



NCCR DigiFarm – Big Data, Digitalization and Robotics for Sustainable Farm, Livestock and Crop Improvements

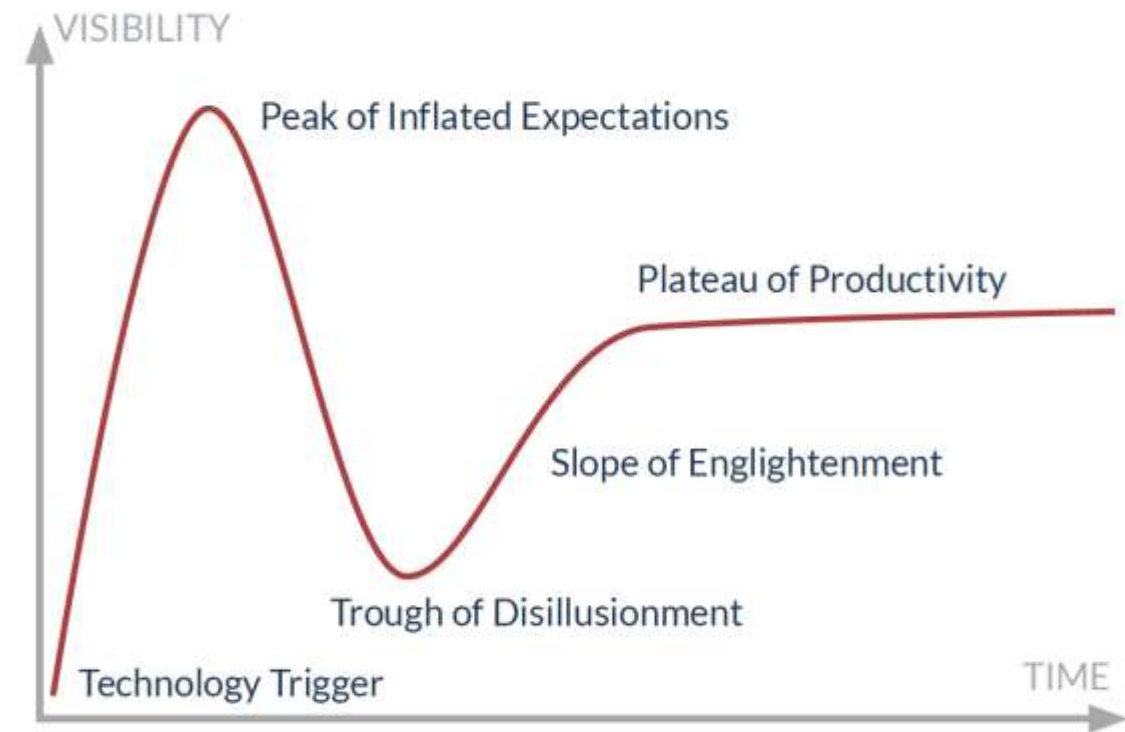
Prof. Achim Walter

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.



Grundidee des Antrags und Gliederung des Vortrags

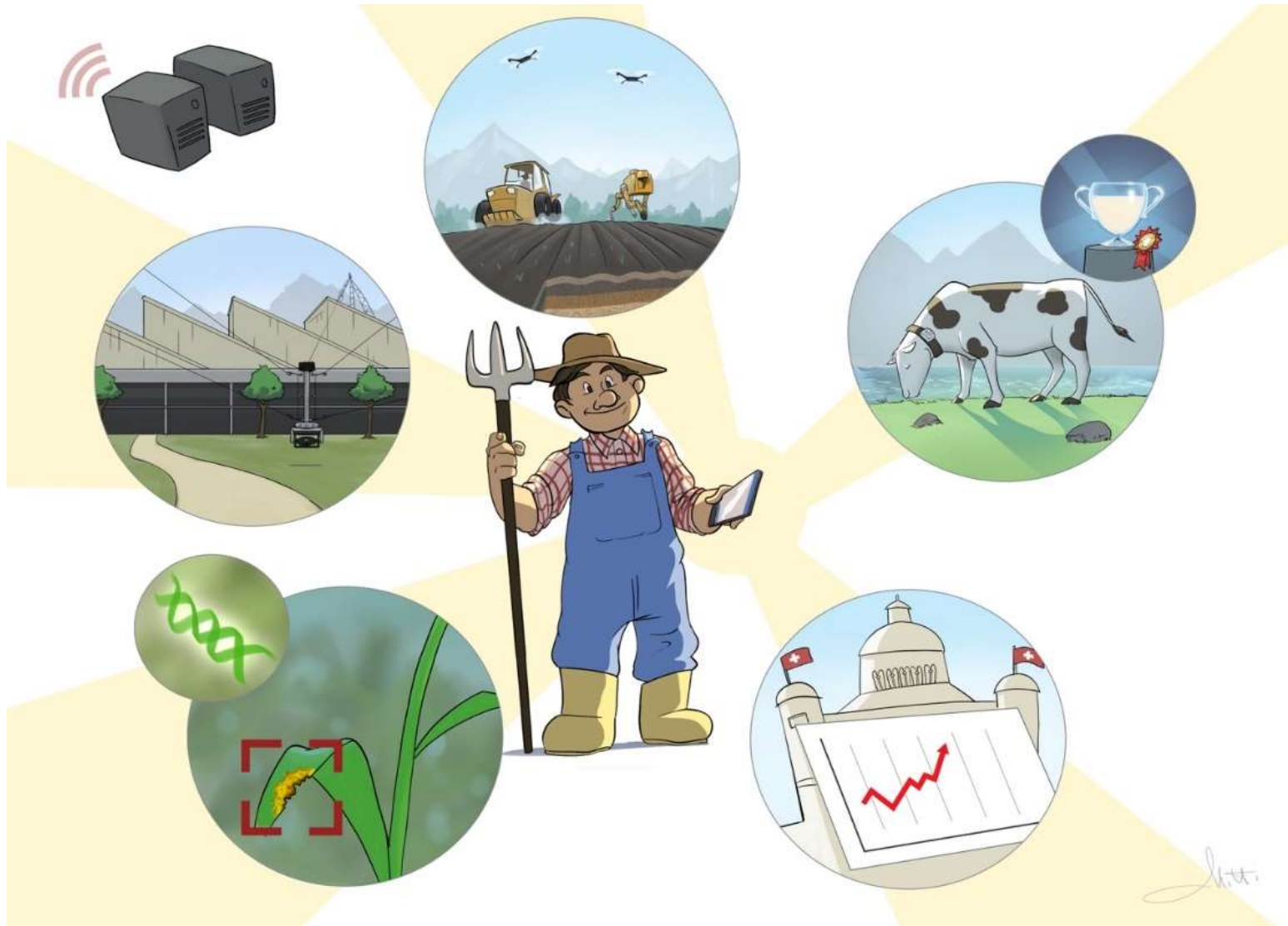
- Digitalization can make sustainability operational
 - Nachhaltigkeit - ökologisch
 - Nachhaltigkeit - ökonomisch
 - Nachhaltigkeit - sozial
- Fünf Forschungsthemen als Schwerpunkte des Antrags
 - Needs, Tools & Assessment
 - Data Analysis & Robotics
 - Cropping Systems
 - Genomics
 - Livestock Systems
- Grösse, Anspruch und Implementierung eines NCCRs

