



WHITEPAPER

Digitalisierung in der Landwirtschaft

Wie Roboter Feld und Stall verändern

Editorial

Die Produktion unserer Lebensmittel ist allgegenwärtig und vielfältig. Landwirtinnen und Landwirte arbeiten mit und in der Natur. In dieser komplexen Umwelt produzieren sie hochwertige und nachhaltig erzeugte Lebensmittel. Darüber hinaus leistet die Landwirtschaft einen erheblichen Beitrag zur Pflege unserer Kulturlandschaften und ländlichen Räume.

Dieser ländliche Raum durchlebt derzeit einen enormen Wandel. Im Spannungsfeld zwischen Nahrungsmittelproduktion, Energieproduktion, Wohnraum und Erholungsgebiet tauchen aktuell eine Vielzahl an Herausforderungen auf. Der wachsende gesellschaftliche Anspruch an die Produktionsbedingungen ist deutlich in den Mittelpunkt der Agrarwirtschaft gerückt.

Dazu gehört neben dem Erhalt einer hohen Lebensmittelqualität auch der Schutz natürlicher Ressourcen. Maßgeblich ist hier eine nachhaltige Reduzierung von Dünger- und Pflanzenschutz. Des Weiteren sind auch die Themen Steigerung des Ökolandbaus, Verbesserung des Tierwohls und die Verringerung des Energiebedarfs in den Fokus der Lebensmittelproduktion gerückt.



Heute stehen uns dazu digitale Werkzeuge zur Verfügung. Was vor 150 Jahren mit der Mechanisierung und der Einführung des Traktors begann, führt schließlich zu autonom fahrenden Landmaschinen, Melk- und Futterrobotern und anderen Hightechlösungen. Bereits vor 20 Jahren war die innovationsstarke Agrarbranche Vorreiterin bei der Nutzung von GNSS-Daten (Global Navigation Satellite System) zur Ortung und Steuerung von Landmaschinen.

Nachhaltigkeit und Produktivität, Transparenz bei Prozessen sowie Verbesserungen bei Arbeitszeiten und schweren manuellen Tätigkeiten sind die großen Chancen der Digitalisierung. Einen erheblichen Beitrag dazu kann der Einsatz von Robotik in Feld und Stall leisten. Wichtig ist vor allem, dass neben den großen Betrieben auch kleinere und mittlere landwirtschaftliche Betriebe von der Automatisierung und Digitalisierung profitieren können.

Mit diesem Whitepaper geben wir Antworten auf die Frage: „Landwirt und Roboter – das perfekte Team?“

Christian Metz
Leiter Kompetenz-Netzwerk Digitale Landwirtschaft Bayern
(KNeDL)
Bayern Innovativ GmbH

Inhaltsverzeichnis

1. Jetzt für morgen ackern	4
Digitale Technologien müssen einen Mehrwert bringen! Kommentar von Philipp Horsch	5
Von Digital Farming können alle Betriebe profitieren Kommentar von Prof. Dr. Jörg Dörr	6
2. Landwirte und Feldroboter – das perfekte Team?	7
3. Smarte Helfer im Feld – was Roboter bereits leisten	10
3.1 Der Dino – Agrarroboter gegen Unkraut	10
3.2 Der Xaver – ein Roboter kommt selten allein	12
3.3 Drohnen – Unterstützung aus der Luft	13
4. Der digitale Stall – Umbruch in der Landwirtschaft	14
4.1 Im Stall bei Familie Eichenseer	16
4.2 Auf dem Hof Dauser	16
5. Digitale Landwirtschaft in der Praxis	17
5.1 Farmdroid – Helfer auf dem Feld	17
5.2 Hetwin Aranom – Hightech im Kuhstall	18
6. Schulterblick – autonomes Fahren in der Landwirtschaft und der Automobilindustrie	19
7. Handlungsempfehlungen	21
Quellennachweis	22
Impressum	23

1



Jetzt für morgen ackern

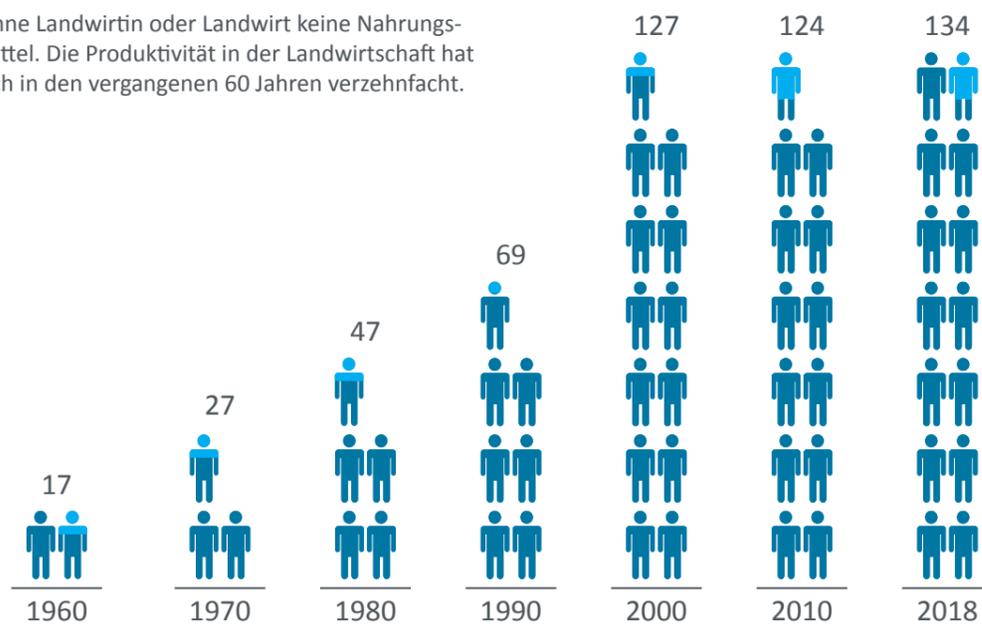
Wie die Digitalisierung hilft, Landwirtschaft nachhaltig zu gestalten

Knapp ein Drittel aller landwirtschaftlichen Betriebe Deutschlands befinden sich in Bayern. Ob Getreide, Zuckerrüben, Kartoffeln, Mais, Weizen, Sojabohnen – auf Bayerns Feldern wird reich bestellt und geerntet. Was hier produziert wird, trägt entscheidend zur Ernährung der Bevölkerung bei. Rund 134 Menschen ernährte eine Landwirtin oder ein Landwirt durchschnittlich im Jahr 2018. Im Vergleich: 1960 waren es nur 17 (Bundesinformationszentrum Landwirtschaft, 2022).

Um dies bewältigen zu können, hat sich die Landwirtschaft in den letzten Jahrzehnten grundlegend verändert – auch durch die neuen Möglichkeiten der Digitalisierung. Wie gut die bayerische Landwirtschaft gerüstet ist, um diesen Wandel weiter voranzutreiben, zeigt der Beitrag von Philipp Horsch (HORSCH Maschinen GmbH), dem wirtschaftlichen Sprecher des Kompetenz-Netzwerks Digitale Landwirtschaft Bayern (KNeDL). In einem zweiten Beitrag beschreibt Prof. Dr. Jörg Dörr, wissenschaftlicher Sprecher des KNeDL, die Perspektiven für Digital Farming.

Wie viele Menschen ernährt eine Landwirtin oder Landwirt?

Ohne Landwirtin oder Landwirt keine Nahrungsmittel. Die Produktivität in der Landwirtschaft hat sich in den vergangenen 60 Jahren verzehnfacht.



(Eigene Darstellung in Anlehnung an: www.landwirtschaft.de)

„Digitale Technologien müssen einen Mehrwert bringen!“



Kommentar Philipp Horsch

Die Digitalisierung ist der Schlüssel für mehr Transparenz, mehr Schutz der Ökosysteme und besseren Dialog mit den Verbraucherinnen und Verbrauchern. Viele Betriebe sind heute schon stark digitalisiert aufgestellt. Hierbei ging es bisher überwiegend um das Thema Arbeiterleichterung – also erleichternde Lenksysteme für Geräte, Schlagkarteien für ein besseres Management am Acker. Zukünftig werden die Produkte und die Bedürfnisse der Verbraucherinnen und Verbrauchern mehr in den Fokus rücken. Digitale Lösungen, die einen Mehrwert erzeugen – zum Beispiel eine lückenlose Dokumentation, wie der Nachweis von bestimmten Produktionsverfahren oder einer rückstandsfreien Produktion werden relevanter. So bleiben die landwirtschaftlichen Betriebe wettbewerbsfähig.

Von der Entwicklung und dem Einsatz digitaler Techniken verspreche ich mir viel: zum Beispiel einen effizienteren Einsatz von Pflanzenschutz- und Düngemitteln. Moderne Technik unterstützt dabei, Dünger und Pflanzenschutzmittel genau dort zu platzieren, wo sie hingehören. Satellitentechnik und Bordcomputer auf den Traktoren unterstützen die Landwirtin oder Landwirt dabei, die Abstände zu Gewässern oder anderen Kulturen einzuhalten. Alle Arbeiten und die Mengen der ausgebrachten Düngemittel- und Pflanzenschutzmittel werden doku-

mentiert, sodass sie jederzeit nachvollzogen werden können. Die digitale Technik erledigt die Aufzeichnungen zum Teil bereits automatisch.

