

DIGITALISIERUNG

DIGITALISIERUNG IN DER LANDWIRTSCHAFT

Ralf Kalmar, Fraunhofer IESE

Alfredeburger Studienwoche 2020, Königswinter, 28. Februar 2020



Digitale Transformation (1)

Papstwahl 2005



Luca Bruno (AP)

Papstwahl 2013



Michael Sohn (AP)

Digitale Transformation (2)

Thermomix® 2013



Thermomix® 2017



Bilder: Vorwerk Deutschland Stiftung & Co.KG

Digitale Transformation (3)

Pebble Time Smartwatch



Exploding Kittens Kartenspiel



Digitale Transformation (4)

Ein Unternehmen – zwei Seiten

Amazon Video
[Amazon Video](#)
[Prime Video](#)
[Kaufen und leihen](#)
[Meine Watchlist](#)
[Meine Video-Bibliothek](#)
[Auf vielen Geräten verfügbar](#)

Amazon Music
[Amazon Music Unlimited](#)
[Prime Music](#)
[Meine Musikbibliothek](#)
[Amazon Music Apps](#)
[CDs & Vinyl](#)
[Musik-Downloads](#)

Appstore für Android
[Underground Apps](#)
[Alle Apps und Spiele](#)
[Spiele](#)
[Amazon Coins](#)
[Amazon Apps](#)
[Ihre Apps und Games](#)

Prime Fotos und Videos
[Prime Fotos](#)
[Amazon Drive](#)
[Laden Sie die kostenlos](#)
[Anmelden](#)

Kindle eReader & Bücher
[Kindle](#)
[Kindle Paperwhite](#)
[Kindle Voyage](#)
[Kindle Oasis](#)
[Zubehör](#)
[Kindle eBooks](#)
[Englische eBooks](#)
[Kindle Unlimited](#)
[Gratis Kindle Lese-Apps](#)
[Kindle Cloud Reader](#)
[Meine Inhalte und Geräte](#)

Fire-Tablets

Fire TV
[Amazon Fire TV](#)
[Der neue Fire TV Stick](#)
[Amazon Fire TV-Gamecontroller](#)
[Prime Video](#)
[Amazon Video](#)
[Apps & Spiele für Fire TV](#)
[Amazon Fotos & Drive](#)

Echo & Alexa
[Neu - Amazon Echo](#)
[Neu - Echo Dot](#)
[Alexa App](#)

Elektronik & Computer
[Kamera & Foto](#)
[Smartphones & Zubehör](#)
[TV, Fernseher & Heim](#)
[Audio & HiFi](#)
[Musikinstrumente & D](#)
[Navigation](#)
[Elektronik-Zubehör](#)
[Konsolen & Games-Z](#)
[Haushaltsgeräte & St](#)
[Elektro-Großgeräte](#)
[Alle Produkte](#)
[Notebooks](#)
[Tablets](#)
[Computer-Zubehör](#)
[PC-Komponenten](#)
[Software](#)
[PC- & Video-Games](#)
[Games-Downloads](#)
[Drucker & Tintenpatr](#)
[Bürobedarf & Schreib](#)

Haushalt, Garten, Bau
[Haushaltsgeräte & St](#)
[Kaffee & Espresso](#)
[Elektro-Großgeräte](#)
[Kochen & Essen](#)
[Aufbewahren & Ordn](#)
[Möbel & Wohnaccess](#)
[Heimtextilien](#)
[Beleuchtung](#)
[Alles in Küche & Haus](#)
[Elektro- & Handwerkz](#)
[Elektrisches Gartenw](#)
[Elektroinstallation](#)
[Heizen & Kühlen](#)
[Küchen- & Badinstall](#)
[Smart Home](#)
[Werkzeuge für Profis](#)
[Alles in Baumarkt](#)
[Alle Garten-Produkte](#)
[Alles für Tiere](#)

Beauty, Drogerie & Le

Amazon Logistics
Umsatz 2018: \$207,2 Milliarden
Gewinn 2018: \$5.1 Milliarden

Compute
EC2
EC2 Container Service
Lightsail
Elastic Beanstalk
Lambda
Batch

Developer Tools
CodeCommit
CodeBuild
CodeDeploy
CodePipeline
X-Ray

Analytics
Athena
EMR
CloudSearch
Elasticsearch Service
Kinesis
Data Pipeline
QuickSight

Application Services
Step Functions
SWF
API Gateway
Elastic Transcoder

Management Tools

Storage
S3
EFS
Glacier
Storage Gateway

Database
RDS
DynamoDB
ElastiCache
Redshift

Networking & Content Delivery
VPC
CloudFront
Direct Connect
Route 53

Migration
Application Discovery Service
DMS
Server Migration
Snowball

Game Development
Amazon GameLift

Mobile Services
Mobile Hub
Cognito
Device Farm
Mobile Analytics
Pinpoint

Amazon Web Services
Umsatz 2018: \$25,7 Milliarden
Gewinn 2018: \$7,3 Milliarden

Digitale Transformation

Mit Hilfe von Software entstehen digitale Ökosysteme, die neue Geschäftsmodelle mit digitalisierten Prozessen realisieren.

Informationen



Digitale Daten/Produkte



Digitale Prozesse



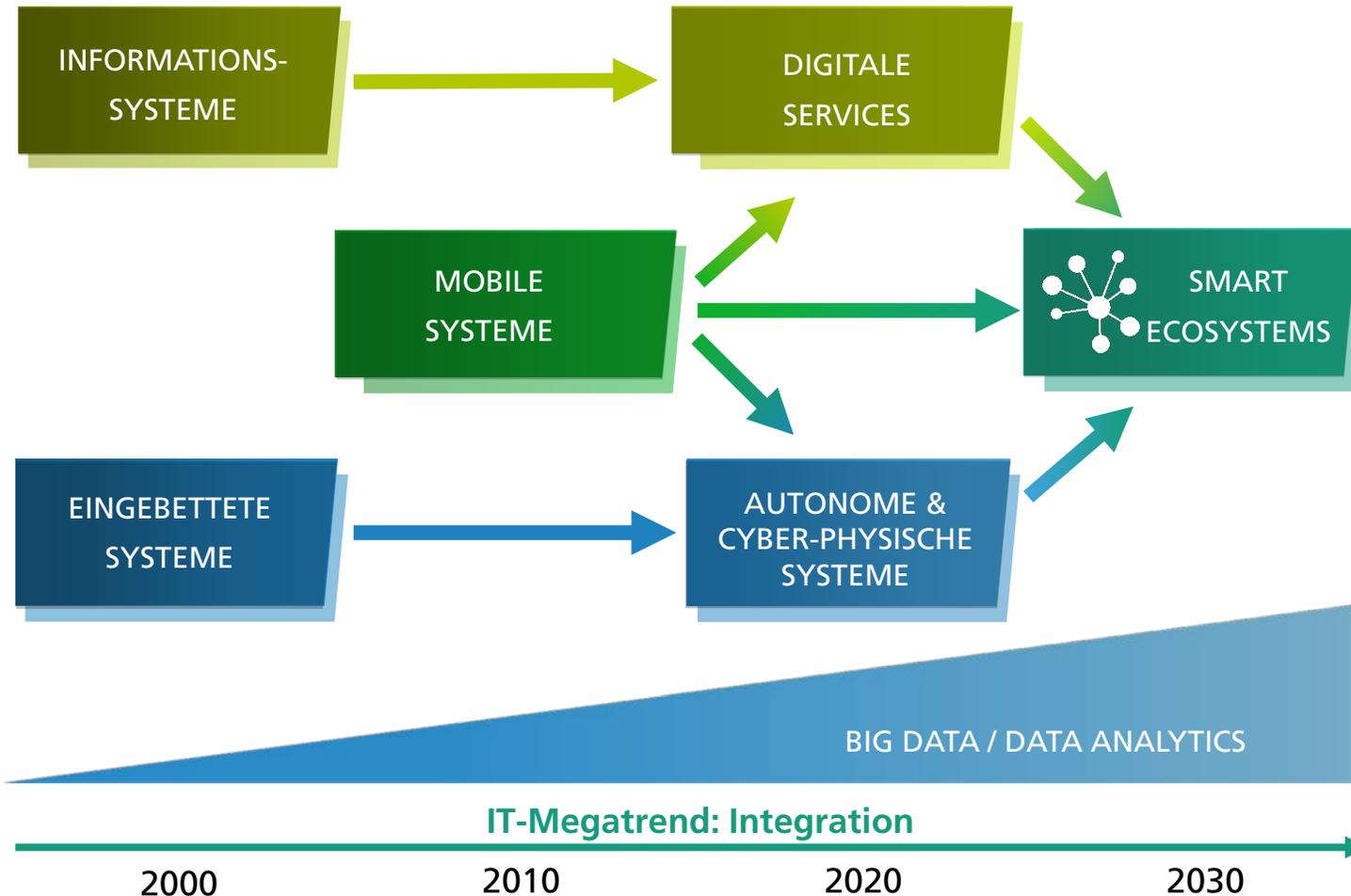
Digitale Geschäftsmodelle



■ Herausforderungen

- Integration physischer Produkte (z.B. Logistik bei Industrie 4.0; funkt. Sicherheit bei Mobilität)
- Komplexe, nicht kontrollierbaren Rahmenbedingungen (z.B. Wettereinflüsse bei Smart Farming)
- Heterogene, nicht formalisierte Informationen (z.B. menschliche Kommunikation)

Smart Farming – Digitale Transformation in der Landwirtschaft



Smart Farming:

Software-gestützte Optimierung und Automatisierung landwirtschaftlicher Arbeits- und Geschäftsprozesse.

