

Smart Farming in der Tierhaltung

Grundlagen, Chancen, Herausforderungen

Prof. Dr. habil. Matthias Schick
Bereichsleitung Tierhaltung und Milchwirtschaft
Strickhof, Lindau



- 1. Grundlagen technischer Fortschritt (t.F.)
Digitalisierung und Smart Farming**
- 2. Trends und Auswirkungen**
- 3. Chancen, Herausforderungen,
Konsequenzen, Schlussfolgerungen**

Digitalisierung/Automatisierung

- Arbeitserleichterung
- Zeiteinsparung
- Einsparung Baukosten
- Exaktere Arbeitserledigung (Melken/Füttern/Misten/
Kälbertränke/...Pflanzenschutz/Düngung/Ernte...)
- Flexibilität
- Leistungssteigerung
- Wirtschaftliche(re) Produktion

Quelle: verändert nach Grothmann & Nydegger, (2009)

▪ **Definition:**

Unter technischem Fortschritt versteht man die Gesamtheit aller technischen Innovationen einer Kultur. Durch t.F. kann entweder eine gleiche Produktionsmenge (Output) mit einem geringeren Einsatz an Arbeit oder Produktionsmitteln (Inputs) erstellt werden oder eine höhere Menge mit dem gleichen Einsatz an Produktionsmitteln und Arbeit.

Die drei HAUPTerscheinungsformen des t.F. sind:

1. Automatisierung
2. Rationalisierung
3. Synergieeffekte/Skaleneffekte

(1) **Invention** (Erfindung): Erarbeitung naturwissenschaftlich-technischen Wissens, von Forschungs- und Entwicklungsergebnissen und Erfindungen.

(2) **Innovation**: Die erstmalige kommerzielle Anwendung führt zur Erweiterung des technischen Könnens und zur Entstehung von Produkt-, Material- und/oder Verfahrensinnovationen; Hauptaktivitäten sind u.a. Konstruieren, Experimentieren mit Prototypen, montagegerechte Anwendung und Verwertung in der Produktion und erste Marketingbestrebungen.

(3) **Diffusion**: Die Innovationen werden mittels Marketingaktivitäten und Technologietransfer in Form von Materialien, Produkten, Verfahren (Investitionsgütern), Patenten und Lizenzen wirtschaftlich verwertet; ihre Anwendung breitet sich dadurch aus (diffundiert).

Was ist Automatisierung?

Automatisierung in der Innenwirtschaft:

Sicherung der Ausführung betrieblicher Prozesse durch Nutzung von Mechanisierung und Managementhilfen zur arbeitswirtschaftlichen, ökonomischen, qualitativen und nachhaltigen Optimierung der Arbeitserledigung, der eingesetzten Arbeitsmittel und des erzeugten Produktes.

Mechanisierung

ist die Anwendung von Arbeitsmitteln (Werkzeug) zur Steigerung der Produktivität und Qualität (Steigerung der Produktivität)

Automatisierung (Automation)

ist die mit Hilfe von Maschinen realisierte Übertragung von Arbeit vom Menschen auf Automaten (Reduzierung der Arbeitskosten)

Roboter und autonome Maschinen

sind komplexe, (intelligente) und flexible Systeme (Künstliche Helfer)

Quelle: Schick, (2014)

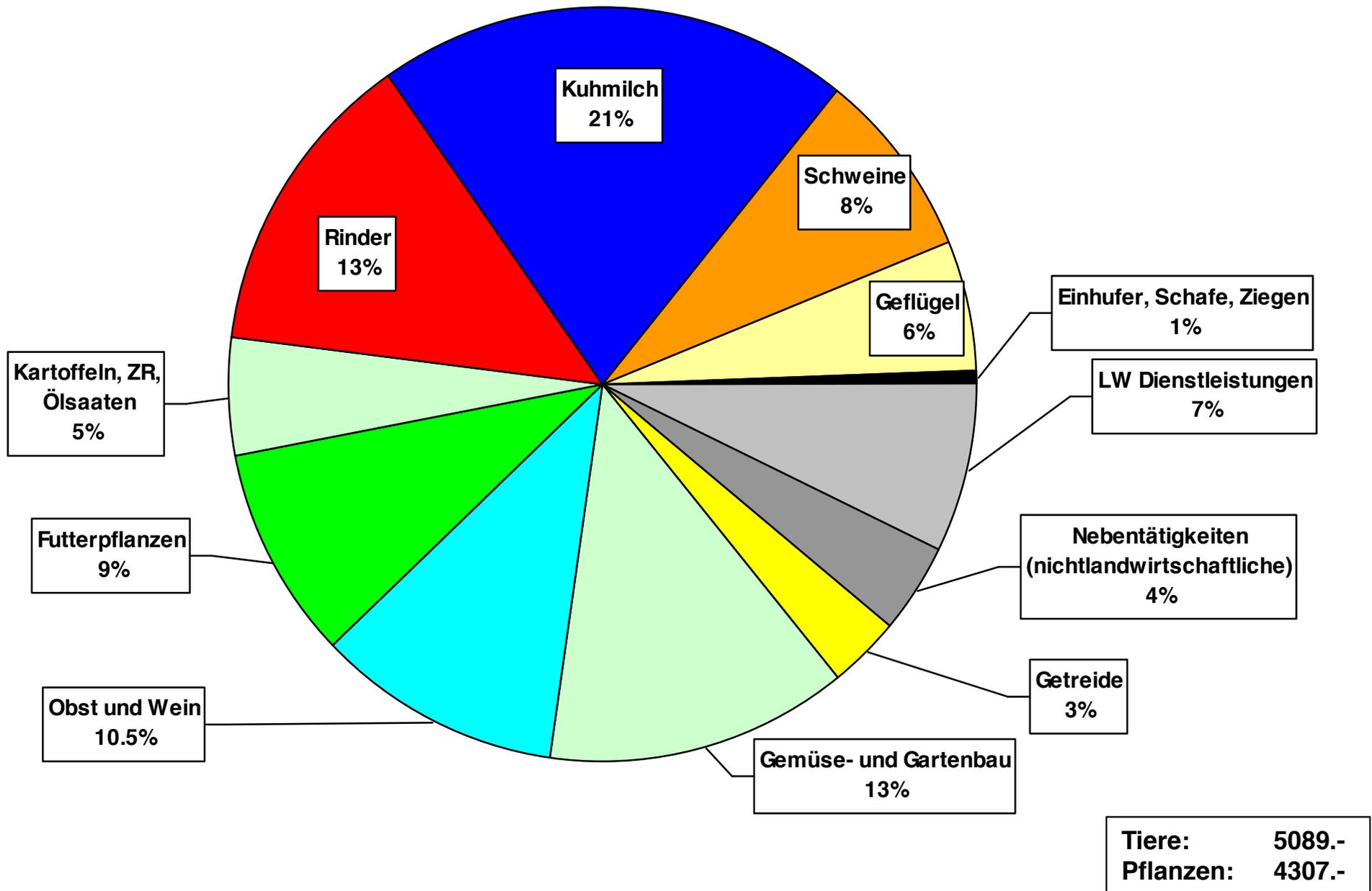
Smart Farming -Systemansatz-

Smart Farming ist ein **Systemansatz** mit dem Ziel der landwirtschaftlichen **Wettbewerbssteigerung** entlang der gesamten Wertschöpfungskette und unter Berücksichtigung der Elemente der vierten industriellen Revolution. Es werden dabei die **Datenerfassung**, die **Informationsanalyse**, die **Entscheidungsunterstützung** und die **Ausführung** unter Einbezug zeitgemässer Sensor-Sensor-Aktor-Kombinationen benutzerfreundlich und fehlertolerant miteinander verknüpft.

Durch die intelligente Verbindung benutzereigener Daten mit vorhandenen öffentlichen oder durch Drittanbieter bereitgestellter Datenbanken (BigData) werden neue Perspektiven für eine **effiziente** Betriebsführung eröffnet.

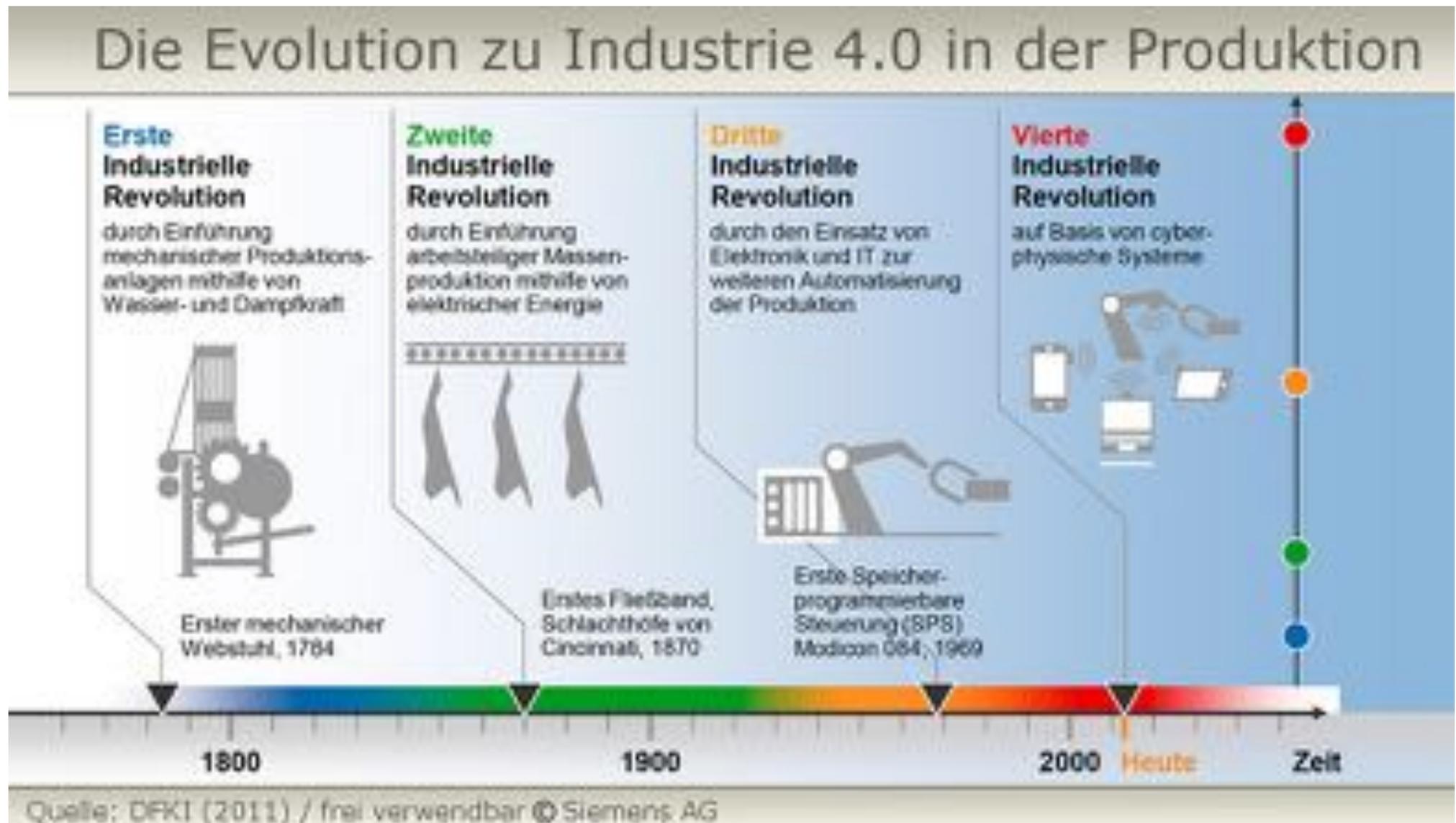
Produktionswert Landwirtschaft Schweiz

Produktionswert der Landwirtschaft 2018: 10.588 Mia Fr.



