



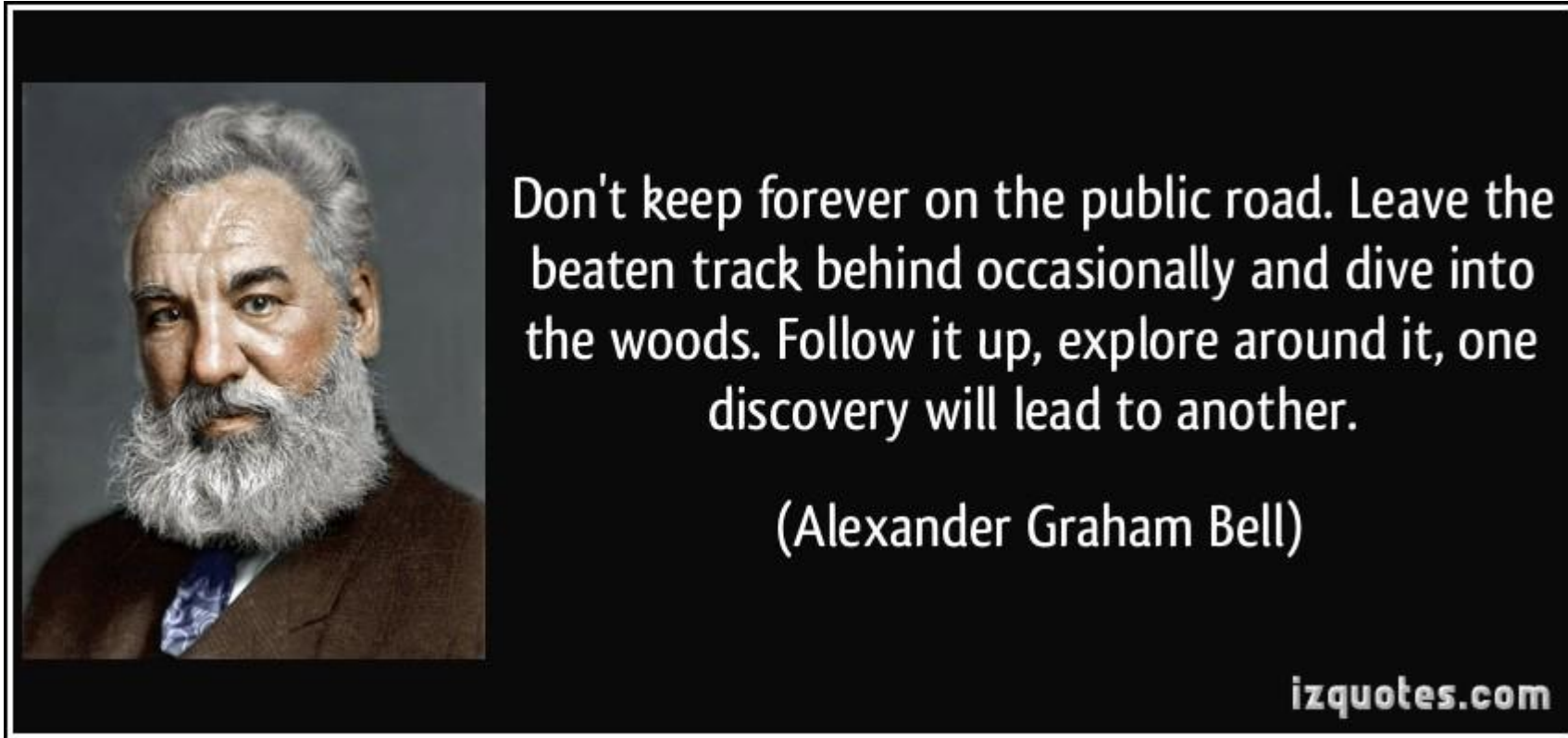
Digitale Landwirtschaft - Welcher Weg ist vorgezeichnet?

Prof. Achim Walter

Institut für Agrarwissenschaften und Direktor des ETH Studio AgroFood

ETH Zürich

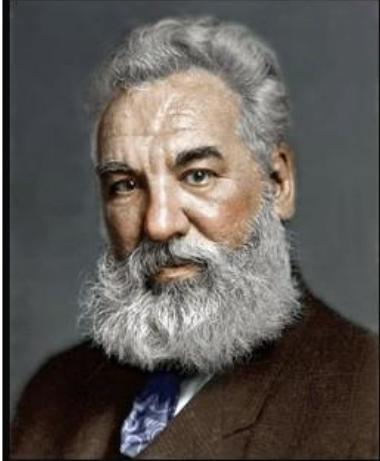
Welcher Weg ist vorgezeichnet?



Häufigste deutsche Übersetzung der Hauptaussage:

Geh nicht immer auf dem vorgezeichneten Weg, der nur dahin führt, wo andere bereits gegangen sind.

Welcher Weg ist vorgezeichnet?



Don't keep forever on the public road. Leave the beaten track behind occasionally and dive into the woods. Follow it up, explore around it, one discovery will lead to another.

(Alexander Graham Bell)

izquotes.com

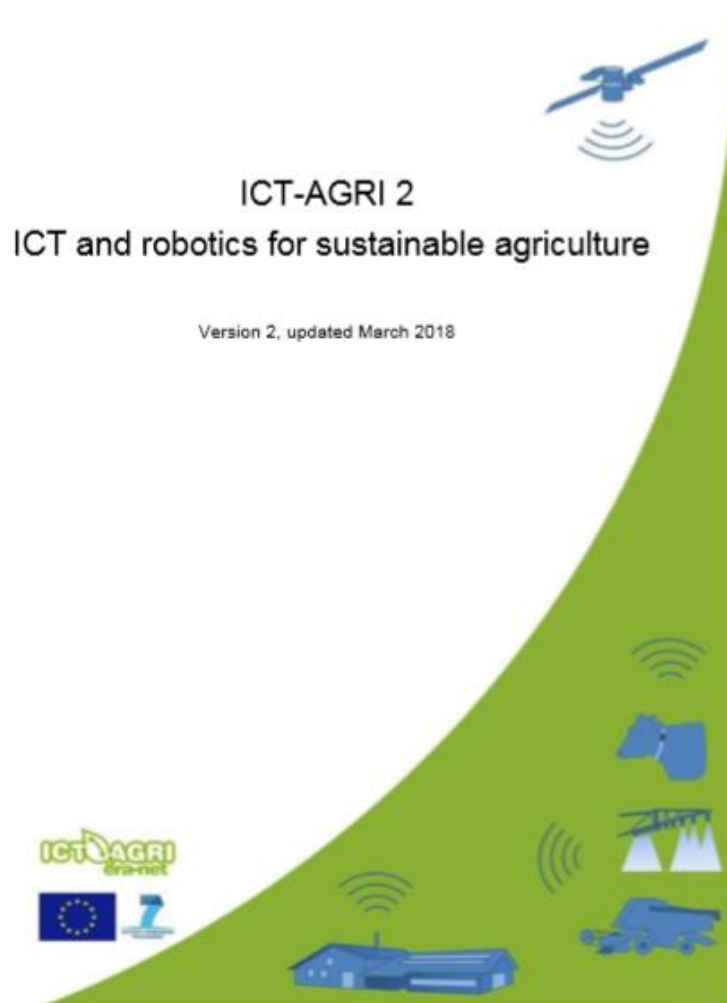


Geh nicht immer auf dem vorgezeichneten Weg, der nur dahin führt, wo andere bereits gegangen sind.

Nimm einen anderen Weg – sie werden Dir alle mehr bringen!

Aber von vorne: Wo stehen wir? Zu welchem Schritt setzen wir an?

