

simul+Forum *Digitaler Pflanzenschutz*

Nossen, 26.9.2018



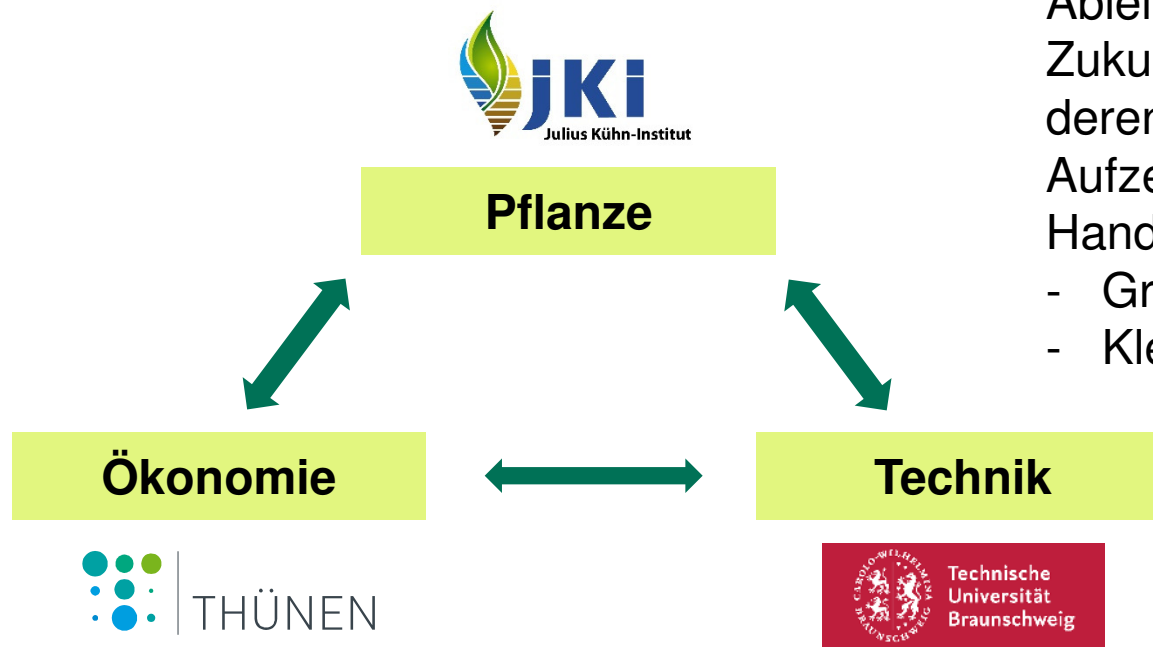
Neue Pflanzenbausysteme – welche innovativen Techniken werden benötigt?



Dr. Dieter von Hörsten, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz

www.julius-kuehn.de

Projekt: Mit autonomen Landmaschinen zu neuen Pflanzenbausystemen



Ableitung von Szenarien zur Zukunft der Landwirtschaft sowie deren Bewertung mit dem Ziel des Aufzeigens zukünftiger Handlungsfelder:

- Großtechnikszenario
- Kleintechnikszenario

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau und andere Formen nachhaltiger Landwirtschaft

Projektdauer: 01.03.2015 – 31.10.2017, gefördert durch BMEL und BÖLN

Herausforderungen in der Landwirtschaft



Die Landwirtschaft steht vor gewaltigen Herausforderungen:

- Bevölkerungswachstum
- Flächendegradation
- Klimawandel
- Ressourcenverknappung
- ...

Dafür müssen gesellschaftlich akzeptierte Lösungen gefunden werden, was immer schwieriger wird.

„Probleme“ der Landwirtschaft



In der **öffentlichen Wahrnehmung** ...