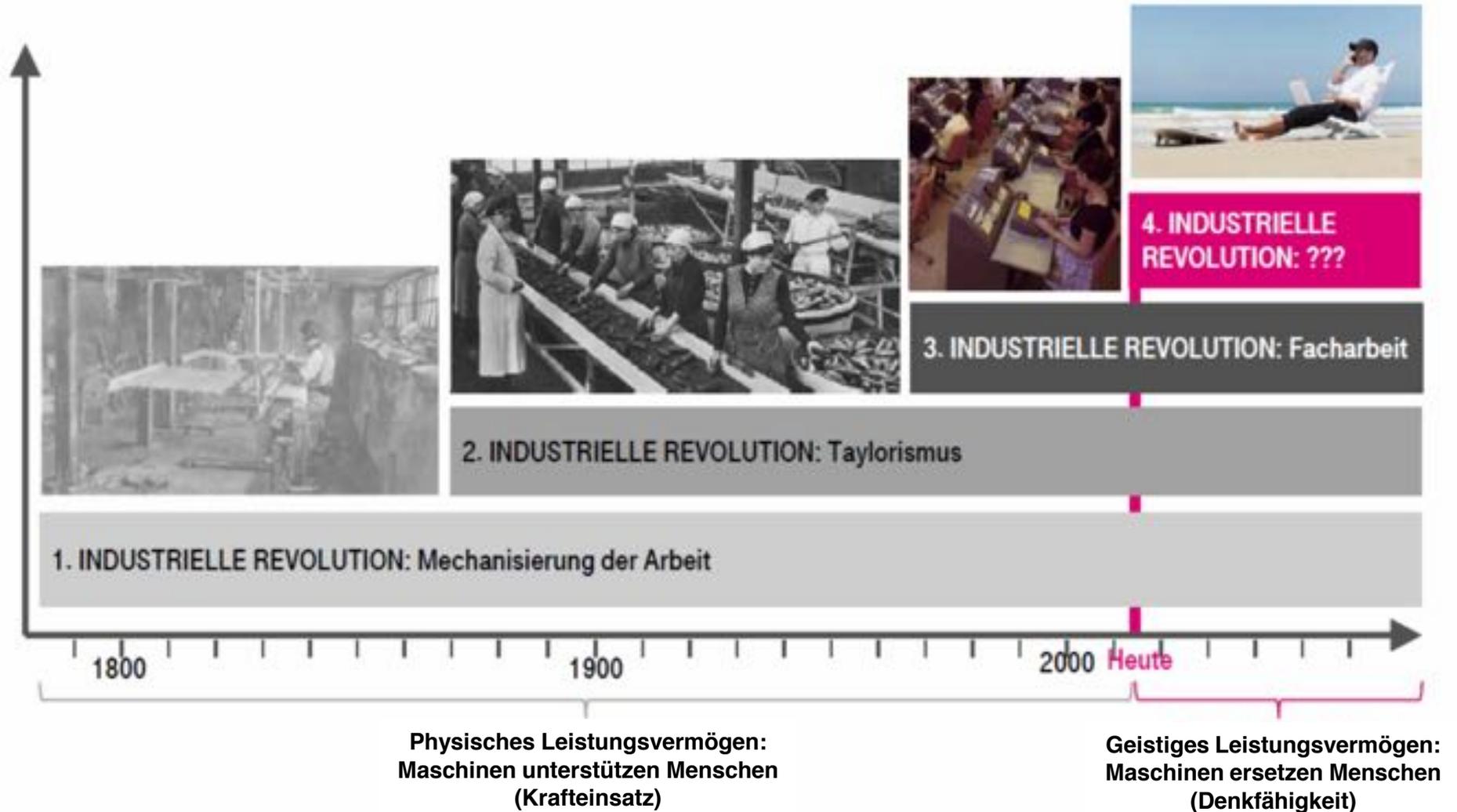
Industrie 4.0 – Landwirtschaft 4.0

- Digitale Landwirtschaft- Smart Farming

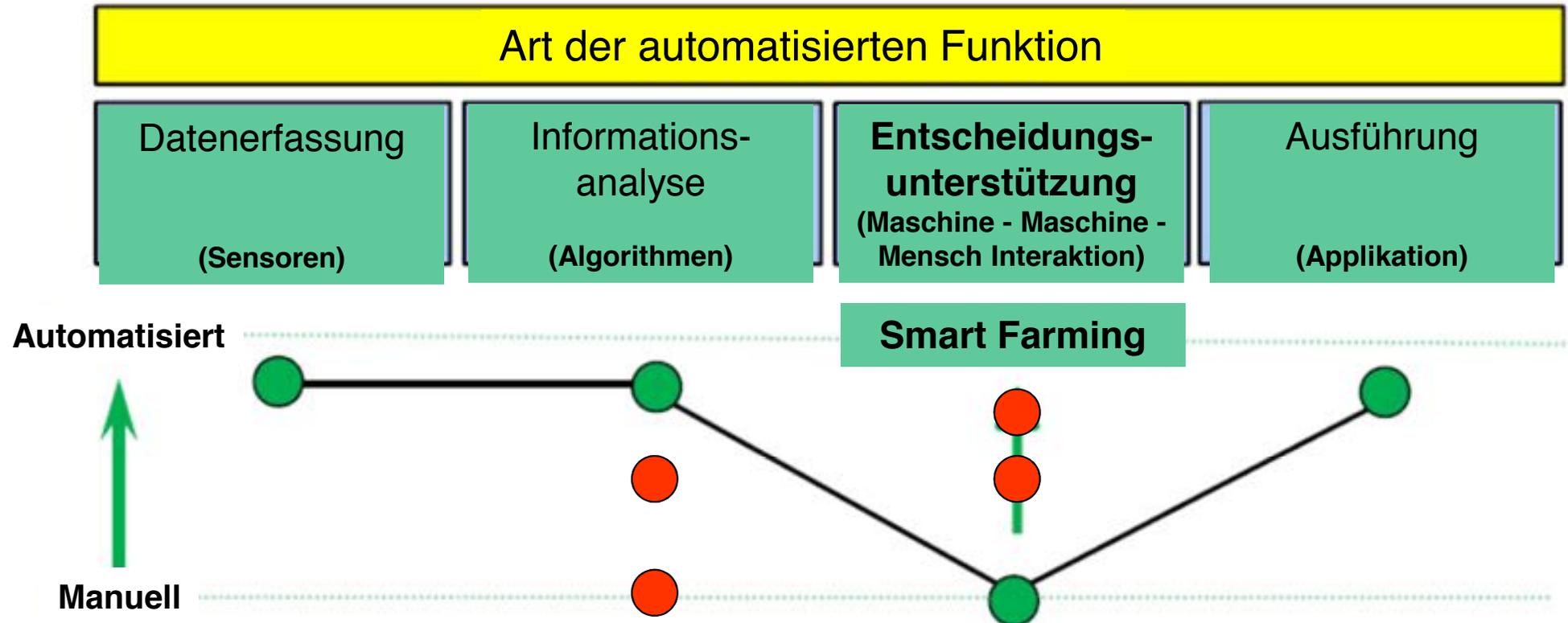


Arbeit 4.0

Substitution oder Subvention? Evolution oder Revolution?

