Ladevolumens der Häckselwagen sinkt bei gleicher Flächenleistung des Häckslers die Anzahl erforderlicher Transportgespanne. Würde beispielsweise ausgehend von den Daten in Abbildung 1 bei einer Schlaggröße von 5 ha das Ladevolumen der Häckselwagen von 40 auf 50 m³ erhöht werden, so würde die Anzahl erforderlicher Häckselwagen bei einer Transportentfernung von 8 km von sechs auf fünf sinken. Dadurch nehmen die Arbeiterledigungskosten mit zunehmender Feld-Hof-Entfernung weniger stark zu, sodass die Häckselkette bereits ab einer Feld-Hof-Entfernung von rund 7,5 km günstiger als der Ladewagen ist.

Untersuchungen auf einem Milchviehbetrieb mit 50 ha Grünland verteilt auf 24 Schlägen haben gezeigt, dass die Kombination von beiden Ernteverfahren zu einer Erhöhung der Schlagkraft und zu einer Kosteneinsparung führen kann (Große Börding 2021). Wurden alle Schläge mit dem jeweils günstigeren Ernteverfahren geerntet, so zeigte sich, dass im Mittel kleinere Flächen sowie Flächen mit einem geringeren Ertrag und einer kleineren Feld-Hof-Entfernung dem Kurzschnittladewagen zugeordnet wurden.

6. Literatur

DLG (2014): DLG-Prüfbericht 6170F, DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt.

DLG (2016): DLG-Prüfbericht 6314, DLG Testzentrum Technik und Betriebsmittel, Groß-Umstadt.

DLG (2022): DLG-Prüfbericht 7293, DLG TestService GmbH, Groß-Umstadt.

Frisch, J., Funk, M., Haidn, B., Mačuhová, J., Quendler, E., Reith, St., Schick, M., Sonnen, J., Steckel, T., Umstätter, Ch., Winkler, B. (2022): Arbeitswirtschaft in der Landwirtschaft - Einführung, Arbeitszeitanalyse, Zeitbedarfskalkulation. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e.V.

Große Börding, H. (2021): Entwicklung eines Berechnungsmodelles zur Auswahl des optimalen Grünlandernteverfahrens für Milchviehbetriebe. Hochschule Osnabrück, Bachelorarbeit.

Handler, F., Rechberger, Ch., Nadlinger, M. (2023): Vergleichsverfahren Futterbergung. In DLG e.V. und VDI-MEG Unterlagen zur Tagung LAND. TECHNIK für Profis 2023 - Halmfütterernte, <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/veranstaltungen/landtechnik-fuer-profis/archiv/2023>, abgerufen 1. 9. 2023.

KTBL (2023): Online - Feldarbeitsrechner. <https://daten.ktbl.de/feldarbeit/entry.html>, abgerufen im 22. Februar 2023.

Sukannas, A., Nysand, M. (2008): Loader wagon compared to metered chopper for forage harvest. In Grassland Science in Europe, Volume 13, page 648 – 650, ISBN 978-91-85911-47-9.

Entscheidungsunterstützung bei der Weidezuteilung mit Hilfe einer Drohne, eines Herbometers und eines Nahinfrarot-Spektrometers

Leonie HART¹

¹*Wettbewerbsfähigkeit und Systembewertung, Agroscope, Tänikon 1, CH-8356 Ettenhausen und Institut für Tropische Agrarwissenschaften, Universität Hohenheim, Fruwirthstrasse 31, DE-70599 Stuttgart*

Kurzfassung: Neuartige Messinstrumente erlauben es heutzutage die aktuelle Futtermenge und Nährstoffqualität einer Weide zu schätzen. Die in nahezu Echtzeit verfügbaren Messdaten können eine Arbeitsperson bei der Entscheidung der Weidezuteilung und Zufütterung im Stall unterstützen. Für eine erfolgreiche Übernahme in der Landwirtschaft müssen die Instrumente eine hohe Messgenauigkeit aufweisen sowie zeiteffizient einsetzbar sein. In ihrer Dissertation hat Hart (2023) drei Instrumente zur Bewertung von Frischgras untersucht. Mithilfe von Videoanalysen wurden Arbeitsabläufe identifiziert und der Arbeitszeitbedarf modelliert. Die zwei Instrumente Drohne und Nahinfrarot-Spektrometer wiesen Optimierungsmöglichkeiten auf, aufgrund nicht-angepasster Arbeitsabläufe an das Weidemanagement und einem hohem Arbeitszeitbedarf. Während beide Instrumente aus anderen landwirtschaftlichen Anwendungsbereichen adaptiert wurden, ist das dritte Instrument (ein Plattenherbometer) spezifisch für den Einsatz im Weidemanagement entwickelt worden. Die Betrachtung von Arbeitsabläufen bereits während des Entwicklungsprozesses von Smart-Farming-Instrumenten ist wichtig und kann helfen die zeitliche Arbeitsbelastung für die Anwenderinnen gering zu halten.

Schlüsselwörter: Weidezuteilung, Arbeitsablauf, Plattenherbometer, Drohne, Nahinfrarot

1. Einleitung

Die räumliche und zeitliche Variabilität von Weiden ist hoch, daher kann der Einsatz von Messinstrumenten die Ressourcennutzung von weidebasierten Fütterungssystemen in der Milchviehhaltung effizienter machen. In ihrer Dissertation hat Hart (2023) relativ neuartige Instrumente untersucht, die die verfügbare Grasmenge, ihre Nährstoffqualität und den aktuellen Stand der Futteraufnahme von Kühen auf der Weide nahezu in Echtzeit schätzen. Sie ermöglichen es den Landwirtinnen und Landwirten, durch Interpretation und Visualisierung der Sensordaten fundierte Entscheidungen über die Weidezuteilung zu treffen. Zu den angewandten Instrumenten zählen ein halb-automatisiertes Plattenherbometer (RPM), eine Drohne mit Multispektralkamera (UAV) und ein Nahinfrarot-Reflexionsspektrometer (NIRS) (Abbildung 1). Für den Einsatz in der Praxis müssen sie genau messen und zeiteffizient Daten zur Entscheidungsunterstützung liefern. Die Messgenauigkeit aller angewandten Instrumente wurde in zwei Studien innerhalb von Hart's Dissertation beurteilt (Hart et al. 2020, Hart et al. 2022a). In einer dritten Studie wurden die Arbeitsabläufe und der Arbeitszeitbedarf der drei Messinstrumente im Grünland analysiert (Hart et al. 2022b). Diese arbeitswissenschaftliche Studie ging u.a. der Frage nach, ob die Messinstrumente optimal an die Arbeitsabläufe im Weidemanagement angepasst sind, und es damit dem Anwender erlauben, ein

Instrument zeiteffizient einzusetzen. Dies ist eine relevante Fragestellung, um die Chancen einer Übernahme des Instruments in die Praxis zu erhöhen. Der nachfolgende Artikel beleuchtet in aller Kürze die arbeitswissenschaftlichen Aspekte aus der Generellen Diskussion der Dissertation von Hart (2023).

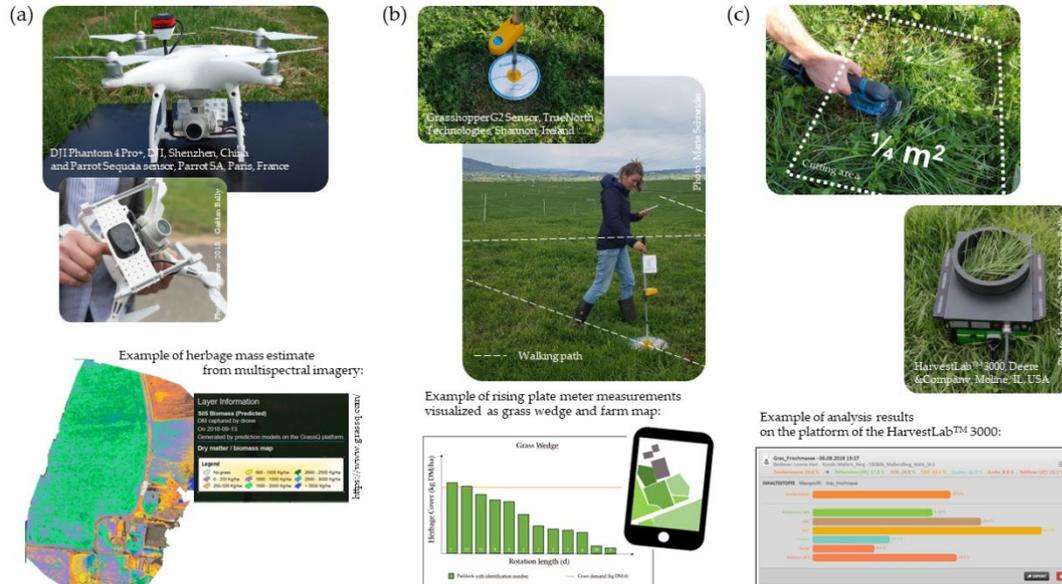


Abbildung 1: Abbildungen und Systemspezifikationen der drei Smart-Farming-Tools zur Messung von Frischgras: (a) UAV mit Multispektralsensor, (b) halb-automatisiertes RPM und (c) geschnittene Proben und das NIRS für den Einsatz vor Ort. Der untere Teil der Abbildung zeigt die entsprechenden Visualisierungsmodi der Messergebnisse. Abbildung adaptiert von Hart (2023).

2. Erkenntnisse zum Arbeitszeitbedarf

In der Studie von Hart et al. (2022b) wurde ein Modellierungsansatz gewählt, der Zeitmessungen auf der Grundlage von Videoaufnahmen umfasste. Hierbei galt es den Arbeitsablauf und den Arbeitszeitbedarf für jedes Messinstrument (RPM, UAV und NIRS) zu untersuchen. Der Arbeitszeitbedarf wurde für den Einsatz auf einer 28,8 Hektar großen Weidefläche modelliert. Darüber hinaus wurde das Optimierungspotenzial in den Arbeitsabläufen untersucht, indem die Arbeitselemente identifiziert wurden, bei denen durch Auslagerung oder Ersetzen Zeit eingespart werden kann.

Der Arbeitszeitbedarf unterschied sich zwischen dem RPM, dem NIRS und dem UAV (1.6-3.1 h pro Vorgang) (Hart et al. 2022b). Für das UAV und das NIRS wurde ein Potenzial zur Zeiteinsparung festgestellt (34,4 AKmin bzw. 10,6 AKmin). Dies lässt den Rückschluss zu, dass die Anwendung des UAV und NIRS und damit die Arbeitsabläufe nicht angepasst an das praktische Weidemanagement sind. Tatsächlich sind beide Arbeitsverfahren aus anderen landwirtschaftlichen Bereichen adaptiert worden (Ackerbau und Milchviehhaltung im Stall). Das bedeutet die Anwenderbedürfnisse konnten während des Entwicklungsprozesses der Instrumente nicht berücksichtigt werden. Die Entwicklung eines Smart-Farming-Tools, von der Idee, etwas vorherzusagen, oder von einem verfügbaren Sensorsystem bis zur

Anwendung auf dem landwirtschaftlichen Betrieb, folgt optimalerweise einem festen Schema (Abbildung 2).

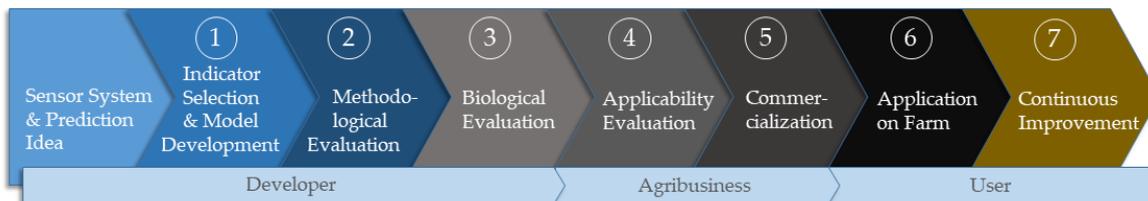


Abbildung 2: Entwicklungsprozess von Smart-Farming-Instrumenten und beteiligte Akteure, in Anlehnung an Post et al. (2021). Abbildung adaptiert von Hart (2023).

3. Anwendbarkeit der untersuchten Instrumente

In Bezug auf den Arbeitsablauf war das RPM am besten optimiert (Hart et al. 2022b). Das RPM wies im Gegensatz zu den anderen Messinstrumenten keine Störzeiten während der Anwendung auf. Es bestand keine Notwendigkeit, die Messwerte der Biomasse manuell aufzuschreiben, da das Gerät mit einer einfach zu bedienenden digitalen App verbunden war. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass das RPM alle Stufen des Entwicklungsprozesses gemäß Abbildung 2 durchlaufen hat, bevor es auf den Markt kam, und daher technisch verbessert ist.

3.1 Fehlende Visualisierung und zeitintensive Probenahme beim NIRS

Das untersuchte NIRS-Instrument wurde für die Futtermittelanalyse im Stall entwickelt, zunächst für Mais- und Grassilage, später auch für Luzerne und Grünfutter. In der Studie von Hart et al. (2022b) wurde es auf das Weidemanagement angewandt, ohne dass die Benutzeroberfläche angepasst wurde. Das könnte zu Verzögerungen in den Arbeitsabläufen geführt haben. So ist das Gerät beispielsweise nicht dafür ausgelegt, mehrere Futterproben nacheinander zu analysieren und die Messergebnisse visuell zu vergleichen, so dass die Messergebnisse verschiedener Weidekoppeln nebeneinander oder gar über eine Hofkarte angezeigt werden können.

Durch die Anwendung des NIRS in der Weidehaltung statt im Stall müssen zeitintensiv Grasproben auf den Weidekoppeln geschnitten werden. Es stellt sich die Frage, ob trotz einer Optimierung der Ergebnisvisualisierung, ein NIRS-Verfahren direkt in der Weidekoppel und ohne destruktive Grasprobe besser für die Anwendung in der weidebasierten Milchviehhaltung geeignet wäre.

3.2 Aufwändige Analyse von Multispektralbildern beim UAV

Für eine erfolgreiche Umsetzung des UAV-Arbeitsverfahrens in der landwirtschaftlichen Praxis könnten laut der Studie folgende Teilvorgänge an einen Dienstleister ausgelagert werden: automatisierter Upload von Multispektralbildern in eine Cloud, Zusammenführung der Multispektralbilder zu einer Hofkarte, Bestimmung der Grünlandparameter auf Basis der Hofkarte und eine visualisierte Ergebnislieferung zur Unterstützung der Weideentscheidungen des Landwirts (Hart et a. 2022b).

4. Rückschlüsse für die Instrumentenentwicklung

Shaloo et al. (2018) kritisierten, dass insbesondere Instrumente für das Weidemanagement von anderen landwirtschaftlichen Anwendungsbereichen adaptiert werden und somit nicht spezifisch auf die Bedingungen in der Weidehaltung angepasst sind. Die Autoren weisen darauf hin, dass die Entwicklung von Instrumenten oft lösungsorientiert ist (d.h. Messung eines bestimmten Parameters), während sie eigentlich nutzerorientiert sein sollte (d.h. der gemessene Parameter wird dem Landwirt so zur Verfügung gestellt, dass die Entscheidungsfindung angemessen unterstützt wird).

Im Idealfall wird der Kommerzialisierungsprozess eines Instruments von einer Anwendbarkeitsanalyse begleitet, bei der die Zielkunden und die Bedingungen für die Anwendung identifiziert werden und der Arbeitsablauf für eine zeiteffiziente Anwendung erstellt wird. Eine solche Analyse und deren Publikation ist auch essenziell, damit ein potenzieller Anwender abschätzen kann, wie viel Zeit die Anwendung des Smart-Farming-Instruments im Vergleich zu einem alternativen Arbeitsverfahren erfordert. Bisher bleibt unklar unter welchen betrieblichen Bedingungen ein neues Messinstrument besser oder schlechter einsetzbar ist. Bei vielen kommerzialisierten Smart-Farming-Instrumenten bleibt außerdem offen, ob der Arbeitsablauf bereits hinreichend erprobt und optimiert ist und ob es für den Nutzer sinnvoll ist, alle Teilvorgänge auf dem Betrieb selbst durchzuführen oder ob es von Vorteil wäre, einzelne auszulagern.

5. Schlussfolgerungen

Durch eine Analyse der Arbeitsabläufe von neuen Messinstrumenten, lässt sich abschätzen, ob sie optimiert werden sollten, mit Bezug auf die Anwenderfreundlichkeit und Arbeitszeiteffizienz. Die aus anderen Anwendungsbereichen adaptierten Instrumente UAV und NIRS wiesen in der Studie von Hart et al. (2022b) am meisten Optimierungsbedarf auf. Technologieentwickler sollten die Anwenderfreundlichkeit ihrer Instrumente im Entwicklungsprozess mitbetrachten.

6. Literatur

- Post, C., Rietz, C., Büscher, W., Müller, U. (2021): The importance of low daily risk for the prediction of treatment events of individual dairy cows with sensor systems. *Sensors* (21), S 1389, doi:10.3390/s21041389.
- Hart, L. (2023): Precision Grazing: Investigating the Potential and Limits of Smart Tools and Algorithms to Support Pasture Allocation Decisions in Dairy Cattle Farming. Univ. Hohenheim: Agrarwissenschaftliche Fakultät, Institut für Tropische Agrarwissenschaften, Dissertation. (eingereicht, verteidigt).
- Hart, L., Huguenin-Elie, O., Latsch, R., Simmler, M., Dubois, S., Umstatter, C.(2020): Comparison of spectral reflectance-based smart farming tools and a conventional approach to determine herbage mass and grass quality on farm. *Remote Sens.* (12), S 3256. doi:10.3390/rs12193256.
- Hart, L., Dickhoefer, U., Paulenz, E., Umstaetter, C. (2022a): Evaluation of a binary classification approach to detect herbage scarcity based on behavioral responses of grazing dairy cows. *Sensors* (22), S 968, doi:10.3390/s22030968.

Hart, L., Quendler, E., Umstaetter, C. (2022b): Sociotechnological sustainability in pasture management: labor input and optimization potential of smart tools to measure herbage mass and quality. *Sustainability* (14), S 7490, doi:10.3390/su14127490.

Shalloo, L., O'Donovan, M., Leso, L., Werner, J., Ruelle, E., Geoghegan, A., Delaby, L., O'Leary, N. (2018): Review: Grass-based dairy systems, data and precision technologies. *Animal* (12), S 262-271, doi:10.1017/S175173111800246X.

Danksagung: Die Autorin dankt dem Fachausschuss Arbeitswissenschaften im Landbau des VDI-Fachbereichs Max-Eyth-Gesellschaft Agrartechnik für die Verleihung des Ludwig-Wilhelm-Ries-Preises 2024 für ihre Dissertation mit dem Titel „Precision Grazing: Investigating the Potential and Limits of Smart Tools and Algorithms to Support Pasture Allocation Decisions in Dairy Cattle Farming“.

Entwicklung und Evaluation eines passiven lower-body Exoskeletts für die Landwirtschaft.

Veronika HOFMANN¹, Nico BÖLKE¹, Urs SCHNEIDER¹², Peter POTT³

¹ *Fraunhofer Institut für Produktionstechnik und Automatisierung, Abteilung Biomechatronische Systeme, Nobelstraße 12, GER-70569 Stuttgart*

² *Institut für Industrielle Fertigung und Fabrikbetrieb, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 9, GER-70569 Stuttgart*

³ *Institut für Medizingerätetechnik, Universität Stuttgart, Pfaffenwaldring 9, GER-70569 Stuttgart*

Kurzfassung: Bei körperlich anspruchsvollen Arbeiten, wie sie vermehrt im Agrarsektor auftreten, ist das Risiko von Erkrankungen am Muskel-Skelett-Apparat besonders hoch. Um diese gesundheitlichen Beschwerden präventiv vorzubeugen, können am Körper getragene Exoskelette Abhilfe verschaffen und die Arbeitenden entlasten. Der entwickelte Prototyp umfasst verschiedene Unterstützungskonzepte. Die Bewertung des endgültigen Exoskeletts erfolgt anhand eines Testparcours, der nach dem EXOWORKATHLON®-Konzept umgesetzt wurde. Ergebnisse zeigen, dass die Nutzenden vor allem im Bereich des unteren Rückens weniger Belastung spüren. Sowohl die Nutzungsfreundlichkeit als auch der Tragekomfort, die Anpassungsmöglichkeiten und die Bewegungsfreiheit wurden von den Teilnehmenden der Studie positiv bewertet.

Schlüsselwörter: exoskeleton, support systems, musculoskeletal disorder, agriculture

1. Einleitung

Körperlich anstrengende Tätigkeiten, wie sie in der Landwirtschaft vorkommen, stellen ein erhebliches Gesundheitsrisiko für die Beschäftigten in diesem Sektor dar. Ein Projekt der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) zeigt den Zusammenhang zwischen dem Auftreten von Rückenbeschwerden und starker körperlicher Belastung (Liebers et al. 2016). Insbesondere das Heben und Tragen von Lasten und das vornüber gebeugte Arbeiten sind häufige Bewegungsmuster im Agrarsektor (Upasani et al. 2019). Frühere Studien untersuchten den Einfluss von Exoskeletten für die anspruchsvollen Tätigkeiten in der Landwirtschaft und zeigten positive Effekte beim Einsatz von passiven Exoskeletten (Fathallah 2009).

In dieser Arbeit wurde ein passives Exoskelett für die Anwendung im unteren Rückenbereich entwickelt. Dabei wurden die speziellen Anforderungen in diesem Sektor berücksichtigt. Diese waren vor allem die Beständigkeit für den Einsatz bei allen Witterungsbedingungen, keine Verletzungsgefahr für die Anwendenden und die Umwelt und die Umsetzung einer großen Bewegungsfreiheit für die wechselnden Tätigkeiten in diesem Bereich.

2. Exoskelett Prototyp

Es wurde ein Prototyp konzipiert und entwickelt, um die Herausforderung an ein Exoskelett für die körperlich anspruchsvolle Arbeit im landwirtschaftlichen Sektor zu adressieren. Das zugrundeliegende Konzept des Exoskeletts basiert auf der Bereitstellung von Kraft über elastische Biegestrukturen. Während der Verformung erzeugen diese Strukturen passive Energie, die den Nutzenden hilft, Tätigkeiten wie Heben oder Vorwärtsbeugen zu bewältigen. Der Vorteil der Verwendung von Biegestrukturen ist, dass die Energierückgabe hoch ist, so dass beim Aufrichten fast genauso viel Kraft erzeugt wird, wie beim Abwärtsbeugen.

Das Grundkonzept des entwickelten Exoskeletts ist eine Aufteilung in eine Basisstruktur und austauschbare Biegemodule am Rücken (siehe Abbildung 1).

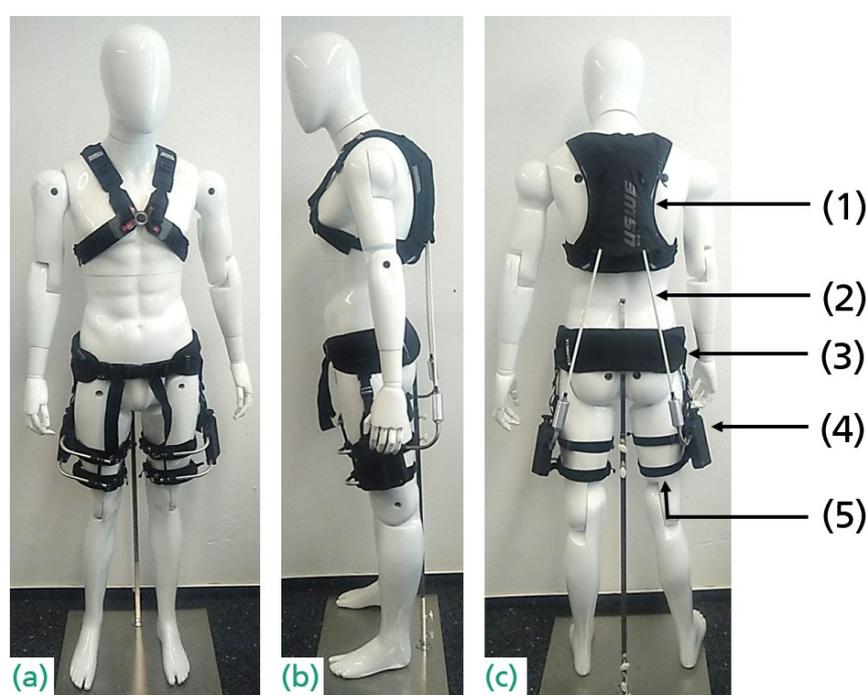


Abbildung 1: Exoskelett mit biegsamen Glasfaserstäben in Vorderansicht (a), Seitenansicht (b) und Rückansicht (c) mit Oberkörperanbindung in (1), Biegemodulen (2), Hüftgurt (3), Offsetmodul (4) und Beingurten (5).

Die Basisstruktur besteht aus der Oberkörperanbindung (1), einem Hüftgurt (3) mit einem Offset-Modul (4) und Beingurten (5). Diese Struktur bildet die Schnittstelle zu den Nutzenden und ermöglicht verschiedene Einstellungen hinsichtlich der persönlichen Passform, aber auch der Stärke oder des Offsets der Stützkraft. Das Offset-Modul wurde entwickelt, um den Neigungswinkel einzustellen, mit dem die Unterstützungskraft auf die Nutzenden wirkt. Durch Drehen eines Griffs am Modul wird eine Gewindestange bewegt und somit der Bereich der ungehinderten Bewegung der Biegemodule eingestellt. Erst bei Überschreiten des eingestellten Winkels wird eine Kraft für die Nutzenden spürbar.

Es wurden drei verschiedene Biegemodule (2) entwickelt, um ihr charakteristisches Verhalten im Gebrauch zu testen. Dabei handelt es sich um Stabmodule aus Glasfaser mit unterschiedlichen Durchmessern, einen drehbaren Rechteckstab (unterschiedliche Länge wie Breite, ebenfalls Glasfaser) und eine Biegefeder aus Federstahl. Vorversuche zeigten die Vorteile der austauschbaren Stabmodule, da sie einfach zu handhaben und die Verbindungskomponenten am robustesten sind. Folglich wurde dieses Konzept verwendet, um die Wirksamkeit des Exoskeletts zu untersuchen.

3. Evaluationsstudie auf Basis des EXOWORKATHLONS®

Um das Exoskelett in einer realistischen, aber dennoch umsetzbarer Abstraktion zu testen, wurde der Testparcours "Landwirtschaft" konzipiert. Er wurde nach den Prinzipien des EXOWORKATHLON® (Kopp et al. 2022) gestaltet und ist in Abbildung 2 zu sehen. Die Versuchspersonen mussten mehrere Zyklen des Pflückens von "Feldfrüchten" absolvieren und die 5 kg schweren Kisten über eine Strecke von 2,5 m zum Lagerplatz tragen. Eine Wiederholung wurde mit dem Exoskelett durchgeführt, eine ohne. Die Reihenfolge wurde randomisiert. Jede Sequenz bestand aus 30 min kontinuierlicher Arbeit. Nach dem EXOWORKATHLON®-Prinzip wurde alle 10 min eine Pause eingelegt, um einen Fragebogen zur aktuellen Belastungseinschätzung auszufüllen (Kopp et al. 2022).

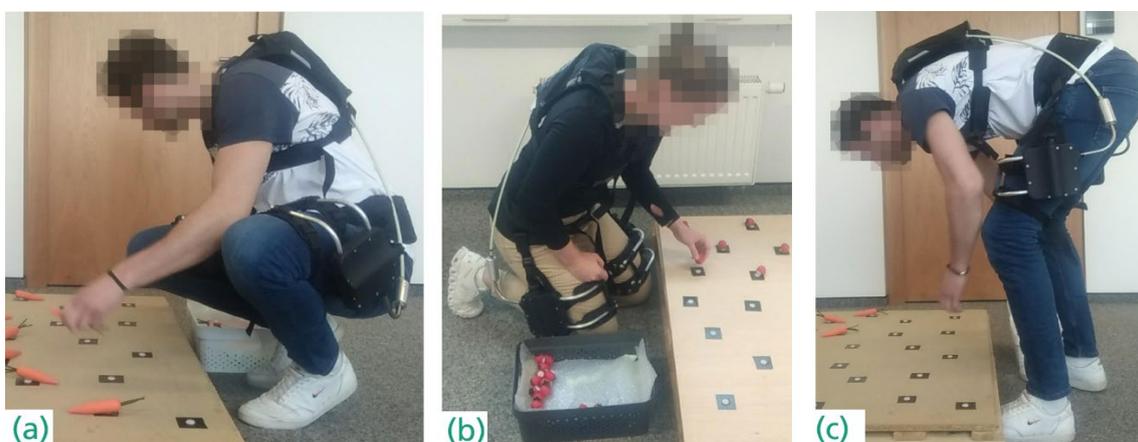


Abbildung 2: Testpersonen in verschiedenen Positionen während der Durchführung des Testparcours: Hockend (a), kniend (b) oder nach vorne gebeugt (c).

4. Ergebnisse und Diskussion

Acht Testpersonen haben die Studie abgeschlossen. Abbildung 3 zeigt die Verringerung des subjektiven Belastungsempfindens, was aufgrund der BORG-Skala, die von 0 (= keine Anstrengung) bis 10 (= maximale Anstrengung) reicht, sichtbar ist. (Kopp et al. 2022). Eine detailliertere Betrachtung der verschiedenen Körperregionen

zeigt, dass die Nutzenden vor allem im unteren Rückenbereich weniger Beanspruchung empfinden. Darüber hinaus wurden Komfort, Benutzerfreundlichkeit, Anpassungsmöglichkeiten und die physiologische Bewegungsfreiheit sowie die Stützkraft bei der Nutzung des Exoskeletts positiv bewertet.

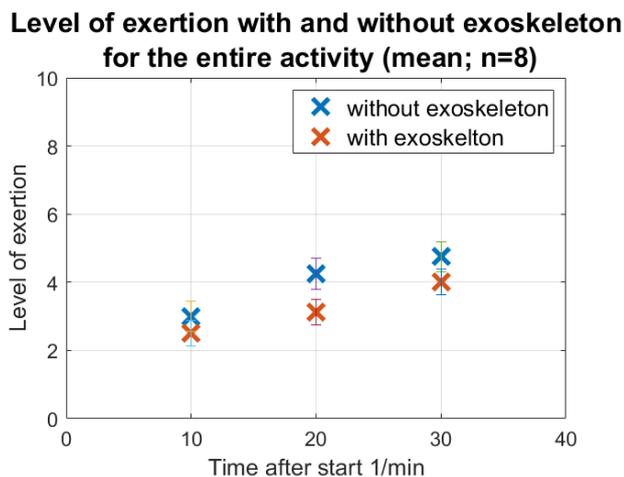


Abbildung 3: Subjektives Belastungsempfinden mit (orange) und ohne Exoskelett (blau) nach 10 min, 20 min und 30 min.

5. Zusammenfassung

Im Rahmen dieses Projekts wurde ein funktionelles und robustes Exoskelett für die spezifischen Anforderungen der Landwirtschaft entwickelt. Diese Anforderungen bestehen vor allem in der dringenden Forderung nach Robustheit und der ungehinderten Unterstützung der verschiedenen Bewegungsabläufe im landwirtschaftlichen Bereich. Das Exoskelett bietet durch die Biegeeigenschaften der Glasfaser-Stäbe und die Einstellbarkeit durch die flexible Körperanbindung und das justierbare Offsetmodul eine ausreichende und individuell anpassbare Unterstützungskraft.

Die Evaluierungsstudie, welche basierend auf dem EXOWORKATHLON® konzipiert wurde, simuliert die Ernte von Feldfrüchten und das Tragen von Kisten auf repräsentative Weise. Die Beurteilung des in dieser Arbeit entwickelten Exoskeletts zeigte die positive Wirkung auf die Nutzenden und verdeutlicht das Potenzial von diesen physischen Assistenzsystemen im landwirtschaftlichen Sektor.

