



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für
Landwirtschaft und
Gartenbau

Jahrestagung Ökologischer Landbau

„Smart Farming“ Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen

04.März 2024

Dipl.-Ing. Jörn Menning
Landesanstalt f. Landwirtschaft u. Gartenbau Sachsen Anhalt
Abt. 3 Zentrum für Tierhaltung und Technik Iden



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Fahrplan

- Einführung und Rückblick
- Stand der Technik für die Feldbewirtschaftung
- Stand der Technik in der Hofbewirtschaftung (Stall)
- Rechtlicher Rahmen für den Einsatz autonom fahrender landwirtschaftlicher Maschinen
- Praxiserfahrungen
- Fazit



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung

Smart Farming = Einsatz moderner Informations- und Kommunikationstechnologien in der Landwirtschaft

Smart Farming befasst sich zum Beispiel mit:

- der Automatisierung von Arbeitsabläufen und der Verminderung bzw. Reduzierung von monotonen Arbeiten und Arbeitskraft, z. B. durch den Einsatz von Robotern, autonomem Fahren, automatisierter Futterausgabe, fernsteuerbaren Agrardrohnen und unbemannten Fahrzeugen (z. B. beim Entfernen von Pestiziden) und dem Einsatz von Assistenzsystemen
- Maschinellem Lernen, z. B. bei Feldrobotern, die erkennen sollen, wo sie Unkraut jäten, düngen oder Saatgut platzieren können
- einfacherem Steuern, Regeln und Messen von Abläufen (z. B. messbare Futterausgabe, ausgebaute Sensorik bei der Haltung und Produktion, Videoüberwachung oder Fitness-Tracker für die Kühe)
- vernetzten Geräten und Fahrzeugen (Internet der Dinge)
- der Steuerung und Kontrolle von Arbeitsabläufen auf mobilen Geräten, wie einem Smartphone oder Tablet
- dem Einsatz erneuerbarer Energien
- dem Einsatz von Big Data und smarten Technologien
- Digitalisierungsprozessen in der landwirtschaftlichen Verwaltung und im Management und der Ausrüstung der IT-Infrastruktur.

Quelle: Wikipedia



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung

Auch die Landwirtschaft steht unter erheblichem wirtschaftlichen Druck!

- Fachkräftemangel
- Attraktivität des Arbeitsplatzes
- Effektivitätssteigerung
- Kostendruck
- Flächenkonkurrenz
- Globalisierung

Die Idee, eine Maschine ohne Bediener arbeiten zu lassen, ist dabei nicht neu!





Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung

Die Arbeiten in der Landwirtschaft lassen sich vereinfacht in 3 Hauptkomplexe gliedern:

Ackerbau

- Feldwirtschaft
- Außenwirtschaft

Tierhaltung

- Stallwirtschaft
- Innenwirtschaft
- Hofwirtschaft

Transporte

- innerbetrieblich
- öffentlich

In allen Bereichen werden aktuell Maschinen und Geräte eingesetzt, die ohne Bediener die jeweiligen Arbeiten verrichten.

Nach dem Einrichten erfolgt die Arbeitserledigung autonom und wird lediglich durch einen Mitarbeiter oder andere Technik überwacht!



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung

Die in der Landwirtschaft anfallenden Arbeiten laufen i.d.R. immer in der gleichen Routine ab.

Beispiel Pflügen:



Geografie, Topografie, Geometrie



Abläufe beim Pflügen

Ausgehend vom Grundsatz, dass Vorgänge, die immer den gleichen Ablauf aufweisen, auch von Maschinen übernommen werden können, muss lediglich eine technische Lösung entwickelt werden



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung

Beispiele aus dem Ackerbau

Ausgangspunkt: Precision Farming (georeferenzierte Datenerfassung und Weiterverarbeitung zu Anwendungsvorgaben)





Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung
Beispiele aus dem Ackerbau



Fendt GuideConnect



Case Lenksysteme



SK-Agrar-Lenksystem



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

Die Arbeiten im Ackerbau sind geprägt vom Einsatz selbstfahrender Maschinen. Im Fokus steht dabei der Schlepper, der als autonomes Trägerfahrzeug gesehen wird. Aber auch die einzelnen Arbeitsschritte wie Drillen, Düngen oder der Pflanzenschutz sind Ansatzpunkte für autonom arbeitende Geräte!





Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

autonome Ackerschlepper



CNH New Holland



AUTONOMUS ASI CNH



John Deere Konzept



Autonome Geräteträgersysteme verschiedener Hersteller



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

Landtechnik mit integrierter SmartFarming-Technologie



Ackerschlepper auf einer Hacke implementierte Werkzeugsteuerung (Reihenerkennung und Rahmenverschiebung)

Bildquelle: John Deere



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

Spezialisierte autonome Fahrzeuge für die Feldwirtschaft



Drillen/ mech. Pflanzenschutz



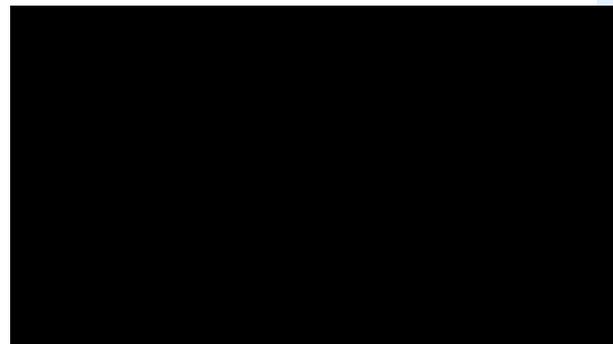
Drillen/ mech. + chem. Pflanzenschutz



mech. Pflanzenschutz



mech. Pflanzenschutz



Drillen (Mail legen)



chem. Pflanzenschutz



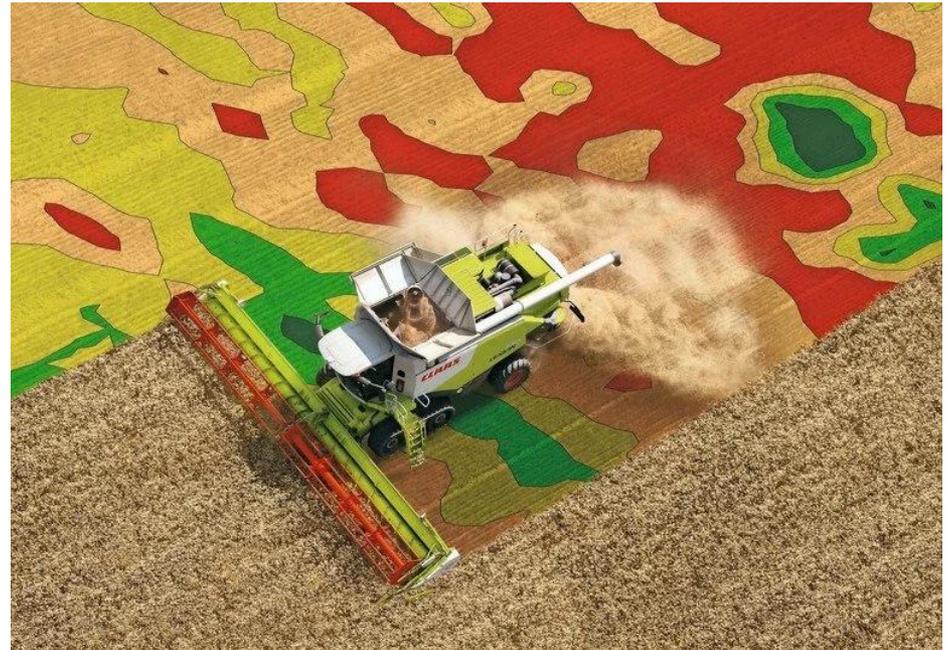
Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

Smarte Technologie in Erntemaschinen

Erntetechnik mit Assistenzsystemen

- Lenkassistentz
- Automatische Anpassung des Schneidwerks
- Ertragsmessung
- Maschinenmanagement und Statusüberwachung
- Abfahrmanagement
- Kommunikation



Bildquelle: Claas



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

Spezialisierte autonome Fahrzeuge für die Feldwirtschaft

Was bringt die Zukunft?

Autonome Maschinen, die im Schwarm Ernten ?



20 | CLAAS KGaA mbH



CLAAS Erntetechnik 2025
Christian Schulte
Produktmarketing Mähdrescher
CLAAS KGaA

