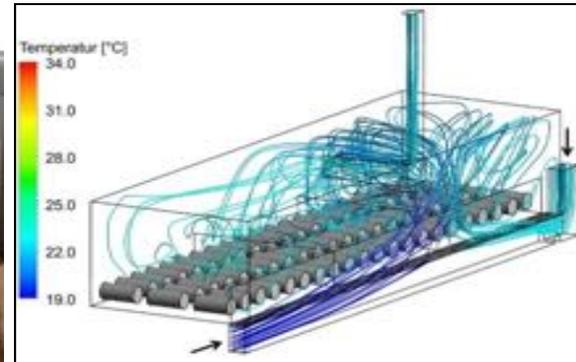




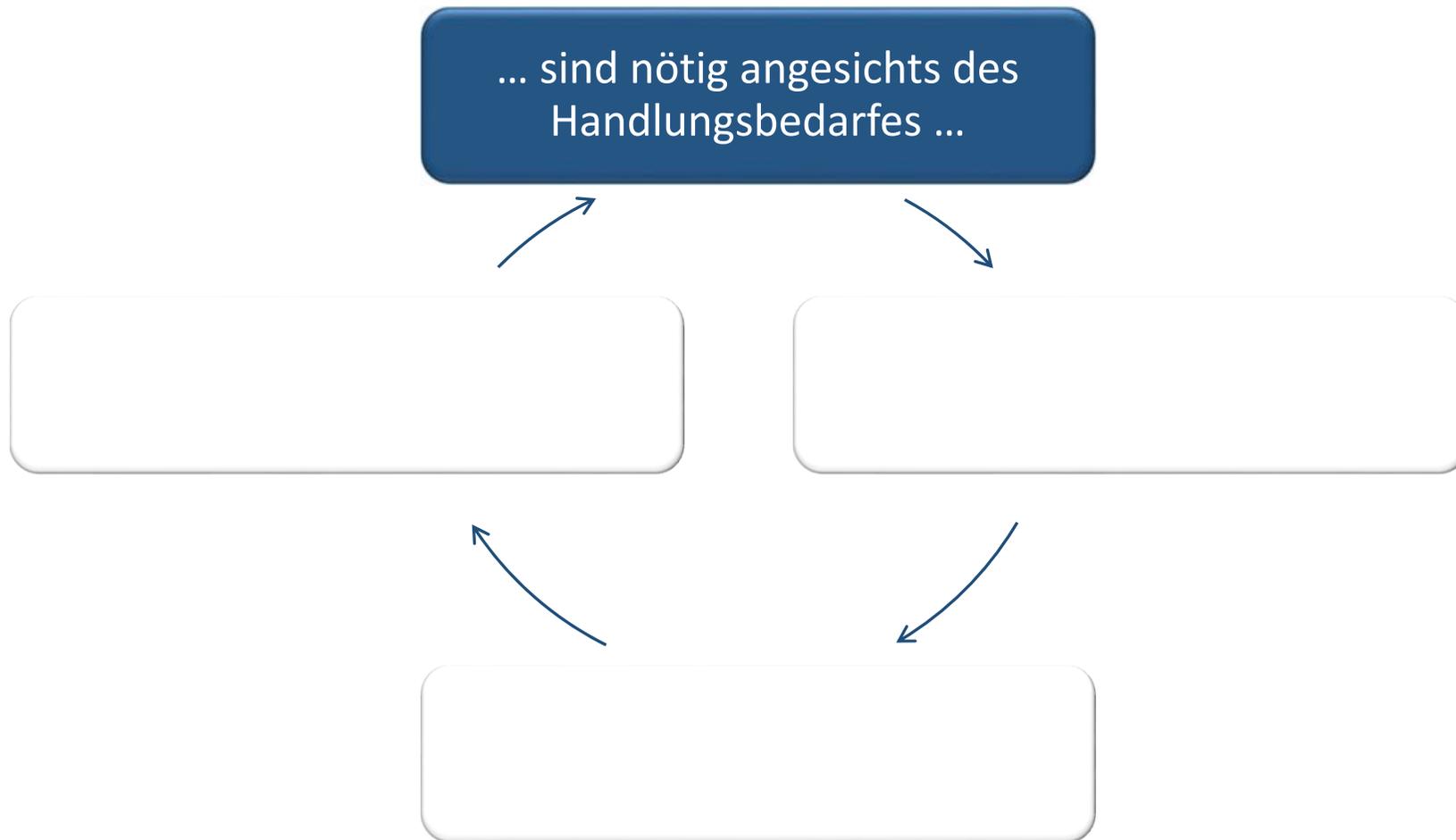
Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung

SVT Tagung 2019

apl. Prof. Dr. habil. Eva Gallmann, Anita Kapun, Adrian Förschner



Smarte Wege für eine zukunftsorientierte Tierhaltungssysteme



■ Handlungsbedarf in Tierhaltungssystemen

Tiergerechtheit

Ökonomie

Innovation

Umweltgerechtheit

Arbeitswirtschaft

Automatisierung

Standort und Größe

Prozessqualität

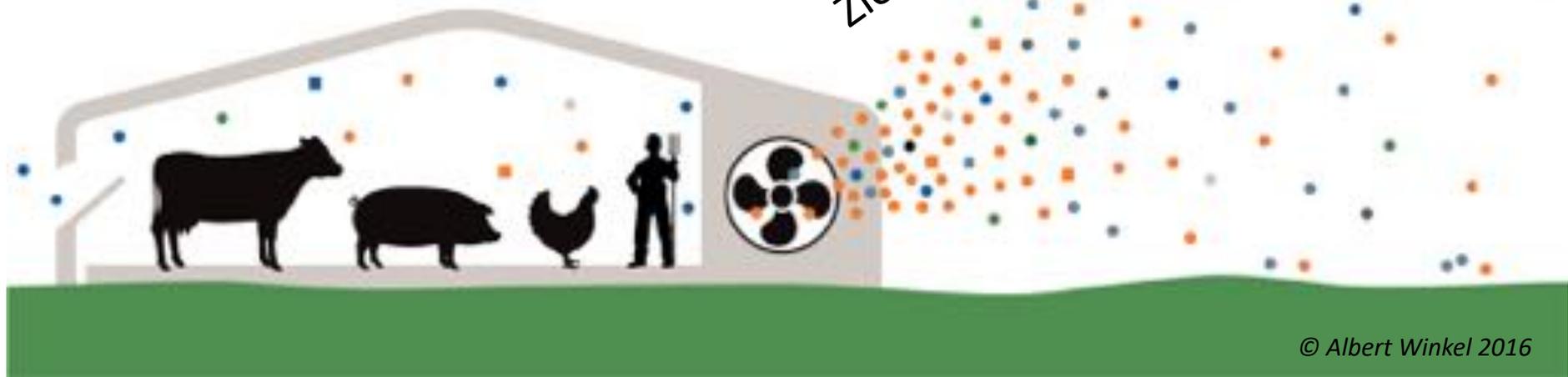
Digitalisierung

Ressourceneinsatz

Sachkunde

Stoffstrommanagement

Zielkonflikte



© Albert Winkel 2016

Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung WBA, BMEL 2015
DLG Thesen Landwirtschaft 2030, DLG 2017

Nutztierhaltungsstrategie, BMEL 2017
Agrarsysteme der Zukunft BMBF 2017

■ Handlungsbedarf im Umfeld von Tierhaltungssystemen

Gesellschaftliche Akzeptanz

Umweltwirkungen

Luft, Wasser, Boden

lokal, regional, national, international

Ernährungssicherung

Lebensmittelsicherheit

Rückverfolgbarkeit

Wertschöpfungsketten

Multifunktionale

Landwirtschaft

Agrarsysteme/Landschaften

Strukturwandel

Digitalisierung

Zielkonflikte

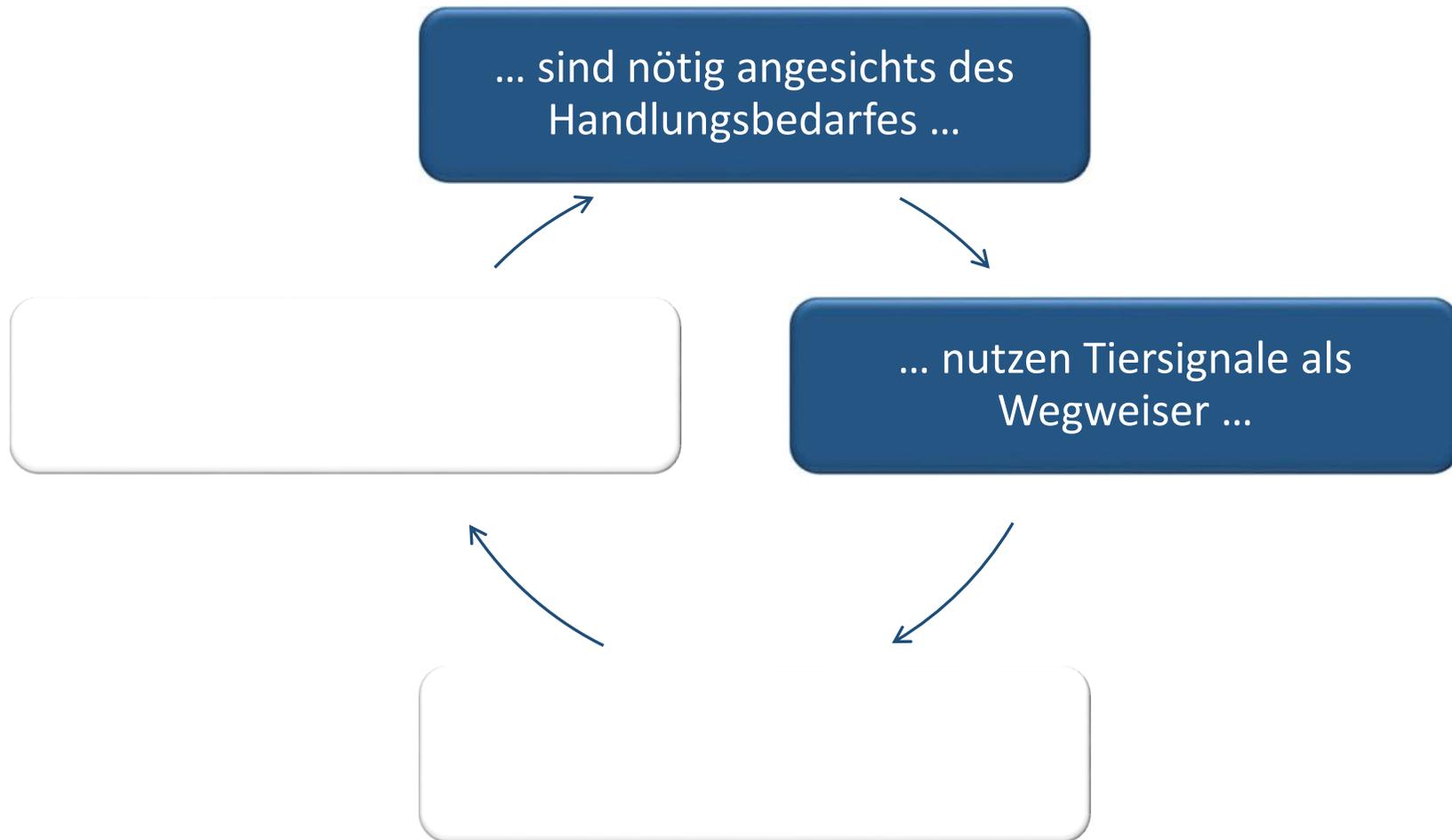


© Albert Winkel 2016

*Wege zu einer gesellschaftlich akzeptierten Nutztierhaltung WBA, BMEL 2015
DLG Thesen Landwirtschaft 2030, DLG 2017*

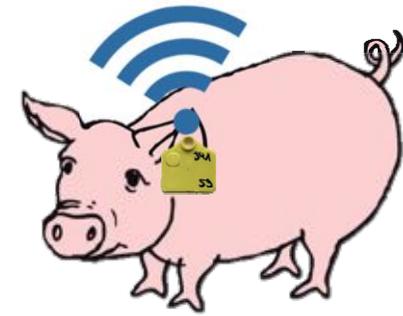
*Nutztierhaltungsstrategie, BMEL 2017
Agrarsysteme der Zukunft BMBF 2017*