Der Zukunftstrend beziehungsweise das Ziel ist die fortschreitende Autonomisierung in der Landwirtschaft – analog zu anderen Industriezweigen. Ich bin der festen Meinung, dass uns diese Entwicklung insgesamt helfen wird, Landwirtschaft wieder attraktiver für die nachfolgenden Bauerngenerationen zu gestalten und für Menschen, die Arbeit im landwirtschaftlichen Umfeld suchen. Außerdem bin ich davon überzeugt, dass diese Entwicklung helfen wird, die Akzeptanz der Landwirtschaft in der Gesellschaft zu erhöhen. Und ich hoffe, dass es gelingt, die Einkommenssituation in der Landwirtschaft wieder mehr ins Lot zu bringen, um mit einer gewissen Sicherheit in die Zukunft zu starten.

Mein Fokus in der digitalen Landwirtschaft ist es, darauf zu achten, dass die Anwendungen sowohl für die Landwirtinnen und Landwirte selbst als auch für die Verbraucherinnen und Verbraucher einen echten Mehrwert darstellen – heißt beispielsweise, uns dabei unterstützen, dem Megabedürfnis der Gesellschaft nach gesunder Ernährung bei gleichzeitigem Schutz unserer Umwelt nachzukommen.

Philipp Horsch ist wirtschaftlicher Sprecher des Kompetenz-Netzwerks Digitale Landwirtschaft Bayern (KNeDL). Das von der Familie Horsch geleitete Unternehmen HORSCH Maschinen GmbH mit Hauptsitz in Schwandorf in der Oberpfalz beschäftigt weltweit rund 1300 Mitarbeitende. Ziel des Unternehmens ist es, technische und digitale Lösungen für die moderne Landwirtschaft voranzutreiben.

Lesen Sie ein ausführliches Interview mit Philipp Horsch: www.bayern-innovativ.de/im-fokus-digitalisierung/seite/digitalisierung-bayerischer-bauernhoeft

Oder hören Sie den Podcast an: <https://bayern-innovativ.podigee.io/33-landtechnik-bayern>

” Von Digital Farming können alle Betriebe profitieren



Kommentar Prof. Dr. Jörg Dörr

Meiner Einschätzung nach spielt das Software- und Systemengineering beim Aufbau landwirtschaftlicher Ökosysteme eine zentrale Rolle. Ob Farmmanagement-Informationssysteme, mobile Systeme oder Software, die in technischen Systemen wie Traktoren eingebettet ist – je besser landwirtschaftliche Systeme miteinander vernetzt sind, umso größer sind die Vorteile und umso besser ist die Akzeptanz bei den Nutzenden. Wenn also gewonnene Daten miteinander verknüpft, ausgewertet und nutzungsfreundlich dargestellt werden, kann die Landwirtin oder der Landwirt konkrete Handlungsempfehlungen ableiten.

Beispielsweise können Dünge- und Ernteempfehlungen durch die Aggregation und Analyse von Wetterdaten, Feuchte- und Nährstoffdaten des Bodens sowie Daten über den Pflanzenwuchs als Dienstleistung angeboten werden. Präzise Prognosemodelle auf breiter Datenbasis ermöglichen unter anderem, Pflanzenschutzmittel effektiver und effizienter einzusetzen.

Durch die effizientere Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln und ein zielgenaueres Düngen leistet die Digitalisierung damit nicht nur einen Beitrag zur Kostensenkung, sondern auch zum Naturschutz.

Man kann sich berechtigterweise die Frage stellen, wie gerade kleinere Betriebe mit den anfallenden Datenmengen umgehen oder IT-Lösungen überhaupt umsetzen sollen. Schließlich sind es Landwirte und keine Informatiker. Ich bin der Meinung, es muss nicht immer teuer und groß sein. Es gibt viele Ansätze, von denen auch kleine Betriebe profitieren können. Die Produkte und Dienste müssen dafür aber mit einer besonders guten User Experience ausgestattet sein.

Das zeigt ein Beispiel aus dem Obstbau: Roboter können in Obstpflanzungen erfassen, wie viele Blüten ein Baum trägt. Die Ergebnisse unterstützen die Landwirtin oder den Landwirt bei der Entscheidung, ob Blüten ausgedünnt werden sollten. Das ist auch hilfreich bei den Ertragsprognosen. Weitere Beispiele sind die Ausbringung von Fressfeinden mit Drohnen, was heute schon praktiziert wird. Durch Steigerung der Arbeitseffizienz und Entlastung der Landwirtinnen und Landwirte kann Digital Farming auch kleinere Höfe befähigen, wettbewerbsfähig zu bleiben.

Insgesamt ist die Digitalisierung kein Selbstzweck, sondern unterstützt Landwirtschaftsbetriebe dabei, ihre Ziele in einem zunehmend anspruchsvollen Umfeld zu erreichen (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2021).

Prof. Dörr ist wissenschaftlicher Sprecher des Kompetenz-Netzwerks Digitale Landwirtschaft Bayern (KNeDL).

Als Professor für Digital Farming an der Technischen Universität Kaiserslautern (TUK) und Institutsleiter des Programms Smart Farming am Fraunhofer IESE befasst sich Dr. Jörg Dörr unter anderem mit dem digitalen Wandel in der Landwirtschaft. Schwerpunkt seiner Arbeit ist der Aufbau digitaler Ökosysteme mit Fokus auf Software- und Systemengineering. Das heißt: Daten verwalten und managen sowie landwirtschaftliche Abläufe mit Automationstechniken unterstützen.



Landwirte und Feldroboter – das perfekte Team?

Ob jäten oder säen - Roboter können bereits heute einige Aufgaben in der Feldarbeit übernehmen. Für die in der Landwirtschaft tätigen Personen bedeutet das eine große Arbeitserleichterung und einen Zeitgewinn. Außerdem verspricht ihr Einsatz auch einen effizienteren Umgang mit Ressourcen. Ein Aspekt, der auch gesellschaftlich relevant ist.

Eine im Sommer 2018 durchgeführte Befragung der deutschen Bevölkerung zum Einsatz digitaler Technologien zeigt: Die moderne Landwirtschaft ist ein gesellschaftliches Spannungsfeld. Betrachtet man beispielsweise den Einsatz autonomer Technologien für die Bekämpfung von Unkraut, gibt es durchaus kritisch eingestellte Verbrauchergruppen. So lehnen Verbrauchergruppen, die angeben, dass sie moderne landwirtschaftliche Maschinen als beängstigend empfinden, autonome Feldroboter eher ab und bevorzugen konventionelle "bemannte" Traktoren auf dem Feld (Spykman et al., 2021).

Aufklärung erforderlich

Doch wie hoch ist die Akzeptanz bei den in der Landwirtschaft tätigen Personen für den Einsatz von Feldrobotik? Welche Technologien setzen sie bereits ein? Und welche Bedenken gibt es gegen den Einsatz von digitalen Lösungen im Allgemeinen und von Feldrobotik im Speziellen? Die Ergebnisse einer bayernweiten Onlinebefragung (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2020) der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) im Jahr 2020 zeigen, dass mehr als zwei Drittel der Teilnehmenden bereits mindestens eine digitale Technologie im eigenen Betrieb nutzen. Vier von zehn Personen aus der Landwirtschaft nutzen Apps zur Wettervorhersage oder zur Schädlingsprognose. Knapp jeder Vierte ist auf Onlinehandels- oder Kommunikationsplattformen unterwegs. Investitionen in digitale Technologien im Ackerbau erfolgten bisher vor allem in den Bereichen digitale Ackerschlagkarteien/Farm-Management-Inforna-

tionssysteme, automatische Lenksysteme sowie GNSS-gesteuerte Teilbreitenschaltung.

Doch wie sieht es mit der Robotik aus? Die Umfrage zeigt: Klassisches Precision Farming wie Teilflächenbewirtschaftung bei Düngung oder Pflanzenschutz liegen noch deutlich hinter den Möglichkeiten zurück. Auch in den Ställen kommt bislang wenig Robotik zum Einsatz. In der Tierhaltung wird bislang am häufigsten in Stallkameras und in spezielle Management-Informationssysteme investiert.

Viele der befragten Personen wollen in den nächsten Jahren verstärkt investieren. Interessant sind vor allem die digitale Ackerschlagkartei, die Nutzung von Karten aus Satellitendaten oder die teilflächenspezifische Stickstoffdüngung. Besonders die digitale Schlagkartei, mit der landwirtschaftliche Maßnahmen auf einem Flurstück einfach dokumentiert werden können, verspricht enorme Arbeitserleichterungen. Die digitale Ackerschlagkartei ist zum einen Grundlage für die Betriebsabrechnung, sie dient aber zum andern auch der gesetzlich vorgeschriebenen Rückverfolgbarkeit von Lebensmitteln.

