



Phänotypisierung und Fernerkundung für den Ackerbau: Möglichkeiten und Anwendungen

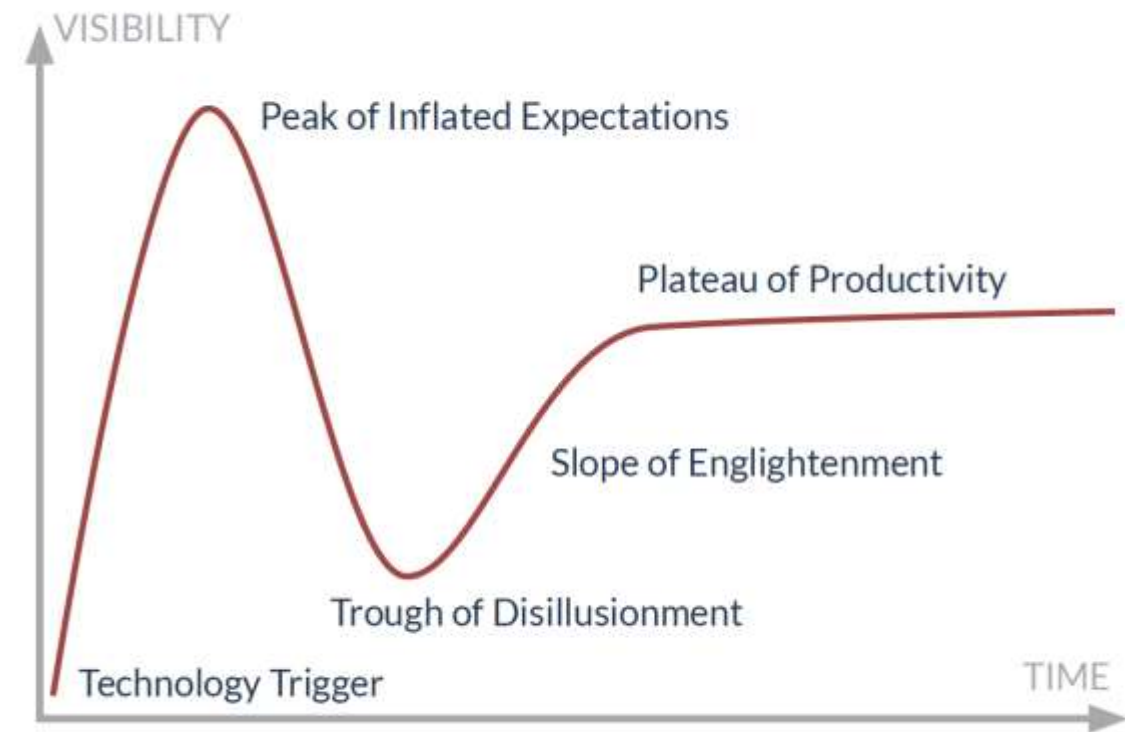
Prof. Achim Walter

Institut für Agrarwissenschaften und Direktor des ETH Studio AgroFood

ETH Zürich

Vorbemerkung: Digitalisierung & Landwirtschaft generell

- 'Big Data' und Digitalisierung schaffen Möglichkeiten für disruptive, grosse System-Veränderungen
- Wir beginnen, die Möglichkeiten und Risiken zu erkennen (rechts: peak of 'inflated expectations'), aber es wird noch eine Zeit dauern, bis das landwirtschaftliche System in der Schweiz stark verändert ist
- Die Schweiz hat jedoch hohe Kompetenzen in Technologie-Entwicklung und in nachhaltiger Landwirtschaft: Daher sollten wir alle eine aktive Rolle in diesem Prozess spielen.