Smarte Wege für zukunftsorientierte Tierhaltungssysteme



■ Tiersignale als Wegweiser

- Daten zu Verhalten und Aktivität sind wichtige Eingangsp Parameter für Systeme des Precision Livestock Farming (Berckmans, 2008)
- Diese lassen Rückschlüsse zu auf
 - Gesundheit und Wohlergehen der Tiere (Hart, 1988; Weary, 2009)
 - die Haltungsumwelt (u.a. Klima, Licht, Fläche, Strukturierung) (Feddes et al., 1989; Averós et al., 2012, Gonyou und Loo, 2012)
 - das Sozialverhalten bzw. das soziale Umfeld (Nielsen, 1998; Georgsson und Svendsen, 2002)
- Bedarf an Systemen, die kommerzielle Haltungssysteme überwachen (Brown-Brandl und Eigenberg, 2011)



Grafik: M. Reger

Tiersignale als Wegweiser

Hotspotmonitoring von Mastschweinen

Primäres Ziel: Verhaltens- und Gesundheitsmonitoring

Dissertationen Nora Hammer (2017) und Felix Adrion (2017), Anita Kapun und Adrian Förschner (in Bearbeitung)



Gefördert durch:



Bundesministerium
für Ernährung
und Landwirtschaft

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ptble

Projekträger Bundesanstalt
für Landwirtschaft und Ernährung

Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung
apl. Prof. Dr. E. Gallmann, Anita Kapun, Adrian Förschner | 16.04.2019



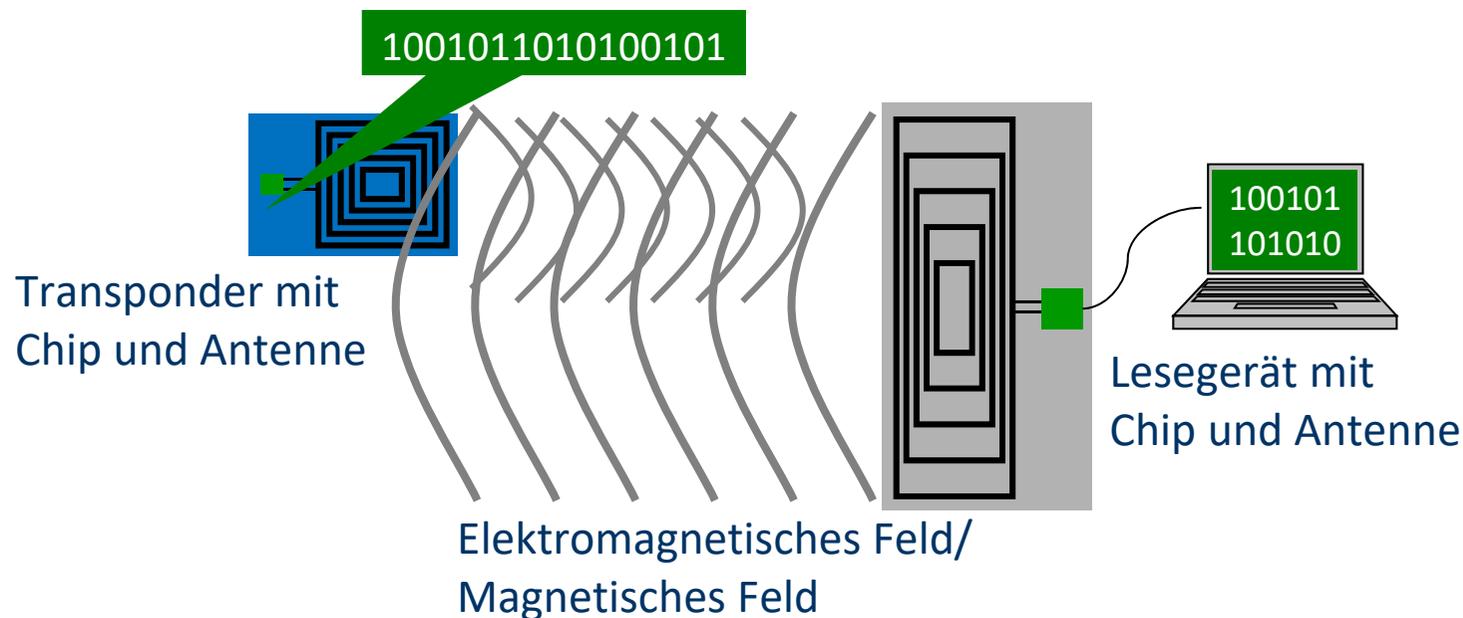
UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

■ Schlüsseltechnologie Radiofrequenz-Identifikation

Datenaustausch mittels elektromagnetischer Wellen ohne Sichtkontakt oder Berührung → „Funkerkennung“

Symmetrischer Aufbau von Transponder und Lesegerät:

- Antenne zum Senden und Empfangen (ein passiver Transponder sendet nicht, er moduliert nur das Signal)
- integrierte Schaltung/Mikrochip zur Verarbeitung der Radiosignale



■ Schlüsseltechnologie Radiofrequenz-Identifikation

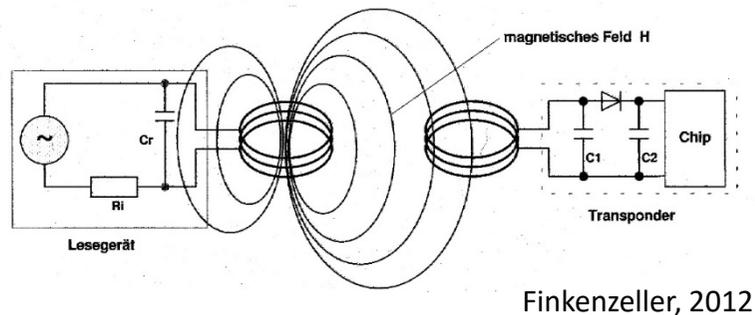
Unterschiedliche Energie- und Datenübertragung:

LF 100-135 kHz:

induktive Kopplung im
Magnetfeld (Nahfeld)
(Wechselwirkung mit Spule)

Transponderantwort:

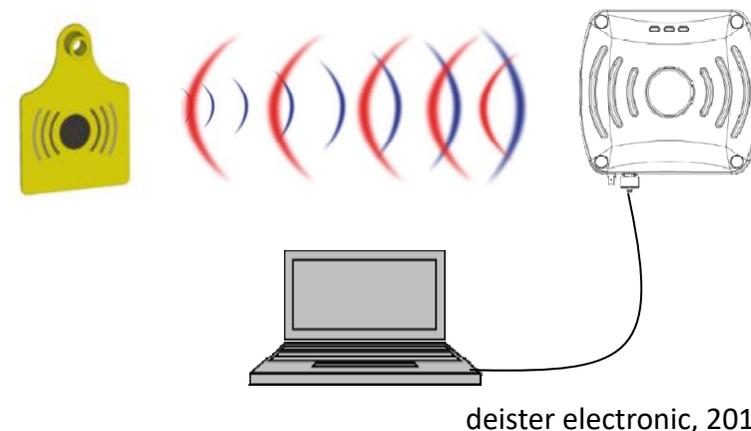
➔ Modulation der Spannung
in der Lesegerätantenne



UHF 868 MHz:

Backscatter-Kopplung
(Elektromagnetisches Feld, Fernfeld)

➔ Modulation der reflektierten
Strahlung (meist
Amplitudenmodulation)



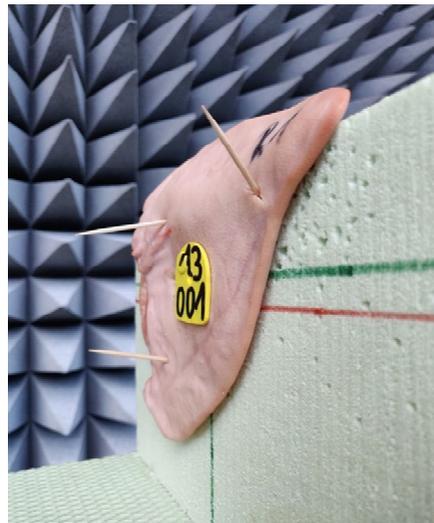
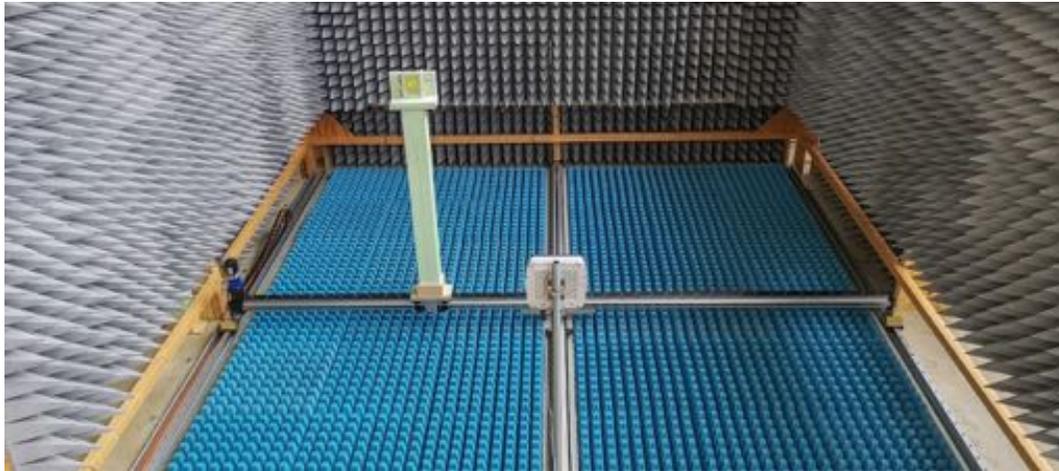
■ UHF-Ohrmarkenentwicklung und Test

- UHF-RFID bietet: Hohe Lesereichweiten, sehr gute Lesegeschwindigkeiten, Simultanerfassung (Pulbfähigkeit)

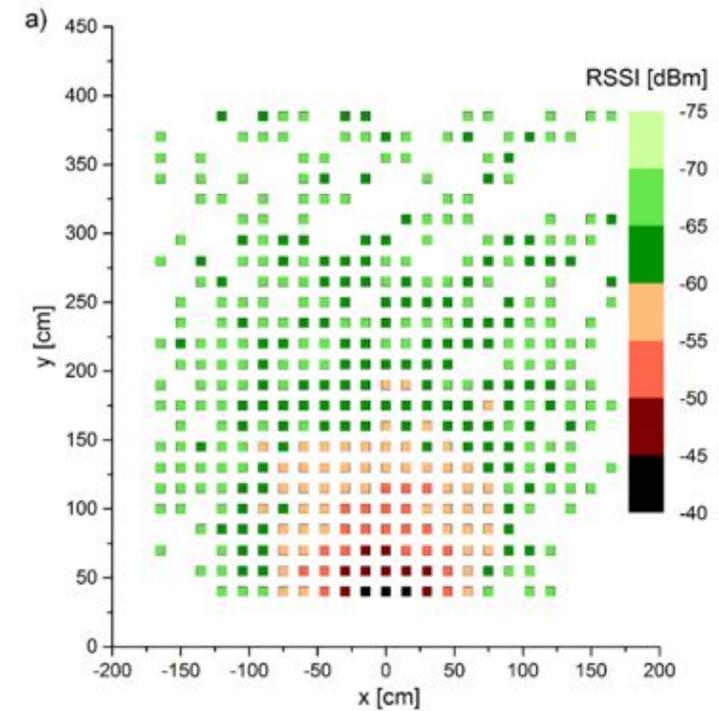
Aber:

- Gewebe beeinflusst UHF-Transponder auf drei Arten
 - Absorption von Strahlung (Verlustfaktor) (Lorenzo et al, 2011)
 - Änderung der Antennencharakteristik (Form des Feldes) (Griffin et al., 2006)
 - Verschiebung der Resonanzfrequenz durch die Permittivität umgebender Materialien (Lorenzo et al., 2011, Nikitin und Rao, 2006)
- ➔ variable und meist verringerte Lesereichweite (Rao et al., 2005)
- ➔ Anpassung und Test neuer UHF-Transponderohrmarken an Ohrgewebe notwendig

