

# Precision Farming – Potenziale für eine produktive und ressourcenschonende Landwirtschaft

Landwirtschaft 4.0 in Sachsen, 19. Oktober 2016

Prof. Dr. Hans W. Griepentrog

Institut für Agrartechnik, Stuttgart  
Verfahrenstechnik in der Pflanzen**enproduktion**



## Wie sieht die Zukunft aus?



Source: [thechinainvestors.com](http://thechinainvestors.com)





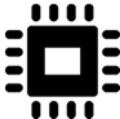

## Gliederung

- Einleitung
- Applikationstechnik
  - Standraumverteilung
  - Pflanzenschutz
  - Bodensensorik
  - Kleinräumigkeit
  - Mehrparametrisch
- Robotik
- Vernetzung
- Datenschutz
- Fazit



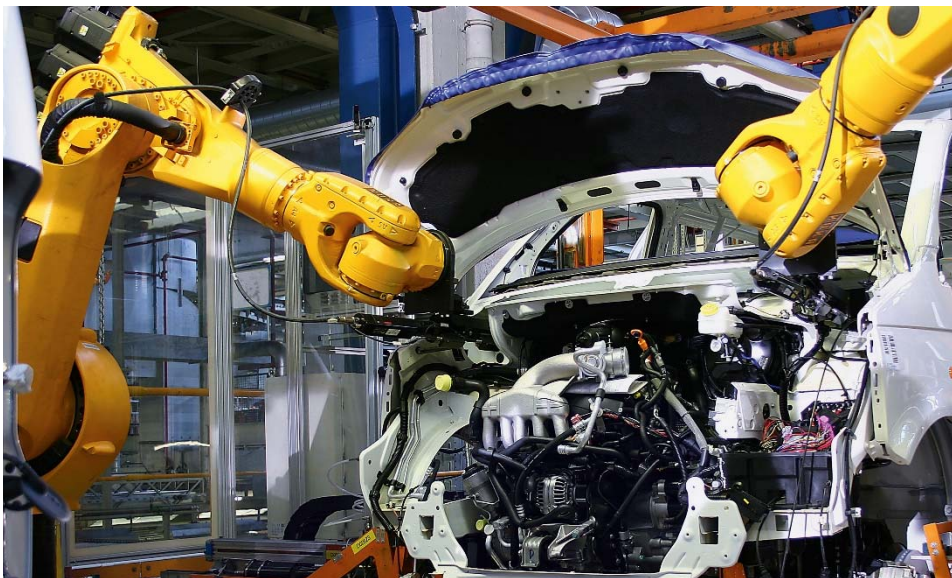
# EINLEITUNG

## EINLEITUNG - Definition Begriffe Industrie 4.0

- Mechanisierung
  - Wasser- und Dampfkraft
  
- Massenfertigung
  - Fließbänder und elektrische Energie
  
- Automatisierung
  - Einsatz von Elektronik und IT
  
- Industrie 4.0
  - Verzahnung der industriellen Produktion mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik

## EINLEITUNG - Definition Begriffe Produktionsbedingungen

- Industrie 4.0
  - Hochkomplex, aber Produktionsbedingungen konstant und steuerbar (deterministisch)
- Farming 4.0
  - Hochkomplex, aber Produktionsbedingungen nicht konstant und z.T. schwer vorhersehbar (nur teilweise deterministisch & hoher Anteil stochastisch)



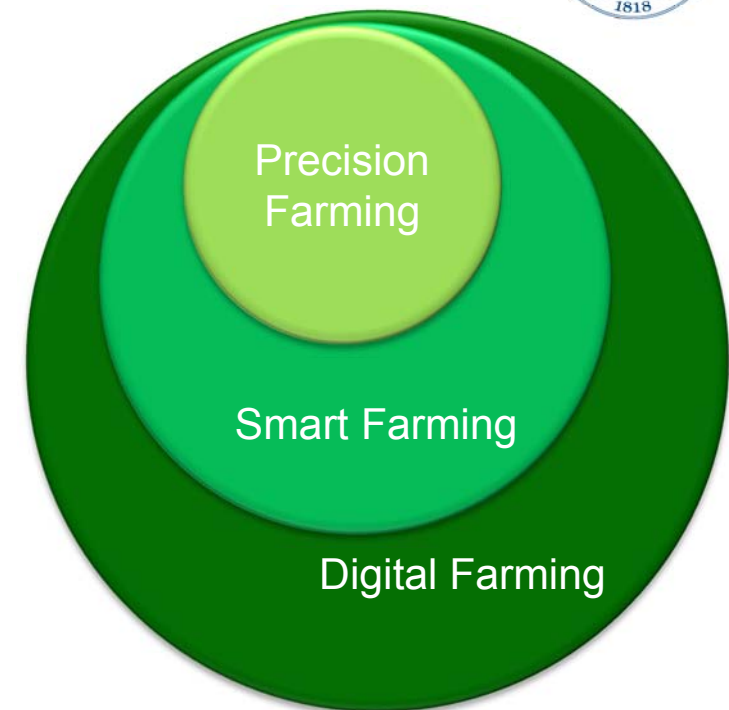
## EINLEITUNG - Definition Begriffe Landwirtschaft 4.0

- Mechanisierung
  - Steigerung Produktivität
    - Werkzeuge, Diesel- & Elektromotoren
  
- Grüne Revolution
  - Intensivierung der Produktion
    - Chemische Betriebsmittel, Züchtung etc.
  
- Biotechnische Revolution
  - Anpassung an Produktionsbedingungen
    - Biotechnische Verfahren, Marker, gesteigerte Selektion etc.
  
- Precision & Smart & Digital Farming
  - Optimierung komplexer Systeme
    - Anwendung von Informations- & Datentechnologie



## EINLEITUNG - Definition Begriffe

- Precision Farming
  - Optimierung von Wachstumsbedingungen (Sensorik & Applikationstechnik)
  
- Smart Farming
  - Entscheidungsunterstützung (Fusion & Analyse von Information, ‚Drowning in Information‘)
  