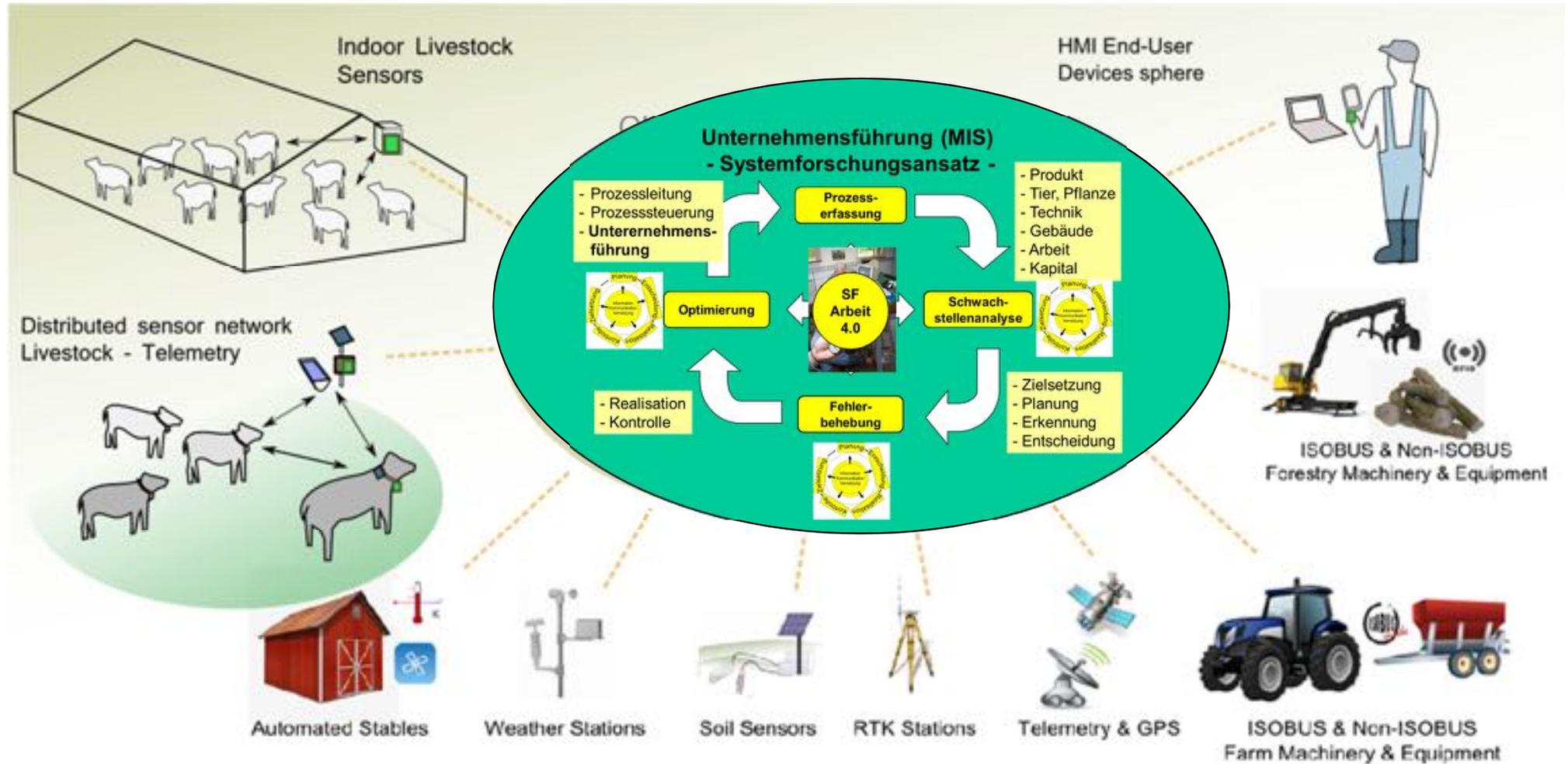


Ziele Digitalisierung Automatisierung



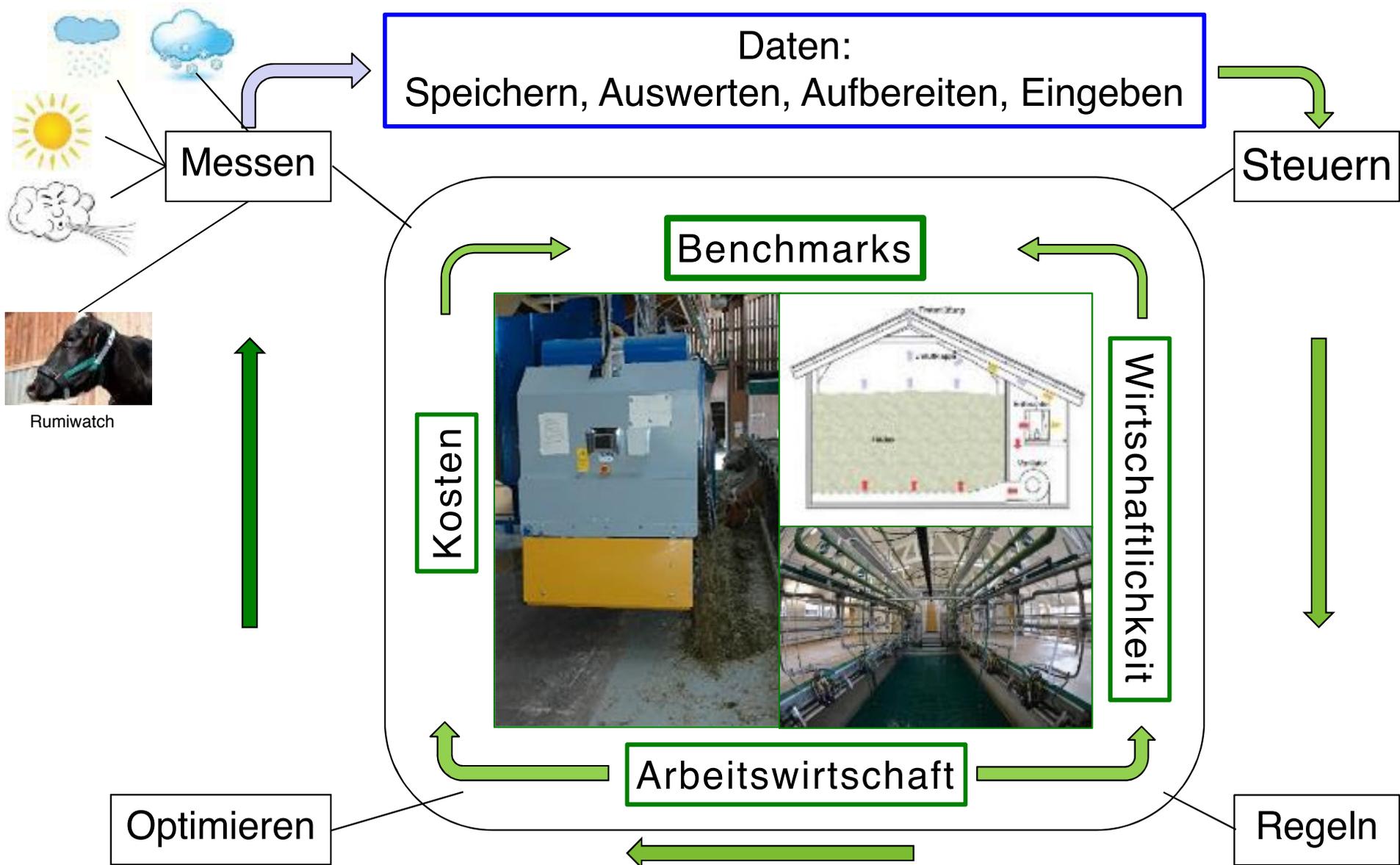
Zitat: Naisbitt, J. 1982: „Wir ertrinken in Informationen und dürsten nach Wissen“

Komponenten von Precision Farming (PF, PLF, FMIS) und Smart Farming



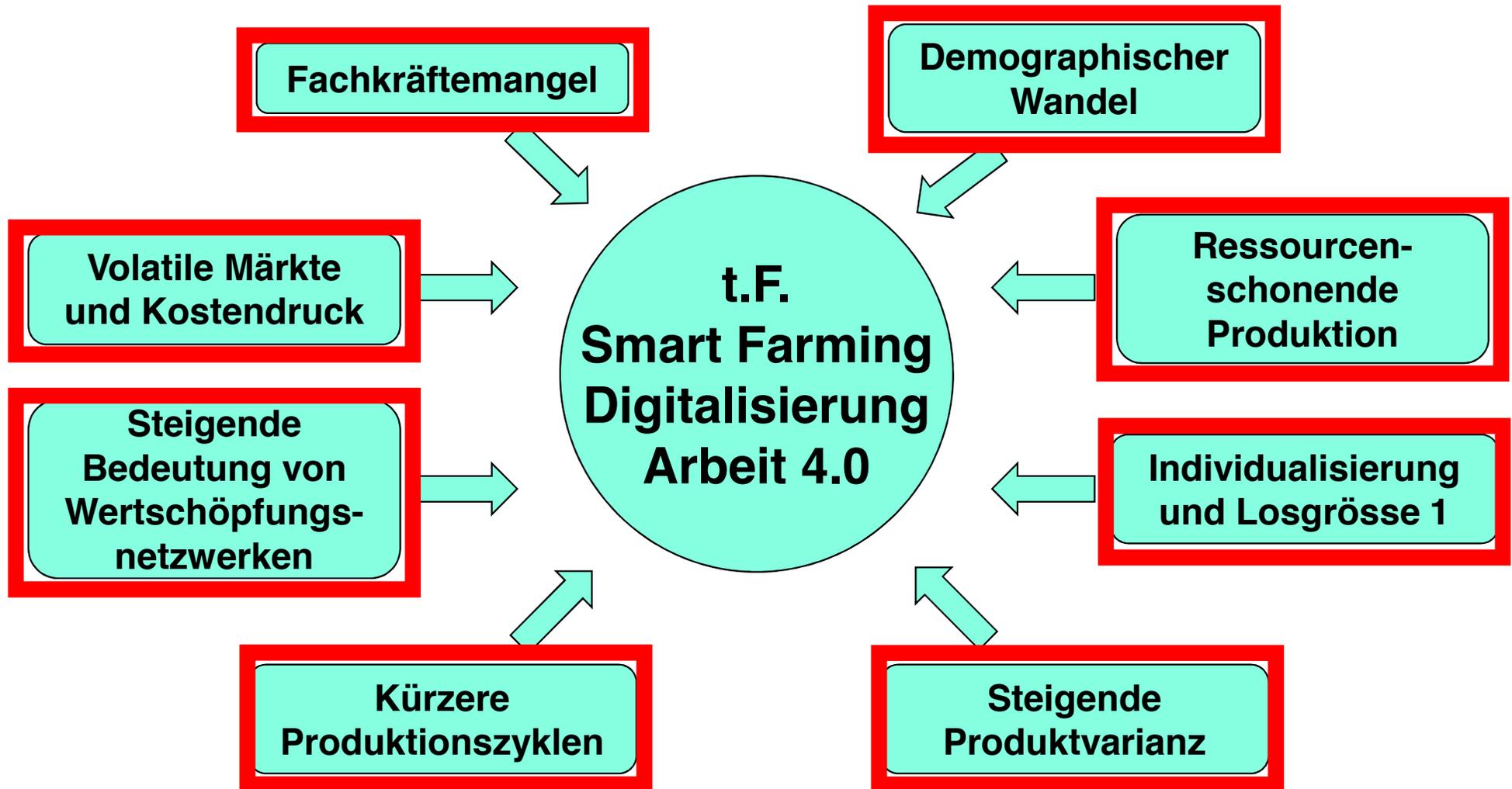
Quelle: www.CLAFIS-project.eu, 2016
 Clafis: **C**rop, **L**ivestock and **F**orest Integrated system
 HMI: Human Machine Interfaces

Building Automation System



Quelle: Sax, 2016

t.F. – Digitalisierung – Smart Farming - Arbeit 4.0 Wirtschaftliche Treiber



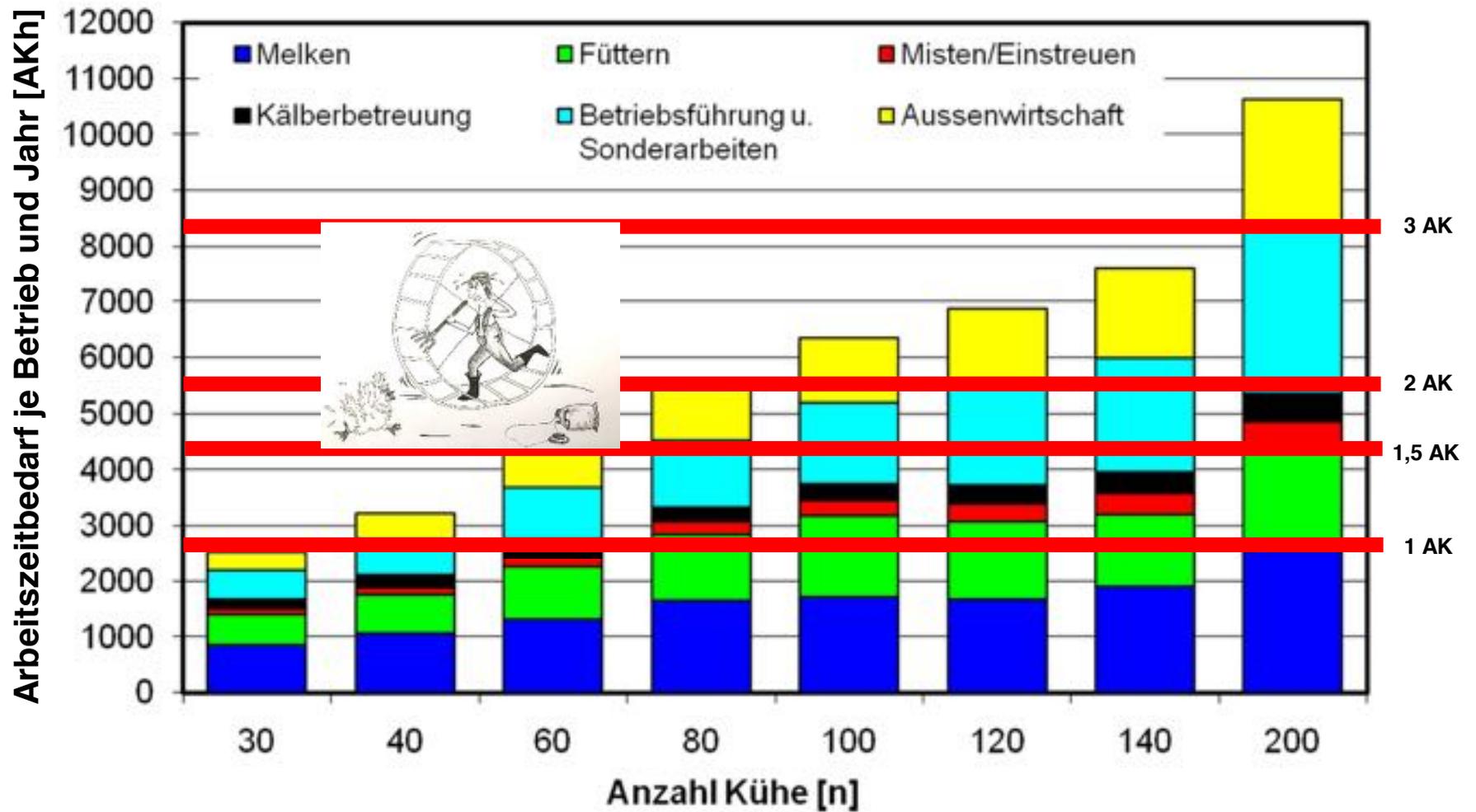
Quelle: verändert nach Wahlster, W. (2014), Schick, (2016)

Folgerungen für die Arbeit von Morgen



Quelle: HSG (2015)

