



# Unsere smarte Farm

## Hightech-Landwirtschaft

**Agrarroboter, per App gesteuerte Landmaschinen oder Sensor-Düngung: Smarte Technologien treiben den digitalisierten Ackerbau voran – doch können sie auch für eine nachhaltige Landwirtschaft sorgen?**

VON MONIQUE OPETZ

**A**usgelaugte Böden, Überdüngung oder hohe Nitratwerte im Grundwasser: Die Landwirtschaft steht vor zahlreichen Herausforderungen. Gleichzeitig legt der „Green Deal“ der Europäischen Union fest, dass Landwirte bis 2030 den Einsatz von Pflanzenschutzmitteln um die Hälfte und von Düngemitteln um 20 Prozent reduzieren müssen.

Wie kann es zukünftig gelingen, Landwirtschaft sowohl umweltverträglich und ressourcenschonend als auch ertragreich zu gestalten? Eine Idee sind intelligente Technologien, die für weniger Pestizide oder eine verbesserte Nährstoffversorgung von Pflanzen sorgen. Möglich wäre das mit Smart Farming – der digitalen Vernetzung von Landmaschinen, Farm-

managementsystemen und Agrarrobotern auf den Feldern. Denn laut einem wissenschaftlichen Gutachten des EU-Parlaments könnten digitale Technologien im



### GREEN CHIPS

#### Neue Technologien für eine klimaneutrale Zukunft

Forschungseinrichtungen, Unternehmen, soziale Initiativen, Tüftler oder Erfinder versuchen, den Klimawandel zu stoppen. Sie alle haben eines gemeinsam: Sie sind getrieben von modernsten Technologien. CHIP stellt sie in dieser Rubrik vor

smarten Ackerbau bis zu 80 Prozent Pflanzenschutzmittel einsparen.

Forschende, die sich mit digitaler Landwirtschaft beschäftigen und vier Feldroboter im Team haben, sind am Institut für Landtechnik und Tierhaltung der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) in Niederbayern zu finden. Die Arbeitsgruppen „Digital Farming“ und „Agrarrobotik“ testen und bewerten Feldroboter wie den Farmdroid, Robotti oder Oz auf den Äckern rund um Ruhstorf a. d. Rott. „Wir versuchen das Lehrgeld für die Landwirte zu bezahlen, wenn Technologien neu sind im Markt“, sagt der Leiter Digital Farming Dr. Markus Gandorfer, „um dann einzuschätzen: Inwiefern kann man beispielsweise die Art der Bewirt-



FOTO: LFL

### Testphase

Der AgBot bereitet das Feld für die Aussaat vor. Die Bearbeitungsspuren werden vorher am Computer geplant



FOTO: LFL

schaftung mit der neuen Technik verändern oder zahlt sie sich in puncto Bodenschutz oder Diversität aus?“

### Neues Teammitglied: der AgBot

Der Arbeitsplatz der Gartenbauwissenschaftler, Agrarökonomen und Maschinenbauer liegt am Rande der kleinen Ortschaft auf einem Hügel. Das Institutsgebäude steht auf einem ehemaligen Bauernhof, den sich das LfL mit einem Bildhauer teilt. Holzstücke und Baumstämme liegen herum, halb fertige Skulpturen stehen in einer offenen Werkstatt – dazu säumen Infotafeln über digitale autonome Technologien in der Landwirtschaft die Wege. Geht man vom Hof in Richtung der umliegenden Felder, steht dort der aktuelle Neuzugang des Agrarrobotik-Teams rund um Stefan Kopfinger: Der AgBot der Firma AGXeed.

Was aussieht wie eine Planierdraupe ohne Fahrerkabine, ist ein autonom fahrendes Zugfahrzeug für landwirtschaftliche Geräte, das vorab geplanten Spuren ohne menschliche Überwachung folgen kann – eine Art Roboter-Trecker, an den verschiedene Standardgeräte angebaut werden können, etwa eine Spatenmaschine, um den Boden zu bearbeiten. Damit er nicht gegen Hindernisse fährt, ist der AgBot mit jeder Menge Sicherheitssensorik ausgestattet: zwei Radarsensoren, Ultraschallsensoren, ein mechanischer Sensor und ein Lidarsensor, der ebenfalls Kollisionen vermeiden soll. Zusätzlich führt er noch zwei RTK-GPS-Systemen mit sich, um sicherzustellen, dass er auf 2,5 Zentimeter genau in seiner vorgegebenen Spur bleibt. Der AgBot steht im Februar noch unter einem Holzdach neben dem Testfeld des Instituts. Schon bald soll er im Feldversuch zeigen, was er kann.