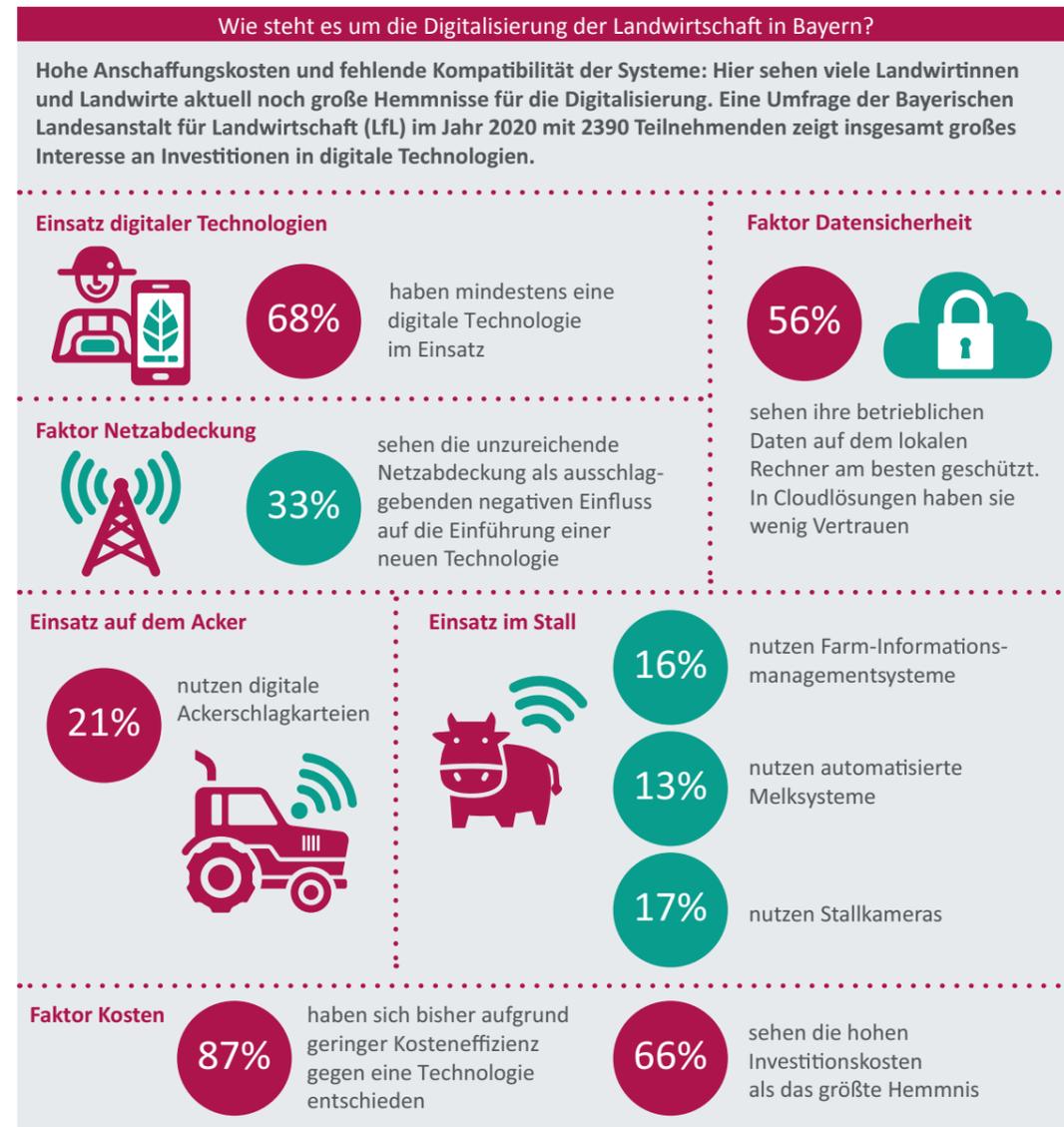
Erkenntnisse für die Zukunft

Die Ergebnisse der Umfrage liefern der Landwirtschaft, aber auch der Politik, der Forschung und Entwicklung, herstellenden Betrieben sowie Förder- und Beratungsorganen wichtige Erkenntnisse für den weiteren Ausbau digitaler Technologien – zum Beispiel, wie sich Hemmnisse wirksam abbau-

en lassen und wo sich Ansatzpunkte finden, um die in der Landwirtschaft tätigen Personen bestmöglich in eine digitale Zukunft zu führen.

Daneben spielt auch der Einsatz von digitalen Datenplattformen eine immer wichtiger werdende Rolle in der Landwirtschaft. Es gibt hier bereits ein breites Angebot verschiedenster Herstellerunternehmen auch außerhalb der Agrarbranche. Aber

auch staatliche Initiativen sind hier immer wieder im Gespräch und werden auf Umsetzbarkeit geprüft (Fraunhofer IESE, 2020). Datenplattformen werfen aber noch Fragen zum Thema Datenschutz oder Einsatz geeigneter Schnittstellen sowie die daraus abzuleitende Bildung von branchenübergreifenden einheitlichen Standards auf (Luig & Bassermann, 2021; Litzel, 2021).

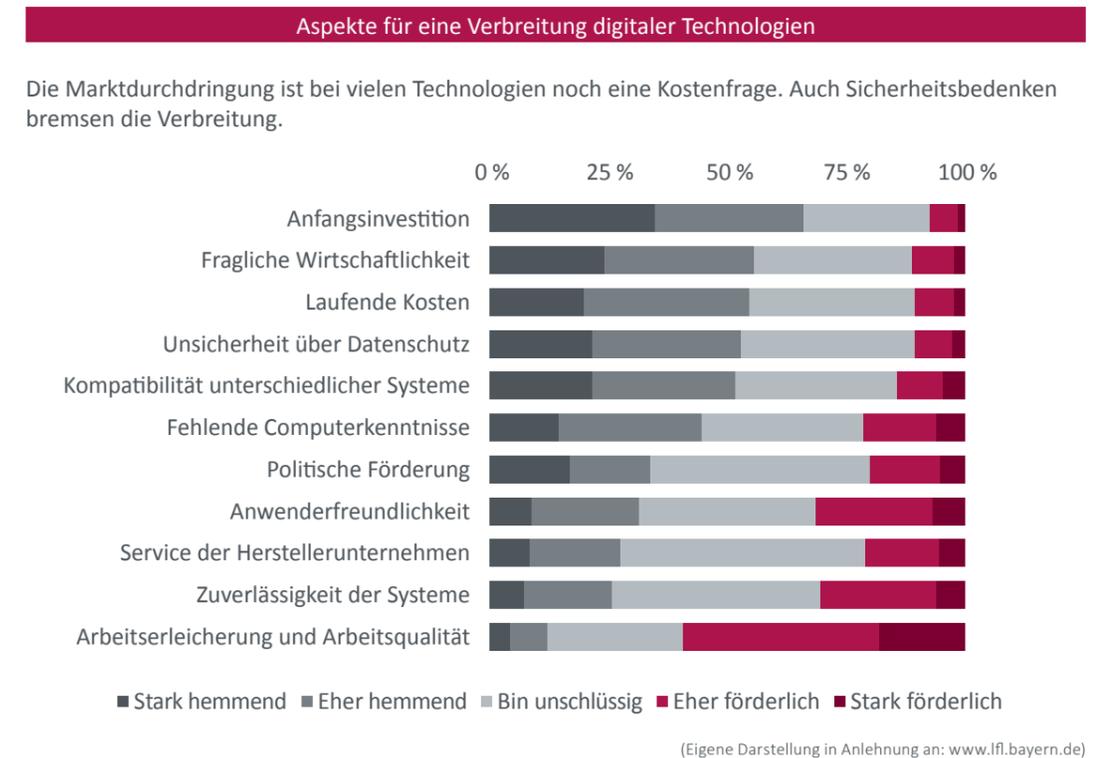


(Eigene Darstellung in Anlehnung an: www.lfl.bayern.de)

Systeme besser vernetzen

Die Ergebnisse der Befragung zeigen noch eher Zurückhaltung beim Einsatz bestimmter digitaler Technologien im Betrieb. Dies lässt sich nicht nur auf monetäre Aspekte, sondern auch auf weitere Gründe zurückführen. So hat das Fehlen eines leistungsfähigen Breitband- und Mobilfunknetzes bei rund 33 % der Befragten einen starken Einfluss darauf, dass sie auf die Anwendung digitaler Technologien im eigenen Betrieb verzichten.

Gleichzeitig ist die Bereitschaft, neue Techniken einzusetzen, in den letzten Jahren deutlich gestiegen. Öffentliche Institutionen spielen dabei eine wichtige Rolle. Dies reicht von Information und Beratung über die Gewährleistung von Datensicherheit/Datenhoheit bis hin zur einzelbetrieblichen Förderung. Für die Akzeptanz neuer Technologien wird es von entscheidender Bedeutung sein, inwieweit es gelingt, die Systeme miteinander zu vernetzen.



Förderwegweiser

Mit dem Bayerischen Sonderprogramm Landwirtschaft Digital (BaySL Digital) fördert der Freistaat Bayern Investitionen im digitalen Bereich, die das betriebliche Management optimieren, die Umweltverträglichkeit verbessern, das Tierwohl steigern und die Wettbewerbsfähigkeit erhöhen. Dies beinhaltet unter anderem auch die Förderung von Agrarrobotik zur digitalen Hack- und Pflanzenschutztechnik zur Reduzierung des Pflanzenschutzmitteleinsatzes.

3



Smarte Helfer im Feld – was Roboter bereits leisten

Hin und wieder sieht man sie schon auf bayerischen Feldern: autonom fahrende Landmaschinen, die heute vor allem schon zur Unkrautregulierung und Aussaat eingesetzt werden.

Auch wenn die Branche noch jung ist, werden der Robotik in der Landwirtschaft gute Wachstumschancen vorausgesagt. So prognostiziert der AIL Robotics Report (2019) (Agro Innovation Lab, 2019) ein Wachstum von rund 40 % bis 2025. Ein Fokus liegt dabei auf der Weiterentwicklung von teilautonomen und autonomen Flotten mit Feldrobotern und Roboterschwärmen. (Autonome Feldroboter, 2010) Während die Vorteile autonomer Großtechnik als eher gering angesehen werden, verspricht man sich viel von autonomen Kleinmaschinen. Das zeigt eine vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderte und vom Johann Heinrich von Thünen-Institut durchgeführte Studie (Gaus et al., 2017). Ihr zufolge lassen sich durch die Weiterentwicklungen der Technologien im Bereich Precision Farming Einsparungen von bis zu 30 % bei Pflanzenschutzmitteln und bis zu 20 % bei Nährstoffen erzielen. Diese

bringen neben den Einsparungen bei Betriebsmitteln auch ökologische Vorteile hinsichtlich einer höheren Biodiversität auf dem Acker mit sich. Feldroboter werden in Zukunft also immer häufiger das Bild eines modernen Ackerbaus prägen. Doch was können sie heute schon leisten? Das zeigen einige Beispiele aus der Praxis. Wie der Dino im Salat, der Xaver bei der Aussaat von Mais oder Drohnen, die zur Schädlingsbekämpfung und zum Schutz von Wildtieren eingesetzt werden.