Strategic Research and Innovation Agenda



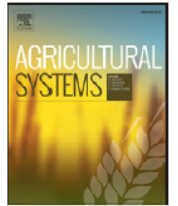
Agricultural Systems 153 (2017) 69–80



Contents lists available at [ScienceDirect](https://www.sciencedirect.com)

Agricultural Systems

journal homepage: www.elsevier.com/locate/agsy



Review

Big Data in Smart Farming – A review

Sjaak Wolfert^{a,b,*}, Lan Ge^a, Cor Verdouw^{a,b}, Marc-Jeroen Bogaardt^a

^a Wageningen University and Research, The Netherlands

^b Information Technology Group, Wageningen University, The Netherlands



ARTICLE INFO

Article history:

Received 2 August 2016

Received in revised form 31 January 2017

Accepted 31 January 2017

Available online 7 February 2017

Keywords:

ABSTRACT

Smart Farming is a development that emphasizes the use of information and communication technology in the cyber-physical farm management cycle. New technologies such as the Internet of Things and Cloud Computing are expected to leverage this development and introduce more robots and artificial intelligence in farming. This is encompassed by the phenomenon of Big Data, massive volumes of data with a wide variety that can be captured, analysed and used for decision-making. This review aims to gain insight into the state-of-the-art of Big Data applications in Smart Farming and identify the related socio-economic challenges to be addressed. Fol-

Meine Interpretation: Die grossen AgTech-Firmen schlafen nicht, sondern arbeiten daran, dass es ihnen nicht so ergeht wie anderen, die 'digitale Revolution' in ihrem Bereich verschlafen haben (z.B. Kodak - Fotografie; Nokia - Smartphones)

Big Data halt Einzug in die Landwirtschaft

S. Wolfert et al. / *Agricultural Systems* 153 (2017) 69–80

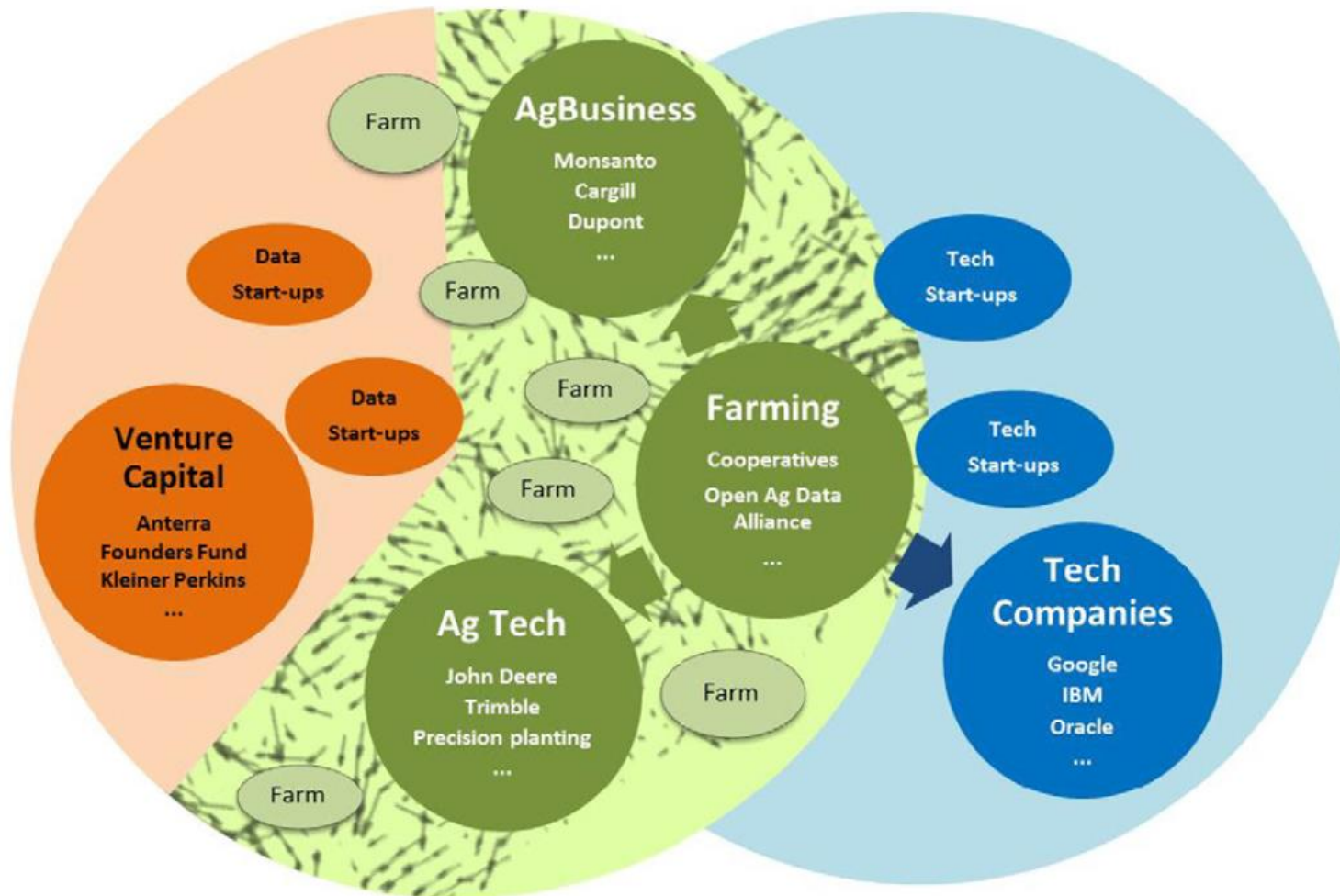


Fig. 5. The landscape of the Big Data network with business players.



- **Dow Chemical and DuPont:** The first mega-merger, announced in Dec'2015, was between Dow Chemical and DuPont, the world's fourth and fifth most valuable chemicals firms, in a \$130 Billion deal. The deal, which is now complete, was the largest-ever tie-up in the industry and triggered other mega mergers.



- **ChemChina and Syngenta:** In Feb'2016, ChemChina, a Chinese giant, offered \$43 Billion in cash for Syngenta and the deal was closed in 2017. ChemChina plans to merge in 2018 with a local rival, Sinochem, to create a firm with revenues of \$100 Billion.



- **Bayer and Monsanto:** In Sep'2016, Bayer, a German agrichemicals giant, agreed to merge with Monsanto in a deal worth \$66 Billion. The deal is expected to be closed in early 2018.
- The deal will create a company commanding more than a quarter of the combined world market for seeds and pesticides.



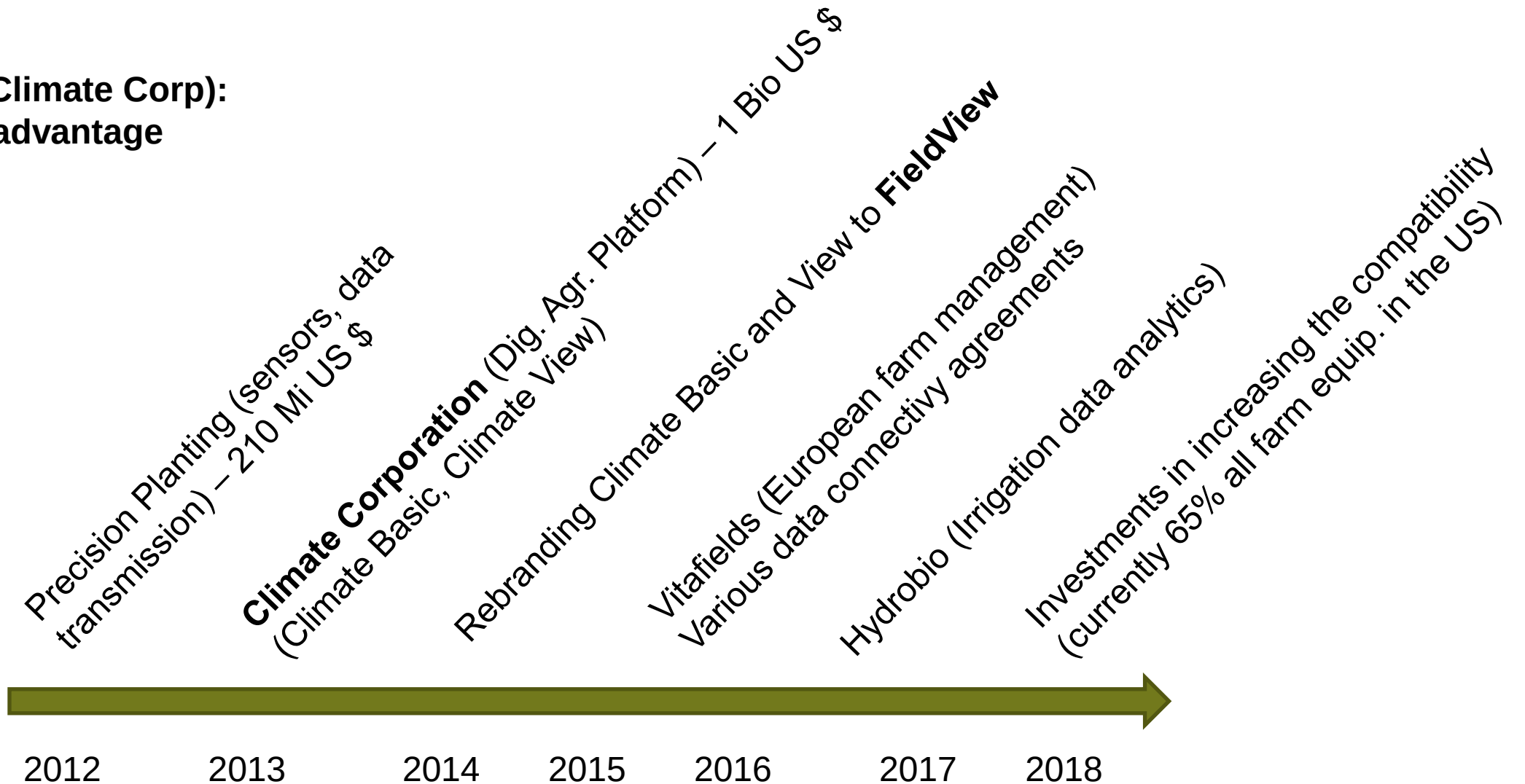
- **PotashCorp and Agrium:** In Sep'2016, Potash Corporation of Saskatchewan Inc. and Agrium Inc. announced the merger. It will be the world's top producer of potash and second-largest producer of nitrogen fertilizer.
- The companies received their final regulatory approval to merge the two companies into a new company called Nutrien, which began trading on 2nd January 2018 with a market capitalization close to \$35 Billion.