Grundidee: Nachhaltigere Landwirtschaft ermöglichen

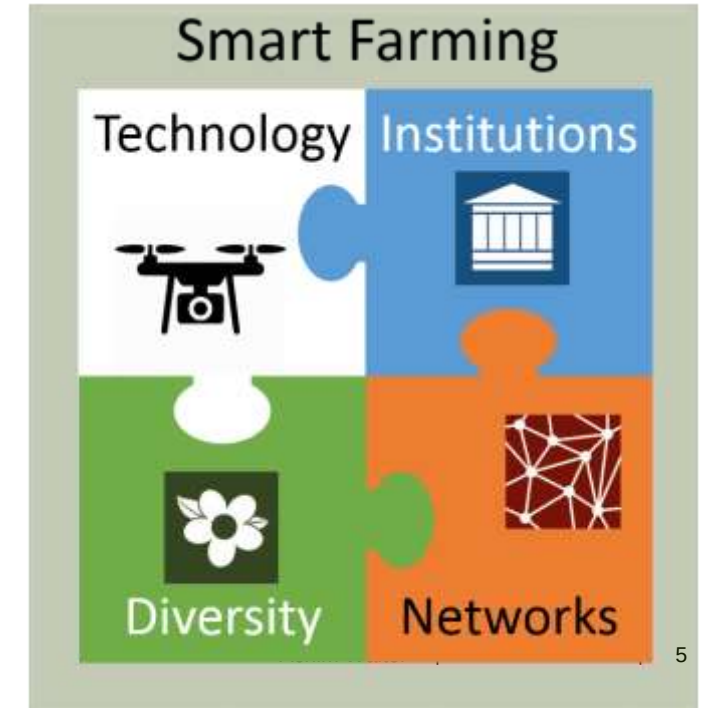
- Landwirtschaft: Eine der zentralen globalen Herausforderungen heute
- Nachhaltige Veränderungen in
 - Ökologie (z.B. weniger Pestizide, Boden schonen, Artenvielfalt erhalten)
 - Ökonomie (z.B. Betriebsabläufe vereinfachen, Risiken klarer darstellen, dem Konsumenten den Wert von Produkten klar machen)
 - Soziales (z.B. Arbeitsprozesse, Identifikation, rechtliches - wem gehören welche Daten?)
- Wie kann Digitalisierung dazu beitragen?
- DigiFarm: Phase 1 in CH, dann auch int.



Digitalisierung in Landwirtschaft = Smart Farming ?



Smart Farming: Technologie wird entwickelt in Abstimmung mit Bedürfnissen von Stakeholdern und Gesellschaft (Walter, Finger, Huber, Buchmann, PNAS 2017)



Forschungsthemen in NCCR DigiFarm

RT 1: Needs, Tools & Assessment

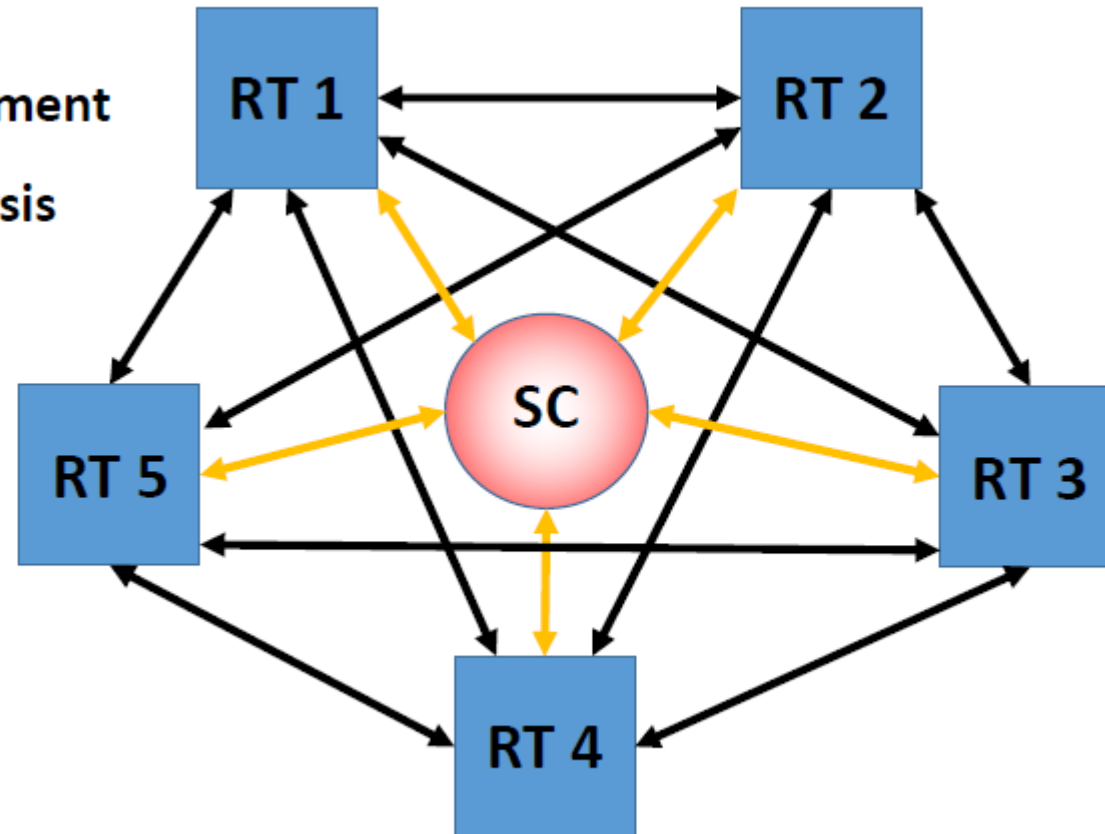
RT 2: Robotics & Data Analysis

RT 3: Cropping Systems

RT 4: Genomics

RT 5: Livestock Systems

SC : Support Core



Darum Forschung in
NCCR DigiFarm in
fünf Bereichen
(research themes, RT)

Fünf Bereiche sollen
eng miteinander
interagieren und durch
ein starkes
Management-Team
unterstützt werden
(Administration,
Kommunikation,
Versuche, Technik)

Forschende (PI) aus
ETH, Agroscope, Uni
Zürich, HAFL, FiBL

Interaktionen zwischen RTs: Co-Betreuung von Scholars

Darum Forschung in
NCCR DigiFarm in
fünf Bereichen
(research themes, RT)