Dafür notwendig:

- **Digital verfügbare Daten** zu betriebswirtschaftlichen Zielen, Prozessen und Assets eines landwirtschaftlichen Betriebs und deren aktuellen Eigenschaften und Kontext.
- Dienste und Produkte, die Daten in Werte transformieren.

Digitale Transformation in der Landwirtschaft

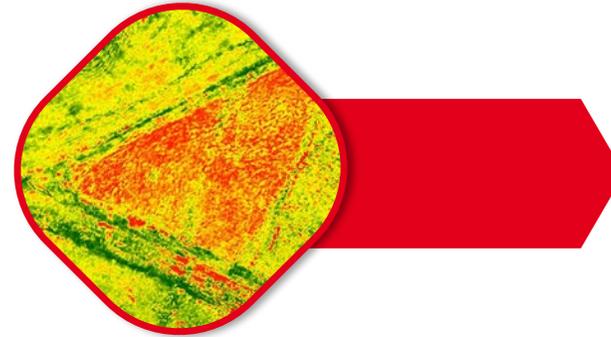
Informationen



Digitale Daten/Produkte



Digitale Prozesse

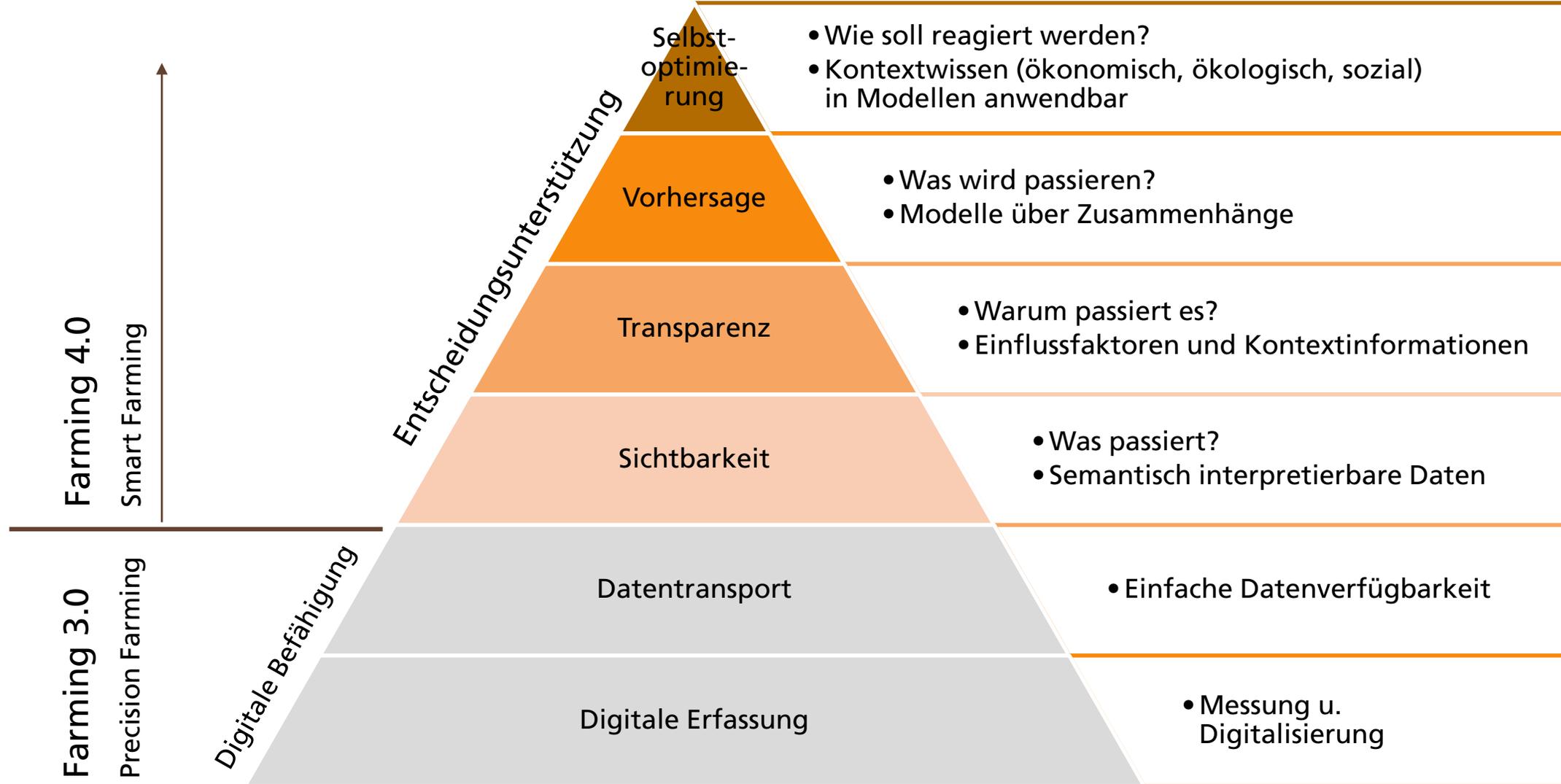


Digitale Geschäftsmodelle



- Herausforderungen speziell in der Landwirtschaft
 - Sehr viele Informationen sind notwendig, wenige sind einfach verfügbar
 - Viele Insellösungen, es passt nicht alles zusammen
 - Für Landwirte oft unklarer Nutzen, Unsicherheiten in Bezug auf Daten-Souveränität

Entwicklungsstufen der digitalen Transformation



Smart Farming Anwendungsszenarien

- Es gibt bereits eine große Zahl von Smart Farming-Anwendungen
- Aus Sicht eines Landwirts sind dies oft Insel-Lösungen verschiedener Anbieter
- Beispiele
 - Zentimeter-genaues bodenabhängiges Säen
 - Teilflächen-spezifische Düngung
 - Optimierte Maschinennutzung / Maschineneinstellungen
 - Nachhaltige ökologische Bodennutzung
 - Entscheidungsunterstützung für Investitionen
 - Transparenz und Produkt-Sicherheit in der Nahrungsmittel-Verarbeitungskette

Anspruch eines digitalen Ökosystems

Flexible Vernetzung und Unterstützung unterschiedlichster Akteure/Interessensvertreter (Stakeholder) durch Daten und Dienste – Wertschöpfungsketten unterstützen/überspannen

	 Betriebsmittelhersteller	 Erzeugung	 Logistik	 Veredlung	 Handel	 Kunden
Hauptakteure	Maschinenhersteller Betriebsmittelhersteller (Dünger, Saatgut, Pflanzen)	Landwirt Lohnunternehmer Anbauverbände	Spediteure Lageristen	Schlachthöfe Molkereien Mühlen Raffinerien Nahrungsmittelhersteller	Großhandel Einzelhändler Einkaufsgemeinschaften Direktvertrieb	Konsumenten Bäcker, Metzger, ...
Sekundär/ Dienstleister	Genossenschaften	Betriebsführung Berater Datendienste (Geodaten/ Fernerkundung, Wetter)				
Politik, Aufsichtsbehörden, Standardisierungsgremien, Interessensverbände						

Fraunhofer-Leitprojekt Cognitive Agriculture (COGNAC)