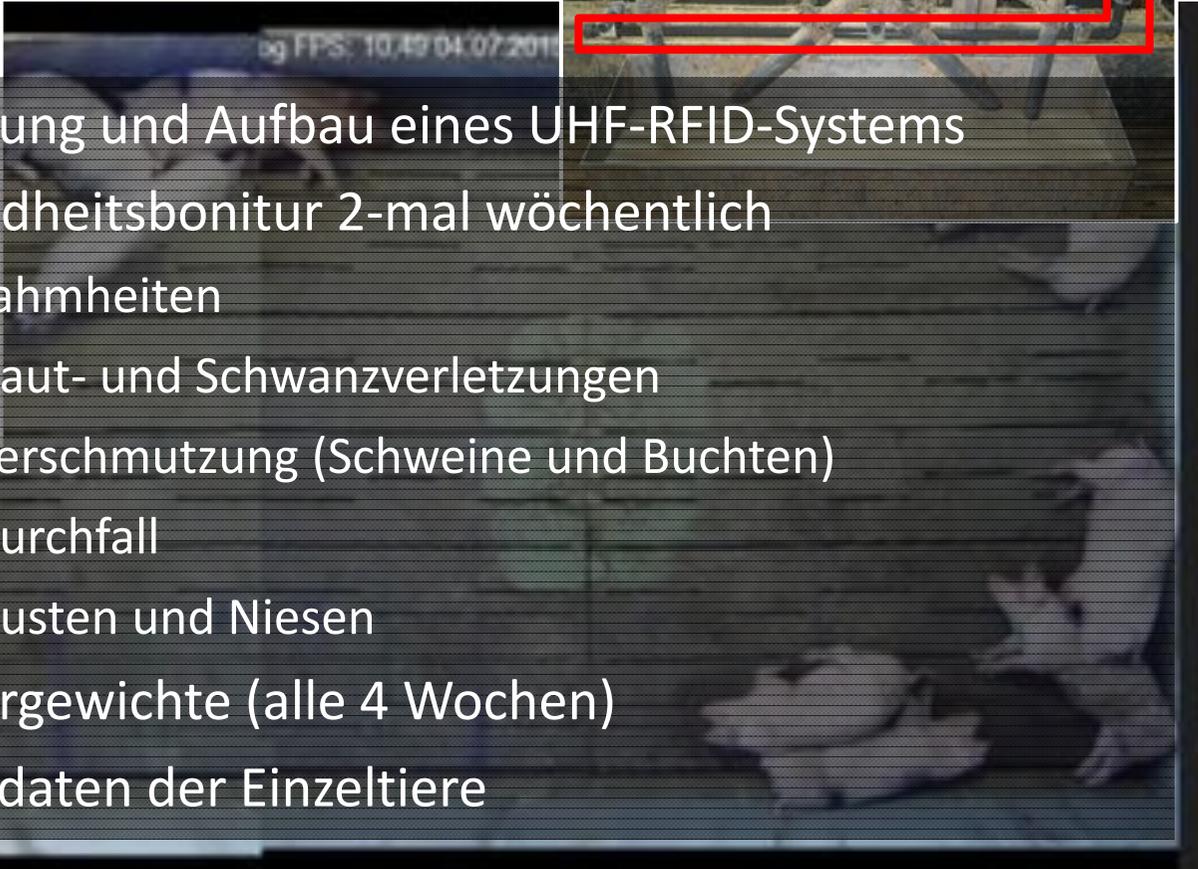
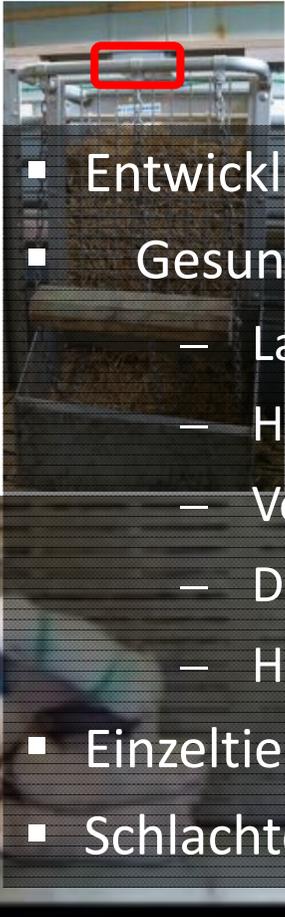
■ Messung von Lesereichweite und Signalstärke (RSSI) Prüfstand



Received Signal Strength Indicator

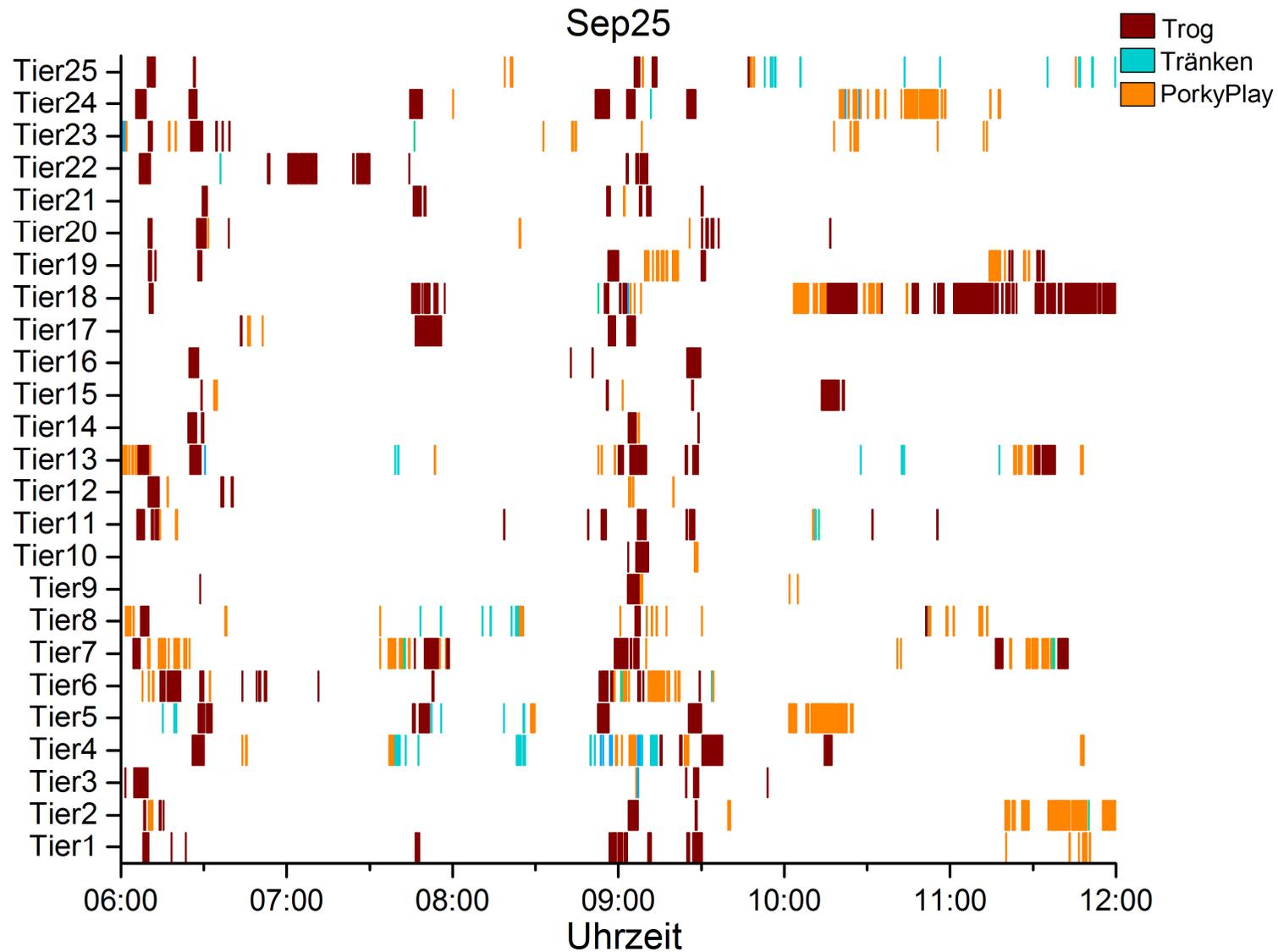


Hotspotmonitoring

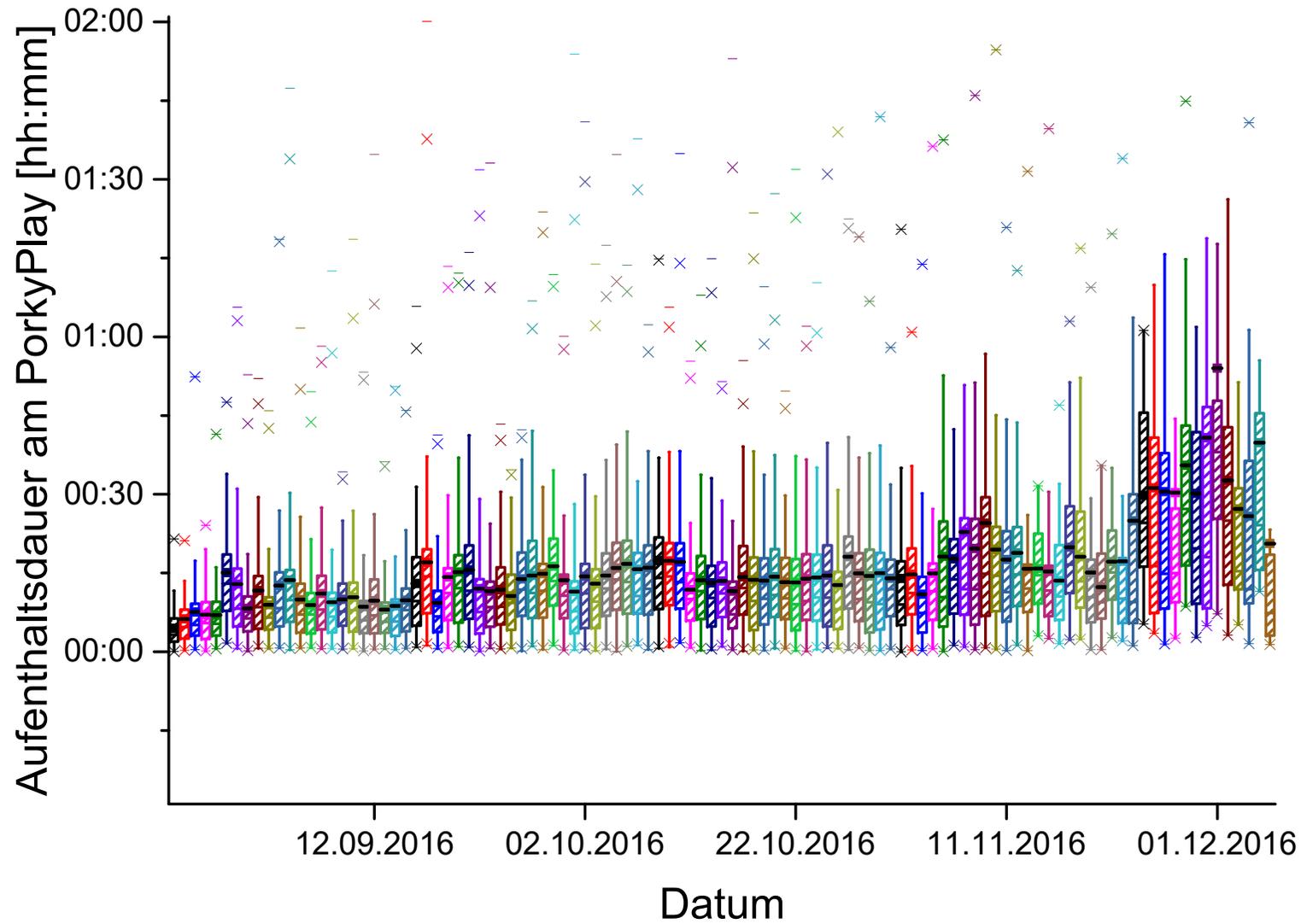


- Entwicklung und Aufbau eines UHF-RFID-Systems
- Gesundheitsbonitur 2-mal wöchentlich
 - Lahmheiten
 - Haut- und Schwanzverletzungen
 - Verschmutzung (Schweine und Buchten)
 - Durchfall
 - Husten und Niesen
- Einzeltiergewichte (alle 4 Wochen)
- Schlachtdaten der Einzeltiere

