

Digitale Technologien für den Pflanzenschutz – aktuelle Methoden und Entwicklungspotentiale

IfZ Göttingen
Anne-Katrin Mahlein
Zukunft des Pflanzenschutzes, DAF-Tagung
05.10.2017

3

Schlüsselfragen

- Was ist der Status quo ?
 - Was ist bereits möglich ?
 - Was wurde bereits in praktischen Anwendungen implementiert ?
 - Was sind die Pläne für die Zukunft ?
 - Was ist unrealistisch (?)
- Was sind die Hauptaktivitäten der Agribusiness-Unternehmen ?
- Was ist die Situation der Landwirte ?
- Welche Ausbildung benötigen zukünftig Landwirte und Berater ?
- Was sind die erwarteten Kosten und/oder der ökonomische Vorteil?

3

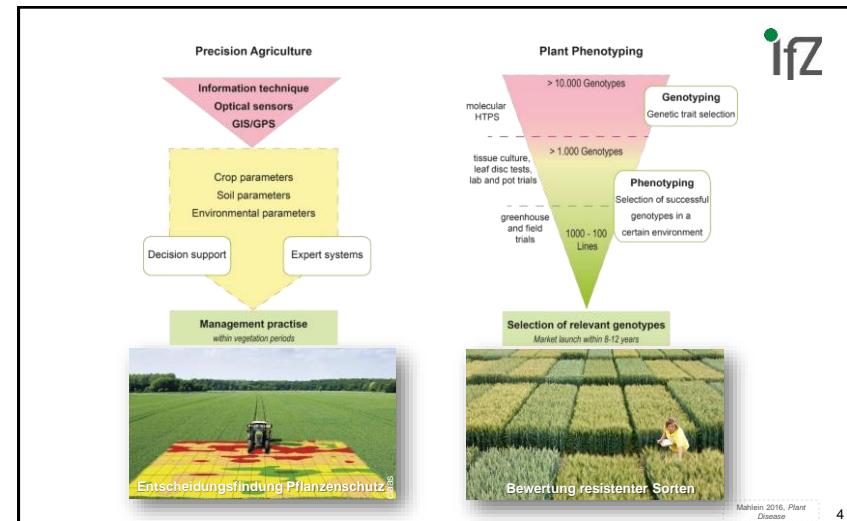
Grundidee

- Einsatz von **optischen Sensoren, GPS, GIS** und **innovativen Datenanalysemethoden** zur Verbesserung pflanzenbaulicher Maßnahmen
- Monitoring von Wachstum und Bestandesentwicklung
 - Wachstumsstadien, Biomasse, Ertrag, Bestandesdichte, Bestandesschluss
- **Erfassung von Pflanzenstress**
 - Abiotisch: Trockenstress, Nährstoffmangel, Hitze, Kälte
 - **Biotisch: Pflanzenkrankheiten, Insekten, Unkräuter**



Objektiv, reproduzierbar, automatisch, hoher Durchsatz

2



4

Erfassung von Krankheiten mit dem Auge

Konventionelle Entscheidungsfindung:

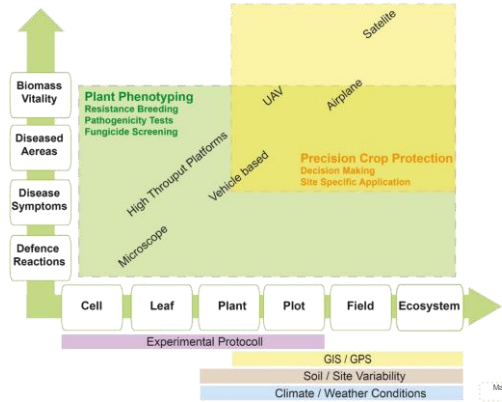
- Erfassung erster Symptome
- Krankheitsidentifizierung
- Quantifizierung der Befallsstärke
- Zusammenspiel visueller und kognitiver Fähigkeiten
- **Erfordert Erfahrung**



Ergänzend zu Expertensystemen die Standardmethode für die Erfassung von Krankheiten und Entscheidungsfindung