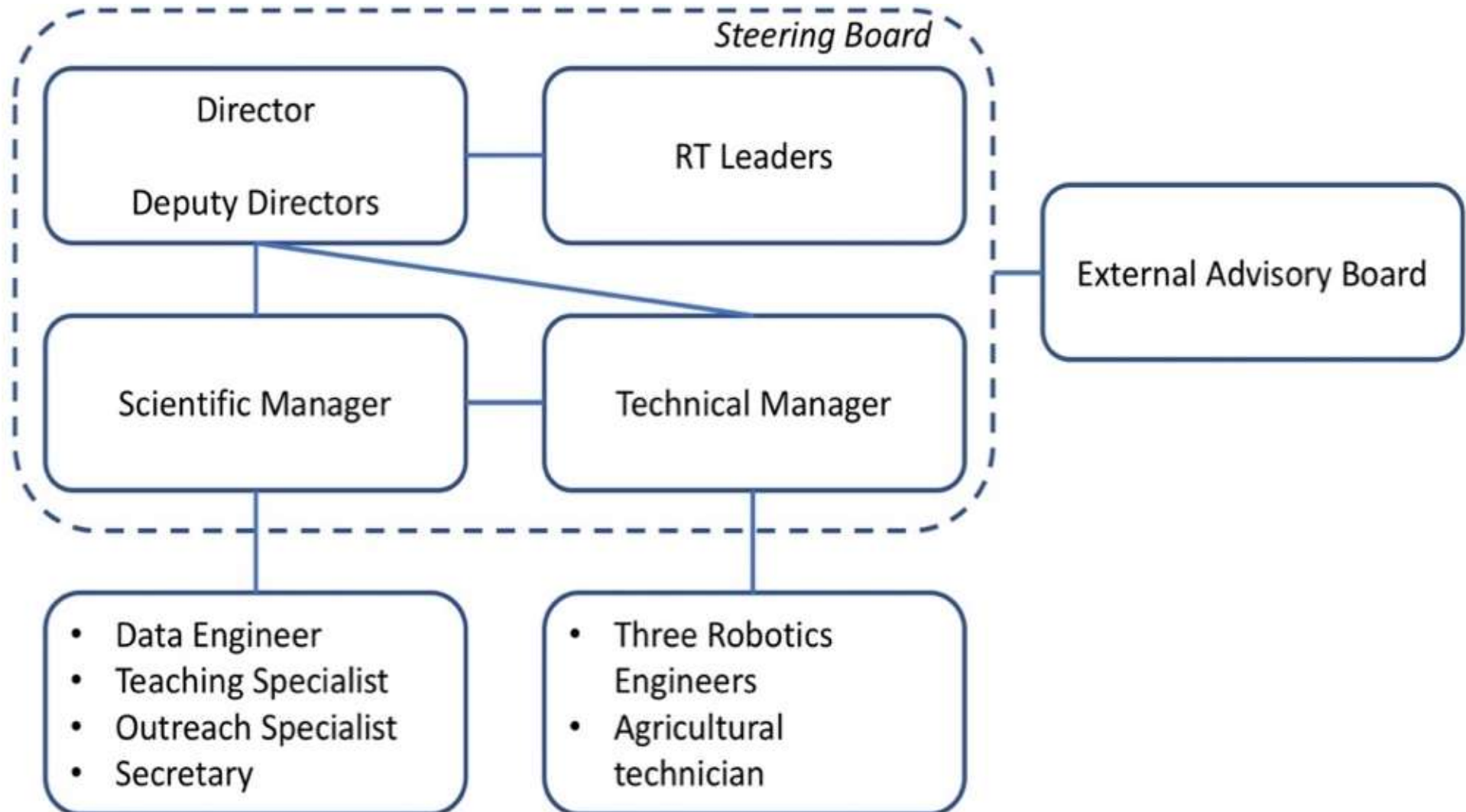
Fünf Bereiche sollen
eng miteinander
interagieren und durch
ein starkes

Management-Team
unterstützt werden
(Administration,
Kommunikation,
Versuche, Technik)

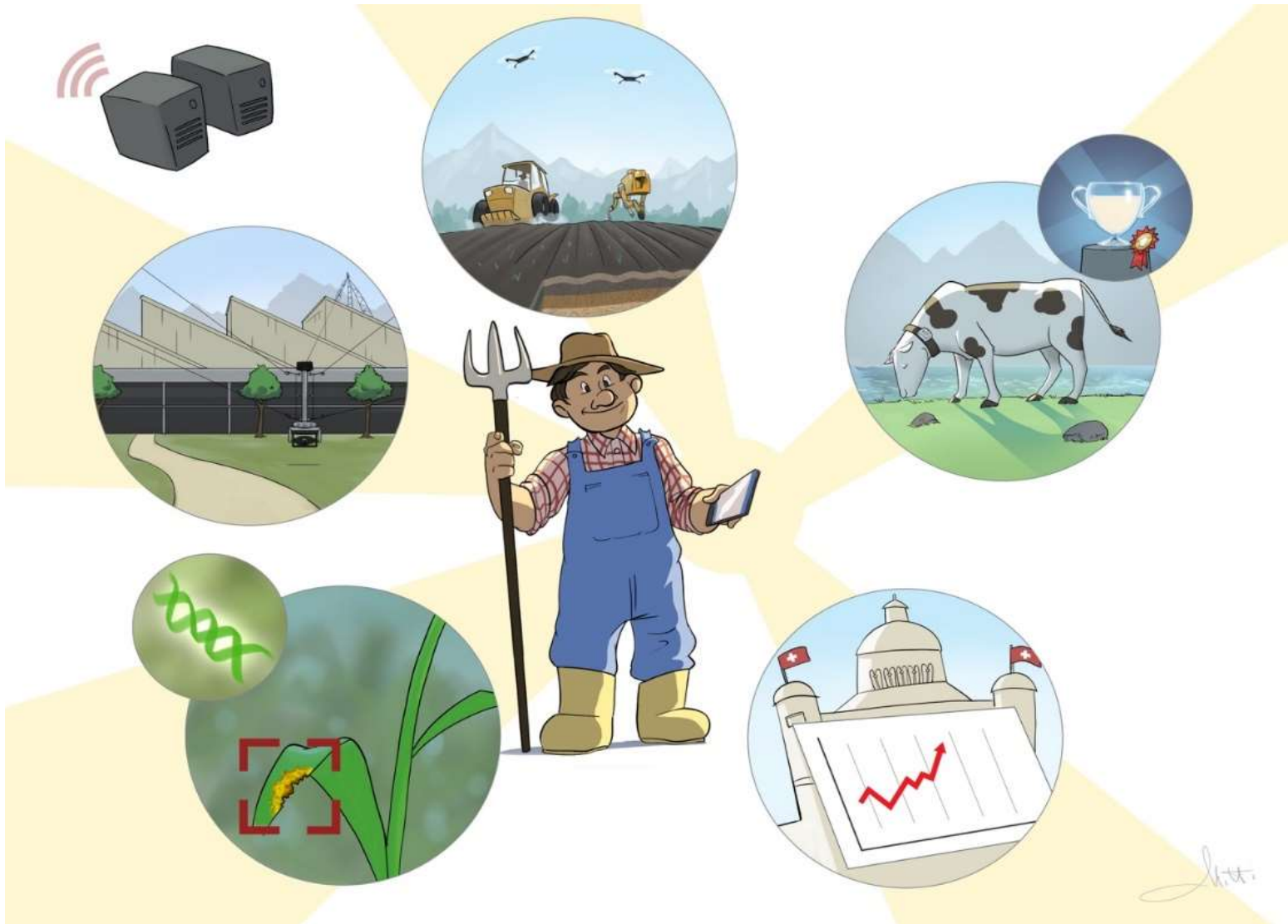
Forschende (PI) aus
ETH, Agroscope, Uni
Zürich, HAFL, FiBL

	RT 1	RT 2	RT 3	RT 4	RT 5	Σ_{row}
RT 1	9	2	2	1	3	17
RT 2	5	16	10	13	4	48
RT 3	4	3	9	1	2	19
RT 4	1	4	1	11	4	21
RT 5	4	2	1	4	11	22
Σ_{col}	23	27	23	30	24	127