3.1 Der Dino – Agrarroboter gegen Unkraut

Der von der französischen Firma Naïo für das Unkrautjäten im Gemüseanbau entwickelte Dino (Naïo Technologies, 2022) war einer der ersten autonomen und elektrischen Roboter auf dem europäischen Markt. 2020 startete die BayWa den Vertrieb des Hackroboters unter anderem auch in Bayern (Böhrnsen, 2021).

Neue Möglichkeiten im Gartenbau

Um der Fragestellung nachzugehen, was der Dino beim Salatanbau leisten kann, stellte die BayWa den Hackroboter 2020 bei der Bayerischen Landesanstalt für Weinbau und Gartenbau (LWG) vor (Süss, 2020). Zu den Aufgaben der LWG zählt unter anderem die Prüfung der technischen Möglichkeiten der Automatisierung im Gartenbau.

„Die Einsatzmöglichkeiten wie auch -grenzen des Hackroboters sollen ausgiebig erprobt werden, um einerseits den Landwirten und Gärtnern neutrale Empfehlungen geben zu können, und zu prüfen, inwieweit ein Einsatz auch in anderen Kulturen möglich ist“, so Gerd Sander, Leiter des Instituts für Erwerbs- und Freizeitgartenbau der LWG.

Ziele des Projekts: den ökologischen Fußabdruck verbessern, die Arbeitsbedingungen erleichtern und die Produktionskosten verringern. Doch wie funktioniert der Dino (Böhrnsen, 2021)?

- Der vollautonome Hackroboter wird per Satellit navigiert und hackt mit einer Genauigkeit von 2 cm zwischen den Reihen.
- Durch die GPS-RTK-(Real Time Kinematic-)Positionierung arbeitet sich der Roboter selbstständig durch den Bestand und kann rein mechanisch täglich Unkraut auf einer bis zu 5 Hektar großen Fläche bekämpfen.
- LiDAR-Sensoren erfassen mit Laserstrahlen das Umfeld des Roboters. Nähert sich eine Person, ein Tier oder ein Hindernis, stoppt der Roboter.
- Empfängt er kein GPS-Signal oder werden die drucksensitiven Taster, die vor jedem Rad angebaut sind, berührt, kommt er ebenfalls zum Stillstand.

„Die Robotik auf dem Acker gehört zu den wichtigsten jüngeren Entwicklungen: Autonom fahrende Agrarroboter säen, ernten oder hacken im Gemüsegeld. Dies spart Zeit, führt zu einer Reduktion von Pflanzenschutzmitteln und kompensiert den Arbeitskräftemangel in der Landwirtschaft.“

Jörg Migende, Chief Development Officer BayWa AG



Der Dino war einer der ersten autonomen und elektrischen Roboter auf dem europäischen Markt; er ist seit 2017 kommerziell nutzbar.



Forschungsprojekt Xaver: Der kleine Feldroboter kann mit mehreren "Artgenossen" gekoppelt werden. Die Lösung ist skalierbar und an die jeweiligen Anforderungen anpassbar.

3.2 Der Xaver – ein Roboter kommt selten allein Mehr Leistung, mehr Größe, mehr Gewicht – in den vergangenen Jahren haben Traktoren neue Dimensionen erreicht. Aber das könnte sich bald ändern. Denn je mehr Gewicht ein landwirtschaftliches Gerät aufs Feld bringt, desto schwerwiegender sind die Folgen, wie etwa die Bodenverdichtung. Fällt zudem eine so große Maschine aus, kommt meist auch die Arbeit zum Erliegen. Eine Lösung könnte die Schwarmrobotik bieten. Das bedeutet: Mehrere autonome Maschinen bewirtschaften gleichzeitig ein Feld.

In der Entwicklungsabteilung des Landmaschinenherstellers Fendt (AGCO Fendt, 2022) in Marktobendorf tüfteln Experten daran, wie die Feldtechnik der Zukunft aussehen kann. Das Bild, das sie zeichnen, zeigt viele kleine Maschinen, zum Beispiel bei der Aussaat von Mais. Ein strategisches Forschungsprojekt ist der Fendt Xaver. So könnte er in der Praxis funktionieren:

- In einem ersten Schritt plant die Landwirtin oder der Landwirt die Logistik am Computer und stellt eine Logistikeinheit am Feldrand zur Verfügung.
- Die Logistikeinheit regelt Transport, Saatgut-Befüllung, Akku-Ladung und die erforderliche hochpräzise Navigation der Roboter.
- Von der Basisstation schwärmen die Roboter aus und erledigen die Feldarbeit. Brauchen sie neues Saatgut oder müssen sie ihre Batterien neu aufladen, kehren sie in die Station zurück.
- Gesteuert werden sie über GNSS oder eine Cloudanbindung.
- Die Roboter sind rund um die Uhr einsatzbereit und können Tag und Nacht unterwegs sein.
- Die Lösung ist skalierbar und an die Anforderungen anpassbar.

Während die Anschaffung eines großen Traktors meist mit hohen Investitionen verbunden ist, kann ein Xaver auch erst mal allein anfangen. Damit eignet sich Xaver auch für kleine Betriebe, die die neue Technologie zunächst testen wollen (YouTube, 2022a).

” Die Chance der Roboter liegt vor allem in sehr präzisen und leichten Aufgaben, wo nicht sehr viel Leistung benötigt wird. Beim Säen oder bei Pflanzenschutzaufgaben können die Roboter rund um die Uhr laufen und einfach für sich allein arbeiten.

Dr. Benno Pichlmaier, Leiter Forschung und Vorentwicklung, AGCO GmbH / Fendt, Marktobendorf



Gezielte Aussaat

Durch agronomisch angepasste Saatmuster in Kombination mit einer exakten Dokumentation jeder einzelnen Pflanze kann Xaver Saatgut, Pflanzenschutz- und Düngemittel punktuell und somit extrem sparsam ausbringen. Dabei brauchen die kleinen Roboter für die Fortbewegung auf dem Feld erstaunlich wenig Energie. Der Ressourceneinsatz wird minimiert, und auch die Kosten für Betriebsmittel sinken. Zudem verrichten die leichten und dennoch robusten Roboter ihre Arbeit dank wartungsarmer Elektroantriebe besonders leise und effizient.

Mit ihrer Eigenschaft können die kleinen und intelligenten Roboter klassische Traktoren, die weiterhin für schwere Bodenbearbeitung oder Transport- und Logistikaufgaben benötigt werden, sinnvoll ergänzen.

3.3 Drohnen – Unterstützung aus der Luft

Drohnen können in der Landwirtschaft einen wichtigen Beitrag leisten – zum Beispiel um die Menge an Pflanzenschutzmitteln zu reduzieren und den Ertrag gesunder Pflanzen zu steigern.

Mit einer an den Drohnen angebrachten Sensorik lassen sich angebaute Nutzpflanzen und Unkraut genau unterscheiden. So kann der chemische Pflanzenschutz punktgenau eingesetzt und damit auf ein absolutes Minimum reduziert werden (Gaus et al., 2017; Die Elektro- und Digitalindustrie, 2019).

Im biologischen Pflanzenschutz werden Drohnen bereits verwendet, um Schlupfwespenlarven ab-

zuwerfen. Die ausgeschlüpften Schlupfwespen bekämpfen später gezielt Schädlinge in Maisfeldern (Die Elektro- und Digitalindustrie, 2019). Was sonst per Handarbeit und hohem Zeitaufwand erledigt werden muss, indem die Landwirtin oder der Landwirt im Feld alle zehn Meter eine Karte mit Schlupfwespeniern aufhängt, schaffen Drohnen wesentlich schneller. Sie bearbeiten 10.000 Quadratmeter in ca. drei Minuten (Litzel, 2021).

Aber nicht nur beim Pflanzenschutz, sondern auch beim Tierschutz können Drohnen eine wichtige Rolle spielen. Im Projekt „Wildretter“ (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2022b) ließ das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft bereits 2015 die Praxistauglichkeit geeigneter Systeme zur Wildrettung für die Landwirtschaft untersuchen. Das Projekt zeigt, wie mittels Drohnen, die mit Infrarot- und Farbkameras ausgestattet sind, und einer speziellen Such- und Erkennungssoftware Tiere schnell geortet werden können – etwa um Rehkitze vor dem Mähen aufzuspüren und rechtzeitig aus dem Gefahrenbereich zu vertreiben.

Auch die bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft untersuchte hier den Praxiseinsatz. Dort spielte neben den Erfolgsquoten auch der Arbeitsaufwand eine Rolle. Per Drohne wurde in 31% der Fälle die Wildtiere in der Fläche richtig detektiert. Es stellte sich zudem heraus, dass der damit verbundene Arbeitsaufwand aktuell erst ab einer Flächengröße von 3ha in einem tolerierbaren Rahmen ist (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2019). Andere private und kommerzielle Projekte zeigen, wie Drohnen erfolgreich zum Hüten von Schafen und Kühen eingesetzt werden.



Drohnen in der Landwirtschaft – mit ihrer Hilfe kann zum Beispiel der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln optimiert und reduziert werden.