Digitales, kognitives Ökosystem für die Landwirtschaft von morgen

Herausforderung

- Erreichung einer nachhaltigeren und effizienteren Landwirtschaft durch Digitalisierung
- Es existieren viele Insellösungen für Systeme und digitale Plattformen in der Landwirtschaft

Beiträge des Leitprojekts

- Integration unterschiedlicher Fraunhofer-Kompetenzen und Lösungen (z.B. Sensoren, kognitive Dienste, Plattformen, Feldrobotik)
- Konzeption und Erprobung in Feldversuchen mit Integrationsziel in ein digitales Ökosystem

Ziele / Ergebnisse

- Lösungen für ein digitales, kognitives Ökosystem mit „Ende-zu-Ende“ Szenarien der Landwirtschaft (z.B. Stickstoffbilanz auf dem Feld regulieren mittels Sensorik, Datenanalyse und Aktorik)
- Verbesserung von Nachhaltigkeit, Ressourceneffizienz, Produktqualität und Kosten



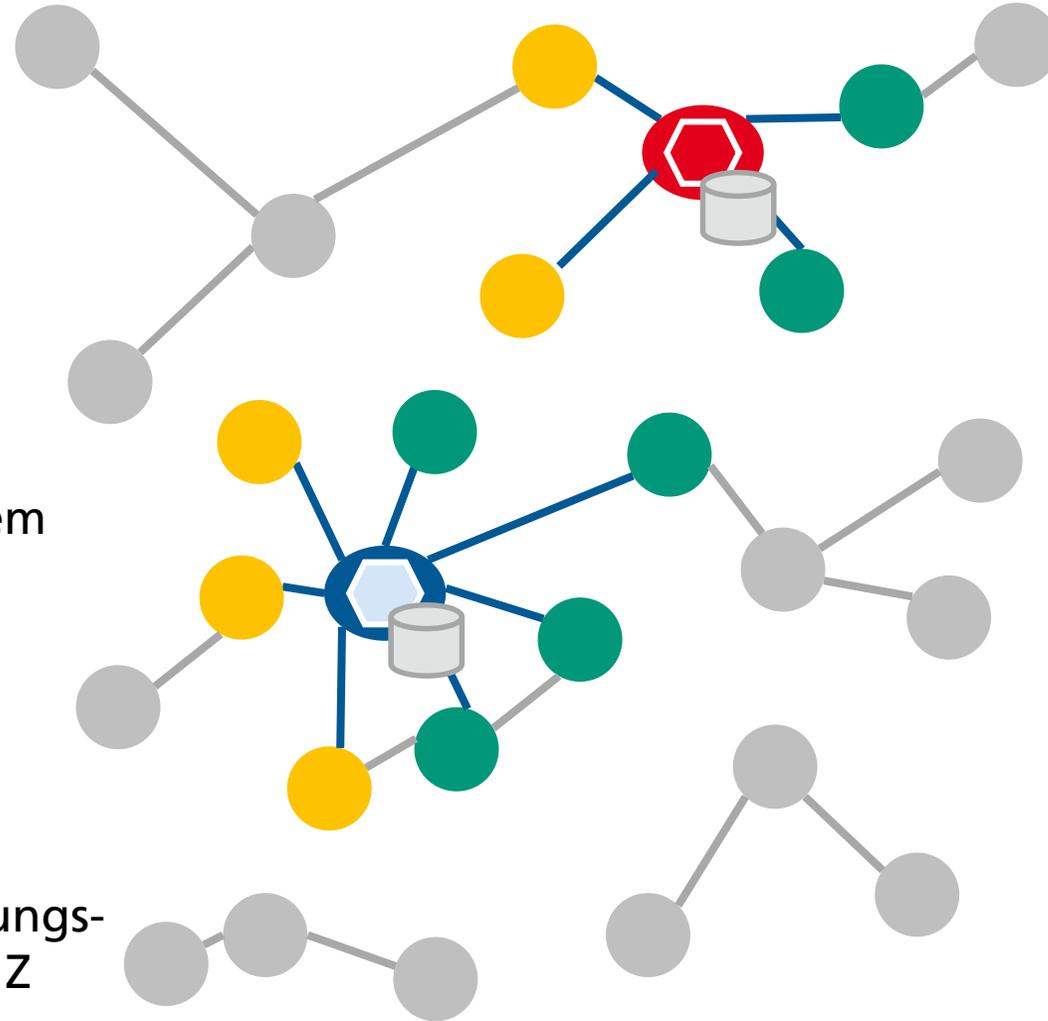
- Fraunhofer-Leitprojekt
- Budget (gesamt): 9 Mio. EUR
- Laufzeit: 10.2018 – 09.2022
- Partner: IESE, IFF, IKTS, IOSB, IPA, IPM, ITWM, IVI
- Projektwebsite: www.cognitive-agriculture.de

Status quo: Domänen-Ökosysteme

Zuckerrüben-Ökosystem
von Anbieter X

Landmaschinen-Ökosystem
von Hersteller Y

Weinbau-Bodenbearbeitungs-
Ökosystem von Spezialist Z



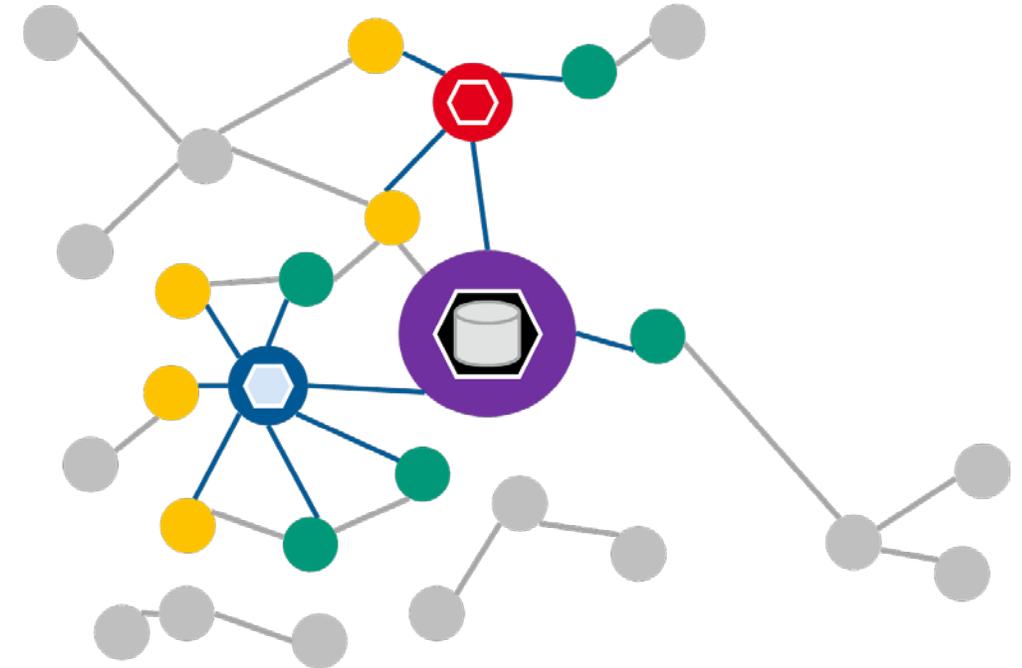
Gewachsene Strukturen,
die sich parallel und unabhängig
voneinander entwickelt
haben und deshalb nicht
zusammenpassen.