Gliederung des Vortrags

- Definitionen und Einleitung mit Beispielen aus der Forschung
 - Fernerkundung
 - Phänotypisierung
- Anwendungen für Ackerbau und Pflanzenzüchtung
 - Hack- und Spritz-Roboter
 - Ernteroboter
 - Raschere Entwicklung neuer Sorten
- Zusammenfassung und Ausblick

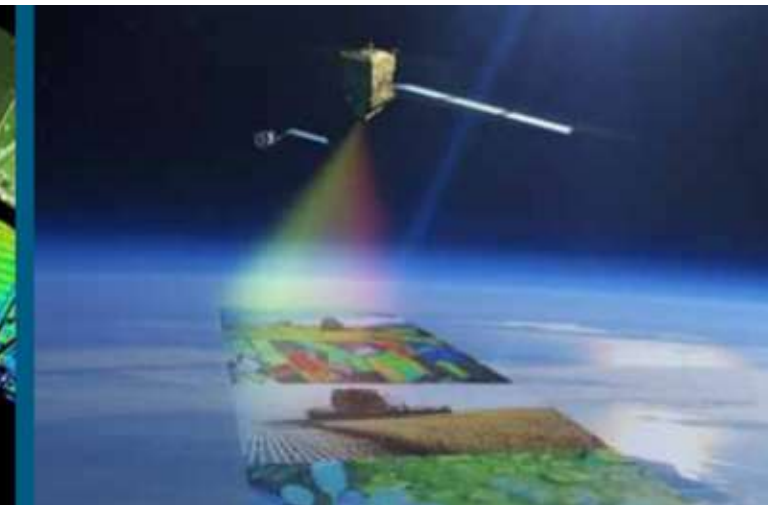
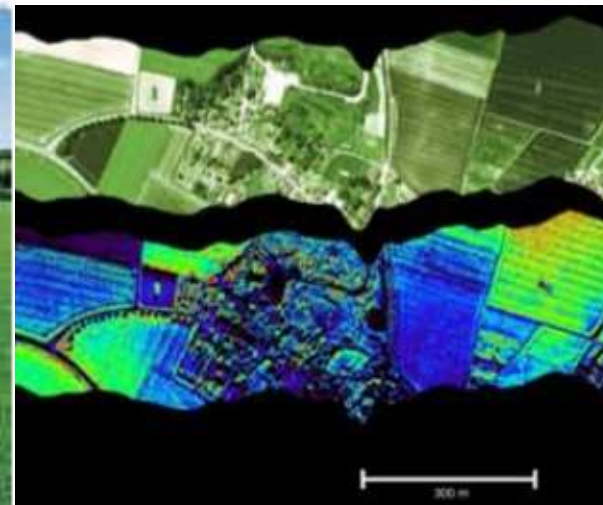
Fernerkundung: Basis von 'precision agriculture'



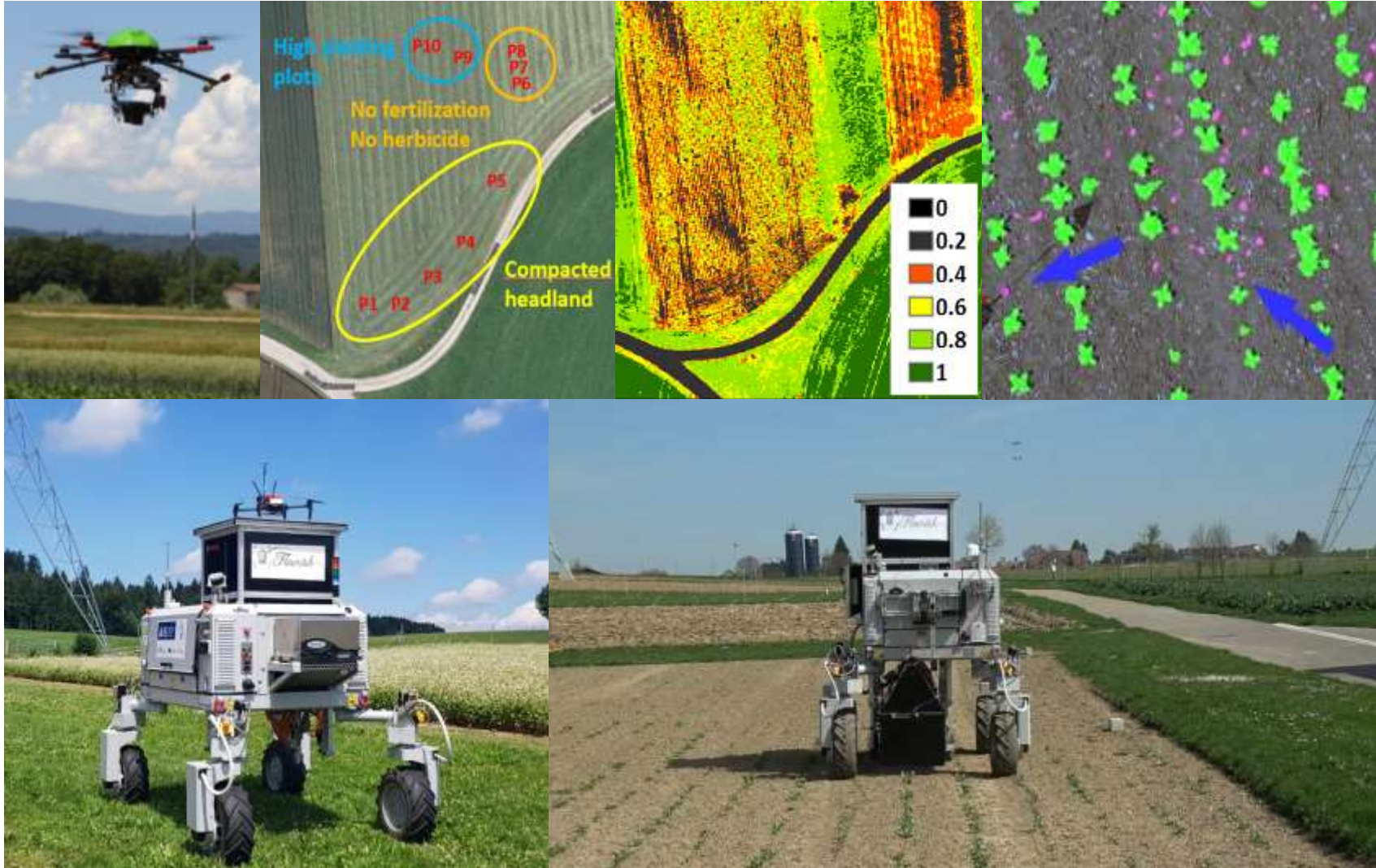
Sensor-Systeme (von Satelliten, Flugzeugen, Traktoren):