Leitung & Struktur des 'Support Core' in NCCR DigiFarm

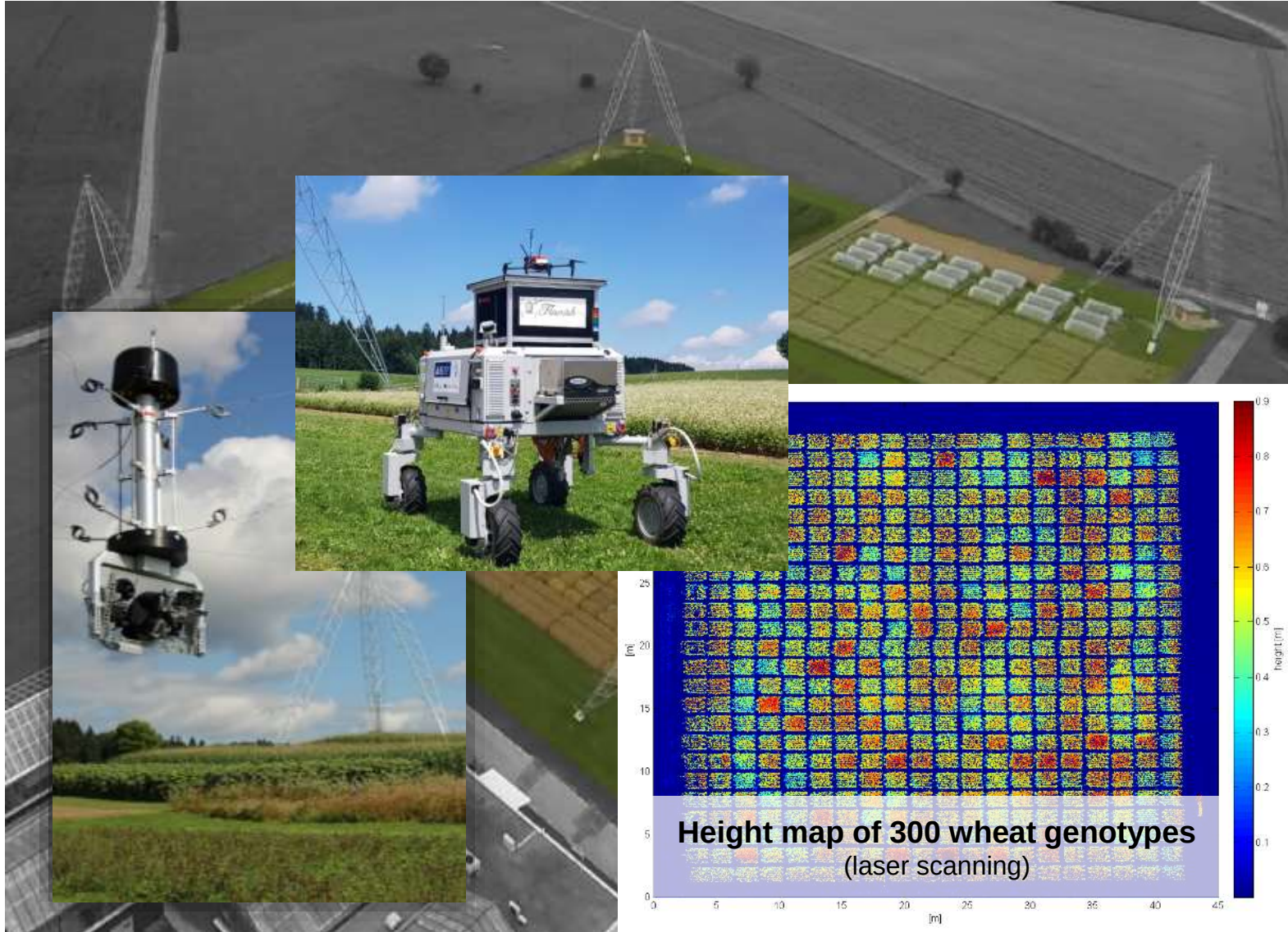


RT 1: Needs, Tools & Assessment



- Principal Investigators:
 - R. Finger (ETH)
 - N. Buchmann (ETH)
 - M. Siegrist (ETH)
 - N. El Benni (Agroscope)
- Themenschwerpunkte:
 - Policies
 - Farm Labor
 - Risk and benefits for various stakeholders
 - Environment

RT 2: Data analysis and robotics



- Principal Investigators:
 - A. Walter (ETH)
 - M. Hutter (ETH)
 - R. Siegwart (ETH)
 - M. Chli (ETH)
 - F. Pérez (ETH, SDSC)
- Themenschwerpunkte:
 - Traits
 - Robotic monitoring and intervention
 - Cooperation Systems between machines

RT 3: Cropping systems



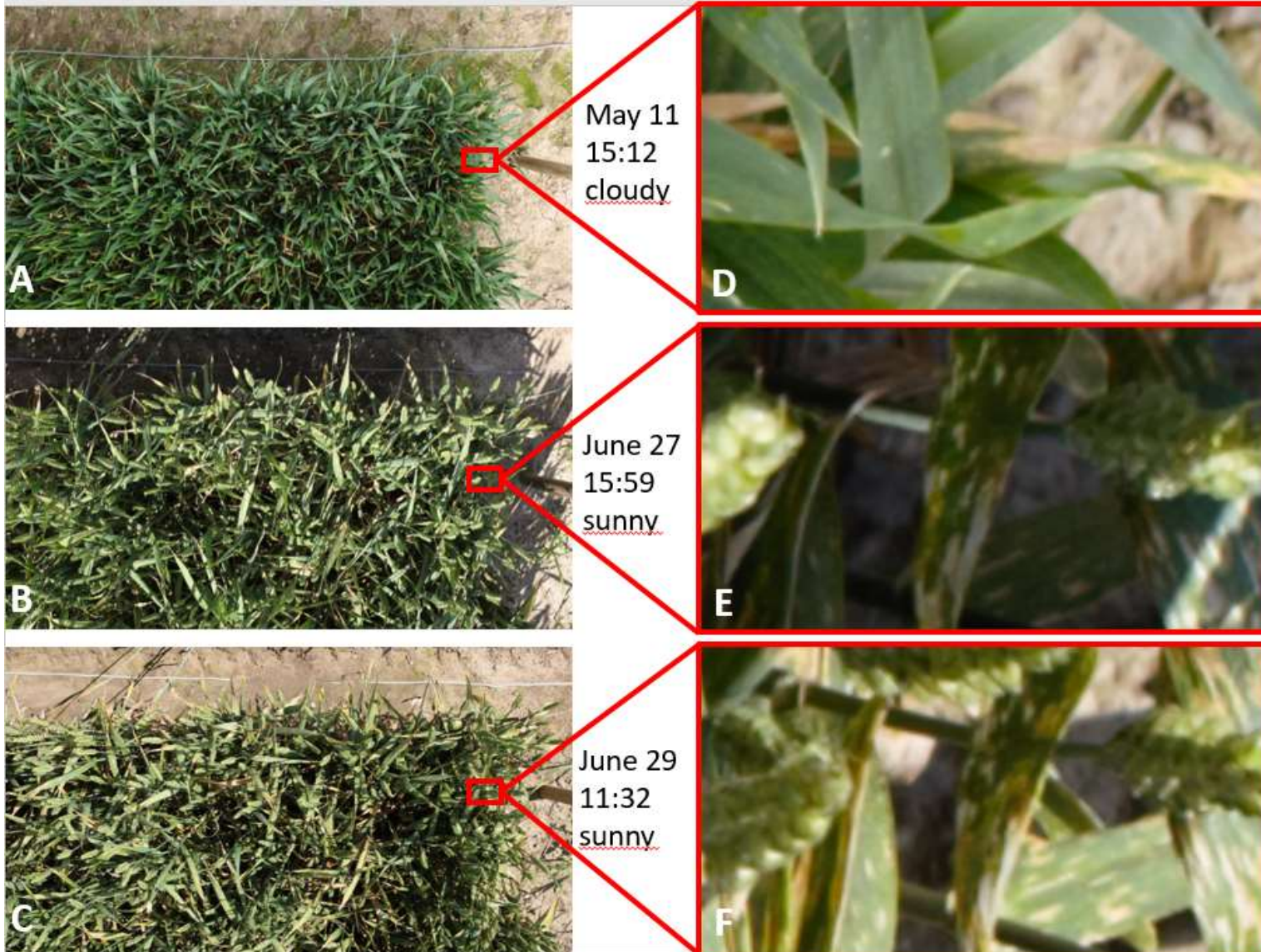
Figure 1. ANYmal is a medium-dog-sized quadrupedal robot. The left images depict the robot in a search and rescue mission in Italy, the right image in an autonomous inspection mission at an industrial site in France.