Entwurf eines selbstfahrenden
Dreschers in Eilbote 2023



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

Spezialisierte autonome Fahrzeuge für die Feldwirtschaft



Bildquellen. Biqout, TopAgrar



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Feldwirtschaft

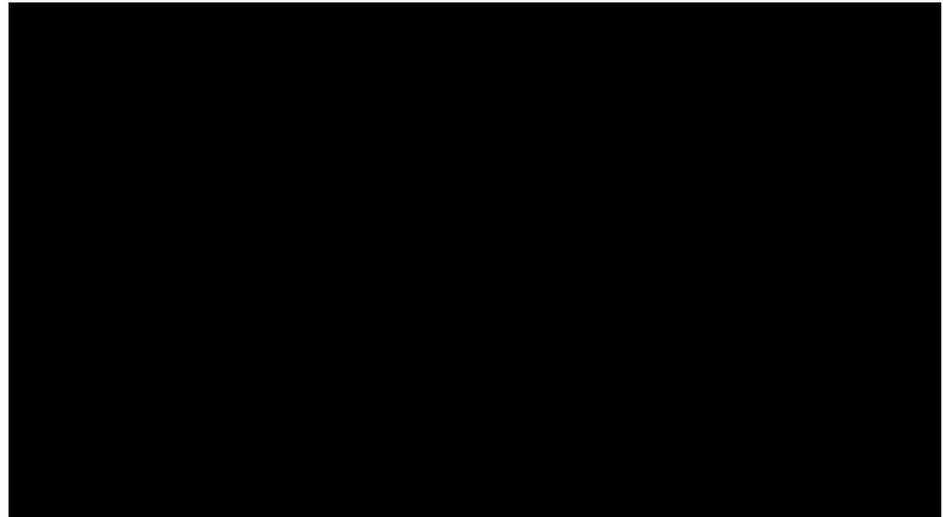
Einsatz von Flugdrohnen in der Landwirtschaft

Die Überfliegung von Agrarflächen mit Drohnen ist viele Aufgaben bereits ein Lösungsansatz.

- Bestandsüberwachung
- Ertragskartierung
- Tierschadensanalyse
- Hagelschadensaufnahme



- Kitzrettung/ Wildtierrettung
- Düngen
- Chemischer Pflanzenschutz
- Biologischer Pflanzenschutz





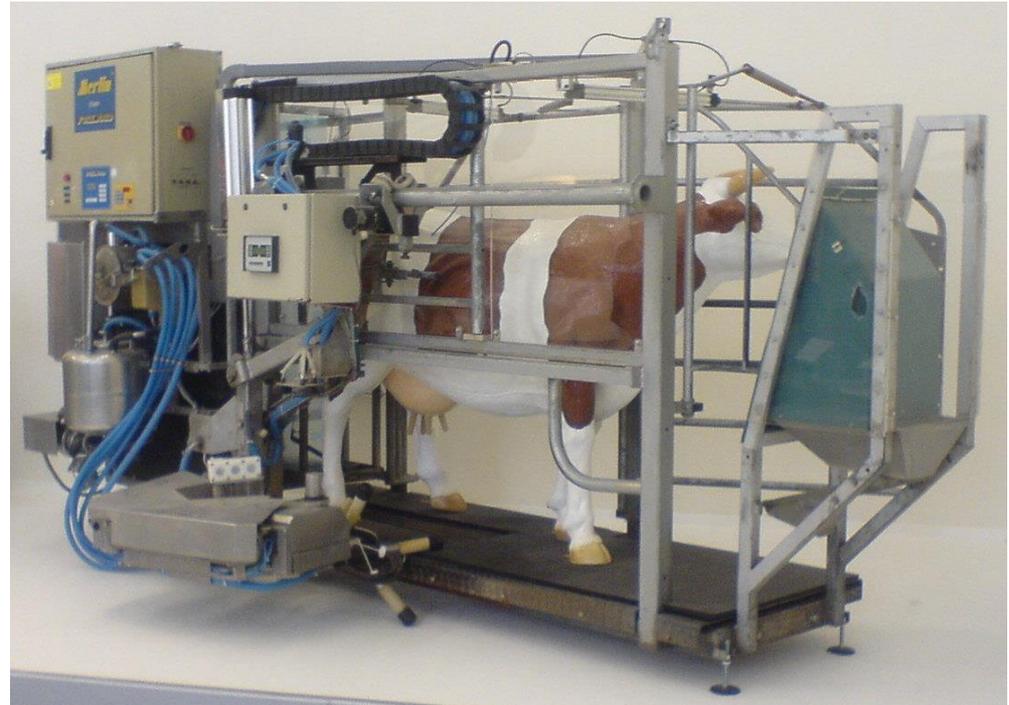
Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Einführung in das Thema und Rückblick auf die technische Entwicklung

Beispiele aus der Tierhaltung

In der Tierhaltung werden i.d.R. stationäre Maschinen und Geräte eingesetzt. Aber auch diese sind im Lauf der Zeit erheblich verbessert und hin zum autonomen Arbeiten entwickelt worden. Hiervon sind insbesondere die Routinearbeiten zur Versorgung der Tiere bzw. zur Entsorgung von Reststoffen (Dung) betroffen.