- Aktive Systeme (links) beleuchten eine Situation und messen die reflektierte Lichtintensität bei verschiedenen Wellenlängen (z.B. Rot und Infrarot)
- Passive Systeme (unten): Reflektiertes Sonnenlicht

Anwendungen: Vegetation oder Boden? Herbizideinsatz!
Farbe der Blätter? Dünge-Empfehlung!



Forschungsbeispiel aus ETH: EU-Projekt Flourish



- Drohne ermittelt mit passivem Sensor die mögliche Position von Unkraut-Zentren oder problematischen Bereichen im Feld
- Cloud schickt diese Information an Boden-Roboter (Bonirob, Amazone)
- Bonirob fährt dorthin und ermittelt mit besserem, aktivem Sensor, ob Handlungsbedarf besteht (mechanische Unkraut-entfernung; Düngung;...)

Phänotypisierung: Genaue Pflanzen-Vermessung

- Im Labor: Pflanzen mit Fließband zu Kameras transportieren (kommerzielle Anlagen seit 10 Jahren z.B. von Firma Lemnatec; Produktname Scanalyzer; siehe Bilder)
- Grösse, Zuwachs, Verzweigung, Reaktion auf Trockenstress, Temperatur, Pestizide o.ä. messen
- Nutzung v.a. zum Vergleich von Genotypen in Züchtungsexperimenten
- Anwendung bei allen grossen Saatgutfirmen
- Erste Anlagen werden derzeit auch im Freiland etabliert. Dort: Kameras zu den Pflanzen bringen