Nichtfunktionale Anforderungen und Erfolgsfaktoren aus Sicht der Anwender

- **Balanciertes digitales Ökosystem für Daten und Dienste**
 - Marktneutrale Plattform, konkurrierende Anbieter für Informationen, Daten u. Produkte/Dienste
- **Flexibilität und Wahlfreiheit zwischen Produkten und Diensten**
 - Für jede Aufgabe den besten Dienstleister/Anbieter nutzen, einfacher Wechsel
- **Einfache Nutzung und „Erreichbarkeit“ der Daten/Informationen**
 - Komfort und Arbeitserleichterung
- **Hohe Verfügbarkeit u. Resilienz**
 - Offline-Fähigkeit und Datensynchronisation
- **Sicherheit und Datenschutz**
 - Wahrung von Datenhoheit und Datensouveränität

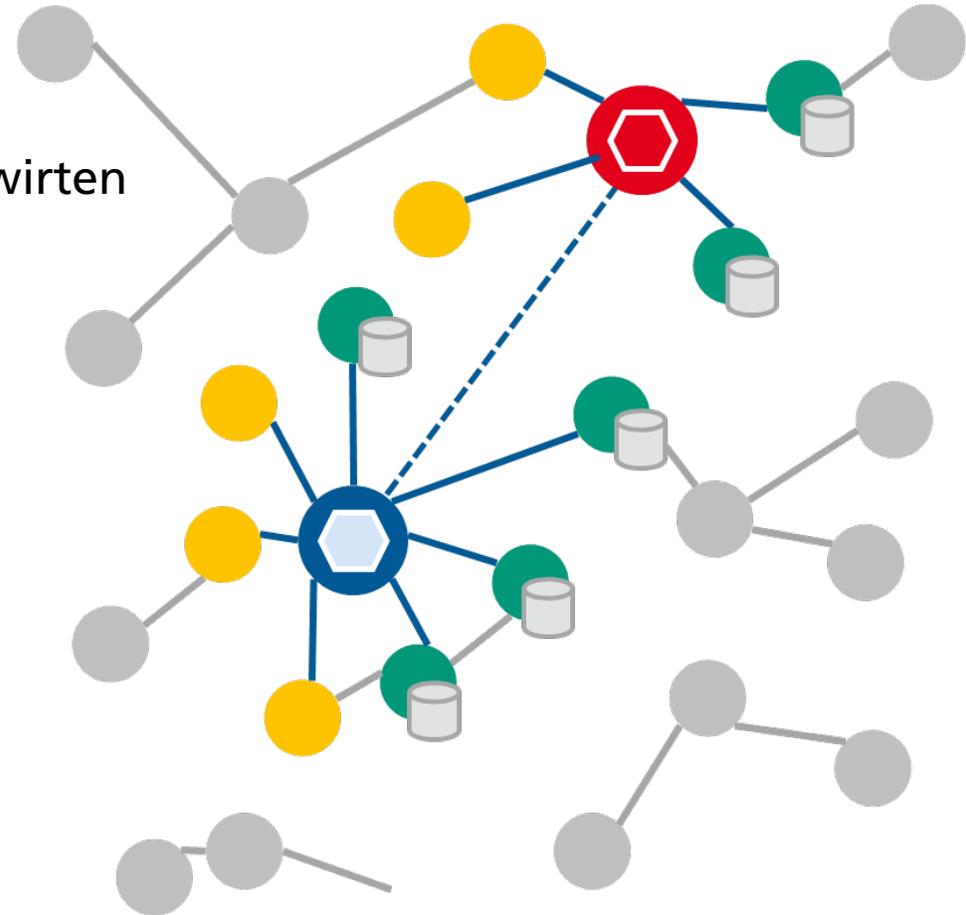
Gestaltungsansätze: 1 - Zentrale Datenplattform

- Zentrale, unabhängige Datenplattform
 - Bietet nur Infrastruktur für Daten, stellt Zugriff zentral für Teilnehmer bereit
 - Alle Daten von Landwirten liegen ausschließlich in der Datenplattform
 - Bilateraler Zugriff auf Daten durch externe Teilnehmer



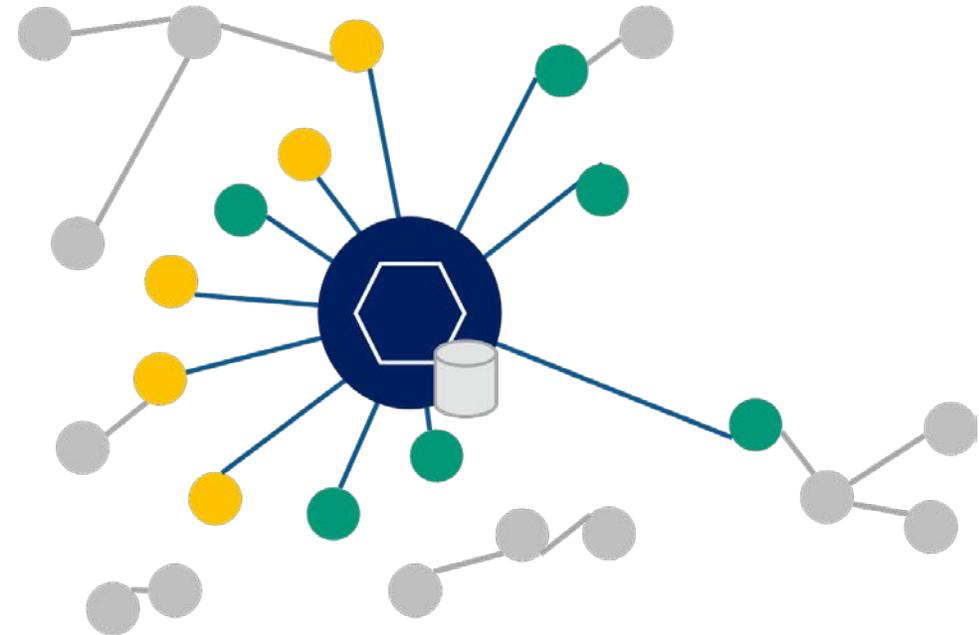
Gestaltungsansätze: 2 - Dezentrale Datenhaltung

- Dezentrale Datenhaltung
 - Daten liegen lokal bei Dienstleistern oder Landwirten
 - Zugriffe werden nach Bedarf bilateral erlaubt



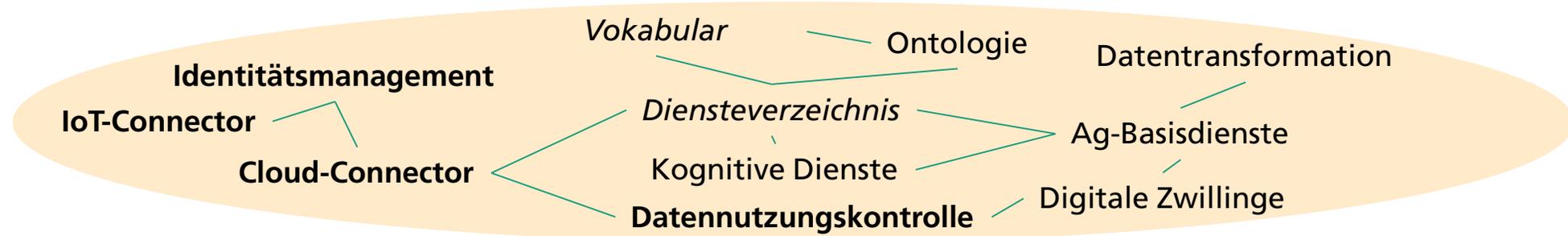
Gestaltungsansätze: 3 - „Master-Agrar-Plattform“

- „Master-Agrar-Plattform“
 - Eine Daten- und Dienste-Plattform, wird von allen Teilnehmern genutzt
 - Alle Daten liegen zentral auf einer Plattform

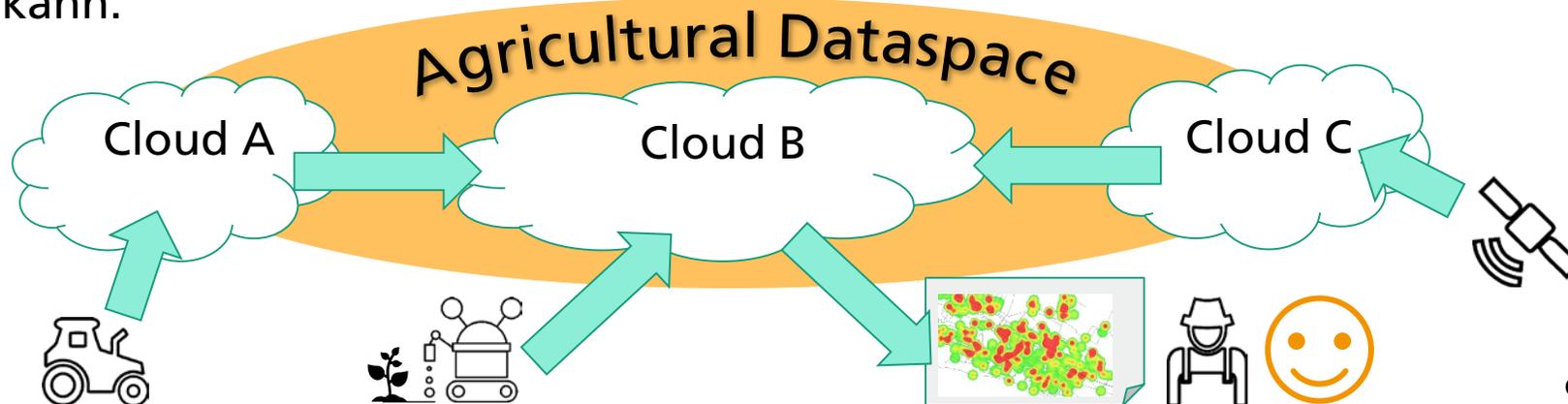


Agricultural Data Space: Ein Datenraum für die Digitalisierung in der Landwirtschaft