Source: 2018 Global Food & Agriculture Investment Outlook

Grosse Ag-Firmen erwerben Möglichkeiten, an Umweltdaten, Modelle etc. zu gelangen, die ein effizienteres Farm-Management mit konventionellen Methoden ermöglichen. Technologien der Precision Agriculture spielen eine grosse Rolle dabei. Antrieb ist Erhöhung der Effizienz & Senkung der Produktpreise. Zudem: Zunahme von Mergern.

Beispiel: Vorgehen von Monsanto als 'first mover' in diesem Bereich

Monsanto (Climate Corp):
first mover advantage



Fernziel: Landwirtschaft als nahezu automatisiertes Geschäft (...Weg ist vorgezeichnet...)

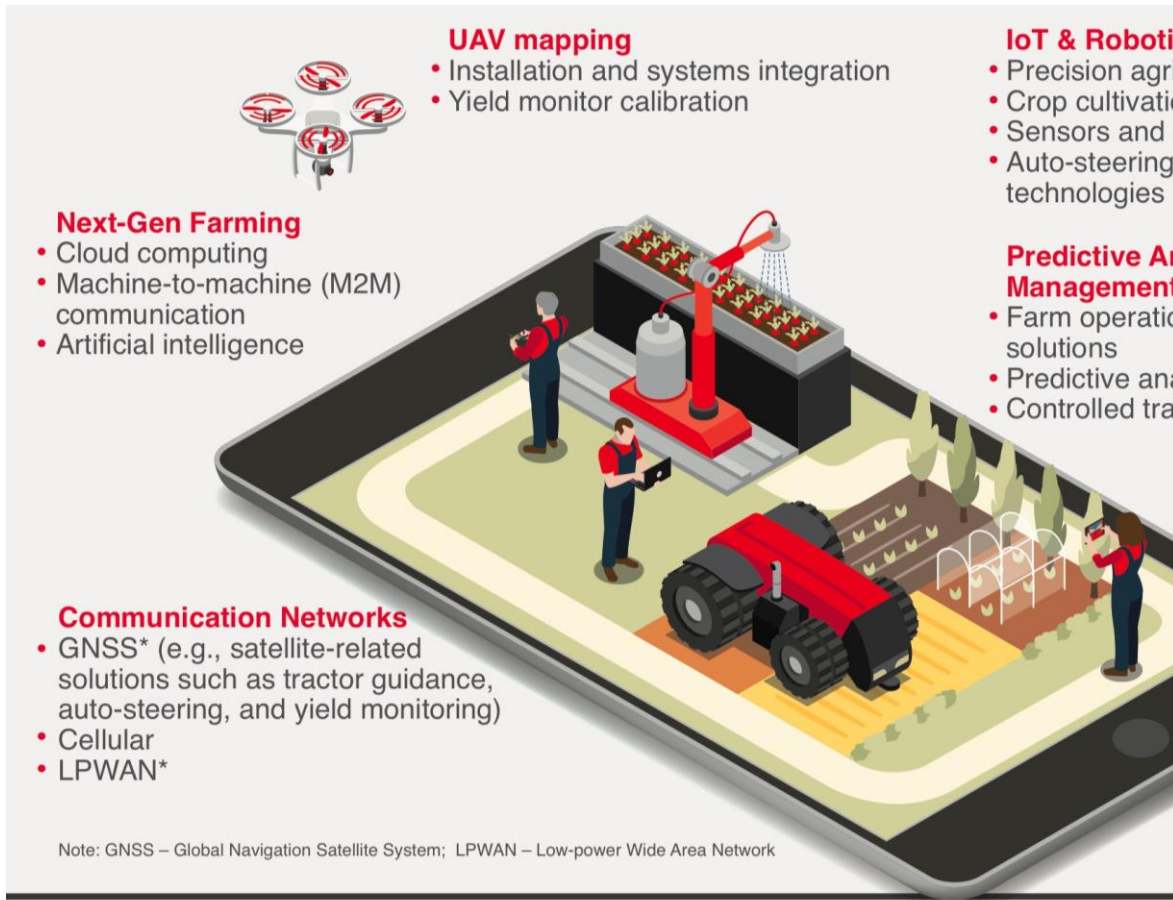
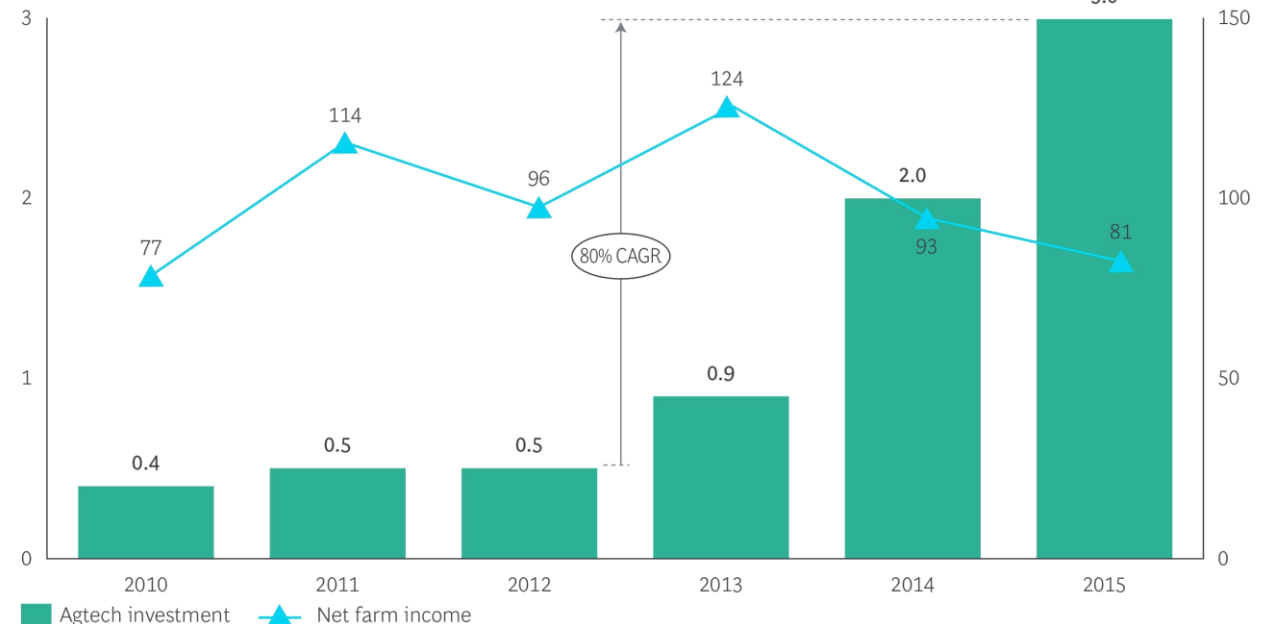


EXHIBIT 1 | Agtech Investment Is Up, Despite Lower Farm Income

Global venture capital investment in agtech (\$billions)

US net farm income (\$billions)

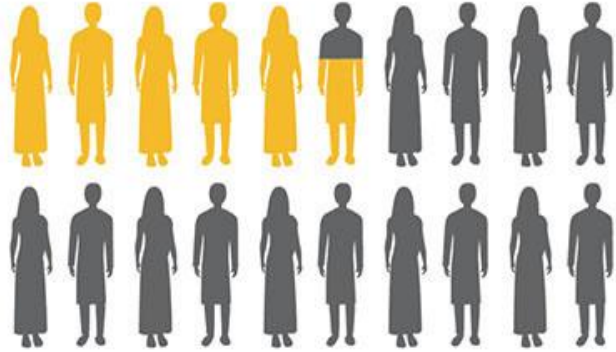


Sources: US Department of Agriculture, August 30, 2016; AgFunder.

Note: Given this report's focus, we have excluded venture capital investment in downstream technologies associated with food production and e-commerce, which are typically included in AgFunder's reports.



Abzusehende Weiterentwicklung von Technologien führt zu...