UHF-RFID Einzellesungen an den Hotspots (Rohdaten)



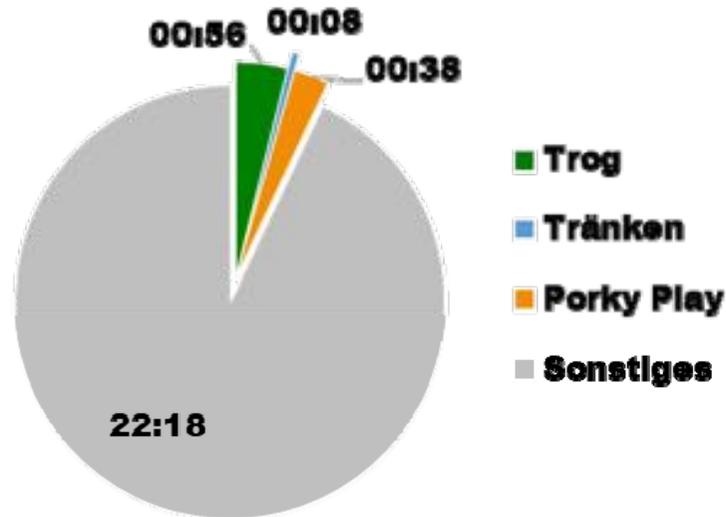
Besuchsdauern



■ Besuchsdauern

300 Tiere; Für 300 Tiere jeweils Einzellesungen über ca. 4 Monate

Einzellesungen in Ereignisse zusammengefasst (minimale Dauer und maximale Pausenzeit)



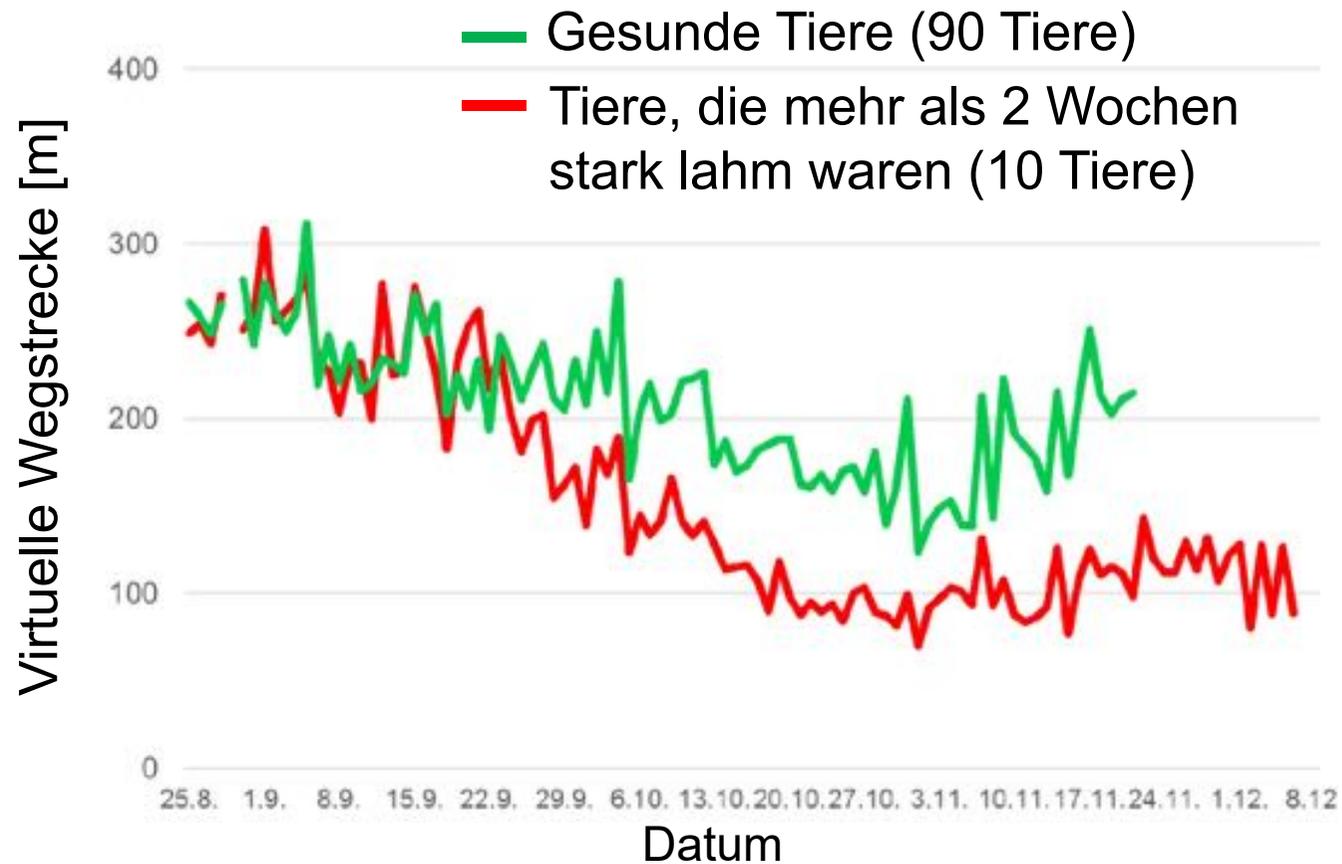
- ➔ Große Intra- und Inter-Tier-Varianz
- ➔ Betrachtung der Mittelwerte allein unzureichend
- ➔ Tierindividuelle Modelle nötig, Zeitreiheneffekte beachten
- ➔ Änderungen der Tagesrhythmik, Besuchsdauer, Besuchszeitpunkte
Sozialstruktur, [...] als mögliche Parameter

■ Berechnung virtueller Wegstrecken

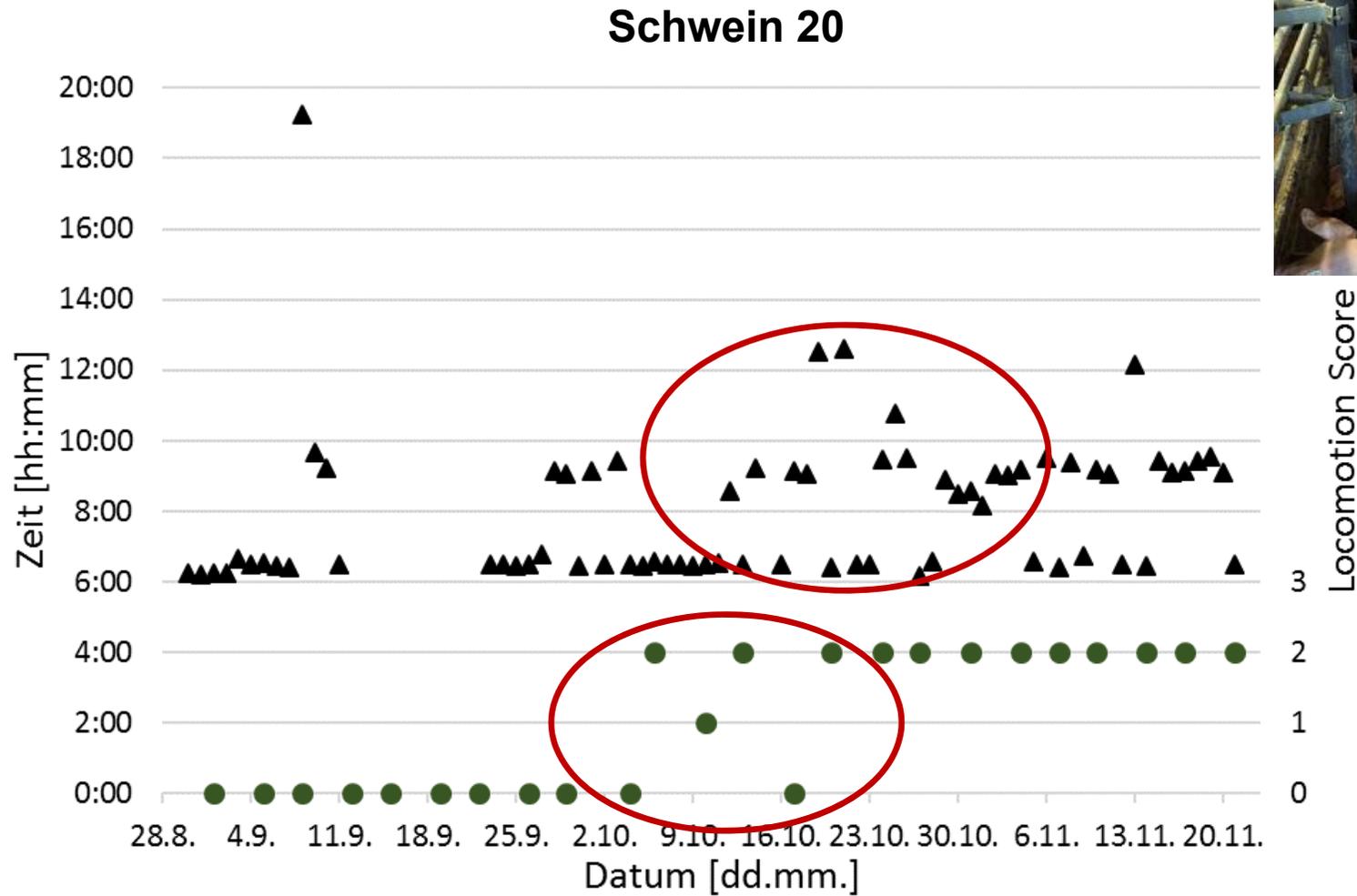
- Reihenfolge besuchter Hotspots
 - Mittlere Entfernung
- ➔ nicht die real gelaufene Wegstrecke, sondern reines Aktivitätsmaß



■ Virtuelle Wegstrecken im Vergleich

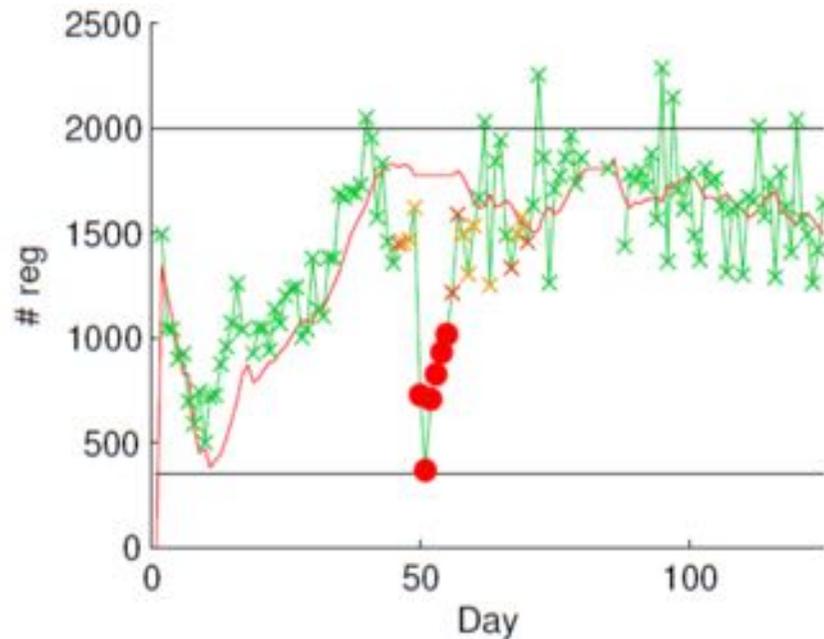


Veränderung erster Trogbesuch



Locomotion Score

■ Auswerte- und Modellstrategien: Bsp. # Trogbesuche

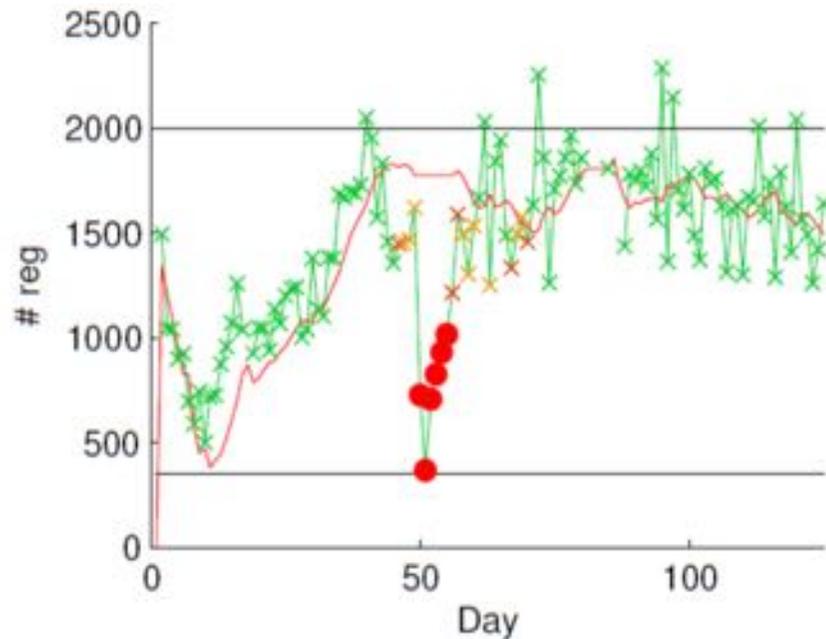


- Verlauf Rohdaten eines Tieres
- Modellierte Daten (Synergistic control procedure SGC)
- Fixer Schwellenwert für Alarm
- Farbe: Status an dem Tag
- Punkte: Alarme des SGC Frühwarnsystems