6. Literatur

- Fathallah F. (2010): Musculoskeletal disorders in laborintensive agriculture. *Applied Ergonomics*, 41(6), S 738–743, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0003687010000487>
- Kopp V., Holl M., Schalk M., Daub U., Bances E., Garcia B., Schalk I., Siegert J., Schneider U. (2022): Exoworkathlon: A prospective study approach for the evaluation of industrial exoskeletons. *Wearable Technologies*, 3, S e22, <https://doi.org/10.1017/wtc.2022.17>

- Liebers F., Brendler C., Latza U. (2016): Berufsspezifisches Risiko für das Auftreten von Arbeitsunfähigkeit durch Muskel-Skelett-Erkrankungen und Krankheiten des Herz-Kreislauf-Systems. Bestimmung von Berufen mit hoher Relevanz für die Prävention. Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, <https://doi.org/10.21934/baua:bericht20160629>, Zugriff am 08.02.2024.
- Upasani S., Franco R., Niewolny K., Srinivasan D. (2019): The potential for exoskeletons to improve health and safety in agriculture – perspectives from service providers. IISE Transactions on Occupational Ergonomics and Human Factors, 7(3-4), S 222–229, <https://doi.org/10.1080/24725838.2019.1575930>

Digital competencies from farmers in Germany and the influence of digital transformation

Saskia HOHAGEN

*Institut für Arbeitswissenschaft, Ruhr-Universität Bochum
Universitätsstraße 150, D-44801 Bochum*

Abstract: New (digital) technologies place new demands on farmers' digital competencies. In agricultural research, the consideration of digital competencies in the work context has so far been neglected. Therefore, the aim of this paper is to examine farmers' digital competencies from a workplace perspective and to explore the relationship between the understanding of digital competencies and digital transformation. To this end a quantitative online research design was conducted with 123 farmers from Germany in 2020/2021. The results show that digital competencies of farmers are comparatively high. This can be explained by the fact that the role profile of the farmer is technology-oriented. Besides, digital competencies are more likely to be associated with an exploitation mindset than an exploration mindset. As a result, farmers tend to act reactively rather than proactively when using digital technologies.

Keywords: digital competencies, digital transformation, agriculture

1. Introduction

Agriculture is in the midst of digital transformation (Lutz 2017), which is triggering a shift from traditional to smart ways of agricultural production (Rose et al. 2022). The use of digital technologies is associated with new demands on competencies and expertise of farmers (Rose et al. 2022; Rodino et al. 2023). In this context, digital competencies play a central role (Štaka et al. 2022) and can help to overcome the challenges of digital transformation in the world of work (Oberländer et al. 2020; Hofmann & Ogonek 2018). The same applies to agriculture (Trukhachev & Apazhev 2019).

Digital competencies refer to the ability to navigate safely and successfully in digital worlds (Huu 2023). Magesa et al. (2023) go into more detail and consider digital competencies as "competencies and knowledge that can help [...] identify, access, utilize and share agricultural information for enhanced agricultural productivity" (p. 6). A few studies have already looked at the digital competencies of farmers. Magesa et al. (2023) examined smallholder farmers from Tanzania and concluded that farmers are well positioned in some areas in terms of their digital competencies and have an average competence level overall. Qian and Zhang (2022) studied digital competencies in the context of digital villages and found that farmers' digital competencies tend to be lower and a development strategy is needed. A similar picture emerged in a study by Kumar et al. (2022) in relation to Indian farmers. In addition to the pure consideration of digital competencies, the study at hand also examines how the development of digital competencies is related to the understanding of digital transformation.

2. Theory

Previous research on digital competencies in agriculture indicates that the majority of studies focus on digital competencies in an educational context (e.g. Kosenchuk et al. 2019; Trukhachev & Apazhev 2019). It is becoming increasingly important for farmers to have skills that relate to having the knowledge about tools, but also to translate information into agricultural practice (Abdulai 2022). Murawski and Bick (2017) emphasize that digital competencies are a research topic in their own right, although it is clear from the literature that the term is used rather imprecisely. Oberländer et al. (2020) and Vieru et al. (2015) adopt a similar perspective. They emphasize that there is a lack of a uniform understanding of digital competencies in the world of work. Huu (2023) defines digital competencies as the ability to move safely and successfully in digital worlds. In an agricultural context Magesa et al. (2023) consider digital competences and refer to various dimensions: accessing, managing, interpreting, evaluating, creating and communicating information. It becomes clear that digital competencies are a multidimensional construct. The study by Süße et al. (2018) is also based on this broad understanding of digital competencies and emphasizes that digital competencies are aimed at the technical handling of digital tools, the critical reflection of digital information, and the problem-oriented use of digital information.

3. Method

A quantitative online survey was conducted among farmers in Germany between September 2020 and February 2021. The survey took place as part of the BMELfunded project Experimentierfeld Agro-Nordwest and aimed to gain current insights into farms and specify development prospects. The study is based on a sample of 123 farmers. All incomplete data sets were excluded in a preliminary analysis. The majority of study participants were male (87.0%). More than half (63.4%) had completed their A-levels/general higher education and the sample is balanced in terms of age.

The questionnaire contains a scale with ten items to assess digital competencies (Süße et al. 2018), which were loaded onto two factors in the course of an exploratory factor analysis: "Research and use of digitally available information" (six items, $\alpha=.894$) and "discussion and integration of digitally available information" (four items, $\alpha=.831$). The questionnaire also included a self-developed scale with ten items on the understanding of digital transformation, which loaded on two factors: exploitation mindset (four items, $\alpha=.764$) and exploration mindset (three items, $\alpha=.740$). All items are based on a seven-point response scale from "strongly disagree" to "strongly agree".

4. Results

A first look at the correlative relationships according to Spearman-Rho, due to the non-normal distribution of the variables, shows that both dimensions of digital competence are only positively related to one dimension of the understanding of digital transformation. The dimension "exploitation mindset" is significantly related to both the dimension "research and use of digitally available information" (.267**) and the

dimension "discussion and integration of digitally available information" (.229*). What is striking in the results is that the dimension "exploration mindset" is not significantly related to either of the two dimensions of digital competence. It is also clear that farmers rate their digital competencies as high with a mean value of 5.28 (SD 1.23) and 5.61 (SD 1.23) on a 7-point response scale.

Based on these findings, linear regression analyses were carried out. The prerequisites for carrying out these analyses were checked and confirmed. With regard to the criterion "exploitation mindset", the results of the regression analysis showed that only the digital competence dimension "research and use of digitally available information" has a significant positive influence ($b = .296$). In this respect, the dimension "discussion and integration of digitally available information" has no effect. The model explains 7.5 % of the variance of the criterion ($R^2 = .075$, $F = 4.634$, $p = .012$). This result provides an insight into the fact that only one dimension of farmers' digital competences is related to an understanding of digital transformation that focuses on existing processes and current changes. In addition, the dimension "exploration mindset" is also taken into account in the understanding of digital transformation. The results show that the model is not significant ($p = .453$).

5. Discussion and Outlook

To summarize, the results show that digital competencies are more related to an understanding of digital transformation that focuses on the current/existing (exploitation mindset) than to an understanding of digital transformation that looks to the future (exploration mindset). Specifically, the focus is on the digital competencies dimension "research and use of digitally available information", which has a positive effect on the "exploitation mindset". At first glance, this is not surprising, as this competence dimension is also aimed at the direct handling and use of digital technologies, among other things, and thus ultimately focuses more directly on current work processes and support for daily work on the farm. In this respect, the digital competence dimension "discussion and integration of digitally available information" focuses more on critical reflection and the combination of digital information, which is perhaps less central to the daily process and more concentrated on future developments.

The results also show that farmers already have highly developed digital competencies in their self-assessment. This can be explained by the fact that the role profile of a farmer was already technology-orientated even before the changes brought about by the digital transformation, for example through the use of tractors or parlors.

The problematic pressure that farmers are currently facing is seen less in terms of digitalization and more in the areas of political requirements or economic pressure. Farmers consider these external challenges to be less manageable than challenges that can be solved directly internally. Although digitalization is seen as a challenge by farmers, it is not seen as an unmanageable challenge (Hohagen et al. 2022). This is in line with the results of the study. It can be concluded from this that farmers tend to react reactively to the changes of the digital transformation rather than proactively. The focus of farmers is less on taking on a pioneering role and more on trying not to be left behind. New perspectives or strategic development opportunities as a result of the digital transformation are not focused on. The results show that farmers are capable of

dealing with the digital challenges. However, it is important to make farmers more aware that they already have the skills and are capable of taking action. A further implication is to sensitize farmers to view digitalization as a topic for the future and to take on a more pioneering role.

This study is also accompanied by limitations. One limitation of the study is that the survey was conducted on an online platform, so it could be assumed that only those farmers with a certain level of digital skills took part in the survey.

Now that an initial study has been carried out looking at the connection between digital competencies and digital transformation, the aim is to build on this in the future and investigate how digital competencies can be specifically promoted among farmers.

6. References

- Abdulai, A.-R. (2022): Toward digitalization futures in smallholder farming systems in Sub-Saharan Africa: A social practice proposal. *Front. Sustainable Food Systems*, 6, 866331.
- Hofmann, S., & Ogonek, N. (2018): Different but still the same? How public and private sector organizations deal with new digital competences. *Electronic Journal of e-Government*, 16(2), 127135.
- Hohagen, S., Zaghaw, L., & Wilkens, U. (2022): Aktueller Einblick in die Arbeitswelt der Landwirtschaft – Ergebnisse einer Untersuchung unter Landwirtinnen und Landwirten. Projektbericht abrufbereit unter: https://www.apf.ruhr-uni-bochum.de/wp-content/uploads/2022/06/ergebnisreport_landwirtebefragung_final.pdf
- Huu, P.T. (2023): Impact of employee digital competence on the relationship between digital autonomy and innovative work behavior: a systematic review. *Artificial Intelligence Review*, 1-30.
- Kosenchuk, O., Zinich, A., & Ivanova, I. (2019): The role of training industry experts with digital competencies in the development of rural areas. *Advances in Intelligent Systems Research*, 167, 359-362.
- Kumar, R.M., Nagesha, Y.N., Ranganath, G., & Boraiah, B. (2022): Digital Literacy in Indian Farming: Opportunities, Challenges and Lessons Learnt during Covid-19 Pandemic. *Mysore Journal of Agricultural Sciences*, 56(3), 16-28.
- Lutz, K. J. (2017): Digitalisierung der Landwirtschaft: Revolution mit evolutionärem Charakter. In *CSR und Digitalisierung*, Ed. Hildebrandt, A.; Landhäußer, W., Berlin/Heidelberg, Springer Gabler, p. 429442.
- Magesa, M., Jonathan, J., & Urassa, J. (2023): Digital Literacy of Smallholder Farmers in Tanzania. *Sustainability*, 15, 13149.
- Murawski, M. & Bick, M. (2017): Digital competences of the workforce – a research topic?, *Business Process Management*, 23(3), 721-734.
- Oberländer M., Beinicke, A., & Bipp, T. (2020): Digital competencies: A review of the literature and applications in the workplace. *Computers & Education*, 146, 103752.
- Qian, Y. & Zhang, W. (2022): The Current Situation and Causes of Farmers' Digital Literacy. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*, 664, 2334-2337.
- Rodino, S., Butu, M., Butu, A., Lazar, C., Ciornei, L., & Simion, P.S. (2023): Challenges of digital transformation in agriculture from Romania, 40, 713-721.
- Rose, D.C., Barkemeyer, A., de Boon, A., Price, C., & Roche, D. (2022): The old, the new, or the old made new? Everyday counter-narratives of the so-called fourth agricultural revolution. *Agriculture and Human Values*, 40(2), 423-439.
- Štaka, Z., Vuković, M., & Vujović, V. (2022): The Role of digital competencies in the process of digital transformation. 2022 21st International Symposium INFOTEH-JAHORINA, 1-6.
- Süße, T., Wilkens, U., Hohagen, S., & Artinger, F. (2018). Digital competence of stakeholders in Product-Service Systems (PSS): Conceptualization and empirical exploration. *Procedia CIRP*, 73, 197-202.
- Trukhachev, V. & Apazhev, A. (2019): About training of personnel for digital agriculture. *Advances in Intelligent Systems Research*, 167, 281-284.
- Vieru, D., Bourdeau, S., Bernier, A., & Yapo, S. (2015). Digital competence: A multi-dimensional conceptualization and a typology in an SME context. 2015 48th Hawaii international conference on system sciences, 4681-4690.

Herausforderungen bei der Exoskelett-Implementierung: Fallstudien von Nichtakzeptanz in der Landwirtschaft

Martina JAKOB

*Institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V.,
Max-Eyth-Allee 100, 14469 Potsdam*

Kurzfassung: Ziel dieser Studie ist es, den Praxiseinsatz von passiven Exoskeletten in der Landwirtschaft zu analysieren. Da Exoskelette unter Laborbedingungen Muskel-Skelett-Belastungen reduzieren können, ist die Einführung passiver Exoskelette in der Landwirtschaft von großem Interesse. Langzeituntersuchungen von Exoskeletten in der praktischen Landwirtschaft fehlen jedoch bisher. Daher wurden drei Interventionsstudien durchgeführt und anhand von Teilnehmerbewertungen, Betriebsmerkmalen und Merkmalen der Interventionsdurchführung verglichen. Mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse wurde gezeigt, dass mehrere praktische Probleme den erfolgreichen Einsatz von Exoskeletten in der Landwirtschaft einschränken. Die Ablehnung der Intervention durch die Teilnehmer ist ein großes Hindernis für eine erfolgreiche langfristige Implementierung. Faktoren wie Schmerzen, Hitzestress oder ein Mangel an wahrgenommenen Vorteilen wurden als Gründe für das Scheitern der Langzeituntersuchung identifiziert. Die Einbeziehung partizipatorischer Elemente in den Prozess erscheint von signifikanter Bedeutung. Weiterhin ist die Übereinstimmung mit den physischen Bedürfnissen der Arbeiter, den Produktionsanforderungen der Aufgaben und die Einordnung in den Gesamtbetrieb genau zu überprüfen.

Schlüsselwörter: passives Exoskelett, Muskelskelettbeschwerden, Ergonomie, Partizipation, manuelle Tätigkeiten

1. Einleitung

Die Landwirtschaft ist weltweit der zweitgrößte Arbeitgeber. Sie gilt allerdings als eine der gefährlichsten Branchen weltweit, wobei Muskel-Skelett-Erkrankungen (MSE) zu den häufigsten Beschwerden am Arbeitsplatz gehören (ILO 2011). Die Exposition gegenüber körperlichen Risikofaktoren wie ungünstigen Körperhaltungen und das Heben schwerer Lasten sind Teil der täglichen Arbeitsroutine in vielen Bereichen der Landwirtschaft und sind anerkannte Risikofaktoren für die Entstehung von MSE (Fathallah 2010, Niu 2010).

Die Gefährdungsbeurteilung der für die Untersuchungen ausgewählten Arbeitsprozesse mit Hilfe der Leitmerkmalmethoden (BAUA) zeigte, dass eine Reduzierung der Belastung am Arbeitsplatz durch technische oder organisatorische Lösungen angezeigt wäre. Jedoch bleibt die Landwirtschaft bei der Entwicklung technischer Lösungen hinter anderen Branchen zurück. Die Besonderheiten der Landwirtschaft erschweren es, wirksame und praktikable Lösungen zu entwickeln. Dieser Mangel rückt daher die Möglichkeit der Nutzung von Exoskeletten als persönliche Schutzmaßnahme in den Fokus. Es gibt inzwischen eine Vielzahl an einfachen und passiven Exoskeletten auf dem Markt. Alle Hersteller der für die Studien ausgewählten Exoskelette konnten in Laboruntersuchungen eine Reduzierung muskulärer Beanspruchung beim Tragen von Exoskeletten belegen. Studien über den Einsatz von Exoskeletten in der landwirtschaftlichen Praxis, die eine positive Wirkung

oder eine damit einhergehende Reduzierung von MSE belegen, fehlen derzeit noch. Diese Tatsache wurde zum Anlass genommen, in drei Betrieben Tests verschiedener Exoskelette zu initiieren.

2. Methode

Drei Interventionsstudien in der Landwirtschaft werden anhand von Teilnehmerbewertungen, Betriebsmerkmalen und Merkmalen der Art der Interventionsdurchführung mithilfe einer Kosten-Nutzen-Analyse verglichen.

Es wurden vier verschiedene Modelle auf dem Markt erhältlicher passiver Exoskelette ausgewählt und getestet: Hapo (HA), Apex (AP), Bionic Back (BB) und Liftsuit (LS). Die ersten drei Modelle wiegen zwischen 1,2 und 1,5 kg, das Liftsuit wiegt knapp 900 g.

Tabelle 1: Merkmale der Versuchsbetriebe, Stichprobenumfang und getestete Exoskelette

Betriebszweig	Stichprobenumfang	Exoskelett Modell
Spargelanbau	3 Männer	HA, AP, LS
Chicoreeproduktion	3 Frauen	HA, AP, LS
Spargel- und Erdbeeraanbau	3 Männer, 1 Frau	HA, BB, AP

In allen Betrieben wurden die Exoskelette nur für ausgewählte Tätigkeiten genutzt. Die Auswahl der Tätigkeiten erfolgte auf Basis einer Belastungsbewertung. Voraussetzung war, dass diese mindestens im wesentlich erhöhten Belastungsbereich liegen und Maßnahmen zur Gestaltung und sonstige Präventionsmaßnahmen angezeigt sind. Alle ausgewählten Aufgaben beinhalten entweder das Arbeiten in stark gebeugter Haltung und/oder der Lastenmanipulation.

Nach einer Einarbeitungsphase sollten die Exoskelette über einen Zeitraum von drei Wochen im Wechsel getragen werden. Das Feedback der NutzerInnen war über eine tägliche Abfrage per Fragebogen geplant. Bestandteil des Fragebogens war die Erfassung der Arbeits- und Pausenzeit, der Zufriedenheit mit dem Tag, inwieweit man an seine persönlichen Grenzen gekommen ist und ob in verschiedenen Körperregionen Schmerzen bestehen.

3. Ergebnisse

Alle drei Interventionsstudien wurden kurz nach der Einarbeitungsphase abgebrochen. Tabelle 2 gibt einen ersten Hinweis über mögliche Hindernisse bei der Umsetzung.

Tabelle 2: Charakteristika in den Versuchsbetrieben mit potentieller Auswirkung auf den Abbruch der Interventionsstudie

Charakteristikum	Spargelbetrieb	Chicoreebetrieb	Spargel/Erdbeerbetrieb
Bezahlungssystem	Leistungslohn	Stundenlohn	Leistungslohn
Sprachbarriere	Ja	Ja	Ja
Saisonarbeits	Ja	nein	Ja
Vorabkommunikation	Ja	1 Tag	Ja
Temperatur	≥ 25° C	19° C	≥ 25° C
Entscheidungsmacht	Management	Management	Management

Nach Abbruch der Pilotstudien wurden die Arbeitskräfte zu ihren Erfahrungen mit den Exoskeletten in Kurzinterviews befragt. Als Gründe für die Ablehnung wurden „Schwitzen“, „kein Erkennen eines Nutzens“, „Erreichbarkeit des Bodens nicht möglich“, „Einschränkung der Bewegungsfreiheit“ oder „Scheuern“ genannt.

Die Charakteristika des Chicoreebetriebes unterscheiden sich von den Spargelbetrieben dahingehend, dass die Temperaturen der Arbeitsumgebung deutlich niedriger waren und auch kein Leistungslohn bezahlt wurde. Im Vergleich zur Spargelproduktion war die Arbeit hier jedoch leichter und mit weniger Vorbeugung verbunden. Negativ ausgewirkt auf die Akzeptanz hat sich vermutlich die nur einen Tag im Voraus erfolgte Ankündigung der Intervention. Allen Betrieben gemein ist die Sprachbarriere, so dass ein direkter Austausch mit den ProbandInnen nur über die VorarbeiterInnen möglich war.

4. Diskussion

Derzeit gibt es keine Studien zur Wirksamkeit von Exoskeletten in der Landwirtschaft. Sie werden jedoch benötigt, um die Auswirkungen auf die Arbeitskräfte zu messen und darauf basierend Empfehlungen auszusprechen. In ihrer Literaturübersicht geben Barneo-Alcántara et al. (2021) an, dass das Bewusstsein für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz in Bezug auf die Prävention von MSE heute zwar vorhanden ist, ausreichende Präventionsmaßnahmen jedoch noch nicht weit verbreitet sind. Dies wurde auch in allen Betrieben der Pilotstudien festgestellt. Schwere Arbeit wurde billigend in Kauf genommen und die Erwartungen an die Exoskelette waren hoch, so dass unter anderem das subjektive Empfinden, das Tragen hilft nicht, für den Abbruch der Untersuchungen gesorgt haben könnte.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Akzeptanz von Exoskelett-Nutzern erheblich durch die Arbeitsumgebung beeinflusst wird, die das Gefühl von Komfort und Sicherheit einschränken kann. Hohe Temperaturen am Arbeitsplatz und die Einschränkung der Bewegung können den potentiellen Nutzen des Exoskeletts ebenfalls verringern. Weiterhin verursachten die Exoskelette teilweise neue Beschwerden aufgrund mangelnder Anpassung an den Körper. Auch die wahrgenommenen Kosten, wie

zusätzlicher Zeitaufwand für das An- und Ausziehen, Unannehmlichkeiten oder Akkordzahlungssysteme können die Akzeptanz von Exoskeletten verringern. Im Vergleich zu persönlicher Schutzausrüstung gegen chemische Arbeitsstoffe ist der Bedarf an Schutzausrüstung gegen Muskel-Skelett-Erkrankungen derzeit weniger bekannt.

In einer Vielzahl von Studien außerhalb der Landwirtschaft, aber auch in der Landwirtschaft konnte gezeigt werden, dass partizipative Ansätze bei der Einführung von Neuerungen einen höheren Erfolg erwarten lassen (Rezaei et al., 2019). Bildung und Vorreiterschaft werden als weitere Erfolgsfaktoren für die Einführung von Gesundheitsschutz in Betrieben genannt (Denadai et al. 2021). Diese Erkenntnisse sollen bei der Initiierung neuer Studien berücksichtigt werden.

5. Fazit

Der erfolglose Einsatz der den Betrieben kostenlos zur Verfügung gestellten Exoskelette zeigte, dass hierfür ein Einführungskonzept entwickelt werden muss. Darüber hinaus konnte anhand dieser Beispiele gezeigt werden, dass Langzeitstudien in der Landwirtschaft dringend benötigt werden.

6. Literatur (Beispiele nach Literaturarten)

- Barneo-Alcántara, M., M. Díaz-Pérez, M. Gómez-Galán, Á. Carreño-Ortega and Á.-J. Callejón-Ferre. (2021) Musculoskeletal Disorders in Agriculture: A Review from Web of Science Core Collection. *Agronomy* 11 (10) S 2017. doi:10.3390/agronomy11102017
- BAUA. Leitmerkmalmethoden. https://www.baua.de/DE/Themen/Arbeitsgestaltung/Gefaehrdungsbeurteilung/Leitmerkmalmethode/Leitmerkmalmethode_node.html, Zugriff am 9.2.2024
- Denadai, M.S., S.R. Alouche, D.P. Valentim and R.S. Padula (2021) An ergonomics educational training program to prevent work-related musculoskeletal disorders to novice and experienced workers in the poultry processing industry: A quasi-experimental study. *Applied Ergonomics* 90: 103234. doi:10.1016/j.apergo.2020.103234.
- Fathallah, F. (2010) Musculoskeletal disorders in labor-intensive agriculture. *Applied Ergonomics* 41(6), S 738–743. doi:10.1016/j.apergo.2010.03.003
- Geneva ILO (2011) Safety and Health in Agriculture. ILO Code of Practice. Geneva (CHE): International Labour Office.
- Niu, S. (2010) Ergonomics and occupational safety and health: an ILO perspective. *Applied Ergonomics* 41(6) S 744–753. doi:10.1016/j.apergo.2010.03.004.
- Rezaei, R., M. Seidi and M. Karbasioun. (2019) Pesticide exposure reduction: Extending the theory of planned behavior to understand Iranian farmers' intention to apply personal protective equipment. *Safety Science* 120 S 527-537. doi:10.1016/j.ssci.2019.07.044.

Entwicklung eines Traktors mit Brennstoffzellen-Antrieb

Jürgen KARNER¹, Christian MAYER¹, Naseruddin KHAN², Thomas EBERHART¹

¹ CNH Industrial Österreich GmbH,
Steyrer Straße 32, A-4300 St. Valentin

² CNH Industrial NV
Cranes Farm Road, Basildon, SS14 3AD, Essex, United Kingdom

Kurzfassung: Um die Emissionen beim Betrieb landwirtschaftlicher Traktoren zu reduzieren, werden alternative Antriebssysteme wie Diesel-Hybrid Systeme, Gasantriebe (flüssig und gasförmig), synthetische Kraftstoffe oder Wasserstoff in Betracht gezogen. Im von der TU Wien geleiteten Projekt "FCTRAC – fuel cell tractor fuelled with biogenic hydrogen" wurde ein ganzheitlicher Ansatz zwischen dem Fahrzeug und seiner Einsatzumgebung verfolgt. Es wurde ein Brennstoffzellenbetriebener Elektrotraktor mit elektrifizierten Nebenaggregaten entwickelt, der auf einem bestehenden Dieselbetriebenen Standardtraktor mit Verbrennungsmotor und Stufenlosgetriebe basiert. Der Aufbau umfasst einen Elektroantrieb, eine Brennstoffzelle, ein Wasserstoffspeichersystem sowie ein wiederaufladbares elektrisches Energiespeichersystem als Energiepuffer zum Ausgleich transienter Lastanforderungen. Hierfür kommt eine Hochvoltbatterie auf Basis der Lithium-Ionenzellentechnologie zum Einsatz. Der hochreine Wasserstoff wird im sog. BioH₂Modul aus Produktgas, welches durch Gaserzeugung aus holzartiger Biomasse entsteht, hergestellt. Dieser Beitrag konzentriert sich auf das Fahrzeug, insbesondere auf die Systemarchitektur und den Fahrzeugaufbau.

Schlüsselwörter: Fuel cell, electric tractor, hydrogen

1. Aufbau des FCTRAC

Als Basisfahrzeug dient ein STEYR 4130 Expert CVT. Der Umbau zu einem Brennstoffzellen-Fahrzeug erfordert umfangreiche Änderungen, wie die Integration eines elektrischen Antriebsstrangs, die Anpassung des Thermalsystems sowie signifikante mechanisch konstruktive Adaptionen. (Konrad & Geringer 2022, Gubin et al. 2022, e-mobil BW 2023, Pretsch & Rothbart 2020, Konrad et al. 2023, Mayer et al. 2023)

Traktoren mit Brennstoffzelle (FC) wurden in der Vergangenheit bereits präsentiert (Scolaro et al. 2021). Einen Überblick über die Systemarchitektur des gegenständlichen Fahrzeugs zeigt Abbildung 1. Der Wasserstoff (H₂) mit einer Masse von max. 12,4 kg ist bei max. 700 bar in vier Kohlefasertanks mit einem Volumen von 310 Litern gespeichert. Das Speichersystem (CHSS, compressed hydrogen storage system) kann an der linken Kabinenseite über Befüllstutzen betankt werden (siehe Abbildung 2). Das Brennstoffzellensystem (FCS, fuel cell system) liefert eine Leistung von 100 kW und stellt lastpunktabhängig eine Ausgangsspannung von 360 bis 560 V

Stufenlosgetriebe angeflanscht, welches aus Gründen der Einfachheit und des Projektbudgets beibehalten wurde. Es treibt die Zapfwelle sowie die Hydraulikpumpen an, welche für das Fahrzeug, insbesondere für die Lenkung, das Hubwerk und die Schmierung weiterhin notwendig ist. Darüber hinaus fungiert das Getriebe als lasttragendes Strukturbauteil, das einwirkende Lasten aufnimmt. Eine zweite Ausgangswelle des e-Drive treibt die Frontzapfwelle an. Die Allrad-Vorderachse, das Front- und das Heck-Hubwerk, die Heckzapfwelle und die Kabine wurden vom Spenderfahrzeug übernommen. Aufgrund des Ersatzes des Dieselmotors wurden im FCTRAC der Kompressor für die Klimaanlage und der Druckluftkompressor für die Anhängerbremse durch elektrisch betriebene Kompressoren ersetzt. Sie finden auf der rechten Fahrzeugseite Platz. Das Kühlsystem ist neu konstruiert und ausgelegt. Der Wärmetauscher für das Öl und der Kondensator für die Klimaanlage befinden sich zusammen mit dem elektrischen Lüfter auf der rechten Seite. Anstelle des Kühlkreislaufs für den Dieselmotor treten drei Kühlkreisläufe mit elektrischen Wasserpumpen, um die FC, das e-Drive und die Leistungselektronik sowie die HVB zu kühlen. Der FC-Wärmetauscher befindet sich oberhalb der Kabine. Er wird von sechs elektrischen Lüftern beaufschlagt. Da die Abgas-Enthalpie der FC im Gegensatz zum Verbrennungsmotor gering ist, muss trotz einer i.a. höheren Effizienz der FC eine größere Wärmemenge über den Kühler abgeführt werden.

Die notwendige Kühleroberfläche ist gegenwärtig unter der Motorhaube nicht darstellbar. Insgesamt hat sich die Oberfläche aller installierten Wärmetauscher um einen Faktor vier gegenüber dem Spenderfahrzeug vergrößert. Zusätzlich zum 12 V-Bordnetz wurde ein 24 V-Spannungsniveau für die Lüfter und die Wasserpumpen der neuen Kühlkreisläufe sowie für die elektronischen Steuergeräte (ECUs) des Antriebsstrangs und die Komponenten des Sicherheitssystems erforderlich. Die 12 V- und 24 V-Komponenten werden über DC/DC-Wandler aus dem Hochvoltnetz versorgt. In Zukunft wird die Einführung einer elektrischen Traktor-Geräte-Leistungsschnittstelle erwartet (Möhrer 2011, Karner et al. 2014). Diese wurde für das gegenständliche Fahrzeug in Erwägung gezogen, aber mangels verfügbarer Geräte nicht realisiert.

2. Mechanische Konstruktion

Sowohl der konventionelle Motorblock als auch das Getriebe sind bei einem Standardtraktor in Blockbauweise lasttragende Strukturbauteile, die den Vorderachsträger und die Hinterachse verbinden. Deren Entfall erfordert umfangreiche Änderungen des mechanischen Fahrzeugaufbaus (siehe Abbildung 3). Weiters müssen Befestigungspunkte für die neuen Komponenten geschaffen werden. Aus Platzgründen befinden sich das CHSS und der FC-Kühler oberhalb der Kabine.

Im Zuge ihrer Auslegung des zusätzlichen Kabinenrahmens wurden eine Festigkeitsanalyse (sodass die Sicherheit bei einem Fahrzeugumsturz gegeben ist) sowie eine Modalanalyse unter Berücksichtigung des aktuellen Fahrzeuggewichts durchgeführt. Ein weiterer neuer Strukturbauteil verbindet den Vorderachsträger und das Getriebe. Innerhalb dessen ist das e-Drive untergebracht und oberhalb ist die FC aufgesetzt. Unterhalb des Getriebes ist ein Tragrahmen für die vielen zusätzlichen – vor allem elektrischen – Komponenten untergebracht. Das Fahrzeuggewicht hat sich um rund 20 % auf 7.250 kg und die Fahrzeughöhe um 420 mm erhöht. Etwa 3.300 Teile am FCTRAC (ca. 46 %) sind neu oder wurden gegenüber dem Spenderfahrzeug geändert.

3. Zusammenfassung und Ausblick

Im Projekt FCTRAC wurde ein Diesel-betriebener Traktor zu einem FC-betriebenen Traktor umgebaut. Die Verfügbarkeit der elektrischen Komponenten führte zu unterschiedlichen Spannungsniveaus in der Systemarchitektur. In einem Folgeprojekt ist auf einheitliche Spannungsniveaus zu achten, um eine Vereinfachung durch Entfall einiger DC/DC-Wandler zu erzielen. Weiters kann künftig das CVT-Getriebe entfallen. Voraussetzung ist allerdings, dass die Hydraulikpumpen elektrisch und zum Teil dauerhaft betrieben werden. Im Bereich des Thermalsystems besteht Optimierungspotential, um Bauraumbedarf und Oberfläche der Wärmetauscher verkleinern zu können. Das Fahrzeug wird homologiert und für den Straßenverkehr zugelassen. Nach einer Testphase beim Hersteller folgt eine Erprobung bei GLOCK ecoenergy GmbH in Griffen (Kärnten), wo eine Demonstrationsanlage zur Produktion von hochreinem Wasserstoff aus holzartiger Biomasse (BioH₂Modul) errichtet wird.