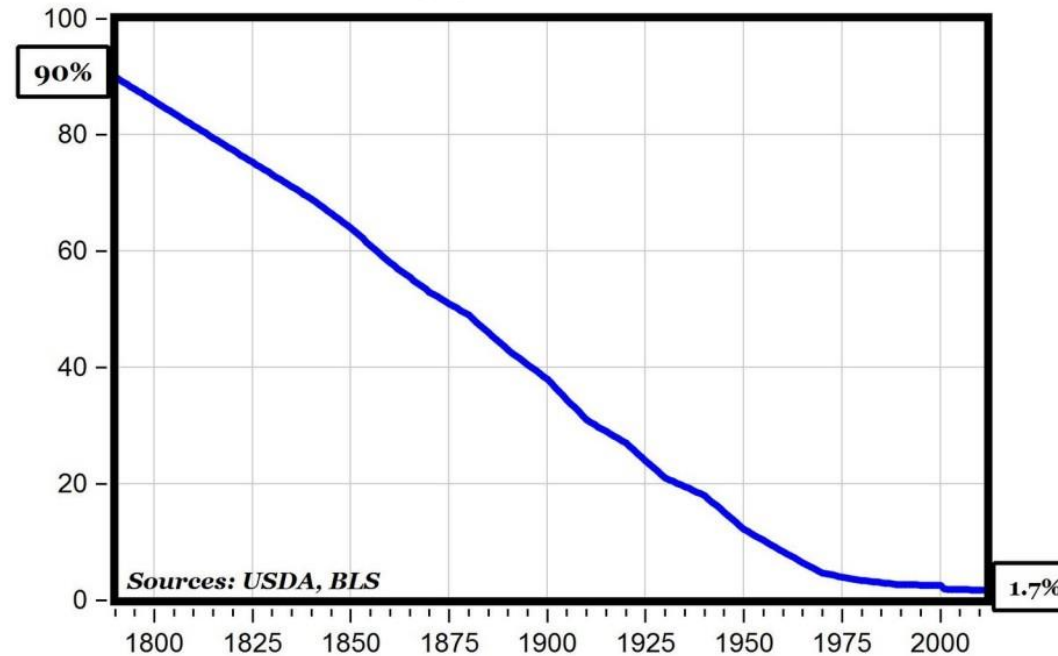
28%

Global population
directly or indirectly
employed by agriculture

Sources: <http://ow.ly/rpfmN>

 WORLD RESOURCES INSTITUTE

Farm Jobs, % of Total U.S. Jobs 1790 to 2011



- Bis 2050 würde sich auch in vielen trop. Ländern eine LW etablieren, die mit weniger Arbeitskräften auskommt
- Technologie würde vor allem eingesetzt werden, um Produktionskosten zu sparen – daraus resultieren manche positive, aber viele negative Effekte für Umwelt und Sozialstrukturen

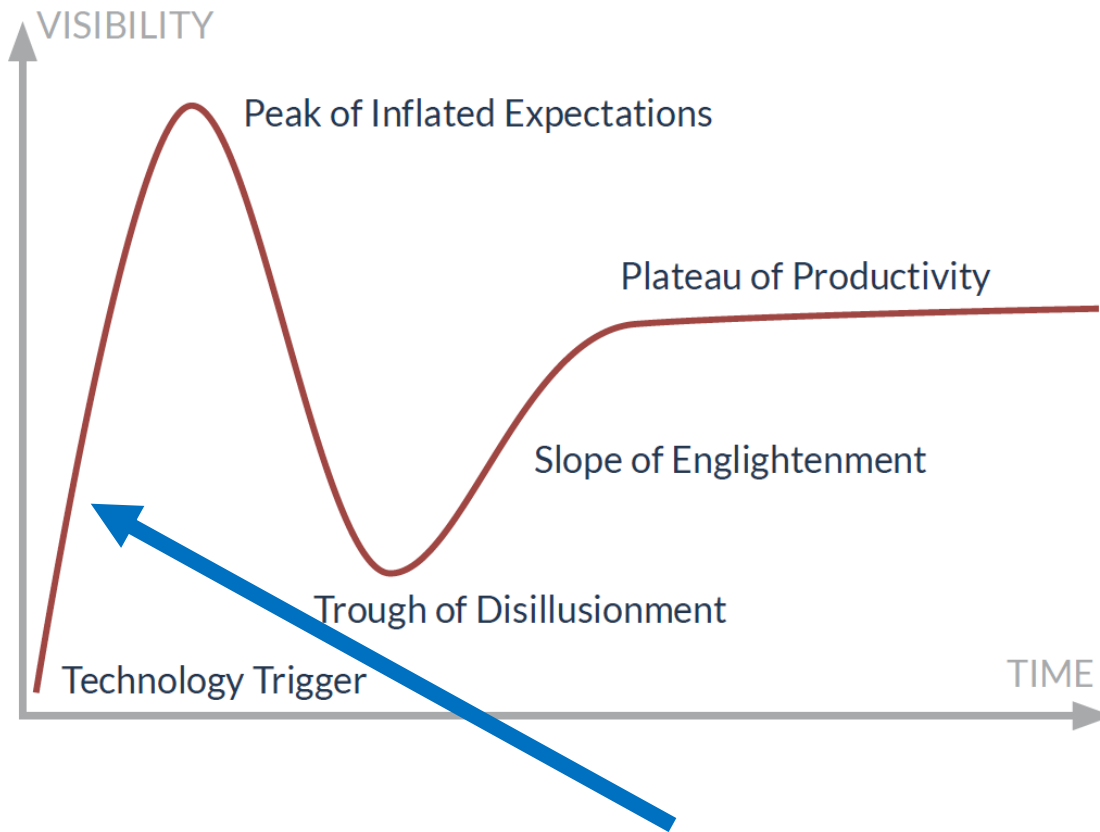
- Anzahl der Menschen in Landwirtschaft nimmt weiter ab
- Menschen entfernen sich von Landwirtschaft, sind nicht bereit, höhere Preise zu zahlen
- Spirale von 'industrialisierter Landwirtschaft' geht weiter, bis massiver Umweltkollaps eintritt

Abzusehende Weiterentwicklung von Technologien führt zu...



- Grossflächigem Anbau weniger Kulturen
- Sinkenden Preisen
- Weiterer Abholzung von Regenwald
- Zunehmendem Fleischkonsum
- Einhalten von Umweltschutzauflagen, wo nötig
- Verschwinden kleiner lw Betriebe

Wo steht das Feld aber in Bezug auf Anwendung neuer Techniken?



‘Gartner Hype Cycle’: Smart Farming steht am Anfang

- Monitoring und Applikation stehen noch am Anfang der Entwicklung
- Das Feld ist vielversprechend
- Es gibt erste Prototypen von Maschinen; teilweise auch bereits kommerziell vertrieben
- Es braucht noch viel Forschung und Testen bis zur breiten Anwendbarkeit
- Die Lösungen müssen mit den Betriebsabläufen zusammenpassen und sie müssen auf die Fragestellung zugeschnitten sein

Das heist für mich: Sehr vieles ist noch offen – es gibt Hoffnung!



Just Harryed? Agriculture & Robotics

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

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.

Links: RIPPA (vielseitig); University of Sidney; oben rechts: AgBot II, Queensland University; unten rechts: di-wheel, University of Sidney

Anwendung: Feldspritzen mit Bildverarbeitung (USA)



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

Blue River Technology, USA, gehört nun zu 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



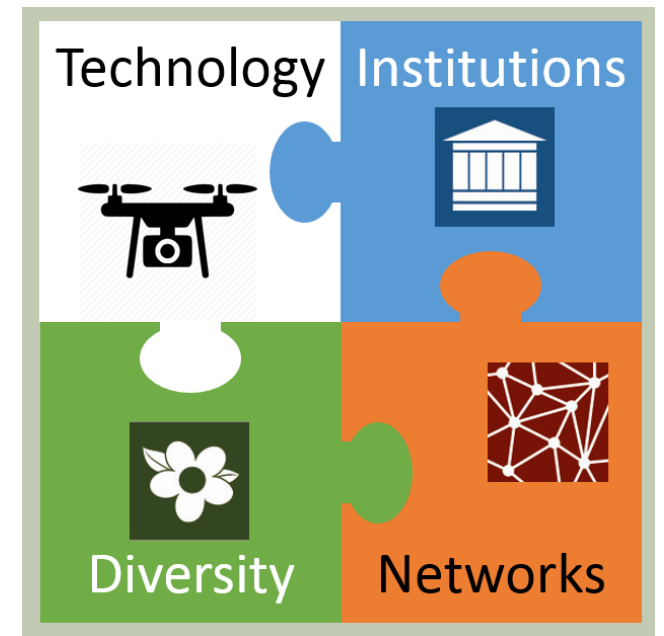
- Kleine (50 kg), interagierende Roboter
- Anwendung: Einzelkorn-Aussaart