Was die ökologische Nachhaltigkeit angeht, sieht Gandorfer in der digitalen Landwirtschaft drei Stellschrauben: „Ich denke, wir sind auf einem guten Weg, durch Digitalisierung Herbizide zu reduzieren – in verschiedenen Facetten, sei es mit Robotern oder automatisierten Hackgeräten an Traktoren.“ Darüber hinaus könne man die Stickstoffintensität reduzieren. Auch bei Pilzkrankungen könnten digitale Prognosemodelle zukünftig eine Rolle spielen. „Wenngleich digitale Tools eine ordentliche Bewirtschaftung und die Grundsätze einer sinnvollen Fruchtfolgegestaltung auf dem Acker nicht ersetzen“, räumt er ein.

Ein Roboter, der vollautomatisch sät, Unkraut hackt und in Ruhstorf bereits über die Felder fährt, ist der Farmdroid FD20: ein dreirädriges Gefährt mit Solarpaneele, Saatventilen und Hackarmen. In einem dreijährigen Projekt zur mechanischen Unkrautregulierung konnten Stefan Kopfinger und sein Agrarrobotik-Team zahlreiche Daten sammeln. Die Herausforderung für den Kollegen Robo-

## „Wir können durch Digitalisierung Herbizide reduzieren.“

Markus Gandorfer  
Digital Farming Group

ter: in den Reihen zwischen Unkraut oder Nutzpflanze zu unterscheiden. „Beim Farmdroid läuft das nicht über ein direktes Erkennen der Pflanzen selbst“, erklärt Kopfinger, „sondern über deren Position, denn per GPS-System findet der Feldroboter die Stellen wieder, wo er gesät hat.“ Pflanzen auf anderen Positionen sind damit Unkraut und werden gehackt.

Mit dem Versuch wollen sie herausfinden, ob es wirtschaftlich ist, mit dem Farmdroid im Ökolandbau zu arbeiten. Denn normalerweise sei sehr viel Handarbeit nötig, um das Unkraut zu hacken, das ohne großflächiges Spritzen wächst. Die Versuchsdaten haben gezeigt, dass sich der Ertrag in allen drei Jahren zwar nicht signifikant zur ökologischen Vergleichs-



FOTO: MONIQUE OPETZ

Neu im Fuhrpark  
Stefan Kopfinger steuert den AgBot per Fernbedienung für eine Probefahrt. Auf dem Feld ist er autonom unterwegs



**Precision Farming**  
Drohnen werden für die Erkundung aus der Luft eingesetzt. Kameras mit speziellen Farbfiltern sammeln Daten über den Gesundheitszustand der Pflanzen

variante ohne den Farmdroid unterschied. „Wir haben aber definitiv festgestellt, dass ein gewisser Anteil an Handarbeit eingespart werden konnte“, betont der 30-Jährige. Denn der Farmdroid hackt sowohl zwischen als auch in den Reihen. Ein konventioneller Traktor mit einer Traktorhacke kann nur zwischen den Reihen hacken, weshalb in den Reihen normalerweise Handarbeit angesagt ist. In Bayern fahren aktuell etwa 50 Farmdroiden über die Felder, deutschlandweit sind es etwa 100 Stück und weltweit etwa 400 Stück, schätzt Kopfinger. Der Farmdroid ist in Bayern der meistverkaufte Roboter. 75 000 Euro kostet der CO<sub>2</sub>-neutrale Feld-Buddy.

### Präzise Stickstoffdüngung

Laut Umweltbundesamt erzeugte die Landwirtschaft 2022 in Deutschland auf Feldern und Ställen 62 Millionen Tonnen Treibhausgase. Das sind 8,31 Prozent der gesamten deutschen Treibhausgas-Emissionen. Verantwortlich dafür sind neben dem Methan-Ausstoß aus der Tierhaltung auch die Lachgas-Emissionen aus landwirtschaftlich genutzten Böden als Folge der Stickstoffdüngung. In konventionellen Landwirtschaftsbetrieben werden Düngemittel gleichmäßig und zu einheitlichen Zeitpunkten über das ganze Feld versprüht. Das Ergebnis: Es kommt an einigen Stellen zu Überdüngung, die dazu führen kann, dass Phosphor oder Stickstoff in das Grundwasser gelangen.

Um nicht mehr großflächig zu düngen, wird zur sogenannten teilflächenspezifischen Stickstoffdüngung übergegangen – ein Aspekt des Precision Farming, der Präzisionslandwirtschaft. „Hier helfen Sensoren, um den Pflanzenbestand zu charakterisieren, und dann mithilfe von Algorithmen über die Stickstoffmenge zu

entscheiden“, sagt Beat Vinzent von der Arbeitsgruppe Digitalisierung. Die Daten erhalten die Landwirte über verschiedene Sensoren am Traktor oder via Satellit. Mithilfe von GPS-Antenne und Düngerstreuer an der Maschine kann präzise gedüngt werden. „Chemisch-synthetische Düngemittel werden nicht einheitlich eingesetzt, sondern spezifisch auf die jeweiligen Gegebenheiten angepasst – davon erhoffen wir uns große Umweltvorteile“, sagt der Leiter der Arbeitsgruppe Digitalisierung.