- Digital Farming & Farming 4.0
  - Internet der Dinge & Vernetzung & Big Data







# STANDRAUM- VERTEILUNG

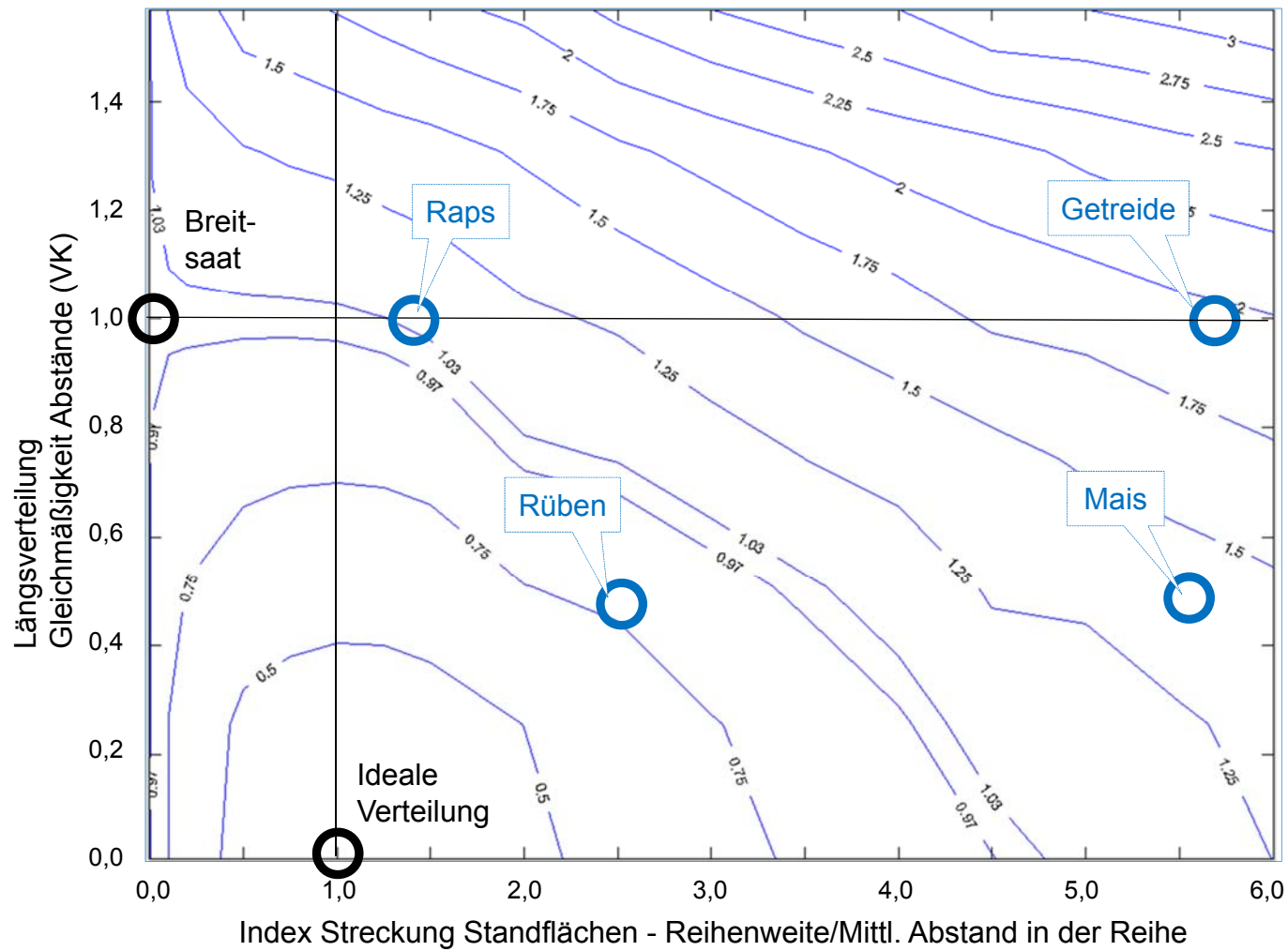


## STANDRAUMVERTEILUNG - Vorteile

- Variierende Qualität der Standflächenverteilung:
  - Ressourcen wie Nährstoffe und Wasser sind häufig nicht gleichmäßig den Kulturpflanzen zugeteilt
  - Intraspezifische Konkurrenz beginnt früh während der Vegetation
  - Unterdrückung von Unkraut ist stark abhängig von der räumlichen Struktur des Bestandes
  - Unterschiedliche Beschattung beeinflusst Bodenfeuchte
  
- Die Standflächenverteilung wird hauptsächlich bestimmt von den Parametern
  - Abstand zwischen den Reihen (Reihenweite) und
  - Verteilung der Pflanzenabstände in der Reihe (Längsverteilung).



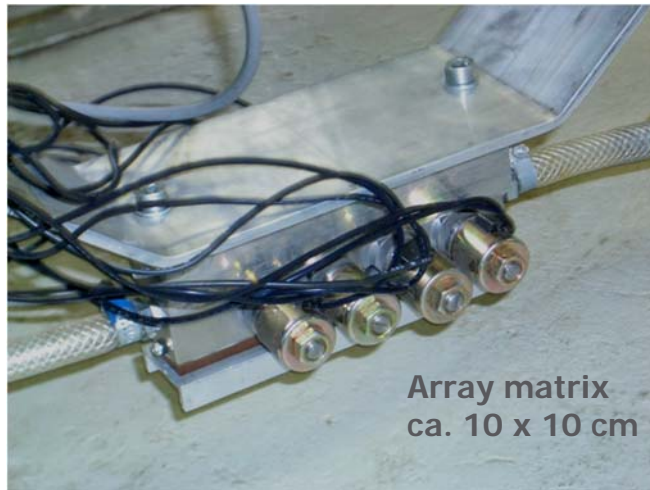
# STANDRAUMVERTEILUNG – Gleichmäßigkeit der Bestände



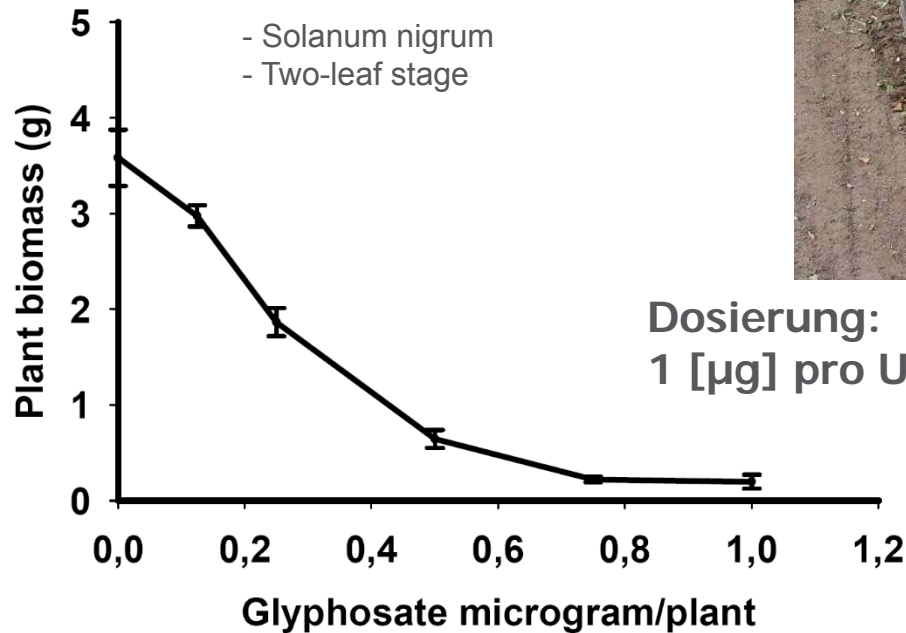


# CHEM. PFLANZENSCHUTZ

PFLANZENSCHUTZ - Effizienz - Micro-Sprayer



Array matrix  
ca. 10 x 10 cm



Dosierung:  
 $1 \text{ } [\mu\text{g}] \text{ pro UK-Pflanze} * \text{UK-Dichte } 100 \text{ pro m}^2 =$   
 $1 \text{ [g/ha]}$

Source: Soegaard & Lund, 2006



# BODENSENSORIK

## BODENSENSORIK - Oberboden

- Topsoil Mapper – Echtzeit-Messsystem zur berührungslosen Erfassung von beispielsweise Verdichtung, Wassersättigung und Bodenart.