Beispiel: Melktechnik





Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

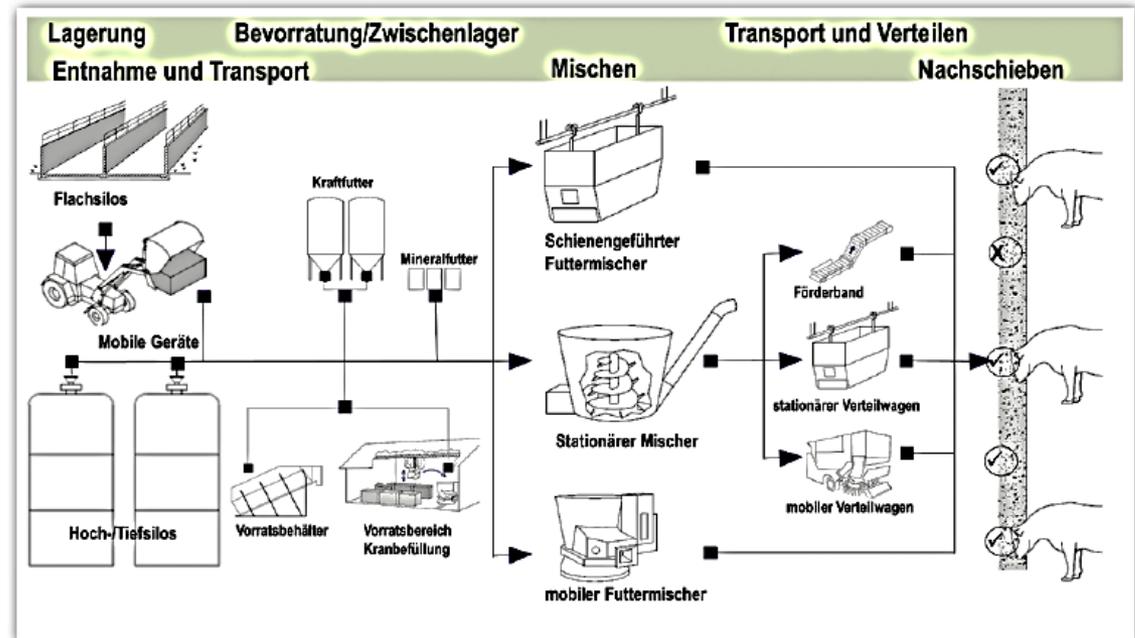
Stand der Technik in der Innenwirtschaft

Die Arbeiten in der Innenwirtschaft sind ebenso vielfältig, gliedern sich aber stark nach den Tierarten und möglichen Spezialisierungen in stationäre bzw. mobile Technik.

So sind in der Rinderhaltung und der innerbetrieblichen Lagerung von Erntegütern mehr mobile Maschinen im Einsatz als in der Schweine- oder Geflügelhaltung.

Bei den aktuellen Ansätzen geht es i.d.R. darum, schlepperbasierte Technik auf automatische Systeme umzugestalten.

Beispiel: mobile Fütterung



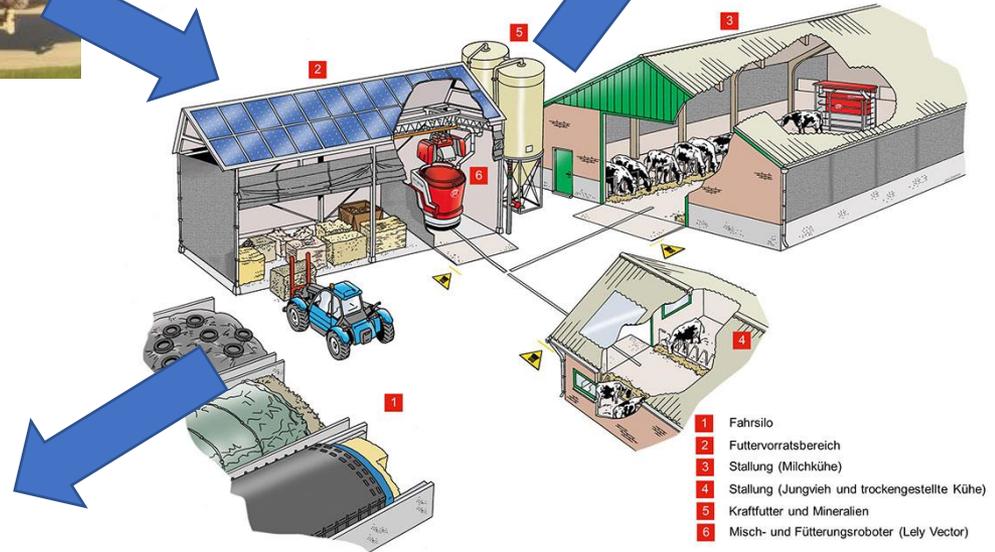
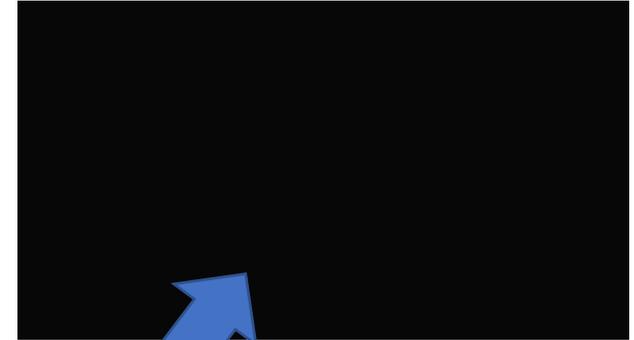
Quelle: Grafik DLG-Merkblatt 398