5

Sensorische Erfassung von Pflanzen – eine Frage der Skalenebene



7

Optische Sensoren für die Erfassung von Krankheiten

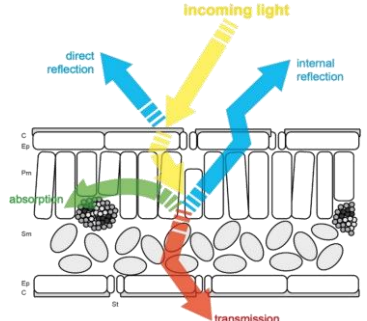
- Wirt-Pathogeninteraktionen unterscheiden sich in ihrer Symptomausprägung, dies führt zu spezifischen spektralen Signaturen Mahlein et al. 2012, Plant Meth
- Sensortechnologien ermöglichen eine reproduzierbare und objektive Erfassung von Pflanzenkrankheiten Rumpf et al 2010, Comp EI Agr



6

Hyperspektrale Reflektion – der Weg des Lichts

- Erfassung der Reflektion im sichtbaren Bereich, Nahinfrarot und kurzwelligem Infrarot (400 – 2500 nm)



8

Hyperspektrale Reflektion – der Weg des Lichts

ifz

- Erfassung der Reflektion im sichtbaren Bereich, Nahinfrarot und kurzwelligen Infrarot (400 – 2500 nm)

Mahlein 2016, Plant Disease

9

Hyperspektrale Daten

ifz

Hyperspektraler Bildwürfel Spektrale Signatur

1 Signatur pro Pixel

11

Einfluss von Pflanzenkrankheiten

ifz

- Veränderungen im Pigmenthaushalt
- Veränderungen im Wasserhaushalt
- Anreicherung und Abbau von Metaboliten
- Veränderungen in der Zell und Blattstruktur
- Anreicherung von pilzlichen Toxinen
- Veränderungen in der Source-Sink Relation

Physiologische und metabolische Eigenschaften beeinflussen die optischen Eigenschaften von Pflanzen

10

Automatische Detektion von Cercospora Blattflecken

ifz

HSI Cube Clustering

Erfassung von Clustern mit dem größten Abstand zu gesunden Pixeln

Erfassung eines Simplex pro Cluster - > Darstellung der Cluster über wenige Extreme


9 dai

15 dai

Mahlein et al., unpublished 2017

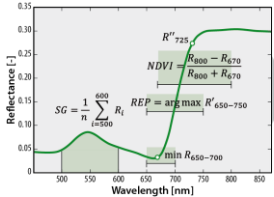
12

Früherkennung von Pflanzenkrankheiten

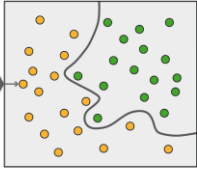


- Vor sichtbaren Symptomen?
- Überwachte Klassifikation mittels „Support Vector Machines (SVM)“

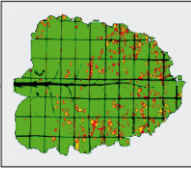
Berechnung spektraler Merkmale



Automatische Klassifizierung


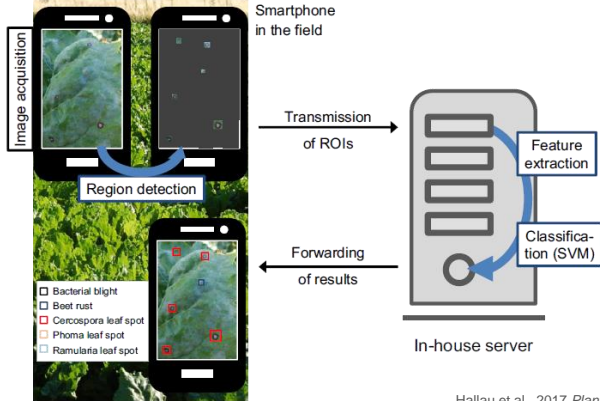







Krankheitserkennung



Behmann et al. 2015, Precision Agriculture **13**


“Smarte” Krankheitserkennung

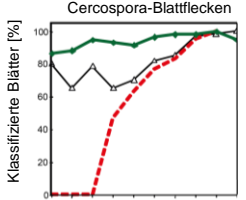
Hallau et al., 2017 Plant Pathology **15**