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

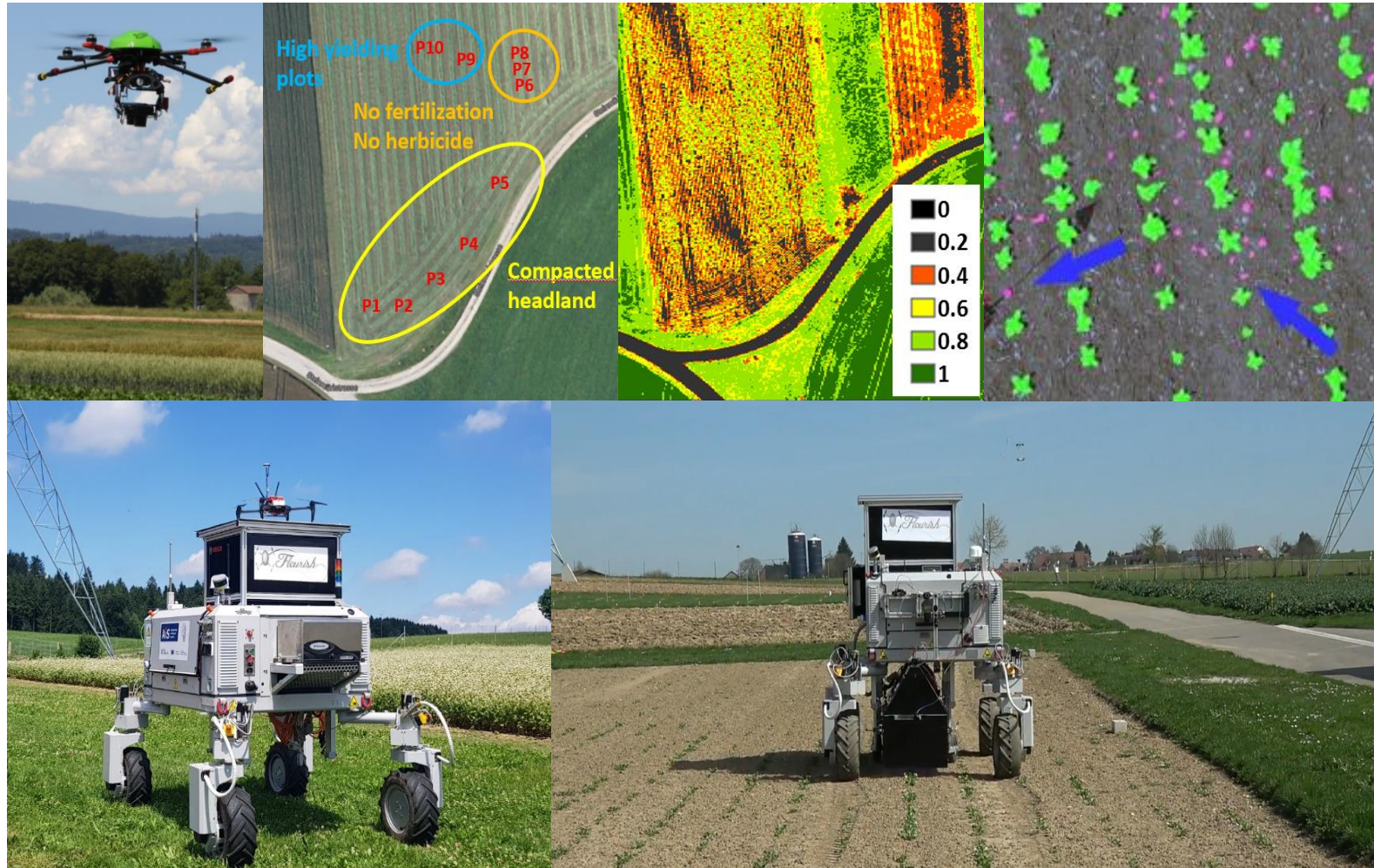
Xaver, Firma Fendt / AGCO: Autonome Einzelkorn-Aussaart; Preisträger bei Agritechnika 2017

Beispiele für Forschung in 'Smart Farming' an der ETH Zürich

- Smart Farming = Fortschritt (Technologie + Diversität + Netzwerke + Institutionen)
- PNAS Opinion Paper Walter, Buchmann, Huber, Finger
- FIP – Kamera- Anlage in Eschikon
- AgroVet Strickhof (Tierwissenschaften)
- Entwicklung von Robotern und autonomer Kontrolle
- Analyse des Netzwerkes von Stakeholdern
- Forschungsprojekte (z.B. Flourish, Innofarm, Traitspotting)
- ETH-Studio AgroFood
- Innovationen in der Lehre
- Antrag eines Nationalen Forschungsschwerpunkts (NFS, NCCR ,DigiFarm')

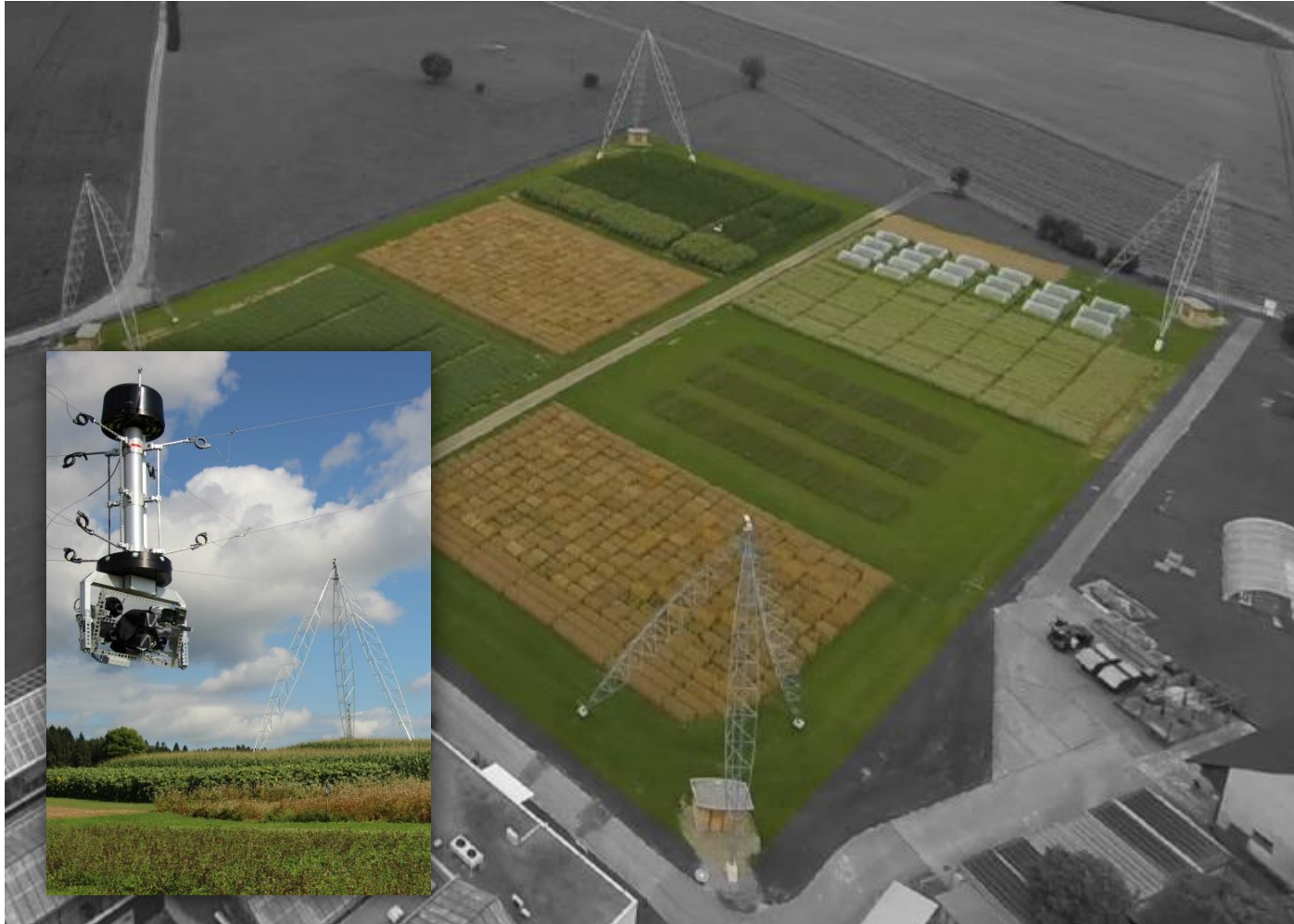


EU-Projekt Flourish: Drohne und Bodenroboter arbeiten zusammen

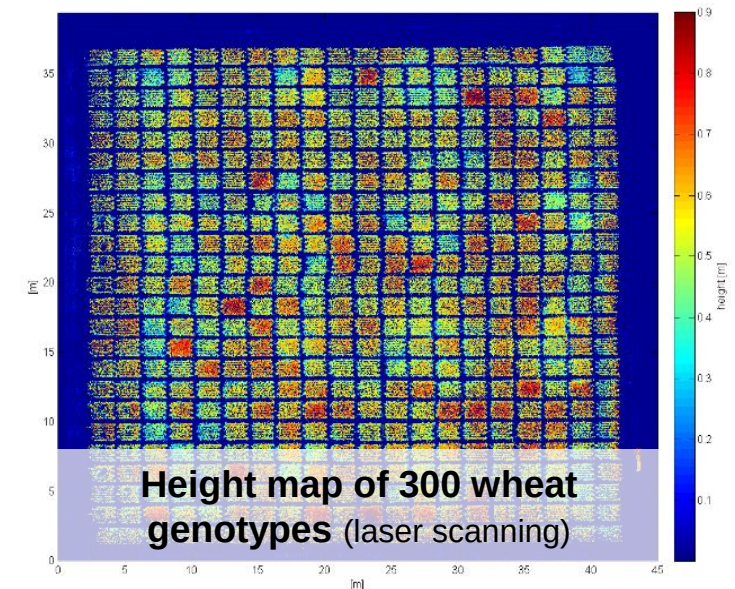


- Drohne ermittelt eventuell problematische Bereiche im Feld (Unkraut-Zentren, Heterogenität von Düngung...)
- Daten werden prozessiert und an den autonomen Boden-Roboter weitergegeben (Bonirob, Amazone / Bosch Deepfield)
- Bonirob fährt an die Positionen, führt dort detaillierte Analyse oder Anwendung aus (Unkraut-Vernichtung, Bodenanalyse,...)