Gesamtzeitbedarf Betrieb

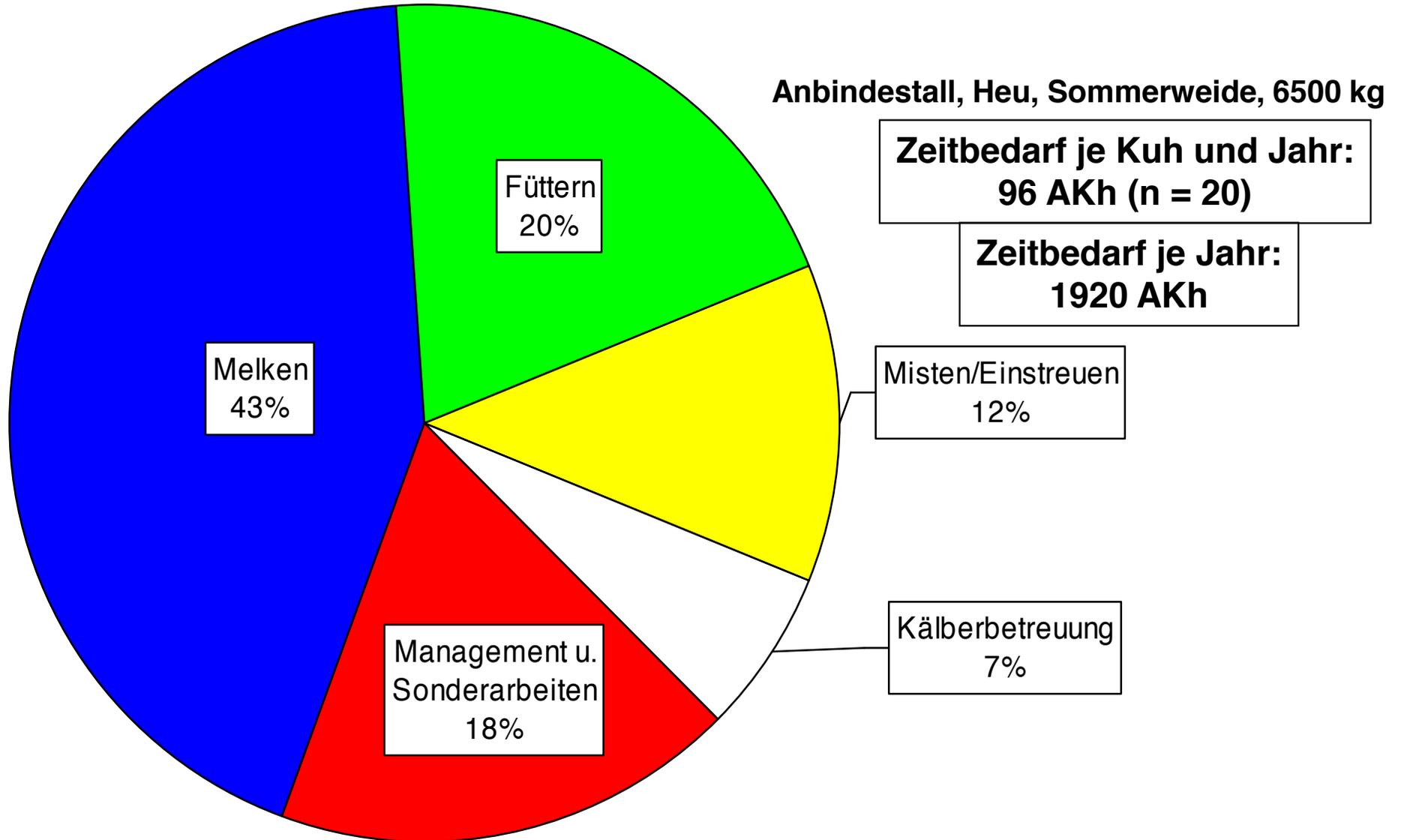


1 AK = 2600 AKh

Quelle: Schick, (2007)

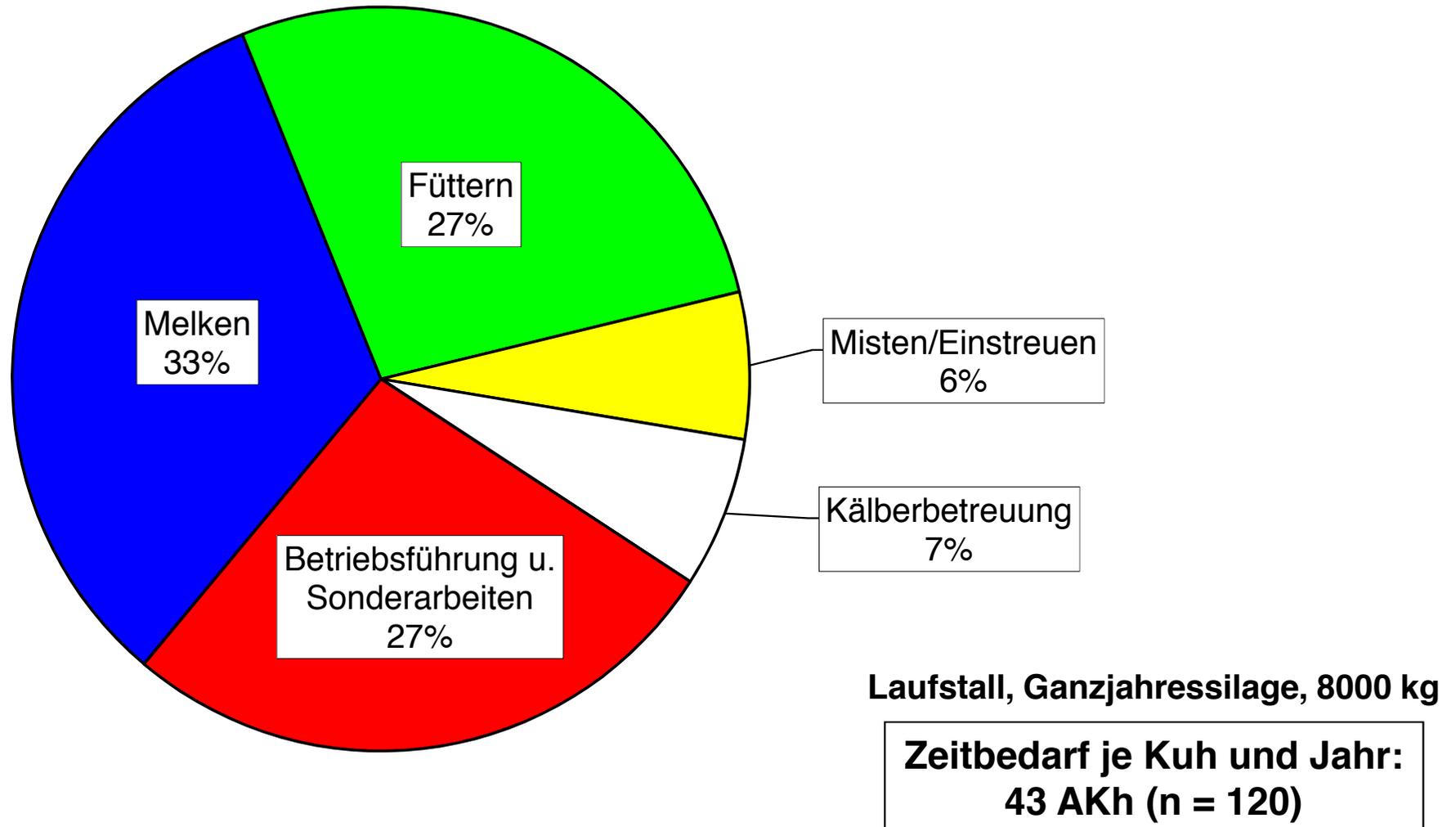
Arbeit in der Milchviehhaltung

Relative Anteile der einzelnen Arbeiten am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr



Arbeit in der Milchviehhaltung

Relative Anteile der einzelnen Arbeiten am Gesamtzeitbedarf je Kuh und Jahr



Vorgehensweise Automatisierung/Digitalisierung

Funktionelle Unterscheidung:

- Automatisierung als Ausführungshilfe (**exekutive Funktion**)
 - Automat. Melk-, Fütterungs-, Entmistungssystem
- Automatisierung als Managementhilfe (**evaluative Funktion**)
 - Herden- und Gesundheitsmanagementprogramme
 - Brunsterkennung, Fressen, Wiederkaufen, Trinken,...
 - (Ortungssysteme, Virtueller Zaun, Emissionsmessung)

- Herausforderung zukünftiger Forschungsarbeiten:
Verbindung von evaluativen und exekutiven Funktionen
(⇒ «ISO-Bus Innenwirtschaft»)
→ **Systemansatz «Smart farming»**

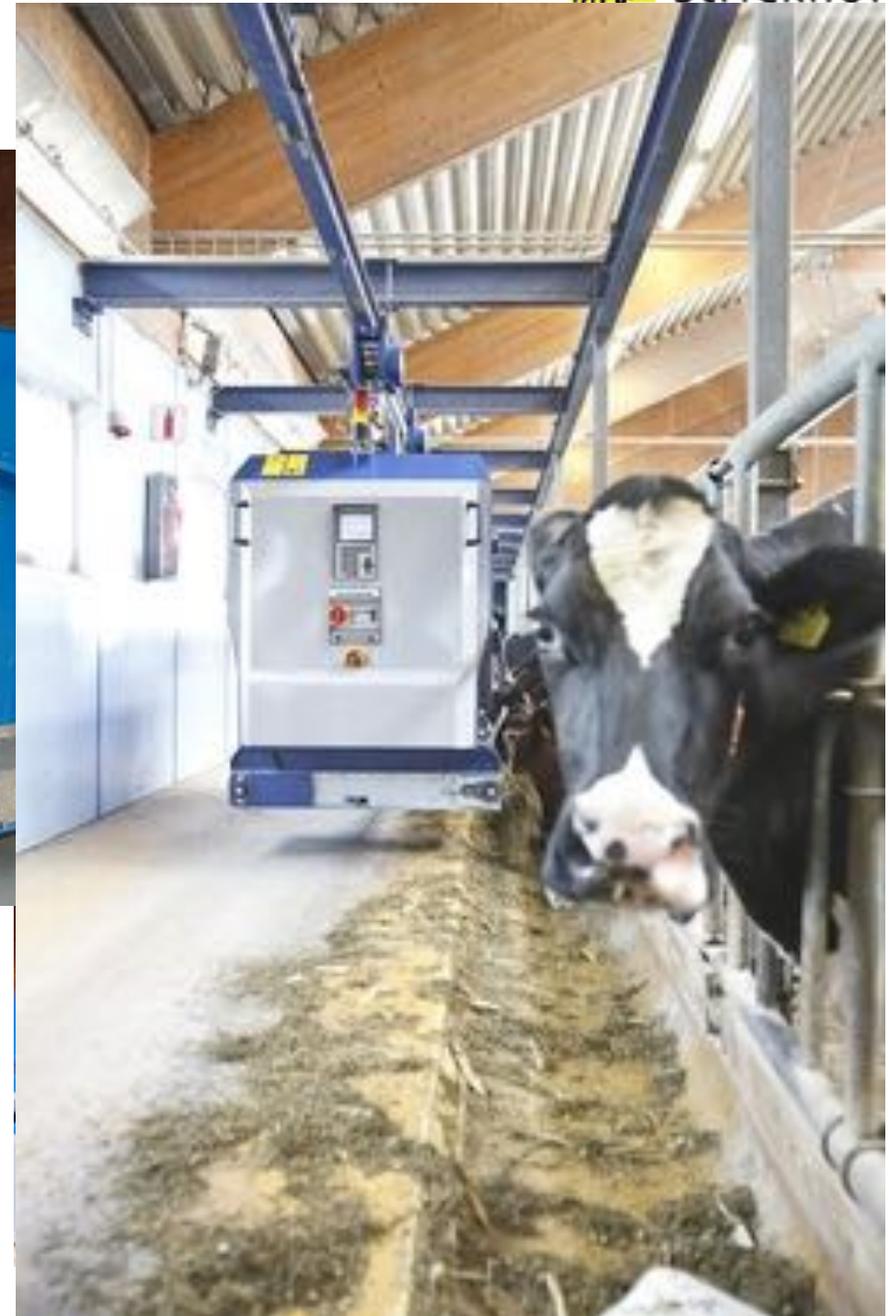
Automatisierung als Ausführungshilfe



Automatisierung als Ausführungshilfe



Vorratsbehälter in
Futterdurchfahrt



Automatisierung als Ausführungshilfe



Automatisierung als Ausführungshilfe



Stufen der Automatisierung nach Definition VDMA

- **Nur Fahrer**
Fahrer lenkt das System vollumfänglich
- **Teil-Automatisiert**
System übernimmt spezielle Aufgaben, Fahrer überwacht
- **Hoch-Automatisiert**
System übernimmt den Betrieb, Fahrer greift partiell ein
- **Fahrerlos – Autonom**
System übernimmt den Betrieb vollumfänglich