- Das Zusammenspiel zwischen Lösungen verschiedener Hersteller erfordert neuartige Standards für grundlegende Dienste digitaler Kooperation einzelner Plattformen:



- Der Agricultural Dataspace entsteht zwischen Cloud-basierten Plattformen, unter denen ein Landwirt flexibel wählen kann:

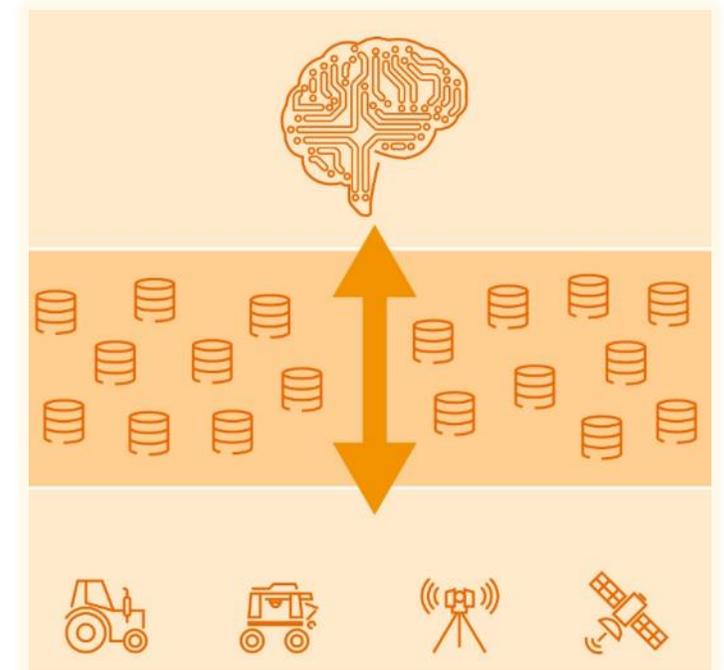


Quelle: Fraunhofer IESE

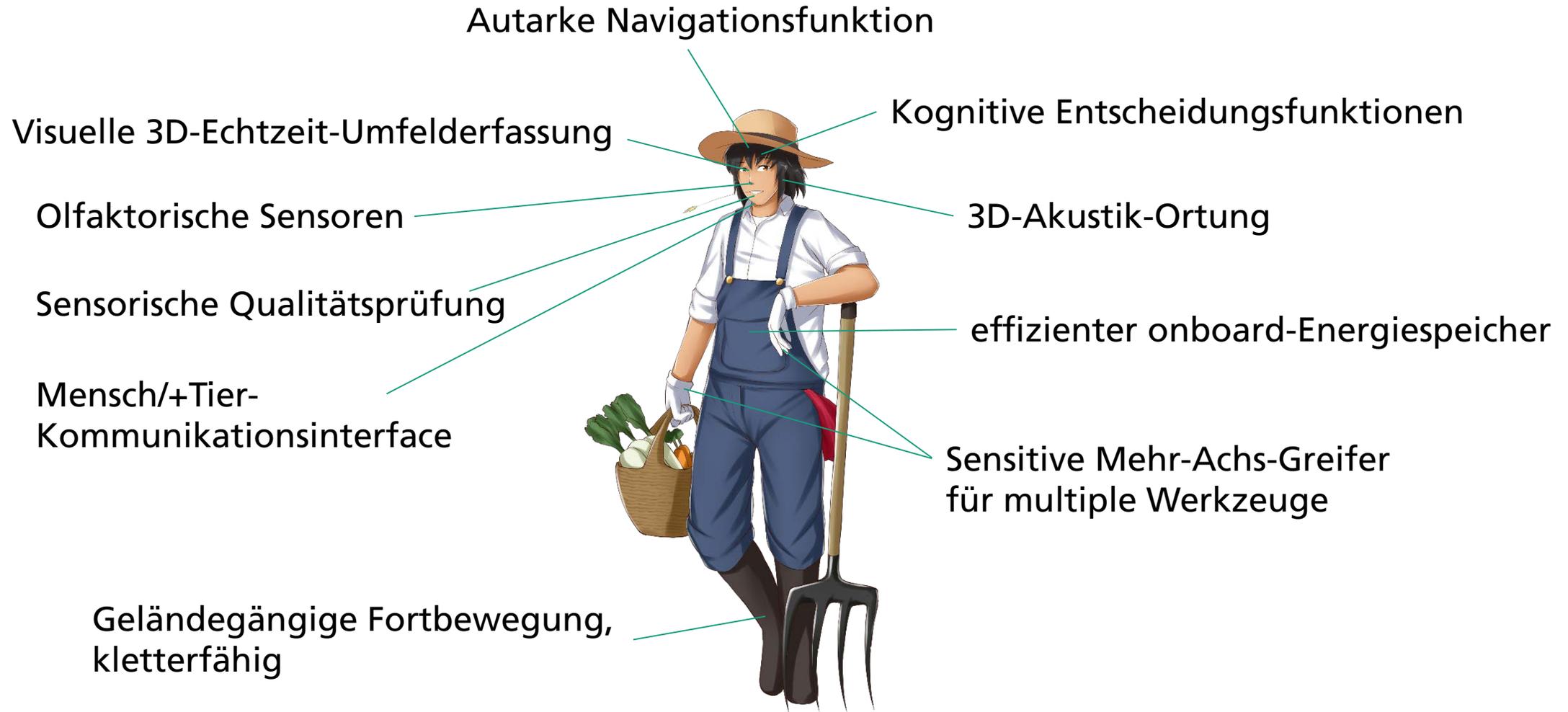
Kognitive Dienste

Herausforderungen durch die Anwendung von KI

- Transparenz und Nachvollziehbarkeit der KI-Entscheidung
- Fairness von Entscheidungen
- Sicherheit des Gesamtsystems „KI“
- Manipulation der Entscheidungsfindung durch gefälschte Daten
- Anpassung von KI-Systemen an sich verändernde Umgebungen oder Einsatzbedingungen
- Kultureller Wandel durch KI (Ethik und soziologische Effekte)
- Was passiert bei Stromausfall oder Netzausfall
-> Verlerntes Wissen? Ist Feld- und Tierwirtschaft noch möglich?