Die Erdbeobachtungssatelliten Sentinel 2A und Sentinel 2B liefern Informationsgrundlagen, aus denen sich etwa Biomassekarten und Vegetationsindizes berechnen lassen. Sensoren arbeiten nach demselben Prinzip: Sie betrachten die Felder und analysieren, wie und wo die Pflanzenbiomasse verteilt ist. Daraus ergeben sich dann die Zusammenhänge: „Viel Biomasse bedeutet meistens viel Ernteertrag. An diesen Stellen können die Pflanzen mehr Stickstoff gut umsetzen. Und in Feldbereichen, wo weniger wächst, wird insgesamt weniger Stickstoff benötigt“, sagt Vinzent. Mittlerweile gebe es zahlrei-

**Verbunden**  
Sensoren liefern Daten an das Smartphone oder Tablet. Sie bieten Informationen zu den Pflanzen und deren Bedürfnissen



che Anbieter, die mithilfe der Fernerkundung über mehrere Jahre Muster im Feld erkennen können. Auch haben wissenschaftliche Untersuchungen bereits gezeigt, dass intelligentes Spritzen in ausgewählten Bereichen große Mengen an Düngemittel einspart.

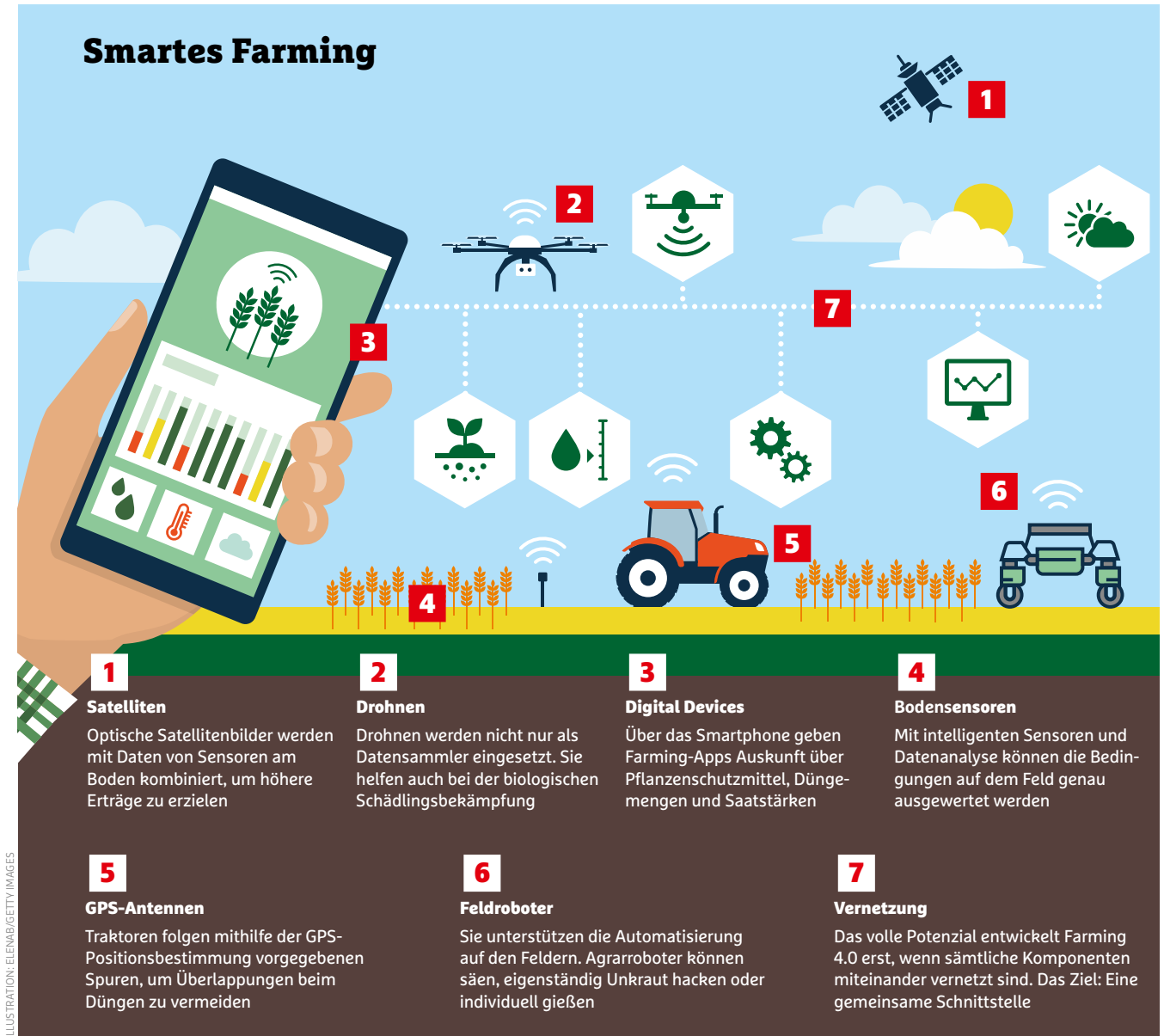
### Smarte Handsensoren

Dabei ist genau das ziemlich tricky. Herausfordernd seien die zahlreichen unstenen Einflussfaktoren, wie etwa das Wetter. Sie spielen allesamt eine Rolle, um zu beurteilen, wie viel Stickstoff insgesamt nötig ist. „In der bayerischen Praxis ist die teilflächenspezifische Stickstoffdüngung noch wenig verbreitet. Die Entwicklung der Systeme schreitet aber voran“, sagt der 35-Jährige. Dabei gibt es bereits enorme Fortschritte bei der Sensorik. Waren bis vor fünf Jahren beinahe ausschließlich teure Traktorsensoren im Einsatz, gibt es mittlerweile smarte, kleine Handsensoren für wenige 100 Euro, die sich mit dem Smartphone koppeln lassen – praktische Helfer, die den Landwirten ganz genau anzeigen, in welcher Verfassung die Pflanzen sind und ob sie mehr oder weniger Stickstoff benötigen.

Gemessen wird die Reflexion von Sonnenlicht durch den Pflanzenbestand, unabhängig, wo die Daten gesammelt werden – am Boden, per Drohne oder Satellit. Ein gesunder Pflanzenbestand zeigt eine höhere Reflexion durch eine gesteigerte Fotosynthese, erklärt Vinzent. „Je näher die Sensoren an den Pflanzen sind, desto präziser und sicherer ist tendenziell die Datengrundlage, die man erhält. Beim Satellitenbild hat man beispielsweise das Problem der Bewölkung.“