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Innenwirtschaft

Beispiel: mobile Fütterung in der Rinderhaltung



Bildquellen: TopAgrar,
DLG, Werksfotos

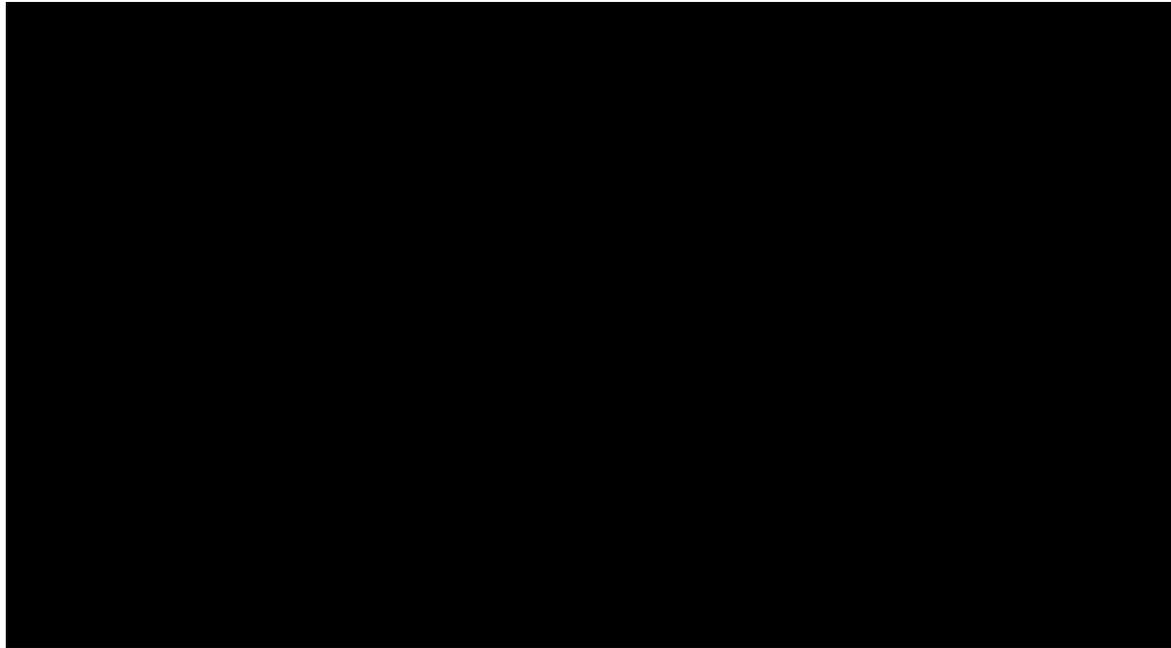


Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Innenwirtschaft

Beispiel: mobile Fütterung in der Rinderhaltung

Aufrüstung eines selbstfahrenden, bedienergeführten Fahrzeuges



Quelle: Werksbilder/ Video Strautmann



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Innenwirtschaft

Beispiel: Entmistung von Laufgängen in der Rinderhaltung

Einsatz von Räumrobotern als Dungschieber bzw. als mobiles Dungsammelgerät