4. Literatur

- Konrad, J., Geringer, B.: Brennstoffzellenelektrischer Traktor: FCTRAC - ein Weg zur nachhaltigen Landwirtschaft. AC STYRIA-TECHREPORT (2022), S. 3–5
- Gubin, V., et al.: FCTRAC and BioH₂Modul – A Way to Zero Emission Mobility in Agriculture. ATZ Live (2022), S. 1-20 e-mobil BW GmbH: Systemvergleich zwischen Wasserstoffverbrennungsmotor und Brennstoffzelle im schweren Nutzfahrzeug - Eine technische und ökonomische Analyse zweier Antriebskonzepte. 2022; URL: https://www.e-mobilbw.de/fileadmin/media/e-mobilbw/Publikationen/Studien/emobilBW-Studie_H2-Systemvergleich.pdf, Zugriff am 21.08.2023
- Pretsch S., Rothbart M.: Sustainable Agriculture in an Electrified World – Cradle-to-Grave evaluation of different propulsion systems. Conference „Land.Technik 2020“, VDI-MEG, VDI Berichte Nr. 2374, November 03/04, 2020, Düsseldorf, S. 1-8
- Konrad, J., et al.: Fuel cell electric powertrain for the agricultural tractor FCTRAC: development, performance, and benchmarking. VDI-Berichte Nr. 2427, 2023, S. 49-55
- Mayer, C., et al.: Fuel cell electric tractor powered with biogenic hydrogen – Vehicle design and architecture. VDI-Berichte Nr. 2427, 2023, S. 57-62
- Scolaro, E. et al.: Electrification of Agricultural Machinery: A Review. IEEE Vehicular Technology Society Section, Volume 9, 2021
- Möhner, M.: Landwirtschaftliche Geräte mit elektrischen Antrieben – Anforderungen an die traktorseitige Technik. Presentation at the VDI-MEG Colloquium “Elektrische Antriebe in der Landtechnik”, July 05/06, 2011, Wieselburg
- Karner, J, Baldinger, M., Reichl B.: Prospects of Hybrid Systems on Agricultural Machinery. GSTFJournal on Agricultural Engineering (JAE), 2014 (1) No.1, S. 33-37

Danksagung: Das Projekt FCTRAC wird im Rahmen des Programms „Zero Emission Mobility“ vom Klima- und Energiefonds und der FFG gefördert.

Exoskelette – Assistenzsysteme als Präventionsmaßnahme in der betrieblichen Praxis?

Norbert LECHNER¹

¹ AUVA-Hauptstelle, Fachgruppe Ergonomie,
Wienerbergstraße 11, 1100 Wien, Kontakt: norbert.lechner@auva.at

Kurzfassung: Der Hype um Exoskelette nimmt nicht ab, viele Betriebe wollen auf den Zug dieser Assistenzsysteme aufspringen, mit vermeintlich innovativen Lösungen zur physischen Entlastung ihrer MitarbeiterInnen beitragen und erwarten sich die Lösung des Problems „arbeitsbedingte Muskel-Skelett-Erkrankungen“.

Die Wirkungen von Exoskeletten auf den menschlichen Körper sind jedoch in vielen Fällen ungeklärt und müssen nicht immer nur vorteilhaft sein. Wissenschaftliche Aussagen dazu sind individuell, die Anwendungsfälle sehr unterschiedliche, Systeme komplex, und der Mensch bringt individuelle Voraussetzungen mit.

Es bedarf zur Implementierung einer durchdachten Vorgehensweise unter Berücksichtigung des ArbeitnehmerInnenschutzgesetzes (ASchG) und der Einhaltung des §7 Grundsatz der Gefahrenverhütung. Eine wohlüberlegte Implementierung sieht eine Gefährdungsbeurteilung physischer Belastung VOR dem Einsatz vor und in weiterer Folge zu treffende Maßnahmen unter Berücksichtigung des STOP-Prinzips. Werden Assistenzsysteme als persönliche Maßnahme nach nicht vorhandenen technischen oder organisatorischen Maßnahmen verwendet, gelten sie als neues Arbeitsmittel und es muss begleitend zum Einsatz eine neue Gefährdungsbeurteilung stattfinden, um neue Risiken, abgesehen von den veränderten physischen Beanspruchungsparametern, und langfristige Folgen auf das Muskel-Skelett-System ausschließen zu können. Dies gilt sinngemäß für arbeitsbedingte psychische Belastungen. Liegt bereits VOR dem Einsatz eines Exoskeletts eine Tätigkeit mit Fehlbeanspruchung vor, ist diese zunächst so zu gestalten, dass sie frei von physischen und psychischen Beeinträchtigungen ist.

Zur Auswahl des möglicherweise geeigneten Exoskeletts - unter Berücksichtigung der jeweiligen Histerese - empfiehlt sich eine Bewegungsanalyse im Rahmen des bestehenden Arbeitsprozesses. Mit dem Versuch zusätzlich die muskuläre Beanspruchung zu erfassen, wird auf elektromyographische Untersuchungen (EMG) ergänzend auf die Bewegungsanalyse zurückgegriffen, um veränderte Muskelaktivitäten festzustellen. In einzelnen Fällen wird in der Wissenschaft auch versucht veränderte Bandscheibendruckkräfte zu simulieren, von diesen Methoden ist aber abzusehen, da Studien zeigen, dass diese Kräfte weder berechnet, noch durch eingesetzte Implantate in der Wirbelsäule genau messbar sind.

Zu den Parametern „to be aware of“ gelten Punkte wie der individuelle Zustand des Individuums, Sicherheit, Hygiene, Kraftum- oder -ableitungen, Muskelatrophien, veränderter Körperschwerpunkt, Druckstellen oder der Faktor Gewöhnung.

Viele Studien werden zudem unter Laborbedingungen gemacht, und oft passend für das Exoskelett. Die betriebliche Praxis zeigt sich jedoch viel komplexer. Das Angebot dieser Technologien ist zunehmend, deswegen braucht es künftig mehr und bessere Methoden, um den ungewissen Nutzen und Langzeitfolgen zu untersuchen.

Ausgewählte Beispiele zeigen unterschiedliche Anwendungsfälle aus der Industrie, mit Bewegungsformen, die ebenso in der Landwirtschaft auftreten können.

Zahnmedizin, Neurochirurgie, Reifenwechsel, Maurerarbeiten, Überkopfmontage, Logistik sollen als Beispiele ein Bild über die betriebliche Praxis zeigen.

Insgesamt zeigten die Daten, dass der Einsatz von Exoskeletten zur Unterstützung bei statischer Armarbeit einen objektiv messbaren Nutzen bringen kann, obwohl auch hier keine allgemeine Aussage getroffen werden kann, da Bewegungen in der Schulter vielfältig sein können. Die Daten zeigen kein allgemeines, klares Bild der Muskelentspannung durch die Unterstützungssysteme. Vor allem in der Zahnklinik war die mittlere Muskelspannung reduziert, Spannungsspitzen waren jedoch weiterhin erkennbar.

Ein Resultat, das sich nicht nur auf dieses Beispiel, sondern auf die gesamte Industrie übertragen lässt, nämlich, dass der positive Effekt nicht eindeutig gegeben ist.

Schlüsselwörter: MSE, Exoskelett, Individualität, Entlastung, Anwendungsfälle

Einsatz webbasierter Arbeits-Systeme in Weingütern

Patrick LÜBCKE², Robert GÖBEL², Elisabeth QUENDLER¹

¹ *Institut für Wein- und Getränkewirtschaft, Hochschule Geisenheim
Von-Lade-Straße 1, D-65366 Geisenheim*

² *Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

Kurzfassung: Digitalisierung, Veränderungen der Demographie sowie Alkoholkonsum und steigende Weinimporte verlangen von Weinproduzenten weitere Effizienzsteigerungen in der Arbeit ab.

Ziel dieser Untersuchung war das Erheben der Arbeitssituation und -organisation sowie des Einsatzes von webbasierten Arbeits-Systemen (wAS).

Mit einem halbstandardisierten Fragebogen wurden eine Person der Geschäftsführung sowie eine Mitarbeiter*in von 22 Weingütern befragt. Es wurden demographische Merkmale, Arbeitssituation und -organisation, der Einsatz wAS sowie Einfluss von wAS auf die Arbeitsbedingungen erfasst.

Die Geschäftsführenden lagen bei Personencharakteristika, Alter und Betriebszugehörigkeit in Jahren sowie Bildungsgrad, über den Mitarbeitenden. Die Mitarbeiter*innen bewerteten die Arbeitssituation und -organisation besser als die Geschäftsführung, wobei beide im oberen Drittel der maximal erreichbaren Werte lagen. Einige wAS waren in allen Betrieben im Einsatz, wobei es bevorzugt webbasierte Office-Systeme waren, wie webbasierte Kalender und webbasierte Kommunikations-Systeme. Die Verbreitung von webbasierten Projekt-Management-Systemen und webbasierten Aufgaben-Management-Systemen war auffällig gering. Die etablierten Systeme bei den Befragten wurden überwiegend gut bis sehr gut bewertet. Das Interesse für neue Anwendungen verhielt sich bei beiden Gruppen gering. Der Einfluss von wAS auf die Arbeitsbedingungen der Befragten wurde überwiegend positiv beurteilt. In erster Linie zeichneten sich Verbesserungen im Bereich des Empowerments und einiger betriebswirtschaftlicher Kennzahlen ab.

Eine Verbesserung der psychischen oder physischen Belastungen durch die teilweise Digitalisierung der Arbeit konnte nicht belegt werden. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit deckten sich weitgehend mit Ergebnissen ähnlicher Untersuchungen anderer Branchen.

Schlüsselwörter: Weingüter, Arbeitssysteme, webbasiert, Geschäftsführung, Mitarbeiter

Saisonaler Arbeitskräftemangel im Vinschgauer Obstbau

Überbetriebliche Zusammenarbeit als Lösungsansatz für eine nachhaltige Arbeitskraftbeschaffung?

Markus MALLEIER¹, Katja HEITKÄMPER², Norbert KAIBLINGER³,
Elisabeth QUENDLER¹

¹ *Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

² *Agroscope, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen*

³ *Institut für Mathematik, Universität für Bodenkultur
Gregor-Mendel-Straße 33, A-1180 Wien*

Kurzfassung: Eines der drängendsten Probleme des Vinschgauer Obstbaus ist die Beschaffung neuer Saisonarbeitskräfte. Eine Möglichkeit, die viele Betriebe seit einigen Jahren für sich in Anspruch genommen haben, ist die Streuung des Sortenspiegels im Obstbau. Dadurch werden kurzfristige Anforderungsspitzen abgemildert, so dass die Arbeitskräfte effizienter über einen längeren Zeitraum im Betrieb eingesetzt werden können. Dieser Ansatz könnte auch überbetrieblich funktionieren. In der vorliegenden Studie wurde anhand von Datensätzen zu regionalen, sortenabhängigen Ernteerträgen des Verbands der Vinschgauer Produzenten für Obst und Gemüse (VIP) untersucht, wie sich der Arbeitskräftebedarf, die Arbeitszeitspanne und die Arbeitnehmeranzahl zwischen den Betrieben im Vinschgau unterscheidet. Die Analyse der Daten ergab, dass die Arbeitsspitzen, die sich in der Tafelapfel-ernte auf wenige Wochen beschränken, durch Aufteilung über die Erntefenster abgeschwächt werden können.

Schlüsselwörter: Arbeitszeitbedarf, Sortenspiegel, Erntefenster, Arbeitskräfteverteilung, Südtirol

1. Stand des Wissens

Der Obstbau erzielt gemeinsam mit dem Weinbau rund 60 % der landwirtschaftlichen Wertschöpfung auf zirka 11 % der landwirtschaftlichen Nutzfläche in Südtirol (STAFFLER ET AL. 2020). Aufgrund der Bedeutung des Obstbaus in Südtirol ist auch die Nachfrage nach Arbeitskräften hoch. Saisonarbeitskräfte kommen vor allem in Situationen zum Einsatz, in denen sich eine entsprechende Mechanisierung und Rationalisierung der Arbeit nicht umsetzen lässt, bei Tätigkeiten, die nicht gleichmäßig über das gesamte Jahr anfallen, oder wenn die Produktion Witterungseinflüssen unterliegt (WIESINGER ET AL. 2023).

Mit rund 43 % ist die Arbeit die größte Kostenposition eines Obstbaubetriebes. Mit etwa 54 % verursachen die Erntearbeiten anteilmäßig die höchsten Kosten. Die Art und Weise, wie die Arbeit verrichtet wird, ist variabel und kann daher beeinflusst und gesteuert werden. Grundlage für eine reibungslose Ernte ist die Planung, auch aufgrund der termingebundenen Erntezeit (KOB 2012).

Ziel dieser Arbeit war es, eine Methode zu entwickeln, welche die Zu- und Abnahme an Arbeitskraftbedarf über die Erntesaison aufzeigt, um dadurch einen Ansatz zu

schaffen, den Arbeitskraftmangel über die Sortenwahl und die überbetriebliche Zusammenarbeit zu lindern.

2. Material und Methode

2.1. Untersuchungsgegenstand

Der Großteil der betrieblichen Daten dieser Studie wurde von der VIP zur Verfügung gestellt. Diese deckt einen Großteil der Vinschgauer Obstvermarktung und gemeinsam mit der VOG (Verband der Südtiroler Obstgenossenschaften) rund 93 % der gesamten Obstvermarktung Südtirols ab. Die VIP beinhaltet sieben Genossenschaften mit rund 1600 Mitgliedern, einer Anbaufläche von 5400 ha und einer Produktion von 300.000 bis 350.000 t Äpfeln (WERTH 2022). Für die Berechnungen wurden die Erntemenge und die dazugehörigen Erntefenster der VIP herangezogen.

Mit dem Excel basierten Modellkalkulationssystem PROOF Tafelapfel (SICHERT ET AL. 2006) wurde die Pflückleistung in Abhängigkeit der Sortenunterschiede und Arbeitsgeschwindigkeiten berechnet. Für die Fragestellung dieser Masterarbeit wurde nur das Modul zur Apfelernte in PROOF verwendet. Dabei wurden Einflussfaktoren miteinbezogen, die bereits für die Erstellung des Kalkulationsmodells PROOF Tafelapfel erhoben oder vom Beratungsring Südtirol empfohlen wurden. Zu diesen Faktoren gehören verschiedene betriebscharakteristische Kennzahlen wie beispielsweise Erntegut- und Parzelleneigenschaften, welche aus den Datenbanken der VIP stammen, oder Entfernungen zum Betriebsgebäude, Transportgeschwindigkeiten und Transportlogistik, Hilfsmiteileinsatz, Management und Arbeitsorganisation, welche zum Teil in dem PROOF-Modell vorhanden waren oder vom Beratungsring Südtirol empfohlen wurden.

Um relevante Unterschiede zu berücksichtigen, die klimatische (Hagel, Frost) oder physiologische (Alternanz, Junganlagen) Ursachen haben, wurden die Gebiete Untervinschgau (UV, 500 m.ü.d.M.), Mittelvinschgau (MV, 700 m.ü.d.M.) und Obervinschgau (OV, 900 m.ü.d.M.) über die Jahre 2020 (1450 Betriebe), 2021 (1481 Betriebe) und 2022 (1471 Betriebe) ausgewertet.

Die nachfolgend aufgezeigte Auswertungsmethodik zum Modellieren des Personalbedarfs wurde in eigener Ausarbeitung entwickelt.

2.2. Berechnung des Bedarfs an saisonalen Arbeitskräften nach Sorten und deren Erntefenstern

Für die Ermittlung des Arbeitskräftebedarfs für die Ernte auf überbetrieblicher Ebene, unter Berücksichtigung relevanter betrieblicher Unterschiede, musste jedem Erntefenster die zu erntende Apfelsorte zugeteilt werden. Die Erntefenster werden den Betrieben jährlich von der VIP vorgegeben und bezeichnen den Zeitraum in Tagen, an denen Tafelware der jeweiligen Sorte geerntet und an die Genossenschaft abgeliefert werden kann. Der Beginn des Erntefensters für eine Sorte erfolgt gestaffelt über alle Betriebe innerhalb von einigen Tagen. Die Industrieware wurde prozentuell gemäß Anteil der Tafelware je Apfelsorte den entsprechenden Erntefenstern zugeteilt.

Um den Bedarf an saisonalen Arbeitskräften zu ermitteln, wurden zunächst der Arbeitszeitbedarf je Sorte und Erntemengen und die Pflückleistung je Arbeitskraftstunde berechnet (siehe Kap. 2.1).

Im zweiten Berechnungsabschnitt wurden die benötigte Anzahl je Erntefenster [AK d^{E-1}] ermittelt. Diese ergab sich aus der zu erntenden Menge der reifen Sorten [kg] geteilt durch die Anzahl Tage je Erntefenster [d_E], geteilt durch Arbeitskraftstunden je Tag [AKh d⁻¹] sowie geteilt durch die Pflückleistung [kg AKh⁻¹]. Für die Industrieware wurden 0,3 % Leistungsrückgang pro 1 % Industrieware verrechnet.

2.3. Vermeiden von punktuellen Arbeitsspitzen auf betrieblicher Ebene

Im letzten Schritt wurde der ermittelte Arbeitskräftebedarf innerhalb des Betriebes optimiert. Anhand eines Betriebsbeispiels ist die stufenweise Ermittlung und Anpassung am besten beschreibbar. Im Beispielbetrieb wurden zwei Sorten geerntet, deren Erntefenster sich ausschließlich an einem Tag überschneiden. Sowohl für die erste als auch für die zweite Sorte wurden 8 Arbeitskräfte benötigt. Am Tag der Überschneidung entsprach dies einem Arbeitskräftebedarf von 16 Personen. Dieser Arbeitskräftebedarf wurde im Betrieb mit dem Auftreten der Überschneidung nicht unmittelbar, sondern über die gesamte Arbeitsdauer gleichmäßig erhöht, um ein Szenario von erheblicher Arbeitskräfteknappheit zu vermeiden. Hierfür wurde der Arbeitskräftebedarf, der über dem Arbeitskräftemindestbedarf lag, gleichmäßig auf alle Arbeitstage aller betroffenen Erntefenster aufgeteilt.

3. Ergebnisse und Diskussion

Die Ergebnisse hinsichtlich der Arbeitstage und des erforderlichen Arbeitskräftebedarfs sind nachfolgend für die drei Vinschgauer Regionen dargestellt und diskutiert (Abbildung 1). Mit Erntebeginn 2022 konnte die erste Arbeitsspitze am 22. August verzeichnet werden.

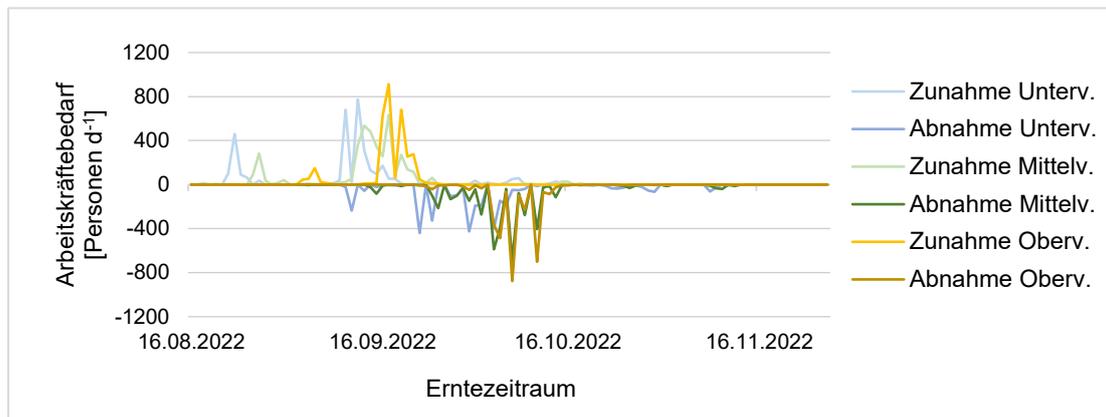


Abbildung 1: Veränderung des Arbeitskräftebedarfs aller Betriebe für die Tafelapfelernte in Anzahl Personen in der Erntesaison 2022 in den drei Anbauregionen des Vinschgaus, Zu- (pos.) und Abnahmen (neg.), 60 h-Arbeitswoche, Pflückleistung 270 Äpfel AK⁻¹ 10 min⁻¹

Der Bedarf an Arbeitskräften stieg innerhalb der ersten vier Tage in UV auf zirka 720 Personen. Vier Tage später startete die Ernte der Sorte Gala in MV mit einem Bedarf von zirka 480 Personen und wiederum 8 Tage später in OV mit zirka 280 Personen. Der Höhepunkt des Arbeitskraftbedarfs wurde im September mit der Golden Delicious-Ernte erreicht. Zunächst ergab sich eine Zunahme an Arbeitskräften in UV (2350 Personen), später in MV (3400 Personen) und in OV (2900 Personen). Mit Beginn der spätesten Erntefenster des Golden Delicious in OV, nahm bereits der

Bedarf an Arbeitskräften in UV ab. Das letzte Erntefenster schloss am 27. November 2022.

Die unterschiedlichen Erntespitzen waren sehr ausgeprägt, teils bedingt durch die klimatischen Unterschiede. Obwohl die Gesamterntemengen in OV (83361 t Äpfel) geringer als in UV (98028 t Äpfel) und in MV (113649 t Äpfel) waren, verhielten sich in dieser Ernteregion die Arbeitsspitzen am höchsten.

4. Schlussfolgerung

Die Methode zur Auswertung der Daten der VIP betrieblich sowie überbetrieblich und in Kombination mit PROOF ergab nachvollziehbare Ergebnisse, die zu einem effizienteren Arbeitskräfte-Management beitragen können. Jedoch galt es generalisierte Annahmen zu treffen, so beispielsweise bei der Pflückleistung, die von Betrieb zu Betrieb variiert. Der Einfluss der Sortenunterschiede auf den betrieblichen Arbeitskräftebedarf nach Erntefenstern konnte mit den Betriebsdaten der Produzenten der VIP belegt werden.

Durch die versetzten Erntefenster wurden die klimatischen Unterschiede der drei Vinschgauer Regionen deutlich. Durch den intensiven Anbau des Golden Delicious (50 % der Anlieferungsmenge) konzentrierte sich ein Großteil der Arbeit auf wenige Wochen. Folglich besteht Potenzial, über die Streuung der Sortenspiegel innerhalb der Betriebe, eine Entlastung bei der Arbeitskräftebeschaffung zu erzielen. Um diese über eine überbetriebliche Zusammenarbeit im größeren Stil zu generieren, bedarf es jedoch der Einbeziehung weiterer Gebiete Südtirols.

5. Literatur

- Staffler, J., Gramm, V., Hoffmann, Chr. (2020): Obst- und Weinbau. In: Tapeiner, U., Marsoner, T., Niedrist, G. (Hrsg.) Landwirtschaftsreport zur Nachhaltigkeit Südtirol. Bozen (I), Eurac Research, S. 108
- Wiesinger, G., Egartner, S., Eller, L. (2023): Arbeitsorganisation von familienfremden Saisonarbeitskräften in der österreichischen Landwirtschaft im Bereich Pflanzenbau. In: Laschewski, L., Putzing, M., Wiesinger, G., Egartner, S., Eller, L. (Hrsg.) Abhängig Beschäftigte in der Landwirtschaft. Schriftenreihe für ländliche Sozialfragen Nr. 149, Göttingen (D), S. 177
- Kompetenzzentrum Obstbau-Bodensee (KOB) (Hrsg.) (2012): Betriebsmanagement im Obstbau. Bavendorf (D), Eigenverlag, S. 19
- Werth, K. (2022) Südtiroler Obstbaugeschichte(n). Neumarkt (I), Effekt!-Verlag GmbH
- Sichert, I., Heitkämper, K., Schick, M., Marbe-Sans, D. (2006): Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zur Tafelapfelproduktion – Vom Schnitt bis zur Ernte. ART-Bericht Nr. 663, Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon ART, Ettenhausen (CH), 12 S.

Arbeitswirtschaftliche Aspekte der Futterproduktion von Moor- und Anmoorgrünlandflächen bei der Wiedervernässung.

Juliana MAČUHOVÁ, Korbinian HADERSBECK, Annika WOORTMAN, Stefan THURNER

*Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Str. 36, DE-85354 Freising*

Kurzfassung: Nach einer erfolgreichen Wiedervernässung der Moor- und Anmoorgrünlandflächen ist zu erwarten, dass eine Nutzung nicht mehr in der gleichen Intensität und mit der gleichen Technik wie im entwässerten Zustand erfolgen kann. Das Ziel unserer Untersuchungen ist es, die arbeitswirtschaftliche Situation bei der Futterproduktion vor, während und nach der Wiedervernässung der Moor- und Anmoorgrünlandflächen zu untersuchen. Des Weiteren sollen Veränderungen in der Befahrbarkeit der Flächen sowie im Ertrag und der Qualität des Ernteguts bewertet werden. Die Erfassung der arbeitswirtschaftlichen Daten für den gesamten Ernteprozess erfolgt anhand von Arbeitstagebüchern, die von Landwirten bei allen Schnitten geführt werden und zusätzlich während der exakten Zeitmessungen bei ausgewählten Schnitten. Im Jahr 2023 wurde der erste Betrieb mit einer Fläche von 3,5 ha in die Studie aufgenommen, bei dem die erste Datenerfassung stattfand.

Schlüsselwörter: Moor- und Anmorböden, Grünland, Wiedervernässung, Arbeitswirtschaft, Futterproduktion

1. Einleitung

Moor- und Anmoorflächen werden im entwässerten Zustand häufig sehr intensiv für die Futter- oder Lebensmittelproduktion genutzt. Durch die Bewirtschaftung im entwässerten Zustand verlieren sie kontinuierlich ihre Funktion als Kohlenstoffspeicher und noch kritischer, sie tragen mit Treibhausgasemissionen zur globalen Erderwärmung bei (Page & Baird, 2016). In vielen Regionen gibt es deshalb Bestrebungen, die Treibhausgasemissionen aus entwässerten landwirtschaftlich genutzten Moorflächen zu reduzieren oder zu vermeiden, indem entwässerte Moorflächen wieder vernässt werden, um sie beispielsweise als Nassgrünland zu bewirtschaften. Nach einer erfolgreichen Wiedervernässung ist jedoch auch bei Grünlandflächen zu erwarten, dass eine Nutzung nicht mehr in der gleichen Intensität, mit vergleichbaren Ernteproduktqualitäten und mit der gleichen Technik bzw. den gleichen Verfahren erfolgen kann.

Es gibt mehrere Studien, die sich mit der Ermittlung des Arbeitszeitbedarfs bzw. des Arbeitszeitaufwands bei der Silage- oder Heuproduktion auf mineralischen oder entwässerten Moorböden beschäftigt haben (Eichhorn 1999, Schick & Stark 2002, Ammann & Wyss 2007, BWagrar 2015, Mačuhová et al. 2019). Allerdings gibt es kaum arbeitswirtschaftliche Studien zur Bewirtschaftung von Moor- und Anmoorgrünlandflächen im wiedervernässten Zustand. Ein wichtiger Faktor, der die Bewirtschaftung der Moorflächen beeinflusst, ist die Befahrbarkeit dieser Flächen und damit die Scherfestigkeit, gemessen in der obersten Bodenschicht, als Maß der Tragfähigkeit des Bodens (Prochnow et al. 1999). Wichtige Parameter, die die Scherfestigkeit beeinflussen, sind die Bewuchsdichte und die Bodenfeuchte. Die

Scherfestigkeit steigt mit wachsender Bewuchsdichte und sinkt mit zunehmender Bodenfeuchte (Prochnow et al. 1999). Das Ziel unserer Untersuchungen ist es, die arbeitswirtschaftliche Situation bei der Futterproduktion vor, während und nach der Wiedervernässung der Moor- und Anmoorgrünlandflächen zu untersuchen. Weiterhin sollen Veränderungen in der Befahrbarkeit der Flächen sowie im Ertrag und der Qualität des geernteten Materials bewertet werden.

2. Material und Methoden

Diese Untersuchungen sind Teil eines größeren, im Jahr 2022 gestarteten, zehnjährigen Verbundvorhabens von drei Institutionen (Landkreis Ostallgäu, Hochschule Weihenstephan Triesdorf (Peatland Science Centre) und Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Institut für Landtechnik und Tierhaltung)). Das Verbundvorhaben soll unterschiedliche Fragestellungen wie die Machbarkeit der Wiedervernässung und die Auswirkungen der Wiedervernässung auf den Moorkörper, die Biodiversität, die Treibhausgasemissionen sowie die Wirtschaftlichkeit untersuchen. Die Untersuchungen sollen auf privaten landwirtschaftlichen Betrieben in der Region Ostallgäu durchgeführt werden, die bereit sind, mindestens eine Fläche langfristig in einem wiedervernässten Zustand landwirtschaftlich zu bewirtschaften und am Vorhaben mitzuarbeiten. Im Rahmen des Vorhabens ist angestrebt, insgesamt bis zu 12 Betriebe oder zumindest 60 ha Moor- und Anmoorgrünlandflächen wieder zu vernässen.

Die Erfassung der arbeitswirtschaftlichen Daten erfolgt anhand von Arbeitstagebüchern, die von den Landwirten während des gesamten Ernteprozesses und bei allen Schnitten und sonstigen Tätigkeiten auf den untersuchten Flächen geführt werden sollen. Es sollen Daten wie beispielsweise die Dauer der einzelnen Arbeiten, die eingesetzten Maschinen mit Arbeitsbreiten und die Wetterbedingungen erfasst werden. Darüber hinaus werden exakte Zeitmessungen (über Videoaufzeichnungen mittels GoPro Kameras), wenn möglich bei allen oder gegebenenfalls bei ausgewählten Schnitten durchgeführt. Dazu sollen relevante Einflussgrößen wie z. B. die volumetrische Bodenfeuchte (Messgerät HandiTrace, geplant mit 40 cm langen Stäben (d. h. die Bodenfeuchte der ersten 40 cm unterhalb der Bodenoberfläche)), die Scherfestigkeit des Bodens (Messgerät Geonor H70), die Streckenlängen, sowie der Frischmasseertrag (Achslastwaage Intercomp PT300) und die Trockenmasse des Ernteguts (ermittelt durch Gewichtverlust des Materials mit Ausgangsgewicht von mindestens 300 g nach der Trocknung in einem Trocknungsschrank bei 105 °C für mindestens 24 h) erfasst werden. Die Messung der Bodenfeuchte und Scherfestigkeit ist an 10 Stellen pro Fläche vorm Mähen geplant (am Mähtag oder am Tag vorm Mähen). Zusätzlich wird die Qualität des geernteten Materials (mittels erweiterter Weenderanalyse) analysiert. Die Datenerfassung und Probenahme soll auf jedem Betrieb mindestens während einer Erntesaison, vor, während sowie nach der Vernässung durchgeführt werden.

Im Jahr 2023 wurde der erste Betrieb mit einer Fläche von 3,5 ha (als Maßnahmenfläche) in die Studie aufgenommen, bei dem auch die erste Datenerfassung stattfand. Bei beiden Schnitten, die auf dieser Fläche im selben Jahr durchgeführt wurden, erfolgten exakte Zeitmessungen. Allerdings ist diese Maßnahmenfläche bereits teilweise unkontrolliert vernässt und wird daher schon mit

angepasster Technik bewirtschaftet. Aus diesem Grund konnte die Ausgangssituation unter Anwendung der Standardtechnik nicht mehr auf dieser Fläche untersucht werden. Daher wurden zusätzliche Untersuchungen auf anderen Flächen des Betriebes durchgeführt. Sie erfolgten auf Flächen, auf denen die Standardtechnik verwendet wird (mit 2 bis 4 Schnitten im Jahr 2023), sowie auf Flächen, auf denen teilweise auch spezielle Technik für die nasse Bewirtschaftung zum Einsatz kommt (hauptsächlich aufgrund einer insektenschonenden Bewirtschaftung aber auch aufgrund der teilweisen Vernässung einzelner Teilflächen).

3. Erste Messungen und Erfahrungen

Aufgrund der Teilnahme des Landwirts an verschiedenen umweltschonenden Bewirtschaftungsmaßnahmen des Kulturlandschaftsprogramms, wie beispielsweise das bereits erwähnte insektenschonende Mähen und ein später Schnitt, sowie der unkontrollierten Vernässung eines Teils der Maßnahmenfläche, wird diese Fläche bereits seit mehreren Jahren extensiv (in der Regel mit zwei Schnitten pro Jahr) und mit der Technik für die Bewirtschaftung der nassen Flächen bewirtschaftet. So wird die Maßnahmenfläche erst ab dem 1. Juli gemäht. Des Weiteren wird die Maßnahmenfläche sowie angrenzende semi-intensiv bewirtschaftende Flächen (mit Schnittzeitpunkt ab dem 15. Juni und mit zu bis 3 Schnitten pro Jahr) mit einem Balkenmäherwerk und einem Mähtrac, der einen tieferen Schwerpunkt und gegebenenfalls eine Doppelbereifung haben kann, gemäht. Der Ladewagen kann auch einen zusätzlichen Reifen je Achse und Seite installiert bekommen, und bei der Frontachse können sogar zwei zusätzliche Reifen je Seite montiert werden. Die Ballenpresse, die für die Bodenheuernte verwendet wird, ist mit breiter Bereifung ausgestattet und sie wird auch auf der Maßnahmenfläche eingesetzt, falls die benötigte Trockenmasse für die Bodenheuproduktion direkt auf dieser Fläche erreicht werden kann.