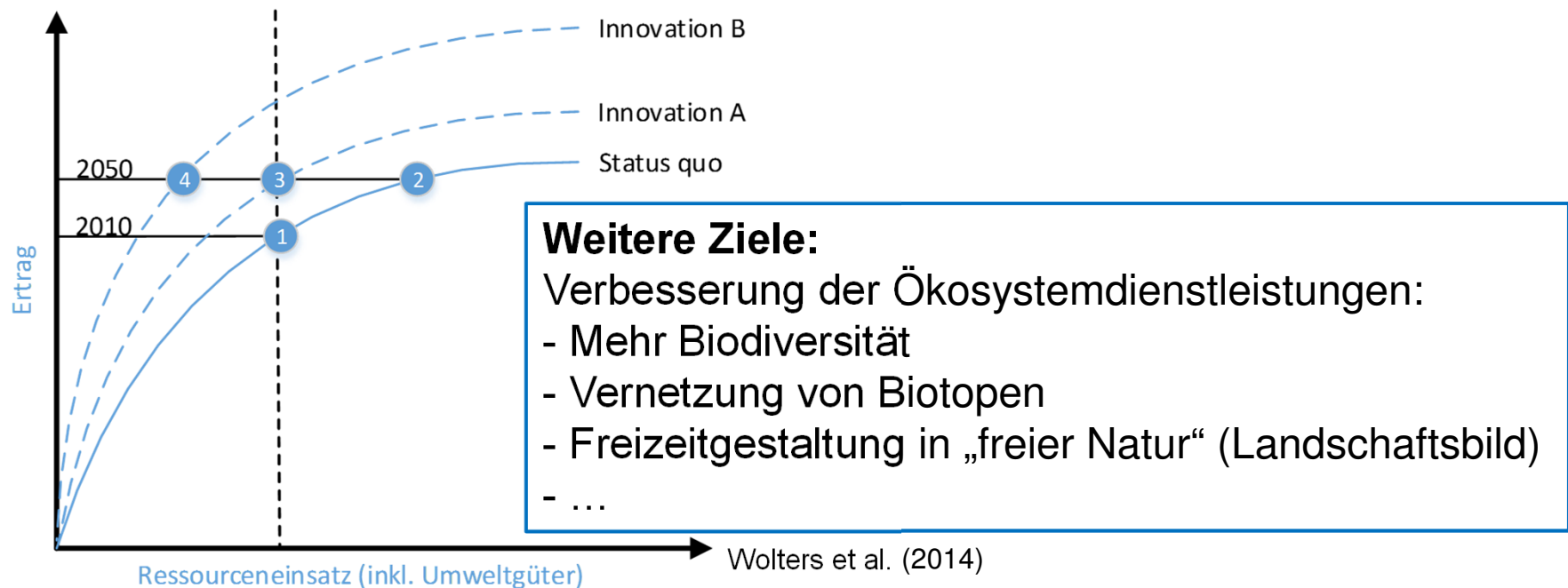
- vergiftet unser Trinkwasser (Nitrat) und unsere Nahrungsmittel (PSM)
- ruiniert unsere Gesundheit (grüne Gentechnik)
- verwüstet unsere Landschaft (Monokulturen, Maiswüsten, ...)
- quält die Nutztiere (Initiative Tierwohl)
- macht uns Angst im Straßenverkehr (größere u. schnellere Maschinen)
- verteuert durch ihre Teilhabe den Strom (Biogas, Windkraft und Solarenergie)
- liegt der Gesellschaft auf der Tasche (Subventionen)
- ...
- und leistet am Ende auch noch einen wesentlichen Beitrag zum Klimawandel, unter dem sie selber mit am meisten leidet.

Ein „weiter so“ ist keine Zukunftsstrategie!

Was wollen wir erreichen?



Ziel: Nachhaltige Intensivierung = mehr Output mit weniger Ressourcenverbrauch



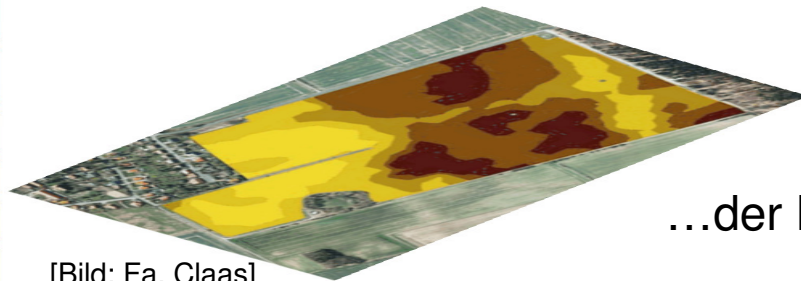
Weitere Ziele:
Verbesserung der Ökosystemdienstleistungen:
- Mehr Biodiversität
- Vernetzung von Biotopen
- Freizeitgestaltung in „freier Natur“ (Landschaftsbild)
- ...