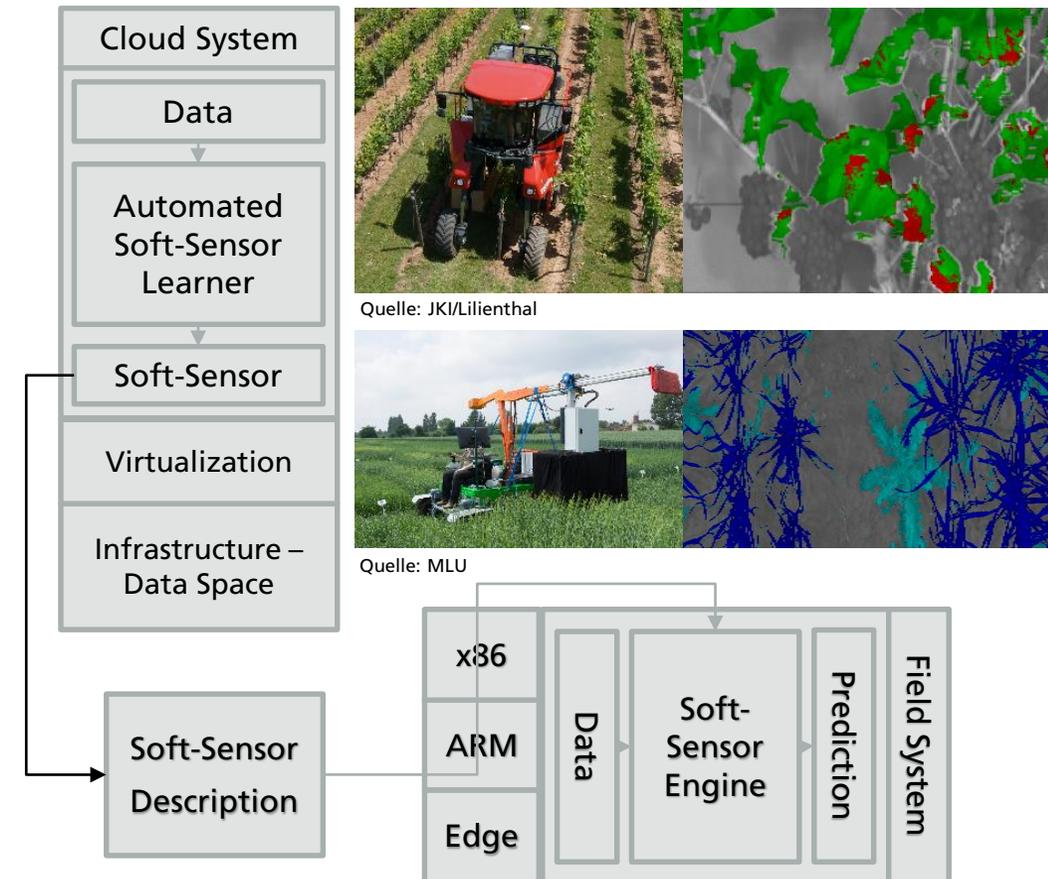


Kognitive Funktionen sollen den Menschen unterstützen Der Ersatz des Menschen ist in den meisten Fällen auch zu teuer...



Kognitiver Dienst: *Soft-Sensor As-A-Service*

- Herausforderung:
 - Messdaten eines Sensors müssen interpretiert werden in einem kausalen, semantischen Modell
 - Erstellen eines Kalibrationsmodells mithilfe von maschinellen Lernens ist aufwändig
- Lösungsansatz
 - Automatisiertes maschinelles Lernen (AutoML) kann die Erstellung und Validierung von Modellen vereinfachen und automatisieren
 - Ein entsprechender Basis-Dienst kann die Bereitstellung von kognitiven Diensten stark erleichtern



Sensorik:

Hyperspektralkamera zur Erfassung von Pflanzen- und Bodenparametern

■ **Lösungsbeschreibung:**

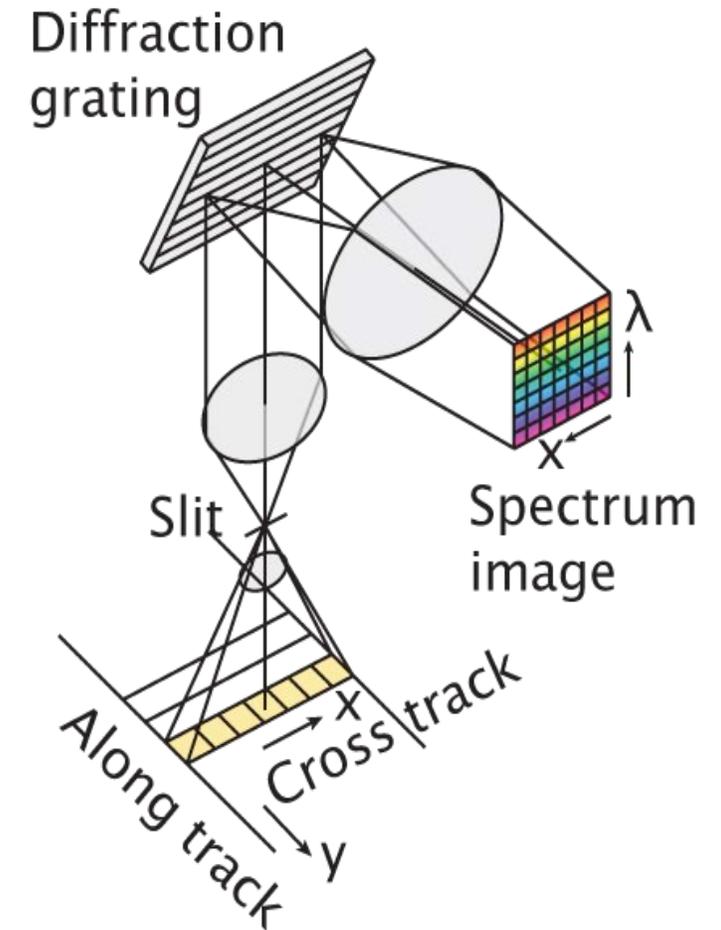
- Erfassen des Reflexionsspektrums im visuellen und kurzwelligen Infrarotbereich auf autonomer Robotikplattform

■ **Nutzen:**

- Erfassung von
 - Chlorophyll / Fotosyntheseaktivität (unter 1000nm)
 - Pflanzenstoffwechsel / Metabolismus (über 1000nm)
- Schlüsse auf Pflanzeigenschaften
 - Nährstoffversorgung, Trockenstress
 - Krankheitsbefall mit Einfluss auf Metabolismus

■ **Innovation autonome hyperspektrale Messplattform:**

- Erfassung Pflanzenmetabolismus mit hoher Messfrequenz für eine einzigartig repräsentative Datenbasis für kognitive Dienste



Automatisierung: Drohnenplattform zur Erfassung von Pflanzen- und Bodenparametern

■ Lösungsbeschreibung:

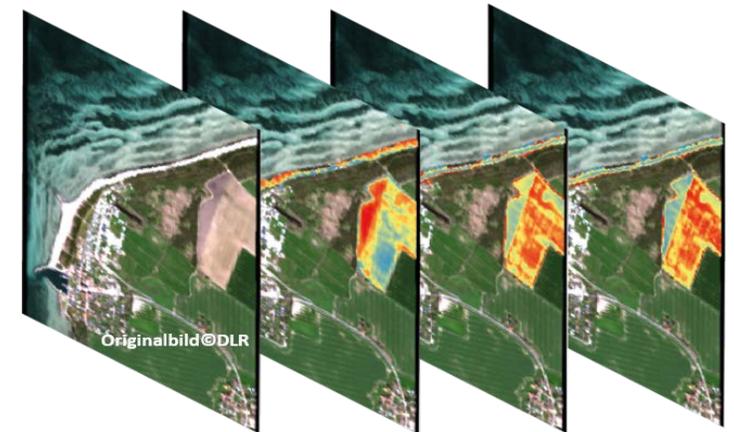
- Integration von Hyperspektralsensor auf Drohnenplattform
- Erfassung durchgehendes Reflexionsspektrum im VNIR/SWIR

■ Nutzen:

- Schnelle Klassifikation von Boden und Vegetation
- Ableitung Bodenparameter (z.B. Ton, Karbonat, Nährstoffe)
- Ableitung Pflanzenparameter (z.B. NDVI, Trockenstress)



Drohne mit integriertem Hyperspektralsensor



Ableitung von Bodenparametern

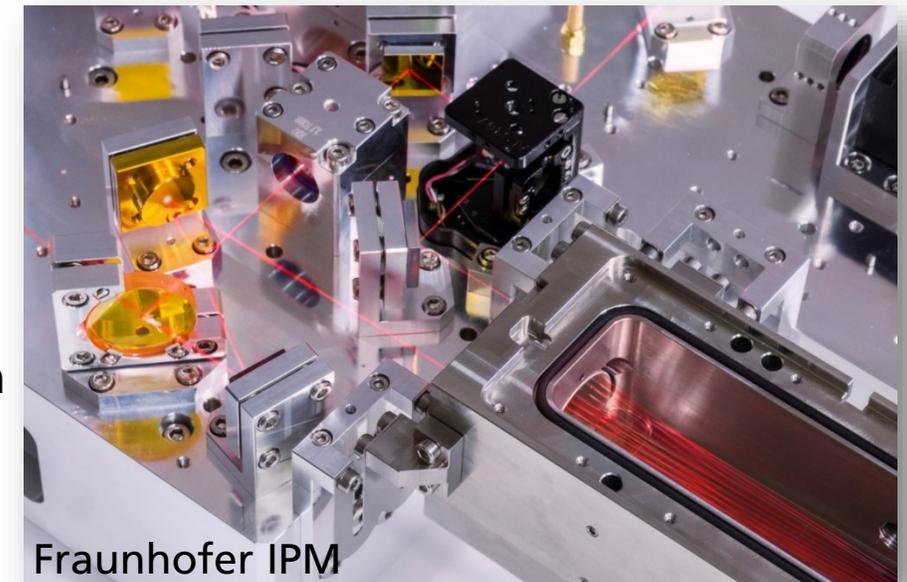
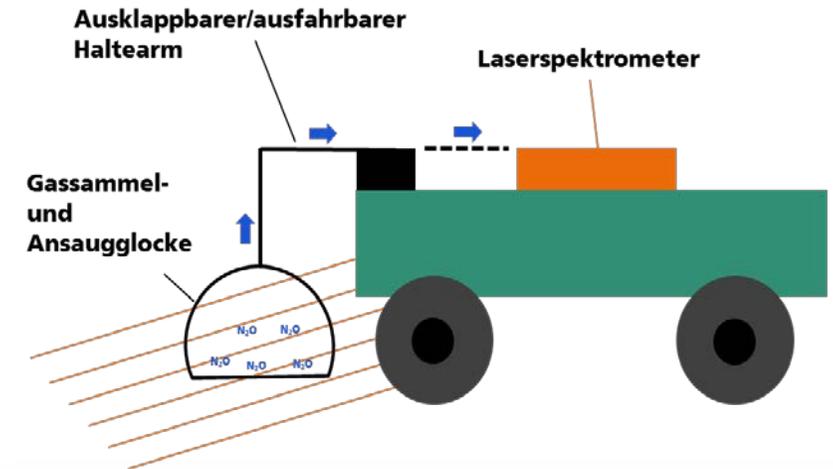
Sensorik: Mobiler Lachgassensor zur ortsaufgelösten Stickstoffbestimmung