Im Jahr 2023 wurden auf der Maßnahmenfläche zwei Schnitte in je zwei Chargen (am 1.7. und 6.7. bzw. am 12.9. und 14.10) durchgeführt. Aufgrund der vorherrschenden Wetterbedingungen im Jahr 2023, war es möglich, neben angewelktem Material (verkauft an die Futtertrocknung bzw. siliert für den Eigenbedarf des Betriebs) auch Bodenheu zu produzieren, und dies beim ersten Schnitt. Beim zweiten Schnitt der Maßnahmenfläche wurden bei den einzelnen Chargen nicht exakt dieselben Teile der Fläche gemäht, wie beim ersten Schnitt. Wenn jedoch die Bereiche der Maßnahmenfläche betrachtet werden, die bei beiden Schnitten in der ersten Charge gemäht wurden, so lag die durchschnittliche Scherfestigkeit beim ersten Schnitt bei 43 ± 12 kPa (Mittelwert \pm SD) und beim zweiten Schnitt bei 40 ± 12 kPa (Tabelle 1). Aufgrund der geringen Mächtigkeit der Anmoorböden an einigen Stellen der Maßnahmenfläche (nur etwas über 20 cm), wurden die Messungen der volumetrischen Bodenfeuchte nur mit 20 cm langen Stäben statt der geplanten 40 cm langen durchgeführt. Die volumetrische Bodenfeuchte wurde an den gleichen Stellen wie die Scherfestigkeit gemessen und betrug durchschnittlich beim ersten Schnitt 42 ± 18 % und beim zweiten Schnitt bei 66 ± 14 %. Zum Vergleich lag die Scherfestigkeit auf einer direkt benachbarten Fläche, die semi-intensiv bewirtschaftet wird (drei Schnitte im Jahr 2023), zwischen 46 (Schnitt 1) und 54 kPa (Schnitt 2), wobei die Bodenfeuchte zwischen 30 (Schnitt 1) und 51 % (Schnitt 2) lag. Auf einer intensiv bewirtschafteten Fläche mit vier Schnitten im Jahr 2023 lag die Scherfestigkeit zwischen 29 (Schnitt 1) und 68 kPa (Schnitt 2), während die volumetrische

Bodenfeuchte zwischen 22 (Schnitt 2) und 61 % (Schnitt 1) variierte. Die Bodenfeuchtwerte spiegeln die trockenen Perioden (vor allem Ende Mai und im Juni) im Jahr 2023 wider. Die Scherfestigkeitswerte, ermittelt auf der Maßnahmenfläche, waren vergleichbar mit Werten die in der Studie von Tölle et al. (2000) auf Frischwiesen ermittelt wurden, zu welchen auch die Maßnahmenfläche derzeit zugeordnet werden können.

Die Auswertung der arbeitswirtschaftlichen Daten von den exakten Zeitmessungen und zur Futterqualität des geernteten Materials läuft derzeit noch.

Tabelle 1: Scherfestigkeit und volumetrische Bodenfeuchte (Mittelwert \pm SD) auf drei Flächen (Fläche 1 = Maßnahmenfläche mit Mähterminen am 01.07. und 12.09, n = 6; Fläche 2 = semi-intensiv bewirtschaftete Fläche mit Mähterminen am 15.06., 09.08. und 04.10., n = 13; Fläche 3 = intensiv bewirtschaftete Fläche mit Mähterminen am 20.05., 28.06., 09.08. und 04.10, n = 8 (wobei n der Anzahl Messstellen entspricht))

Schnitt- nummer	Scherfestigkeit (kPa)			Volumetrische Bodenfeuchte (%)		
	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3	Fläche 1	Fläche 2	Fläche 3
1	43 \pm 12	54 \pm 12	29 \pm 21	42 \pm 18	30 \pm 6	61 \pm 12
2	40 \pm 12	46 \pm 6	68 \pm 24	66 \pm 14	51 \pm 11	22 \pm 5
3		51 \pm 8	38 \pm 6		42 \pm 13	42 \pm 7
4			40 \pm 6			38 \pm 12

4. Literatur

- Ammann, H., Wyss, U. (2007): Feuchtheu als mögliche Konservierungsart für Raufutter. ATB-Berichte, Nr. 685, 12 S.
- BWagrar (2015): Verfahrenskosten für die Grassilagebereitung. http://www.bwagrar.de/Aktuelles/Verfahrenskosten-fuer-die-Grassilagebereitung_L0INR19aT09NPOFJRD0yNDEzMjI4JkZJRD0yNDZzMjMwJk1JRDO1MTY0NA.html, Accessed April 21, 2015
- Eichhorn, H. (Hg.) (1999): Landtechnik. Stuttgart, Ulmer, 7. Ed., 688 S.
- Mačuhová, J., Haidn, B., Thurner, S. (2019): Labour input for production of barn dried hay and grass silage and for feeding of cows on Bavarian dairy farms. In: KTBL (Hrsg.), 14th Conference Construction, Engineering and Environment in Livestock Farming, 24. 26.09.2019, Bonn, S. 315-320.
- Page, S.E., Baird, A.J. (2016). Peatlands and global change: Response and resilience. Annual Review of Environment and Resources 41, S. 35-57, <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-110615-085520>
- Prochnow, A., Kraschinski, S., Tölle, R., Hahn, J. (1999): Belastungsklassen für Technik zur Bewirtschaftung von Niedermoorgrünland. Agrartechnische Forschung 5(H. I), S. 26-36, <https://doi.org/10.1515/lt.1999.2262>
- Schick, M., Stark, R. (2002): Arbeitswirtschaftliche Kennzahlen zur Raufutterernte. FAT Berichte Nr. 588, 12 S.
- Tölle, R., Prochnow, A., Kraschinski, S. (2000): Messverfahren zur Bewertung der Befahrbarkeit von Niedermoorgrünland. Landtechnik 55(3), S.218-219, <https://doi.org/10.1515/lt.2000.1885>

Danksagung: Das Vorhaben ist finanziert von Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (Förderkennzeichen 67MP004B). Die Autoren bedanken sich sehr für die Teilnahme des Landwirts an den Untersuchungen.

Arbeitszeitbedarf für Betriebsführungsarbeiten bei reduziertem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln

Michael MIELEWCZIK¹, Manika RÖDIGER¹, Alexander ZORN¹,
Andreas ROESCH¹, Katja HEITKÄMPER¹

¹ *Agroscope, Nachhaltigkeitsbewertung und Agrarmanagement, Tänikon, 8356 Ettenhausen / Reckenholzstrasse 191, 8046 Zürich, Schweiz*

Kurzfassung: Alternative Anbaumethoden eines Produktionsverfahrens unterscheiden sich oft im Arbeitszeitbedarf für die Feldarbeit. Die zeitlichen Unterschiede für Aufgaben in der Betriebsführung werden hingegen oft nicht im Detail betrachtet. In der vorliegenden Studie wurden für die drei exemplarisch gewählten Kulturen Winterweizen, Kartoffeln und Zuckerrüben die beiden Anbaumethoden Herbizid frei (Winterweizen) resp. Herbizid reduziert und biologisch mit der konventionellen Anbaumethode als Referenz verglichen. Die Berechnungen basieren auf einem angepassten kausal-empirischen Arbeitszeitmodell für BFA. Die Bio-Produktion erfordert insgesamt weniger Betriebsführungsarbeiten und hat somit einen geringeren Arbeitszeitbedarf im Vergleich zu Herbizid reduzierten und konventionellen Anbaumethoden, die einen sehr ähnlichen Arbeitszeitbedarf aufweisen.

Schlüsselwörter: Modellkalkulation, Betriebsmanagement, Pflanzenschutz, Ackerbau, Schweiz

1. Einleitung und Ziele

Die Betriebsführungsarbeiten (BFA) sind ein wichtiger Teil der gesamten Arbeiten, die in einem landwirtschaftlichen Betrieb durchgeführt werden müssen. Auch wenn sie von Betrieb zu Betrieb stark variieren, können BFA und allgemeine Betriebsarbeiten bis zu 35 % der Gesamtarbeitszeit eines typischen Betriebs ausmachen (Forster 2002). Die ökologische Landwirtschaft, die den Einsatz von chemisch-synthetischen Pestiziden verbietet, ist in der Regel arbeitsintensiver als die konventionelle Landwirtschaft (Crowder und Reganold 2015). Es gibt jedoch nur begrenzte Kenntnisse über die Unterschiede im Arbeitszeitbedarf (AZB) für Betriebsführungsarbeiten (BFA) bei der Bio- im Vergleich zur konventionellen Produktion. Unsere Studie liefert evidenzbasierte Daten zur Einordnung des Arbeitszeitbedarfs für die wenig beachteten Betriebsführungsarbeiten von konventionellen und umweltschonenden Anbaumethoden im Ackerbau.

2. Methoden und Daten

In der vorliegenden Studie haben wir den Arbeitszeitbedarf in Arbeitskraftstunden je Hektar [AKh/ha] für die drei Anbaumethoden Bio, Herbizid reduziert sowie konventionell als Referenzsystem erhoben. Als „konventionell“ gilt die Produktion nach Vorgaben des ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN), deren Einhaltung in der Schweiz für den Erhalt von Direktzahlungen erforderlich ist. Für die Berechnungen wurden die Kulturen Winterweizen, Zuckerrüben und Kartoffeln ausgewählt. Alle drei Kulturen sind in der Schweiz wirtschaftlich von Bedeutung. Zusätzlich weisen sie deutliche Unterschiede im Anbauverfahren auf.

Die Betriebsführungsarbeiten aber auch die Feldarbeiten wurden in Expertenworkshops gemäß in der Schweiz üblichen Verhältnissen in ihrer Art und Häufigkeit für jede Anbaumethode und jede Kultur detailliert definiert. Diese Informationen wurden als Variablen in ein Modellkalkulationssystem eingefügt. Bei Winterweizen wird von einem Herbizid freien Anbau ausgegangen, bei Zuckerrüben und Kartoffeln von einem Herbizid reduzierten Verfahren. In diesem Beitrag wird das Verfahren zur besseren Lesbarkeit einheitlich als Herbizid reduziert bezeichnet.

Der Arbeitszeitbedarf wurde mit dem kausal-empirischen Arbeitszeitmodell für Betriebsführungsarbeiten „OffWo“ (Moriz 2007; Moriz 2010) berechnet. Wo nötig, wurde das OffWo-Modell aktualisiert, um typische, zeitgemäße Arbeitspraktiken wie digitale Ablage, Bestellung und Buchhaltung abzubilden. Die Variablen wurden in dem Modell für das jeweilige Produktionsverfahren der Kulturen angepasst.

3. Ergebnisse und Diskussion

Unseren Modellannahmen zufolge erfordert der Bio- im Vergleich zum ÖLN-Anbau weniger Feldinspektionen, keine Lagerkontrollen für Pflanzenschutzmittel (Ausnahme Kartoffeln), keinen Kauf von Pflanzenschutzmitteln (reduzierte Mengen bei Kartoffeln) und weniger Beratungsbedarf im Zusammenhang mit dem Pflanzenschutz für den Anbau der jeweiligen Kultur. Andererseits ist der Bioanbau in der Regel mit mehr Aufzeichnungen und Anträgen verbunden. Basierend auf unseren Annahmen erfordert der Herbizid reduzierte Anbau mehr Zeit für das Ausfüllen der Direktzahlungsanträge als der konventionelle Anbau, was die Zeitersparnis für andere Aufgaben bei Winterweizen und Kartoffeln ausgleicht.

Für Winterweizen reichte der AZB für pflanzenschutzbezogene BFA von 3,7 Arbeitskraftstunden je Hektar [AKh/ha] in Bio bis zu 5,6 AKh/ha im Herbizid freien Landbau, wobei der Durchschnitt nach Feldzahl und Feldgröße gewichtet wurde (Abbildung 1). Für Zuckerrüben lagen die entsprechenden Werte zwischen 4,4 (Bio) und 6,8 AKh/ha (konventioneller und Herbizid reduzierter Anbau). Für Kartoffeln lag der jeweilige AZB zwischen 8,0 AKh/ha für Bio und 10,6 MPh/ha für Herbizid reduziert. Dies ist auf Unterschiede in der Umsetzung der einzelnen BFA zurückzuführen.

Bezogen auf den gesamten AZB für BFA reicht der Anteil der BFA mit direktem oder indirektem Bezug zu Pflanzenschutzmaßnahmen für Winterweizen von 16 % für Bio bis 23 % für den Herbizid freien Anbau.

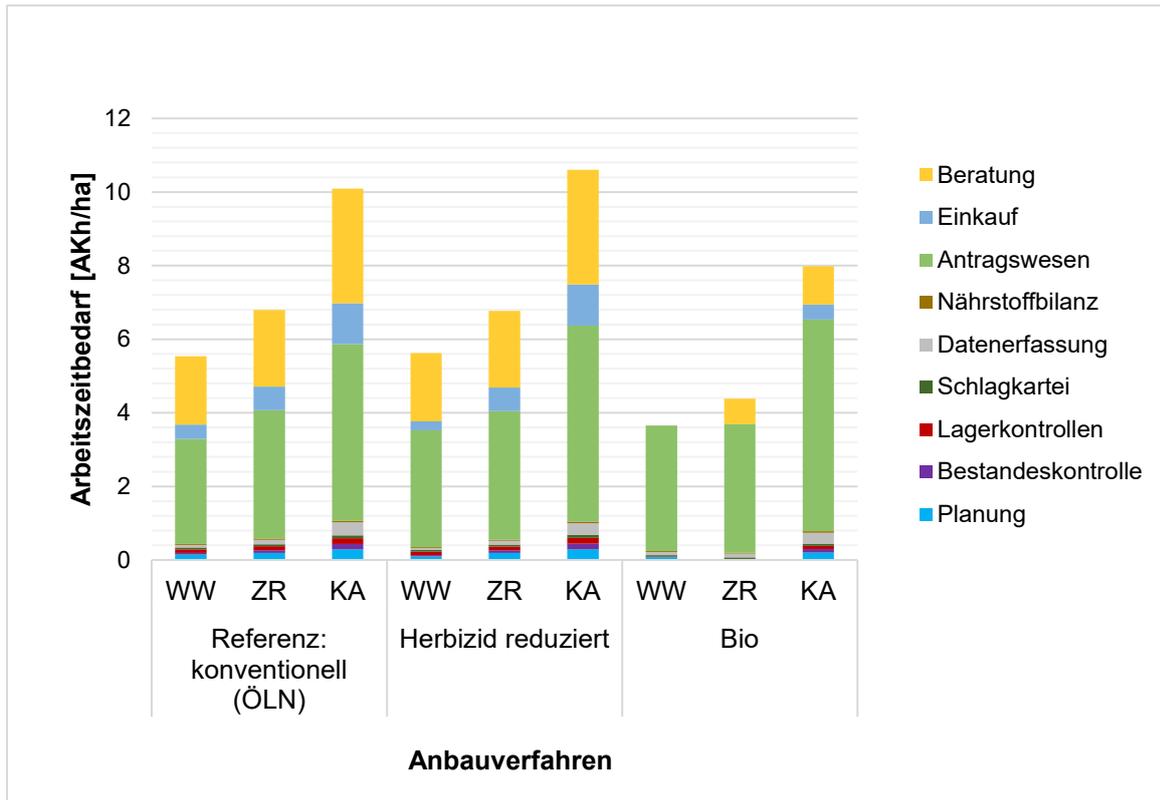


Abbildung 1: Vergleich des Arbeitszeitbedarfs [AKh/ha] für verschiedene Betriebsführungsarbeiten für drei ausgewählte Anbauverfahren, Beispielkulturen Winterweizen (WW), Zuckerrüben (ZR) und Kartoffeln (KA)

Bei Zuckerrüben reichten die Anteile von 28 %, bei Bio bis 35 % bei konventionellem Anbau, bei Kartoffeln von 32 %, bei Bio bis 39 % bei Herbizid reduziertem Anbau. Im Allgemeinen war der AZB für BFA bei Zuckerrüben und Kartoffeln höher als bei Winterweizen (siehe Abb. 1). Der Anteil der AZB für BFA am gesamten Arbeitszeitbedarf für das jeweilige Produktionsverfahren unterschied sich zwischen den Kulturen und den Anbaumethoden: Er lag bei Winterweizen zwischen 19 % für Bio und 46 % für konventionellen Anbau, bei Zuckerrüben zwischen 3 % für Bio und 26 % für den Herbizid reduzierten Anbau und bei Kartoffeln zwischen 12 % für Bio und 15 % für den Herbizid reduzierten Anbau.

4. Schlussfolgerungen

Betriebsführungsaufgaben erfordern einen beträchtlichen Teil des gesamten Arbeitszeitbedarfs für eine Kultur. Ein geringerer Zeitbedarf bei Bio kann einen höheren für Feldarbeiten teilweise kompensieren. Die Zuordnung von Betriebsführungsaufgaben zu bestimmten Kulturen ist jedoch nicht trivial, denn während sich einige Arbeiten auf den Anbau bestimmter Kulturen beziehen, beziehen sich viele andere auf den gesamten Betrieb.

5. Literatur

Crowder, DW, Reganold, JP (2015) Finanzielle Wettbewerbsfähigkeit der ökologischen Landwirtschaft im globalen Maßstab. Proc. Natl. Acad. Sci. USA 112(24):7611-6. doi: 10.1073/pnas.1423674112.

Forster, R (2002) Methodische Grundlagen und praktische Entwicklung eines Systems zur Planung dispositiver Arbeiten in landwirtschaftlichen Unternehmen. Dissertation TUI München.

Moriz, C (2007) Arbeitszeitbedarf für die Betriebsführung in der Landwirtschaft. Ein kausal-empirischer Ansatz für die Arbeitszeitermittlung in der Milchproduktion. Dissertation, Zürich.

Moriz, C & Mink A (2010) Betriebsführungsaufgaben in der Landwirtschaft. Landtechnik 65: 198-200.

Danksagung: Die Autorinnen und Autoren danken Claudia Degen, Hansueli Dierauer, Markus Hochstrasser, Adrian von Niederhäusern und Florian Sandrini für ihre fachliche Unterstützung bei der Festlegung der Modellannahmen.

Unfälle mit Rindern auf Milchviehbetrieben im Bundesland Salzburg

Marianne PRODINGER¹, Elisabeth QUENDLER¹

¹ *Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

Kurzfassung: Die Landwirtschaft ist neben der Bauwirtschaft stets jene Arbeitsbranche, die am stärksten unfallgefährdet ist. So zeigt die Auswertung der Unfallstatistik der AUVA und SVS, dass in der Periode 2013 – 2019 im Bundesland Salzburg in Österreich 13 % der verunfallten Personen in der Landwirtschaft der Milchviehhaltung zuzuordnen sind. Damit eine Reduktion der Arbeitsunfälle in diesem Bereich erzielt werden kann, sind dokumentierte Unfallberichte zu analysieren, um jene Faktoren zu identifizieren, die zum Unfallgeschehen führten. Durch Kenntnisse über das Verhalten von Rindern, bauliche Maßnahmen zum Schutz der arbeitenden Person, wie auch der richtige Einsatz der persönlichen Schutzausrüstung, kann das Risiko eines Unfalles bereits erheblich reduziert werden.

Schlüsselwörter: Milchviehhaltung, Arbeitsunfall, kleinstrukturiert, Landwirtschaft

1. Einleitung

Die Landwirtschaft im Bundesland Salzburg ist laut österreichischer Agrarstrukturerhebung des Jahres 2020 mit einer Anzahl von 9.320 Betrieben kleinstrukturiert und vom Gebiet in die Kategorie „Bergland“ einzuordnen. Rinderhaltung und Milchwirtschaft werden als die bedeutendsten Produktionssparten der Salzburger Landwirtschaft bezeichnet und betragen im Jahr 2020 60,2 % des landwirtschaftlichen Gesamtproduktionswerts im Bundesland Salzburg. Die Anzahl an tierhaltenden Betrieben ist weiter gesunken, wobei die Größe der Betriebe beziehungsweise die Tieranzahl pro Halter anstieg (Land Salzburg, Grüner Bericht des Landes Salzburg für die Jahre 2019 – 2021).

Die Milchproduktion bildet für 3.270 Betriebe im Bundesland Salzburg die Haupteinnahmequelle, das entspricht einem Anteil von 35 %. Der durchschnittliche Milchviehbetrieb im Bundesland Salzburg ist ein familiengeführter Betrieb mit 18 Milchkühen mit einer Liefermenge von 102.825 kg pro Betrieb und Jahr.

Die Arbeitssituation auf den Betrieben gestaltet sich als Familienbetrieb, welcher hauptsächlich über Familienarbeitskräfte verfügt und zeichnet ein forderndes Bild. So wurde im Jahr 2022 eine Umfrage der Salzburger Bäuerinnen ausgewertet, an welcher 449 Frauen teilnahmen. Die Befragung zeigt auf, dass 43 % der Bäuerinnen angaben, dass ihnen die Arbeitssituation manchmal zu viel ist, bei 16 % ist es oft zu viel und 2 % sind dauerhaft überlastet. Die regelmäßige oder dauerhafte Arbeitsüberlastung kann problematisch sein (Bäuerinnen Befragung, LK Salzburg, 2022). Tätigkeiten der Land- und Forstwirtschaft gehören zu den unfallhäufigsten Arbeitsbereichen in Österreich. Besonders Arbeiten mit lebenden Tieren bergen ein unkalkulierbares Risiko in sich. Der Strukturwandel in der Landwirtschaft belastet familiengeführte Landwirtschaftsbetriebe zunehmend. So zeigen internationale Studien, dass sich der

Arbeitseinsatz in der Landwirtschaft seit den 90er Jahren stark verändert. „Landwirtschaftlicher Strukturwandel erfordert von landwirtschaftlichen Familienbetrieben (LFB als Einheit von Familie, Haushalt und Betrieb) permanente Anpassungsstrategien an die sich wandelnden Umfelder und Bedingungen.“ (Wydler, 2012). Durch die Tendenz zu weniger, aber größeren Betrieben und einer Verringerung des Arbeitseinsatzes von Familienarbeitskräften mit Trend zum Nebenerwerb zeigt die bäuerliche Arbeit ein forderndes Bild für die heutige Landwirtschaft.

2. Material und Methode

Nach Evaluierung der Literatur für Unfallanalysen (ESAW, 2001) wurden zur Identifikation der Unfallhergänge und Ursachen zu Rinderunfällen in Salzburg die Datensätze von AUVA und die Unfallberichte der SVS hierzu über den Zeitraum 2013 bis 2019 bereitgestellt. Das Auswerten der Unfallberichte, die Identifikation der Variablen, erfolgte nach dem ESAW Klassifizierungssystem. Mit dem Vorliegen dieser erfolgte der Abgleich sowie die Ergänzung mit den Unfalldaten der AUVA-Datenbank.

Der generierte Datensatz wurde deskriptive sowie analytisch mit dem Statistik - Programm SAS 9.1 ausgewertet.

3. Ergebnisse

Der AUVA Österreich wurden 3.449 Unfälle im Zusammenhang mit landwirtschaftlichen Tätigkeiten auf Betrieben im Bundesland Salzburg in der Berichtsperiode 2013 – 2019 gemeldet. Davon entfielen 426 (426/3449, 12,35 %) anerkannte Arbeitsunfälle auf den Bereich der Milchviehhaltung. Zu den Parametern, die zu diesen Unfällen vorlagen, zählten der Zeitpunkt des Unfalles, die Unfalllokalisierung, die Unfalltätigkeit, die vor- und nachgelagerten Tätigkeiten des Unfallgeschehens, die Position am Betrieb, das Alter der verunfallten Person sowie die am Unfall beteiligte Rinderart. Die Betriebsgröße und die Anzahl gehaltener Rinder wurden ebenso in der Unfallstatistik berücksichtigt.

Die verunfallten 426 Personen auf den Milchviehbetrieben im Bundesland Salzburg waren im Alter von 11 bis 83 Jahren. Die Altersgruppe der 51 bis 60 – jährigen bildete mit 32 % (132/426) die größte Klasse an verunfallten Personen. Betriebsführer verunfallten in dieser Berichtsperiode mit einem Anteil von 68 % (217/426). Familienangehörige machten die nächstgrößte Gruppierung mit 132 anerkannten Arbeitsunfällen aus. Die Anzahl an verunfallten Personen für die Jahre 2013 – 2019 belief sich beim männlichen Geschlecht auf 51,4 % (160/311) und bei den weiblichen verunfallten Personen auf 48,5 % (151/311). Die Unfalllokalisierung wurde in der Analyse unterteilt in die Kategorien „Stallgebäude, Betriebsgelände und Auslauf/Weide/Alm“. Die häufigsten Unfälle wurden mit einer Anzahl von 71,4 % (257/360) mit Milchkühen im Stallgebäude dokumentiert. Diese Unfallgruppen umfassten alltägliche Stallarbeiten wie Melken, Fütterung, Säuberung des Fress- und Arbeitsplatzes, Instandhaltungs- und Wartungsarbeiten, Geburtshilfe und Besamung. Die zweithäufigste Unfallgruppe mit 16,4 % (59/360) Verunfallten am Betriebsgelände

verletzten sich bei Tätigkeiten der Tiergesundheit, wie Klauenpflege, oder auch Verladetätigkeiten bei Tiertransporten. Arbeitsunfälle im Bereich des Viehtriebes in Auslauf oder Weide beliefen sich auf 23 Unfällen (23/360, 6,4 %) in der Berichtsperiode 2013 – 2019. Im Almgelände bei Viehtrieb und Tierkontrolle verunfallten 18 Personen (18/360, 5 %), deutlich weniger.

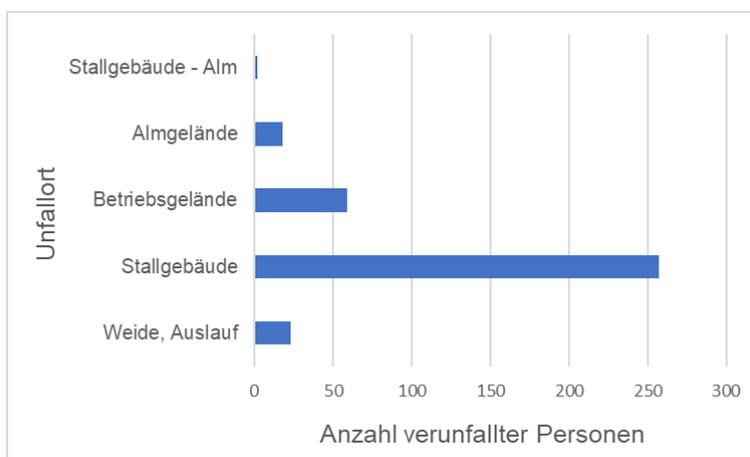


Abbildung 1: Unfalllokalisation am Milchviehbetrieb im Bundesland Salzburg in Österreich (n = 360, 2013 – 2019)

Unfallzeitpunkt und -lokalität beeinflussten ebenso das Unfallgeschehen. Die Arbeitsprozesse in der Milchviehhaltung unterlagen jahreszeitlichen Schwankungen. Durch die Abkalbezeitpunkte während der Herbst- und Wintermonate wurden im vierten Quartal mehr Unfälle im Bereich der Geburtshilfe als in den Sommermonaten verzeichnet. In der Berichtsperiode Juli bis September (3. Jahresquartal) führten Unfälle im Bereich des Viehtriebes und damit verbundener Tätigkeiten, wie An- und Abhängen, zu höheren Unfallzahlen. Arbeitsunfälle im zweiten Jahresquartal (April bis Juni) zeigten den höchsten Anteil an verunfallten Personen (130/420, 31%). Es wurden in diesem Zeitraum vermehrt Tätigkeiten wie An- und Abhängen eines Rindes, Viehtrieb und Vorgänge der Tiergesundheit (Klauenpflege) beim Verunfallen dokumentiert. Ein erhöhtes Unfallrisiko (161/405) bedingte die Tageszeit 16 bis 20 Uhr, in welche die Tätigkeiten der allgemeinen Stallarbeit, des Viehtriebes, Vorgänge wie das Ab- und Anhängen von Tieren sowie Fütterungs- und Melkarbeiten fielen.

Die direkte Einwirkung eines Rindes beim Unfallgeschehen wurde bei 86,2 % (340/395) der Fälle angegeben, wobei in 238 Fällen die Kuh als Unfallgrund angegeben wurde. Die Unfallanzahl in den Kategorien „Stier, Ochse“, „Kalbin“, „Kalb“ verhielt sich in etwa gleich hoch - bei Werten zwischen 29 und 30 verunfallten Personen je Kategorie. Als Unfallursache wurde bei 321 Unfällen (321/426, 75,35 %) „Stoß eines Rindes“ angegeben. Um die Auswirkungen der Arbeitsunfälle in der Milchviehhaltung bewerten zu können, wurde die Verletzungsart und die Schwere der Verletzungen anhand der international gültigen Schemen nach NACA – Score und AIS – Klassifizierung analysiert. Diese Auswertung zeigte auf, dass mit 54 % der Hauptanteil an verunfallten Personen (186/345) mäßig schwere Verletzungen erlitt. Schwere Verletzungen wurden mit einem Anteil von 38,3 % (132/345) eingeordnet.

Abschürfungen, Prellungen, leichte Hämatome, geringfügige oberflächliche Verletzungen wurden als „geringe Verletzungen“ eingestuft und hatten in der Berichtsperiode einen Anteil von 7,8 % (27/345). Um die Arbeitssicherheit am landwirtschaftlichen Milchviehbetrieb künftig zu erhöhen, müssen präventive Maßnahmen verstärkt in den Fokus rücken.

4. Diskussion

Die Milchviehhaltung bildet heute noch die größte Einnahmequelle für landwirtschaftliche Betriebe im Berglandgebiet. Strauss et al (2014) verweist auf die hohe Arbeitszeit in der Milchviehhaltung - in der Stichprobe wurden durchschnittlich 75 Stunden pro Woche erhoben. Sie kommen zum Schluss, dass zum Ausgleich des wachsenden psychischen Drucks auf die Milchviehhalter die Erholungszeit bewusst geplant und genommen werden muss. „Für viele Milchbauern führen diese politischen, wirtschaftlichen, strukturellen und gesellschaftlichen Veränderungen zu finanziellen, physischen und psychischen Belastungen (Neue Zürcher Zeitung NZZ, 2018). Die Gesellschaft ist bestrebt, das Tierwohl zu verbessern. Dies kann aber nur stattfinden, wenn gesunde Tiere von gesunden Menschen betreut werden. Nach Radlinsky et al. (2000: 19) entsteht ein hohes Maß an Lebensqualität, wenn die objektiven ökonomischen, ökologischen und sozialen Lebensbedingungen oder Lebensbereiche auf der Grundlage der Ziele und des aktuellen Erreichungsgrades einer Person subjektiv positiv bewertet wurden. Daher sollten die Bestrebungen dahin gehen, dass neben dem Tierwohl nicht auf das menschliche Wohl vergessen wird und der Aspekt der Arbeitssicherheit in der Milchviehhaltung vorrangig mitbewertet wird.

5. Literatur

- Agrarstrukturserhebung Statistik Austria (2020) Online verfügbar; <https://www.statistik.at/atlas/as2020/> (Zugriff am 15.01.2024)
- AIAEE 2003, Proceedings of the 19th Annual Conference, Raleigh North Carolina USA
- Bäuerinnen Befragung (2022) Online verfügbar: <https://www.baeuerinnen.at/salzburg-online-umfrage-zeigt-arbeits-situation-der-baeuerinnen+2400+2738501> (Zugriff am 04.12.2023)
- Contzen, S., Häberli, I., Bühler M., Straub, U. Zollikofen (2020). Lebensqualität in der Milchproduktion. Eine qualitative bottom-up Studie; NZZ – Neue Zürcher Zeitung, Zankapfel Milchpreis (09.04.2018)
- Strauss, A., Quendler, E. und Zollitsch, W. (2013) Lebens – und Arbeitsqualität auf österreichischen Milchviehbetrieben: ein Beitrag zur Bewertung der sozialen Nachhaltigkeit; Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien
- OSHA - Europäische Agentur für Sicherheit und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz (2012);
- Quendler, E., Leitner, C. (2022): Tägliche manuelle Fütterungstätigkeit bei Einsatz mobiler Fütterungsroboter in kleinstrukturierter Milchviehhaltung.23. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, Potsdam, 2022, Leibniz-institut für Agrartechnik und Bioökonomie e.V. S 115-121
- Radlinsky, A., Guarneri, S., Theler, Ch. Und Lehmann, b. (2000). Lebensqualität in der Schweizer Landwirtschaft: Grundlagenstudie für eine zukünftige Sozialberichterstattung: Schlussbericht. Zürich: ETH Zürich, Institut für Agrarwirtschaft (IAW)
- SVLFG (2022) Broschüre Rinderhaltung – Aktuelles zu Sicherheit und Gesundheitsschutz
- Strauss, A., Quendler, E. und Zollitsch, W. (2014): Lebens – und Arbeitsqualität auf österreichischen Milchviehbetrieben. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- Withopf, J., Beck, J., Jungbluth, T, Riedel, E., (2006): Unfallanalyse in der Rinderhaltung – Ergebnisse einer Erhebung in Baden – Württemberg, Landtechnik – Agricultural Engineering 4/ 2006, Arbeitswissenschaften, S. 224-225

Wydler, H., Arbeitszufriedenheit aus Diversifikationsstrategien – das Beispiel Care Farming (2012)
Jahrbuch der Österreichischen Gesellschaft für Agrarökonomie, Band 21(2); 155-164 Online verfügbar:
<http://oega.boku.ac.at>

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt der Sozialversicherungsanstalt der Selbstständigen (SVS), der AUVA, der Statistik Austria, dem Landeskontrollverband Salzburg und dem Kuratorium für Alpine Sicherheit (ÖKAS) für die konstruktive Zusammenarbeit.