Frage: Wie können wir das erreichen?

Perspektivenwechsel notwendig?



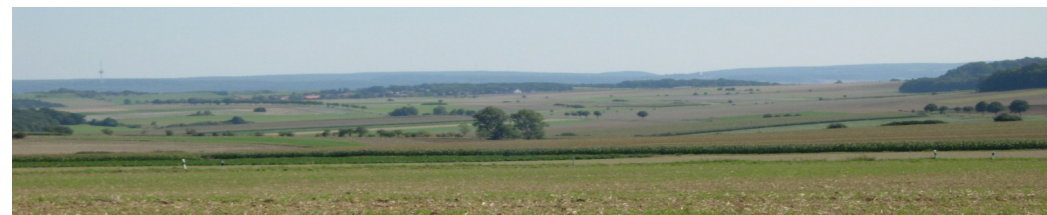
Um die Erträge zu erhöhen, sollten die **Grundansprüche der Einzelpflanze in den Mittelpunkt** gestellt werden,...



[Bild: Fa. Claas]

...der Kulturpflanzenbestand zum Standort passen...

... und funktionale Elemente die Kulturpflanzen schützen!



Anforderungen an ein neues Pflanzenbausystem



Auf Einzelpflanzenebene:

- Ausreichende Bodengüte, -beschaffenheit und –fauna
- Licht
- Platz (ober- und unterirdisch)
- Wenig Konkurrenz
- Termingerechte, optimale Wasser- und Nährstoffversorgung

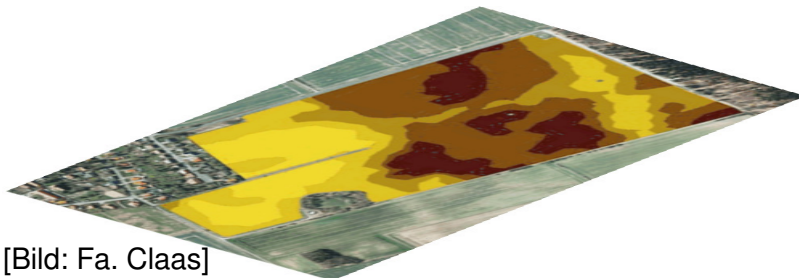
- Gesunde Fruchtfolgen
- Im Bedarfsfall Pflanzenschutz

Anforderungen an ein neues Pflanzenbausystem



Auf Schlagebene:

- Generelle Reduzierung des Einsatzes von Agrarchemikalien
- Vermeidung der Verbreitung von Agrarchemikalien auf Nicht-Zielflächen
- Verstärkter Bodenschutz durch Vermeidung von (Mehrfach-) Überfahrten, insbesondere bei hohen Radlasten
- Stärkere Berücksichtigung von Witterungseinflüssen (Wind, Regen, Sonneneinstrahlung) und zeitlich abhängigen Ereignissen (z.B. Bienenflug)



[Bild: Fa. Claas]

Anforderungen an ein neues Pflanzenbausystem



Auf Landschaftsebene:

- Entwicklung von Strukturen, die auf die natürlichen geografischen und klimatischen Bedingungen abgestimmt sind und der Wind- und Bodenerosion sowie der Stoffverlagerung Einhalt gebieten.
- Schaffung von Refugien und Pufferzonen, die zu einer Vernetzung von Biotopen sowie der Stärkung der Biodiversität und der Ökosystemdienstleistungen in der Agrarlandschaft führen.
- Positive Beeinflussung des Landschaftsbildes (durch kleinere Strukturen!?)