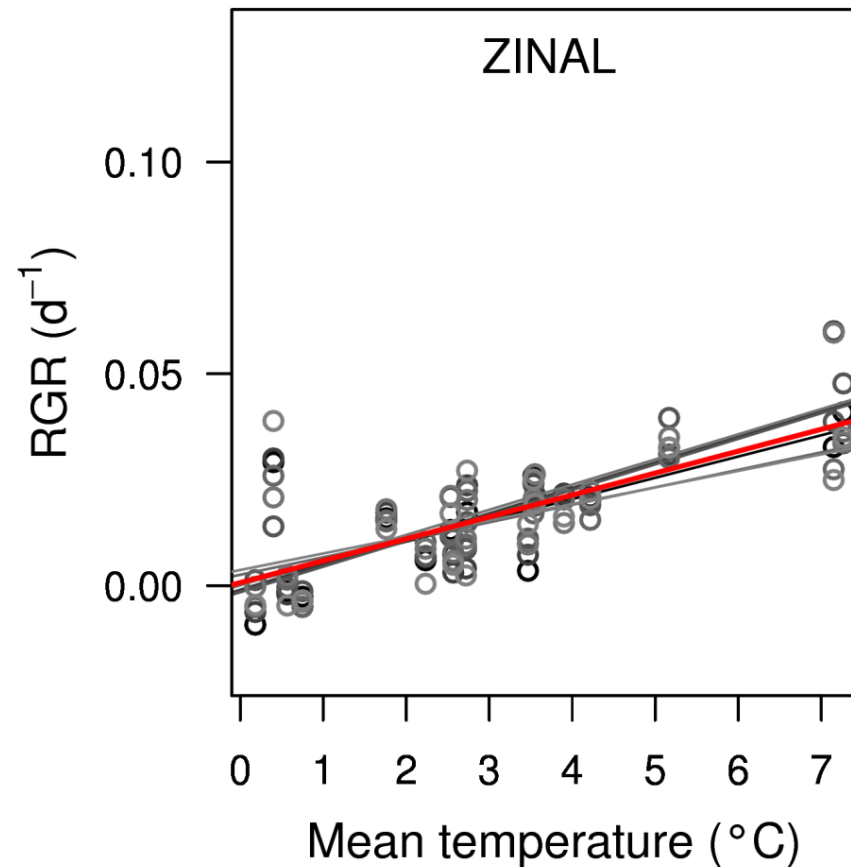
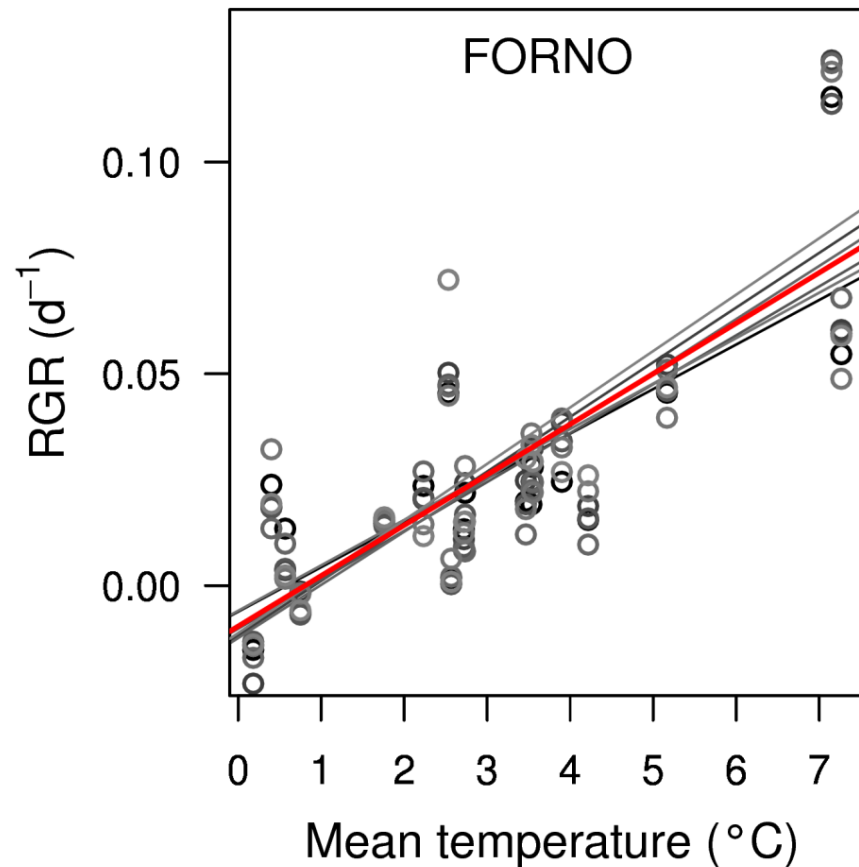
Feld-Phänotypisierung and der ETH: FIP-Anlage in Eschikon



- Field Phenotyping Platform FIP: Seilkamerasystem mit vielen Kameras und Sensoren auf 1 ha
- Messung von Pflanzenhöhe, -temperature, -farbe,...
- In Weizen, Soja, Mais,...



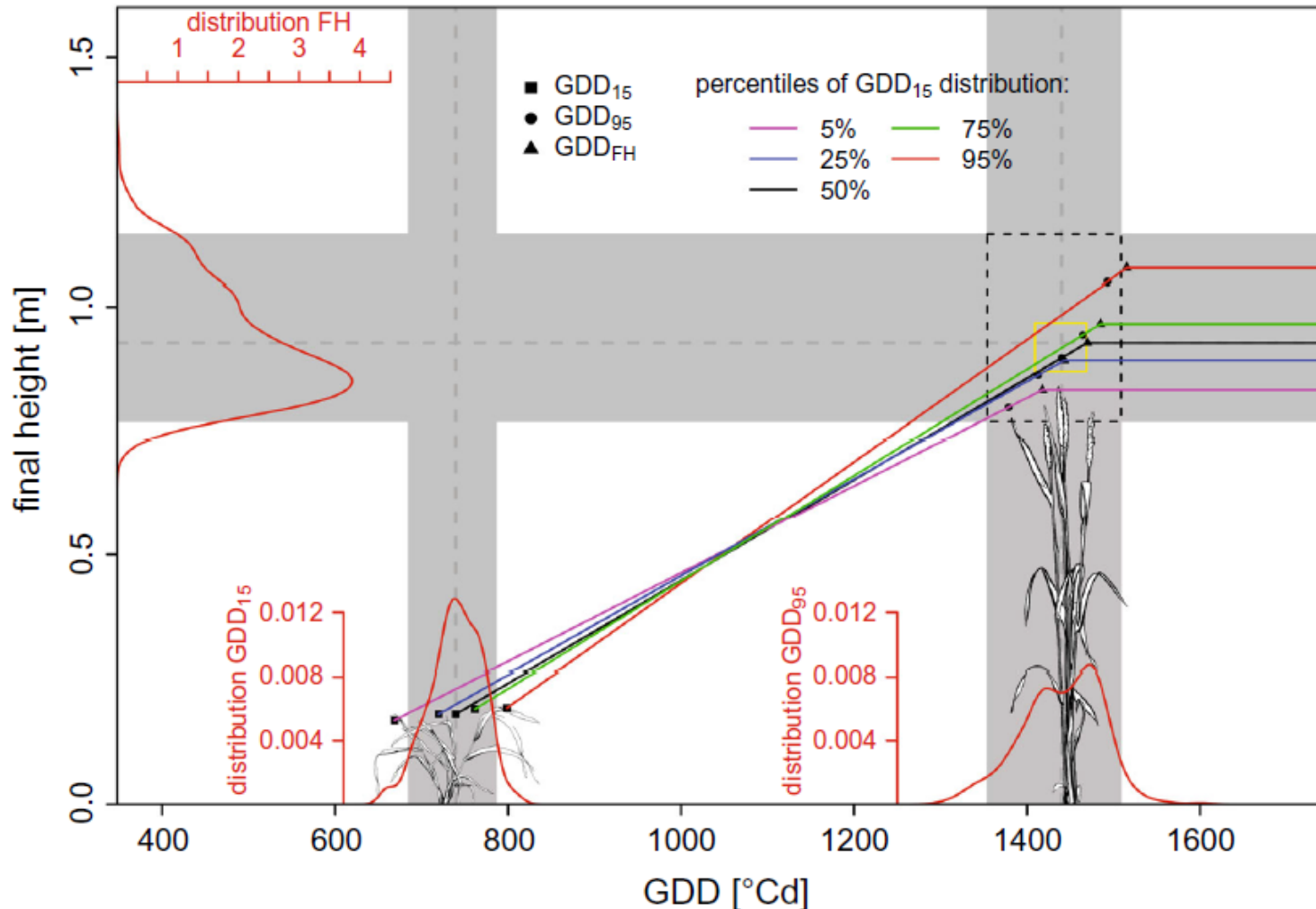
Anwendung: Unterschiede zwischen Weizen-Sorten bei Reaktion auf z.B. Temperatur – Detektion ‘idealer’ Genotypen