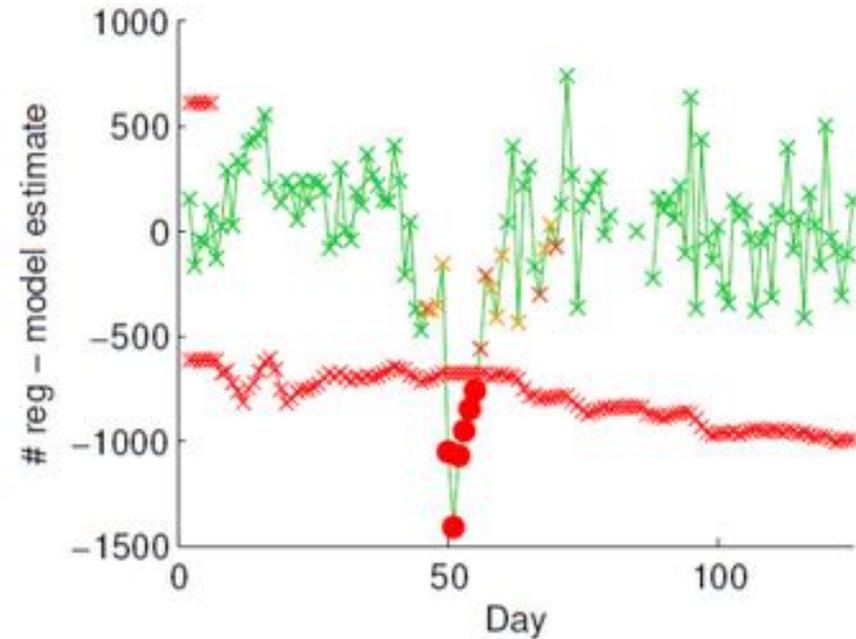
➔ Synergistic control (SGC) is the synergy between models used in Engineering Process Control and the control charts used in statistical process control (Maselyne et al., 2005)

(Maselyne et al., 2017)

■ Auswerte- und Modellstrategien: Bsp. # Trogbesuche



- Verlauf Rohdaten eines Tieres
- Modellierte Daten (Synergistic control procedure)
- Farbe: Status an dem Tag
- Fixer Schwellenwert für Alarm
- Punkte: Alarme des SGC Frühwarnsystems



- Verlauf der Residuen
- Untere Alarmgrenze der SGC Prozedur
- Farbe: Status an dem Tag
- Punkte: Alarme des SGC Frühwarnsystems

(Maselyne et al., 2017)

■ Ausblick: Aktivitätsmonitoring Wartesauen UHF-RFID



16 Antennen für
Sektorlokalisierung

4 Lesegeräte für
die Antennen

4 Lesegeräte für
Hotspot an Abrufstation,
Bürste und Dusche

Ca. 70 Sauen, dynamische Großgruppe
Oktober '18 bis Februar '19 ca. 8.2 Mio. Lesungen

- Sektorlokalisierung – durchschn. 552 Lesungen pro Antenne pro Tag (max. 2202, min. 20)
- In der Futterstation – ca. 30.000 Lesungen am Tag

■ Auswerte- und Modellstrategien

Dominiak, K.N. & A.R. Kristensen. 2017. Prioritizing alarms from sensor-based detection models in livestock production – A review on model performance and alarm reducing methods. *Computers and Electronics in Agriculture* 133, 46–67.

- ➔ Zeitreihen, Kalman Filter, CUSUM, Wavelet-Filter
- ➔ Fuzzy logic
- ➔ Gleitender Mittelwert
- ➔ Regression: Lineare, logistische Regression, multivariate, multinomiale, Auto
- ➔ Probabilistisches Neuronales Netzwerk
- ➔ Entscheidungsbaum
- ➔ Schwellenwert
- ➔ Diskriminanzanalyse
- ➔ Trendmodell

■ Auswerte- und Modellstrategien

Dominiak, K.N. & A.R. Kristensen. 2017. Prioritizing alarms from sensor-based detection models in livestock production – A review on model performance and alarm reducing methods. *Computers and Electronics in Agriculture* 133, 46–67.

- ➔ Sensordaten im Kontext betrachten
- ➔ Reduktion Anzahl falscher Alarme nötig
- ➔ binäre Klassifikationen (Sensitivität, Spezifität) sind nicht ausreichend bzw. gute Ergebnisse kaum erreichbar für komplexe Geschehen (z.B. mit keinen oder nur diffus definierten Phasen oder variierenden Auftrittswahrscheinlichkeiten)
- ➔ Priorisierung von Alarmen anstreben in Abhängigkeit der Eintrittswahrscheinlichkeit bzw. des –Risikos (z.B. Fuzzy Logic, Naives Baye'sches Netzwerk, Hidden Markov Model, künstliche neuronale Netze)

■ Richtig sehen...

Livestock Science 202 (2017) 25–38



Contents lists available at ScienceDirect

Livestock Science

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

Review article

Implementation of machine vision for detecting behaviour of cattle and pigs

Abozar Nasirahmadi^{a,b,*}, Sandra A. Edwards^a, Barbara Sturm^{a,b}

^a School of Agriculture, Food and Rural Development, Newcastle University, Newcastle upon Tyne NE1 7RU, UK

^b Department of Agricultural and Biosystems Engineering, University of Kassel, 37213 Witzenhausen, Germany

■ Richtig sehen...

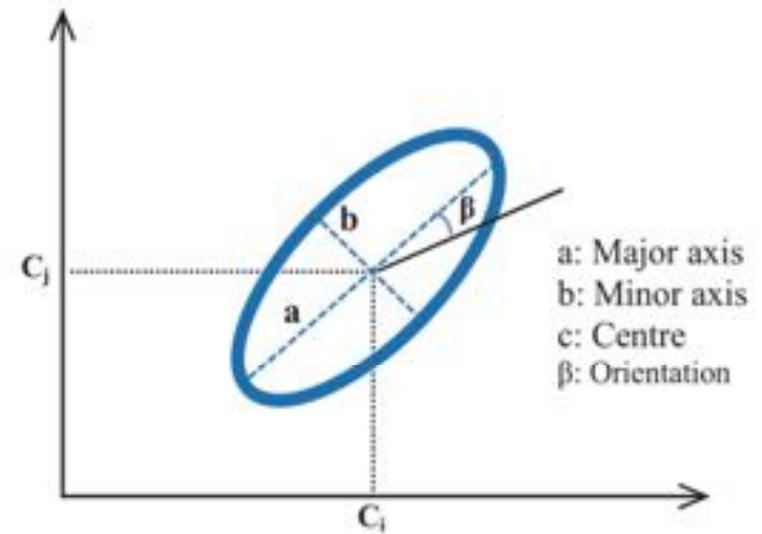
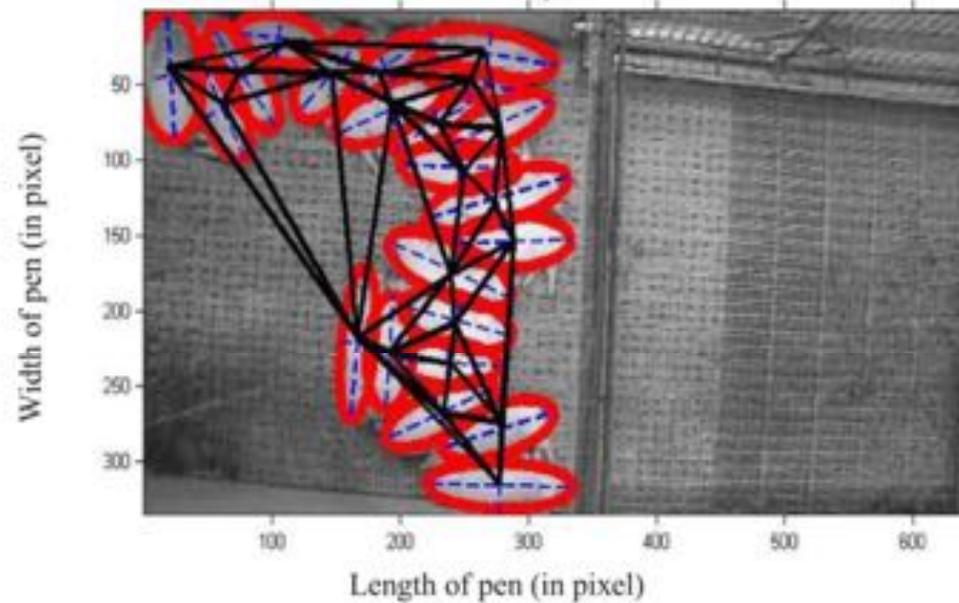


Fig. 2. Delaunay triangulation for pig lying detection (left), ellipse features (right) (Nasirahmadi et al., 2015).

■ Richtig sehen...