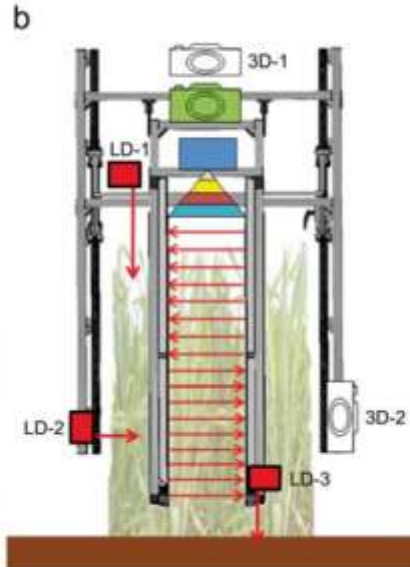


Feld-Phänotypisierung mit fest positionierter Anlage

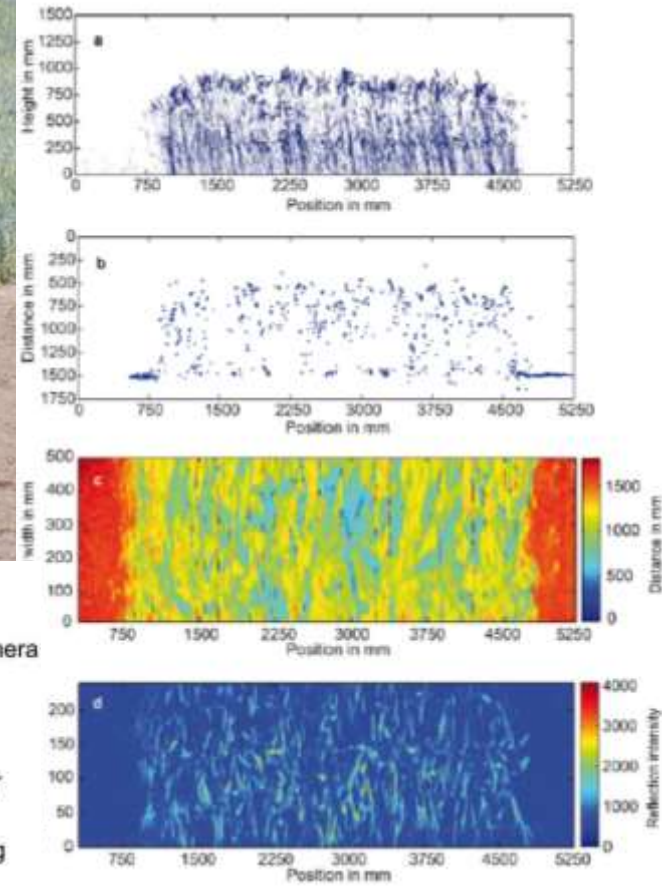
Erstes Produkt: Scanalyzer field (Lemnatec), z.B. in Rothamstead, GB



Phänomobile – z.B. ‚Breedvision‘ Anhänger aus D



-  3D Time-of-Flight camera
-  Colour camera
-  Laser distance sensor
-  Hyperspectral imaging
-  Light curtain imaging



Quelle: Busemeyer et al.
(2013) Sensors,
Universities Osnabrück
and Hohenheim, Germany