Automatisierung und Smart Farming



Automatisierung als Managementhilfe (Gesundheitsmonitoring)

Pedometer

(Laufen, Ruhen, Liegen, Stehen, Lahmheiten)



Halsbänder

(Laufen, Ruhen, Liegen, Stehen, Fressen, Wiederkauen, Ortung)



Ohrmarken

(Tiererkennung, Ortung, Brunst, Temperatur)



Nasenbänder

(Fressen, Wiederkäuen, Trinken, Brunst, Ortung)



▪ **Milchviehhaltung:**

Tierzahl pro Betrieb steigend, Arbeitskräftebesatz bleibt gleich

⇒ Abnehmende Betreuungsintensität pro Tier

⇒ Erschwerter Überblick den Gesundheitszustand der Herde

▪ **Milchviehfütterung:**

Abruf des Leistungspotentials ↔ Stoffwechselstörung

⇒ Erkrankungen oft nur in klinischem Stadium bemerkt
(und damit zu spät!)

⇒ Folge: Produktionsausfall, Behandlungskosten, erhöhter Arbeitszeitbedarf, Folgekosten bei verfrühten Abgängen

Automatisierung mit kybernetischem Systemansatz - Virtual Fencing



Foto: Paddy Halton

Tier wird per GPS geortet und erhält zur Lenkung akustische und andere Reize. Eine physische Barriere existiert nicht.

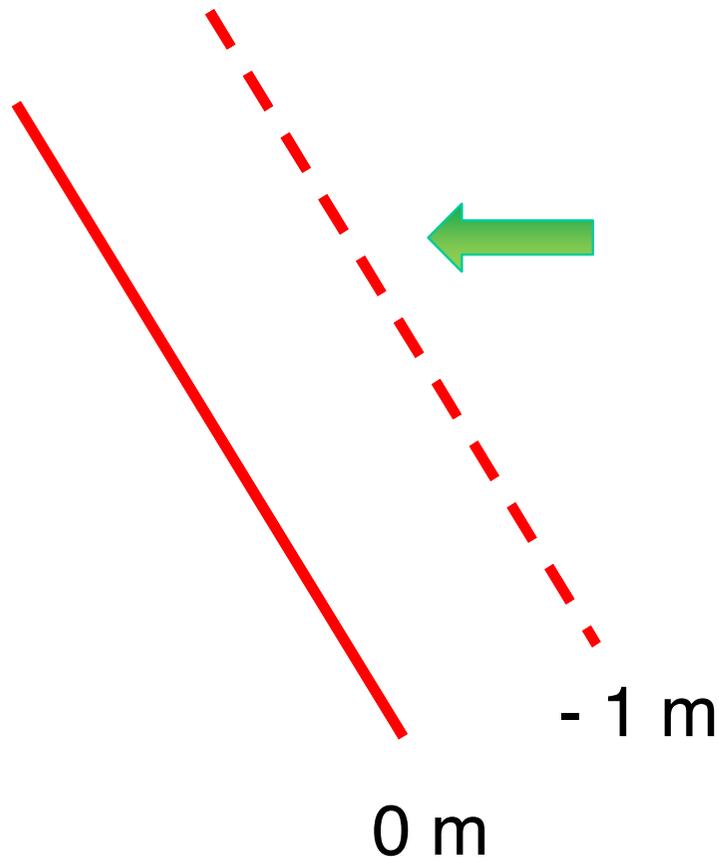


Foto: Agroscope

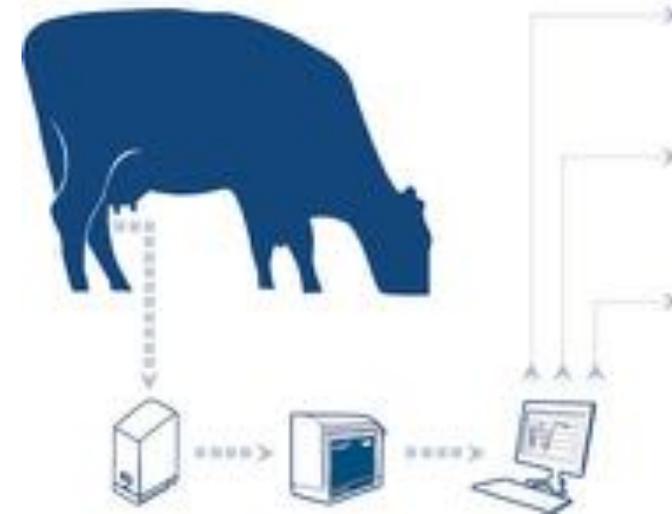
Aufwendige Infrastruktur zur Einzäunung von Kühen auf der Alp.

Funktionsprinzip des virtuellen Zauns aus dem Projekt ICT Grazing Tools

Warning - - and
virtual fence —
lines



DeLaval Herd Navigator



- Stationäre Analyseeinheit für Milchhaltsstoffe
- Milchprobennahme bei jedem Melkvorgang
- Einsatzbar in Melkstand und Melkroboter
- Erkennung von Brunst (Progesteron), Mastitis (LDH), Ketose (BHB)
- Datenübertragung an Herdenmanagement-Software

LDH: Laktatdehydrogenase; BHB: Beta-Hydroxybutyrat



Nasenbandsensor

einzigartige Erfassung von Fressen, Wiederkauen und Trinken bei jedem Individuum

Pedometer

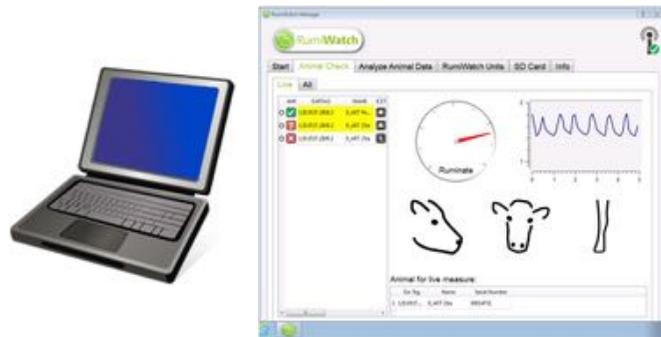
liegen, stehen und Gesundheitsüberwachung