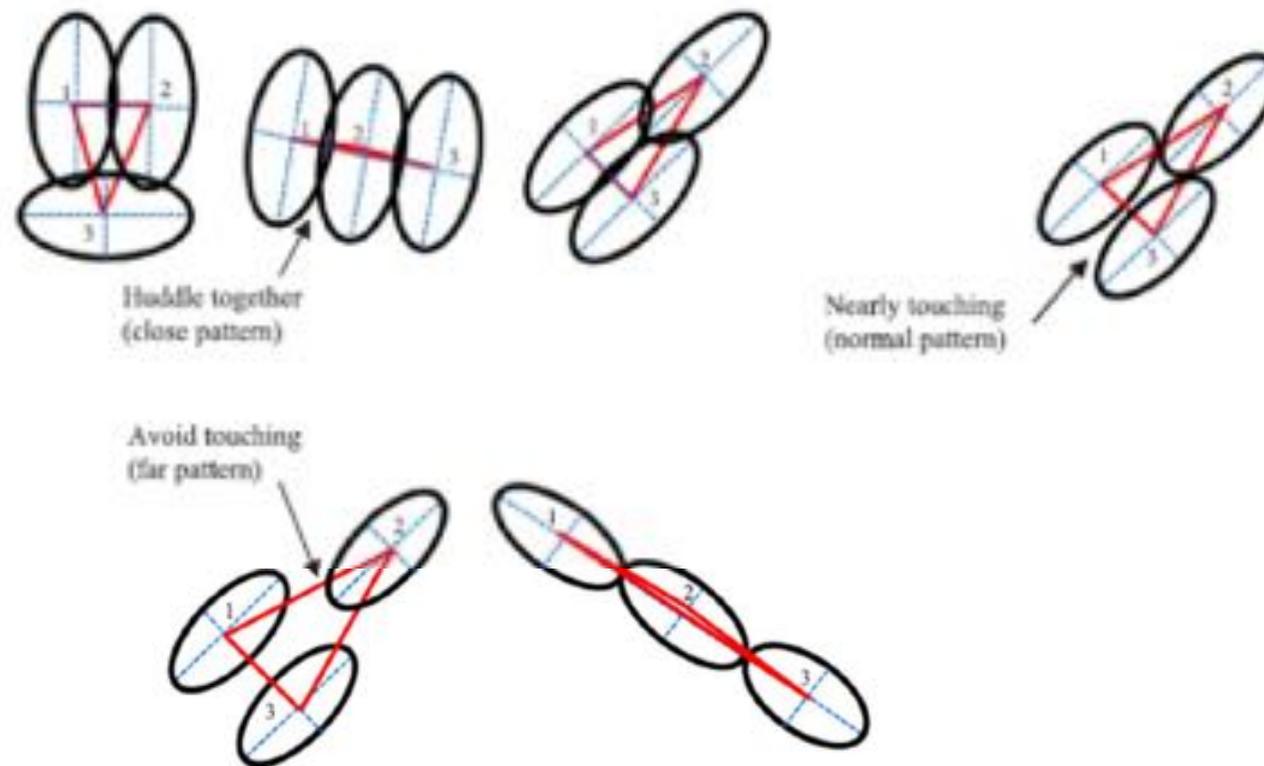


Fig. 3. Fitted ellipses in different pig lying patterns; touching ellipses with their parameters and Delaunay triangulation for lying detection in close, normal and far patterns (Nasirahmadi et al., 2017).

■ Richtig sehen...

A. Nasirahmadi et al.

Livestock Science 202 (2017) 25–38

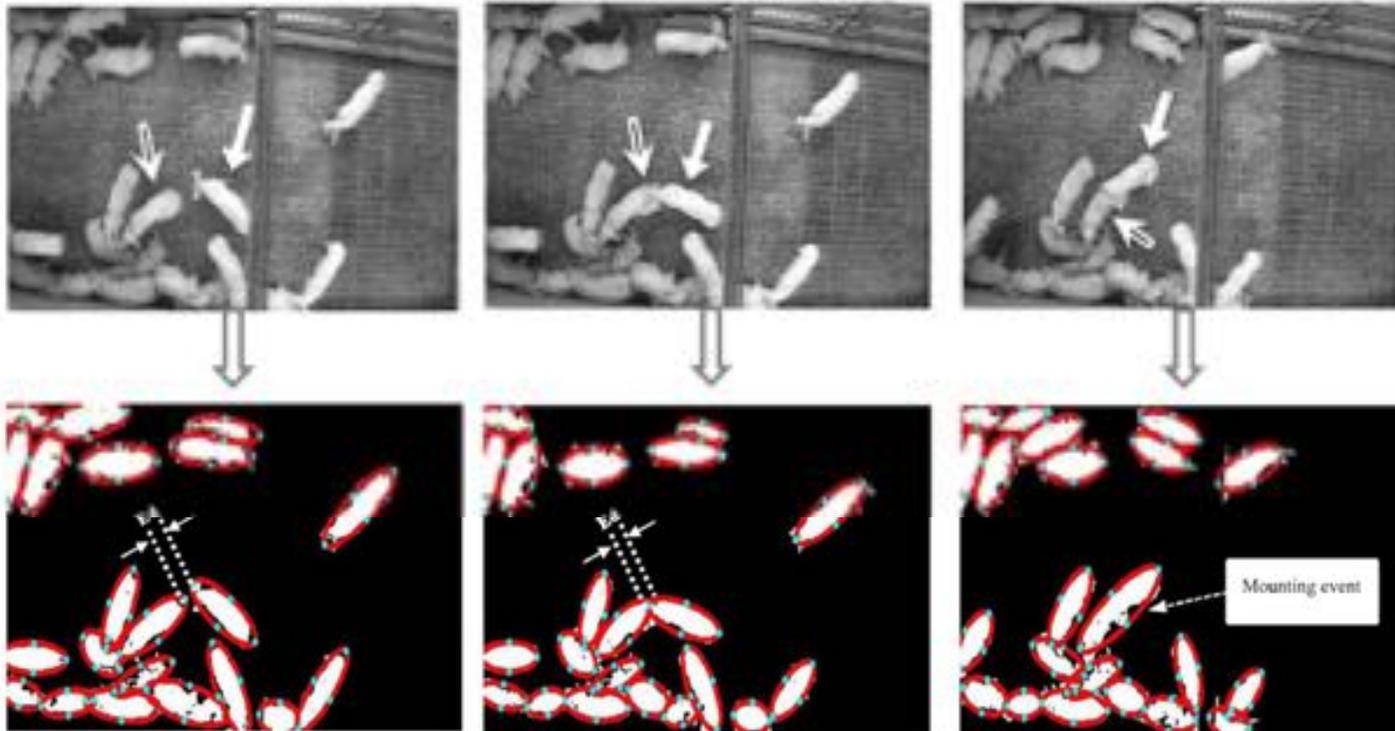
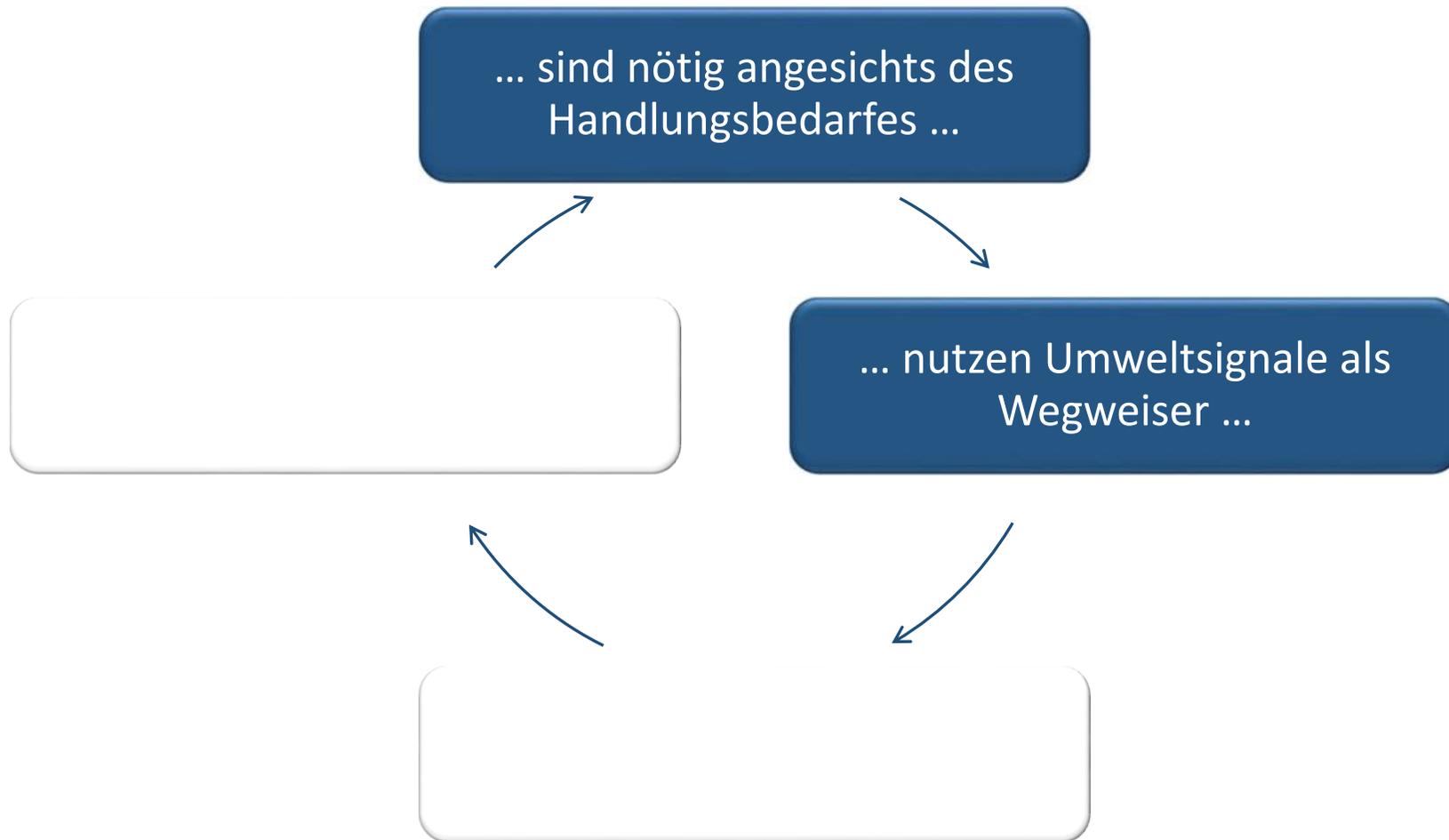
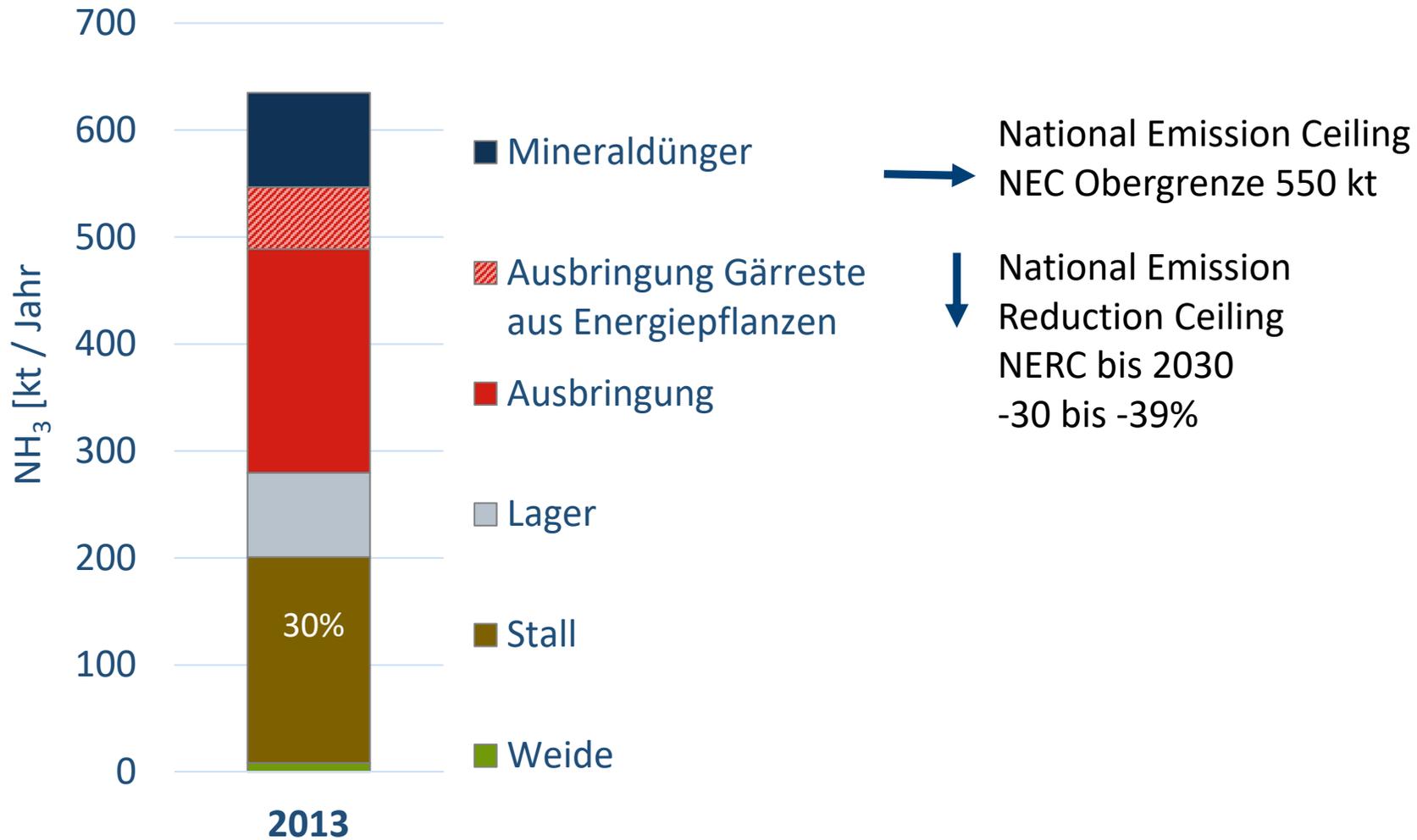


Fig. 7. Mounting event among pigs, (top) grey images during mounting event, (bottom) binary images and the ED between two pigs during a mounting event (Nasirahmadi et al., 2016b).