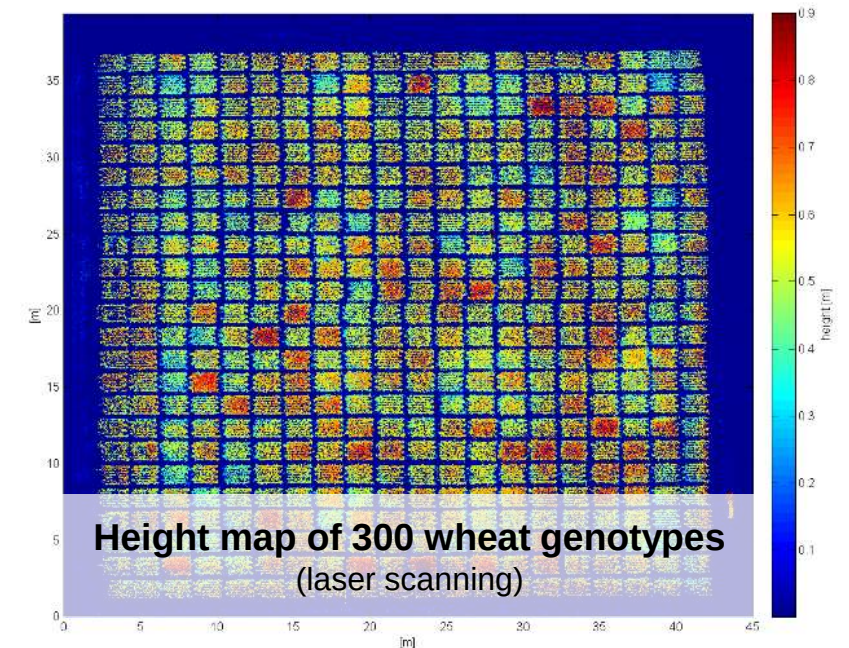
Phänomobil 'Hiphen',
Frankreich



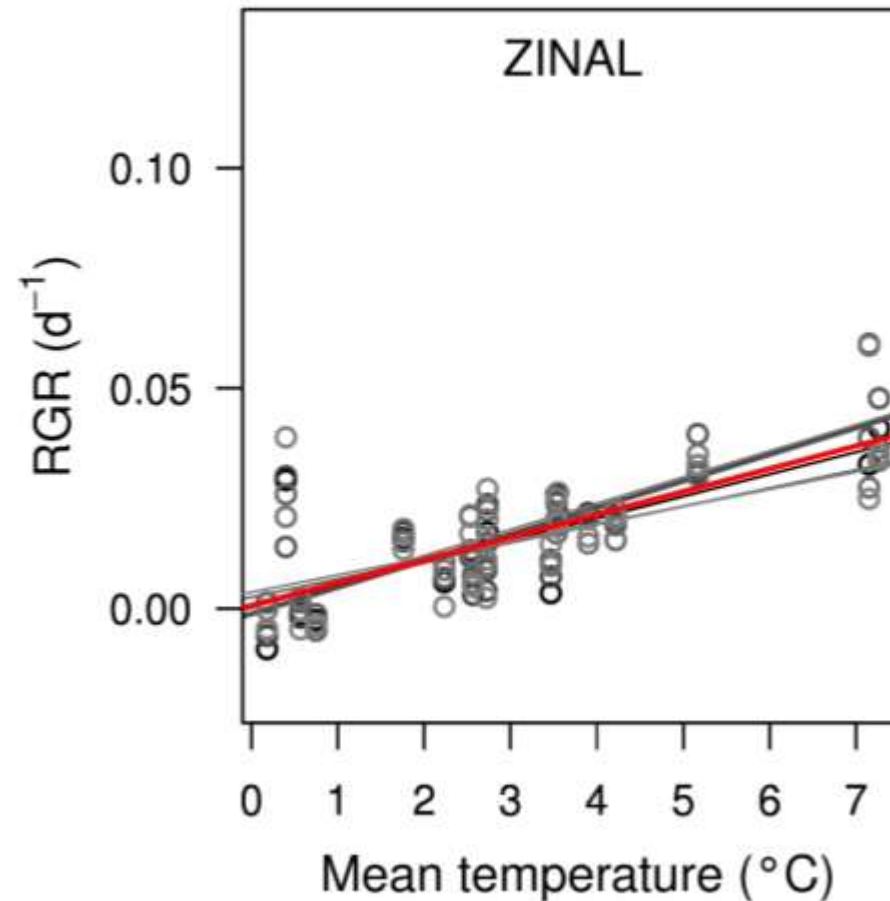
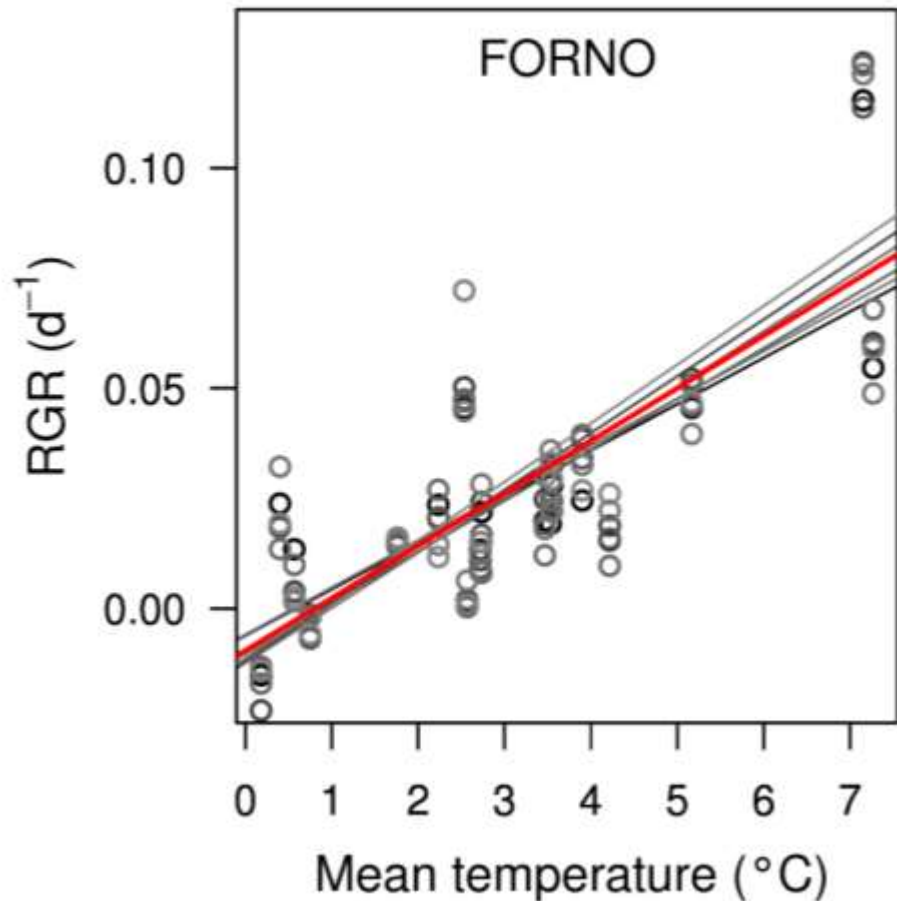
Einfacher Forschungs-
Aufbau, USA