Ein optimales Pflanzenbausystem bringt alle Anforderungen auf Einzelpflanzen-, Schlag- und Landschaftsebene in Einklang.

Wie können wir das erreichen?



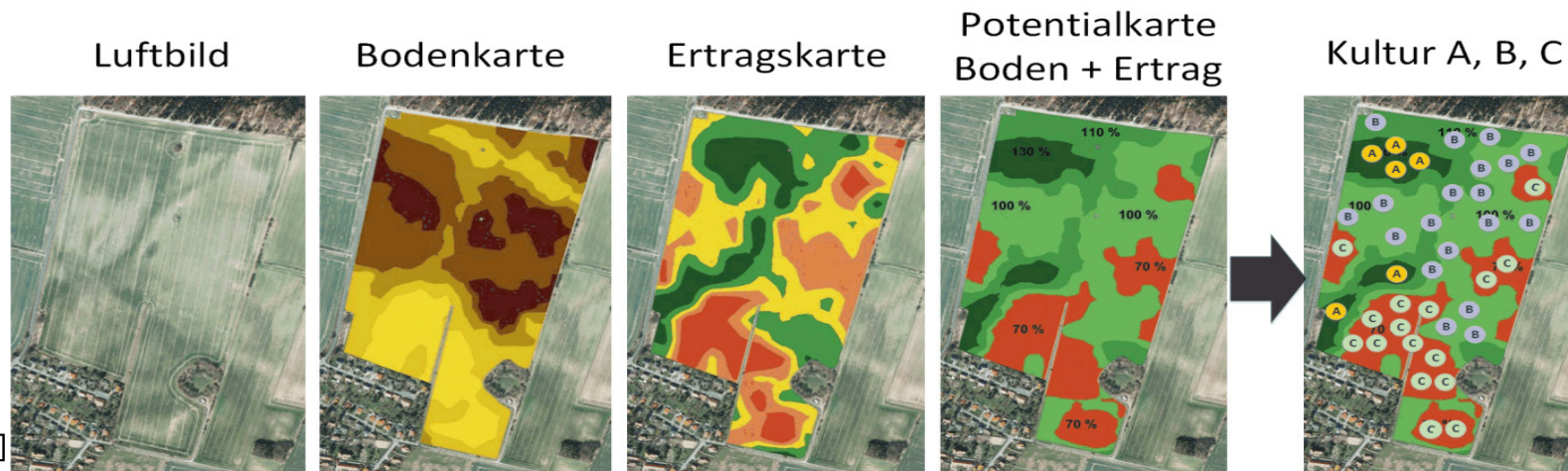
Um die Erträge zu erhöhen und gleichzeitig gesellschaftliche Akzeptanz zurück zu gewinnen, sind vier Punkte von Bedeutung:

- 1. Verbesserte Zuordnung von Kulturpflanzen zu Standorten**
 - Bsp. Kartoffel/Gemüsebau => Frucht sucht sich den geeigneten Standort
- 2. Optimierte räumliche und zeitliche Nutzung natürlicher Ressourcen**
 - Sortenkombination: Höhe, Bestandesdichte, Blattstellung, ...
 - Kombination unterschiedlicher Kulturpflanzen
- 3. Effizienterer Gebrauch von Agrochemikalien**
 - Teilflächenspezifische oder gar Einzelpflanzenbehandlung
 - Pflanzenschutz und Düngergaben nur nach tatsächlichem Bedarf
- 4. Stärkung funktionaler Strukturen auf Landschaftsebene**
 - Gräben, Hecken, Blühelemente

Spot Farming: Ein möglicher Lösungsweg?