■ Lösungsbeschreibung:

- Hochgenaues Infrarot-Laser-Absorptionsspektrometer mit angepasster Auswertung
- Messung aus dem Boden entweichender N_2O -Konzentrationen im ppb-Bereich
- Miniaturisierung und Probennahmesystem zur Verwendung auf mobilen Feldrobotern

■ Nutzen:

- Erstmals direkte und ortsaufgelöste Messung des Stickstoffgehalts im Boden
- Vergleich verschiedener Dünger bzgl. Treibhausemissionen
- Rückschlüsse auf Düngeszustand des Feldes
- Identifizierung von wachstumsschwachen Bereichen



Datenhoheit und Datensouveränität

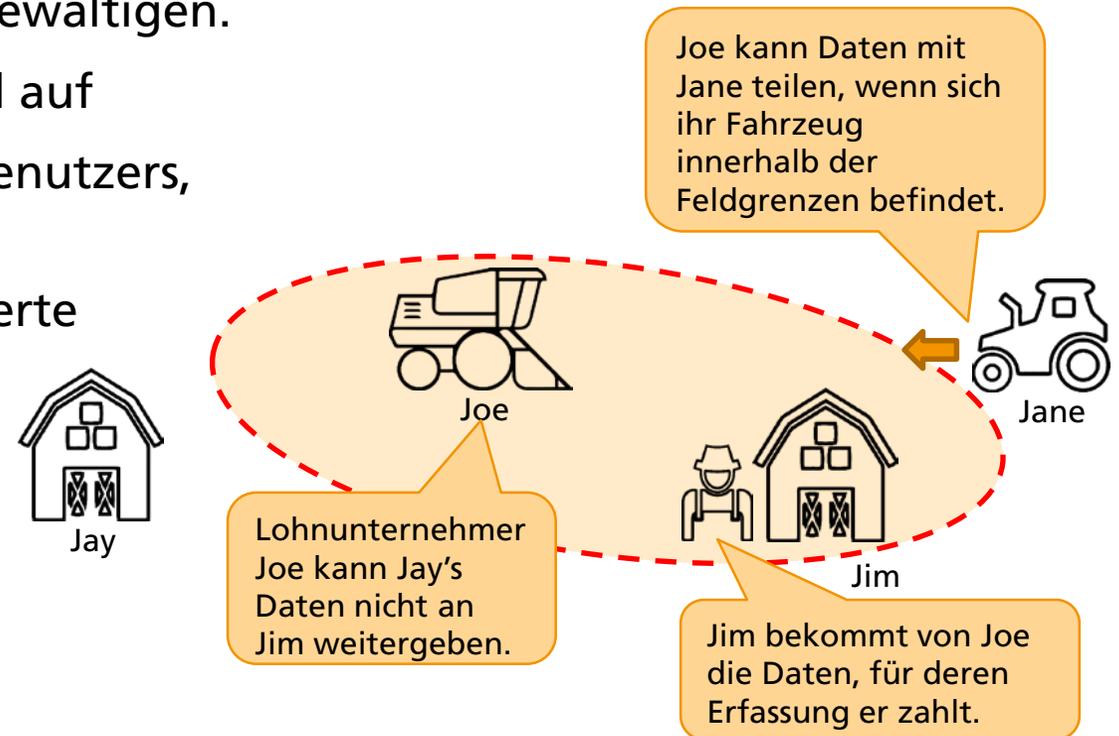
Datensouveränität: Die Fähigkeit, Entscheidungen über die Verwendung von Daten, die im eigenen Betriebskontext erfasst wurden, selbstbestimmt treffen zu können, die Auswirkungen dieser Entscheidungen verstehen zu können und diese Entscheidungen jederzeit ändern zu können.

Datenhoheit: die rechtliche Legitimation und technische Möglichkeit, eine Datenverarbeitung in einem Betriebskontext zu genehmigen und jederzeit widerrufen zu dürfen und zu können.



Datennutzungskontrolle

- Komplexe und differenzierte Entscheidungen sind erforderlich, um die Herausforderungen und Probleme des Datenschutzes zusätzlich zu den vorhandenen Sicherheitsmaßnahmen (wie Verschlüsselung, VPN, Blockchaining usw.) zu bewältigen.
- Gewähren und steuern der **Datennutzung** basierend auf
 - **Kontext:** z. B. aktueller Standort und Rolle des Benutzers, frühere Ereignisse
 - **Einschränkungen:** z. B. zeitbasierte, mengenbasierte Restriktionen
 - **Änderungen:** z. B. Anonymisieren von Daten
 - **Filtern:** z. B. Einschränkung auf Daten aus einer Kategorie



Einfacher Datenzugang: Digitaler Zwilling für alle Assets

- **Herausforderung:** einheitlicher und ‚einfacher‘ Zugriff auf gewünschte Daten
- **Lösungsansatz:** Nutzen des in der Industrie 4.0 gewählten Konzepts des digitalen Zwillings über die „Verwaltungsschale“ (Asset Administration Shell)
- **Konzept:**
 - Der digitale Zwilling stellt die digitale Repräsentanz und gleichzeitig eine Schnittstelle zu einem physischen Objekt dar.
 - Er bietet die Möglichkeit, Informationen abzurufen und Dienste aufzurufen.
 - Dabei ist der digitale Zwilling flexibel erweiterbar und individuell konfigurierbar für jeden Betrieb



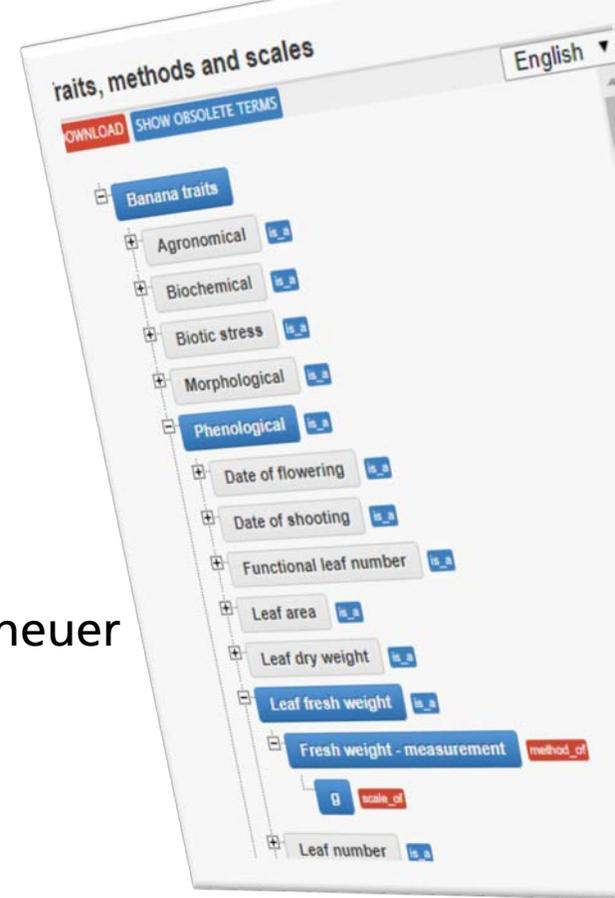
Beispiel „Digitaler Zwilling“ einer Milchkuh

- Grundidee: digitales Abbild eines physischen Produkts, welches Eigenschaften, Dienste, Historie über eine digitale Schnittstelle zugänglich macht.
- Realisiert digitales Produktgedächtnis und Schnittstelle für (Daten-)dienste.