Früherkennung von Pflanzenkrankheiten

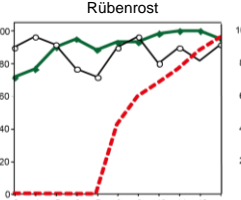


- Überwachte Klassifikation mittels „Support Vector Machines (SVM)“

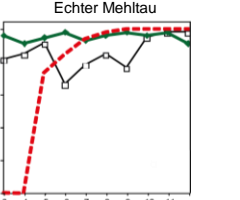
Cercospora-Blattflecken



Rübenrost



Echter Mehltau




Day after inoculation [da]

- Inokuliert (erkrankt)
- Nicht inokuliert
- Sichtbare Symptome

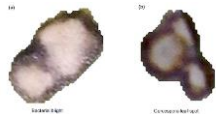

Rumpf et al. 2010, Computers and Electronics in Agriculture **14**

“Smarte” Krankheitserkennung



- Detektion von Blattkrankheiten mit einer Genauigkeit von >93 %, Identifikation >83 %:
 - Cercospora-Blattflecken, Ramularia-Blattflecken, Phoma-Blattflecken, Rübenrost, Bakterielle Blattflecken
- Regionen Erkennung
 - ...erosion bands,...local binary patterns,...
- Klassifizierung mittels Support Vector Machines
- Verbindung zu ISIP CERC BET

- Veröffentlicht als **“Rübenblatt-Scan”** über ISIP
- *Erhältlich in App-Stores für Android und iOS*

Hallau et al., 2017 Plant Pathology **16**

Aktivitäten der Agribusiness-Unternehmen

Bayer CropScience Digital Farming Group



MONSANTO BIO TECHNOLOGY
innovation · collaboration · speed



John Deere
Connected Crop Protection / Pesticide Application Manager



Claas Landwirtschaft 4.0

VERNETZTE ERNTEGERÄTE, -MASCHINEN UND MENSCHEN
INDUSTRIE 4.0 ERHÖHT DIE PRODUKTIVITÄT



BOSCH
Technik für Leben

Deepfield Robotics



Project Mars (Agco)



17

Was ist die Zukunft des Pflanzenschutzes?

Technischer Fortschritt wird die landwirtschaftliche Praxis signifikant beeinflussen

... hierfür ist **interdisziplinäre Forschung notwendig!**






19

Zusammenfassung und aktuelle Herausforderungen

- **Detektion, Quantifizierung und Identifizierung** von Pflanzenkrankheiten ist möglich
- Grundlegende Methoden zur Erkennung von **Krankheiten und Abwehrreaktionen** sind entwickelt
- **Skalenunabhängige Muster** für eine Übertragung von der Blattebene auf die Bestandesebene möglich
- **Transfer** von Forschungsergebnissen in die **Praxis**
- Definition von **geeigneten Plattformen** und **spezifischen Sensoren**
- Integration in das Konzept des **Integrierten Pflanzenschutzes**
- Verbindung zu **Expertensystemen** und **Vorhersagemodellen**

18

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Dank an:
Alle Mitarbeiter des Instituts für Zuckerrübenforschung und des INRES- Pflanzenkrankheiten, Universität Bonn & CROP.SENSE.net network

Mirwaes Wahabzada
Jan Behmann
Stefan Paulus
Matheus Kuska
Stefan Thomas
David Bohnenkamp
PD Dr. U. Steiner
PD Dr. E.-C. Oerke
Prof. Kristian Kersting
Prof. Uwe Rascher
Prof. H.-W. Dethle
Prof. B. Märländer
...



HORIZONT 2020









20

Detektion von Nematodennestern



Bsp. *Heterodera schachtii*

Flugzeugdaten, SAM-Klassifizierung

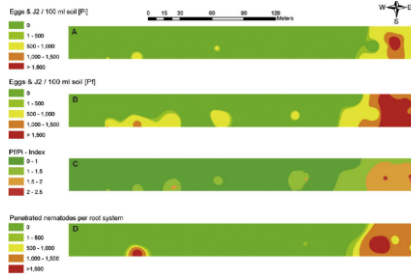


Fig. 4. AISA hyperspectral false colour infrared picture at GS 31 (A), and Spectral Angle Mapper classification (B) with class 1 (healthy)=red; class 2 (P<1000 eggs and J2/100 ml soil)=green; class 3 (P>1000 eggs and J2/100 ml soil)=blue; class 4 (RCRR-rating ≤ 3)=yellow; class 5 (RCRR-rating > 3)=cyan.

Hillnhütter et al. 2011