Daten bis zu 4 Monate erfass- und speicherbar

anwendbar für Veterinäre, Landwirte und Wissenschaftler

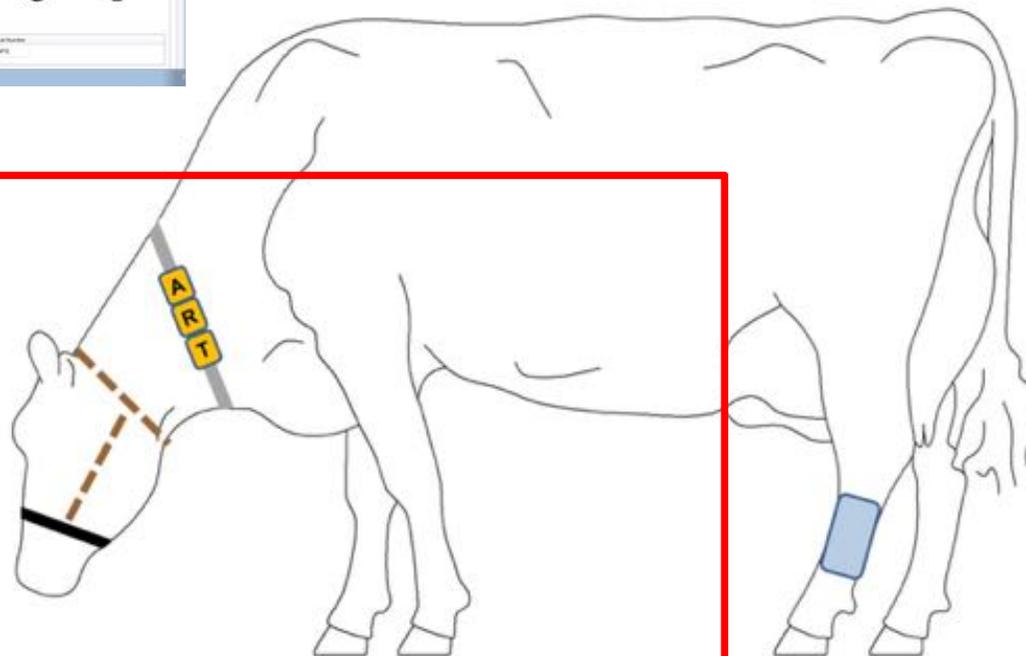


RumiWatch Monitoringsystem



Auswertungssoftware

Darstellung der Messdaten



Nasenbandsensor

Wiederkauen, Fressen, Trinken



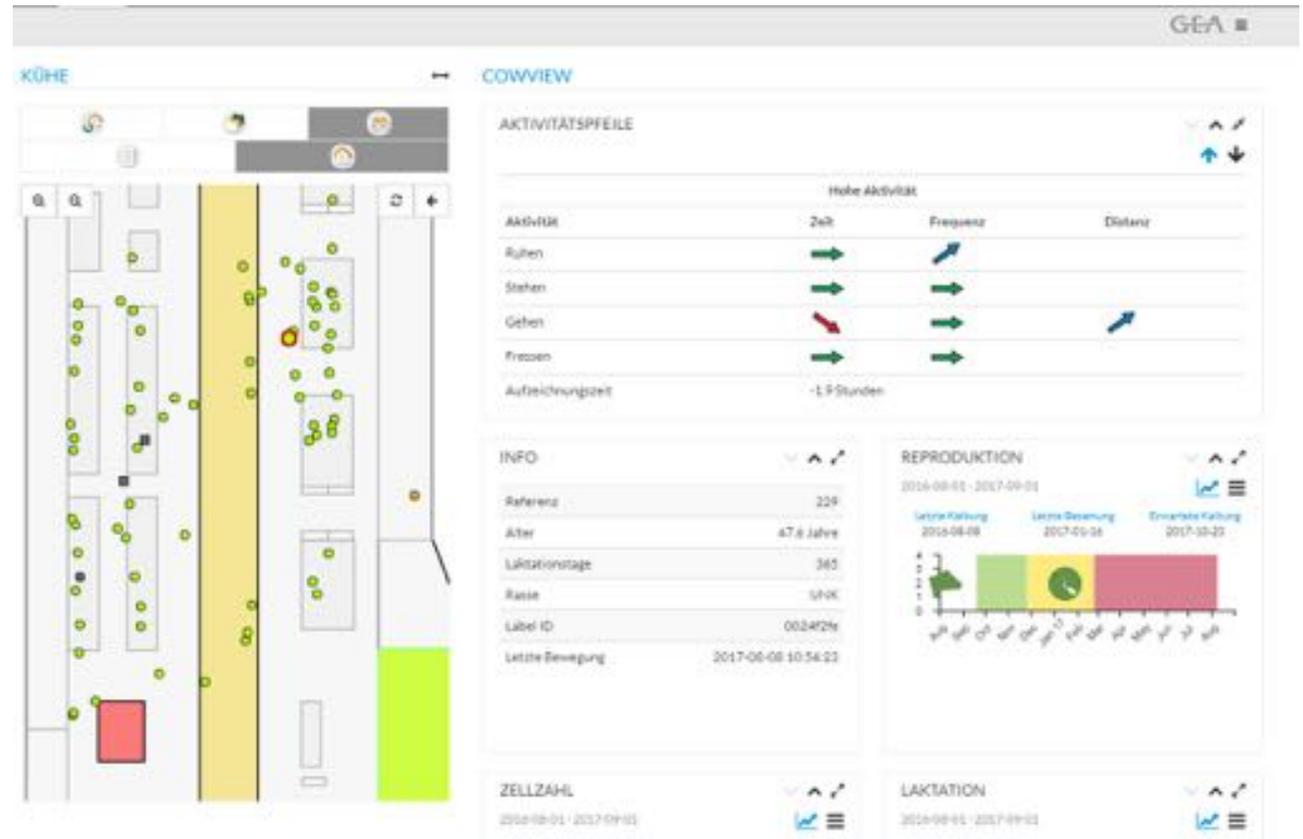
Pedometer

Gehen, Stehen, Liegen

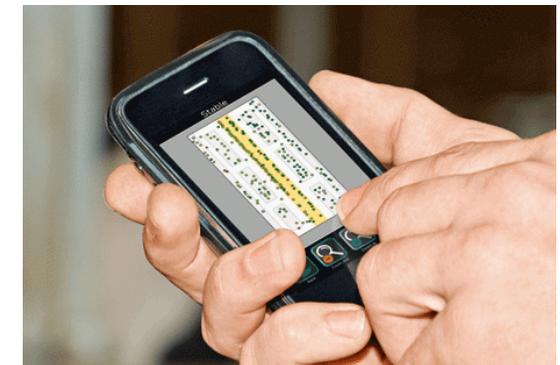
Smartbow



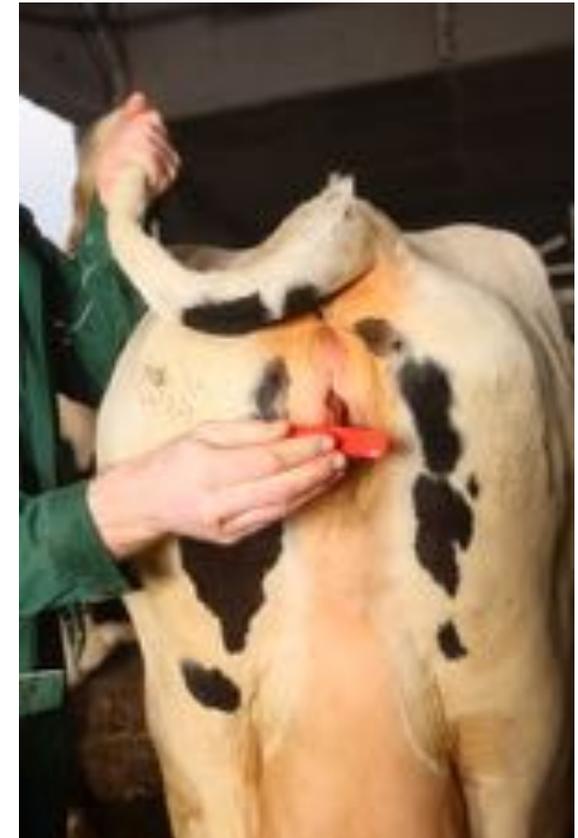
GEA CowView



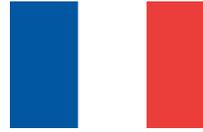
- Tierortung über Sender am Halsband
- Smartphone-App «navigiert» den Landwirt zur Kuh
- Auswertung der Positionsdaten auch zur Brunsterkennung und Gesundheitsüberwachung



iVet Geburtsüberwachung



- Geburtsüberwachung / Meldung des Kalbezeitpunkts
- Temperatursensor in Vaginalspange
- Basisstation im Stall sendet SMS-Alarm



- Erkennung des Kalbezeitpunktes
- Vaginalspange mit Temperatursensor
- SMS-Alarm an den Tierhalter

Silent Herdsman



- Brunsterkennung über Beschleunigungssensor am Halsband
- Registriert auch Fress- und Wiederkauverhalten
- Kommuniziert drahtlos mit Smartphone und PC



Abkalbesensor



Erste Meldung



Zweite Meldung

Brunstsensor



CowManager SensOor

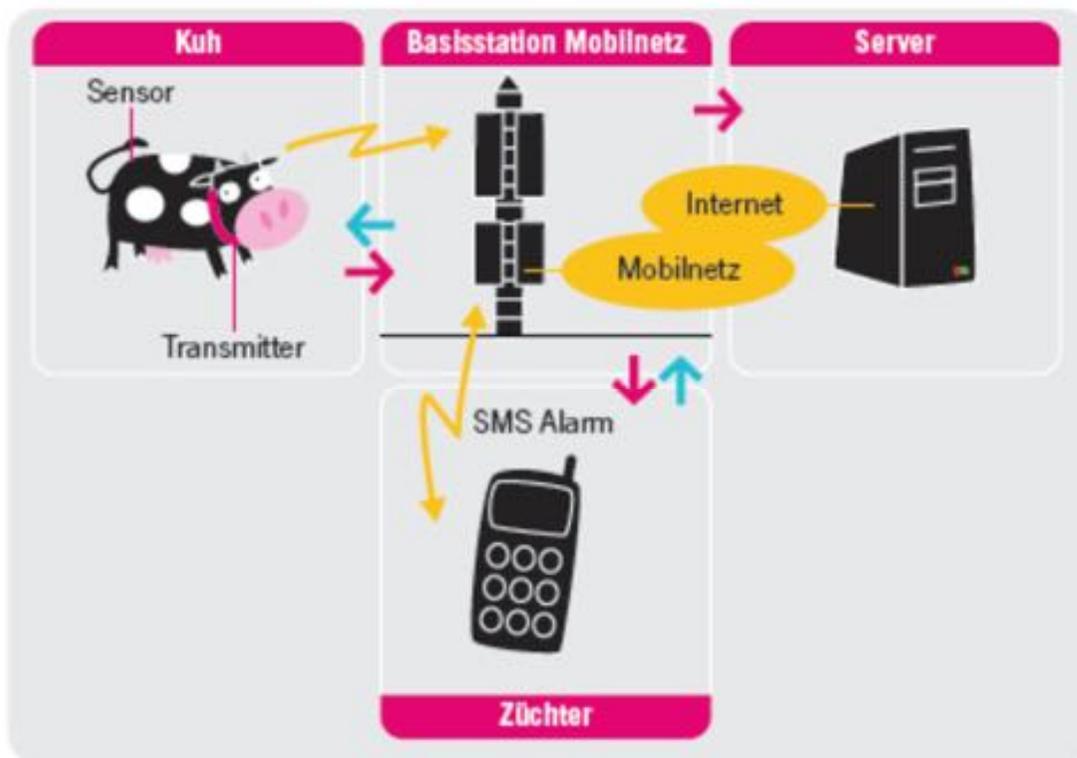


- Beschleunigungs-Sensor mit integrierter Ohrmarke
- Brunsterkennung
- Messung von Fress- und Wiederkauaktivität
- Neu: Tierortung im Stall



- Sensor für Pansen-pH und Pansen-Temperatur
- Messung in 10-Minuten-Intervallen, bis zu 150 Tage lang (Temperatur bis max. 4 a)
- Verbleibt im Pansen, nicht wiederverwertbar
- Datenübertragung per Funk/WLAN an Smartphone oder PC
- Erstellung von Alarmlisten mit gefährdeten Tieren
- Erfassung Bewegungsaktivität

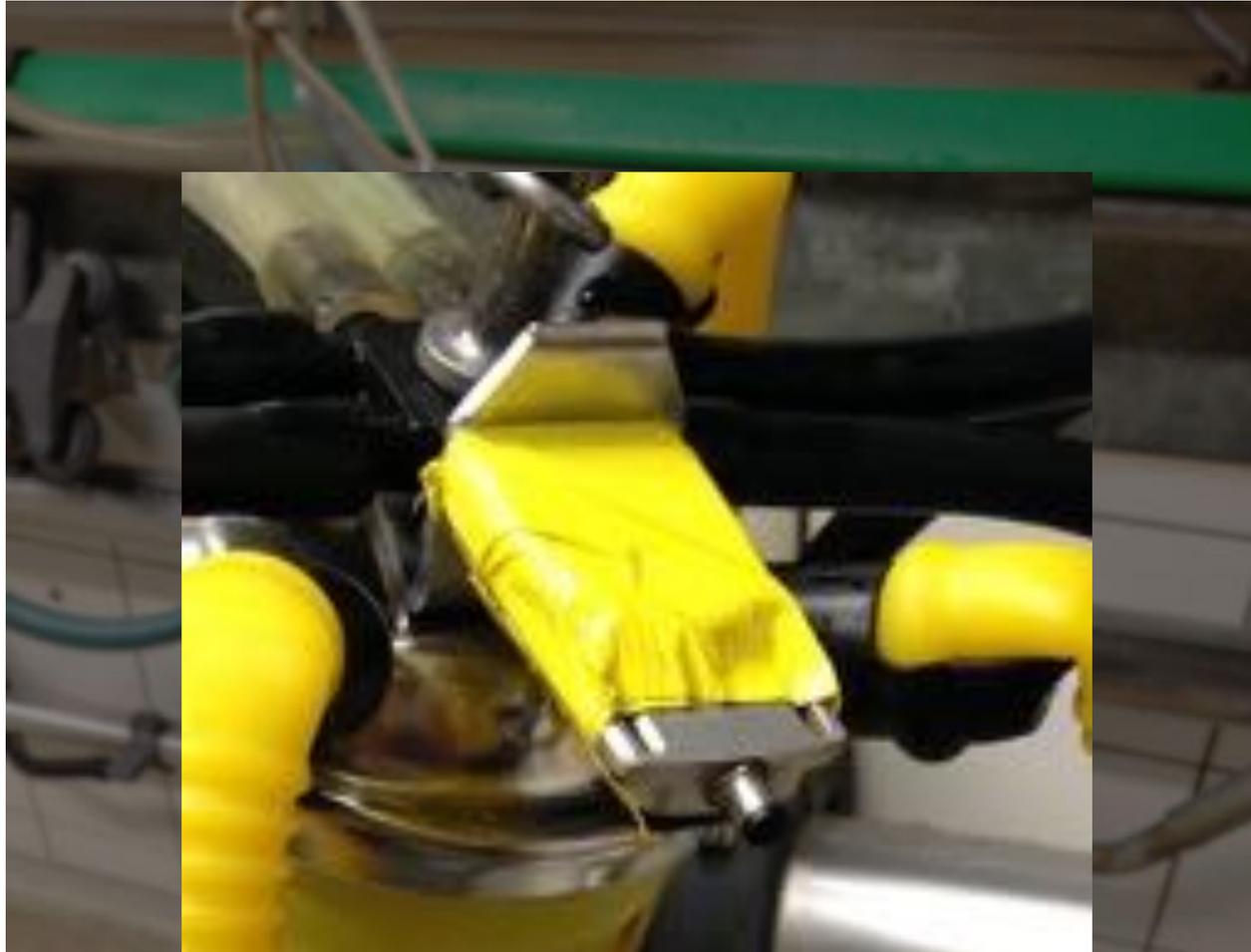
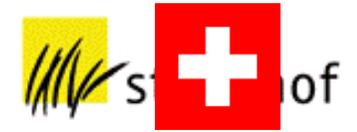
Anemon