- Landwirtschaftliche Flächen sind selten homogen (Bodenart, Erträge, Wasserversorgung, Höhenprofil, Erosionspotenzial, geografische Ausrichtung etc.)
- Berücksichtigung von kleinräumigen Unterschieden durch Informationsüberlagerung
- Definition von „Spots“ mit weitgehend homogenen Eigenschaften die eigenständig bewirtschaftet werden

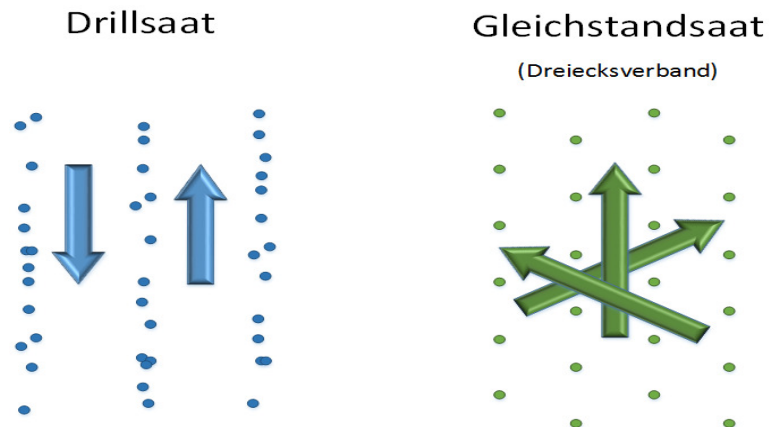


[Bilder:
Fa. Claas]

Standraumoptimierung



- Maximaler Standraum und Licht für die Einzelpflanze durch Gleichstandsaat
- Reduzierung notwendiger Saatgut- und Beizmengen
- Phytosanitäre Vorteile durch dünnere Bestände
- Einsparung von Pflanzenschutzmitteln
- Bearbeitung in unterschiedliche Richtungen möglich



Erfordert georeferenzierte Saattechnik mit sehr hoher Ablagegenauigkeit, auch in der Tiefe.

Düngung & Pflanzenschutz



- Ziel: Einzelpflanzenbehandlung
- Bedarfsgesteuert über den gesamten Vegetationsverlauf (je nach Kulturart und deren spezifischen Ansprüche)
- Frühzeitiges Erkennen von Pflanzenkrankheiten und Schädlingsbefall (z.B. Monitoring durch Zeigerpflanzen)
- Gezielte Platzierung, so dass der Dünger möglichst vollständig von den Pflanzen aufgenommen werden kann (Vermeidung von Grundwasser- und Oberflächenabfluss)



Erfordert hochaufgelöste Informationen sowie Technik zur präzisen Ablage von Düngern auf und in den Boden bzw. zur kleinräumigen Applikation von Pflanzenschutzmitteln.

Pflanzenzüchtung



- Heute: Genetische Ressourcen werden in Toleranz- und Resistenzeigenschaften investiert => i.d.R. Ertragsverluste
- Wenn ein neues Pflanzenbausystem die natürlichen Abwehrmechanismen der Pflanzen stärkt und den phytosanitären Druck reduziert, dann können mehr genetische Ressourcen in der Züchtung zugunsten des Ertrags verlagert werden.
- Andere Anforderungen an die Kulturpflanze im *Spot Farming*, die von heutigen Sorten nicht erfüllt werden => Neue Züchtungsziele