Quelle: GEOPROSPECTORS, 2015



# KLEINRÄUMIGKEIT



## KLEINRÄUMIGKEIT - Elektrische Leitfähigkeit – Soil Electric Conductivity (SEC)

MCD: Mean Correlation Distance

	Nugget (mS/m) <sup>2</sup>	Sill (mS/m) <sup>2</sup>	Nugget/ Sill Ratio (%)	Range (m)	Model	MCD (m)
Egeskov	4.0	32.0	12.5	210	Spher.	96
Nibe	2.0	35.0	5.7	189	Spher.	78
Odder	1.0	18.5	18.5	140	Spher.	58
Spørring	0.1	3.5	2.9	39	Spher.	16
Tappernøje	2.0	-	-	-	Linear	-
Tommerup	1.0	27.0	3.7	90	Expo.	59
Viborg	0.7	6.4	10.9	64	Spher.	29
Aarhus	0.0	270.0	0.0	135	Expo.	86



## KLEINRÄUMIGKEIT - Spektrale Reflexion Bestand - Canopy Light Reflection (CLR)

MCD: Mean Correlation Distance

	Nugget (-)	Sill (-)	Nugget/ Sill Ratio (%)	Range (m)	Model	MCD (m)
Egeskov	0.00	0.315	0.0	56	Spher.	22
Nibe	0.38	0.780	48.7	75	Spher.	52
Odder	0.00	0.260	0.0	124	Spher.	80
Spørring	0.00	0.199	0.0	41	Spher.	16
Tappernøje	0.00	0.001	0.0	44	Spher.	17
Tommerup	0.00	0.360	0.0	38	Spher.	15
Viborg	0.00	0.600	0.0	36	Spher.	14
Aarhus	0.00	0.158	0.0	40	Spher.	16



# KLEINRÄUMIGKEIT - Skalierung der Wachstumsbedingungen

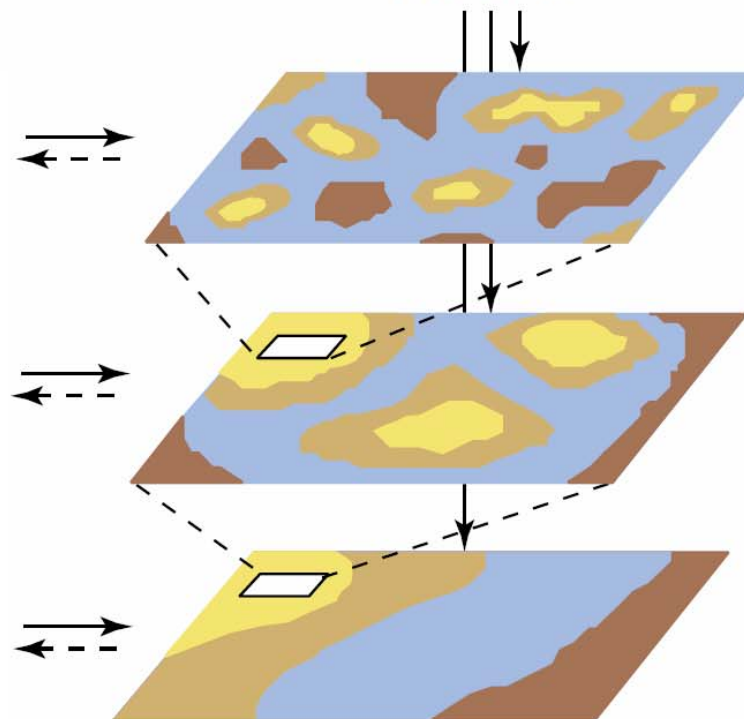
## Umweltfaktoren

Mikro-Gradienten (<1m):  
Wurzeln & andere  
organische Komponenten,  
Bodenstruktur, Nährstoffe

Teilschlag-Gradienten (1-10m):  
Wühlschäden, individuelle  
Pflanzen und UK-Nester

Feld-Gradienten (10-100m):  
Textur, Humus,  
Topografie, Vegetation

## Störungen



## Populationsprozesse

Vermehrung  
Mortalität  
Aktive Ausbreitung  
Kryptobiose  
Konkurrenz  
Raub  
Mutualismus

Passive  
Verteilung

Source: Ettema & Wardle, 2002

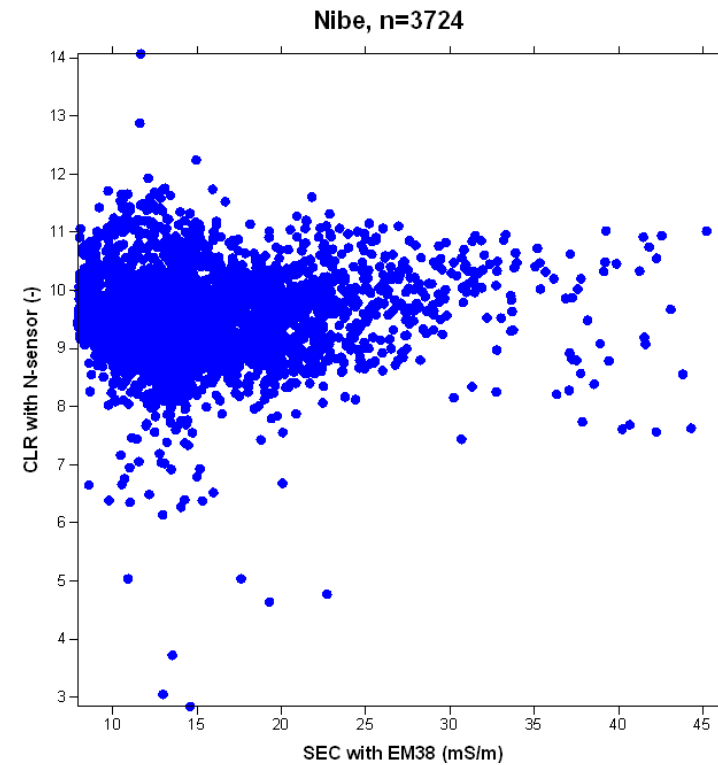
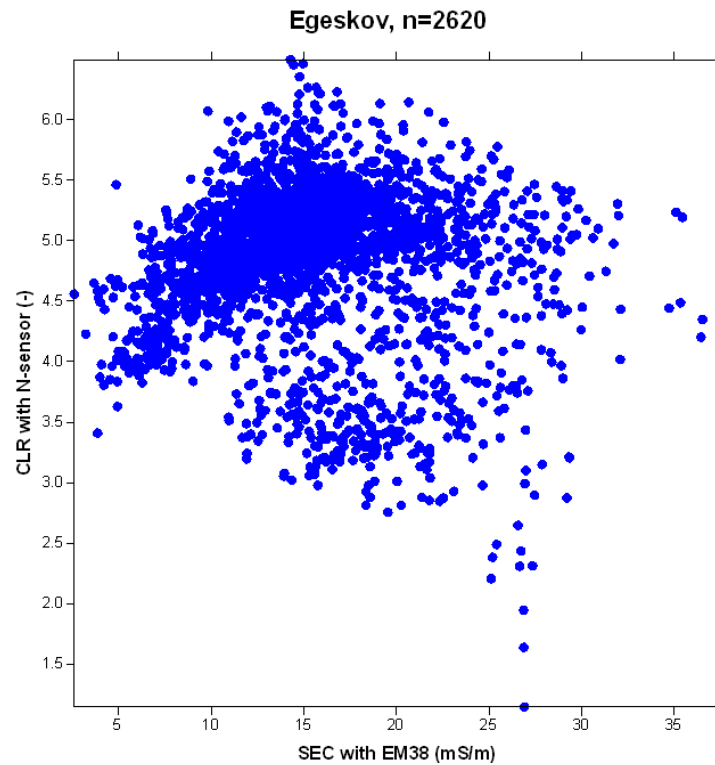