Smarte Wege für zukunftsorientierte Tierhaltungssysteme



Smarte Wege... sind nötig angesichts des Handlungsbedarfes „Brennpunkt“ Ammoniakemissionen in D



Rösemann et al. (2015): Thünen-Report 27

Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung
apl. Prof. Dr. E. Gallmann, Anita Kapun, Adrian Förschner | 16.04.2019



■ „Dauerbrenner“ Emissionen

Bundesweite Verbundvorhaben

Messprogramm nach abgestimmtem Messprotokoll VERA,
Emissionsdatenbank, Modellierung, Simulation



<https://www.ktbl.de/inhalte/ausgewaehlte-projekte/emidat/>

2014-2019

Ermittlung von Emissionsfaktoren

Je 4 Ställe einer Kategorie

- ➔ 16 Milchviehställe
- ➔ 16 Schweineställe mit Auslauf/freier Lüftung

EmiMin

In Planung:

Je mind. 2 Standorte im Case-Control-Versuch

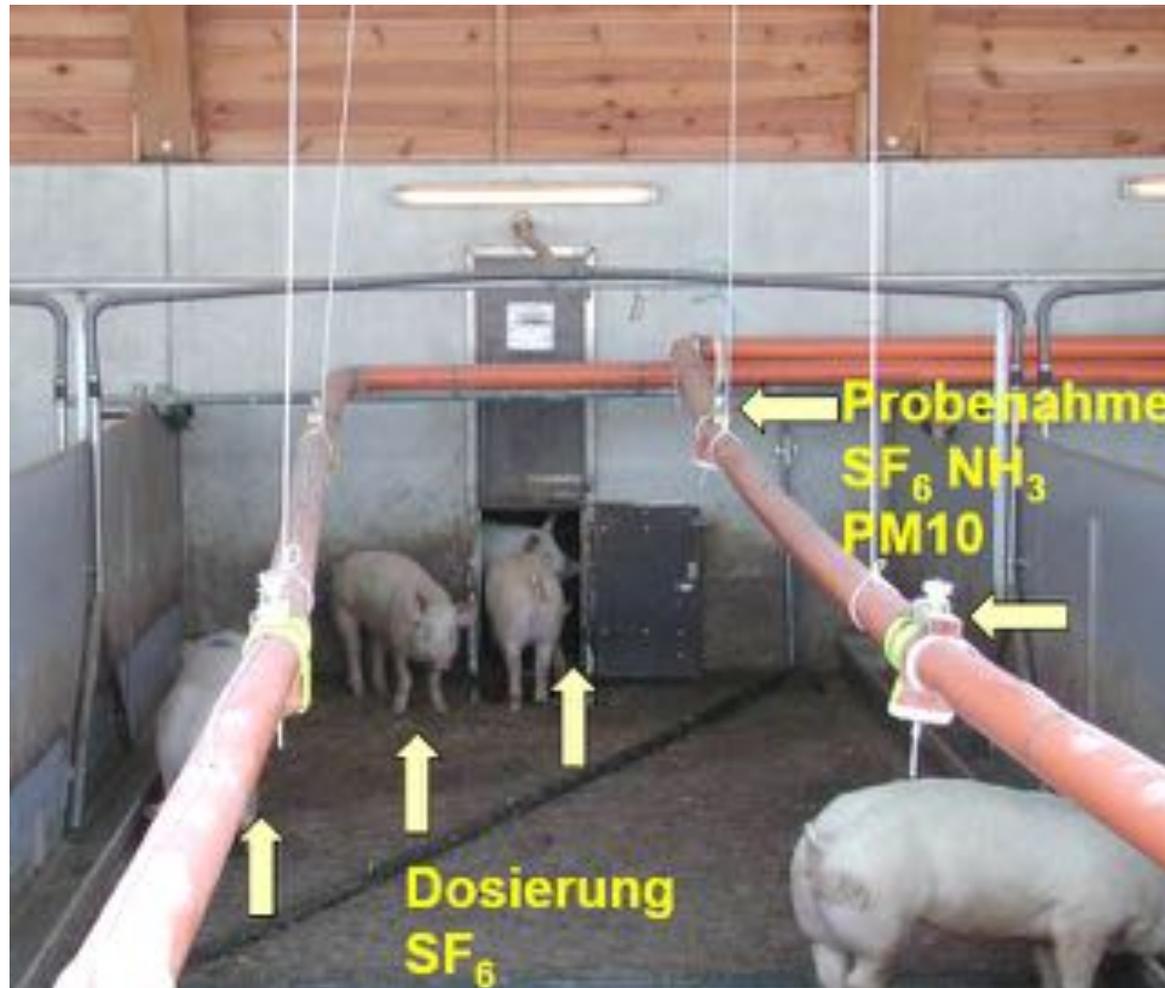
Mast und Zuchtsauen

- Ureaseinhibitoren
- Güllekanalverkleinerung
- Güllekühlung
- Freie Lüftung/Auslauf

Milchvieh

- Bodengestaltung planbefestigt
- Bodengestaltung Spaltenboden

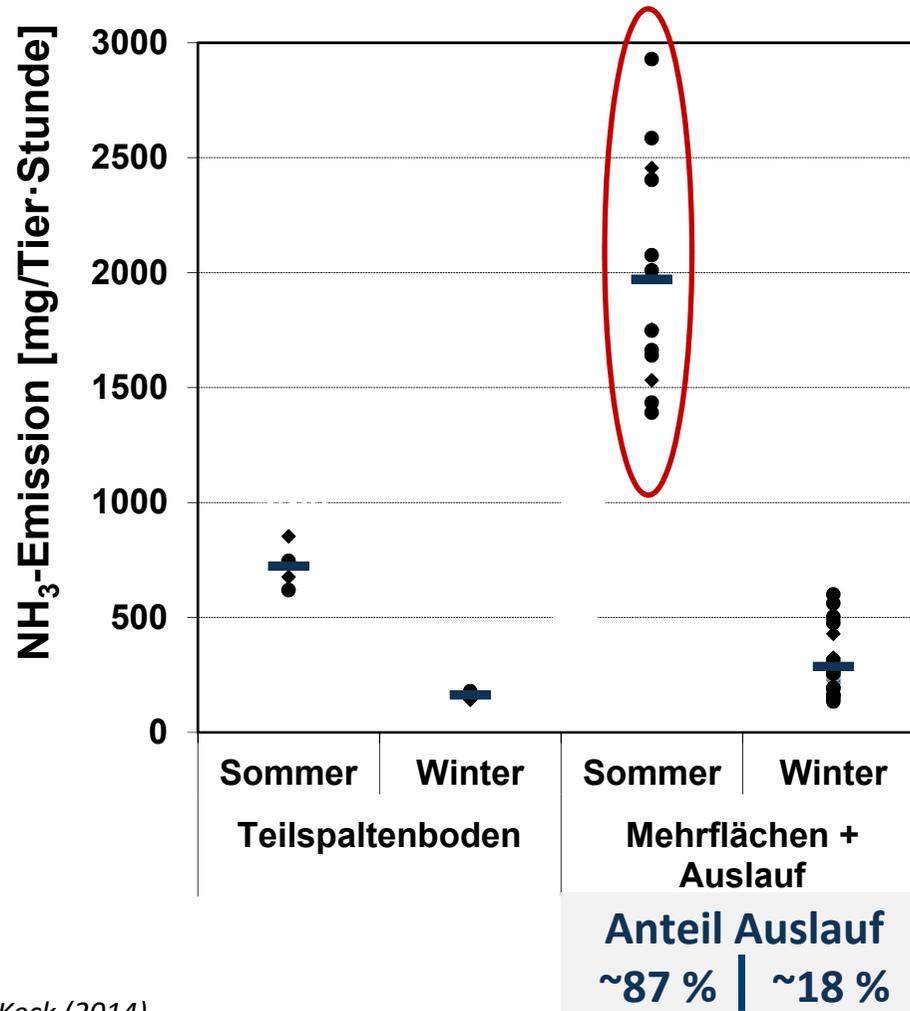
■ Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“ Messungen Agroscope Tänikon



Keck und Schrade (2006)

Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

Messungen Agroscope Tänikon



Keck (2014)

Mehrflächenstall mit Auslauf:

- NH₃-Emission vor allem im Sommer deutlich höher als Teilspaltenboden
- Auslauf dominiert im Sommer die Emission

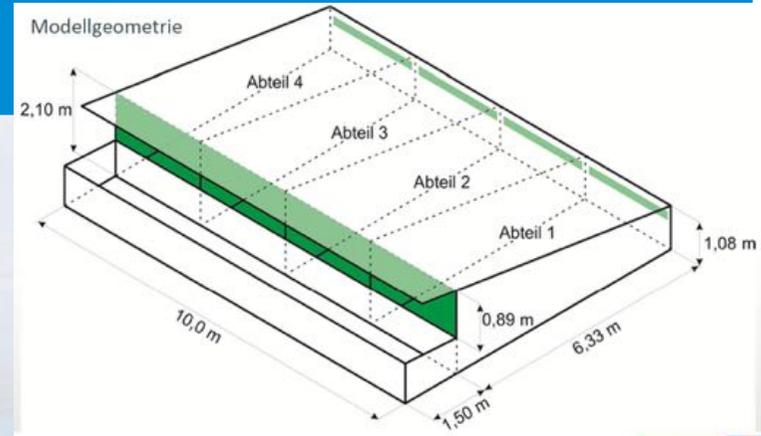
Korrelation der NH₃-Emission im Auslauf mit:

- ↑ Lufttemperatur
- ↑ Rel. Luftfeuchte
- ↑ Windgeschwindigkeit

Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

Unbestimmtheiten bei bodennahen Quellen und natürlicher Belüftung

Mastschweinegestall System „Atlantic“



Linke, Stolz, Winter, Krause, Mußlick (2014)

Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung
apl. Prof. Dr. E. Gallmann, Anita Kapun, Adrian Förschner | 16.04.2019