- Principal Investigators:
 - E. Frossard (ETH)
 - J. Six (ETH)
 - R. Charles (FiBL)
 - B. Streit (HAFL)
- Themenschwerpunkte:
 - Soil parameters
 - Novel cropping systems
 - Environmental effects
 - Developing countries



combination with a UAV. The UAV maps the

RT 4: Genomics



- Principal Investigators:
 - B. Studer (ETH)
 - B. McDonald (ETH)
 - H. Pausch (ETH)
 - B. Keller (Uni Zürich)
 - A. Patocchi (Agroscope)
- Themenschwerpunkte:
 - Utilize genetic diversity
 - Genomics-informed breeding
 - Durable resistance

RT 5: Livestock systems



Figure: View of the Metabolic Center of AgroVet-Strickhof (top left: view of the building; bottom left: facility for balance experiments; top right: view into the four respiration chambers stocked with dairy cows; bottom right: outside view of the four medium-sized respiration chambers)

- Principal Investigators:
 - S. Ulbrich (ETH)
 - M. Kreuzer (ETH)
 - F. Leiber (FiBL)
 - A. Lüscher (Agroscope)
- Themenschwerpunkte:
 - Grazing & utilization of grassland resources
 - Nutrition: forage & livestock indicator analyses
 - Management: Stress- and health-related parameters

In jedem NCCR zu definieren: Structure-related measures

- MAS in 'Agricultural Sciences, Technology and Policy'
- Professur 'Machine Learning in Agricultural Sciences' in 2. Phase
- Knowledge and Technology Transfer
- Communication
- Promotion of Young Researchers
- Equal Opportunities
- Organization and Management Concept

Unterstützungsbriefe von...

- ACFR (führende australische Forscher in Robotik in Landwirtschaft)
- Aebi (Schweizer Maschinen-Entwickler)
- Agridea (Schweizer staatlicher LW-Support)
- BLW (Bundesamt für Landwirtschaft)
- Fenaco (Genossenschaftl. LW-Konzern)
- IITA (Forschungsinstitut für trop. Landwirtschaft)
- John Deere (Hersteller von Landmaschinen)
- SBV (Schweizer Bauernverband)
- SLV (Schweizerischer Landmaschinen-Verband)
- Strickhof (Kompetenzzentrum / Schule / Partner in AgroVet)
- Syngenta (globaler Agrar-Multi)

Aspekte im Umfeld der NCCR-Initiative

- SNF-Forschungsprojekt 'Innofarm' (Finger, Buchmann, Walter) in 01/18 gestartet
- KTI-Forschungsprojekt 'Traitspotting' (Walter/Hund, DSP, Gamaya) in 01/18
- BLW-Forschungsprojekt zu N-Monitoring mit UAVs (ETH&Agroscope)
- Weitere Forschungsprojekte gestartet oder beantragt
- Johann Schneider-Ammann wird am 15.6. Rede zu AgriTech an ETH halten
- Agritech-Day in Eschikon am Samstag 30.6. vor kurzem fixiert
- Tagung zu 'Computer-Bildanalyse in der Landwirtschaft' im April in Eschikon
- Lehrveranstaltung zu 'Innovation in Precision Agriculture' neu initiiert
- Aktivitäten von ETH Studio AgroFood (auch in Frauenfeld)
- Studienreform abgeschlossen; Studierendenzahlen weiter leicht steigend
- Initiative zur Weiterentwicklung in den Tierwissenschaften; Agrarökonomie?

Zusammenfassung und Ausblick

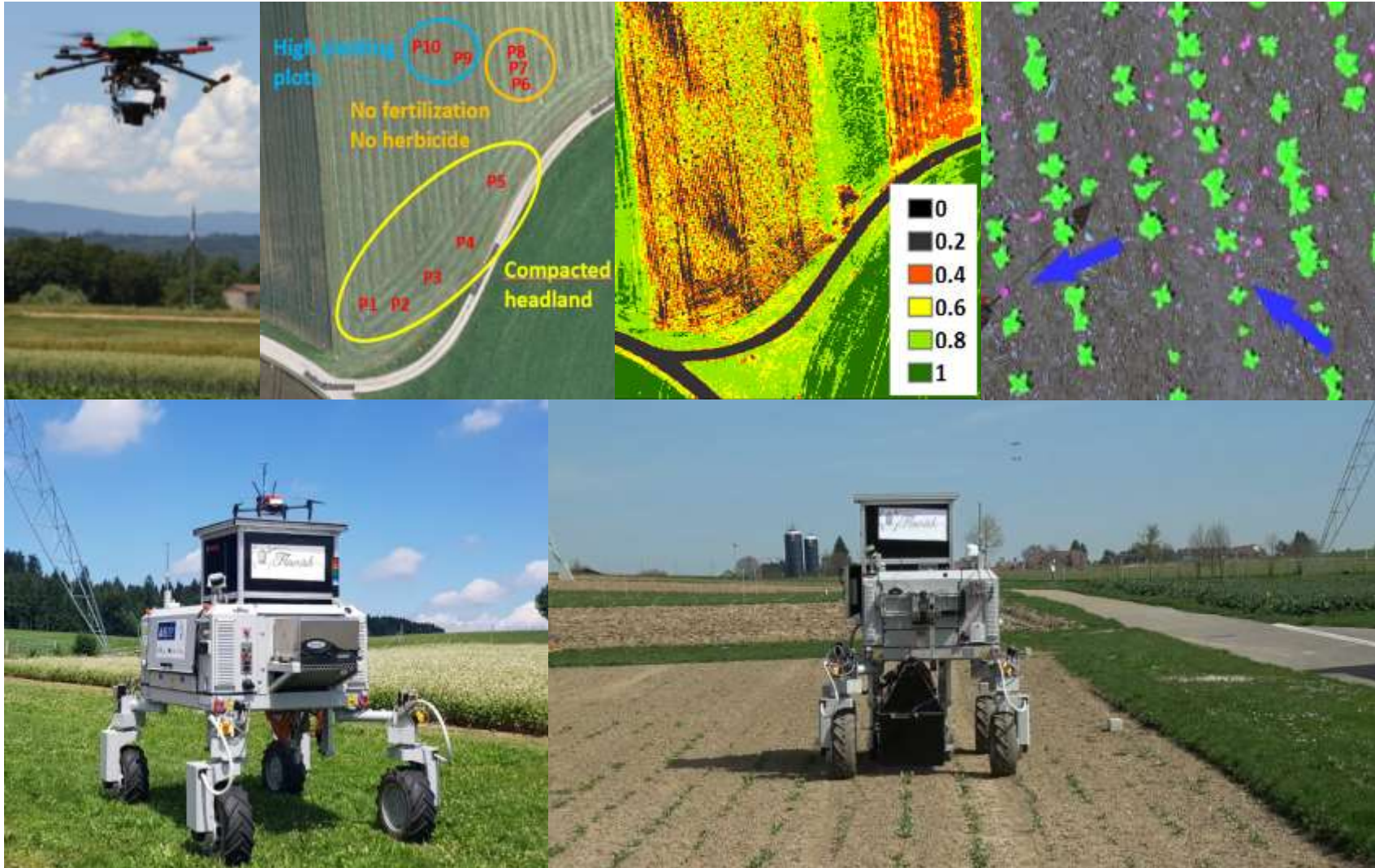
- Flächendeckende, einheitliche Applikation von Hilfsstoffen wird nach und nach abgelöst von zeitlich und räumlich spezifischer Applikation
- Dieser Prozess wird noch Jahrzehnte dauern – für manche Anwendungen wird er sehr schnell gehen (z.B. Unkraut hacken in Gemüse oder Zuckerrüben), für manche gibt 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