# MEHR- PARAMETRISCH



# MEHRPARAMETRISCH - I

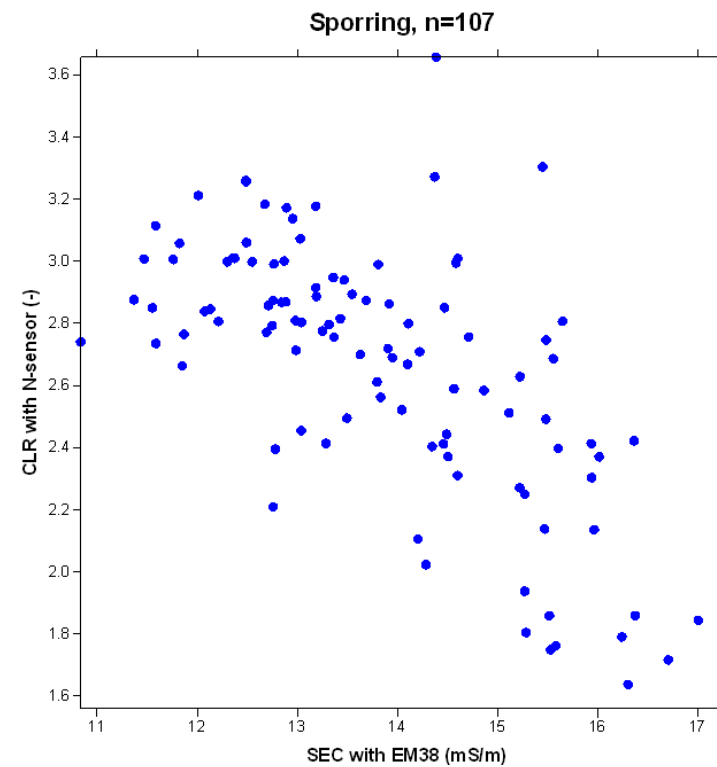
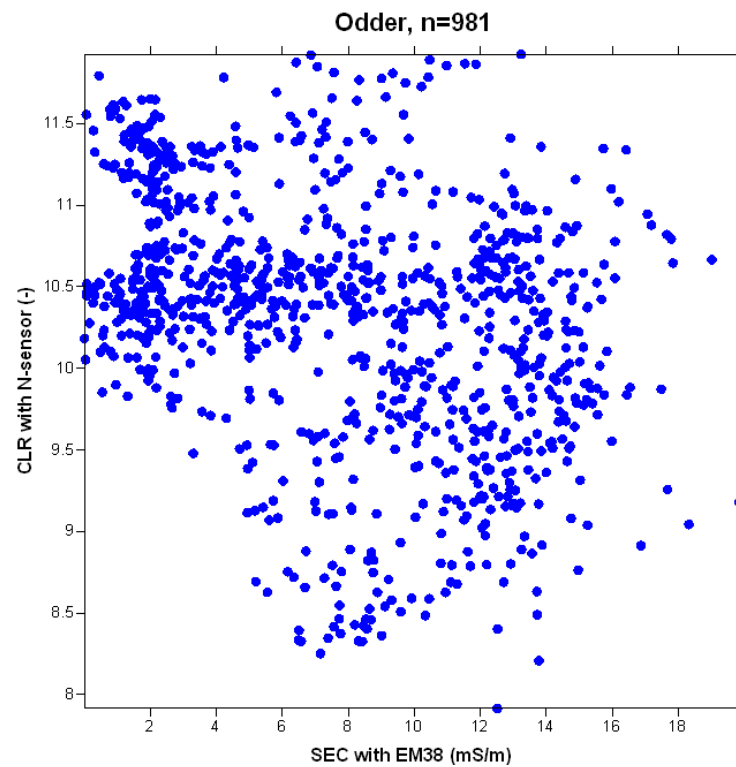
## Korrelationen Pflanzen- & Bodeneigenschaften