Der digitale Stall – Umbruch in der Landwirtschaft

In Deutschland wurden im Jahr 2020 über 32 Millionen Tonnen Milch erzeugt – mehr als ein Viertel davon in Bayern. Das belegen Daten des Statistischen Bundesamtes (Statista, 2022).

Bis Milchprodukte bei Verbraucherinnen und Verbrauchern ankommen, sind viele Prozesse notwendig – die meisten davon schon im landwirtschaftlichen Betrieb. Die Ställe müssen entmistet, die Tiere gefüttert und gemolken werden – und immer steht dabei auch das Tierwohl im Fokus. Denn nur eine gesunde Kuh sichert eine ertragreiche Milchproduktion. Ob Melkroboter, automatische Entmistung und Fütterung, selbstständig arbeitende Futterschieber oder Einstreugeräte, Sensorsysteme zur Tierkontrolle – um die Arbeiten in der Milchwirtschaft zu erleichtern und wertvolle Zeit zu sparen, werden bereits heute zahlreiche digitalisierte Lösungen eingesetzt. „Moderne Technologien aus den Bereichen Digitalisierung, Robotik, Sensorik und künftig immer mehr auch der KI (Künstliche Intelligenz) bieten vielfältige Möglichkeiten, die Milchviehhaltung zukunftsfähiger aufzustellen und die Tiere bestmöglich zu betreuen“, so Anton Dippold, Ministerialrat am Bayerischen Staatsministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten und seit Januar 2022 Geschäftsführer der bayerischen Staatsgüter, anlässlich einer

Veranstaltung der Landesanstalt für Landwirtschaft (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2022a).

Roboter – die Helfer im Stall

Es ist abzusehen, dass der Einsatz von Robotern in vielen Bereichen der Landwirtschaft zu einem gewaltigen Umbruch führen wird. Schon heute zeigt sich, dass automatische Melksysteme zu effizienteren Abläufen, besseren Arbeitsbedingungen und erheblichen Zeiteinsparungen beitragen. Deshalb werden diese bereits in etwa 2/3 der neugebauten Ställe in der Milchwirtschaft eingesetzt. Doch auch bei Fütterungssystemen ist ein Zuwachs zu verzeichnen. Ziel der Fütterung ist es, die Kühe optimal mit Nährstoffen zu versorgen und das Verhalten der Tiere zu steuern. Automatische Fütterungssysteme sorgen dafür, dass sowohl das Mischen der Rationen als auch die Futtermittel nicht an den Menschen gebunden sind und sorgen so für große Arbeiterleichterung (Autonome Feldroboter, 2010).

Ein Bundesbürger/Bundesbürgerin verzehrt im Jahr ...

- ... 49,9 Kilogramm Konsummilch
- ... 14,8 Kilogramm Joghurt
- ... 25,4 Kilogramm Käse
- ... 6,3 Kilogramm Butter



54.787 Milcherzeuger/Milcherzeugerin ...

- ... halten 3,8 Millionen Milchkühe
- ... erzeugen 32,7 Millionen Tonnen Milch pro Jahr



Milch ist Rohstoff und Nahrungsmittel: In Deutschland wird mit der Milch viel Umsatz erzeugt und zugleich viel Milch verzehrt, egal ob als Getränk oder als Brotaufstrich.

(Eigene Darstellung in Anlehnung an: Milchindustrie-Verband (MIV) 2021)

Experimentierfeld DigiMilch

Doch gerade Projekte und Studien der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2022a) zeigen: Es ist noch viel Stall-Luft nach oben. Dies betrifft vor allem die Vernetzung der Systeme untereinander. So können einzelne Roboter nur so gut sein wie die mit ihnen verbundene Sensorik.

Ein Projekt, das die Eignung der Technik in der Praxis prüft und bestehende Defizite aufzeigt, ist das Experimentierfeld DigiMilch (BMEL, 2022). Es gehört zu einem von 14 durch das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft geförderten Experimentierfeldern. Praxisnah wird hier auf landwirtschaftlichen Betrieben untersucht, wie digitale Technologien optimal zum Schutz der Umwelt, zur Arbeitserleichterung und zur Steigerung des Tierwohls eingesetzt werden können (Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft, 2021). Ziel des Projekts DigiMilch ist es, existierende digitale Lösungen für die Prozesskette der Milcherzeugung zu demonstrieren. Ergebnisse und Inhalte der einzelnen Demonstrationsprojekte werden durch einen systematischen Wissenstransfer an die landwirtschaftliche Betriebe, an Akteurinnen und Akteure der Agrarbranche sowie Verbraucherinnen und Verbraucher weitergegeben. Das Experimentierfeld DigiMilch möchte die Milcherzeugung effizienter und nachhaltiger gestalten, um landwirtschaftliche Betriebe in ihrem Arbeitsalltag zu entlasten. Besonders unter bayerischen Betriebsstrukturen soll aufgezeigt werden, wie sich digitale Lösungen nutzen lassen. Dafür untersucht DigiMilch bereits technisierte und automatisierte Teilprozesse, wie



Roboter im Stall können nicht zuletzt in kleineren Betrieben wertvolle Dienste leisten.

die Fütterung mit Futtermischwägen, und versucht, diese mit einem sensorgestützten Herdenmanagement zu vernetzen.

Das Experimentierfeld DigiMilch hat sich unter anderem zum Ziel gesetzt, die Standardisierung des Datenaustauschs voranzubringen und damit die Zusammenarbeit von Robotern, Sensorsystemen und Managementsystemen effizienter zu machen. Im Projekt wird dazu eine möglichst realitätsnahe Testumgebung aufgebaut, sodass die unterschiedlichen Haltungssysteme und Produktionsverfahren genutzt werden können (BMEL, 2021). Am Projekt beteiligt sind unter anderem über 30 Software- und Maschinenunternehmen sowie 22 landwirtschaftliche Betriebe (Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, 2021).

„Beim Projekt DigiMilch betrachten wir die komplette Prozesskette der Milcherzeugung als Kreislauf, also angefangen vom Feld über den Futtertisch, wo die Tiere ihre Nahrung aufnehmen, bis zur Milch, die beim Verbraucher auf den Tisch kommt.“

Dr. Isabella Lorenzini, Projektmanagerin des Teams DigiMilch bei der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft





DigiMilch am Hof Eichenseer: Im Fokus steht vor allem das Fütterungsmanagement.

4.1 Im Stall bei Familie Eichenseer

Im Kuhstall der Familie Eichenseer im Landkreis Amberg-Weilheim hat das Projektteam vor allem die Vernetzung der automatisierten Arbeitsprozesse, die Tierüberwachung sowie das Fütterungsmanagement im Visier. Aktuell werden dort 55 Milchkühe plus Nachzucht betreut. Bei der Entscheidung, einen hellen und gut belüfteten Liegeboxen-Laufstall zu bauen, war Florian Eichenseer schnell klar, dass ein Melkroboter angeschafft werden muss, damit gleichzeitig viele Daten erfasst werden können.

Interessant für das Team der Tiermedizinerin Dr. Lorenzini ist neben den Untersuchungen zu Arbeitserleichterung und Zeitersparnis für die Landwirtin oder den Landwirt auch die genaue Erfassung des Gesundheitszustands der Tiere. Die Kopplung von Melkroboterdaten mit Daten von Sensoren am Tier erlaubt, das Verhalten jedes einzelnen Tieres sehr genau zu erfassen, wie Wiederkauern, Futteraufnahme oder Liegen und so Rückschlüsse auf den Gesundheitsstatus zu ziehen. Über ein Halsband wird jede Kuh gesundheitlich genau überwacht. Ausgelesen werden die Daten über die Antenne des Melkroboters, dessen Managementsystem so zur Gesundheitszentrale im Stall wird. Was Florian Eichenseer noch fehlt, ist eine Vernetzung aller Systeme im Stall, zum Beispiel um Fragestellungen zu klären, wie die Fütterung hinsichtlich der Nährstoffe optimiert werden kann. Derzeit muss er diese Verbindung noch manuell herstellen, denn die Geräte stammen von unterschiedlichen Herstellerunternehmen und haben keine gemeinsame Schnittstelle (YouTube, 2022f).



Am Hof von Markus Dauser untersucht DigiMilch primär die Vernetzung der Systeme.

4.2 Auf dem Hof Dauser

Die Vernetzung der Geräte steht im Mittelpunkt auf dem Hof Dauser im südlichen Oberallgäu. Betriebsleiter Markus Dauser hat den Milchviehstall mit einem Melkroboter und einem Entmistungsroboter ausgestattet. Die Kühe tragen ein Brunsterkennungssystem. Der Einbau eines Futterschiebers ist in Aussicht gestellt. Wie soll diese Technik nun sinnvoll zusammenarbeiten?

Die Vernetzung der Geräte ist das Anliegen von Dr. Jernej Poteko von der Landesanstalt für Landwirtschaft. Immer mehr Aufgaben im Stall werden routinemäßig von automatisierten Geräten verschiedener Herstellerunternehmen erledigt. Die Landwirtin oder der Landwirt stellt die Geräte ein und entscheidet, was die Geräte wo und wann tun sollen. Was sie oder er jedoch nicht planen kann, ist die Reaktion der Geräte auf die möglicherweise veränderten Bedingungen im Stall. Beispielsweise reinigt der Entmistungsroboter routinemäßig den Fressgang, wie von der Landwirtin oder dem Landwirt im Voraus geplant. Inzwischen erkennt das Fütterungssystem selbst den geringen Futtervorrat auf dem Futtertisch und nimmt eine Fütterung früher als üblich vor. Der Entmistungsroboter bekam aber die vom Fütterungssystem abweichende Fütterungszeit nicht mit und kann nicht absehen, dass sich während seiner Entmistung Tiere am Fressgitter befinden werden, die er beim Fressen stören kann.