Effizienz des Einsatzes von Traktoren mit RTK-gestützten Lenksystemen in kleinstrukturierten Betrieben

Georg RAMHARTER, Franz HANDLER

*HBLFA Francisco Josephinum
Weinzierl 1, A-3250 Wieselburg*

Kurzfassung: Traktoren mit RTK-gestützten Lenksystemen kommen in Österreich zunehmend auch auf kleinstrukturierten Betrieben mit Hanglagen sowohl in der Grünlandbewirtschaftung als auch im Ackerbau zum Einsatz. Deshalb wurde deren Auswirkung auf Arbeitszeitbedarf ermittelt. In Hanglagen stiegen bei einigen Lenksystemen Wende- und Arbeitsverrichtungszeit im Vergleich zur manuellen Lenkung an, da die Fahrgeschwindigkeit für das zuverlässige Arbeiten reduziert werden musste. In der Grünlandbewirtschaftung brachte das Parallelfahren vor allem beim Schwaden signifikante Vorteile. Lenksysteme, mit Fahrspuroptimierung, brachten hinsichtlich Kraftstoffbedarf eine Reduktion von bis zu 15 Prozent. Eingesparte Arbeitszeit wurde durch den Zeitbedarf für die Definition der Fahrspuren teilweise wieder ausgeglichen.

Schlüsselwörter: Lenksysteme, Ressourcenschonung, RTK-gestützte Fahrspurplanung, Arbeitserleichterung

1. Problemstellung

Die Landwirtschaft findet in der Praxis selten die gleichen Bedingungen wie im Labor vor. Auch bei der Anwendung von Lenksystemen stellt man schnell fest, dass bei der Arbeit in Hanglagen viele Einflussfaktoren dazu kommen, die bei der Arbeit auf ebenen Flächen keine Rolle spielen. Aufgrund der Schwerkraft verlassen sie ab einer gewissen Neigung und durch andere Einflussfaktoren die Ideallinie. An der Innovation Farm hat man sich intensiv mit dem Thema Traktoren mit RTK-gestützten Lenksystemen auf kleinstrukturierten Betrieben mit Hanglagen sowohl in der Grünlandbewirtschaftung als auch im Ackerbau beschäftigt und deren Auswirkung auf Arbeitszeitbedarf und die Arbeitserledigungskosten im Vergleich zur manuellen Lenkung untersucht.

2. Methodik

2.1 Fahrspurplanung bei kleiner Flächenstruktur

Um die Bedeutung von Lenksystemen in unterschiedlichen Regionen und Anforderungen zu untersuchen, ist die Anwendung verschiedener Methoden notwendig. Zwei große Themen wurden an der Innovation Farm ins Auge gefasst. Die Arbeit mit Lenksystemen auf kleinstrukturierten Flächen und jene in Hanglagen. Um das Potenzial auf kleinen Flächen zu erheben wurden Parzellen in dreifacher Wiederholung mit einer Größe von 0,60 ha angelegt und zwei Varianten verglichen.

Die Variante „Basic“ mit der Nutzung einer AB-Linie und der Variante „High End“ mit einer detaillierten Fahrspurplanung jeder einzelnen Parzelle inklusive Vorgewendespuuren.

2.2 Lenksysteme im Berggebiet

Bei der Arbeit in Hanglagen verlangen andere Herausforderungen auch andere Fragestellungen und Herangehensweisen. Um Lenksysteme im Grünland zu bewerten, wurden Erhebungen in Hanglagen und ebenen Lagen durchgeführt. Parzellen mit einer Größe von 0,5 ha wurden beim Mähen und Schwaden auf die Bearbeitungsdauer und die durchschnittliche Arbeitsbreite untersucht (Müllner 2023).

2.3 Gezogene Geräte am Hang

Sind Traktor und Anbaugerät über den Dreipunktanbau fix verbunden, so können sie auch bezüglich Fahrtrichtung als eine Einheit betrachtet werden. Im Falle von gezogenen Geräten weicht die Richtung speziell in Hanglagen oft von jener des Traktors stark ab. Für dieses Problem wurde die „Implement Slope Compensation“ von AGCO Fendt untersucht, welche die Abdrift von gezogenen Geräten in Hanglagen kompensieren soll. Dafür wurde in Hanglagen mit wechselndem Gefälle mit gezogenen Schwadern und Bodenbearbeitungsgeräten gearbeitet und die Überlappung zwischen den Bahnen ermittelt. Als zusätzliche Fragestellung wurde auf empirische Weise ermittelt, ob man fertig geformten Schwade mit dem Ladewagen unter Anwendung von einem Lenksystem laden kann.

Bei jedem Versuch standen neben den Erhebungen auch die Praktikabilität und die Praxistauglichkeit unter Beobachtung.

3. Ergebnisse und Diskussion

3.1 Fahrspurplanung bei kleiner Flächenstruktur

Die Auswertung der Messdaten für den Zeitbedarf der Bearbeitung ergab bei der „High End“-Variante keinen signifikanten Vorteil. Bei der Analyse der aufgezeichneten Maschinendaten aus dem Traktorterminal kam es jedoch zu einer Überraschung. Der Dieserverbrauch war auf den 0,60 Hektar großen Parzellen der „High End“-Variante um 1,23 Liter geringer als bei jenen der „Basic“-Variante. Dies entspricht einer Reduktion des Kraftstoffverbrauchs von 15 Prozent. Möglicher Grund für die Einsparung ist die Reduktion der bearbeiteten Fläche. 0,68 Hektar bzw. 113 Prozent (13 % Überlappung der 0,60-ha-Parzelle) wurden bei „Basic“ und 0,66 Hektar bzw. 109 Prozent (9 % Überlappung) bei „High End“ bearbeitet. Dieser Unterschied resultiert aus der Überlappung am Vorgewende (Ramharter et al. 2023).

Auf Betrieben mit großer Flächenstruktur und großen Arbeitsbreiten amortisieren sich Lenksysteme aufgrund der reduzierten Überlappung meist sehr rasch. Arbeitsbreiten bis drei Meter können von den meisten erfahrenen Landwirtinnen und Landwirten sehr gut eingeschätzt und auch ausgenutzt werden. Das Potenzial für Einsparungen findet man somit tendenziell am Vorgewende. Der optimale Zeitpunkt für das Ausheben oder Absenken des Grubbers am Vorgewende ist bei der „High End“-Variante am Terminal ersichtlich und die Distanz zum Feldrand muss für die

optimale Vorgewendebreite nicht geschätzt werden.

Tabelle 1: Leistungsdaten von Basic und High End im Überblick. Die zurückgelegte Distanz ist die gefahrene Gesamtstrecke auf der Parzelle; die bearbeitete Strecke ist jene mit abgesenktem Grubber, die Differenz aus ist die Strecke mit ausgehobenem Gerät am Vorgewende.

Parameter		Basic	High End
Treibstoffverbrauch [l]		8,30	7,07
Arbeitszeitbedarf [min]	Wenden	4,96	4,65
	Arbeiten	13,53	13,53
	Gesamt	18,50	18,18
Zurückgelegte Distanz am Feld [m]	1. Fahrt/Feld	2879	2769
	2. Fahrt/Feld	3038	2718
	3. Fahrt/Feld	2935	2659
Bearbeitete Strecke [m]	1. Fahrt/Feld	2469	2411
	2. Fahrt/Feld	2462	2353
	3. Fahrt/Feld	2414	2336

Der Innovation-Farm-Testfahrer konnte auf viel Erfahrung mit dem Traktor-Grubber-Gespänn zurückgreifen. Allerdings sank auch bei ihm bei vorgeplanten Spuren nicht nur die gefahrene Wegstrecke mit abgesenktem Grubber, sondern auch der Leerweg am Vorgewende. Generell war mit steigender Wiederholungszahl bei „High End“ ein Abwärtstrend der überfahrenen Fläche zu erkennen. Gerade am Vorgewende, an dem Bodenverdichtung ein großes Problem darstellen kann, stellt dies einen positiven Nebeneffekt dar (Ramharter et al. 2023).

3.2 Lenksysteme im Berggebiet

Unter aufgrund der Hangneigung herausfordernden Bedingungen konnten bei Versuchen im Berggebiet nicht nur positive Effekte von Lenksystemen erkannt werden. Bei einer theoretisch möglichen Arbeitsbreite von 316 cm und einer Einstellung beim Lenksystem von 290 cm kam es zu einer durchschnittlichen Arbeitsbreite von 293 cm. Die prozentuelle Nutzung der Arbeitsbreite lag somit bei 93 Prozent. Der Zeitbedarf für das Mähen einer Parzelle lag mit aktivem Lenksystem bei 16,83 Minuten.

Bei der herkömmlichen Variante ohne Lenksystem wurde die Parzelle in einer Zeit von 15:67 Minuten vollständig gemäht. Die durchschnittliche Arbeitsbreite lag bei 295 cm. Somit konnten 94% der möglichen Arbeitsbreite ausgenutzt werden (Müllner 2023).

Bezüglich der Arbeitsbreite konnte beim Mähen in Hanglagen kein statistisch signifikanter Unterschied festgestellt werden. Manuell konnte die Arbeitsbreite besser ausgenutzt werden, wobei mit Lenksystem der Wert nur geringfügig von der eingestellten Arbeitsbreite abweicht. Mit Lenksystem wurde um eine Minute länger benötigt. Grund dafür waren langsame Fahrgeschwindigkeiten, bis der Traktor exakt auf der Spur lenkt. (Kral et al.) Mit einem Lenksystem kann die Arbeitsbreite nicht voll ausgeschöpft werden, da sonst speziell in den steilsten Zonen Streifen stehen bleiben. Dies reduziert folglich bei wechselndem Gelände die Effizienz in der Ebene unnötig. (Müllner 2023) Dass die gemessene Arbeitsbreite höher ist als beim Lenksystem

eingestellt, ist kein Zufall und konnte auch bei anderen Versuchen der Innovation Farm festgestellt werden. Grund dafür ist die Projektion der Fahrspuren in die Ebene. Dadurch wird in Hanglagen mehr bearbeitet, als beim Lenksystem eingestellt ist.

3.3 Gezogene Geräte am Hang

Die Arbeit mit Lenksystemen funktioniert am Hang auch mit gezogenen Geräten einwandfrei. Die Anfälligkeit auf Abdrift ist jedoch höher als beim Traktor. AGCO Fendt reagiert mit „Implement Slope Compensation“ auf diesen Effekt sehr gut und kann bei wechselnden Hangneigungen gut ausgleichen. Bei sehr konstanter Hangneigung ist die Technologie nicht zwingend notwendig, da der Abdrift vom gezogenen Gerät von Bahn zu Bahn konstant ist. Beim Schwaden unter stark wechselnder Hangneigung, im steilen und zusätzlich noch kupierten Gelände, sieht man den Effekt mit freiem Auge. Schwade ohne „Implement Slope Compensation“ verlaufen über hängende Kuppen sehr unsauber. Die Messergebnisse aus den punktuellen Erhebungen der Schwadabstände mit aktiver „Implement Slope Compensation“ sind sehr konstant. Praktisch bestätigt und somit über die gesamten Versuchsflächen skalierbar, wird über die Tatsache, dass alle Schwade mit aktivem Lenksystem vom Ladewagen aufgenommen werden konnten. Erst bei extrem engen Kurvenradien stößt es aufgrund von verschiedenen Eigenschaften des Ladewagens an die Grenzen.

Wie gut die Genauigkeit auch bei gezogenen Maschinen gewährleistet wird, hängt viel von den Einstellungen der Implement Slope Compensation ab. Betrachtet man das Lenksystem gesamtheitlich, so wird mit der richtigen Anwendung aller wichtigen Werkzeuge der Weg zu einer Vorstufe von Controlled Traffic Farming geebnet. Dies würde speziell bei feuchten Erntebedingungen für Bodenschonung sorgen.

4. Literatur

- Kral, I., Mauch, M., Barta, N., Piringer, G., Bauer, A., Bauerndick, J., Bernhardt, H., Gronauer, A. (2017): Effizienzvergleich von automatischen Lenksystemen mit manueller Lenkung während der Grünlandernte auf Basis von Prozessparametern der Zugmaschine. In: Ruckelshausen, A. et al.: Digitale Transformation – Wege in eine zukunftsfähige Landwirtschaft, Lecture Notes in Informatics (LNI), Gesellschaft für Informatik, Bonn 2017.
- Müllner, P. (2023): Effizienz und Einsatzgrenzen von RTK-gestützten Spurführungssystemen in der kleinstrukturierten Grünlandwirtschaft. Fachhochschule Oberösterreich, Standort Steyr: Fachhochschul-Studiengang Agrarmanagement und -innovationen, Masterarbeit.
- Ramharter G., Ettliger A., Handler F., Gansberger M. (2023): Mehr aus Lenksystemen herausholen. Pressemitteilung Innovation Farm https://www.innovationfarm.at/wp-content/uploads/Steyr-SpurplanungRAM_ETT_RAM_AM_RAM_LEICHT_gm_AM_RAM.pdf
- Ramharter G., Ettliger A., Handler F., Gansberger M. (2023): Mehr aus Lenksystemen herausholen. BauernZeitung Nr. 35.

Artikel und Test-Projekte der Innovation Farm wie dieses werden von Bund, Ländern und der EU unterstützt. Mehr dazu unter innovationfarm.at

Standardisierte Entscheidungsfindung zur Selektion in der Kälber- und Färsenaufzucht durch ein digitales Bewertungssystem

Fredrik REGLER, Heinz BERNHARDT

*Lehrstuhl für Agrarsystemtechnik,
TUM School of Life Sciences, Technische Universität München
Dürnast 10, D-85356 Freising*

Kurzfassung: Remontierungsentscheidungen werden in der Regel vom Tierhalter getroffen und beruhen auf dessen Gefühl, Erfahrung und Momentaufnahmen – es fehlt zumeist eine Datengrundlage. So werden tierindividuelle Faktoren wie Entwicklungsverzögerungen, Erkrankungen oder Aufzuchtprobleme häufig trotz ihrer Wichtigkeit außer Acht gelassen oder wegen der Vielzahl an Tieren vergessen. Ein Sensornetzwerk zur Erfassung des Verhaltens während der Aufzucht schafft eine konsistente Datengrundlage, anhand der ein neuartiges Entscheidungsnetzwerk dem Tierhalter eine fundierte Empfehlung über Behalt oder Angang eines Tieres ausgeben kann. Diese beruht auf vier gesonderten Schwerpunktbereichen: Kolostralmilchversorgung, Milchaufnahme, Gewichtsentwicklung und Krankheitsgeschichte. So entsteht ein nachvollziehbarer Pfad für die Entscheidung über die weitere Nutzung eines Tieres.

Schlüsselwörter: Kälberaufzucht, Standardisierung, Farmmanagement, Beratertool

1. Einleitung und Problemstellung

Auch in der Tierhaltung erhalten digitale Technologien immer mehr Einzug, insbesondere in der Milchviehhaltung. Milchdaten, Brunsterkennung oder die Überwachung des Stallklimas sind weit verbreitet, ebenso wie die automatische Krankheitserkennung (Barkema et al. 2015). Anders verhält es sich während der Kälber- und Färsenzeit: Es werden nur wenige Daten gesammelt, obwohl diese Zeit die Grundlage für spätere Leistung der Milchkuh bildet. Diese Datenlücke kann durch ein hochmodernes Sensornetzwerk geschlossen werden. Zusätzlich entsteht durch die erhobenen Daten so die Möglichkeit, die aufgezogenen Tiere mithilfe eines neu entwickelten Algorithmus anhand ihres Aufwuchses zu bewerten und dem Landwirt eine fundierte Empfehlung für den Behalt oder Abgang eines Tieres auszugeben.

2. Stand der Technik: Datenerhebung in der Milchviehhaltung

Für Milchkühe werden bereits zu verschiedenen Zwecken große Mengen individueller Tierdaten gesammelt. Dabei können vor allem Futteraufnahme, Wiederkauaktivität, Bewegungsaktivität und das allgemeine Verhalten objektiv erfasst werden und auf Veränderungen in der Gesundheit des Tieres hindeuten (Wobschall

2018). Diese Erhebung geschieht größtenteils automatisch, wie etwa bei der Milchprüfung direkt nach dem Melken. So können durch Sensoren Veränderungen der Milchleitfähigkeit und -zusammensetzung oder Zellzahl detektiert und auf beginnende Krankheiten rückgeschlossen werden. Während der Kälber- und Färsenzeit verhält sich dies jedoch anders.

2.1 Datenlücke während der Kälber- und Färsenzeit

Grundlegend sind die meisten entwickelten Technologien nur für ausgewachsene Milchkühe verfügbar (Rutten et al. 2018), während die digitale Überwachung von Kälbern bisher nur wenig und die Überwachung von Färsen überhaupt nicht stattfinden. Wird bedacht, dass in dieser Zeit die Grundlage für die spätere Produktivität und Wirtschaftlichkeit als ausgewachsene Kuh gelegt wird, hat eine verbesserte Gesundheit im jungen Alter einen erheblichen Einfluss auf das Tier (Johnson et al. 2018; Wathes et al. 2008). Durch spezielle Sensoren und eine Anpassung der vorhandenen Sensorik von Milchkühen kann die Entwicklung von Kälbern und Färsen in weiten Teilen dokumentiert und die vorhandene Datenlücke geschlossen werden (Regler et al. 2022).

2.2 Entscheidungsfindung zur Selektion

Selektionsentscheidungen werden auf landwirtschaftlichen Betrieben klassischerweise vom Tierhalter getroffen. Dabei kann es sich um ein bewährtes Schema handeln, bei dem Aufzeichnungen über den Aufwuchs herangezogen werden. In der Regel findet eine Entscheidung ohne Zuhilfenahme größerer Datenmengen statt, wie sie durch Sensoren zur Verfügung stünden. Damit einher geht die Unsicherheit, Entscheidungen nach dem Gefühl zu treffen und nicht nach objektiven Kriterien zum Optimum des Betriebes. Abhilfe kann hier ein neuartiges Entscheidungsnetzwerk schaffen, das anhand von folgend näher definierten Algorithmen beruhend auf der geschaffenen Datengrundlage eine Entscheidungsempfehlung ausgibt.

3. Material und Methoden

3.1 Bewertung der Tierentwicklung

Für eine gesunde Aufzucht sind vier Bereiche entscheidend: Eine ausreichende Kolostralmilchaufnahme (Erstversorgung mit Immunglobulinen), die weitere Milchaufnahme, die Gewichtsentwicklung, sowie das Auftreten von Erkrankungen.

Die Kolostralmilchaufnahme kann nicht automatisch detektiert werden und muss händisch durch den Tierhalter erfolgen. Dies kann digital direkt in die Datenbank der Entscheidungshilfe erfolgen, bei der die Menge (Litern), der Aufnahmezeitpunkt (h nach der Geburt) und die Qualität (% Brix) für das Erstkolostrum eingetragen werden. Für eine zweite Kolostrumgabe können ebenfalls Menge, Zeitpunkt und Qualität zur weiterführenden Bewertung hinterlegt werden.

Später erfasst das etablierte Sensornetzwerk die Milchaufnahme während der Tränkeperiode automatisch. Die Daten können in Echtzeit durch eine Kopplung mit der CalfCloud (Förster-Technik GmbH, D-Engen) abgerufen werden. Dabei werden, je nach Sensorausstattung, neben der Milchmenge auch Fütterungszeitpunkt, Sauggeschwindigkeit, Besuche ohne Anrecht, Tränkeabbrüche und Stoßaktivität am Nuckel aufgezeichnet und zur Bewertung herangezogen.

Zur Beurteilung der Gewichtsentwicklung müssen fortlaufend Wiegunen durchgeführt werden. Neben dem Geburtsgewicht, das unmittelbar nach der Kalbung durch den Tierhalter bestimmt und in der Datenbank hinterlegt wird, sind im weiteren Verlauf des Aufwuchses Gewichte etwa zur Umstallung von der Einzel- in die Gruppenhaltung, zum Absetzen und zur Erstbesamung unerlässlich, um die Gewichtsentwicklung des

Tieres nachvollziehen zu können. Während der Tränkeperiode besteht die Möglichkeit, durch eine in der Tränkeabrufstation eingebauten Vorderhufwaage das Gewicht regelmäßig und automatisch zu bestimmen. Ist eine solche Waage nicht vorhanden, kann alternativ mit einer (Groß-) Tierwaage gearbeitet werden. Dabei ist es jedoch anschließend notwendig, die Daten händisch in der Datenbank zu hinterlegen.

Die Krankheitsbewertung kann teilautomatisiert stattfinden. Die Bewegungsaktivität wird durch einen Halsbandsensor detektiert. Daneben wird durch einen Gesundheitscheck anhand einer vierstufigen Skala über die CalfApp-VITAL (Förster-Technik GmbH, D-Engen) eine numerische Bewertung des Tieres erstellt und zur Auswertung herangezogen. Durch eine Kopplung mit Herdenmanagementprogrammen soll langfristig auf veterinärmedizinische Behandlungen geschlossen werden, um diese standardisiert in die Auswertung einfließen zu lassen.

3.2 Selektionsempfehlung für den Tierhalter

Anhand der erhobenen Daten kann ein Vergleich mit zuvor definierten Zielwerten durchgeführt werden, die aktuellen Erkenntnissen aus der Forschung entsprechen. Eine Standardisierung ermöglicht es schließlich, Tiere unabhängig von äußeren Einflüssen zu bewerten und zu vergleichen. Dabei sollen langfristig betriebsindividuelle Faktoren berücksichtigt werden und in die Selektionsempfehlung einfließen, sodass eine betriebsspezifische Empfehlung etabliert wird. Eine selbstständige Aktualisierung der Vergleichsdaten innerhalb des Systems soll ebenso möglich sein, wie die manuelle Anpassung der Zielwerte durch den Anwender.

4. Ergebnisse und Diskussion

Der erste Prototyp für eine digitale Entscheidungshilfe zur Selektion von Kälbern und Färsen wurde mit Hilfe der Online-lowcode Plattform *bubble.io* erstellt und bedeutet einen Fortschritt in der Integration digitaler Technologien in der Milchviehaufzucht. Die Prototypeneignung wurde in ersten Feldtests und Diskussionsrunden positiv bewertet, wobei weitere Anpassungen für die Praxis ausgemacht wurden. Die vier Kernbereiche der Tierbewertung wurden individuell

betrachtet und auf ihre Funktionalität hin geprüft. Die Beurteilung der Milchaufnahme während der Kälberzeit kann positiv bewertet werden, vor allem die automatische Integration der Cloud-Daten über die Kopplung mit der bestehenden Technologie eignet sich zur einwandfreien Bewertung des Tieres. Kritisch, jedoch in weiten Teilen unumgänglich, wird die manuelle Eingabe der Kolostral- und Gewichtsdaten bewertet. Diese kann zu Fehlern und somit fehlerhaften Bewertungen der Tiere führen, sollten die Daten nicht ausreichend gewissenhaft hinterlegt werden. Besser ist hier eine Vorderhufwaage, die, während der Tränkezeit in der Abrufstation angebracht, eine automatische Wiegung der Tiere gewährleistet. Durch die Standardisierung der Gesundheitsbewertung kann ein großer Teil der Krankheitsgeschichte des Tieres numerisch bewertet werden, was zu einer verlässlichen Kennzahl führt. Hier stellen Freitexteingaben eine Herausforderung dar, die es im weiteren Projektverlauf zu lösen gilt. Der Ist-Zielwert-Vergleich ermöglicht eine nachvollziehbare Bewertung zu jedem Lebenszeitpunkt. Die gewählten Zielwerte basieren auf aktuellen Forschungsergebnissen. Die darauf basierende Selektionsempfehlung wird durch ein einfaches Ampelsystem (vgl. Abb. 1) an den Anwender ausgegeben, der bei Interesse die einzelnen Selektionsbereiche genauer betrachten und anpassen kann, sodass eine betriebs- und tierindividuelle Entscheidungsfindung stattfindet.

Zu den weiteren Herausforderungen zählen neben der betriebsindividuellen Anpassbarkeit auch einzelne Softwareprobleme und ein ständiger Abgleich der Zielwerte mit der Literatur, um eine kontinuierliche Aktualisierung zu gewährleisten. Nach einer Fehlerbehebung ist ein erster Funktionstest geplant. Dieser Praxistest wird es ermöglichen, die Leistungsfähigkeit des Systems unter Realbedingungen zu evaluieren, weitere Schwachstellen zu identifizieren und den Prototyp weiter zu verbessern. Die Integration von digitalen (Sensor-) Technologien in die Landwirtschaft birgt ein großes Potenzial für exaktere und nachhaltige Praktiken. Die erfolgreiche Entwicklung des Prototyps in *Calf and Heifer Net* stellen einen bedeutenden Schritt für die datengestützte Entscheidungsfindung in der Kälber- und Färsenaufzucht dar.

5. Literatur

- Barkema, H. W.; Keyserlingk, M. A. G. von; Kastelic, J. P.; Lam, T. J. G. M.; Luby, C.; Roy, J-P et al. (2015): Invited review: Changes in the dairy industry affecting dairy cattle health and welfare. In: *Journal of dairy science* 98 (11), S. 7426–7445. DOI: 10.3168/jds.2015-9377.
- Johnson, K. F.; Chancellor, N.; Burn, C. C.; Wathes, D. C. (2018): Analysis of pre-weaning feeding policies and other risk factors influencing growth rates in calves on 11 commercial dairy farms. In: *Animal : an international journal of animal bioscience* 12 (7), S. 1413–1423. DOI: 10.1017/S1751731117003160.
- Regler, F.; Ziegler, K.; Förster, T.; Hemmert, K.; Koch, C.; Sauerwein, H.; Bernhardt, H. (2022): Closing data-gaps between calves and cows. Conceptualization of a specified sensor system for data acquisition in calf and heifer husbandry. In: *AgEng-Land.Technik 2022. International Conference on Agricultural Engineering ; November 22nd and 23rd 2022, Berlin. Düsseldorf: VDI Verlag GmbH (VDI-Bericht, 2406), S. 387–395, zuletzt geprüft am 21.12.2023.*
- Rutten, C. J.; Steeneveld, W.; Oude Lansink, A. G. J. M.; Hogeveen, H. (2018): Delaying investments in sensor technology: The rationality of dairy farmers' investment decisions illustrated within the framework of real options theory. In: *Journal of dairy science* 101 (8), S. 7650–7660. DOI: 10.3168/jds.2017-13358.

Wathes, D. C.; Brickell, J. S.; Bourne, N. E.; Swali, A.; Cheng, Z. (2008): Factors influencing heifer survival and fertility on commercial dairy farms. In: *Animal : an international journal of animal bioscience* 2 (8), S. 1135–1143. DOI: 10.1017/S1751731108002322.

Wobschall, Annabell Sonja (2018): Sensorbasierte Analyse des Fress- und Wiederkauverhaltens von Kühen. Unter Mitarbeit von Humboldt-Universität zu Berlin. Online verfügbar unter https://edoc.huberlin.de/bitstream/handle/18452/19902/dissertation_wobschall_annabell.pdf?sequence=5&isAllowed=y.

Danksagung: Das Projekt wird durch Mittel des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages über das Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) im Rahmen des Innovationsförderprogramms unterstützt.

Arbeitszeitbedarf und -belastung beim Füttern von Rindern verschiedener Automatisierungsstufen

Maria RING, Elisabeth QUENDLER

*Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

Kurzfassung: AFS gewannen in den vergangenen Jahren unter anderem aufgrund ihrer arbeitswirtschaftlichen Vorteile an Beliebtheit. Bisherige Studien ergaben für das Füttern mit AFS einen Arbeitszeitbedarf von 8 - 51 s/Tier/Tag, während dieser bei konventionellen Systemen zwischen 31 - 103 s/Tier/Tag lag. Die Fütterung ist eine der Arbeiten mit der höchsten körperlichen Belastung in der Milchviehhaltung. Technische Hilfsmittel sind oft nicht ausgereift und erfordern unterstützende Handarbeit, wodurch teils kein signifikanter Unterschied bei der Arbeitsbelastung zwischen manuellen und mechanisierten Tätigkeiten festgestellt werden kann. Der Arbeitszeitbedarf sowie die biomechanischen Risiken der Fütterung wurden gemäß dem aktuellen Wissensstand in der Literatur erhoben und analysiert, um nachfolgend neueste Fütterungsrobotik vergleichend evaluieren zu können.

Schlüsselwörter: Fütterungssysteme, Automatisierungsstufen, Arbeitszeitbedarf, Arbeitsbelastung, biomechanische Risiken

1. Einleitung

Automatische Fütterungssysteme haben sich in den vergangenen Jahren vor allem aufgrund von wachsenden Bestandsgrößen, der steigenden Arbeitsbelastung und dem Wunsch nach einer leistungsgruppenbezogenen Fütterung etabliert. Durch den Einsatz automatischer Fütterungssysteme können arbeitswirtschaftliche Vorteile, wie eine Arbeitszeitverringerung, die Flexibilisierung der Arbeit und die Arbeitserleichterung erreicht werden (DLG-AUSSCHUSS TECHNIK IN DER TIERHALTUNG et al., 2014). Wie ausgeprägt diese Vorteile sind, hängt von der Automatisierungsstufe ab. Während in Stufe 1 lediglich das Mischen und Verteilen automatisiert ist, erfolgt in Stufe 2 auch die Befüllung des Mischers und in Stufe 3, der vollautomatischen Fütterung, sogar die Entnahme und der Transport automatisch (HAIDN et al., 2013).

2. Methodik

Die Literaturrecherche und -analyse beruht auf dem Konzept von OSBORNE et al. (2012), wurde jedoch in einigen Punkten abgewandelt. Im ersten Schritt wurden umfassende Internetrecherchen mit Schlüsselwörtern für die beiden Themenbereiche Arbeitszeitbedarf und biomechanische Risiken bei der Fütterung von Rindern durchgeführt. Die Schlüsselwörter wurden dafür in Deutsch und Englisch sowie im Singular und Plural verwendet. Bei der Suche wurden jeweils die Schlüsselwörter aus

einem der beiden Themenkomplexe mit Schlüsselwörtern der Landwirtschaft kombiniert. Die Schlüsselwörter für das Thema Arbeitszeitbedarf lauteten: Arbeitszeitbedarf, Arbeitszeitaufwand, Arbeitszeit, Arbeitsaufwand, Arbeitsleistung, Arbeitseinsatz und Arbeitskraft. Für das Thema biomechanische Risiken wurden die Suchbegriffe Ergonomie, biomechanische Risiken, MSE, Muskel-Skelett-Beschwerden / Erkrankung / Probleme / Schmerzen, Gelenkbeschwerden / Probleme / Schmerzen, Risikofaktor und Arbeitsbelastung gewählt. Diese Schlüsselwörter der Landwirtschaft waren Landwirtschaft, Milchviehbetrieb, Milchviehhaltung, Milchvieh, Milchkuh, Kuh, Rind, Fütterung, Fütterungssystem, Futterroboter, mobile Fütterung, AFS, automatisches Fütterungssystem, CFS und konventionelles Fütterungssystem. Im zweiten Schritt wurden zunächst Titel, die keinen Bezug zur Landwirtschaft aufwiesen, aussortiert. Im Anschluss wurden die Zusammenfassungen der verbliebenen Arbeiten auf Inhalt, speziell zur Thematik der Fütterung überprüft. Diese ausgewählten Arbeiten wurden gelesen und auf ihre Eignung überprüft. Dabei waren vor allem die neueren Arbeiten ab dem Jahr 2000 interessant, da der Fokus auf der vergleichsweise neuen Technik der Fütterungsroboter lag. Im dritten Schritt wurde der Wissensstand aus der als relevant bewerteten Literatur ausgewertet und vergleichend dargestellt.