Zu RT 2 - Forschungsbeispiele:

Arbeiten der Gruppe

Kulturpflanzenwissenschaften

Zu RT 2: Forschungsbsp. 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;...)

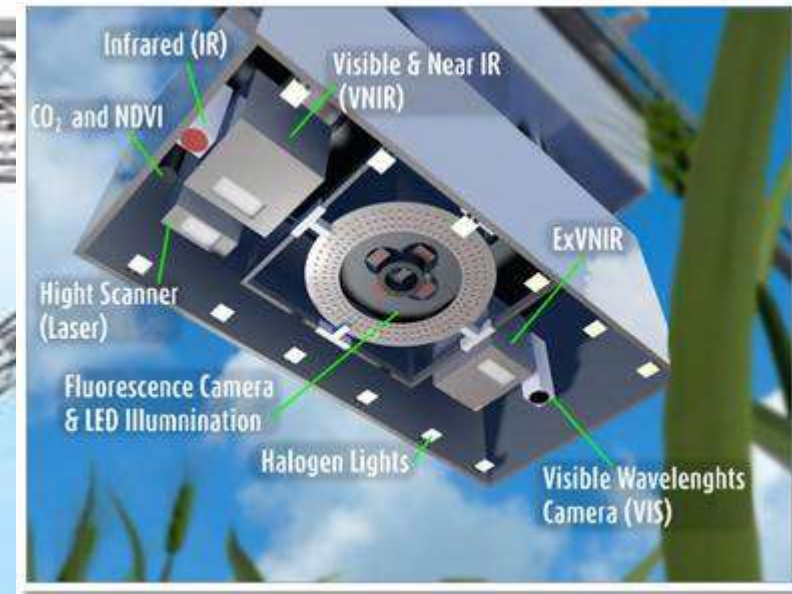
Phänotypisierung: Genaue Pflanzen-Vermessung

- 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

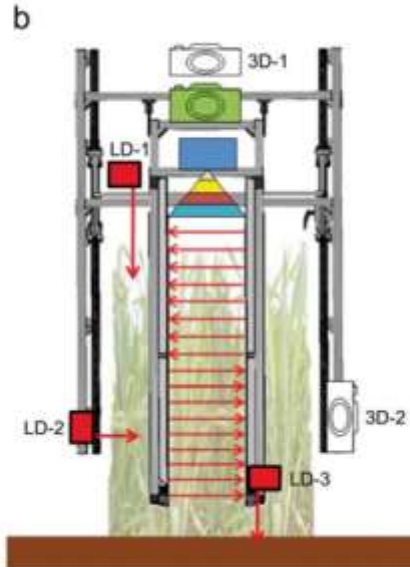


Feld-Phänotypisierung mit fest positionierter Anlage

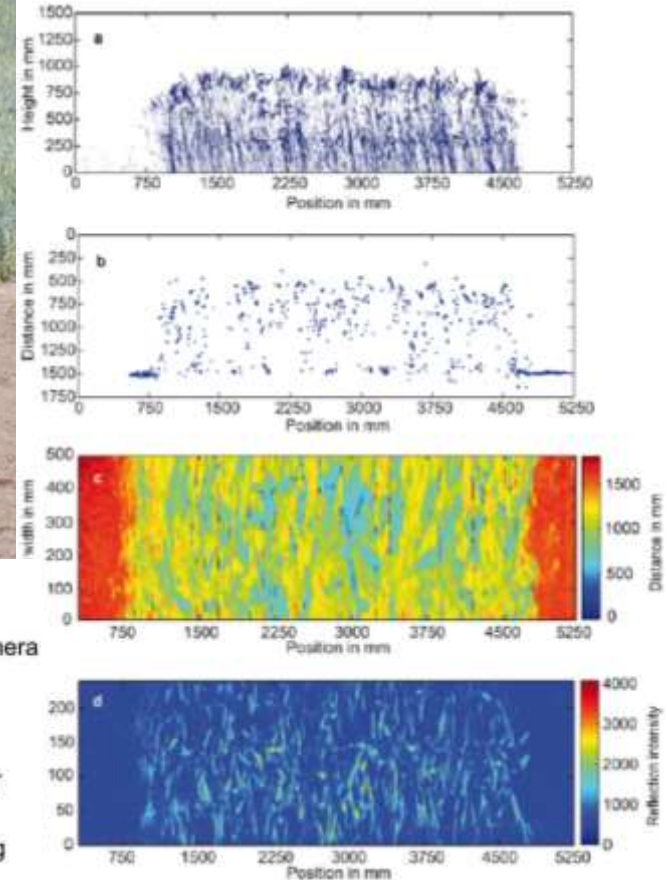
Erstes Produkt: Scanalyzer field (Lemnatec), z.B. in Rothamstead, GB