Phänotypisierung an der ETH: FIP-Spidercam-Anlage auf 1 ha

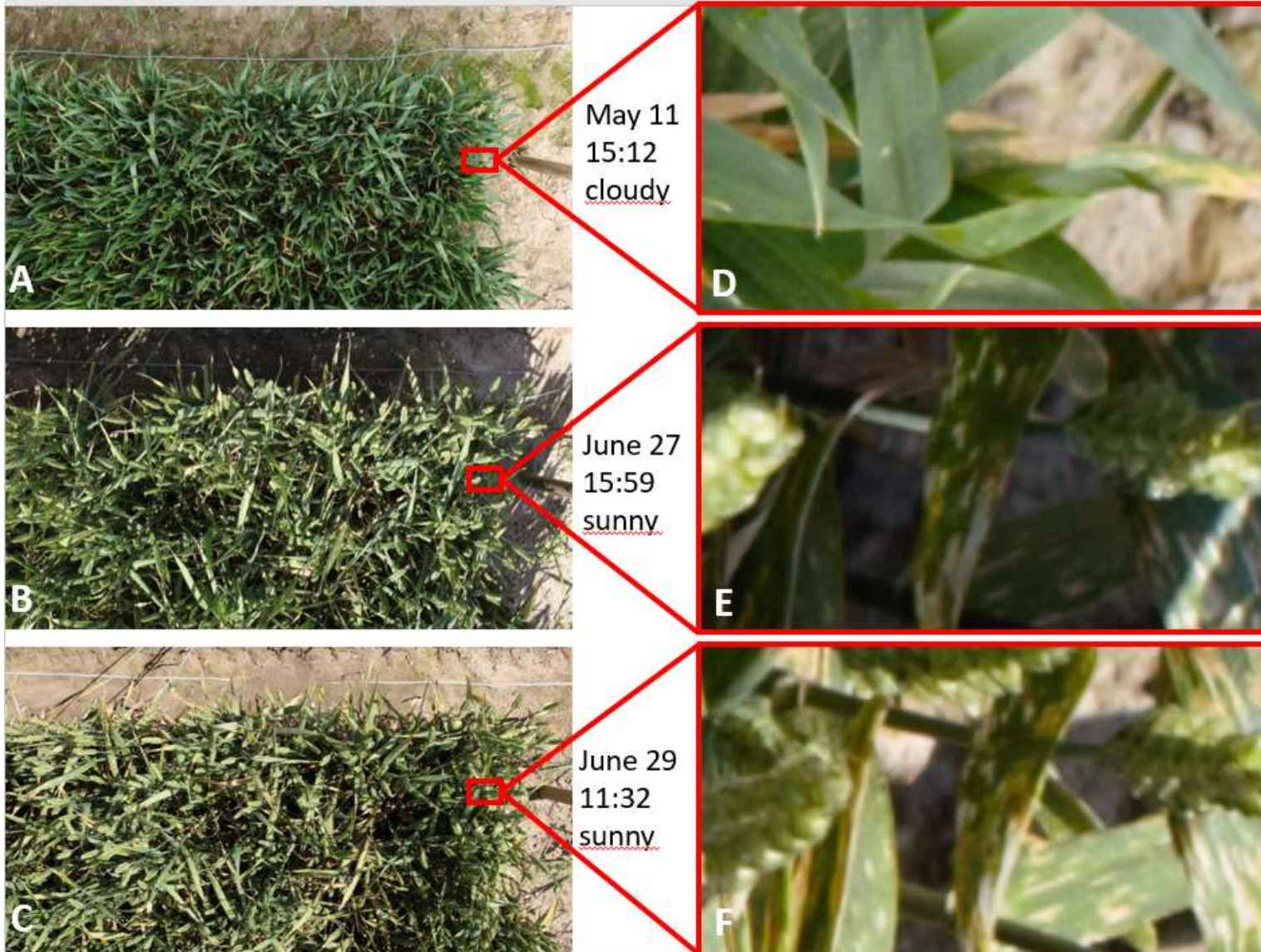
- Field Phenotyping Platform FIP: Seilkamerasystem mit vielen Kameras und Sensoren
- Messung von Pflanzenhöhe, -temperature, -farbe,...
- An Weizen, Soja, Mais,...