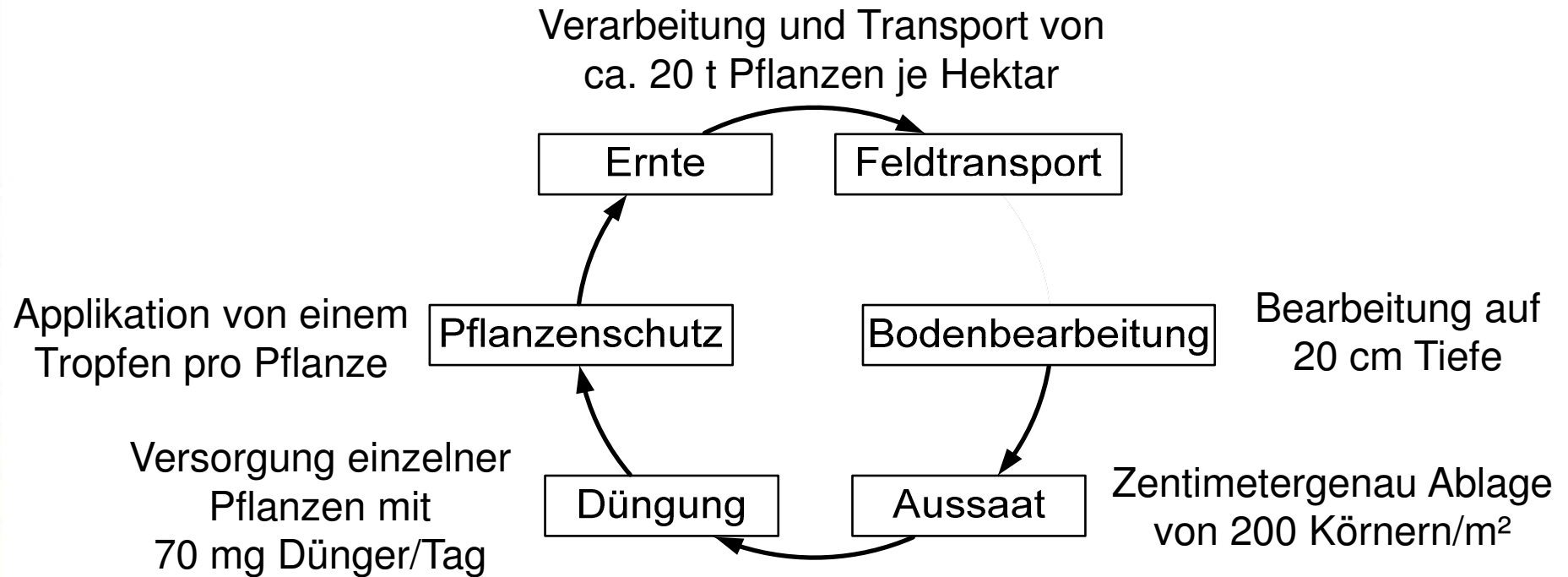


Wie können solche Systeme bewirtschaftet werden?



- Die dargestellten Ansätze – von der Pflanze her gedacht – werden mit heutiger Verfahrenstechnik nicht zu bewirtschaften sein.
- Kleine, autonome Maschinen, die in Schwärmen arbeiten, verschiedene Prozesse verrichten und sich eigenständig koordinieren, könnten die Verfahrenstechnik der Zukunft darstellen.
- Mangelnde Schlagkraft wird durch nahezu permanenter Einsatzbereitschaft, größeren Bearbeitungsfenstern und kleinräumig optimierter Wirtschaftsweise kompensiert.
- Aufgaben, die heute durch Großtechnik erledigt werden (z.B. Ernte), können durch Verfahrensauflösung auch durch Kleinmaschinen erledigt werden.

Eine Verfahrenskette mit kleinen, autonomen Maschinen?



Eine Verfahrenskette mit kleinen, autonomen Maschinen?



Warum eigentlich kleine Maschinen?

- Klein = Leicht
 - Weniger Bodenverdichtung und längere Zeitfenster
- Kleine Spots und Einzelpflanzen
 - Große Maschinen unpraktisch oder unmöglich

Warum eigentlich autonome Maschinen?

- Arbeiten 24 Stunden am Tag
 - Ausgleich der geringen Flächenleistung
- Gleichbleibende Arbeitsqualität
 - Computer verarbeiten mehr Informationen gleichzeitig und dauerhaft

Kleinräumige Bodenbearbeitung



Heute:

Zugkraft für Bodenbearbeitungswerkzeuge → Hohes Gewicht der Zugmaschine
→ Hoher Bodendruck

Morgen:

Teilflächenspezifische Bodenbearbeitung je nach Bedarf



- Roboter VibroCrop Robotti, Kongskilde
- Anbauraum für verschiedene Geräte, z.B. flache Bodenbearbeitung in Streifen



- Roboterkonzept „Bodenbearbeitung“
- Angepasste Bearbeitung je nach Fruchtfolge

Aussaat georeferenziert, tiefengenau



Heute:

Kleines Zeitfenster und eingeschränkt befahrbare Böden

Morgen:

Mehr Zeit durch leichte Roboter, Saatkornablage in beliebigen Mustern und Tiefen



Roboter Xaver, Fendt

- Einfaches, robustes Design
- Aussaat einzelner Maiskörner
- Betrieb im Schwarm (10 – 15 Roboter)
- Vorstellung auf der Agritechnica 2017



Roboter Thorvald, Universität Ås,
Norwegen

- Einzelradlenkung an allen vier Rädern
- Saatkorn-Ablage in Gleichstandsaat

Bedarfsgesteuerte Düngung



Heute:

Teilflächenspezifische Düngerverteilung auf Oberfläche zu bestimmten Terminen

Morgen:

Bedarfsgerechte Platzierung der Nährstoffe zur Versorgung einzelner Pflanzen



Roboterkonzept „CareRowBot“

- Kleinste Fahrzeuge fahren einzelne Pflanzen an
- Platzierung des Düngers auf Boden oder Blättern



Nachfüllstationen am Feldrand

- Versorgung mit Energie und Betriebsmitteln

Krankheitsbefall schnell erfassen und darauf reagieren



Heute:

Ganzflächige und teils prophylaktische Behandlung gegen Krankheiten

Morgen:

Dauerhaftes Monitoring jeder Pflanze und schnelle Behandlung von Nestern



Roboter BoniRob, HS Osnabrück

- Sensorik und Datenverarbeitung zur Ermittlung von Pflanzeigenschaften



Roboter Ladybird, Universität Sydney

- Energieautark durch Solarzellen
- Roboterarm mit Düse zur Ausbringung

Gezielte Unkrautbekämpfung



Heute:

Häufig ganzflächige Herbizidanwendung und kaum mechanische Bekämpfung

Morgen:

Kamerabasierte Erkennung von Unkräutern und gezielte Bekämpfung



Unkrautroboter, EcoRobotix

- Unkrauterkenkung durch Kamera
- Gezielter Herbizideinsatz
- Betrieb über Solarzelle



Roboter Oz, Najo Technologies

- Unkrautbekämpfung zwischen Pflanzenreihen durch Striegel
- Am Markt seit 2016, vor allem im Gemüsebau in Frankreich

Ernte kleiner Spots



Heute:

Verarbeitung der kompletten Pflanze im Drescher auf dem Feld

Morgen:

Ernte der Ähren auf kleinen Spots und Drusch am Feldrand oder Hof



Roboterkonzept „Ernte“

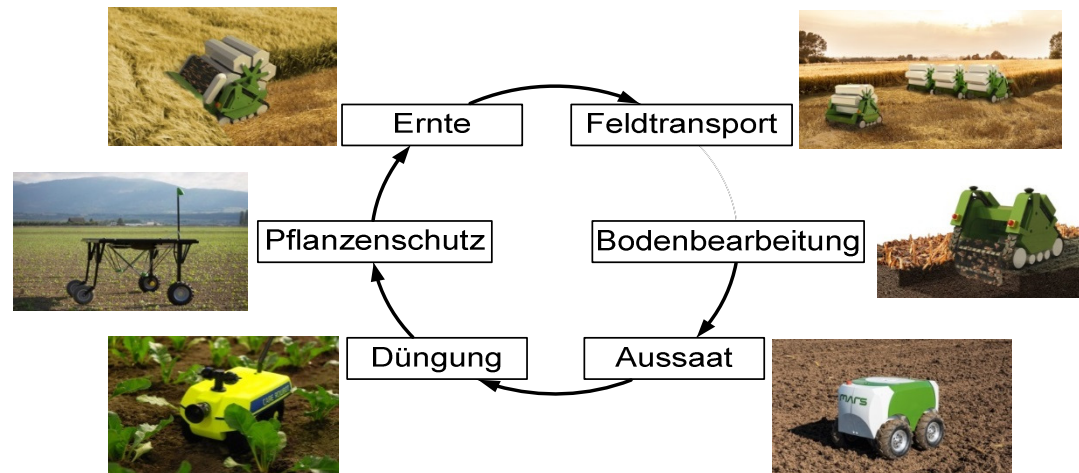
- Abschneiden der Ähren und Zwischenlagerung in Transportbox
- Ablage der Transportboxen auf Feld
- Häckseln der Halme direkt am Standort



Roboterkonzept „Transport“

- Transport der Transportboxen zum Feldrand und zurück
- Auflösung der Verfahren → Drusch am Feldrand

Eine Verfahrenskette mit kleinen, autonomen Maschinen!