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



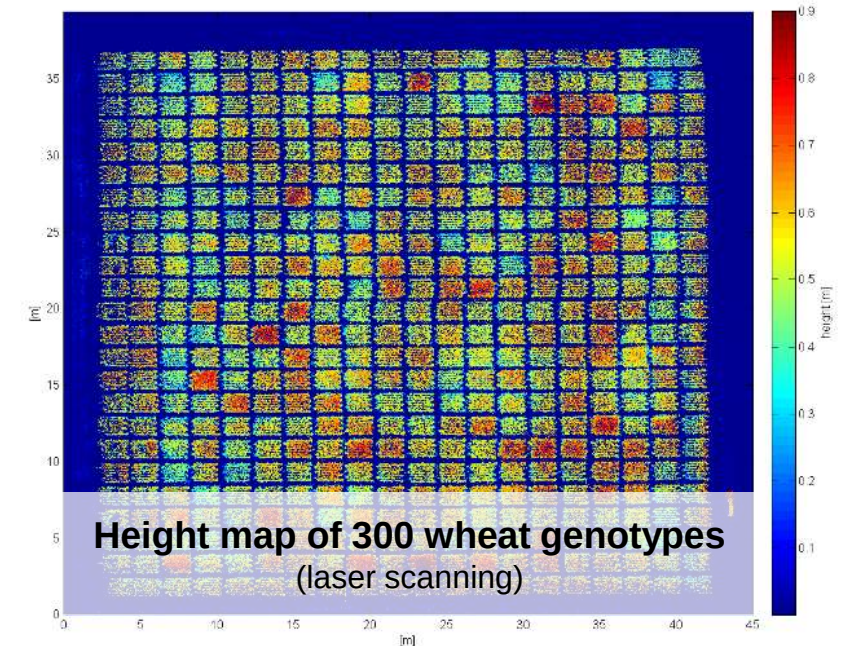
Phänomobil 'Hiphen',
Frankreich



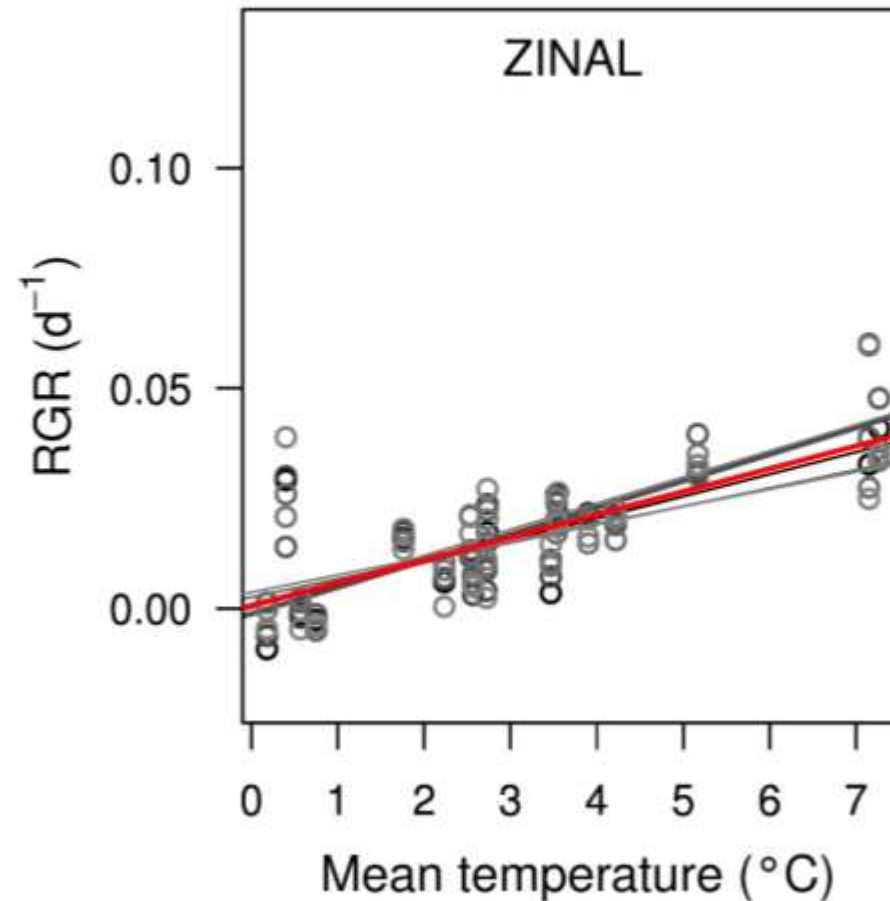
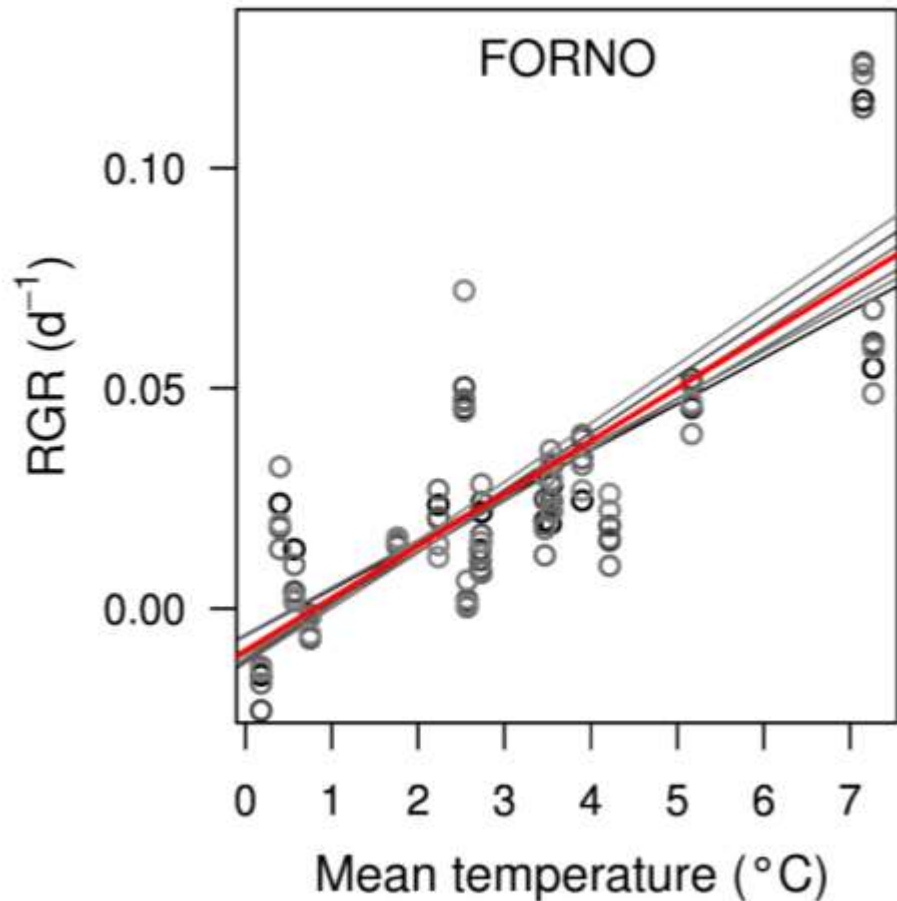
Einfacher Forschungs-
Aufbau, USA