Anwendung: z.B. Unterschiede zwischen Saatgut bezüglich Temperatur-Abhängigkeit? Detektion von 'idealen' Genotypen



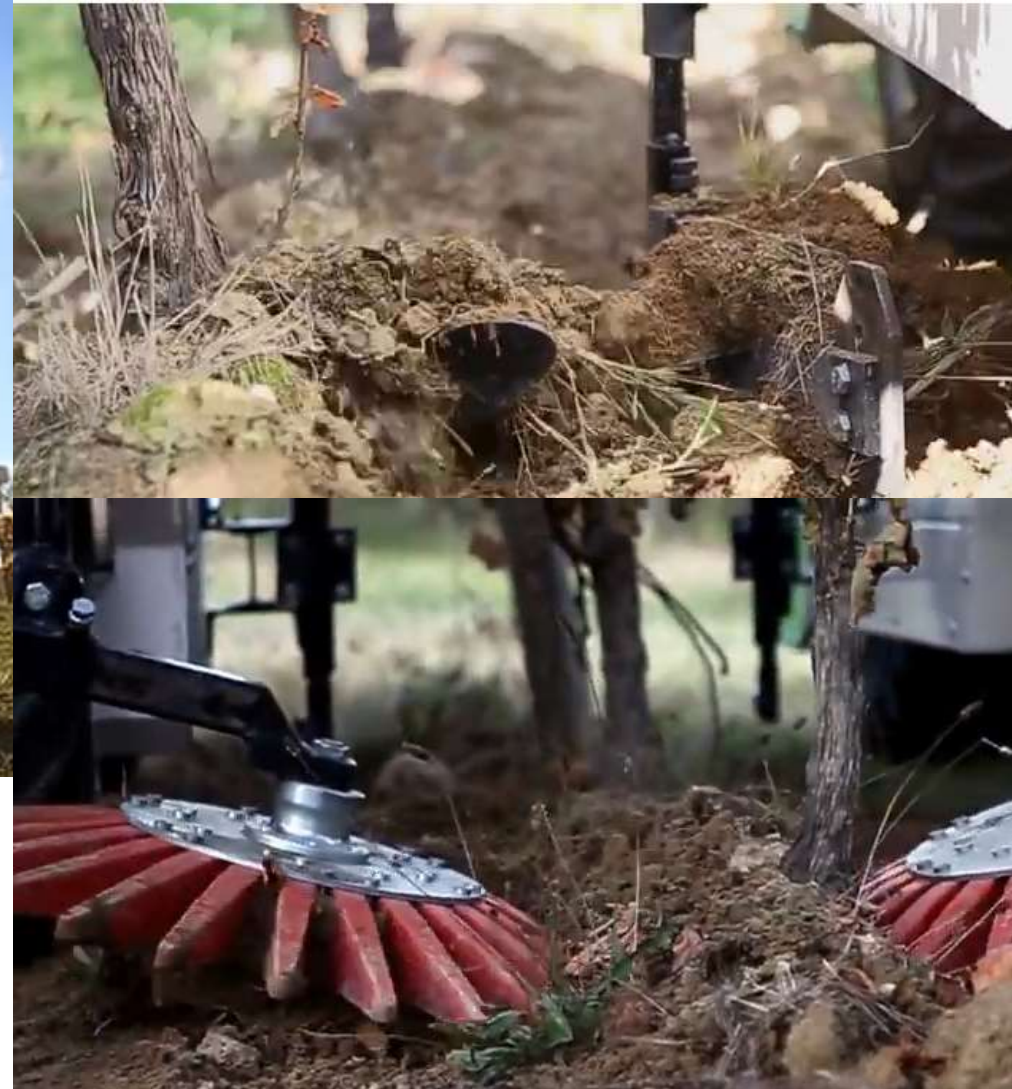
Grenzen der Forschung: Quantifizieren von Krankheitssymptomen