3. Ergebnisse der Literaturanalyse

3.1 Arbeitszeitbedarf

Arbeiten, die die konventionelle und automatische Fütterung hinsichtlich ihres Arbeitszeitaufwandes oder ihres Arbeitszeitbedarfs vergleichen, wurden schon mehrfach mit unterschiedlichen Voraussetzungen durchgeführt. So untersuchten BISAGLIA et al. (2008), PEZZUOLO et al. (2016), PIRKLBAUER (2011) und BISAGLIA et al. (2012) den Arbeitszeitaufwand auf verschiedenen Betrieben, während GROTHMANN et al. (2011), SIEFER et al. (2014), HÖHENDINGER et al. (2019) und REITH et al. (2019) Modellierungen des Arbeitszeitbedarfs für unterschiedliche Betriebsgrößen erstellten. In der nachfolgenden Grafik sind die Ergebnisse der Studien dargestellt.

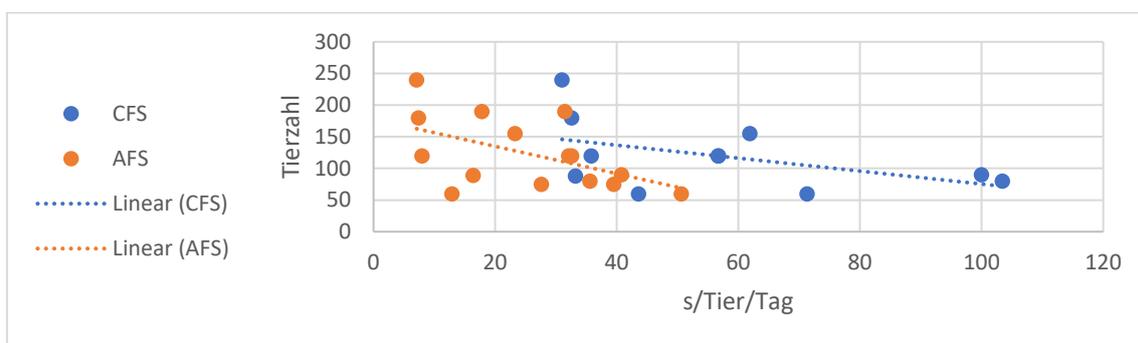


Abbildung 1: Arbeitszeitaufwand und -bedarf in Sekunden pro Tier und Tag für die Fütterung mit konventionellen (CFS) und automatischen (AFS) Fütterungssystemen in Abhängigkeit von der Tieranzahl.

Während der Arbeitszeitbedarf bei den konventionellen Fütterungssystemen zwischen 31 und 103,4 s/Tier/Tag lag, wiesen die automatischen Fütterungssysteme der Automatisierungsstufe 1 und 2 mit Werten zwischen 8 und 50,6 s/Tier/Tag einen

deutlich geringen Arbeitszeitbedarf auf. Ausschlaggebend für die große Spanne waren zum einen die individuelle technische Ausstattung und zum anderen die in der Abbildung deutlich erkennbaren Skaleneffekte.

3.2 *Ergonomie*

Trotz der zunehmenden Technisierung und den Bemühungen der Wissenschaft ein Bewusstsein für die Relevanz der Gesundheit am Arbeitsplatz zu schaffen, wie durch die Ergonomische Checkliste für die Landwirtschaft (JAKOB, 2014), sind MSE (Muskel-Skelett-Erkrankungen) bei in der Landwirtschaft tätigen Personen weit verbreitet. So gaben bei einer Umfrage auf Schweizer Milchviehbetrieben 68,7 % der Befragten an, im vergangenen Jahr mindestens einmal Schmerzen im Muskel-Skelett-System gehabt zu haben (KAUKE et al., 2010). PINZKE (2003) ermittelte für die gleiche Fragestellung in Südschweden deutlich höhere Werte von 83 % bei Männern und 90 % bei Frauen. Dort nahmen Erkrankungen in Bereich des Muskel-Skelett-Systems zwischen 1988 und 2002 sogar zu. KOLSTRUP et al. (2006) stellten hingegen eine Verlagerung der Muskel-Skelett-Beschwerden vom unteren Rücken und den Knien, hin zu Beschwerden in den oberen Extremitäten fest, die sie auf die Umstellung von Anbindeställen auf Laufställe und die damit einhergehenden veränderten Arbeitspositionen zurückführen. Die Fütterung wird in den genannten drei Studien von den Befragten als anstrengendste Aufgabe in der Milchviehhaltung wahrgenommen. Die subjektive Wahrnehmung der Landwirte aus den Umfragen deckt sich dabei mit den Ergebnissen von AHONEN et al. (1990), der durch die Messung von Herzfrequenz und Sauerstoffverbrauch die Fütterung zur Aufgabe mit der höchsten körperlichen Belastung in der Milchviehhaltung erklärte. Neben der hohen körperlichen Belastung verursacht die Fütterungstätigkeit ungünstige Kniestellungen. In rund 20 % der Fütterungszeit befanden sich die Probanden in Positionen mit Beugungswinkeln über 70° im Knie (NONNENMANN et al., 2010). Beschwerden in den unteren Extremitäten führten circa 10 % der Befragten von Schweizer Milchviehbetrieben auf die Tätigkeiten Gabeln und Schaufeln zurück, während 18 % das Traktorfahren als belastend für die Oberschenkel und Hüften bewerteten. Auch Schmerzen in der Lenden- und Brustwirbelsäule sowie im Nacken ordneten die Befragten anteilmäßig dem Gabeln und Schaufeln sowie dem Traktorfahren zu (KAUKE et al., 2010). NONNENMANN et al. (2008) stellten in ihrer Untersuchung einen signifikanten Zusammenhang zwischen Nackenbeschwerden und manueller Fütterung und dem Traktorfahren fest. COSTA UND VIEIRA (2010) bestimmten stark repetitive Arbeiten, ungünstige Körperhaltungen sowie schweres Heben als die drei biomechanischen Hauptrisikofaktoren. KOLSTRUP et al. (2006) stellte zudem für Frauen und Personen, die kleiner als 176 cm groß sind, ein signifikantes Risiko für MSE in den oberen Extremitäten fest. Beim Vergleich der Arbeitsbelastung anhand der Herzfrequenz-Reserve konnten GROBORZ UND JULISZEWSKI (2013) keinen signifikanten Unterschied zwischen den untersuchten manuellen und mechanisierten Aufgaben feststellen. Der Grund dafür ist, dass bei vielen der mechanisierten und automatisierten Arbeiten für einzelne Arbeitsschritte trotzdem manuelle Zuarbeit erforderlich ist, was den Schluss zulässt, dass die Technik oftmals nicht ausgereift ist.

4. Diskussion

Das ernüchternde Fazit von GROBORZ UND JULISZEWSKI (2013) sowie das Alter der vorhandenen Studien, bei vergleichsweise schnellem technischen Fortschritt, geben Anlass, den Arbeitszeitbedarf und die biomechanischen Risiken bei der Fütterung mit Fütterungssystemen der neusten Generation zu untersuchen und die bisher wenig erforschte Automatisierungsstufe 3 in Vergleich zur Stufe 2 darzustellen.

5. Literaturverzeichnis

- Ahonen, E., Venäläinen, J. M., Könönen, U., Klen, T. (1990): The physical strain of dairy farming, in: *Ergonomics*, Bd. 33, Nr. 12, S. 1549–1555, [online] doi:10.1080/00140139008925353.
- Bisaglia, C., Pirlo, G., Capelletti, M. (2008): A simulated comparison between investment and labour requirements for a conventional mixer feeder wagon and an automated total mixed ration system, *Agricultural and biosystems engineering for a sustainable world*, [online] <https://www.cabdirect.org/abstracts/20083323315.html>
- Bisaglia, C., Belle, Z., van den Berg, G., Pompe, J. C. A. M. (2012): Automatic vs. conventional feeding systems in robotic milking dairy farms: a survey in the Netherlands, [online] https://air.unimi.it/bitstream/2434/206682/2/tabla_137_C0979.pdf
- Da Costa, B. R., Vieira, E. R. (2009): Risk factors for work-related musculoskeletal disorders: A systematic review of recent longitudinal studies, in: *American Journal of Industrial Medicine*, Bd. 53, Nr. 3, S. 285 - 323, [online] doi:10.1002/ajim.20750.
- DLG-Ausschuss Technik in der Tierhaltung, Oberschätzl-Kopp, R., Haidn, B. (2014): Automatische Fütterungssysteme für Rinder: Technik – Leistung – Planungshinweise, DLG e. V. (Hrsg.), 3. Aufl., Bd. 398, [online] <https://www.dlg.org/de/landwirtschaft/themen/technik/technik-tierhaltung/dlg-merkblatt-398-automatische-fuetterungssysteme-fuer-rinder-technik-leistung-planungshinweise>.
- Groborz, A., Juliszewski, T. (2013): Comparison of farmers workload by manual and mechanical tasks on family farms., in: *Annals of Agricultural and Environmental Medicine*, Bd. 20, Nr. 2, S. 356 - 360, [online] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23772591>.
- Grothmann, A., Nydegger, F., Schick, M., Bisaglia, C. (2011): Arbeitswirtschaftliche Optimierung von Fütterungsverfahren, In: 17. Arbeitswissenschaftliches Kolloquium, S. 102 - 110.
- Haidn, B., Mačuhová, J., Maier, S., Oberschätzl, R. (2013): Automatisierung der Milchviehhaltung in Beständen bis 200 Kühe – Schwerpunkt Fütterung. [online] <https://wgmev.de/download/automatisierung-der-milchviehhaltung-in-bestaenden-bis-200-kuehe-schwerpunkt-fuetterung/>.
- Höhendinger, M.; Kern, S.; Stumpfenhausen, J.; Treiber, M.; Bernhardt, H. (2019): Estimation of Effects on the Workload at Dairy Farms Caused by Automatization, in: 47. Symposium Actual Tasks on Agricultural Engineering, p. 453 - 461 [online] <https://www.cabdigitalibrary.org/doi/pdf/10.5555/20193202197>.
- Jakob, M. (2014): Ergonomische Checkliste für die Landwirtschaft - eine Veröffentlichung des International Labour Office (ILO), *Bornimer Agrartechnische Berichte*, Bd. 83, S. 49 - 53, [online] <https://opus4.kobv.de/opus4-slbp/frontdoor/index/index/docId/4183>.
- Kauke, M., Korth, F., Savary, P. (2010): Physische Arbeitsbelastung auf Schweizer Milchviehbetrieben: Beurteilung aus Sicht des Landwirts, *ART-Bericht*, Bd. 731, [online] <https://ira.agroscope.ch/de-CH/Page/Einzelpublikation/Download?einzelpublikationId=22708>.
- Kolstrup, C., Stål, M., Pinzke, S., Lundqvist, P. (2006): Ache, Pain, and Discomfort, in: *Journal Of Agromedicine*, Bd. 11, Nr. 2, S. 45–55, [online] doi:10.1300/j096v11n02_08.
- Moriz, C., Schick, M. (2007): Betriebsführung und Arbeitsorganisation, in: *Forschungsanstalt Agroscope Reckenholz-Tänikon* (Hrsg.), *ART-Bericht*, Bd. 673.
- Nonnenmann, M. W., Anton, D. C., Gerr, F., Yack, H. J. (2010): Dairy farm worker exposure to awkward knee posture during milking and feeding tasks, in: *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, Bd. 7, Nr. 8, S. 483 - 489, [online] doi:10.1080/15459624.2010.487036.

- Osborne, A., Blake, C., Fullen, B. M., Meredith, D., Phelan, J., McNamara, J., Cunningham, C. (2011): Prevalence of musculoskeletal disorders among farmers: A systematic review, in: American Journal Of Industrial Medicine, Bd. 55, Nr. 2, S. 143 - 158, [online] doi:10.1002/ajim.21033.
- Pezzuolo, A., Chiumenti, A., Sartori, L., Da Borsa, F. (2016): Automatic feeding system: Evaluation of energy consumption and labour requirement in north-east Italy dairy farm, [online] <http://tf.illu.lv/conference/proceedings2016/>.
- Pinzke, S. (2003): Changes in working conditions and health among dairy farmers in southern Sweden. a 14-year follow-up., in: Annals of Agricultural and Environmental Medicine, Bd. 10, Nr. 2, S. 185 - 195, [online] <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14677910>.
- Pirklbauer, J. (2011): Zeitersparnis und mehr Flexibilität. In: Blick ins Land, Nr. 6–7, S. 18 - 19.
- Reith, S., Funk, M., Frisch, J. (2019): Effect of automated systems on the working time requirement in dairy farms. in: PRECISION LIVESTOCK FARMING '19, p. 656 - 662, [online] https://www.eaplf.eu/wp-content/uploads/ECPLF_19_book.pdf.
- Siefer, V., Oberschätzl, R., Mačuhová, J., Haidn, B. (2014): Futter-Roboter: Wie viel Zeit sparen sie wirklich?, In: Top Agrar, Nr.3, S. R36-R39.

Arbeitssituation der Tagesmütter am Bauernhof in Niederösterreich – eine qualitative Studie

Mareike ROSENBICHLER, Elisabeth QUENDLER,

*Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

Kurzfassung: Hintergrund der Masterarbeit ist der derzeitige Stand der Tagesbetreuung von Kindern auf landwirtschaftlichen Betrieben. Sowohl aus wissenschaftlicher als auch aus rechtlicher Sicht ist dieser Themenbereich wissenschaftlich unzureichend untersucht. Ziel der Arbeit war es, mittels lokal gehaltenen, qualitativen Interviews die Tagesabläufe der Tagesmütter zu ermitteln und das daraus gewonnene Wissen für das Umsetzen von Optimierungsmaßnahmen im Sinne der Kinderbetreuung abzuleiten. Es soll als unterstützende Wissensquelle für potenzielle Tagesmütter und Müttern mit Kindern mit außerfamiliären Betreuungsbedarf dienen. Die generierten Ergebnisse verteilen sich auf die drei Bereiche Tagesgeschehen und Sicherheit während einer Betreuung am Bauernhof und dem Mehrwert, der den im Rahmen der Kinderbetreuung beteiligten Personen geboten wird.

Schlüsselwörter: Kinderbetreuung, Bauernhof, Arbeitssituation, Sicherheit, Mehrwert

1. Ausgangssituation

Die Thematik der naturnahen Kinderbetreuung im landwirtschaftlichen Umfeld in Österreich ist nur marginal untersucht und offizielle Richtlinien, die insbesondere den Aspekt des Bauernhofes als Betreuungsort beinhalten, gibt es nicht. Dabei bringt die Form der Kinderbetreuung am Bauernhof zahlreiche Vorteile sowohl für Tagesmütter als auch die Kinder und deren Eltern mit sich. Grundsteine dazu basieren auf einzelnen Regelungen aus dem NÖ Kinderbetreuungsgesetz oder Vorgaben der NÖ Landesregierung. Die Trägerorganisationen der Tageseltern geben lediglich Leitsätze vor, die sich auf die reguläre Tagesbetreuung beziehen.

Mit dieser Arbeit soll die Relevanz der Kinderbetreuung mit Natur- und speziell Bauernhofbezug verdeutlicht werden und Anreize für die Umsetzung eines einheitlichen und konformen Regelwerks, welches über den herkömmlichen Rahmen der Betreuungsthematik hinausgeht, gegeben werden.

2. Untersuchungsgegenstand und Methode

Acht Tagesmütter wurden über Internetrecherche ermittelt, welche eine Tagesbetreuung (TB) für Kinder auf ihren eigenen landwirtschaftlichen Betrieben anboten. Ein leitfadengestütztes Interview wurde mit Schwerpunktfragen zu den persönlichen Beweggründen zur Berufswahl, den Tätigkeitsfeldern einer Tagesmutter am Bauernhof, die Kindersicherheit während der Betreuung und den daraus resultierenden Mehrwert erstellt. Mittels der Methode des qualitativen Interviews nach Mayring (vgl. 2010) wurden Einzelgespräche auf den Betrieben der

Interviewpartnerinnen geführt und aufgezeichnet. Diese wurden transkribiert und reduziert und das aufbereitete Material für die Weiterbearbeitung genutzt. Die Ergebnisse wurden deskriptiv im Tabellenkalkulationsprogramm Excel ausgewertet und selbsterklärende Grafiken zu den Kernergebnissen erstellt.

3. Ergebnisse

Die Ergebnisse der Masterarbeit zur Thematik der Kinderbetreuung am Bauernhof waren aufgrund der offenen Fragestellung und der Individualität der einzelnen Interviewpartnerinnen umfassend und zeigten die subjektiven Einstellungen der Befragten auf. In vorliegendem Artikel wurden die Tätigkeitsfelder, die Sicherheit und der gebotene Mehrwert einer Tagesbetreuung am Bauernhof behandelt.

3.1 Tätigkeitsfelder einer Tagesmutter am Bauernhof

Die Tätigkeitsfelder einer Tagesmutter am Bauernhof wurden einerseits im Allgemeinen, andererseits für die Kinderbetreuung behandelt, sowie auch jene Aktivitäten, die gemeinsam mit den Kindern ausgeführt wurden. Es ergaben sich 47 Mehrfachnennungen zu diesen.

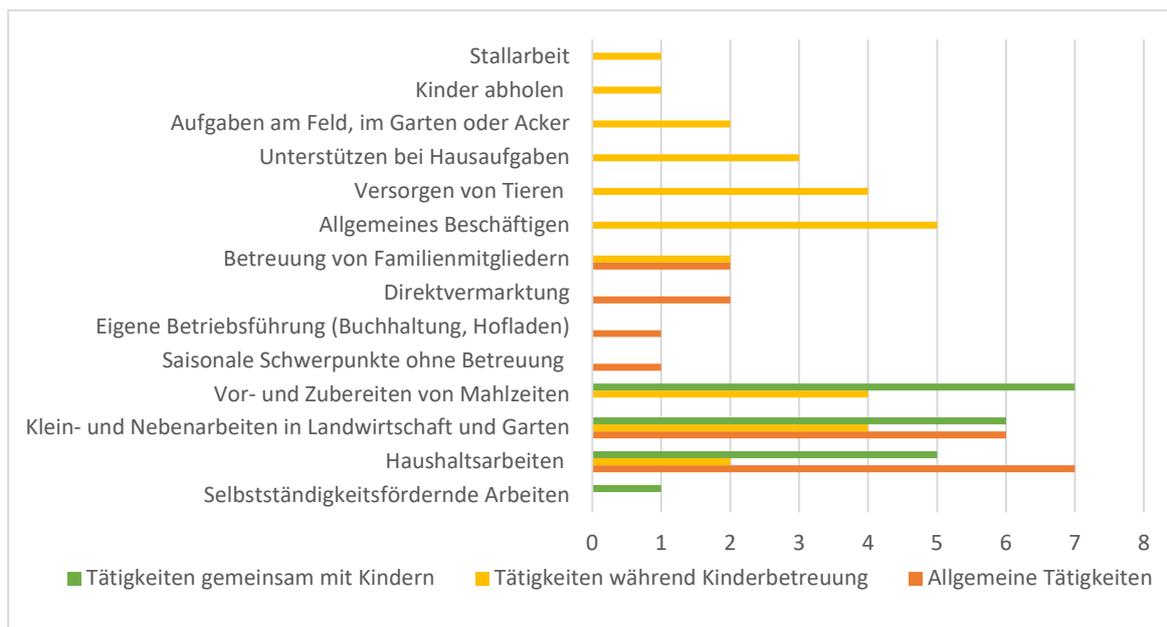


Abbildung 1: Tätigkeiten einer Tagesmutter allgemein und während einer TB mit und ohne Einbezug der Kinder (n=47, Mehrfachnennungen), 2023

Die Tätigkeitsfelder waren nicht immer exakt nach den Betreuungsfenstern trennbar, sondern deutlich miteinander verschwommen. Lediglich Angelegenheiten der Betriebsführung und Direktvermarktung und saisonale, arbeitsintensive Schwerpunktarbeiten wurden allein durchgeführt. Vergleichsweise dazu waren die Tätigkeiten während der Kinderbetreuung zahlreicher und bezogen im Bereich des Kochens, den Kleinarbeiten am Hof und den Haushaltsarbeiten aktiv die Kinder mit ein.

Wie bereits im Abschnitt der Informationsgewinnung ersichtlich, ist der Bereich der Kinderbetreuung im bäuerlichen Umfeld feminin geprägt. Dies basiert unter anderem

auf dem Rückgang des Bedarfs von weiblicher Arbeitskraft in der Landwirtschaft während der Industrialisierung und der Zurückdrängung der Frau in Hausarbeiten und Kinderbetreuung (Contzen & Forney, 2016). Naheliegend ist demnach, dass sich der Wunsch nach einem eigenen Einkommen oder der Übernahme von eigenen Arbeitsfeldern gebildet hat. Die Diversifizierung der Produktionsschwerpunkte in landwirtschaftlichen Betrieben ist relevant, um mit möglichen Risiken umgehen zu können oder sie auszugleichen (Bartonlini et al., 2013).

3.2 Sicherheit während der Tagesbetreuung am Bauernhof

Die Sicherheit am Bauernhof wurde zu Sicherheitsvorkehrungen, zur Risikominimierung, der Reduzierung des Unfallpotentials und dem Verletzungsgeschehen erfragt. Als Ausschnitt davon wird im Folgenden die Risikominimierung genauer erläutert.

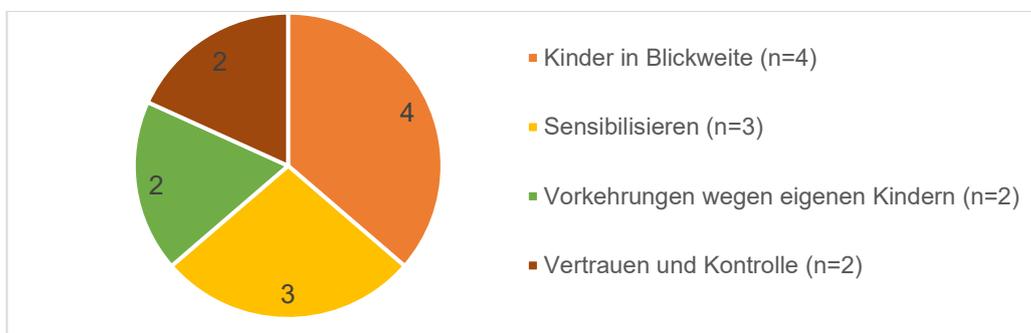


Abbildung 2: Möglichkeiten zur Risikominimierung (n=11, Mehrfachnennungen), 2023

Die Tagesmütter reduzierten mögliche Risiken, indem sie die Kinder möglichst immer in Blickweite hatten und so schnellstmöglich handeln konnten. Das Sensibilisieren auf Gefahren durch Erlernen und Näherbringen von Gefahrenquellen war für drei der Befragten eine Methode. Um das Risiko zur Entstehung von Gefahrensituationen zu senken, verwiesen zwei Tagesmütter auf bereits vorhandene Sicherheitsvorkehrungen und auf das Vertrauen und die Kontrolle der Tageskinder.

Um Kindern während des Aufenthaltes am Bauernhof eine möglichst sichere Umgebung bieten zu können, müssen gewisse sicherheitstechnische Bedingungen gegeben sein (Quendler et al., 2020), welche in Niederösterreich seitens der Landesregierung nur in Grundsätzen festgelegt ist (Amt der Niederösterreichischen Landesregierung, 2023). Die Tagesmütter bringen demnach ihre Eigeninitiative ein, um die Sicherheit der Tageskinder bestmöglich zu gewähren. Das Vorbeugen der Risiken durch obige Maßnahmen schützt unter anderem vor der häufigsten Unfallursache, der Stürze (Till & Spitzer, 2017) und der häufigsten Todesursache, des Ertrinkens bei Kindern bis vier Jahren weltweit (Lozano et al., 2012).

3.3 Mehrwert und Zukunftsfähigkeit

Die Ergebnisse nach dem gebotenen Mehrwert einer Tagesbetreuung und die subjektive Einstellung zur Zukunftsfähigkeit dieses Modells waren in vielen Bereichen deckungsgleich, da die verschiedenen Mehrwerte gleichzeitig Grund für die Zukunftsfähigkeit waren und umgekehrt.



Abbildung 3: Aspekte zur Zukunftsfähigkeit einer TB am Bauernhof (n=19, Mehrfachnennungen), 2023.

Die Zukunftsfähigkeit der TB am Bauernhof ist nach Einschätzungen der Tagesmütter am ehesten durch den Faktor des Bauernhofes und dem Einkommen daraus gegeben. Ebenso ist der Einbezug der Tiere, das Zusammenspiel aus Angebot und Nachfrage, sowie die vorhandene bauliche Infrastruktur oft gegeben, so dass die Beständigkeit dieser Betreuungsform unterstützt werden kann. Die Alternative zur herkömmlichen Gruppenbetreuung, der Wert von Regionalität, die Förderung des Pflichtbewusstseins und die Betreuung im familiären Rahmen tragen zur Zukunftsfähigkeit des Modells bei.

Worin Kinder durch die Betreuung am Bauernhof unmittelbar sowie im späteren Leben einen Mehrwert ziehen, der alle obigen Aspekte vereint, sind die Erhaltung von kleinstrukturierten Bauernhöfen (Schmidt & Sinabell, 2007), die Wertschätzung von Lebensmitteln (Darnhofer, 2005), die Gesundheitsvorteile (Raith & Lude, 2014) und ein gesteigertes Empathievermögen (Gebhard, 2020).

4. Literatur

- Bartolini, F.; Andreoli, M. und Brunori, G. (2013): Explaining the determinants of on-farm diversification: The case Study of tuscan Region. AIEAA Conference "Between Risis and Development: which Role for the Bio-Economy". Parma: AIEAA Associazione Italiana di Economia Agraria e Applicata.
- Contzen, S., Forney, J. (2016): Family farming and gendered division of labour on the move: a typology on farming-family configurations. In: Agric Hum Values 2017. Springer Science+Business Media Dordrecht.
- Darnhofer, Ika (2005): Organic Farming and Rural Development: Some Evidence from Austria. Sociologia Ruralis Volume 54 Issue 4.
- Gebhard, U. (2020): Kinder und Tiere. Die Bedeutung der Natur für die psychische Entwicklung. Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH
- Lozano et al. (2012): Global and regional mortality from 235 causes of death for 20 age groups in 1990 and 2010: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2010. In: The Lancet, 380(9859), S: 2095–2128.
- Mayring, P. (2010): Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken. Beltz Verlag, Weinheim Basel.
- Quendler, E., Michitsch, V., Leitner, C. (2020): Bedeutung landwirtschaftlicher Betriebe zur Förderung der Gesundheit von Kleinkindern aus Sicht der Stakeholder. In: Die Bodenkultur: Journal of Land Management, Food and Environment Volume 71, Issue 3, 147–156, 2020.
- Raith, A., Lude, A. (2014): Startkapital Natur. Wie Naturerfahrung die kindliche Entwicklung fördert. Oekom Verlag München.
- Schmidt, E., Sinabell F. (2005): On the choice of farm management practices after the reform of the Common Agricultural Policy in 2003. Journal of Environmental Management. Volume 82, Issue 3, February 2007, Pages 332-340
- Till, H., Spitzer, P. (2017): Kinderunfallreport 2017. Download: <https://grosse-schuetzen-kleine.at/wp-content/uploads/2017/12/Report-Kinderunfall-2017-VersionEnd.pdf> (11.01.2024).

Die Auswirkungen verschiedener Pflanzenschutzstrategien auf den Arbeitszeitbedarf

Manika RÖDIGER, Michael MIELEWCZIK, Katja HEITKÄMPER, Andreas ROESCH, Alexander ZORN

Forschungsbereich Nachhaltigkeitsbewertung und Agrarmanagement, Agroscope, Tänikon, CH-8356 Ettenhausen

Kurzfassung: Anhand von drei exemplarischen Kulturen haben wir untersucht, wie sich der Arbeitszeitbedarf (AZB) für vier Anbauverfahren mit reduziertem Einsatz von chemischen Pflanzenschutzmitteln (PSM) im Vergleich zu einem konventionellen Verfahren ändert. Dabei berechneten wir den Gesamt-AZB aus dem Feld-AZB und dem bisher kaum beachteten AZB für Betriebsführungsarbeiten. Die Modellkalkulationen zeigen, dass eine PSM-Reduktion nicht zu einer Erhöhung der Arbeitszeit führen muss, außer wenn manuelles Entfernen von Wurzelunkräutern nötig ist. Zum jetzigen in der Schweiz typischen Mechanisierungsstand scheint der Verzicht auf Wachstumsregulatoren, Insektiziden und Fungiziden im Vergleich zu den anderen betrachteten Anbauverfahren die besten Synergien zwischen Pflanzenschutzmittelreduktion und AZB zu bieten.

Schlüsselwörter: Pflanzenschutz, Arbeitszeitbedarf, herbizidlos, Extenso, Bio

1. Einleitung

Eine Reduktion von oder ein gänzlicher Verzicht auf chemische Pflanzenschutzmittel führt oft zu Anpassungen des Anbauverfahrens. Um den Unkraut- und Schädlingsdruck gering zu halten, können beispielsweise vermehrt mechanische und kulturtechnische statt der chemischen Lösungen zur Anwendung kommen. In unserer Studie haben wir untersucht, ob ein Verzicht auf bzw. eine Reduktion von Pflanzenschutzmitteln zu einem höheren Arbeitszeitbedarf führt. Denn die Arbeitszeit von Landwirtinnen und Landwirten ist bereits deutlich höher als in anderen Sektoren (für die Schweiz: BFS 2017), was deren Wohlbefinden beeinträchtigen kann. Zudem ist die Arbeitszeit, die zum Anbau einer Kultur nötig ist, neben dem Ertrag auch ein wichtiger Einflussfaktor für die Profitabilität des Anbaus.

2. Material und Methode

2.1 Anbauverfahren

Exemplarisch haben wir Winterweizen, Zuckerrüben und Kartoffeln untersucht. Zur Definition der Anbauverfahren haben wir uns an den Anforderungen für zwei schweizerische Direktzahlungen und an die Verordnung von Bio Suisse gehalten. Daraus ergaben sich fünf Anbauverfahren:

1. ÖLN: Als Referenz-Anbauverfahren dienten uns die Anforderungen zur Erfüllung des Ökologischen Leistungsnachweises (ÖLN), welche die Voraussetzung zum Erhalt von Direktzahlungen in der Schweiz sind (Jarrett & Moeser 2013).

2. (A): Anbau ohne oder mit weniger Herbiziden. Einzelstockbehandlung und Bandspritzen in der Reihe möglich, sodass maximal 50 % der Fläche behandelt werden.
3. (B): Anbau ohne Wachstumsregulatoren, Insektizide und Fungizide. Bestimmte Ausnahmen sind erlaubt, wie z. B. Fungizide in Kartoffeln, gebeiztes Saatgut und Laminarin-basierte Produkte.
4. (A)+(B): Anbau entsprechend den Anforderungen von (A) und (B).
5. Bio: Anbau ohne chemisch-synthetische Pflanzenschutzmittel.

2.2 Modellberechnungen

Den Arbeitszeitbedarf für die Anbauverfahren haben wir anhand von zwei Modellen berechnet: PROOF für die Feldarbeit (Schick 2008) und OffWo für die Betriebsführungsarbeiten (Moriz 2007a, 2007b, Moriz & Mink 2010). Unsere Systemgrenze für die Feldarbeitszeit war das Hoftor, d. h. Feldarbeiten begannen mit dem Rüsten der Maschinen auf dem Hof des Betriebs und endeten mit dem Versorgen der Maschinen. Die Modellierung im Modell PROOF bestand aus der logischen Verknüpfung von Arbeitselementen, z. B. Pflug an Traktor anbauen, für die aus vorherigen Studien Planzeitwerte vorhanden waren. Die Einflussfaktoren, die als Variablen im Modell vorhanden waren, wurden den Annahmen für das jeweilige Anbauverfahren angepasst.

Wie PROOF ist auch OffWo aus den verschiedenen Aufgaben der Betriebsführung, z. B. Planung und Organisation von Arbeit und Maschinen, und den darin enthaltenen einzelnen Arbeitselementen, z. B. Ordner aus Ablage holen, aufgebaut. Auch in OffWo waren Planzeitwerte aus vorherigen Studien für die einzelnen Arbeitselemente vorhanden. Für diese Studie wurden nur diejenigen Betriebsführungsarbeiten berücksichtigt, die direkt oder indirekt vom Anbauverfahren beeinflusst wurden, z. B. Einkauf Pflanzenschutzmittel und Planung des Maschineneinsatzes. Die Einflussfaktoren auf diese Betriebsführungsarbeiten wurden anhand der Annahmen für die Anbauverfahren angepasst.