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

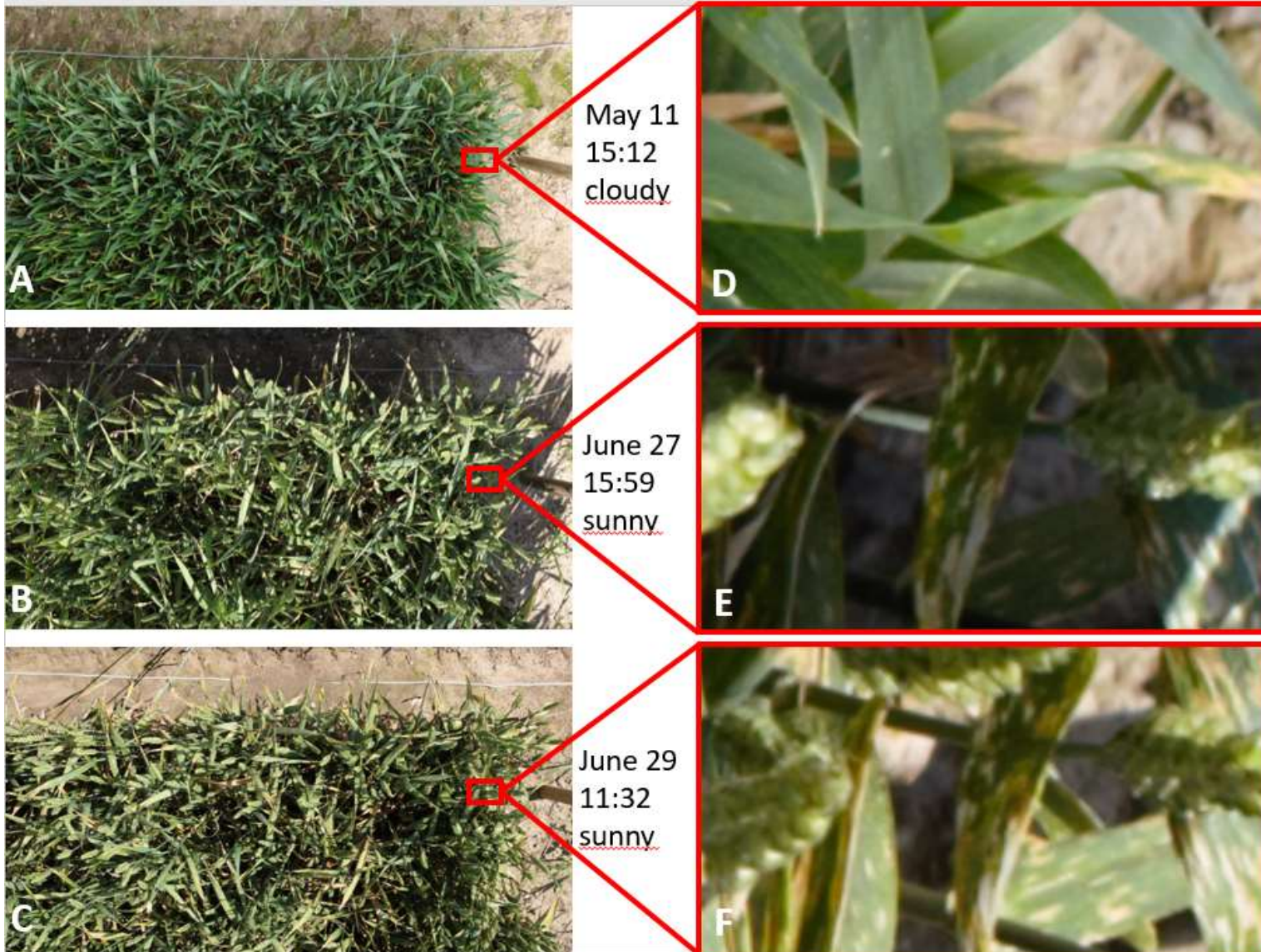
- Field Phenotyping Platform FIP: Seilkamerasystem mit vielen Kameras und Sensoren
- Messung von Pflanzenhöhe, -temperatur, -farbe,...
- An Weizen, Soja, Mais,...



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



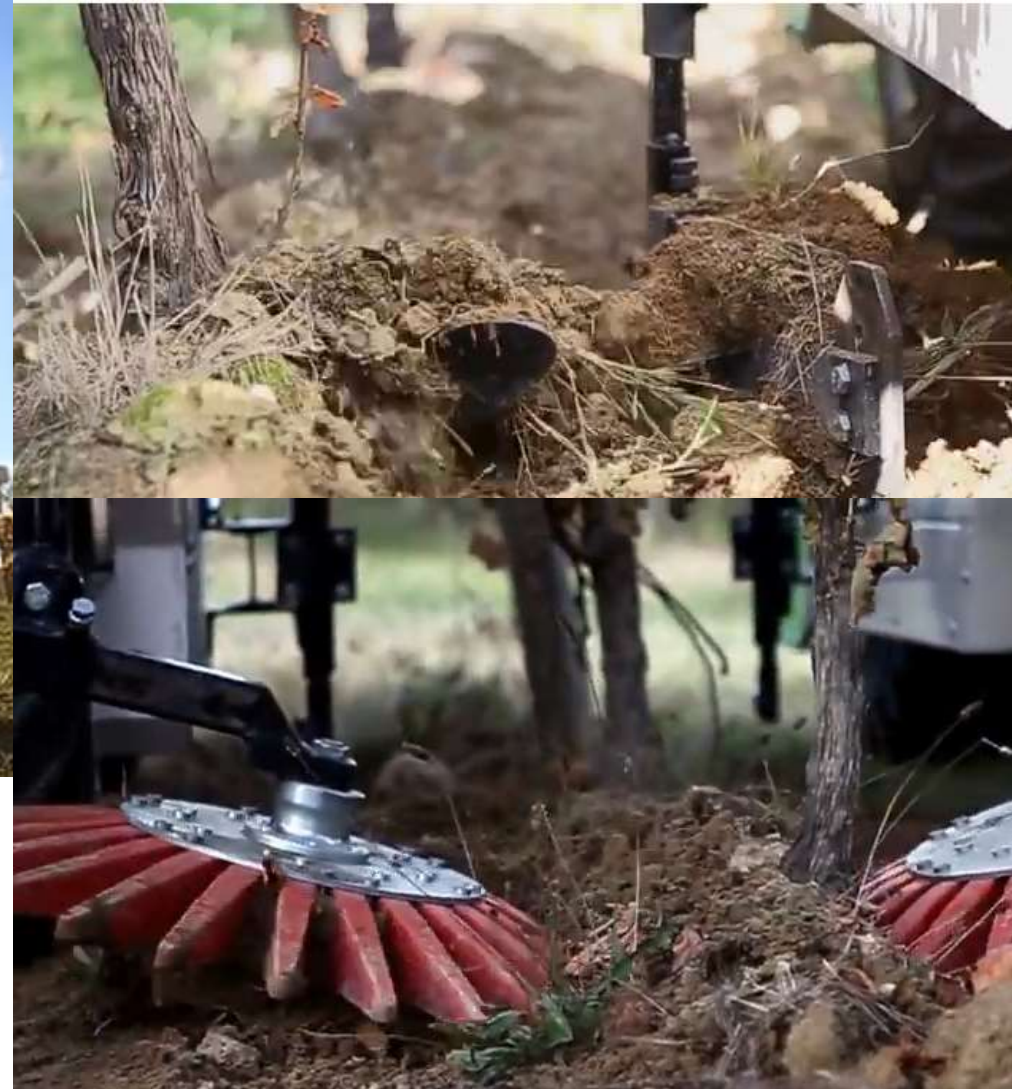
Grenzen der Forschung: Quantifizieren von Krankheitssymptomen



- 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?

**Zu RT 2 - 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