# MEHRPARAMETRISCH - II

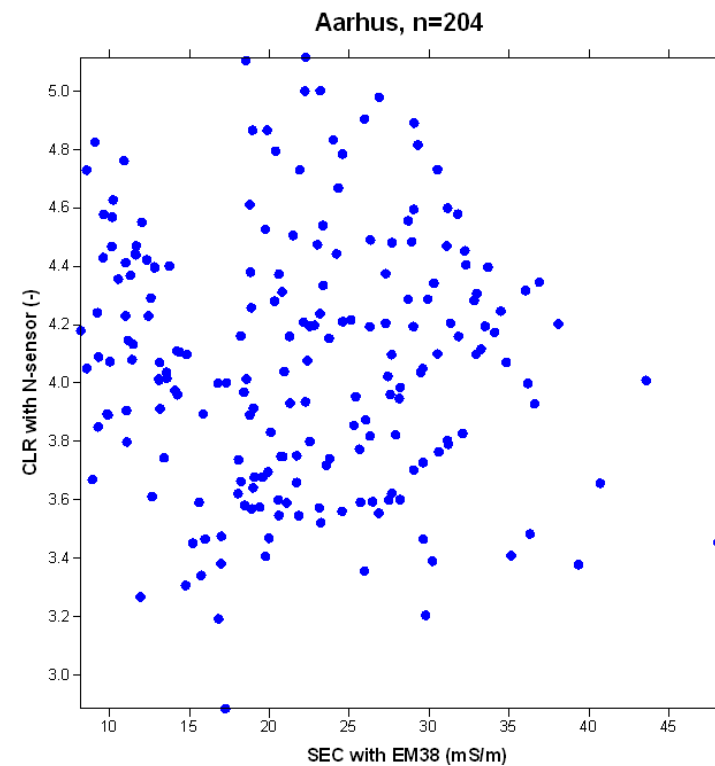
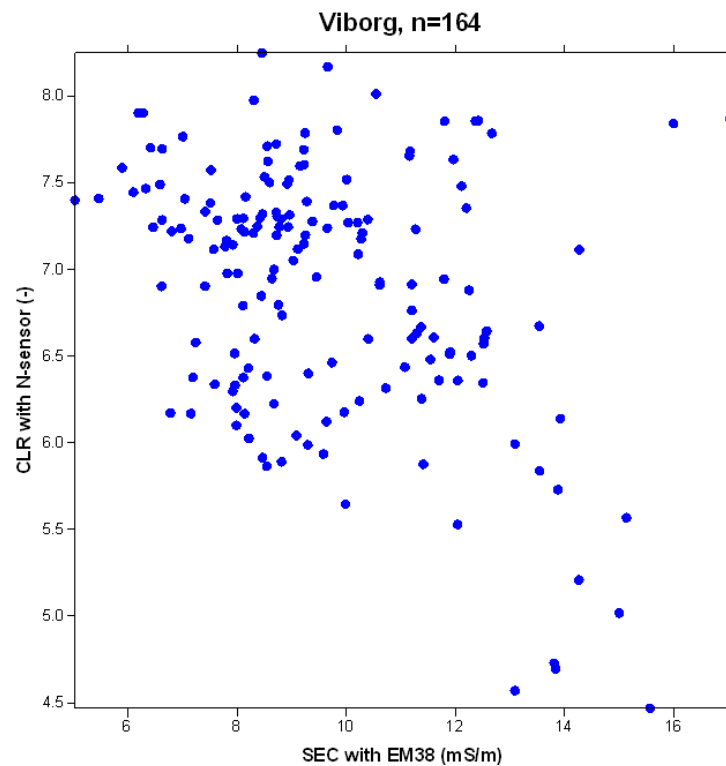
## Korrelationen Pflanzen- & Bodeneigenschaften





# MEHRPARAMETRISCH – III

## Korrelationen Pflanzen- & Bodeneigenschaften





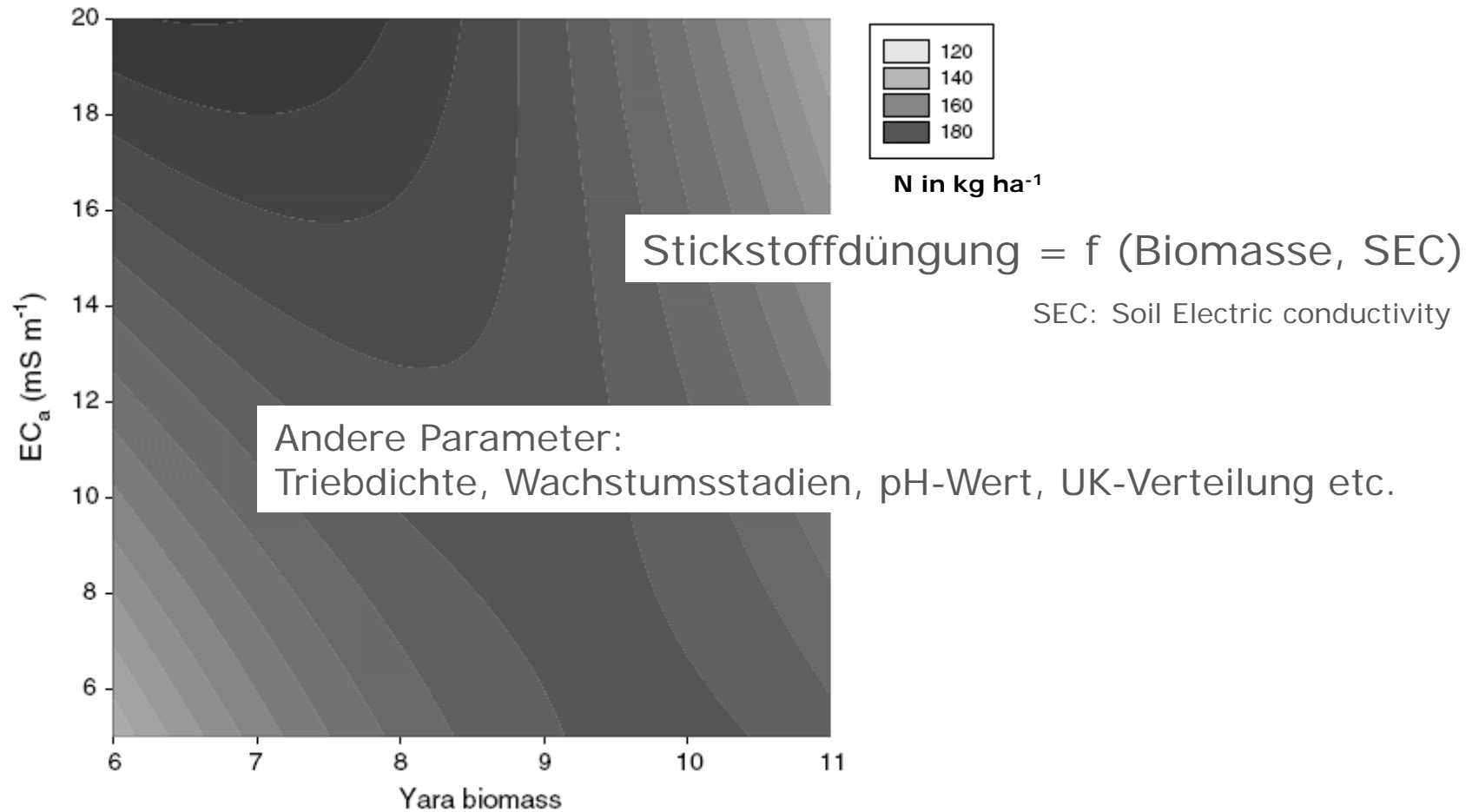
## MEHRPARAMETRISCH - Generell

- Pflanzenwachstum =  $f(N, P, K, \text{Wasser, Licht, pH} \dots)$



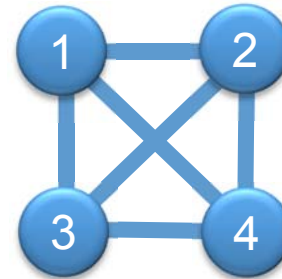
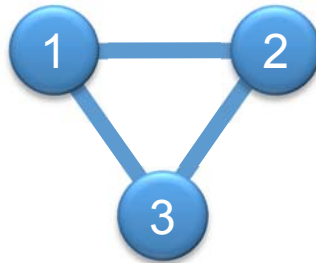