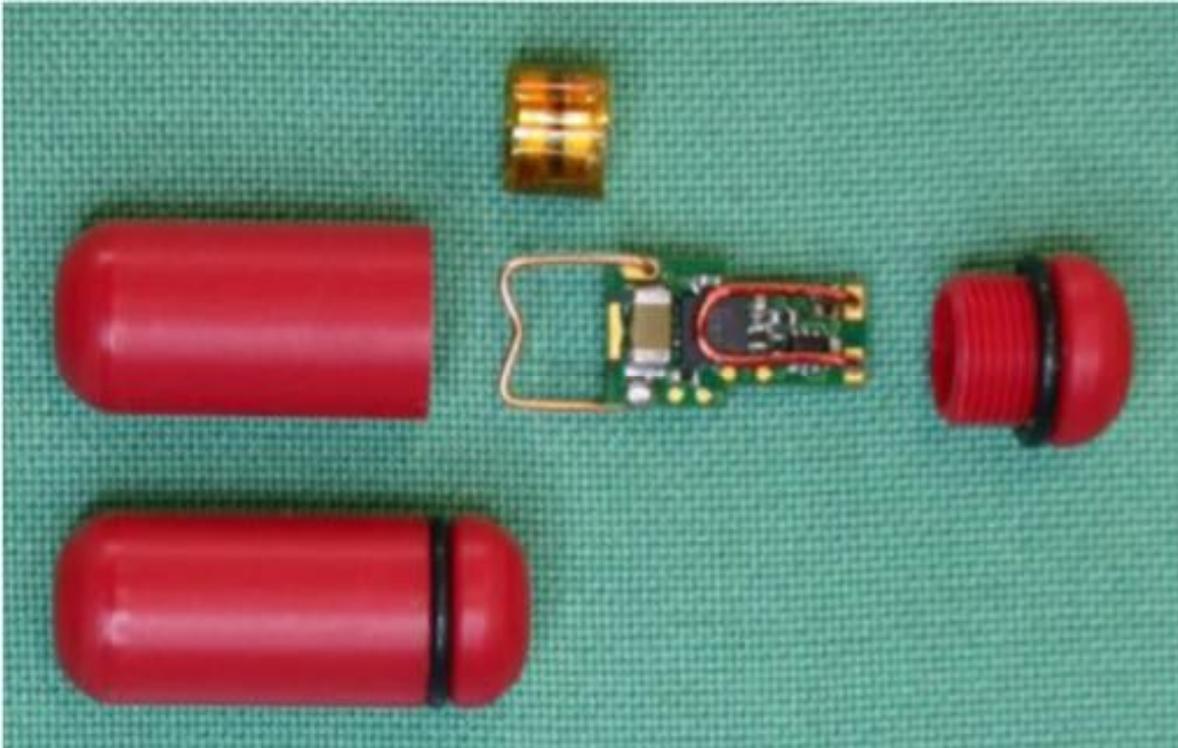
- Intravaginaler Sensor
- Hohe Brunsterkennungsrate
- Kaum Verbreitung



Indirekte automatische Aktivitätserfassung am Melkzeug



Savary u. Blümel, 2015, pat. pend.



- Ziel: Praxistaugliches invasives Sensorsystem zur Erfassung von Temperatur, Druck und Beschleunigung.
- Vorgehen:
 - a) Machbarkeitsstudie über BA an der BFH (Biel)
 - b) Prototyp
 - b) KTI-Projekt
- Zusammenarbeit: Medizintechnik, Veterinärmedizin, Agrarwissenschaft, Industrie, Praxis: **AgroVet**

- Kontinuierliche Temperaturerfassung
- Kontinuierliche Erfassung der Beschleunigung
- Kontinuierliche Erfassung Druck
- Implantierbarer Sensor (Low Power)
- Drahtlosübertragung (BTLE/WLAN/???)
- Auswerteeinheit in Cloud oder App
- Lebensdauer ≥ 4 a

Ausblick 1

Bildanalyse-System für Lahmheitserkennung

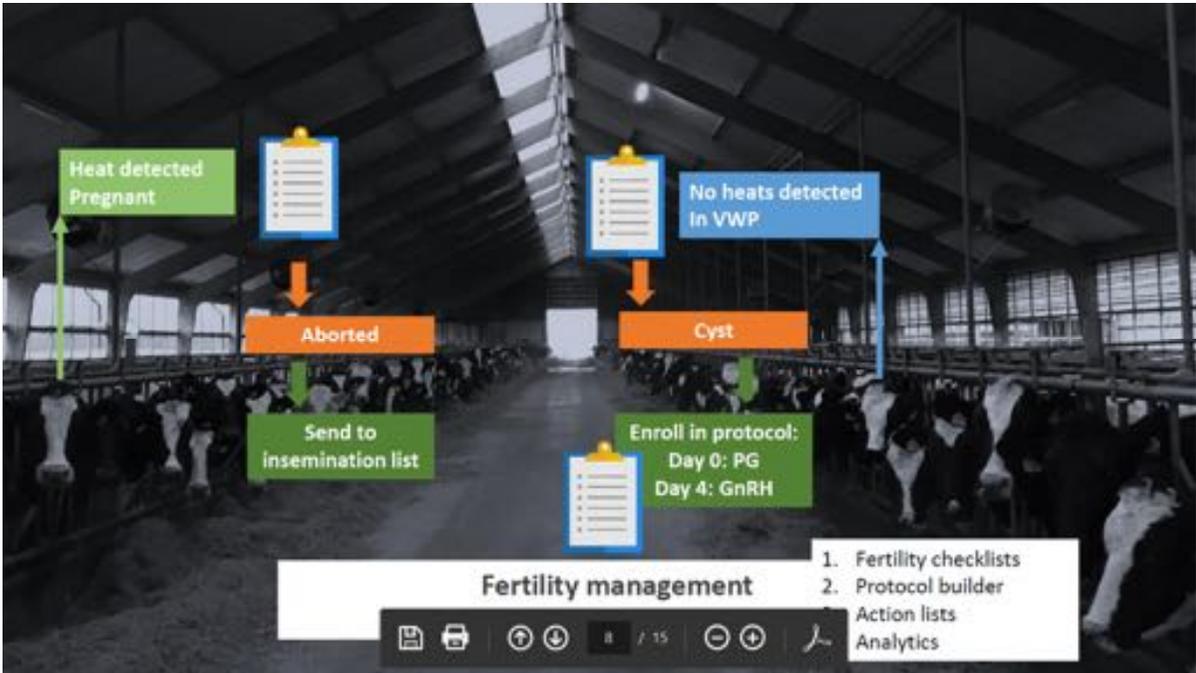


Automatisches 3D Bildanalyse-System zur objektiven, berührungslosen Vermessung von sich bewegenden Milchkühen und Vernetzung mit dem Herdenmanagementprogramm zur Entscheidungsunterstützung des Milcherzeugers
CCS: Cow condition score
CMS: Cow movement score
CS: Cow size
(Kopplung an Programm Herde)
dsp-Agrosoft

Kundennutzen:
Entscheidungsunterstützung
Lahmheitserkennung
Konditionserkennung

Ausblick 2

Augmented Reality für Fruchtbarkeitsmanagement

	<h3>Nedap Fertility Management</h3>	<p>Nedap N.V</p>
 <p>• Treatments</p> <p>4: Analytics: Performance and progress analysis tool</p>		<p>Fruchtbarkeitsmanagement in Form eines Softwaremoduls. Kühe mit Fruchtbarkeitsproblemen werden frühzeitig in der Laktation identifiziert. Sensordaten (von Nedap's weltweit gebräuchlichem Heat Detection System) und Fertilitätsbehandlungsprotokolle / Synchronisationsprotokolle werden vollständig integriert und darauf aufbauend Aktionen automatisiert.</p> <p>Kundennutzen: Verbesserte Arbeitsorganisation Kürzere ZKZ</p>

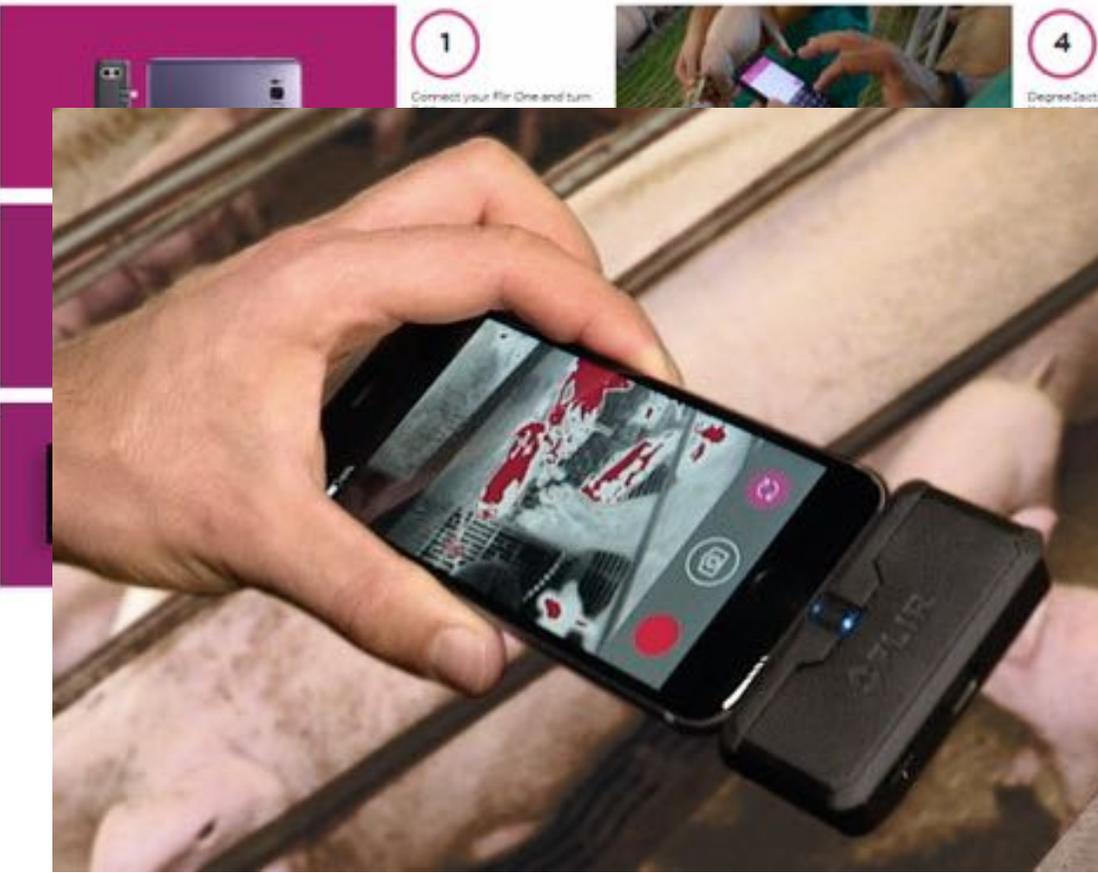
Ausblick 2

Augmented Reality für verbessertes Herdenmanagement

	Nedap CowControl™ - Augmented Reality	NEDAP N.V.
		<p>Nedap ist der erste, der Augmented Reality auf den Milchviehbetrieb bringt. Die von Nedap CowControl - einem weltweit führenden Kuhüberwachungssystem - gesammelten Herdeninformationen werden nun im Stall zum Leben erweckt. Diese neue Technologie bringt die reale Welt des Landwirts und digitale Informationen zusammen. Es bereichert sein eigentliches Blickfeld um relevante</p> <p>Kundennutzen: Elektronische Stalkarte zur Verbesserung des Herdenmanagements</p>

