

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

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, Ecwin
- 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>

Unterstützende Institutionen und Sponsor



BOKU | ILT



VDI



John Deere Deutschland