Die Annahmen für die Modellrechnungen basierten auf a) Informationen zur Grösse landwirtschaftlicher Betriebsflächen und zu Feldgrössen und Feldanzahl der jeweiligen Feldfrucht auf Betriebsebene aus dem Agrarpolitischen Informationssystem der Schweiz aus dem Jahr 2017; b) Spezifikation der typischen Anzahl der Durchgänge und der typischerweise verwendeten Maschinen durch fünf externe Pflanzenschutzexperten; c) Literaturrecherche über Erträge, die in den Anbauverfahren erzielt werden können.

82 % (Winterweizen) bzw. 94 % (Zuckerrüben, Kartoffeln) der Betriebe hatten zwischen einem und vier Parzellen der jeweiligen Kultur. Um die Aussagekraft der Modellrechnungen zu verbessern, wurde der Arbeitszeitbedarf für jede Kultur und jedes Anbauverfahren für die Parzellenanzahlen 1-4 und die jeweiligen Flächengrössen berechnet, um daraus einen gewichteten Mittelwert zu bilden.

3. Ergebnisse

Abbildungen 1 a) bis c) zeigen die Ergebnisse der Modellrechnungen. Insgesamt lässt sich feststellen, dass nicht mit einer Zunahme des Arbeitszeitbedarfs gerechnet werden muss, solange kein manuelles Entfernen von problematischen Wurzelunkräutern nötig ist. Basierend auf unseren Annahmen resultiert eine leichte

Abnahme des Arbeitszeitbedarfs mit Verringerung des Einsatzes von bzw. Verzicht auf Pflanzenschutzmittel. Deutlich zu sehen ist eine Abnahme des Arbeitszeitbedarfs für die Betriebsführung mit jeder Reduktion an Pflanzenschutzmitteln. Nur in den Anbauverfahren, in denen ein manuelles Entfernen von Wurzelunkräutern als nötig erachtet wurde (Winterweizen (A), Winterweizen Bio, Zuckerrüben Bio), steigt der Arbeitszeitbedarf deutlich an.

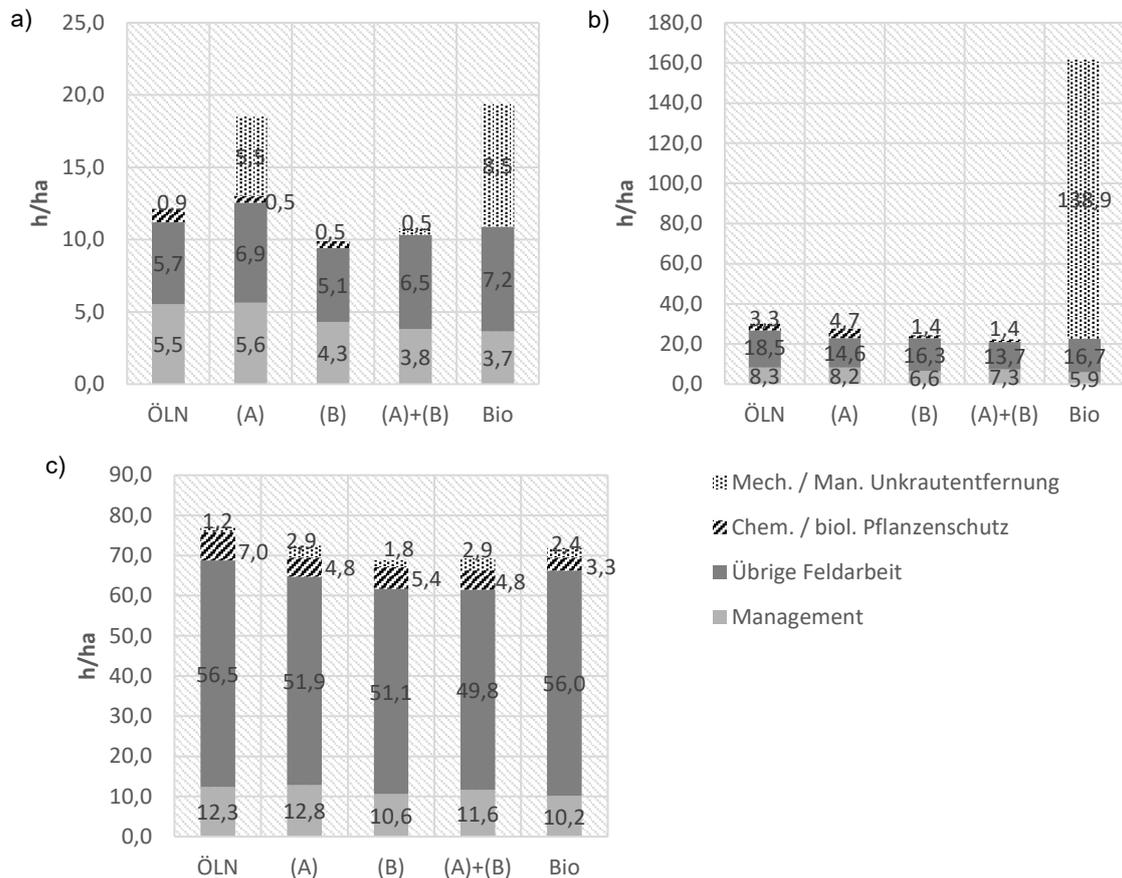


Abbildung 1: Arbeitszeitbedarf für a) Winterweizen, b) Zuckerrüben und c) Kartoffeln für verschiedene Anbauverfahren. („Man.“: manuelles Entfernen von Wurzelunkräutern, „biol.“: *Bacillus thuringiensis* bei Kartoffeln)

4. Diskussion

Die bisher existierende Literatur scheint zu der Frage, ob sich die Arbeitszeit ändert, wenn PSM reduziert werden, eher darauf hinzudeuten, dass von einer Erhöhung der Arbeitszeit auszugehen ist (Busenkell & Berg 2006, Colnenne-David et al. 2023, Mack et al. 2023). Die Ergebnisse unserer Studie, die, anders als die meisten anderen Studien, auch den AZB für die Betriebsführungsarbeiten mit eingerechnet hat, weist in eine andere Richtung, nämlich tendenziell eine Verringerung des AZB, wenn kein manuelles Jäten nötig ist. Der Grund für den Unterschied lässt sich nicht feststellen, da aus anderen Studien nicht eindeutig hervorgeht, welche Arbeitsschritte mit einberechnet oder gemessen wurden. Allerdings fällt in unseren Ergebnissen auf, dass basierend auf den für die Schweiz als typisch erachteten Annahmen, der AZB für die

Betriebsführungsarbeiten mit jeder PSM-Reduktion sinkt. Diese Verringerung kann einen höheren Feld-AZB teilweise kompensieren.

Betrachtet man den AZB eines gesamten Betriebes, macht die tendenzielle Verringerung der AZB bei PSM-Reduktion einzelner Kulturen einen sehr geringen Anteil aus. Eine Limitation der Studie ist, dass die Varianz des AZB innerhalb der Anbauverfahren durch verschiedene Praktiken in der Realität durch unsere Methode nicht abgebildet werden kann.

5. Schlussfolgerungen

Wir schlussfolgern aus unseren Ergebnissen, zum einen, dass eine PSM-Reduktion Landwirtinnen und Landwirte nicht mit zusätzlicher Arbeitszeit belasten und zusätzliche Arbeitskosten verursachen muss. Zum anderen schlussfolgern wir, dass der Erfolg eines langfristigen herbizidlosen Anbaus vermutlich davon abhängt, dass eine autonome mechanische Lösung für das zeitaufwändige manuelle Jäten von Problemunkräutern zur Praxistauglichkeit reift, denn das manuelle Jäten treibt die Arbeitszeit und damit die Arbeitskosten in die Höhe. Weiterhin scheint zum jetzigen typischen Mechanisierungsstand in der Schweiz der Verzicht auf Wachstumsregulatoren, Insektiziden und Fungiziden im Vergleich zu den anderen betrachteten Anbauverfahren die besten Synergien zwischen Pflanzenschutzmittelreduktion und AZB zu bieten.

6. Literatur

- Busenkell, J., Berg, E. (2006): Farm-level analysis of agro-environmental measures in arable farming in North Rhine-Westphalia and Rhineland-Palatinate. *Berichte über Landwirtschaft* 84(1), S 49-72
- Colnenne-David, C., Jeuffroy, M.H., Grandeau, G., Doré, T. (2023): Pesticide-free arable cropping systems: performances, learnings, and technical lock-ins from a French long-term field trial. *Agronomy for Sustainable Development* 43, 81
- Jarrett, P., Moeser, C. (2013): *The Agri-food Situation and Policies in Switzerland*. OECD Economics Department Working Papers (No. 1086), OECD Publishing, Paris, 20 S.
- Mack, G., Finger, R., Amann, J., El Benni, N. (2023): Modelling policies towards pesticides-free agricultural production systems. *Agricultural Systems* 207, 103642
- Moriz, C. (2007a): Arbeitszeitbedarf für die Betriebsführung in der Landwirtschaft. Ein kausal-empirischer Ansatz für die Arbeitszeitermittlung in der Milchproduktion. Dissertation ETH Zürich
- Moriz, C. (2007b): Arbeitszeitbedarf für die Betriebsführung in der Landwirtschaft. Ein kausal-empirischer Ansatz für die Arbeitszeitermittlung in der Landwirtschaft. ART-Schriftenreihe 6:1-118.
- Moriz, C., Mink, A. (2010): Betriebsführungsarbeiten im Ackerbau. *Landtechnik* 65(3), S 198-200.
- Schick, M. (2008): *Dynamische Modellierung landwirtschaftlicher Arbeit unter besonderer Berücksichtigung der Arbeitsplanung*. Ergonomia-Verlag, Stuttgart.
- BFS [Federal Statistical Office of Switzerland] (2017): Schweizer Landwirte/innen arbeiten deutlich über 60 Stunden pro Woche – Landwirtschaftliche Betriebszählung 2016. Medienmitteilung, Neuchâtel, 12.12.2017.
[https://www.bfs.admin.ch/asset/de/4062758#:~:text=Neuch%C3%A2tel%2C%2012.12.2017%20\(BFS,eine%20Stunde%20pro%20Woche%20reduziert](https://www.bfs.admin.ch/asset/de/4062758#:~:text=Neuch%C3%A2tel%2C%2012.12.2017%20(BFS,eine%20Stunde%20pro%20Woche%20reduziert). Zugriff am 21.12.2023

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt Claudia Degen, Hansueli Dierauer, Markus Hochstrasser, Adrian von Niederhäusern und Florian Sandrini für Ihre Unterstützung der Studie.

Sozialökologische Inklusion im städtischen Gartenbau in Wien

Sophie SCHAFFERNICHT, Elisabeth QUENDLER

*Institut für Landtechnik, Universität für Bodenkultur Wien
Peter Jordan Straße 82, A-1190 Wien*

Kurzfassung: Die Zielgruppe dieser Studie - Menschen mit Behinderungen, die in Tagesstrukturen arbeiten und betreut werden - sind an Diskussionen über den städtischen Gartenbau weitestgehend unbeteiligt. Bei der Umsetzung der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen sind Selbstbestimmung, Bildung und Arbeit wesentliche Aspekte. Allerdings wird Menschen mit Behinderungen derzeit oft eine wirkliche Teilhabe an der Gesellschaft aufgrund von systemischen Barrieren verwehrt. Eine Universität, drei Sozialeinrichtungen mit sieben Mitarbeiter*innen, zwei Gartenbaubetriebe mit zwei Betriebsleiter*innen und fünfzehn Menschen mit Behinderungen nahmen an einem Pilotprojekt in Wien teil. Aktionsforschung wurde während der Tomatenernte durchgeführt. Gleichzeitig versuchten die Autorinnen einen Beitrag im Sinne der Grounded Theory zu leisten. Angebote im Bereich der urbanen Landwirtschaft sollten über reine Kooperationen zwischen Sozialeinrichtungen und Gartenbaubetrieben hinausgehen. Es resultierte ein sozial-ökologisches Szenario mit agrarökologischen Inklusionsbetrieben. Die Etablierung von derartigen Betrieben im Sinne der UN-Konvention könnte die Stadt gleichzeitig der Erreichung der Ziele für nachhaltige Entwicklung etwas näherbringen.

Schlüsselwörter: Gartenbau, Inklusion, Nachhaltigkeit;

1. Einleitung

Gärtnerische Tätigkeiten können unter bestimmten Umständen viele positive Effekte haben. Verschiedene Programme im städtischen Gartenbau führten in der Vergangenheit beispielsweise dazu, dass Menschen mit Behinderungen neue Fertigkeiten erwerben. Dies kann unter anderem den Weg auf den Ersten Arbeitsmarkt ebnen. Für die Umsetzung der UN-Konvention über die Rechte von Menschen mit Behinderungen (UNBRK) sind Selbstbestimmung, Bildung und Arbeit zentrale Punkte. Eine mögliche Lösung für künftige Studien ist das Miteinbeziehen von Co-Forscher*innen, um Forschung im Sinne der UN-Behindertenrechtskonvention inklusiv zu gestalten. Angebote im Bereich des städtischen Gartenbaus sollten über reine Kooperationen zwischen Sozialeinrichtungen und Gartenbaubetrieben hinausgehen. Ein sozial-ökologisches Szenario mit agrarökologischen Inklusionsbetrieben erscheint sinnvoll. Die Etablierung mehrerer Inklusionsbetriebe im Sinne der UN-Behindertenrechtskonvention in Wien könnte die Stadt den Zielen der nachhaltigen Entwicklung etwas näherbringen.

2. Datengrundlage und Forschungsansatz

Drei Sozialeinrichtungen nahmen im Pilotprojekt "Inklusion und urbane Landwirtschaft in Wien" teil. Die teilnehmenden Mitarbeiter*innen der Sozialeinrichtungen waren zwischen 29 und 62 Jahre alt. Fünfzehn Volontär*innen, die in Sozialeinrichtungen betreut wurden und dort arbeiteten, beteiligten sich am Pilotprojekt. Nur eine Person von ihnen war eine Frau (1/15; 6,7%). Im Durchschnitt waren die Freiwilligen 27 Jahre alt (MAX: 37; MIN: 17, SD: 6,7). Sie arbeiteten zwischen Mai 2019 und Oktober 2019 zwischen vier und 181 Stunden in den beiden Gartenbaubetrieben (MW: 62,1; SD: 63,7). HORTF1 produzierte Ochsenherzen, HORTF2 Traubentomaten (*Tomicia* und *Capricia*). In beiden Betrieben wurde der Arbeitsprozess der Tomatenernte in Gewächshäusern durchgeführt.

Die Effekte der Aktionsforschung wurden durch die begleitende Evaluationsforschung evaluiert und modifiziert. Gleichzeitig haben sich die Autorinnen bemüht, einen Beitrag im Sinne der Grounded Theory (Glaser und Strauss, 1967; Clarke, 2003; Bryant und Charmaz, 2007; Breuer, Dieris und Lettau, 2010; Clarke, Friese und Washburn, 2016) zu leisten. Während des gesamten Pilotprojektes wurde ein Methodenmix angewandt, der verschiedene Erhebungsmethoden und einen dreistufigen Kodierungsprozess umfasste. Der Methodenmix bestand aus Photovoice, Tagebüchern, informellen Gesprächen, problemzentrierten Interviews, teilnehmenden und nicht-teilnehmenden Beobachtungen, Workshops, Literaturstudium sowie einem Lerntagebuch. Der Kodierprozess umfasste offenes, axiales und selektives Kodieren. Die erhobenen Daten wurden nach dem Ansatz der Grounded Theory analysiert.

3. Ergebnisse

Im Gegensatz zu vorherrschenden Auffassungen, die vor allem auf technische Maßnahmen abzielen und oft nur diese für relevant halten, lenkt der Begriff der sozial-ökologischen Systeme die Aufmerksamkeit auch auf soziale Aspekte und nicht allein auf physikalische Begebenheiten (Frey, 2018). Die Idee der Inklusionsbetriebe ist eigentlich nicht neu. Inklusionsbetriebe haben sich seit den 1970er-Jahren vor allem in Deutschland verbreitet, als Enthospitalisierungsprozesse im psychiatrischen Bereich, welche die Schaffung von einer größeren Anzahl an Arbeitsplätzen für Menschen mit psychischen Erkrankungen sinnvoll machten. Ein besonderes Merkmal dieser Unternehmen sind die inklusionsgerechten Arbeitsstrukturen (Egger-Subotitsch und Stark, 2017). Sie sind in Deutschland gesetzlich verankerte "Unternehmen des allgemeinen Arbeitsmarktes mit sozialem Auftrag" (REHADAT, 2020; Rustige, 2018). Im Gegensatz zu Tagesstrukturen, die ein minimales Taschengeld anbieten, sind sie inklusiver gestaltet, da sie einen sozialversicherungspflichtigen Beschäftigungsstatus zumindest mit Mindestlohn anbieten und Menschen mit und ohne Behinderung in diesen Betrieben miteinander arbeiten. Das Ziel von Inklusionsbetrieben ist es, den Weg auf den ersten Arbeitsmarkt zu ebnen (Egger-Subotitsch und Stark, 2017; Rustige, 2018). Inklusionsbetriebe haben das Potenzial, gesellschaftliche Akzeptanz zu fördern und Inklusion in der Arbeitswelt zu ermöglichen. Im Bereich der Landwirtschaft gibt es in Wien bis heute keine Inklusionsbetriebe. Neue sozialökologische Inklusionsbetriebe würden die Inklusion in weitere Betriebe des ersten Arbeitsmarktes begünstigen. Notwendige Übergänge können in diesen Betrieben gut gestaltet und unterstützt werden. Inklusionsbetriebe würden auch eine

Vorbildfunktion im Bereich der nachhaltigen Landwirtschaft, die sowohl sozial als auch ökologisch wäre, darstellen. Das Angebot an hochwertigen Nischen- und anderen Produkten könnte zudem eventuell einen wirtschaftlichen Vorteil kreieren. Moody et al. (2017) nennen unter den von Arbeitgeber*innen genannten Optionen zur Verbesserung der Situation von Menschen mit Behinderungen in der Arbeitswelt auch die Möglichkeit, Best-Practice-Beispiele besuchen zu können. Dies könnte durch die Etablierung von städtischen sozial-ökologischen Inklusionsbetrieben in Wien angestrebt werden.

4. Diskussion

Komplexe Themen wie die Inklusion in der Arbeitswelt des städtischen Gartenbaus erfordern einen interdisziplinären Ansatz. Forschungsansatz und Erhebungsmethoden sowie Datenanalyse waren aus diesem Grund sehr vielfältig. Eine Lösung für künftige Studien wäre die Einbeziehung von Menschen mit Behinderungen als Co-Forscher*innen, um Forschung zu diesem Thema sowohl partizipativ als auch inklusiv zu gestalten. Schönwiese (2020) empfiehlt für eine solche Forschung im Sinne der Disability Studies eine prozessorientierte triadische Zusammenarbeit, die unter anderem darauf abzielt, dass Prozesse der Aneignung und des Mainstreamings nicht dominieren. Die Verlagerung der Aufmerksamkeit vom Individuum auf die Gesellschaft und damit die Entwicklung des sozialen Modells von Behinderung war aus Sicht der Disability Studies ein sehr wichtiger Schritt. Es wird an dieser Stelle argumentiert, dass es notwendig ist, die soziale Dimension zu erweitern und auch die ökologische mit einzubeziehen, da Klimawandel und Biodiversitätsverlust für viele Menschen gravierende Folgen haben. Bei der Umsetzung von Kooperationen zwischen Sozialeinrichtungen und Gartenbaubetrieben spielen unter anderem technische, organisatorische und persönliche Maßnahmen eine wichtige Rolle und müssen berücksichtigt werden, damit Inklusion die Chance hat, sozial nachhaltig zu sein. Damit Inklusionsprozesse schlussendlich nicht exklusiv sind, müssen die Angebote im Bereich des städtischen Gartenbaus über reine Kooperationen hinausgehen. Es wäre sinnvoll, wenn verschiedene Akteur*innen mitberücksichtigt werden, die sich vernetzen und gemeinsam neue Konzepte entwickeln könnten. Ein partizipatives und inklusives sozial-ökologisches Szenario im Kontext der urbanen Landwirtschaft in Wien erscheint sinnvoll (Schaffernicht, 2021).

5. Literatur

- Breuer, F, Dieris, B und Lettau, A (2010): Reflexive Grounded Theory. Eine Einführung für die Forschungspraxis. 2. Auflage. Springer, Wiesbaden.
- Bryant, A und Charmaz, K (2007): The Sage Handbook of Grounded Theory. Sage, London.
- Clarke, A (2003): Situational Analyses: Grounded Theory Mapping After the Postmodern Turn, in: Symbolic Interaction, Jg. 26, Nr. 4, S. 553–576.
- Clarke, A, Friese, C und Washburn, R (2016): Situational Analysis in Practice. Mapping Research with Grounded Theory. Routledge, London and New York.

- Egger-Subotitsch, A. und Stark, M (2017): Inklusionsbetriebe in Deutschland: Analysen und Rückschlüsse für Österreich, AMS report, No. 126. ISBN978-3- 85495-602-9. Arbeitsmarktservice Österreich, Wien.
- Frey, U (2018): Nachhaltige Bewirtschaftung natürlicher Ressourcen. Erfolgsfaktoren in komplexen sozial-ökologischen Systemen. Springer Spektrum, Stuttgart.
- Glaser, B und Strauss, A (1967): The Discovery of Grounded Theory. Aldine, Chicago.
- Moody, L, Saunders, J, Leber, M, Wójcik-Augustyniak, M, Szajczyk, M und Rebernik, N (2017): An exploratory study of barriers to inclusion in the European workplace, in: Disability and Rehabilitation, Jg. 39, Nr. 20, S. 1-8.
- REHADAT (2020): Inklusionsbetriebe. <https://www.talentplus.de/inbeschaeftigung/alternative-beschaeftigung/aussenarbeitsplaetzewfbm/index.html>. Abruf: 5.12.2020.
- Rustige, C (2018): Inklusionsbetriebe in Deutschland als Leuchttürme auf dem Weg zu einem inklusiven Arbeitsmarkt. Claudia Rustige, Geschäftsführerin der Bundesarbeitsgemeinschaft Inklusionsfirmen e.V., im Gespräch. https://www.ams-forschungsnetzwerk.at/downloadpub/FokusInfo_151.pdf. Abruf: 5.12.2020.
- Schaffernicht, S (2021): Inklusion von Menschen mit Behinderungen in der Urbanen Landwirtschaft in Wien. Die kombinierte Anwendung von Grounded Theory, Aktions- und Evaluationsforschung für die Erarbeitung eines sozial-ökologischen Modells. Dissertation. Universität für Bodenkultur Wien.
- Schönwiese, V (2020): Partizipativ und emanzipatorisch. Ansprüche an Forschung im Kontext der Disability Studies. In: Disability Studies im deutschsprachigen Raum. Zwischen Emanzipation und Vereinnahmung. Brehme, D, Fuchs, P et al. (Herausgeber*innen). Beltz Juventa, Weinheim Basel.

Abkürzungen

HORTF1	Gartenbaubetrieb 1
HORTF2	Gartenbaubetrieb 2
SOCI1	Sozialeinrichtung 1
SOCI2	Sozialeinrichtung 2
SOCI3	Sozialeinrichtung 3

Förderung

Die Studie wurde vom Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus der Republik Österreich gefördert.

Danksagung

Wir danken Gartenbaubetrieben, Sozialeinrichtungen und allen Menschen, die an dieser Studie teilgenommen haben, sowie dem Bundesministerium für Landwirtschaft, Regionen und Tourismus der Republik Österreich.

Adaptive Arbeitssysteme

Sebastian SCHLUND^{1, 2}

¹ *Institut für Managementwissenschaften, Technische Universität Wien
Theresianumgasse 27, A-1040 Wien*

² *Fraunhofer Austria Research GmbH
Theresianumgasse 7, A-1040 Wien*

Kurzfassung: Seit der Begründung der Ergonomie als wissenschaftliche Disziplin stellt die Anpassung der Arbeit an den Menschen eine der prioritären Zielsetzungen dar. Mit dem flächendeckenden Einzug günstiger, vernetzter und industriell nutzbarer Sensorik und Aktorik rückt die Entwicklung adaptiver Arbeitssysteme in greifbare Nähe. Der Beitrag beleuchtet die Potenziale adaptiver Arbeitssystemgestaltung, ordnet das Thema in den aktuellen Stand der Forschung und Praxis ein und präsentiert am Beispiel der industriellen Großgeräteproduktion Umsetzungsmöglichkeiten im Labormaßstab.

Schlüsselwörter: Adaptive Arbeitssysteme, Human Activity Recognition, Ergonomie, Großgerätemontage

1. Hauptaufgaben der Arbeitsgestaltung

Seit den Anfängen der Ergonomie (Jastrzebowski, 1857) wird die Anpassung der Arbeit an den Menschen als eine der Hauptaufgaben der Arbeitsgestaltung angesehen. Gemäß der arbeitswissenschaftlichen Bewertungskriterien Schädigungslosigkeit, Ausführbarkeit, Zumutbarkeit, Persönlichkeitsförderlichkeit und Sozialverträglichkeit (Luczak et al., 1987) sollten Arbeitssysteme derart gestaltet werden, dass möglichst alle potenziellen Nutzer daran bestmöglich arbeiten können. In Ermangelung von technologischen und wirtschaftlich einsetzbaren Lösungen, die sich personenkonkret den Parametern der Nutzer anpassen, wird traditionell die als „Perzentillogik“ bekannte Abdeckung eines möglichst großen Nutzerkreises durch die Orientierung an statistisch normalverteilten Parametern angewendet. Dies führt i.d.R. dazu, dass zwar durchschnittlich optimale, jedoch für die einzelnen Nutzer suboptimale, Arbeitssysteme gestaltet und genutzt werden. So existieren beispielsweise zwar Greifraumschablonen für die optimale Gestaltung von Einzelarbeitsplätzen; allerdings bleiben letztere während der Nutzung häufig statisch und unverändert, während die Nutzergruppe innerhalb der Parameter veränderlich ist. Ein weiteres, weniger bekanntes Beispiel, ist die Sicherheitszertifizierung schutzaunloser Roboterlösungen, bei der keine Unterschiede hinsichtlich der Anthropometrie der Nutzer berücksichtigt und in der Konsequenz die Geschwindigkeits- und Kraftgrenzen der Technologie nur eingeschränkt ausgereizt werden (Fischer et al., 2024), um innerhalb der Sicherheitsgrenzen zu bleiben. In beiden (und vielen weiteren) Fällen eröffnen Arbeitssysteme, welche sich an die Nutzung und die Nutzer anpassen, Produktivitäts- und Ergonomiepotenziale, die aktuell nicht genutzt werden.

2. Adaptierbare, adaptive und personalisierbare Arbeitssysteme

Im Zuge der Integration digital vernetzter Produktionstechnologien kommt der Adaptivität eine zentrale Rolle zu. Miniaturisierte und prozessintegrierte Sensorik- und Aktorikfunktionalitäten ermöglichen prinzipiell adaptive Systeme, die ihre Struktur und/oder ihr Verhalten an sich verändernde Umgebungssituationen anpassen (Keddis et al. 2013). In Erweiterung auf die Berücksichtigung des Menschen und seiner Modellierung in das gesamte Arbeitssystem lassen sich die in der folgenden Tabelle aufgeführten Konzepte adaptiver Arbeitssysteme unterscheiden.

Tabelle 1: *Adaptierbare, adaptive und personalisierbare Arbeitssysteme (Schlund & Kostolani, 2022)*

Konzept	Beschreibung	Adaptionstyp
Adaptierbare Arbeitssysteme	Das System ist technisch in der Lage, sich an Veränderungen in der Arbeitsumgebung (z. B. Arbeitsablauf, Status) anzupassen.	Anpassung durch Nutzerinput (manuell oder digital)
Adaptive Arbeitssysteme	Das System kann Veränderungen in der Arbeitsumgebung erkennen und sich entsprechend anpassen (z. B. Anpassung des Arbeitsprozesses, Status aufgrund der Neukonfiguration von Montagelinien)	Autonome Anpassung
Adaptive Mensch-Maschine-Interfaces	Das System kann sich auf benutzerspezifische Parameter einstellen, die dynamisch während des Arbeitsprozesses auftreten (z. B. von den Benutzern ausgeführte Tätigkeiten, Fehler oder Stresslevel)	Autonome menschenzentrierte Anpassung, jedoch nicht auf individueller Ebene
Personalisierbare Mensch-Maschine Interfaces	Das System passt sich dynamisch an die verschiedenen Benutzereigenschaften an (z. B. physische Parameter (z. B. bevorzugte Hand), Kenntnisstand oder Arbeitsgewohnheiten)	Autonome menschenzentrierte Anpassung auf individueller Ebene

3. Adaptive Bereitstellung von Arbeitsinformationen

Am Beispiel der Informationsbereitstellung in der industriellen Großgerätemontage wurde eine adaptive Informationsbereitstellung in der TU Wien-Pilotfabrik umgesetzt. Mithilfe eines dynamischen Projektionssystems sowie eines 2-D-Kamersystems können arbeitsprozessrelevante Informationen im Arbeitsbereich angezeigt und per Sprach- oder Gestensteuerung weitergeschaltet werden (Rupprecht et al, 2022). Umgesetzt wurden bisher die adaptive Informationsbereitstellung anhand vordefinierter Prozesseinstellungen (Position, Hintergrund, Information + Informationstiefe) und der Position der Mitarbeiter. Perspektivisch erweitert wird das System in Richtung einer Informationsbereitstellung anhand des Sichtfelds des Nutzers, der erkannten Arbeitstätigkeit, Vorlieben und Erfahrungen. Um ausreichend

Informationen zum Nutzungskontext in produktionsrelevanten Arbeitssystemen zu erhalten, wird für den Demonstrator aktuell eine automatische sensorgetriebene Erkennung der Arbeitstätigkeiten (Human Activity Recognition) umgesetzt. Auf dieser Grundlage wird ein universell nutzbarer Input für adaptive Arbeitssysteme und Assistenzsysteme angestrebt.

4. Diskussion

Vor dem Hintergrund der technologischen Entwicklungen sowie dem sich abzeichnenden Arbeitskräftemangel wird die Arbeitsgestaltung in der Sachgüterindustrie in den nächsten 10 bis 15 Jahren massiv überdacht werden müssen. Lean Management als heute vorherrschendes Gestaltungsparadigma wird entweder zentrale Ansichten überdenken müssen (bspw. One Best Way, Standardisierung, Austaktung) oder Gefahr laufen, schrittweise abgelöst zu werden. Adaptive und personalisierte Arbeitssysteme können Produktionsarbeit attraktiver machen; benötigen aber noch (viel) Industrialisierungsaufwand und ein Umdenken vieler Unternehmen zum Thema »Produktivität«.