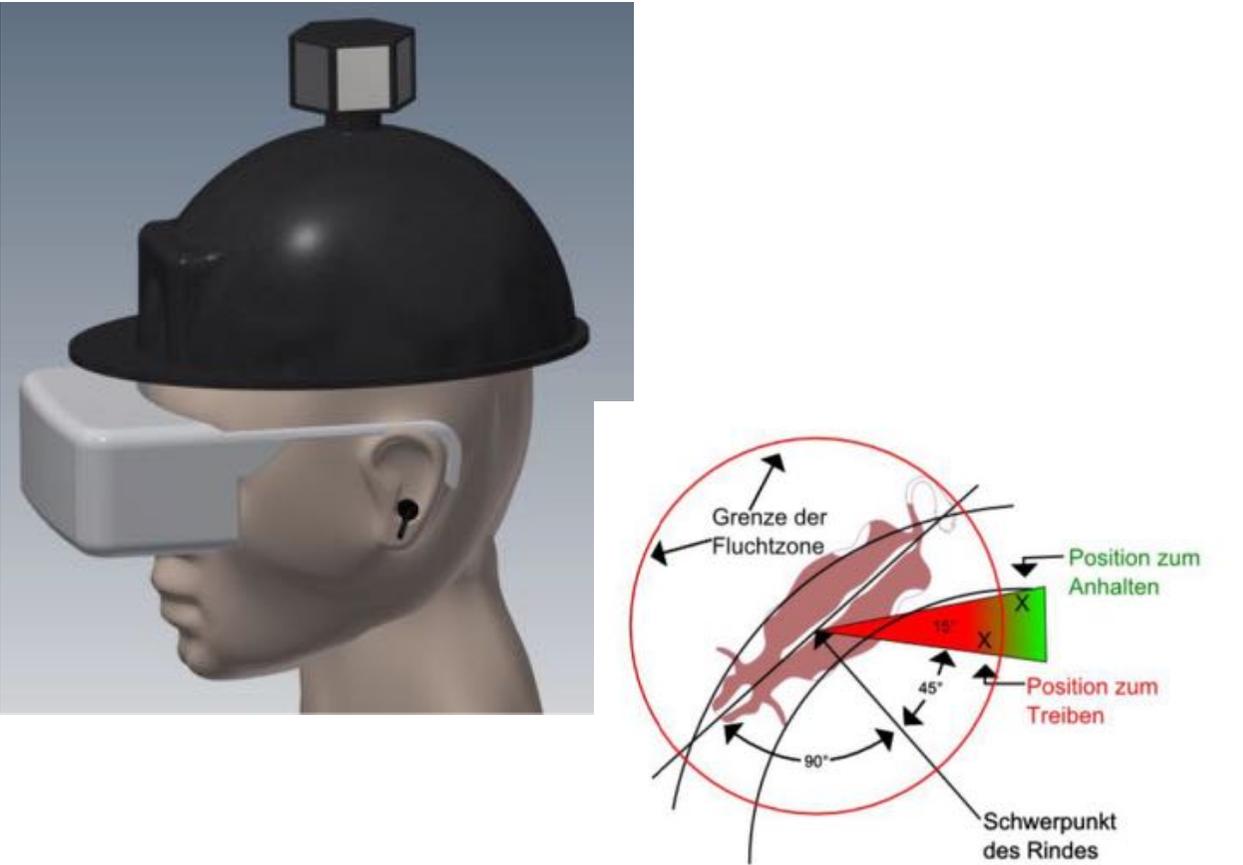
Ausblick 3

Augmented Reality für verbessertes Gesundheitsmonitoring

	Degree2act	belNfive S.L.
	 <p>The image shows a hand holding a smartphone with a Flir One camera attached. The phone screen displays a pig's face with a red heatmap overlay, indicating temperature variations. The app interface includes a red circular button and a camera icon. In the background, there are smaller images and text: '1 Connect your Flir One and turn', '4 Degree2act uses IR technology... non-destructive... reliable... is based on specific... developed through... science and data...', 'will help you to... create outcomes... optimize resources... and... condition failure rate... animal welfare... ability', and 'is an open and... project. Every... can contribute... by sharing'.</p>	<p>Degree2act ist eine mobile Anwendung zur schnellen und einfachen Erkennung von Hyperthermie bei Schweinen. Durch die Verwendung von erschwinglichen IR-Kameras Flir One oder Flir One Pro, die an ein Smartphone angeschlossen sind, ermöglicht diese App, Temperaturänderungen über 3 Produktionszyklen hinweg zu sehen: Ferkel, Sauen und Mastschweine. Jeder Landwirt und Tierarzt wird in der Lage sein, die Gesundheit seiner Herde jeden Tag auf einen Schlag zu überwachen. Die routinemäßige Anwendung von Degree2act wird es ermöglichen, Antibiotika effizienter einzusetzen und den Tierschutz durch individuelle Betreuung durch Früherkennung erheblich zu verbessern.</p> <p>Kundennutzen: Rasches Gesundheitsmonitoring Berührungslos</p>

Ausblick 4

Virtuelle Realität zur Simulation der Wahrnehmung von Rindern

	Echemer Kuhbrille	Landwirtschaftliches Bildungszentrum Echem
		<p>Audiovisuelles Komplettsystem zur Aufnahme und Darstellung der akustischen und optischen Wahrnehmung bei Rindern bestehend aus einer Kamera mit zwei Objektiven, einem Ultraschalldetektor, einer Virtual-Reality-Brille mit Kopfhörer und einer Software.</p>

Vor- und Nachteile: Automatisierung in der Innenwirtschaft - Arbeitsqualität



Vorteile:

- Arbeitsentlastung bei monotonen, schweren körperlichen oder zeitlich schwierig koordinierbaren Tätigkeiten
- Möglichkeit zur Erhöhung der Arbeitsleistung und Arbeitsverwertung
- Möglichkeit zur Verbesserung der betrieblichen Kostenstrukturen, der Arbeitsmobilität und der Produktqualität

Nachteile:

- Erzeugung einer falschen Erwartungshaltung (**Stress**) ⇒ Kontrolle der Automatisierung muss selbst vorgenommen werden!
- Investitionskosten müssen durch frei gewordene bzw. neu verfügbare Arbeit(szeit) wieder amortisiert werden

Unternehmensführung (MIS) - Systemforschungsansatz -

- Prozessleitung
- Prozesssteuerung
- **Unternehmensführung**

- Produkt
- Tier, Pflanze
- Technik
- Gebäude
- Arbeit
- Kapital



Optimierung

**Prozess-
erfassung**



**Schwach-
stellenanalyse**



- Realisation
- Kontrolle

**Fehler-
behebung**

- Zielsetzung
- Planung
- Erkennung
- Entscheidung



Zitat: Kaplan R. 1996:
„You can manage what you can measure“

Quelle: SCHICK, 2007

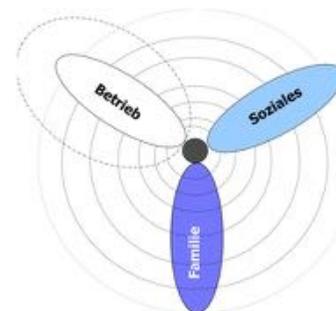
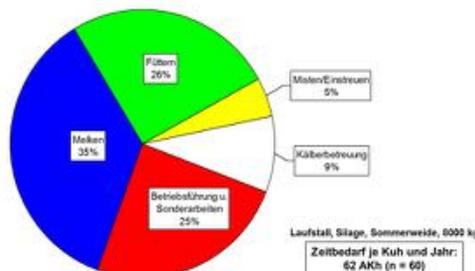
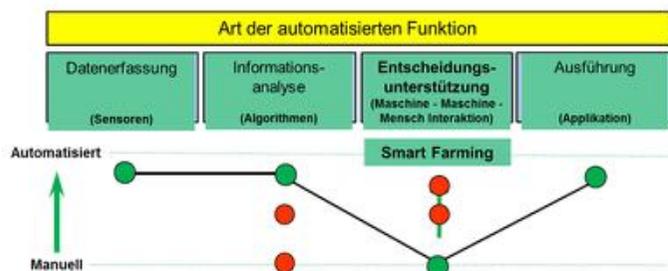
Herausforderungen Forschung/Beratung

- **Entscheidungshilfen** entlang der gesamten Produktionskette/Wertschöpfungskette (**Produktion, Verarbeitung, Logistik, Handel, Zwischenhandel, Verbraucher, Entsorger**)
- **Interaktionen** zur Verbesserung der Ressourceneffizienz (Maschine – Maschine – Tier – Gebäude – Mensch – Systeme) (Nährstoff – Informations- und Energieflüsse im Rahmen von Systembetrachtungen)
- **Schwachstellenanalysen** entlang der gesamten Wertschöpfungskette
- Automatisierte **Rückverfolgbarkeit**
- Kenntnis zum **Stresserleben** entlang der gesamten Prozesskette und Massnahmen zur Stressreduktion
- **Akzeptanz** von Smart Farming

Where are the data?
Where are the models ?
Where is the information?
Who does the analysis?
Who suggests a decision?

Herausforderungen/Konsequenzen Landwirtschaft

- **Arbeitsproduktivität steigern**
(Wettbewerbssteigerung, Betriebsführung)
- **Arbeitsbelastung reduzieren**
(physische und psychische)
- **Weiterbildungsangebote wahrnehmen**
(Arbeitskreise, Packetberatung, Einzelberatung)
- **Entscheidungshilfsmittel nutzen**
(Planung, Wirz-Kalender, „Daten-Hub“)



Herausforderungen/Konsequenzen Ausbildung

- **Digitalisierung vermehrt in Ausbildung einbeziehen** (Gezielter Einsatz im Unterricht, Vor- und Nachteile aufzeigen, Projektarbeiten)
- **Pausen vom Digitalen schaffen** (Wandtafel)
- **Big Data als Management Tool einsetzen** (Evaluation, „intelligente“ Formulare)
- **Organisation um die Personen mit dem grössten Potential bauen** („Brains“ und „Nerds“ erkennen)
- **Dozenten als „Feel-good-Manager“ einsetzen** (Fehler zulassen, Coaching)

Zitat:

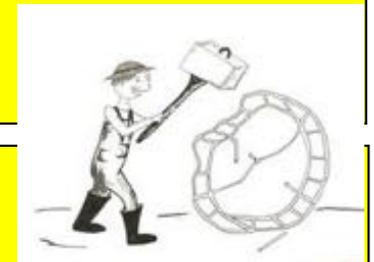
„Wem gehören meine Daten?“

Der Trend zur Automatisierung und zur Digitalisierung findet entlang der gesamten Wertschöpfungskette statt

- Produktion, Verarbeitung, Logistik, Handel,
- Zwischenhandel, Verbraucher, Entsorger, ...

Digitalisierung kann unterstützend und ergänzend zum Betriebserfolg beitragen (Flexibilität, Prozessoptimierung, Entscheidungsunterstützung)

- Prozessleitung, Unternehmensführung



Die Gestaltung der Arbeit ist die Herausforderung der Zukunft (Entlastung)