Zukünftig wird die Stalltechnik ihre eigenen Arbeitsabläufe durch eingebaute Sensorik zunehmend autonom an die aktuellen Bedürfnisse im Stall anpassen. Wenn sich diese Geräte nur auf ihre eigenen Messdaten verlassen, werden sie mit anderen Arbeitsabläufen kollidieren. Eine Kommunikation zwischen den Geräten ist folglich unmittelbar notwendig, damit die Geräte selbst ihre Arbeitsabläufe miteinander abstimmen können (YouTube, 2022b).



Digitale Landwirtschaft in der Praxis

Experten zufolge wird in den nächsten 20 bis 30 Jahren rund 50 % mehr Nahrung benötigt als heute (Die Elektro- und Digitalindustrie, 2019). Digitale Technik kann dabei unterstützen, so produktiv wie möglich zu produzieren, Ressourcen zu sparen, die Umwelt zu schonen und letztendlich die Landwirtin und den Landwirt bei der täglichen Arbeit zu entlasten. Wie das funktionieren kann, zeigen zwei Beispiele aus der Praxis. Sie veranschaulichen, wie der Einsatz von Robotik sowohl auf dem Feld als auch im Stall zum Erreichen dieser Ziele beitragen kann.

5.1 Farmdroid – Helfer auf dem Feld

Der Farmdroid (Farmdroid, 2021) ist ein solarbetriebener Roboter für die Feldarbeit. Der in Dänemark entwickelte Roboter soll die Kosten für Aussaat und Pflege von Feldpflanzen reduzieren und Unkraut kontinuierlich bekämpfen, ohne Chemikalien einzusetzen. Letzteres ist im Bioanbau verboten.

Im Einsatz auf dem Biohof Reiner

Einer der ersten Nutzer des Farmdroids ist der Biobauer Christoph Reiner aus Petersdorf im bayerischen Regierungsbezirk Schwaben. Wie kam er mit seinem neuen Helfer zurecht? Zunächst einmal musste er sich mit dem Farmdroid vertraut machen. Das begann damit, die Maschine einzurichten. Grundvoraussetzung: eine Verbindung zum Internet herstellen und den Roboter mit der Basisstation verbinden. In einem nächsten Schritt wurden die Eckpunkte des zu bearbeitenden Feldes markiert – inklusive möglicher Hindernisse wie Zaunpfosten oder Bäume. Nach der Auswahl des Saatabstands konnte Betriebsleiter Reiner die Starttaste drücken.



Unterstützt bei der Feldarbeit: Der solarbetriebene Roboter hat sich im Praxistest bewährt.

Der Biobauer ist begeistert von der exakten Aussaat des Saatguts und davon, dass jeder einzelne Standpunkt digital abgespeichert wird. So kann der Feldroboter später jede Pflanze genau lokalisieren und um sie herumhacken. „Unkraut in der Reihe ist das, was uns Biobauern so viel Arbeit macht. Das konnten wir bisher nur mit Manpower bekämpfen. Wir erwarten, dass uns der Roboter da hilft.“



Präzise Arbeitsweise und geringes Gewicht: Der Farmdroid kann Schäden an Pflanzen und Acker minimieren.

Unterm Strich war die Aussaat erfolgreich. Ein paar kleinere Probleme gab es dennoch. Weil der Saatsensor wohl teilweise klemmte, brachte er zu wenig Saatgut aus. Das bekam Christoph Reiner jedoch schnell in den Griff. Wichtiger: Der Roboter fand tatsächlich die von ihm ausgesäten Pflanzen und hackte das Unkraut drum herum. „Auch wenn an der ein oder anderen Stelle manuell nachgearbeitet werden musste, bedeutet der Roboter eine große Erleichterung, schon weil er Tag und Nacht im Einsatz sein kann. Wenn die Sonne tagsüber kräftig scheint, reicht die Solarenergie bis zum nächsten Morgen“, resümiert Christoph Reiner.



Vor dem ersten Einsatz muss sich die Landwirtin oder der Landwirt mit dem Farmdroid vertraut machen.

Er hat ausgerechnet, dass er durch den Einsatz des Farmdroids rund 100 Arbeitsstunden der sonst üblichen 150 Stunden pro Hektar für das Unkrauthacken einspart, die anderswo gut investiert werden können. Und noch ein weiterer Aspekt überzeugt den Biobauern: Auch nach einem kräftigen Regenfall mit 15 Liter pro Quadratmeter sank der Feldroboter aufgrund seines geringen Gewichts nicht ein. Die präzise Arbeitsweise und das geringe Gewicht von nur 900 kg verhindern Schäden an den Pflanzen durch Spurabweichungen und zusätzliche Bodenverdichtung.

Für die Zukunft verspricht sich Christoph Reiner noch einige Detailverbesserungen in der Technik, er ist aber fest davon überzeugt, dass Feldroboter auch in der konventionellen Landwirtschaft eine Zukunft haben (YouTube, 2022c).

5.2 Hetwin Aranom – Hightech im Kuhstall

Der von der österreichischen Firma Hetwin entwickelte Aranom soll für Entlastung bei der Fütterung sorgen. Besonderheit des akkubetriebenen und autark arbeitenden Roboters ist, dass er ohne Schienen durch den Stall fährt. Stattdessen orientiert er sich an kleinen, in regelmäßigen Abständen



Der Aranom kann bis zu 400 Kühe täglich auf einem Hof versorgen.

im Boden angebrachten Magneten. Das spart Kosten und macht die Installation erheblich einfacher (YouTube, 2022d).

Nach seiner Erprobung im firmeneigenen Stallbetrieb in Langkampfen bei Kufstein ist der Aranom mittlerweile in zahlreichen Betrieben in der Schweiz, Italien und Deutschland im Einsatz.

Der Aranom kann bis zu 400 Kühe täglich auf einem Hof versorgen. Herzstück des Fütterungsroboters ist ein Mischsystem, das alle Futterkomponenten zu einer homogenen Ration verarbeitet: Silage aus dem Fahrsilo oder aus Rundballen, vom Ladewagen oder vom Häcksler. Der Roboter zerkleinert Stroh und mischt es gleichmäßig ein, sodass es die Tiere nicht selektieren können. Auch Rationen auf Heubasis sind für den Aranom kein Problem.

Gras- und Maissilage müssen alle zwei bis drei Tage mit herkömmlicher Technik aus dem Silo entnommen werden, der Rest läuft vollautomatisch. Dazu fährt der Roboter unter die einzelnen Behälter und wiegt die Menge nach der programmierten Rezeptur ein. Das Dosiersystem kann auch Rundballensilage verarbeiten. Für Kraft-, Eiweiß- und Mineralfutter gibt es spezielle Dosierer.

In der Futterküche befindet sich auch die Ladestation, an der der Roboter während seiner Befüllung elektrischen Strom tankt. Sobald die Ration fertig gemischt ist, verlässt der Aranom die Ladeschiene und fährt im Akkubetrieb zu den Tieren. Mehrmals am Tag wird frisches Futter zubereitet und den Tieren vorgelegt. Das Mischsystem arbeitet so genau, dass auch kleine Rationen ab 50 kg möglich sind. Gleichzeitig übernimmt der Aranom die Funktion eines Futterschiebers, der die Tiere zum Fressen anregt. Weil Futter ständig verfügbar gemacht wird, kommen auch rangniedere Kühe an frisches Futter. Das zeigt sich in einer verbesserten Milchleistung.

Mit Sonne geladen

Bei der Entwicklung des Aranom wurde Wert auf ein nachhaltiges Energiekonzept gelegt. Der Lithium-Ionen-Akku lässt sich mit dem Strom einer betriebseigenen Photovoltaikanlage aufladen. Dadurch wird der Aranom zum Energiespeicher. Eine intelligente Management-Software vergleicht den Ladezustand mit dem Energiebedarf der Fütterung. Sollte Strom fehlen, lädt das System die fehlende Menge aus dem Netz. Der Aranom lässt sich über ein farbiges Touchdisplay direkt am Gerät oder über ein Smartphone von jedem beliebigen Ort aus steuern. Im Fall einer Störung bekommt die betreffende Person sofort eine Meldung aufs Handy.



Schulterblick – autonomes Fahren in der Landwirtschaft und der Automobilindustrie

Von der breiten öffentlichen Aufmerksamkeit weitgehend unbemerkt beschäftigt man sich in der Landwirtschaft bereits seit längerem intensiv mit dem autonomen Fahren und autonomen Produzieren auf dem Feld. Bei genauerer Betrachtung wird deutlich, dass die Automobilbranche und die Landtechnikindustrie ähnlichen technischen und regulatorischen Herausforderungen gegenüberstehen.

Die Hoffnungen, die in die Autonomie gesetzt werden, ähneln sich in der Automobilbranche und in der Landwirtschaft: Das fahrerlose Fahren schafft Möglichkeiten, die im Fahrzeug verbrachte Zeit produktiv zu nutzen. So wird das Fahrzeug, sei es nun ein Pkw oder ein Traktor, zu einem Gesamtsystem aufgewertet, das zugleich als Fortbewegungsmittel, Arbeitsplatz und Rückzugsort dienen kann. Dadurch ergeben sich neue Zeiteinsparungen im (Arbeits-)Alltag, die zur Effizienzsteigerung oder auch zur Verbesserung der Work-Life-Balance und somit zur Steigerung des Wohlbefindens beitragen können. Das gilt für Berufspendelnde ebenso wie für Landwirtinnen und Landwirte. Wer seine Aufmerksamkeit nicht mehr der Steuerung eines Fahrzeugs widmen muss, kann die Zeit nutzen, um digital andere Arbeiten zu verrichten, weitere Arbeitsschritte vorzubereiten, sich fortzubilden oder sich zu entspannen.