Was sind die großen Herausforderungen?

- Optimales Maschinenkonzept und Modularität
- Betrieb in der landwirtschaftlichen Praxis
- Autonomie des Arbeitsprozesses
- Sicherheit autonomer Maschinen
- Energieversorgung und Netzstruktur

Wirtschaftlichkeit der Verfahrenskette kleiner Feldroboter



- A) Zukünftig könnten Feldroboter die Arbeit von der Aussaat bis zur Ernte konkurrenzfähig erledigen
- B) Zusätzliche Einsparmöglichkeiten bestehen bei Betriebsmitteln und dem Verzicht auf Fahrgassen
- C) Potenzial neuer Pflanzenbausysteme mit autonomen Kleinmaschinen

A) Wettbewerbsfähigkeit autonomer Kleintechnik – Arbeitserledigungskosten



Arbeitserledigungskosten ergeben sich aus Anzahl und Preise der Roboter:

	Bodenbearb. und Aussaat	Ernte und Logistik	Düngung	Pflanzenschutz	Unkrautbekämpfung
Szenario	 26	  52	 20 - 34	 3 - 15	 40
Heute (KTBL 2017)	28 ; 36	107	25	7	55

Grobe Schätzung, Machbarkeit gilt es in der Praxis zu überprüfen.
Getreide stellt besondere Herausforderungen!

B) Zusätzliche Einsparmöglichkeiten – Betriebsmittel (Beispiel Herbizide)



Reienkulturen bieten sich durch weite Pflanzenabstände für die mechanische Unkrautbekämpfung an → Fahrwerke können ohne Schaden durchfahren

Einsparpotenzial Pflanzenschutzmittelkosten bei Herbiziden:

- Zuckerrübe max. 250 €/ha
- Weizen max. 25-75 €/ha
- Raps max. 90 €/ha



B) Zusätzliche Einsparmöglichkeiten – Verzicht auf Fahrgassen



- Vorteil von kleinen Feldrobotern ist, dass auf Fahrgassen verzichtet werden kann:
- Minderertrag bei Fahrgassen (von 12m bis 36m Fahrgassenabstand):
 - Raps: 8,1% – 2,7%
 - Zuckerrüben: 2,6% – 0,8%

C) Potenzial neuer Pflanzenbausysteme mit autonomen Kleinmaschinen



- Feldarbeitstage mit kleinen Maschinen neu kalkulieren (Beispiel nasse Böden, trockenes Getreide)
- Arbeitskraft kann anders verwertet werden
- Risiko und Opportunitätskosten bei Maschinenausfall
 - Großtechnik: Kette steht
 - Kleintechnik: Schwarm arbeitet mit geringerer Flächenleistung weiter
- Nachhaltigeres Pflanzenbausystem
 - gesteigerte Biodiversität
 - mehr Insekten
 - höhere Erträge

Danke für Ihre Aufmerksamkeit!



Julius Kühn-Institut, Institut für Anwendungstechnik im Pflanzenschutz, Messeweg 11/12, 38104 Braunschweig, www.julius-kuehn.de, at@julius-kuehn.de



Johann Heinrich von Thünen-Institut, Institut für Betriebswirtschaft, Bundesallee 50 38116 Braunschweig, www.thuenen.de, bw@thuenen.de



Technische Universität Braunschweig, Institut für mobile Maschinen und Nutzfahrzeuge Langer Kamp 19a, 38106 Braunschweig, www.tu-bs.de/imn, imn@tu-bs.de

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

BÖLN

Bundesprogramm Ökologischer Landbau
und andere Formen nachhaltiger
Landwirtschaft