## MEHRPARAMETRISCH – Wechselwirkung Prozessparameter



Source: Berntsen et al. 2006

## MEHRPARAMETRISCH – Beschreibung der Wechselwirkungen



### Wechselwirkungen

$n = 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - \dots$

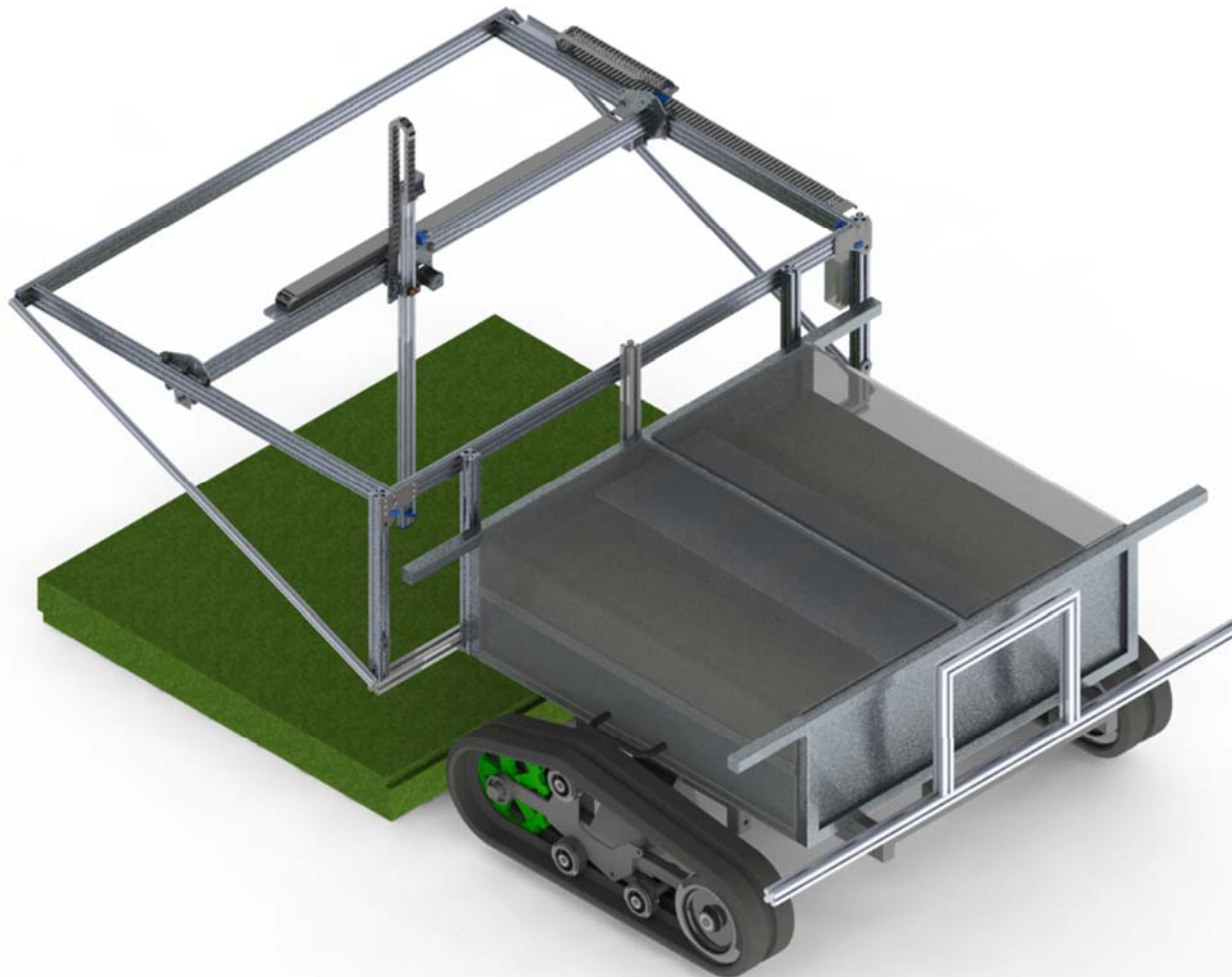
$w = 1 - 3 - 6 - 10 - 15 - 21 - 28 - \dots$