Welcher Genotyp hat Vorteile im Winter?

Ziel: Verbessern der Züchtungs-Programme

Unterschiede zwischen hunderten von Genotypen (Höhenwachstum)



Welche Gene muss eine Sorte aufweisen, damit sie rasch wächst, wenn bei uns die Bedingungen gut sind?

Ziel: Verbessern der Züchtungs-Programme

NFP 73 – InnoFarm – Technologie & Policy (PI: Prof. Robert Finger)

- Wie können Drohnen und Sensoren angewendet werden, um z.B. Stickstoff so effizient wie möglich in der Schweizer Landwirtschaft anzuwenden?
- Quantifizierung der Stickstoff-Effizienz und von Vorteilen für die Umwelt durch Verbesserung von Anwendungs-Schemata
- Analyse, welche Organisationsform oder Kooperationen (z.B. Einzelbetrieb, Maschinenring, Lohnunternehmer) die Nutzung der Technologie unterstützen
- Bestimmen von Kosten und Nutzen dieser Technologien aus einer ganzheitlichen Perspektive
- Verstehen, unter welchen Voraussetzungen solche Techniken angenommen werden und dadurch zur Weiterentwicklung der Nachhaltigkeit beitragen

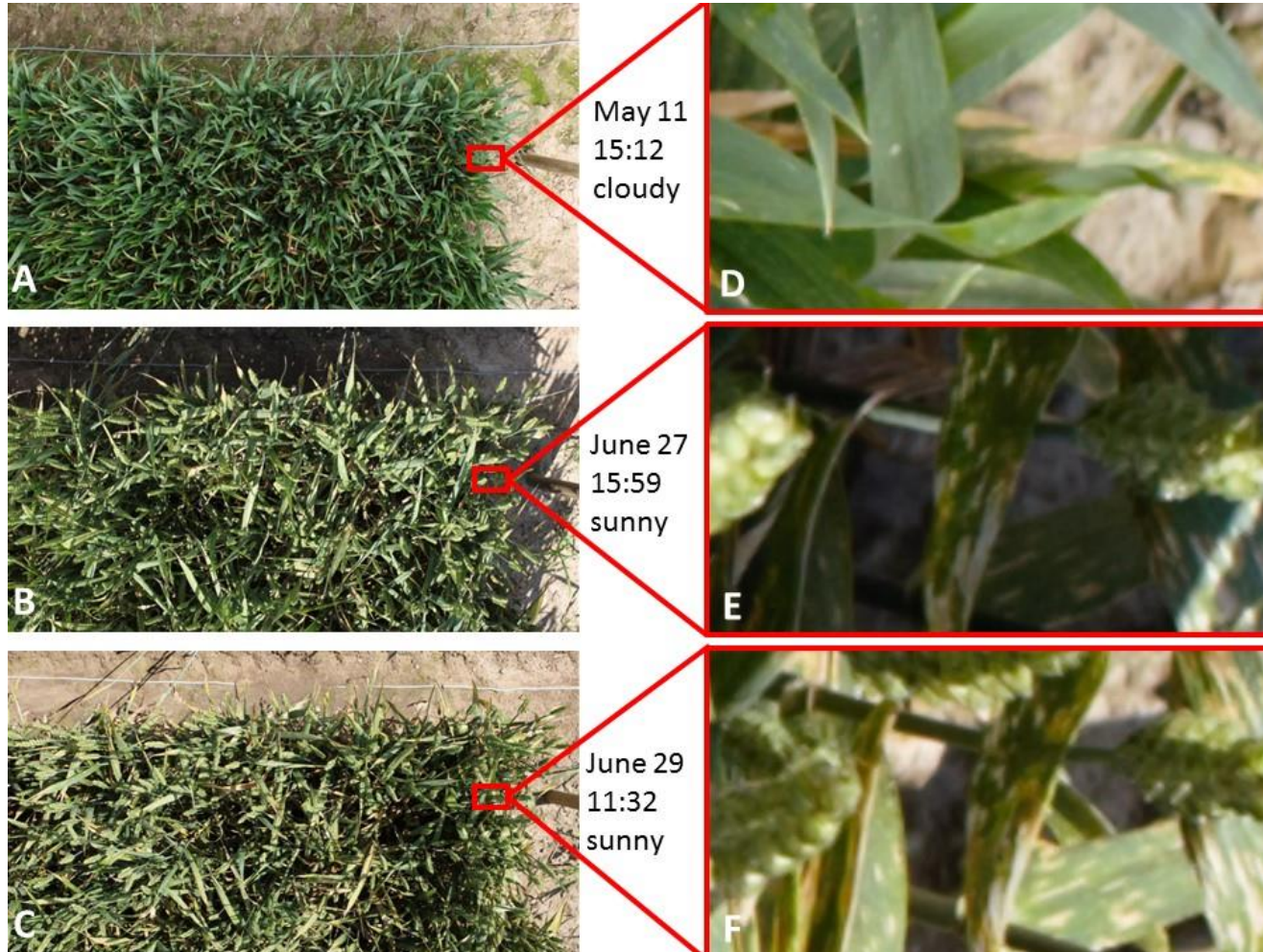
Innofarm: Interaktion mit Bauern – v.a. in Solothurn

- Ab Sommer 2018: Flüge von Drohnen über Felder von teilnehmenden Betrieben
- Mobile Messtation zu Treibhausgasen an rotierenden Standorten
- Kleine Wetterstation neben hauptsächlich analysierten Feldern
- Interviews, Fragebögen etc. mit mehreren Dutzend Landwirten und ‘Agenten-basierte Modellierung’ der Betriebe und des Netzwerks
- Begleitpanel mit Vertretern von Ämtern und Privatwirtschaft