- Was ist gesund, krank (Septoria-Blattdürre, andere Krankheit?) und was ist normale Seneszenz?
- Wie kann ein Fleck auf dem Blatt erkannt werden, wenn das Blatt unter anderen Blättern liegt?
- Wie verändern Schatten oder sehr sonnige Bedingungen die 'Unterscheidbarkeit' von gesund – seneszent – krank?
- Ist die Schadschwelle für eine Krankheit überschritten?
- Muss eine Fungizid-Applikation erfolgen?

**Anwendung:
Stand der Dinge bei
kommerziellen oder
semi-kommerziellen Anlagen**

Anwendung: Hackroboter (Beispiel: Produkte aus F)



- Der Roboter folgt einer Reihe von Pflanzen, hackt zwischen den Reihen und wendet am Reihen-Ende
- Einsatz im Weinbau

Anwendung: Hackroboter (Beispiel: Produkte aus F)



- Ähnliches Prinzip, andere Maschine
- Einsatz v.a. im Gartenbau

Robot Oz by Naio: Autonomous weeding in rows

Anwendung: Hack- und Spritzroboter (Produkte: AUS)



- Bildverarbeitung zur Detektion von einzelnen Unkräutern



The di-wheel uses a differential drive system which allows for a tight turning circle.

Left: RIPPA (most powerful tool); University of Sidney; Top right: AgBot II, Queensland University; bottom right: di-wheel, University of Sidney

Anwendung: Feldspritzen mit Bildverarbeitung (USA)



- Bildverarbeitung zur Detektion von Unkräutern
- Gezieltes Sprühen während des Fahrens

Blue River Technology, USA, recently bought by John Deere



Anwendung: Pflückroboter (USA, Belgien)



- Bildverarbeitung zur Detektion der Frucht
- Gezieltes Greifen in 3D und Ablegen der Frucht



Strawberry
picking robot



Einsatz von miteinander kommunizierenden Systemen



- Kleine (50 kg), interagierende Roboter
- Anwendung: Einzelkorn-Aussaat

- Produkt Xaver, Forschungsprojekt MARS (mobile agricultural robot swarms) mit Uni Ulm, D

Xaver, Agricultural robot swarm by company Fendt / AGCO: Autonomous single seed sowing

Zusammenfassung und Ausblick

- Flächendeckende, einheitliche Applikation von Hilfsstoffen wird nach und nach abgelöst von zeitlich und räumlich spezifischer Applikation
- Dieser Prozess wird noch Jahrzehnte dauern – für manche Anwendungen wird er sehr schnell gehen (z.B. Unkraut hacken in Gemüse oder Zuckerrüben), für manche gibt es noch viel Forschungsarbeit zu leisten (z.B. Krankheiten wie Septoria-Blattdürre detektieren)
- In der Schweiz gibt es viele Kulturen auf kleinem Raum unter diversen Bedingungen und sie werden oft sehr nachhaltig angebaut (wenig, gezielter Hilfsstoff-Einsatz)
- Diese Vielfalt des Schweizer Ackerbaus kann ein Vorteil sein – aber nur, wenn die Schweiz technische Lösungen erarbeitet, die es möglich macht, ihre Vorteile weiter auszubauen
- Diese technischen Lösungen können dazu führen, dass eine noch höhere Diversität von Kulturen auf dem Feld angebaut werden kann
- Dann kann es mehr Landwirte brauchen, die viel mehr ‘Kopfarbeit’ haben und weniger Zeit in spritzen, düngen, Traktor fahren investieren müssen