Metcalf's law:  $w = n(n-1)/2$

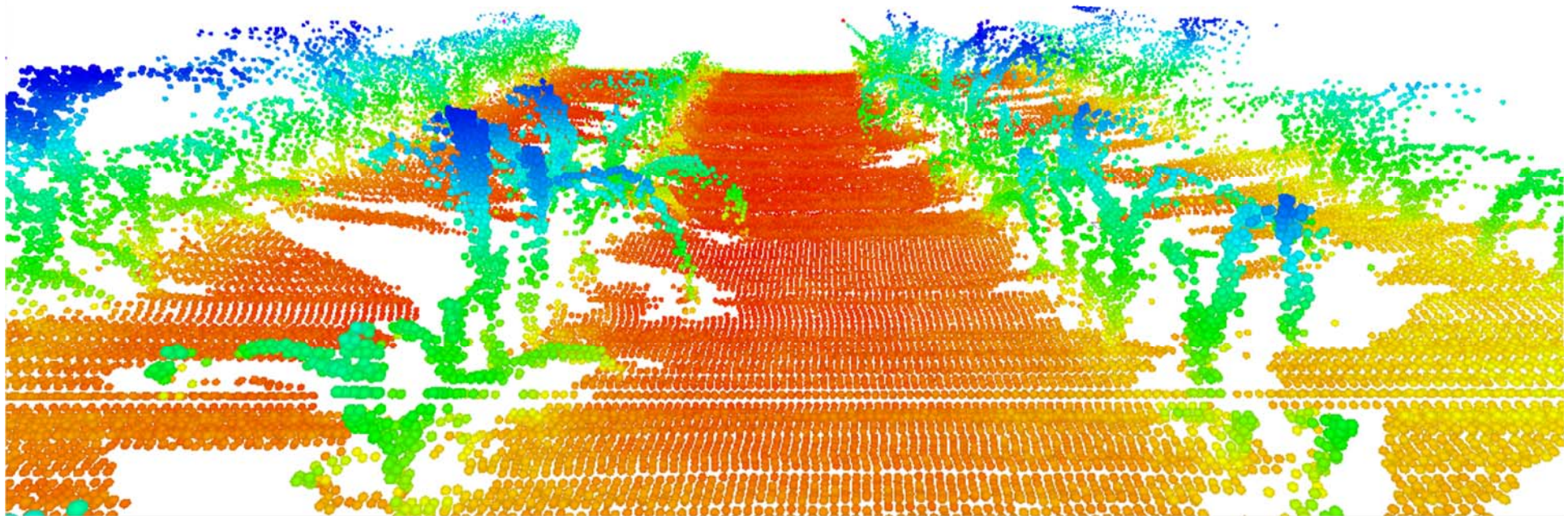


# ROBOTIK

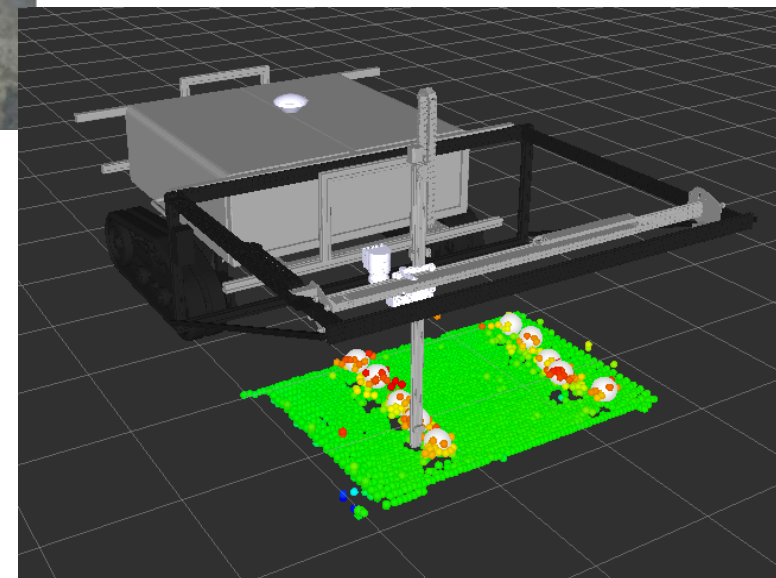
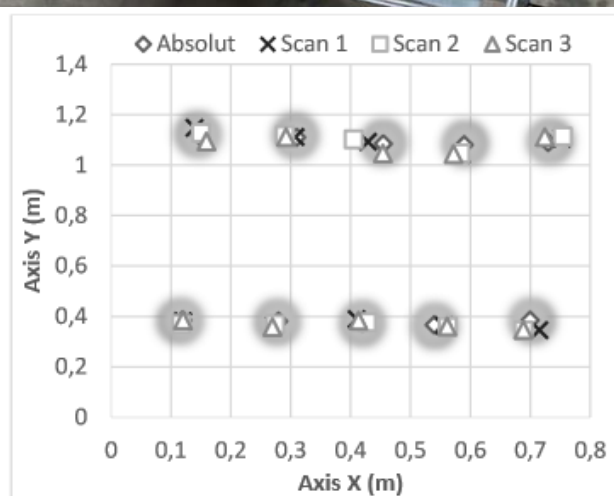
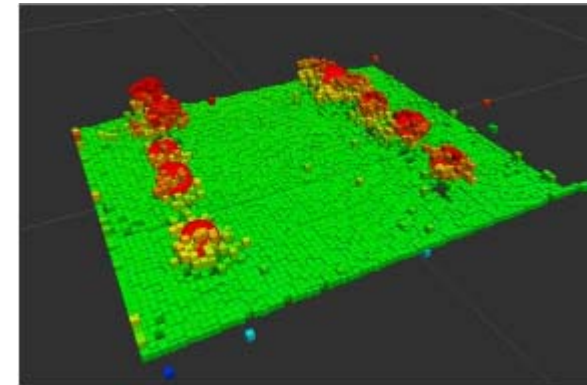
ROBOTIK -  
3D-Rahmen für Kartierung & Applikationen