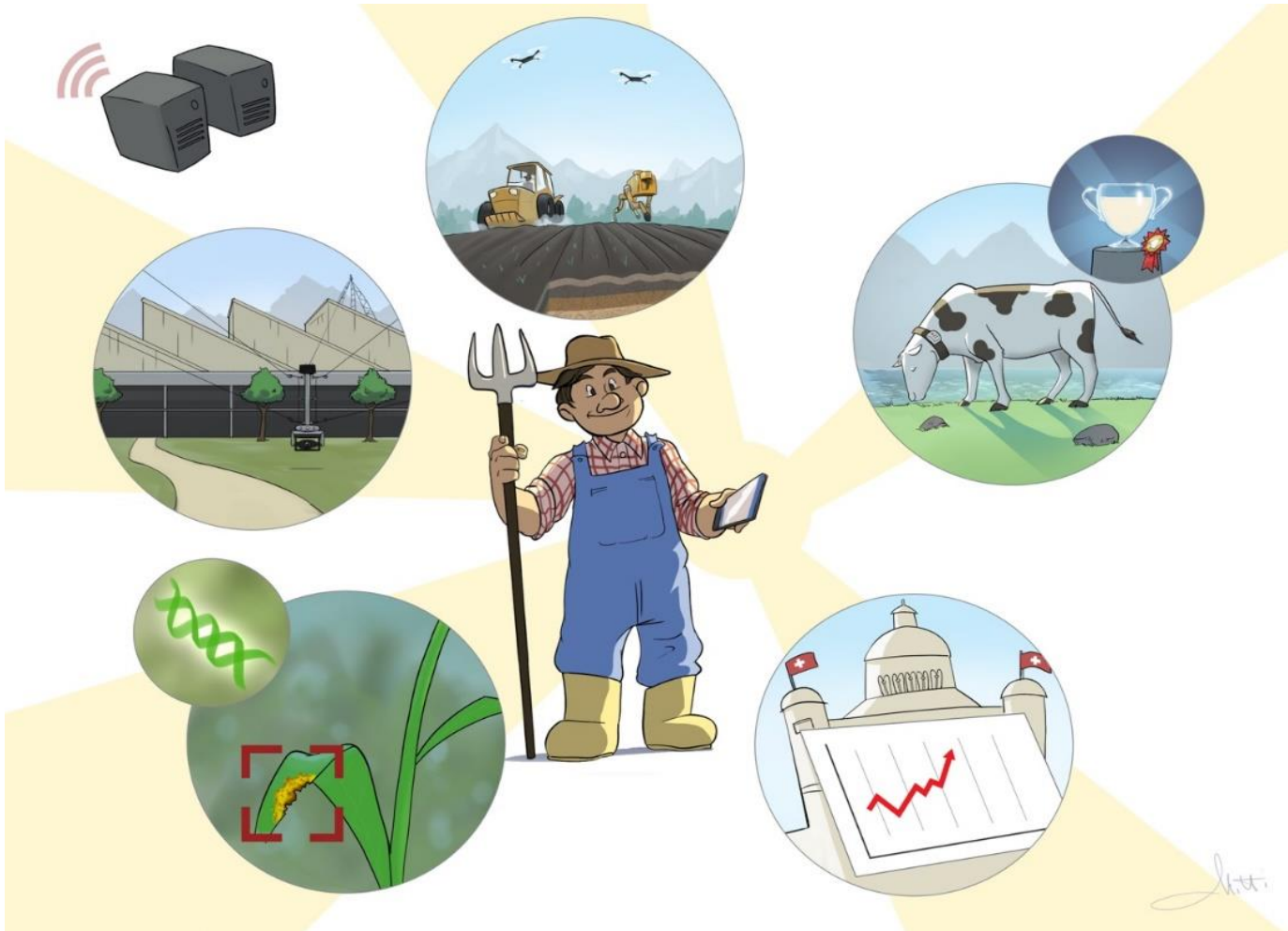
Auch:
Forschungsprojekte
zusammen mit dem
Schweizer Bauern-
verband seit 2016

Grenzen heutiger Forschung: z.B. Krankheiten zuverlässig detektieren

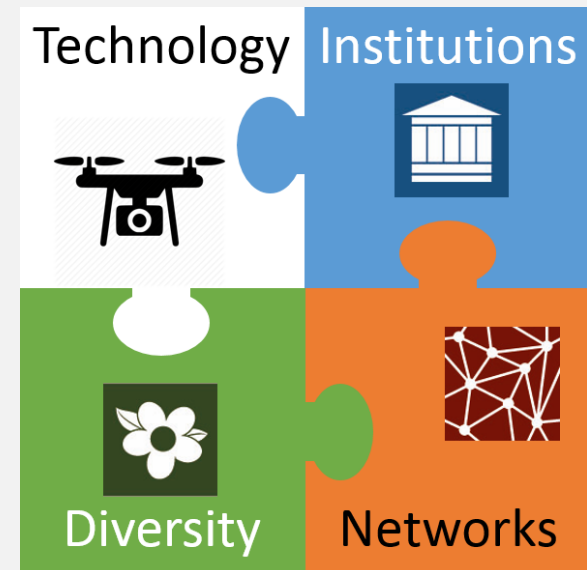


- Welches Blatt ist gesund, welches zeigt Symptome einer Krankheit (Septoria? Andere Krankheit? Normale Alterung des Blattes?)
- Wie kann man einen Befall mit derselben Präzision in sonnigen und schattigen Bedingungen erkennen?
- Ist für diese Krankheit eine Schadschwelle überschritten?
- Braucht es einen Fungizid-Einsatz?

Smart Farming = Technologie + Diversität + Institutionen + Netzwerke



Smart Farming: Technologie wird entwickelt entlang der Bedürfnisse von Stakeholdern und der Gesellschaft (opinion paper Walter, Finger, Huber, Buchmann, 2017). Antrag NCCR Digifarm



Bedenken, mit denen ich oft konfrontiert werde

- Landwirtschaft wird noch stärker durch die grossen Firmen kontrolliert
- Kleine Betriebe werden sich die teuren Maschinen nicht leisten können
- Kleine Betriebe werden verdrängt – vor allem in sich entwickelnden Ländern
- Technologie wird nur unangemessen vereinfachte Lösungsansätze für komplexe Situationen bereitstellen
- Wenn die Automatisierung und ‘Roboterisierung’ der Landwirtschaft zu offensiv gepusht wird: Es wird zu vergleichbaren ‘Lock-in-Situationen kommen wie bei der Einführung von Biotechnologie vor 20 Jahren

Daher sollte es rechtzeitig zur Diskussion eines Leitbildes kommen: Was erwarten wir von der Landwirtschaft ?

1. Welche Art von Arbeit wollen wir?
2. Wer wird wie viel arbeiten?
3. Wie gewinnt man die Wertschätzung des Konsumenten?
4. Wie bewerten wir Nachhaltigkeit?
5. Wie können wir die Diversität in der Landwirtschaft erhalten/erhöhen?
6. Wie können wir Kommunikation und Wissenstransfer verbessern?

Welche Art von Arbeit wollen wir?

Eine Mischung aus
physisch und intellektuell
herausfordernder Arbeit



Wer wird in welchem Umfang arbeiten?

Erhöhung des Anteils von jungen Menschen – auch in Teilzeit, in Praktika oder sonstiger Freiwilligenarbeit



- **Augmented Reality**
- **Citizen Scientists**
- **Online Advisors**

Wertschätzung der Konsumenten?

Der Konsument sollte den speziellen Wert des Produktes verstehen und schätzen – sowie eine Auswahl von Produkten haben deren Spektrum von billig bis sehr nachhaltig reicht



Wie bewerten wir Nachhaltigkeit?

Nachhaltigkeit hat drei Dimensionen: Ökonomie, Ökologie, soziale Aspekte. Alle müssen laufend neu bewertet werden.



Wie können wir die Diversität in der Landwirtschaft erhalten/erhöhen?

Diversität führt zu Resilienz.

Und: Diversity is fun!



Kommunikation und Wissenstransfer?

Für sich entwickelnde Länder / kleine Betriebe ist dies eine der wichtigsten Herausforderungen. Kommunikation mit 'Peers' und mit Hilfe moderner Formen von Informations- und Kommunikations-Technologie (ICT).

Soziale Netzwerke und 'advice without borders'



Leitbild: Landwirtschaft sollte uns 'gut tun'

1. Was arbeiten wir?
2. Wer arbeitet in welchem Umfang?
3. Wertschätzung des Konsumenten?
4. Einstufung der Nachhaltigkeit und anderer Kriterien?
5. Diversität zu Risiko-Absicherung – oder einfach aus Spass?
6. Kommunikation mit Gleichgesinnten und Wissensweitergabe?

Mein Plädoyer für ein Leitbild: Landwirtschaft sollte uns ‘gut tun’

- 1) Das Berufsfeld der Landwirtschaft ist durch eine gesunde Mischung von körperlicher und geistiger Arbeit charakterisiert. Beide Aspekte sind für den Landwirt (oder die Landwirtin) fordernd aber nicht überfordernd.
- 2) Landwirtschaft wird von vielen Personen betrieben – auch in Teilzeit, während kurzen Zeitabschnitten oder in der Freizeit; in der realen wie in der virtuellen Welt.
- 3) Der Konsument versteht, was das Besondere an dem Produkt ist, das er vom Landwirt erworben hat. Er schätzt die Vorzüge dieses Produkts und er genießt dessen Konsum.
- 4) Die Nachhaltigkeit einer bestimmten Produktionsform wird immer wieder auf den Prüfstand gestellt und sie spiegelt sich im Preis des Produkts und in der staatlichen Unterstützung für den Landwirt wider.
- 5) Das Führen eines diversen Betriebes, z.B. mit vielfältiger Fruchtfolge, wird belohnt. Neben den Vorteil, den Betrieb in der Art und Weise und mit den Kulturen so weiterzuführen, wie man es gewohnt ist, etabliert sich ein Anreiz, in gewissen Grenzen Neues auszuprobieren und der Vielfalt Raum zu geben.
- 6) Das Wissen und die Erfahrungen, die Landwirte und Konsumenten erwerben, beinhalten die Verpflichtung zur Weitergabe dieser Informationen. Neben den existierenden staatlichen Beratungsdiensten für Landwirte und Konsumenten sowie den Informationen durch Firmen und Verbände etabliert sich ein ‚Peer Review‘ Netzwerk mit ausbalancierten, zeitgemässen Kontrollmechanismen, das nationale und internationale Kontakte mit einschliesst.

Schlussfolgerungen

1. Smart Farming = Fascinating Farming
2. ICT, Robotik, Automatisierung are King
3. Sustainability is Queen
4. Es braucht Fortschritte auf technischem Gebiet
– sowie in vielen anderen Feldern