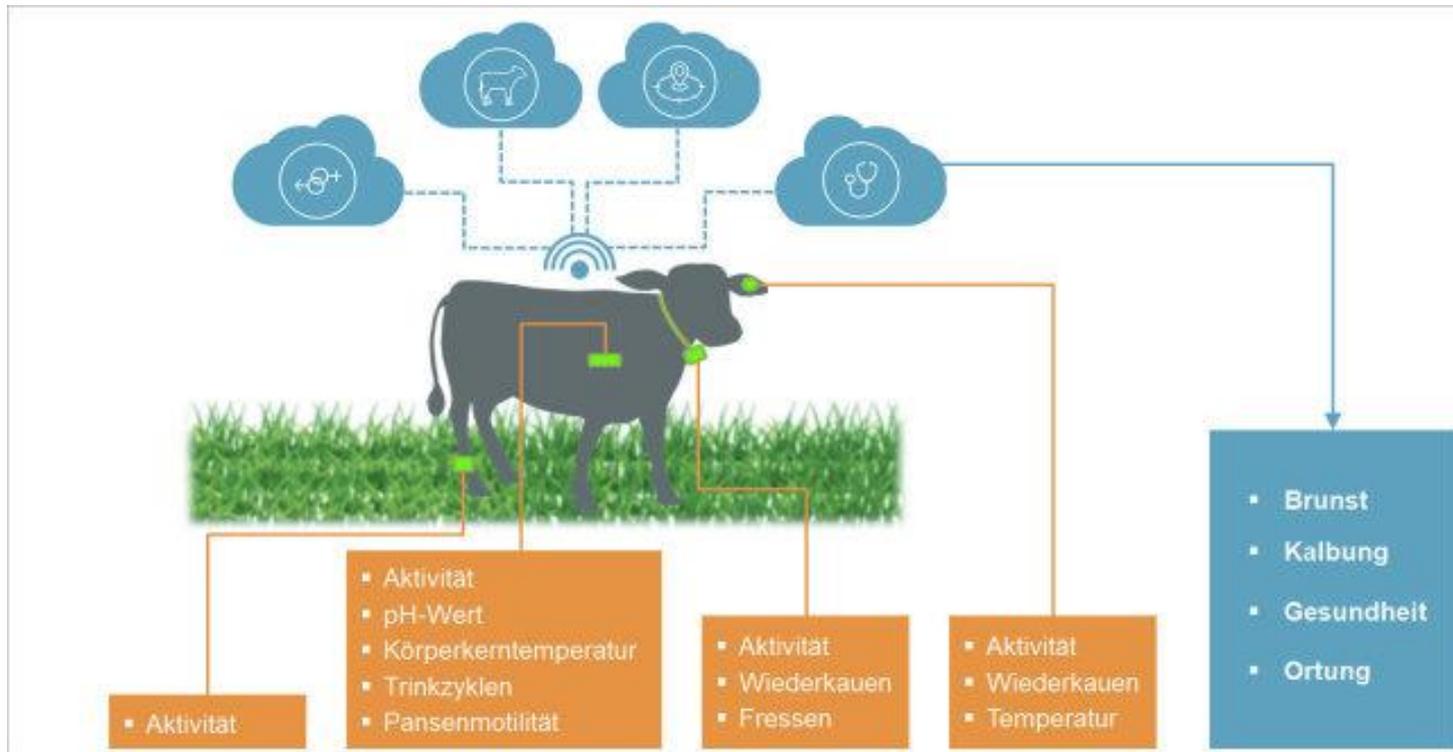
Quelle: Werksbilder



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Innenwirtschaft

Aktueller Stand der Sensorik zur Analyse des Tierstatus (Beispiel Rinderhaltung)



Bildquelle: Bayerische LfL



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Stand der Technik in der Innenwirtschaft

Ladetechnik zum innerbetrieblichen Umschlag von Gütern



Weideroboter zum Einrichten von Portionsweiden



Bildquelle: Danfoss; Lely



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Rechtlicher Rahmen für den Einsatz autonom fahrender landwirtschaftlicher Maschinen