5. Literatur

- Fischer, C., Gregshammer, F., Steiner, M., Neuhold, M., Schlund, S. (2024, forthcoming): Personalized Safety: Considering the Worker's Anthropometry in Safety Evaluation of Human-Robot Collaboration. Proceedings of the ERF (European Robotics Forum) 2024
- Jastrzębowski, W. B. (1857). Rys ergonomji czyli nauki o pracy opartej na prawdach poczerpniętych z nauki przyrody, Biblioteka Jagiellońska, Warszawa
- Keddis, N., Kainz, G., Buckl, C., & Knoll, A. (2013). Towards adaptable manufacturing systems. In 2013 IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT) (pp. 1410-1415). IEEE. DOI: 10.1109/ICIT.2013.6505878
- Luczak, H., Volpert, W. (1987). Arbeitswissenschaft: Kerndefinition, Gegenstandskatalog, Forschungsgebiete: Bericht an den Vorstand der Gesellschaft für Arbeitswissenschaft und die Stiftung Volkswagenwerk
- Rupprecht, P., Kueffner-McCauley, H., Trimmel, M., Hornacek, M. & Schlund, S. (2022). Advanced Adaptive Spatial Augmented Reality utilizing Dynamic in-situ Projection in Industrial Site Assembly. Procedia CIRP, 107, 937-942. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2022.05.088>
- Schlund, S., & Kostolani, D. (2022). Towards Designing Adaptive and Personalized Work Systems in Manufacturing. In P. Plapper (Ed.), Digitization of the work environment for sustainable production (pp. 81–96). GITO-Verlag. https://doi.org/10.30844/WGAB_2022_5

Stellenwert der Nachhaltigkeit auf deutschen Pferdebetrieben

Linda SPEIDEL, Sonja WEYRAUCH, Dirk WINTER

*Institut für Angewandte Agrarforschung,
Hochschule für Wirtschaft und Umwelt Nürtingen-Geislingen
Neckarsteige 6-10, D-72622 Nürtingen*

Kurzfassung: Nachhaltigkeit gewinnt zunehmend an Bedeutung und so ist auch die Nachhaltigkeit auf Pferdebetrieben in den Fokus gerückt. In der vorliegenden Studie wurde untersucht, welchen Stellenwert die Nachhaltigkeit auf Pferdebetrieben einnimmt und welche nachhaltigen Maßnahmen umgesetzt werden. Darüber hinaus wurde ein Maßnahmenkatalog erstellt, der Anreize zur Verbesserung der drei Teilaspekte der Nachhaltigkeit auf Pferdebetrieben liefert. Die Ergebnisse einer Online-Befragung wurden statistisch ausgewertet und anschließend konnte mit Hilfe eines Bewertungsschlüssels die Nachhaltigkeit auf den befragten Betrieben ermittelt werden. Zu den Bewertungskriterien gehörten die Kapazitätsauslastung des Betriebes, die Abfalltrennung, die Streu- und Gülleverwertung sowie die Arbeitssicherheit und die Arbeitsbelastung. Insbesondere in den Bereichen der sozialen Nachhaltigkeit waren Verbesserungspotentiale vorhanden, welche durch den Einsatz digitaler Techniken erreicht werden könnten.

Schlüsselwörter: Nachhaltigkeit, Pferdehaltung, Maßnahmenkatalog

1. Einleitung

Das Pferd und der damit verbundene Sport haben seit vielen Jahrzehnten einen hohen Stellenwert und machen Deutschland zu einer bedeutenden Nation in der Pferdewirtschaft. Die Studie des Marktforschungsunternehmens IPSOS (2019) zeigt auf, dass es in Deutschland ca. 1,3 Millionen Pferde und 11,2 Millionen Interessierte am Pferdesport gibt. Damit gewinnt nachhaltiges Verhalten und (Weber, Georg, Janke, & Mack, 2011; Grunwald & Kopfmüller, 2012; Pies, Beckmann, & Hielscher, 2012) Wirtschaften auch in der Pferdewirtschaft zunehmend an Bedeutung. Doch inwieweit werden nachhaltige Maßnahmen auf Pferdebetrieben bereits umgesetzt? Nachhaltigkeit ist ein komplexes Konzept, das der Gesellschaft zunehmend in allen Lebensbereichen begegnet. Dabei geht es darum, Verantwortung nicht nur für unsere eigene Generation, sondern auch für künftige Generationen zu übernehmen. Das Konzept der Nachhaltigkeit und das Drei-Säulen-Modell sind in Politik und Wirtschaft fest etabliert. Dabei werden nicht nur die ökonomischen, sondern auch die ökologischen und sozialen Aspekte berücksichtigt (Vereinte Nationen, 1992; Europäische Gemeinschaften, 1997; Deutscher Bundestag, 1998). Alle drei Dimensionen sind gleichermaßen relevant und ergänzen sich gegenseitig (Grunwald & Kopfmüller, 2012). Daher wurden wesentliche Aspekte dieser Dimensionen auf pferdehaltenden Betrieben in der vorliegenden Untersuchung beleuchtet.

2. Material und Methoden

Das Ziel der Untersuchung bestand darin, einen ersten Eindruck über aktuell angewandte, nachhaltige Maßnahmen auf pferdehaltenden Betrieben in Deutschland zu erhalten und darauf aufbauend einen Bewertungsschlüssel zu erstellen, der auf sämtlichen Pferdebetrieben angewendet werden kann, um den Grad der Nachhaltigkeit festzustellen. Hierfür wurden 106 Betriebsleiter von pferdehaltenden Betrieben in Deutschland mittels einer Online-Befragung bezüglich ihres nachhaltigen Handelns befragt. Dafür wurde auf die Bereiche der ökonomischen, ökologischen und sozialen Nachhaltigkeit eingegangen. Es wurden 37 Fragen zu verschiedenen Themenbereichen (Ökonomie, Ökologie und Soziales sowie Betriebsdaten und Demografie) formuliert, wovon 19 geschlossen, 15 halboffen und drei offen gestellt wurden. Teilweise waren Mehrfachantworten möglich. Für die Beantwortung der gesamten Umfrage wurden 15 Minuten benötigt.

Die statistische Auswertung erfolgte mit R Studio (Version 1.3.1093) anhand des Shapiro-Wilk-Tests zur Untersuchung auf Normalverteilung (normalverteilt, wenn $p > 0,05$) sowie mittels des Binomial- und Chi-Quadrat-Tests zur Analyse der Häufigkeitsverteilung bei zwei bzw. mehreren Merkmalsausprägungen. Das Signifikanzniveau wurde auf $p < 0,05$ festgelegt. Als Mittelwerte wurden das arithmetische Mittel mit Standardabweichungen (\pm) bei normalverteilten Daten und der Median mit Minimum (*Min*) und Maximum (*Max*) bei nicht-normalverteilten Daten ermittelt.

Im Anschluss an die Auswertung der Befragung wurde die Nachhaltigkeit der befragten Pferdebetriebe anhand des erstellten Bewertungsschlüssels eingestuft. Die Bewertung der Betriebe erfolgte anhand 23 Bewertungskriterien (Tabelle 1) mittels einer Notenskala. Hierfür wurden Schulnoten von eins (sehr nachhaltig) bis sechs (überhaupt nicht nachhaltig) verwendet und anschließend Mittelwerte berechnet.

Tabelle 1: Bewertungskriterien der Nachhaltigkeit auf Pferdebetrieben

Ökonomie	Ökologie	Soziales
1. Auslastung der Arbeitnehmer	1. Erhalt von Biodiversität und Bodenfruchtbarkeit	1. Durchführung von sicherheitsrelevanten Begehungen/Prüfungen
2. Realisierung nachhaltiger Maßnahmen	2. Nutzung von Futtermitteln/Einstreu aus eigener Herstellung	2. Durchführung von Sicherheitsunterweisungen
3. Nachhaltige Beleuchtungen und Vorrichtungen	3. Nachhaltige Einstreu	3. Verfügbarkeit und Nutzung von Sicherheitskleidung
4. Auslastung der Schulpferde	4. Umweltbewusstsein	4. Hygienemaßnahmen und Gesundheitsprophylaxe bei Menschen und Tieren
5. Auslastung des Pensionspferdestalls	5. Kreislaufwirtschaft	5. Arbeitsbelastung der Mitarbeiter
	6. Umweltfreundliche Baustoffe	6. Personalgesprächen
	7. Umgang mit anfallendem Müll	7. Mitarbeiterbindung
	8. Umgang mit technischen Ressourcen	8. Arbeitszeiterfassung
		9. Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen
		10. Inklusionsmaßnahmen

3. Ergebnisse

Nachfolgend werden relevante Ergebnisse zur Bewertung der Nachhaltigkeit auf den pferdehaltenden Betrieben vorgestellt. Dabei wird ein Auszug aus jeder Dimension (ökonomisch, ökologisch und sozial) beleuchtet.

Unter Berücksichtigung aller Fragen, welche mit einem Bewertungsschlüssel benotet wurden (Note 1 sehr nachhaltig bis Note 6 gar nicht nachhaltig), ergab sich für die teilnehmenden pferdehaltenden Betriebe eine Gesamtnote von $3,0 \pm 0,52$. Dieser Wert entspricht dem arithmetischen Mittel der Endnoten aller teilgenommenen Betriebe. Der beste Betrieb erreichte eine Note von 1,9, der schlechteste Betrieb erhielt die Note 4,2.

3.1. Ergebnisse zur Demografie

Die teilnehmenden 106 Betriebsleiter waren im Mittel $43,3 \pm 5,5$ Jahre alt (Chi-Quadrat Test: $N=106$, $X^2_4=13,91$, $p<0,01$) und zu 64 % weiblichen Geschlechts (Chi-Quadrat Test: $N=106$, $X^2_2=65,74$, $p<0,001$). Die Betriebe hielten im Schnitt $39,4 \pm 10,3$ Pferde. Als Haltungsformen (Mehrfachantworten möglich) boten 64 % der Betriebe Außenboxen mit Fenster an, 58 % Paddockboxen und 47 % ermöglichten eine Gruppenhaltung im Lauf-, Offen- oder Bewegungsstall. Innenboxen ohne Fenster waren bei 45 % vorhanden und eine ganzjährige Weidehaltung mit Witterungsschutz bei 9 % der Betriebe.

3.2. Ergebnisse zur Ökonomie

Die 106 Betriebe beschäftigten im Mittel $2,1 \pm 0,7$ Mitarbeiter, wobei 34 % der Betriebe keine festangestellten Fremdarbeitskräfte hatten. Zudem wurde ermittelt, welche nachhaltigen Maßnahmen in den Pferdebetrieben bereits umgesetzt werden. Die häufigsten Maßnahmen waren Abfalltrennung (85 %), der Einsatz von energiesparenden Leuchtmitteln (80 %) und die Nutzung von Regen- oder Brauchwasser (62 %) (Chi-Quadrat-Test: $N=304$, $X^2_6=195,0$, $p<0,001$). Rund 41 % der Betriebe nutzten Solarstrom. Unter Sonstiges (8 %) wurden Blühstreifen, Geothermie, Einsatz von Elektrofahrzeugen und Gebäudeautomation genannt.

Zur Auslastung von Schulpferden und Pensionsställen wurden folgende Daten ermittelt: die Schulpferde wurden im Median neun Stunden pro Woche eingesetzt ($Min=3$, $Max=40$) und eine Stallauslastung der Pensionspferdebetriebe von mehr als 95 % wurde von 36 % der Teilnehmer angegeben. Bei 26 % der Teilnehmer lag diese bei unter 80 % (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_4=24,85$, $p<0,001$).

Die Bewertung im Bereich Ökonomie ergab die Durchschnittsnote $2,7 \pm 0,67$.

3.3. Ergebnisse zur Ökologie

Darüber hinaus wurde untersucht, ob die teilnehmenden Pferdebetriebe das Futter und die Einstreu für die Pferde selbst herstellen oder zukaufen. Beim Raufutter gab es keinen signifikanten Unterschied: es wurde in 33 % der Fälle selbst hergestellt, bei 29 % zugekauft und bei 38 % traf beides zu. Signifikante Unterschiede gab es beim Krippenfutter und der Einstreu. Das Krippenfutter wurde zu 75 % zugekauft, bei 8 % selbst hergestellt und bei 18 % traf beides zu (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_2= 82,66$,

$p < 0,001$). Bei der Einstreu gaben 60 % der Teilnehmer einen Zukauf an, 23 % stellten sie selbst her und bei 18 % traf beides zu (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_2=32,85$, $p < 0,001$). Der anfallende Pferdemist wurde von 57 % der Teilnehmer kompostiert und als Dünger verwendet, bei 18 % wurde er zur Energieerzeugung genutzt. Eine Abholung und Nutzung durch andere Landwirte erfolgte bei 54 % und bei 7 % wurde der Pferdemist durch Entsorgungsunternehmen entsorgt (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_3=60,05$, $p < 0,001$). In der ökologischen Nachhaltigkeit ergab die Bewertung die durchschnittliche Note $2,65 \pm 0,51$.

3.4. Ergebnisse zur sozialen Nachhaltigkeit

Bezüglich der sozialen Nachhaltigkeit wurde zunächst abgefragt, inwiefern Begehungen zu sicherheitsrelevanten Prüfungen durchgeführt wurden. Die meisten Betriebe (60 %) gaben an, solche Begehungen ohne schriftliche Dokumentation durchzuführen, 23 % dokumentierten die Begehungen und 17 % führten keine durch (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_2=35,40$, $p < 0,001$). Die Mitarbeiter erhielten bei 35 % der Betriebe keine Sicherheitseinweisungen, bei 28 % wurden Einweisungen nur zur Einstellung durchgeführt und 25 % führten diese jährlich durch (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_4=36,93$, $p < 0,001$). Die körperliche Arbeitsbelastung der Mitarbeiter wird bei 44 % der Betriebe als normal und bei 34 % als schwer eingeschätzt. Eine technische Unterstützung der Mitarbeiter bspw. durch Einsatz von elektrischen Schubkarren gaben 22 % an (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_2=8,17$, $p < 0,05$). Die Arbeitszeit wurde bei 4 % der Betriebe digital erfasst, bei 48 % erfolgte dies händisch und weitere 48 % erfassten die Arbeitszeit nicht (Chi-Quadrat-Test: $N=106$, $X^2_2=41,68$, $p < 0,001$).

Die soziale Nachhaltigkeit erreichte eine Durchschnittsnote von $3,59 \pm 0,97$. Somit schnitten die Betriebe im Bereich der sozialen Nachhaltigkeit im Vergleich zur ökonomischen und ökologischen Nachhaltigkeit am niedrigsten ab.

4. Diskussion

Die umfangreiche Befragung lieferte einen Einblick in die Einstellungen der Betriebsleiter und aus den Bewertungskriterien konnten möglichen Maßnahmen zur Verbesserung der Nachhaltigkeit auf Pferdebetrieben erschlossen werden. Für detailliertere Aussagen zu den einzelnen Dimensionen sollten weitere Erhebungen durchgeführt werden.

5. Literaturverzeichnis

- Deutscher Bundestag. (1998). Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung". Konzept Nachhaltigkeit - Vom Leitbild zur Umsetzung.
- Europäische Gemeinschaften. (1997). Vertrag von Amsterdam. Luxemburg.
- Grunwald, A., & Kopfmüller, J. (2012). Nachhaltigkeit. Frankfurt am Main.
- Ipsos. (2019). Pferdesport in Deutschland. Warendorf: Deutsche Reiterliche Vereinigung e.V. Bundesverband für Pferdesport und Pferdezucht Fédération Equestre Nationale (FN).
- Pies, I., Beckmann, M., & Hielscher, S. (2012). Nachhaltigkeit durch New Governance: Ein ordonomisches Konzept für strategisches Management. Die Betriebswirtschaft, 72(4), S. 325-341.
- Vereinte Nationen. (1992). AGENDA 21. Rio de Janeiro: Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung.
- Weber, J., Georg, J., Janke, R., & Mack, S. (2011). Nachhaltigkeit und Controlling. Weinheim.

Wandel in der Arbeitsorganisation durch Elektrifizierung in der Landwirtschaft

Jochen Georg WIECHA, Kathrin Lina Martha ZIEGLER, Heinz BERNHARDT

Technische Universität München, Deutschland

jochen.wiecha@tum.de

Kurzfassung: Die Elektrifizierung in der Landwirtschaft stellt eine innovative Methode dar, traditionelle agrarische Prozesse durch den Einsatz elektrischer Energie und Technologie zu optimieren. Diese Arbeit untersucht die Arbeitsorganisation im Zusammenhang mit der Elektrifizierung und beleuchtet relevante Aspekte dieses wandelnden Sektors.

Elektrifizierte Maschinen bilden das Herzstück dieser Technologierevolution. Elektrische Traktoren, Mähdrescher und Bewässerungssysteme ermöglichen eine Reduktion der fossilen Brennstoffabhängigkeit und senken die Betriebskosten. Einhergehend damit stehen landwirtschaftliche Betriebe vor der Herausforderung, eine effiziente Ladeinfrastruktur für die elektrischen Geräte zu implementieren.

Die Integration von Automatisierungsfunktionen in elektrifizierte Maschinen, seien sie dieselektisch oder mit Batterieladesystemen ausgestattet, bietet die Möglichkeit teilweise oder vollständig autonome Betriebsabläufe zu realisieren. Dies kann die Arbeitsbelastung der Landwirte reduzieren und die Effizienz steigern.

Die Nachhaltigkeit der Elektrifizierung wird durch die Wahl der Energieversorgung bestimmt. Landwirtschaftsbetriebe nutzen vermehrt erneuerbare Energiequellen, wie Solar- oder Windenergie, um ihre elektrischen Maschinen zu betreiben und ihren CO₂-Ausstoß zu verringern. Eine gründliche Kosten-Nutzen-Analyse ist unerlässlich für den Erfolg der Elektrifizierung. Schlussendlich betont diese Arbeit die Bedeutung von Umweltvorteilen, die durch die Elektrifizierung in der Landwirtschaft erzielt werden können. Die Reduzierung der CO₂-Emissionen und des Umwelt-Fußabdrucks kann ein wesentlicher Faktor für die zukünftige Gestaltung der Arbeitsorganisation sein. Die Dynamik dieses Sektors ist jedoch ständigen Änderungen unterlegen.

Schlüsselwörter: Elektrifizierung, Elektrifizierte Maschinen, Nachhaltigkeit, Automatisierung, Energieversorgung

Aktuelle Herausforderungen in der Organisation von migrantischen Saisonarbeitskräften und Erntehelfer:innen

Georg WIESINGER, Sigrid EGARTNER, Erika Quendler

Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen

Kurzfassung: Landwirtschaftliche Betriebe im Bereich des Obst- und Gemüsebaus in Österreich, in denen saisonale Arbeitsspitzen auftreten und wenig Mechanisierungsmöglichkeiten gegeben sind, hängen in einem zunehmenden Ausmaß von familienfremden Arbeitskräften ab. In der großen Mehrzahl sind dies migrantische Arbeitskräfte, Saisoniers und Erntehelfer:innen aus EU-Ländern und Drittstaaten. Innerhalb der letzten Jahrzehnte hat sich eine Beschäftigungsmodell etabliert, welches zwar viel Flexibilität ermöglicht, jedoch aufgrund demographischer, politischer und ökonomischer Veränderungen immer stärker unter Druck gerät. Zudem können unvorhersehbare Ereignisse auftreten, die dieses Modell zusätzlich erschüttern, was der Agrarsektor im Falle der Covid-19 Krise und des Ukraine-Kriegs mit voller Wucht zu spüren bekam.

Die Angst um die Versorgungssicherheit, z.B. durch fehlende Arbeitskräfte bei der Spargel- und Erdbeerernte, hat dazu geführt, dass die Lage migrantischer Saisonarbeitskräfte plötzlich eine größere Bedeutung gewann, und damit auch eine Diskussion über prekäre Arbeitsverhältnisse, schlechte Unterbringung, unzureichenden sozialen und rechtlichen Schutz. Besonders betroffen sind Betriebe und Produktionssparten, wo sich die Arbeiten nicht entsprechend mechanisieren und rationalisieren lassen. Auch dort, wo Arbeiten nicht gleichmäßig über das Jahr anfallen und die Produktion Witterungseinflüssen ausgesetzt ist, ist der Einsatz von Erntehelfer:innen und Saisoniers unumgänglich. Manchen Betrieben gelingt es relativ gut, sich an die Herausforderungen einer unsicheren Verfügbarkeit von Arbeitskräften anzupassen, anderen weniger, was eine Studie der Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen zeigt. Die entscheidenden Ursachen dürften dabei im sozialen Bereich zu finden sein, bei fairen Beschäftigungsverhältnissen, einem respektvollen Umgang mit den Arbeitskräften und in der persönlichen Anerkennung, die den Beschäftigten entgegengebracht werden.

Landtechnische Optionen zur Bewirtschaftung von wiedervernässtem Moorgrünland

Annika WOORTMAN, Juliana MAČUHOVÁ, Korbinian HADERSBECK, Stefan
THURNER

*Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft
Vöttinger Straße 36, 85354 Freising*

Kurzfassung: Im Bereich der Landnutzung stellen entwässerte Moore ein Schwergewicht bezüglich der Klimawirkung dar. Daher werden am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft seit Anfang 2021 im Projekt „Entwicklung moorverträglicher Bewirtschaftungsmaßnahmen für landwirtschaftlichen Moor- und Klimaschutz“ Erkenntnisse zu Aspekten im Zusammenhang mit der nassen Moorbewirtschaftung erarbeitet. Die Verfahren zur landwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden mit erhöhten Wasserständen sind derzeit größtenteils weder praxisreif noch wirtschaftlich. Ziel ist es, angepasste Lösungen aus der Praxis zu sammeln, Einsatzdaten zu erheben und Techniken sowie Verfahren weiterzuentwickeln, um die Ernte von sauberem, gutem Futter oder verwertbarem Paludimaterial im nassen Moor zu realisieren.

Schlüsselwörter: Wiedervernässung, Verfahrenstechnik, Futterproduktion, Paludikultur, klimaschonende Moornutzung

1. Einleitung

Im 19. Jahrhundert wurden Moore im großen Stil trockengelegt, besiedelt und die Böden landwirtschaftlich genutzt, um die Bevölkerung ernähren zu können. Heute weiß man, dass diese trockengelegten Moorböden durch den Abbau des Torfs und die intensive Bewirtschaftung erhebliche Mengen an verschiedenen Treibhausgasen (THG), allen voran Kohlendioxid (CO₂), freisetzen. Wird der Grundwasserstand wieder angehoben, verringert sich die CO₂-Emission sofort und es wird ein Beitrag zum Klimaschutz geleistet. Der Klimawandel und der daraus entstehende Druck zu einer resilienteren Landwirtschaft sind präsenter denn je. Im Jahr 2022 wurden in Deutschland THG-Emissionen in Höhe von rund 745 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten verursacht (Umweltbundesamt 2023). Die Emissionen der deutschen Landwirtschaft entsprachen dabei nach einer ersten Schätzung insgesamt 55,5 Mio. Tonnen CO₂-Äquivalenten, was 7,4 % der gesamten THG-Emissionen des Jahres ausmachte (Umweltbundesamt 2023). Im Bereich der Landnutzung stellen entwässerte Moore ein Schwergewicht bezüglich der Klimawirkung dar. Zudem können intakte Moore als die flächeneffektivsten Kohlenstoffspeicher der Erde sogar doppelt so viel Kohlenstoff speichern wie alle Wälder der Erde zusammen (Parish et al., 2008). Wird diese Speicherfähigkeit mit einer land- oder forstwirtschaftlichen Nutzung nasser Moore kombiniert, könnte möglicher Weise ein enormes Potential dieser Flächen für den Klimaschutz entstehen. Moorbewirtschaftung auf nassen Moorflächen - was sich einfach anhört, stellt die Praxis allerdings vor sehr große Herausforderungen. Ziel des Projektteils „Landtechnische Optionen zur Bewirtschaftung von wiedervernässtem Moorgrünland mittlerer Nutzungsintensität“ im Projekt „Moorbewirtschaftung“, gefördert vom Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und

Forsten (Förderkennzeichen: KL/20/05) war es, vor allem die Ernte von sauberem, gutem Futter durch angepasste Technik im Moor zu realisieren und die dazugehörigen Verfahrensparameter zu erfassen.

2. Material und Methoden

Es wurden Praxisbetriebe in bayerischen Regionen mit Moorflächen mit unterschiedlichen Ernteverfahren bei allen Ernteschritten bei der Futterernte begleitet und das geerntete und konservierte Material von den Flächen mehrmals beprobt sowie verwogen. Begleitend wurden Einflussparameter für die Befahrbarkeit (Scherfestigkeit), die Futterqualität, den Ertrag, die Bodenfeuchte etc. erfasst. Ebenso wurden Daten zu Arbeitszeiten und Arbeitspersonen für die Ernte und Bewirtschaftung in der Praxis ermittelt und vor allem Informationen zu Verfahrens- und Technikdetails sowie Besonderheiten in Praxisbetrieben generiert. Neue Erkenntnisse im landtechnischen Bereich sind nicht nur für die Weiterentwicklung der Techniken, sondern auch für die Landwirte auf nassen Moorstandorten unabdingbar, um eine möglichst rentable und damit umsetzungswerte Moornutzung zu ermöglichen.

3. Erste Ergebnisse und Erfahrungen

Insgesamt 16 Betriebe in unterschiedlichen Moorgebieten Bayerns wurden in den Jahren 2021, 2022 und 2023 beprobt. Teilweise waren die beprobten Flächen bereits aktiv wiedervernässt. Bei den meisten weiteren Flächen waren die Gräben zur Trockenlegung nicht mehr intakt und dies zum Teil schon seit ca. 35 Jahren. Somit waren alle Flächen, die untersucht wurden, je nach Jahresniederschlagsmenge mehr oder weniger nass und stellten für die Bewirtschaftung eine Herausforderung dar. Da die einzelnen Flächen eine eigene Historie aufweisen und der Grad der Nässe daher unterschiedlich ist, sind auch die Ertragsdaten sehr divers und können demnach nicht ausnahmslos flächenübergreifend betrachtet werden. Dies gilt auch für die weiteren Versuchsp Parameter wie z. B. die Laborergebnisse zur Futterqualität, die Bodenverhältnisse und auch für die Flora usw., die ebenso von Gebiet zu Gebiet unterschiedlich sind. Die mit Hilfe einer mobilen Achslastwaage oder Fuhrwerkswaagen ermittelten Erträge der Landwirte zeigten deutliche Unterschiede je nach Region und Schnittzeitpunkt. Bei Betrieben, die nur einen Schnitt auf Ihren wiedervernässten Flächen durchführen konnten, lag der Trockenmasseertrag im Mittel bei 41,0 dt/ha. Dieses Material wird hauptsächlich als Kompost, Einstreu oder für den Einsatz in Biogasanlagen genutzt, da die Futterqualität nicht ausreichend war. Betriebe, die zwei Schnitte durchführen konnten, haben beim ersten Schnitt (meist Juni bis Juli) im Mittel einen TM-Ertrag von 27,3 dt/ha, welcher häufig noch zur Fütterung von Pferden, Rindern oder Wasserbüffeln eingesetzt wurde. Der zweite Schnitt war meist nicht mehr geeignet für Fütterungszwecke, sondern hauptsächlich für den Einsatz als Kompost, als Einstreu oder zur Nutzung in der Biogasanlage. Hier lag der TM-Ertrag im Durchschnitt bei 11,0 dt/ha. Diese Daten beziehen sich allerdings lediglich auf Betriebe mit einer Nasswiesennutzung, die Erträge der Betriebe mit Paludikultureinsatz waren deutlich höher, allerdings nicht geeignet für die Fütterung.

Generell waren die Erträge, als auch die Futterqualität stark standortabhängig,

zudem spielte die Schnitthäufigkeit und die damit einhergehende Nutzung der Moorfläche eine große Rolle. Die Besonderheit von bayerischen Moorflächen liegt darin, dass es nur wenig größere, zusammenhängende Moorflächen wie z. B. im bayerischen oder schwäbischen Donaumoos bzw. in Norddeutschland gibt, dafür viele kleinere, verstreute Moorflächen. Daher sind in Bayern nur einige Landwirte mit der gesamten Betriebsfläche oder einer größeren Fläche betroffen. So findet man vermehrt kleinere Moorbereiche mit vielen betroffenen Landwirten, wobei der einzelne Landwirt oft mit einem kleinen Anteil seiner Betriebsflächen betroffen ist. Dazu kommt die Problematik der oft kleinparzellierten Eigentumsverhältnisse und der vorherrschenden Pachtsituation. Um eine Wiedervernässung zu ermöglichen, müssen hier alle bewirtschaftenden Landwirte, aber auch die Eigentümer, die ihre Flächen verpachtet haben, in einem (Teil-)Gebiet der Vernässung zustimmen, um diese erfolgreich durchführen zu können. Hinzu kommt, dass die Flächen unterschiedlich dräniert wurden und die Dränagen sich in unterschiedlichen Zuständen befinden. Zudem sind die Dränagen oft fehlerhaft oder gar nicht auf Plänen eingezeichnet und somit schwer zu finden. Dies sind nur einige Beispiele für die großen Herausforderungen, vor denen die Landwirte als auch die Gesellschaft bei der Wiedervernässung der Flächen stehen.

Die Verfahren und Techniken zur landwirtschaftlichen Nutzung von Moorböden mit erhöhten Wasserständen werden erst seit kurzem in der Praxis eingesetzt und sind oft Eigenbaulösungen und daher aus aktueller Sicht noch nicht durchgängig praxisreif und auch schwierig wirtschaftlich darstellbar. In Bayern werden je nach Möglichkeit und Förderung unterschiedliche Techniken zur Moorbewirtschaftung eingesetzt. Häufig vertreten sind kleinere Traktoren mit unterschiedlichen Um- und Anbauten. Die Tragfähigkeit von nassen Moorflächen ist teils sehr gering, daher sind spezielle Umrüstungen oder Neubauten der Techniken für die unterschiedlichen Verfahrensschritte zur Gewichtsminimierung notwendig. Jede Technik, die aktuell verfügbar ist und eingesetzt wird, hat seine Vor- und Nachteile; einige einigermaßen geeignete Lösungen fürs Moor gibt es derzeit nur regional. In Tabelle 1 sind in Bayern aktuell häufig eingesetzte Verfahrenstechniken beim Arbeitsschritt Mähen abgebildet. Es entstehen bei den Rüstarbeiten sowie während des Einsatzes der Techniken erhöhte Arbeitszeitaufwände und somit auch erhöhte Kosten für die Bewirtschaftung von nassen Moorflächen. Daher sollten hierfür effiziente Techniken mit möglichst wenig Wartungs- und Rüstzeiten entwickelt werden, zudem müssen passende und resiliente Wertschöpfungsketten vom Anbau bis hin zur Verwertung und Vermarktung gefunden werden, um eine Wirtschaftlichkeit der Moorbewirtschaftung zu ermöglichen. Eine effektive Bewirtschaftung von nassen Moorflächen ist somit nur mit angepassten und spezifisch für die einzelnen Einsatzsituationen und dort etablierten Kulturen sowie optimierten Ernteverfahren möglich. Auch wenn die Wiedervernässung und die Bewirtschaftung nasser Moorflächen viele Herausforderungen mit sich bringen, darf der Klimafaktor der Moore nicht außer Betracht geraten und somit ist die Forschung und Ideenentwicklung in der heutigen Zeit in diesem Sektor unabdingbar.

Tabelle 1: Verfahrens- und Technikdetails sowie –Besonderheiten in Praxisbetrieben beim Arbeitsschritt Mähen

Verfahrens- und Technikdetails sowie – Besonderheiten in Praxisbetrieben beim Arbeitsschritt Mähen	
Mähtruc mit Doppelmesser	
	<ul style="list-style-type: none"> • Häufiger Einsatz durch Förderungen • Sehr leicht • Bereifung bereitet Probleme auf sehr nassen Flächen • Doppelmesser zum besonders schonenden Mähen
Traktor mit Giterrädern und Doppelmesser	
	<ul style="list-style-type: none"> • Kleine, leichte Traktoren zur Gewichtsreduzierung • Giterräder erhöhen die Tragfähigkeit • Viel Rüst- und Wartungszeit • Doppelmesser zum besonders schonenden Mähen
Brielmaier Handmäher mit Doppelmesser	
	<ul style="list-style-type: none"> • Einsatz, vor allem bei sehr nassen und unübersichtlichen Stellen • Händische Steuerung auf Moorflächen notwendig • Doppelmesser zum besonders schonenden Mähen • Zusätzlicher Anhänger für den Transport notwendig
Traktor mit Zwillingbereifung und Scheiben-/ Trommelmähwerk	
	<ul style="list-style-type: none"> • Traktor mit Doppelbereifung • Herkömmliche, robuste Mähwerke • Relativ hohes Gewicht • Nicht geeignet zum Einsatz bei Paludikulturen • Nicht geeignet bei stehendem Wasser • Kaum Rüst- und Wartungszeiten
Pistenraupen	
	<ul style="list-style-type: none"> • Pistenraupe mit Doppelmessermähwerk Frontanbau und integriertem Ladewagen mit Pickup • Geringer Bodendruck • Kaum Rüst- und Wartungszeiten • Beim Wenden teilweise Zerstörung von Narbe, Boden und Aufwuchs

4. Literatur

Parish, F., Sirin, A. A., Charman, D., Joosten, H., Minaeva, T. Y., & Silvius, M. (2008). Assessment on peatlands, biodiversity and climate change.

Umweltbundesamt, Nationale Treibhausgas-Inventare 1990 bis 2021

(Stand 03/2023), für 2022 vorläufige Daten (Stand 15.03.2023)

<https://www.umweltbundesamt.de/daten/klima/treibhausgas-emissionen-in-deutschland#emissionsentwicklung>, Zugriff am 11.01.2024

Danksagung: Ein ganz besonderer Dank gilt dem Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten für die Finanzierung des Projekts (Förderkennzeichen: KL/20/05) und den kooperativen Landwirten für die Teilnahme und Möglichkeit zur Datenerhebung.

Unterstützende Institutionen und Sponsor



BOKU | ILT



VDI



John Deere Deutschland