Um die gewonnenen Daten zu Umwelt, Maschinen und Prozessen digital auszu-

## Smartes Farming



werten und zu teilen, sollen sie zukünftig auf vernetzten Farm-Management-Plattformen landen. Diese Datenschnittstellen und Plattformlösungen könnten die Basis für eine smarte – und damit automatisch nachhaltigere Landwirtschaft bilden. Doch das dauert noch. Das LfL hat 2020 ein Monitoring zur Digitalisierung in der Landwirtschaft begonnen. Mit der Befragung von 2390 Landwirten konnten Gandorfer und sein Team den national größten Datensatz zu diesem Thema aufbauen. Und der zeigt, dass anstatt vernetzter Farm-Management-Systeme digitale Ackerschlagkarteien benutzt werden. Das ist immerhin eine Betriebsmanagementsoftware, die sämtliche Felder eines landwirtschaftlichen Betriebes

abbildet und dokumentiert, wie viel ein Landwirt gedüngt hat. „Die Mehrzahl der Informationen muss jedoch noch von Menschen eingetragen werden“, räumt der Agrarökonom ein.

### Umwelt versus Usability

Am Ende ist es so, fasst Gandorfer zusammen: „Automatisierungstechnologien wie automatische Lenksysteme oder die GPS-gesteuerte Teilbreitenschaltung, die einen Prozess einfacher machen und zu einem höheren Arbeitskomfort führen, behaupten sich relativ leicht im Markt.“ Wenn aber bisher einfache Prozesse, wie etwa einheitliches Spritzen oder Düngen, durch Technologien, wie die Teilflächenbewirtschaftung mit Stickstoff oder Pflanzen-

schutz, zunächst komplizierter werden, würden sie weniger eingesetzt. Der Knackpunkt sei, dass die Vorteile eher im Umwelt- und weniger im ökonomischen Bereich liegen – ein wesentlicher Aspekt für die Landwirte. Deshalb untersucht sein Team die Technologien nicht nur hinsichtlich ihrer positiven Effekte auf die Umwelt, sondern es checkt auch Usability, Anwenderfreundlichkeit und Wirtschaftlichkeit. Wenn also das Gesamtpaket stimmt, können digitale Technologien einen Beitrag für eine nachhaltige und umweltfreundliche Landwirtschaft leisten – „neben vielen anderen Aspekten“, so Gandorfer, „klar ist: Die Technik wird es nicht allein richten.“

redaktion@chip.de