Darüber hinaus birgt der Einsatz autonomer Fahrzeuge die Chance, sowohl die Automobilbranche als auch die Landwirtschaft im ökologischen, ökonomischen und sozialen Sinne nachhaltiger zu gestalten. So lässt sich beispielsweise der Energieverbrauch autonomer Pkws im Vergleich zu menschlich gesteuerten reduzieren, wenn sie auf ein entsprechendes Fahrverhalten hin trainiert werden. Landwirtschaftliche Arbeitsabläufe könnten durch den Einsatz autonomer Maschinen ebenfalls nachhaltiger werden, etwa indem kleine autonome Roboter Beikraut gezielt beseitigen, womit sich der Einsatz von Pestiziden reduzieren würde. Des Weiteren können die dadurch gewon-

nenen Zeit- und Effizienzgewinne den Landwirtinnen und Landwirten dabei helfen, den eigenen Betrieb in einem immer kompetitiveren Umfeld erfolgreich zu führen.

Auch für deutsche Automobilunternehmen ist es unabdingbar, weitere Kompetenzen im Bereich des autonomen Fahrens aufzubauen, wenn sie ihre Markt- und Technologieführerschaft perspektivisch verteidigen wollen. In diesem Sinne können autonome Systeme zugleich eine wichtige Rolle hinsichtlich der ökonomischen Nachhaltigkeit spielen – für den landwirtschaftlichen Kleinbetrieb und für Deutschland als Industriestandort.

Vision Zero

Autonome Fahrzeuge sind potenziell von gesellschaftlichem Nutzen – egal ob auf der Straße oder auf dem Feld. So können autonome Shuttlebusse besonders in ländlichen Räumen eine adäquate Abdeckung mit öffentlichen Verkehrsmitteln gewährleisten und damit einen wichtigen Teil zur öffentlichen Daseinsvorsorge leisten. Zudem spielt das autonome Fahren eine wichtige Rolle in der Verwirklichung der Vision Zero – der Verhinderung von Toten und Schwerverletzten im Straßenverkehr. Autonome Systeme können außerdem gerade kleinere landwirtschaftliche Betriebe unterstützen, wettbewerbsfähig zu bleiben, und damit zur (regionalen) Lebensmittelsicherheit beitragen. Insgesamt könnten autonome Fahrzeuge der Automobil- und der Landwirtschaft also dabei helfen, der Öffentlichkeit das in sie gesetzte Vertrauen zurückzuzahlen.



Autonome Fahrzeuge bieten in der Landwirtschaft viele Chancen – zum Beispiel einen effizienten Einsatz von Ressourcen.

Bis dahin ist es allerdings ein langer Weg, auf dem noch zahlreiche technische (z. B. Robotik und Kommunikation) und regulatorische (z. B. Haftungsfragen) Hürden zu nehmen sind. Die Digitalisierung in der Automobilbranche sowie in der Landwirtschaft schafft zum einen neue Herausforderungen, wie bei der Anpassung von Zuständigkeiten, Prozessen und betrieblichen Abläufen. Sie bietet zum anderen aber große Chancen und Innovationspotenziale in Bezug auf digitale Services und Datenverarbeitung. Um die Entwicklung in diesen Bereichen voranzutreiben, bedarf es der Kooperation verschiedenster Player in einem umfangreichen Innovationsökosystem. Landtechnik- und Automobilindustrie finden hier gute Voraussetzungen für eine enge Zusammenarbeit vor: Sie teilen viele der Herausforderungen, die sich bei der Entwicklung des autonomen Fahrens ergeben, konkurrieren mit ihren Produkten aber nicht um die gleiche Kundschaft. Dies bietet eine Erfolg versprechende Grundlage für einen intensiven Austausch, um voneinander zu lernen und gemeinsame Innovationen zu befördern.

Paradigmenwechsel erforderlich

Simon Fürst, Principal Expert Autonomous Driving Technologies bei der BMW Group, hat in seiner Karriere vielfältige Erfahrungen in den Themenfeldern funktionale Sicherheit und Plattformsoftware gesammelt. Beim von Bayern Innovativ Ende 2020 ausgerichteten Online-Event „Autonomie in der Landwirtschaft und im Individualverkehr“ betonte er, dass in der Automobilindustrie ein Paradigmenwechsel hinsichtlich des automatisierten Fahrens stattfinden müsse: weg von einer fahrzeugorientierten und maschinellen Industrie hin zu einer Softwareindustrie. Wichtig dabei seien modulare und skalierbare Plattformen, strategische Partnerschaften und eine angepasste Regulation sowie Vereinheitlichung. Alles unter Gewährung höchster Sicherheitsstandards für die Nutzenden – Säulen, die auch in der Landwirtschaft eine tragende Rolle spielen.



Noch nicht legal: das vollständig führerlose Fahren. Dies gilt für Straße und Acker gleichermaßen.

Fahren ohne Hand am Steuer?

Noch ist in Deutschland das vollständig führerlose Fahren weder auf der Straße noch auf dem Acker gesetzlich erlaubt. Es muss immer eine Person am Steuer sitzen, die jederzeit eingreifen kann. Einen wichtigen Schritt in die Zukunft könnte die 3-D-LiDAR-Technik bedeuten. „Die Interpretation komplexer Umwelten bedarf einer guten Sensortechnik“, erläuterte auf dem Bayern Innovativ-Forum Dr. Matthias Müller, CEO der auf Technologie für autonome Mobilität und IoT-Anwendungen spezialisierten Blickfeld GmbH. LiDAR-Sensoren erfassen 3-D-Informationen, sie können die gewonnenen Tiefeninformationen der Umwelt in jedem Bildpunkt erkennen und somit den exakten Abstand zum nächsten Objekt ermitteln. „Eine solche Anwendung könnte sowohl in den Bereichen Smart City, Industrie und Automobil als auch in der Landwirtschaft Anwendung finden“, vergleicht der Geschäftsführer des in München ansässigen Unternehmens die beiden Branchen.

Elektromobilität:

Die Automobilindustrie als Vorreiter

Die Landwirtschaft hinkt der Automobilindustrie im Bereich Elektromobilität deutlich hinterher. Ein Grund hierfür liegt in den meist langen Laufzeiten landwirtschaftlicher Geräte wie Traktoren. Ein weiterer ist schnell erklärt: Ein Motor, der ausreicht, um ein Feld zu pflügen, benötigt Batterien, die mehrere Tonnen wiegen. Das ist derzeit nicht darstellbar. Ein Vorteil der Elektroantriebe wiederum ist, dass sie eine viel genauere Steuerung ermöglichen – eine wichtige Voraussetzung für die Präzisionslandwirtschaft. Deshalb beschäftigen sich alle großen Landmaschinenunternehmen mit dem Thema Elektromobilität. Zudem forcieren sie das Thema Datenmanagement, um den Landwirtinnen und Landwirten herstellerunabhängige Konzepte anbieten zu können. Ein Punkt, der auch für die Automobilindustrie von großem Interesse ist (Diezig, 2020).



Handlungsempfehlungen

Die Breite an möglichen Anwendungsfeldern für Robotik in der Landwirtschaft ist enorm. Allein die in diesem Whitepaper aufgezeigten Anwendungsfälle und Projekte zeigen die Effizienz von Robotiksystemen in Feld und Stall. Um die erhofften Chancen der Robotik für eine nachhaltigere Landwirtschaft zu nutzen, müssen vor allem folgende Themen gezielt vorangetrieben werden:

Technik

- Der Ausbau intelligenter Vernetzungssysteme zwischen einzelnen Komponenten im Stall trägt zu einer effizienteren Arbeitsweise in der Innenwirtschaft bei.
- Systeme verschiedener Unternehmen müssen miteinander kompatibel sein. Dies bedeutet die Schaffung einheitlicher, branchenübergreifender Standards für eine störungsfreie und anwendungsfreundliche Kommunikation zwischen den Systemen.

Akzeptanz und Transparenz

- Die Akzeptanz von digitalen Technologien und Robotern ist nicht nur seitens der Landwirtinnen und Landwirte, sondern auch seitens der Verbraucherinnen und Verbraucher zu beachten. Diese kann unter anderem durch eine klare, verständliche Kommunikation und die Schaffung von Referenzen erhöht werden.
- Landwirtschaftsbetreibende beschäftigen sich mit der fraglichen Wirtschaftlichkeit solcher Systeme. Neben einer auf den Betrieb zugeschnittenen Beratung und Unterstützung bei den Investitionsvorhaben ist auch die Etablierung von Sharing-Systemen und speziellen Services in der Robotik ein interessanter Ansatz.

Rahmenbedingungen

- Die rechtlichen Regularien für autonom arbeitende Landmaschinen müssen fachgerecht der Praxis angepasst werden.
- Es muss ein digitales Arbeitsumfeld errichtet werden, das den reibungslosen technischen Betrieb der Maschinen zulässt. Kernpunkt ist hier eine schnelle Internetverbindung. Hierzu zählt der Ausbau von Breitband- und Mobilfunknetzen.
- Die Angst vor Cyberangriffen und Datenmissbrauch ist heute ein großes Thema bei der Nutzung digitaler Technologien. Neben der Fokussierung auf Datenschutz und Datenhoheit der Betriebe kommt vor allem dem Einsatz hoher technischer Standards in der Cybersecurity der Agrarwirtschaft eine gewichtige Rolle zu.