ROBOTIK -  
Sensorik in Mais - LIDAR



# ROBOTIK – Individuelle Pflanzenbehandlungen

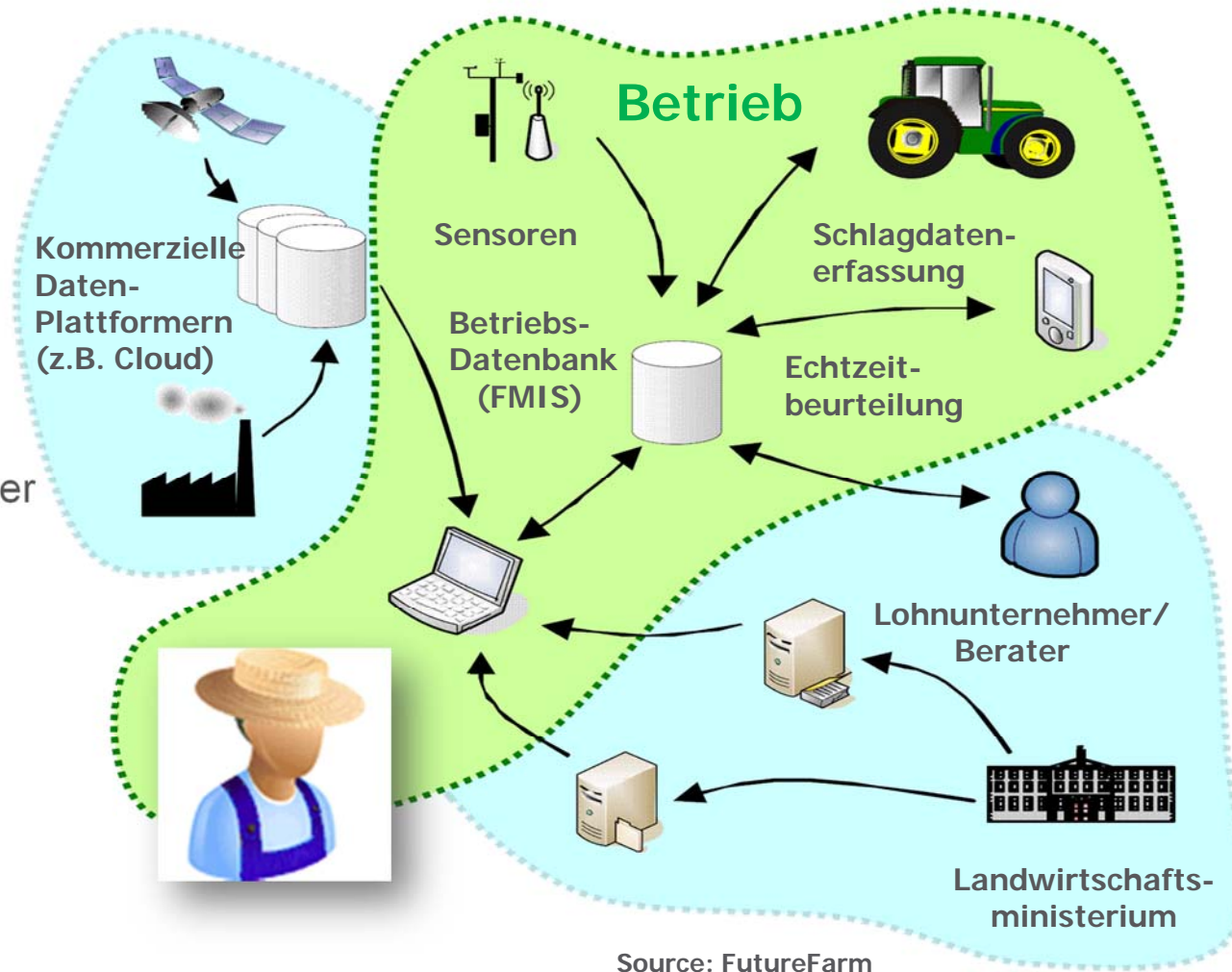




# VERNETZUNG

## VERNETZUNG - Intern & extern

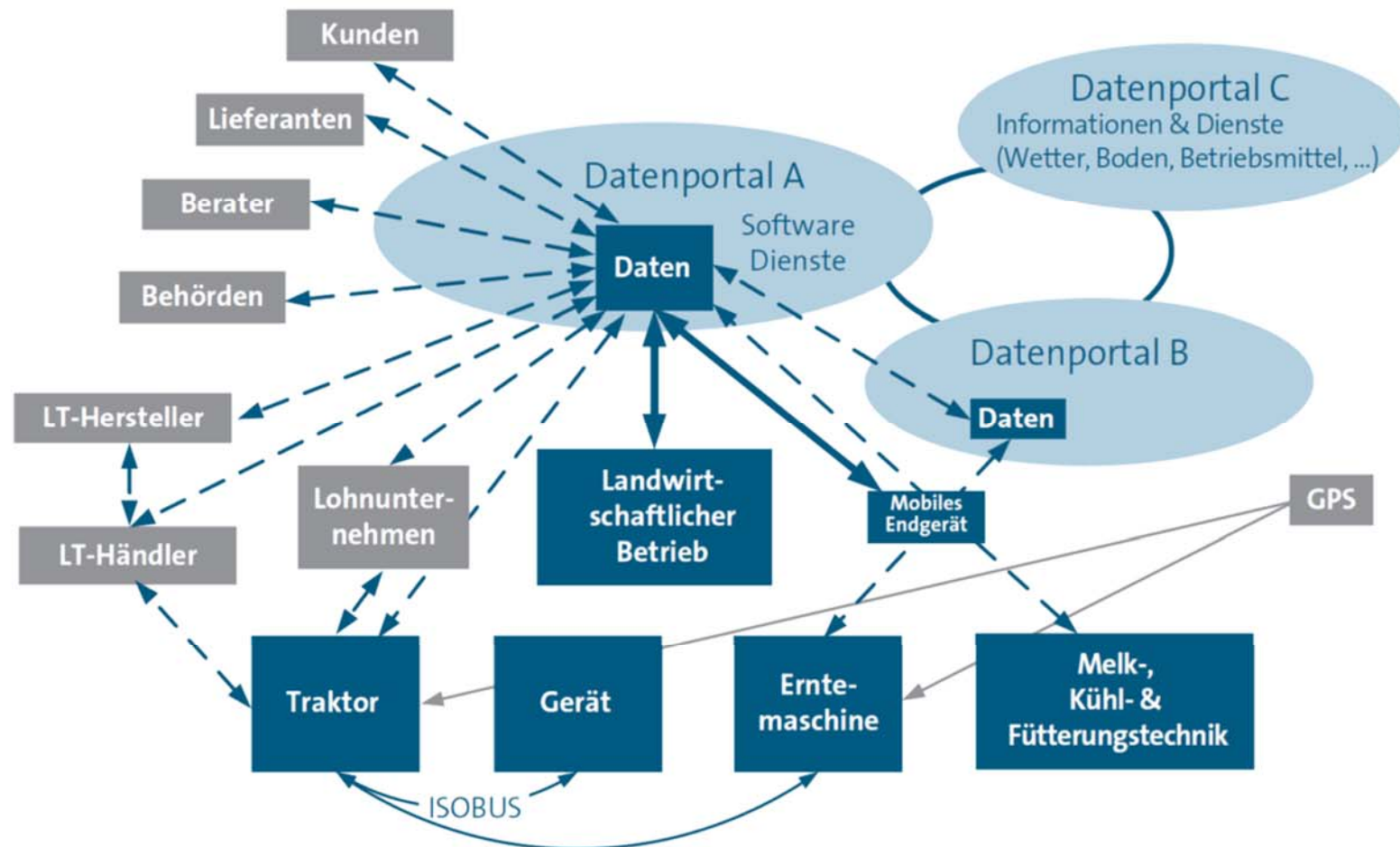
- Intern:
  - Betrieb
  - Prozesse
  - Maschinen
  
- Extern:
  - Betrieb
  - Geschäftspartner
  - Internet
  
- Bedingung: Gute Tele-Kommunikationsstrukturen







# VERNETZUNG - Zukünftiger Betrieb



Source: VDMA 2016 Landwirtschaft 4.0



# DATENSCHUTZ & -SICHERHEIT

# Datenschutz & -sicherheit: Beispiel Ertragskartierung

Lohnunternehmer drischt für Landwirt Piepenbrink. Maschine ist mobil vernetzt mit Herstellerserver. Schlag- und Ertragsdaten werden erfasst.

Wem gehören die (Ertrags-)Daten?

- 1 - Dem Landmaschinenhersteller, Betriebsdaten von Maschinen werden genutzt für Diagnose und Wartung.
- 2 - Dem Mähdrescherfahrer, da personenbezogene Daten („Recht auf informationelle Selbstbestimmung“)
- 3 - Dem Landwirt, sein Betriebsgeheimnis, seine Betriebs- und Geschäftsdaten



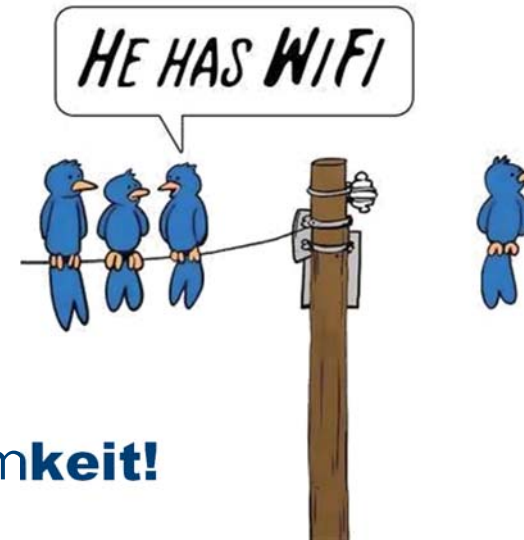
# FAZIT



## FAZIT – Digitale Landwirtschaft

- Steigerung der Effizienz der Ressourcennutzung
  - Effekte auf Umwelt, Ökonomie und Produktqualität (Food Safety)
  
- Robotik wird kommen
  - ... insbesondere in Kombination mit den Sonderkulturen und dem Ökolandbau
  
- Der Landwirt bleibt trotz der Automation ein wichtiger Teil des Managementsystems
  - ... durch Automatisierung mehr Zeit für das Wesentliche
  
- Risiken des Datenmissbrauchs
  - Datensicherheit muss gegeben sein
  - Datenschutz evtl. vom Gesetzgeber nachgebessert

ENDE



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!