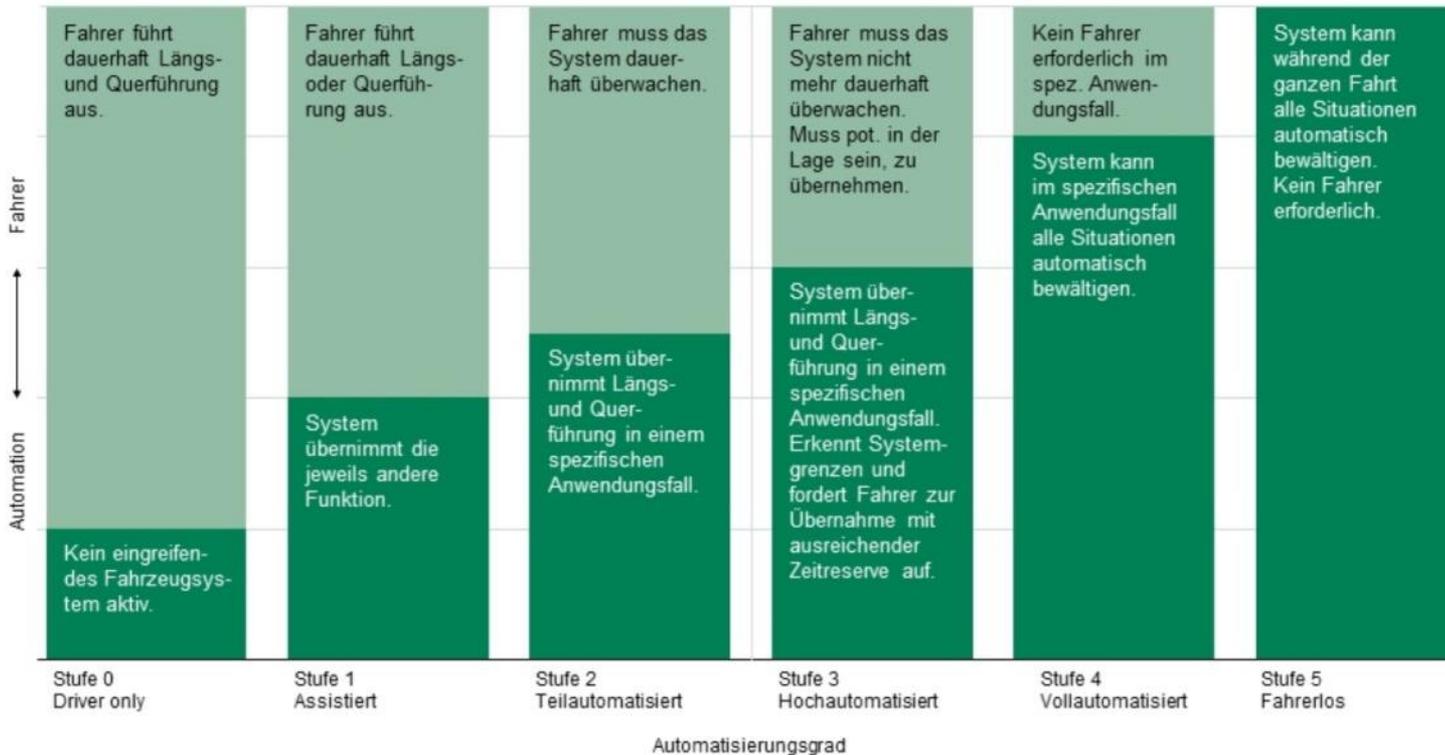
Bedeutet automatisiert immer auch autonom?



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Rechtlicher Rahmen für den Einsatz autonom fahrender landwirtschaftlicher Maschinen

Stufen des Automatisierungsgrades nach VDA





Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Rechtlicher Rahmen für den Einsatz autonom fahrender landwirtschaftlicher Maschinen

Wer haftet in Zukunft beim Unfall? Die Rechtslage

- Aktuell ist alles klar geregelt: Wer als Autofahrer einen Fehler macht und einen Unfall verursacht, trägt die volle Verantwortung – die eigene Kfz-Versicherung kommt für den Schaden des Unfallgegners auf. Die Versicherung zahlt auch in Zukunft, wenn nicht mehr der Mensch, sondern die Maschine steuert:
Beim automatisierten Fahren bleiben Sie als Fahrer in der Verantwortung, wenn Sie kurzfristig ins Geschehen eingreifen müssen, weil das System Sie dazu auffordert. Reagieren Sie nicht, und es passiert ein Unfall, interessiert das auch die Polizei, weil es um die Bestrafung des Verursachers geht.
- Beim autonomen Fahren werden Sie Passagier, können nicht eingreifen und haften auch nicht mehr – bei einem Unfall zahlt Ihre Versicherung trotzdem. Sollte ein technischer Fehler vorliegen, nimmt sie dann den Hersteller in Regress.



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Rechtlicher Rahmen für den Einsatz autonom fahrender landwirtschaftlicher Maschinen

Rechtssektionen, die bei der Nutzung autonomer Fahrzeuge betroffen sind:

Zulassungsrecht/ Fahrzeugzulassungsverordnung

Haftungsrecht

Telekommunikationsgesetz

Datenschutz

Bürgerliches Gesetzbuch/ Produzentenhaftung/ Produkthaftung

Arbeitsrecht/ Arbeitsschutz

IT-Sicherheitsrecht

Quelle: Fenkner, Katharina; Rechtliche Rahmenbedingungen des Einsatzes automatisierter Fahrzeuge in der Landwirtschaft; 2021



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Erfahrungen beim Einsatz im Betrieb am Standort Iden der LLG

Der Einsatz von Smart-Farming Technologien erfolgt am Standort Iden sowohl im Bereich des Ackerbaus wie auch in der Tierhaltung.