Um die Frage des Editorials, „Landwirt und Roboter – das perfekte Team?“, aufzugreifen: Die potenziellen Vorteile eines Einsatzes von Robotiksystemen hinsichtlich agrarischer und gesellschaftlicher Herausforderungen des 21. Jahrhunderts liegen auf der Hand. Der Roboter bringt die Voraussetzungen dafür mit, das Berufsbild in der Landwirtschaft langfristig zu prägen und positiv zu verändern, aber er wird die Landwirtin oder den Landwirt nicht ersetzen.

QUELENNACHWEIS

AGCO Fendt. (2022). Fendt Xaver | Fendt FutureFarm - Fendt. <https://www.fendt.com/de/xaver>

Agro Innovation Lab. (2019). Agricultural Robotics Report (Free Version). <https://www.agroinnovationlab.com/de/produkt/agricultural-robotics-report-free-version/#>

Autonome Feldroboter: Automatisierung und Roboter in der Landwirtschaft. (2010). KTBL-Schrift: Bd. 480.

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2021). DigiMilch: Vernetzung vom Feld bis in den Stall. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/digimilch_infoblatt.pdf

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2022a). Möglichkeiten der Digitalisierung in der Prozesskette Milcherzeugung. <https://www.lfl.bayern.de/ilt/leherschau/273814/index.php>

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2022b). Reduktion von Mähtod bei Wildtieren: Forschungs- und Innovationsprojekt. <https://www.lfl.bayern.de/ilt/pflanzenbau/gruenland/205793/index.php>

BMEL. (2021). Praxisberichte - Experimentierfeld DigiMilch. <https://www.bmel.de/SharedDocs/Praxisbericht/DE/experimentierfelder/digimilch.html>

BMEL. (2022). Digitalisierung - Digitale Experimentierfelder – ein Beitrag zur Digitalisierung in der Landwirtschaft. <https://www.bmel.de/DE/themen/digitalisierung/digitale-experimentierfelder.html>

Böhrnsen, A. (2021). Hackroboter Naïo Dino: Roboter für's Gemüsebeet. profi online, 2021. <https://www.profi.de/technisch/elektronik/hackroboter-naio-dino-roboter-fuer-s-gemuesebeet-12583059.html>

Bundesinformationszentrum Landwirtschaft. (2021). Landwirtschaft gestern und heute. <https://www.landwirtschaft.de/landwirtschaft-verstehen/wie-funktioniert-landwirtschaft-heute/landwirtschaft-gestern-und-heute>

Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (2021). Digitalisierung in der Landwirtschaft: Chancen nutzen - Risiken minimieren. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/Broschueren/digitalpolitik-landwirtschaft.pdf?__blob=publicationFile&v=18

Die Elektro- und Digitalindustrie. (2019). https://www.youtube.com/watch?v=6f_EMsC072k

Dierig, C. Landwirte: In Deutschland bleibt der autonome Traktor ein Traum. WELT, 2020. <https://www.welt.de/wirtschaft/article205039236/Landwirte-In-Deutschland-bleibt-der-autonome-Traktor-ein-Traum.html>

Farmdroid. (2021). Produkt - Farmdroid. <https://farmdroid.dk/de/produkt-2/>

Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. (2020). Landwirte-Befragung 2020 Digitale Landwirtschaft Bayern [Press release]. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ilt/dateien/ilt6_praesentation_by_2390_27082020.pdf

Gaus, C.-C., Minßen, T.-F., Urso, L.-M., Witte, T. de & Wegener, J. (2017). Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen.

Kunisch, M. (Hrsg.). (2010). KTBL-Schrift: Bd. 480. Automatisierung und Roboter in der Landwirtschaft. <https://www.ktbl.de/fileadmin/produkte/leseprobe/11480excerpt.pdf>

Litzel, N. (2021). Warum die Speerspitze der Digitalisierung in der Landwirtschaft liegt. BigData-Insider, 2021. <https://www.bigdata-insider.de/warum-die-speerspitze-der-digitalisierung-in-der-landwirtschaft-liegt-a-1054864/>

Luig, L. & Basseermann, L. (2021). Digitale Plattformen in der Landwirtschaft: Wie funktionieren sie und wer kontrolliert sie?

Naïo Technologies. (2022). DINO vegetable weeding robot for large-scale vegetable farms. <http://www.naio-technologies.com/en/dino/>

Rauch, B. (2020). Abschlussbericht Machbarkeitsstudie: Machbarkeitsstudie zu staatlichen digitalen Datenplattformen für die Landwirtschaft. https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/DE/_Digitalisierung/machbarkeitsstudie-agrardatenplattform.pdf?__blob=publicationFile&v=3 (Fraunhofer IEESE).

Spykman, O., Emberger-Klein, A., Gabriel, A. & Gandorfer, M. (2021). Feldroboter aus Sicht der Gesellschaft – Auswertung eines Discrete Choice Experiments. 1617-5468. <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/35690>

Statista. (2021). Produktion von Milch in Deutschland bis 2021. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/28726/umfrage/milcherzeugung-in-deutschland/>

Süss, H. (2020). Dino gegen Unkraut – Agrarroboter im Einsatz. Bauernzeitung, 2020. <https://www.bauernzeitung.de/agrarpraxis/landtechnik/agrarroboter-dino-gegen-unkraut/>

YouTube. (2022a, 2. Juni). Landtechnik der Zukunft: Roboter statt Traktor? https://www.youtube.com/watch?v=a5_kQScrZew

YouTube. (2022b, 7. Juni). Digitales Experimentierfeld DigiMilch. <https://www.youtube.com/watch?v=Zrjy9jGGepk>

YouTube. (2022c, 7. Juni). Farmdroid - Roboter auf dem Feld | Unser Land | BR Fernsehen. <https://www.youtube.com/watch?v=upzvmPQgJ5E>

YouTube. (2022d, 7. Juni). Hightech im Kuhstall | Fütterungsroboter Hetwin Aranom | Kühe automatisch füttern. <https://www.youtube.com/watch?v=sqo7wCmtCpw>

YouTube. (2022f, 7. Juni). Projekt DigiMilch: Sensorik im Stall | Unser Land | BR Fernsehen. <https://www.youtube.com/watch?v=cot2byLyPH0>

BILDNACHWEIS

Titel: © istock/M. Doerr & M. Frommherz Gbr

Editorial: Bayern Innovativ

Seite 4: © 2020 Volodymyr Maksymchuk/Shutterstock

Seite 5: Horsch

Seite 6: Fraunhofer

Seite 7: © istock/baaranozdemir

Seite 10: © 2019 Toyting/Shutterstock; Naïo Technologies

Seite 11: BayWa AG

Seite 12: AGCO GmbH / Fendt; AGCO GmbH / Fendt

Seite 13: © 2020 Scharfsinn/Shutterstock

Seite 14: © 2020 Studio Romantic/Shutterstock

Seite 15: www.lfl.bayern.de; LfL

Seite 16: www.lfl.bayern.de; www.lfl.bayern.de

Seite 17: Nikolai Tuborg

Seite 18: Nikolai Tuborg; Hetwin

Seite 19: © 2021 Suwin/Shutterstock

Seite 20: © 2019 Scharfsinn/Shutterstock; © istock/3alex

Seite 21: © 2022 Scharfsinn/Shutterstock

Impressum

HERAUSGEBER
Bayern Innovativ GmbH
Am Tullnaupark 8
90402 Nürnberg
T +49 911 20671-0
info@bayern-innovativ.de
www.bayern-innovativ.de

GESCHÄFTSFÜHRER
Dr. Rainer Seßner

REDAKTIONSTEAM
Barbara Koch, Christian Metz,
Christoph Kirsch, Dr. Julia Bartels

GESTALTUNG
Werbers Büro GmbH

Die Bayern Innovativ GmbH ist seit ihrer Gründung im Jahr 1995 wichtiger Bestandteil der Innovationspolitik des Freistaats Bayern. Vision der Bayern Innovativ GmbH ist ein Bayern Innovativ, in dem jede tragfähige Idee und Technologie zur Innovation wird.

Neben der Organisation von Netzwerken in fünf Spezialisierungsfeldern – Digitalisierung, Energie, Gesundheit, Material & Produktion und Mobilität – bietet Bayern Innovativ seinen Kundinnen und Kunden ein umfangreiches Beratungsangebot. Dieses umfasst Dienstleistungen für ein erfolgreiches Technologie- und Innovationsmanagement, zum Patentwesen, zu Fragen der Kultur- und Kreativwirtschaft, zur Teilnahme an internationalen Innovations- und Kooperationsprojekten und zur Projektförderung.

Bayern Innovativ ist Projektträger mehrerer bayerischer Förderprogramme und navigiert als Förderlotse zu weiteren Förderprogrammen des Freistaats Bayern, des Bundes und der EU.

Für einen optimalen Wissenstransfer organisiert Bayern Innovativ hochkarätige Kongresse, Arbeitskreise, Workshops, Coachings und weitere Events. Der „Gemeinschaftsstand Bayern Innovativ“ öffnet Unternehmen und Forschungseinrichtungen kostengünstig das Tor zu internationalen Leitmesse.

Im Fokus unserer Aktivitäten stehen insbesondere kleine und mittlere Unternehmen (KMU) und Start-ups.

www.bayern-innovativ.de

Das Kompetenz-Netzwerk Digitale Landwirtschaft Bayern (KNeDL)

KNeDL ist ein offenes Netzwerk für alle Interessierten an aktuellen Themen der Digitalisierung aus dem Agrarbereich. Das Netzwerk will wichtige Impulse setzen und dazu beitragen, dass Markt- und Technologietrends frühzeitig erkannt, Handlungsbedarfe aufgedeckt und kommuniziert sowie Entwicklungen analysiert und Konsequenzen aufgezeigt werden.

www.knedl.bayern