Semantische Interoperabilität mit Ontologien

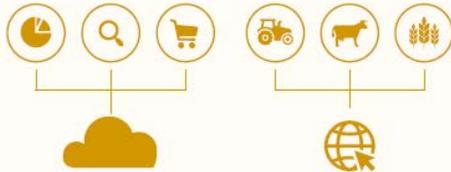
- **Ontologie:** Eine Struktur der Abhängigkeiten zwischen Datenelementen, einschließlich einer Zuordnung zur Semantik (Beispiele s. CropOntology.org).
- In **Vokabularen** werden entsprechende Wörter in verschiedenen Sprachen aufgeführt, um die Semantik zu erläutern (z. B. AGROVOC).
- Die Konzepte ermöglichen einem digitalen Dienst, die Bedeutung / den Inhalt neuer oder unbekannter Datenelemente auf einer gemeinsamen Basis zu bewerten



Digitalisierung – eine Chance für die Nachhaltigkeit?

Die Landwirtschaft der Zukunft?

Die Landwirtin verwendet Services von Plattformen über die Cloud, mit deren Hilfe sie die Informationen des Hofes analysiert. Über die Plattform gibt sie auch Aufgaben als Dienstleistung in Auftrag, sodass sie nicht alle Maschinen und Geräte selbst kaufen muss.



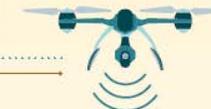
Die Plattformen für digitale Dienste leisten Hilfe bei der Betriebsführung und können auf Daten unterschiedlicher Quellen (öffentliche und private) zugreifen. Die Landwirtin hat, allen modernen Hilfsmitteln sei Dank, eine geringere Arbeitsbelastung und wieder mehr Zeit für Aufgaben, die sie gerne im Betrieb erledigt.

Wie sie genau aussehen wird, weiß niemand. Aber vielleicht in etwa so. Denn einige dieser Lösungen werden nach und nach bereits Realität, an anderen wird intensiv geforscht.

Über das Internet kann der Landwirt seinen virtuellen Hofladen betreiben und seine Produkte direkt vermarkten.



Ein Satellit ermöglicht hochgenaues Navigieren der Maschinen und Geräte und ebenso die moderne Kommunikation zwischen Geräten wie Feldrobotern und Drohnen.



Die Kühe laufen frei auf einer Weide. In regelmäßigen Abständen werden sie von einem Melkroboter gemolken. Die Landwirtin bekommt die entsprechenden Informationen (zum Beispiel Milchmenge) automatisch auf ihr Tablett geliefert. Auch haben die Kühe die Möglichkeit, sich nach Belieben von einem Roboter massieren zu lassen.

Für den Einsatz von Dünger fährt nicht mehr ein großer Traktor auf das Feld, sondern mehrere Module mit automatischer Steuereinheit. Die leichteren Geräte verdichten den Boden nicht und auch die Bewirtschaftung kleinerer Flächen ist leichter möglich.

Sensoren auf dem Feld und an den Maschinen schicken Informationen in Echtzeit an den Landwirt.

Die Drohne liefert dem Landwirt genaue Informationen über seine Felder, zum Beispiel, welche Pflanzen mehr Dünger benötigen oder wo mehr Pflanzenschutz notwendig ist.

Der Landwirt überwacht den Feldroboter per Tablet und gibt Einsatzanweisungen.

Der Landwirt bekommt Informationen, die der Satellit an die Erde sendet, bereits ausgewertet für seine Äcker und Felder auf sein Tablet.

Mithilfe von Pflanzenzüchtung wachsen auf den Feldern sichere, umfassend getestete, hitze- und trockenheitsresistente Pflanzen, die weniger Dünger benötigen und weniger anfällig sind für Schädlings- und Unkrautbefall.



Quelle: acatech Horizonte, Nachhaltige Landwirtschaft, 2019

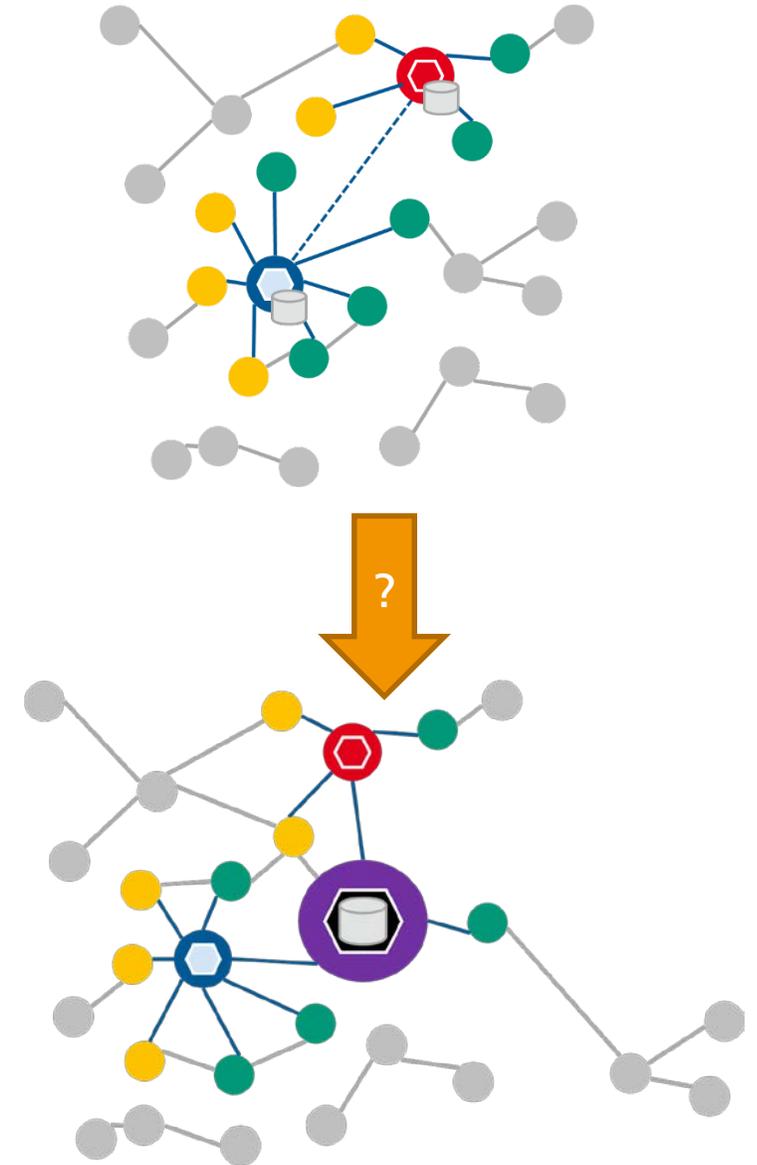
Wo geht die Reise hin?

■ Status Quo

- Segmentierung des Domänen-Ökosystems in unterschiedlichste digitale Ökosysteme
- Bilaterale Konnektivität zwischen Systemen
- Technische Barrieren zwischen Ökosystemen
- Konkurrierende Ökosysteme und Verdrängungswettbewerb
- Aktuell beherrscht kein Player den Markt

■ Werden wir in fünf Jahren...

- eine zentrale Plattform haben, die bestehende Elemente in ein umfassenderes digitales Ökosystem integriert?
- einen Industriestandard nutzen, den große Player unter sich ausgemacht haben?
- Migrationspfade sehen, die bestehende Elemente in einen Agricultural Dataspace integrieren?
- Eine Adaption von Technologien wie Ontologien oder Daten-nutzungskontrolle beobachten?



Herzlichen Dank!

Ralf Kalmar

+49 631 6800-1603

Ralf.Kalmar@iese.fraunhofer.de

Connect on 



Fraunhofer IESE

Fraunhofer-Platz 1

67663 Kaiserslautern

www.iese.fraunhofer.de

Further Reading:

- <http://cognitive-agriculture.de>
- https://www.iese.fraunhofer.de/de/innovation_trends/SmartFarming.html