Diese Einsatzgebiete sind:

- Marktfruchtbau:
- Nutzung von Parallelfahrssystemen auf Schleppern
 - Bestandskartierung und Mittelapplikation mit photometrischem System (Yara-N-Sensor)
 - Lenkassistent in Erntemaschinen (Mähdrescher)
 - (Kitzrettung mittels Drohne und Wärmebildkamera)
 - ~~diverse Software (Anwendungen und Empfehlungen)~~
 - autonomer Feldroboter für Bestellung und mechanischem PS

- Tierhaltung:
- diverse Software (Tierbestand, Herdenmanagement usw.)
 - Tierbeobachtungssysteme
 - autonomer Spaltenschieber (Dungberäumung)
 - autonome Schieber zum Anschieben des Futters
 - Stallklimasteuerung und Überwachung via App



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Erfahrungen beim Einsatz im Betrieb am Standort Iden der LLG

- autonomer Feldroboter für Bestellung und mechanischem PS

Einsatz des FarmDroid FD 20 auf einer Versuchsparzelle zum Anbau von Zuckerrüben. Außerdem wurde auf einer weiteren Parzelle ein Gemüse (Rote Bete) angebaut. Für die exakte Vermessung wird ein internes RTK genutzt!

Bodenverhältnisse:

Schwerer Boden mit hohem Tonanteil.

Aussaat am 13.04.2023 nach Niederschlag (ca. 8mm).

Anschließende Umrüstung auf Hackrahmen für mechanischen Pflanzenschutz. Weitere Pflegemaßnahmen wurden **nicht** ausgeführt (Ausnahme: Düngung)



Der FD 20 wird elektrisch angetrieben und erzeugt die Energie über PV-Module. Die Arbeitsgeschwindigkeit beträgt 450 bis 950 m/h. Damit ist eine Flächenleistung von ca. 20 ha/ Einheit leistbar (Herstellerangabe)



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Erfahrungen beim Einsatz im Betrieb am Standort Iden der LLG
- autonomer Feldroboter für Bestellung und mechanischem PS

Ernte am 26.09.2023

Die Ertragsmenge unterschied sich nicht von der konventionell bewirtschafteten Fläche.

Auffällig ist der vergleichsweise hohe Anteil an Unkräutern in der durch den FD20 bewirtschafteten Fläche.





Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Erfahrungen beim Einsatz im Betrieb am Standort Iden der LLG

- autonomer Feldroboter für Bestellung und mechanischem PS

Erkenntnisse aus dem ersten Einsatzjahr:

- Bodenvorbereitung von enormer Bedeutung, Einsatztermin nicht „verschlafen“
- Einsatzbreite beim Saatgut begrenzt auf 4,5 mm Durchmesser (kein Mais!)
- Stabiles Datennetz unbedingt erforderlich!
- Fehlender Niederschlag hat erheblichen Einfluss (Kluten behindern Hackprozess)
- **Engagierter Mitarbeiter mit Kenntnissen über Hard- und Software**

Offene Fragestellungen (für 2024)

- welche Flächenleistung ist realistisch
- ist ein Einsatz bei Getreide/ Raps sinnvoll
- wie stabil ist das vorhandene Datennetz
- welche Flächenleistungssteigerung bringt ein zusätzliches Batteriepaket (PowerPack)



Smart Farming Technologien – Überblick und erste Ergebnisse aus den Feldversuchen (Praxiseinsatz)

Fazit und Ausblick

Der Einsatz smarterer Technologien bietet der Landwirtschaft ein enormes Potential!

Voraussetzung für einen sicheren Einsatz von smarterer Technik in der landwirtschaftlichen Praxis ist ein flächendeckendes, stabiles Datennetz.

Die Schaffung von Rechtssicherheit für den Einsatz autonomer Fahrzeuge wäre sehr hilfreich.

Absolute Voraussetzung für den Erfolg smarterer Landtechnik sind engagierte Mitarbeiter und ein zuverlässiger Service der Hersteller!



Verfügbare Technik und rechtliche Rahmenbedingungen für autonome Fahrzeuge in der Landwirtschaft

Fazit und Ausblick

Vielen Dank für Ihre
Geduld und
Aufmerksamkeit!



Bildquelle: Claas