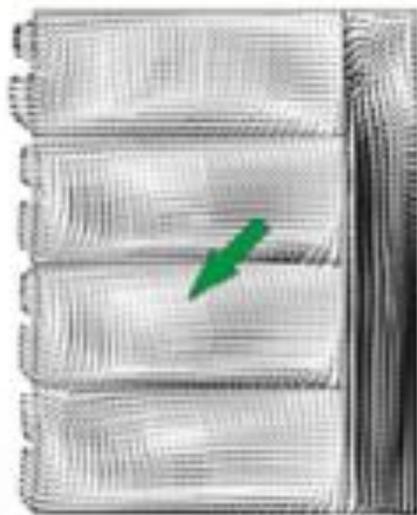
UNIVERSITÄT
HOHENHEIM

Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

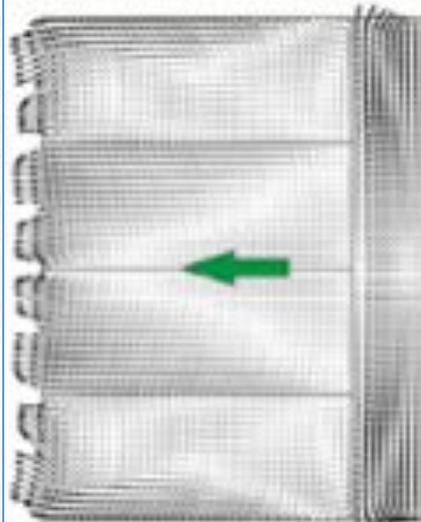
NH₃ 720
[µg/s] 630
je 600
Abteil 490

600
280
280
600

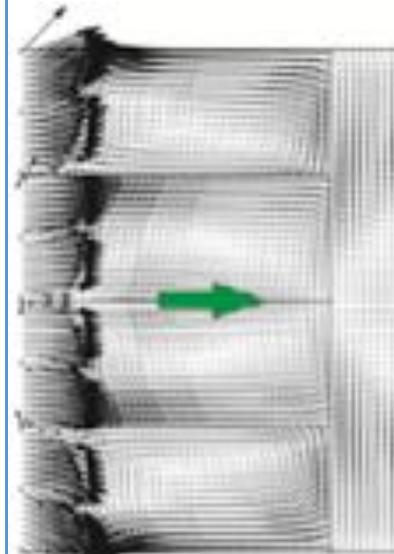
560
370
370
560



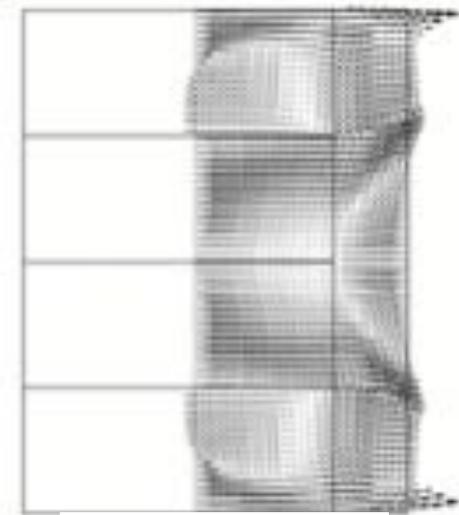
Windanströmung
aus
Nordost 45°



Windanströmung
aus
Osten 90°



Eintrittsebene



Austrittsebene

Windanströmung
aus
Westen 270°

Windgeschwindigkeit 2 m/s in 10 m Höhe

Linke, Stolz, Winter, Krause, Mußlick (2014)

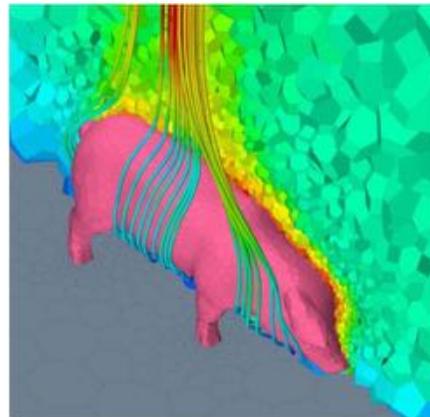
Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung
apl. Prof. Dr. E. Gallmann, Anita Kapun, Adrian Förschner | 16.04.2019



■ Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

„Was kann die numerische Strömungssimulation leisten:

- Strömungs- und Konzentrationsfelder sind für jede Position im Stall darstellbar und quantifizierbar.
- Messorte können festgelegt werden.
- Emissionsverhalten von frei belüfteten und/oder bodennahen Quellen sind berechenbar.
- Neukonstruktionen von Stallanlagen sind vorab überprüfbar.“



Linke, Stolz, Winter, Krause, Mußlick (2014)

Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

Ansätze zur Emissionsminderung im Auslauf:

- Einstreu- und Entmistungsmanagement
- Reinigungs- und Entmistungstechniken oberflur und unterflur
- Kot-Harn-Trennung /Präseparierung
- Anwendung von Ureaseinhibitoren oder anderen Additiven/Lösungen
- Nutzung von Befeuchtungstechniken oder Mikrosuhlen zur Emissionsminderung
- Lenkung des Eliminationsverhaltens der Tiere
- [...]



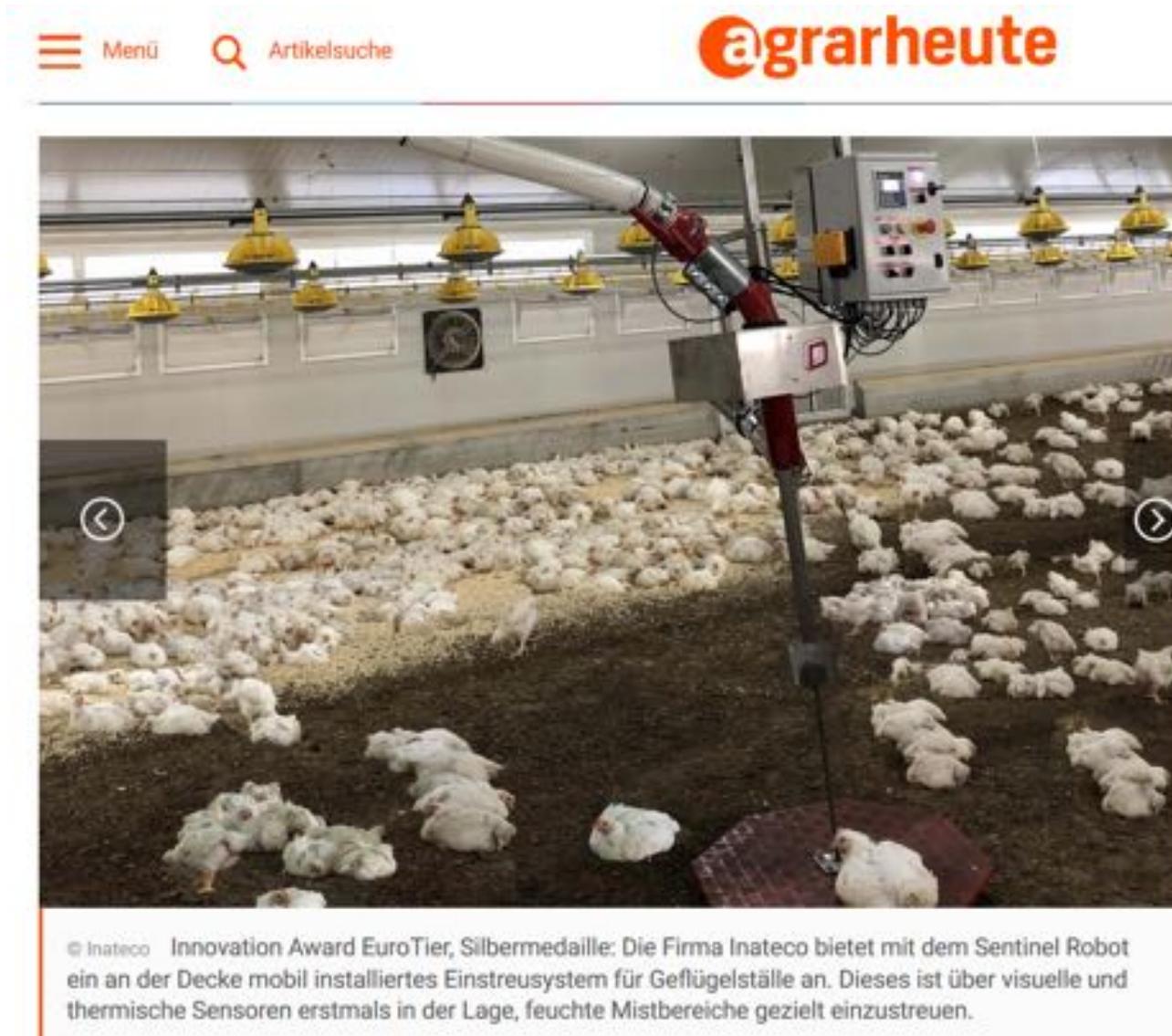
■ Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

☰ Menü 🔍 Artikelsuche @agrarheute

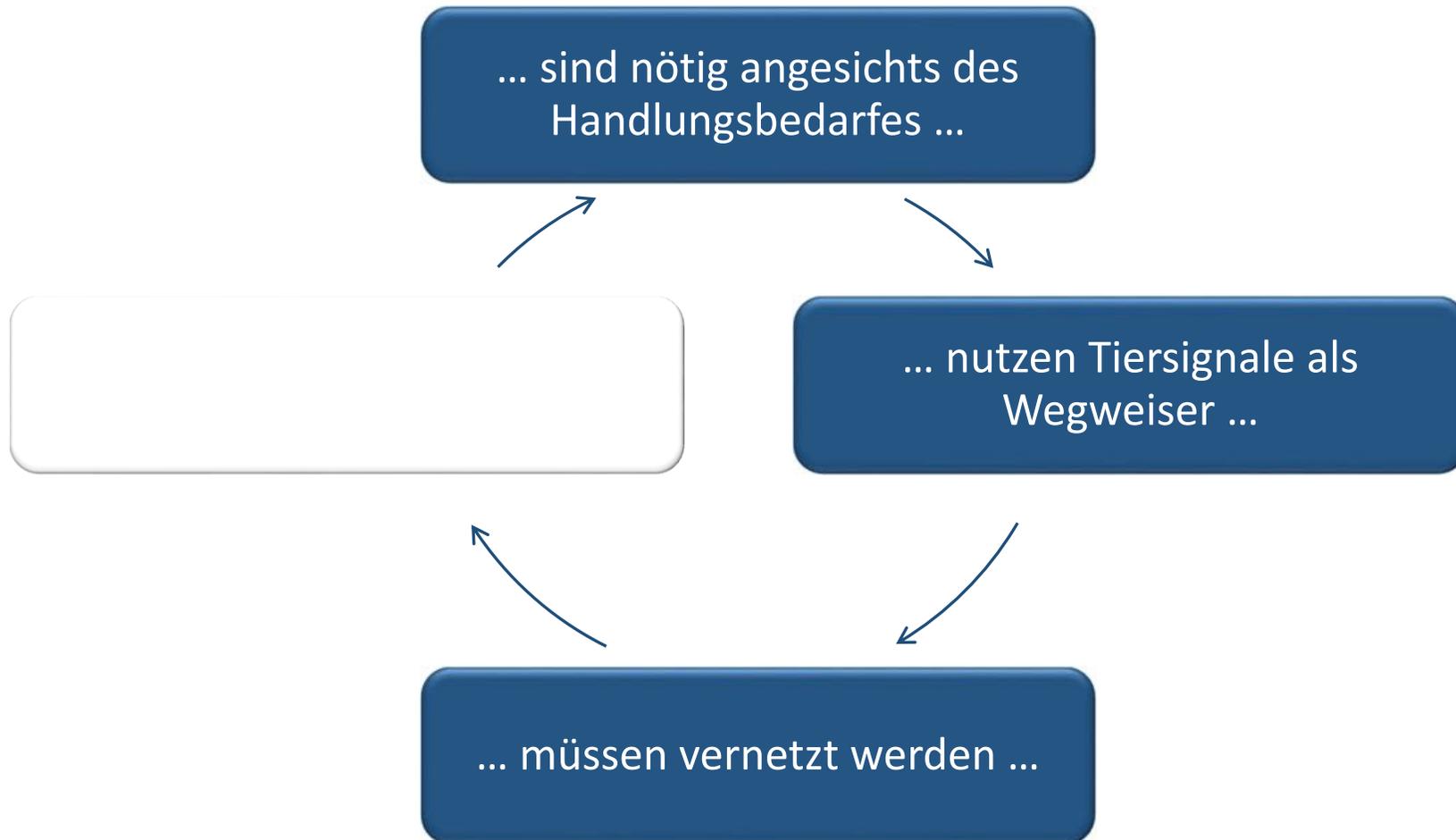


© Big Dutchman International GmbH Innovation Award EuroTier, Silbermedaille: Die Schweinetoilette Pig T von Big Dutchman ermöglicht es, Harn und Kot direkt nach dem Ausscheiden zu trennen und so insbesondere die Ammoniakemissionen deutlich zu reduzieren. Die Schweinetoilette Pig T besteht aus einem Förderband aus Kunststoffelementen. Durch Öffnungen zwischen den einzelnen Kunststoffelementen gelangen Urin und andere Flüssigkeiten in eine Auffangwanne innerhalb der Tragkonstruktion und werden von dort in einen separaten Lagerbehälter geleitet. Der auf der Oberfläche verbleibende Kot, Einstreu oder Reste organischen Beschäftigungsmaterials werden durch das Förderband aus der Bucht befördert und können von dort aus dem Stall verbracht werden.

■ Smarte Wege... für „Tierwohlsysteme“

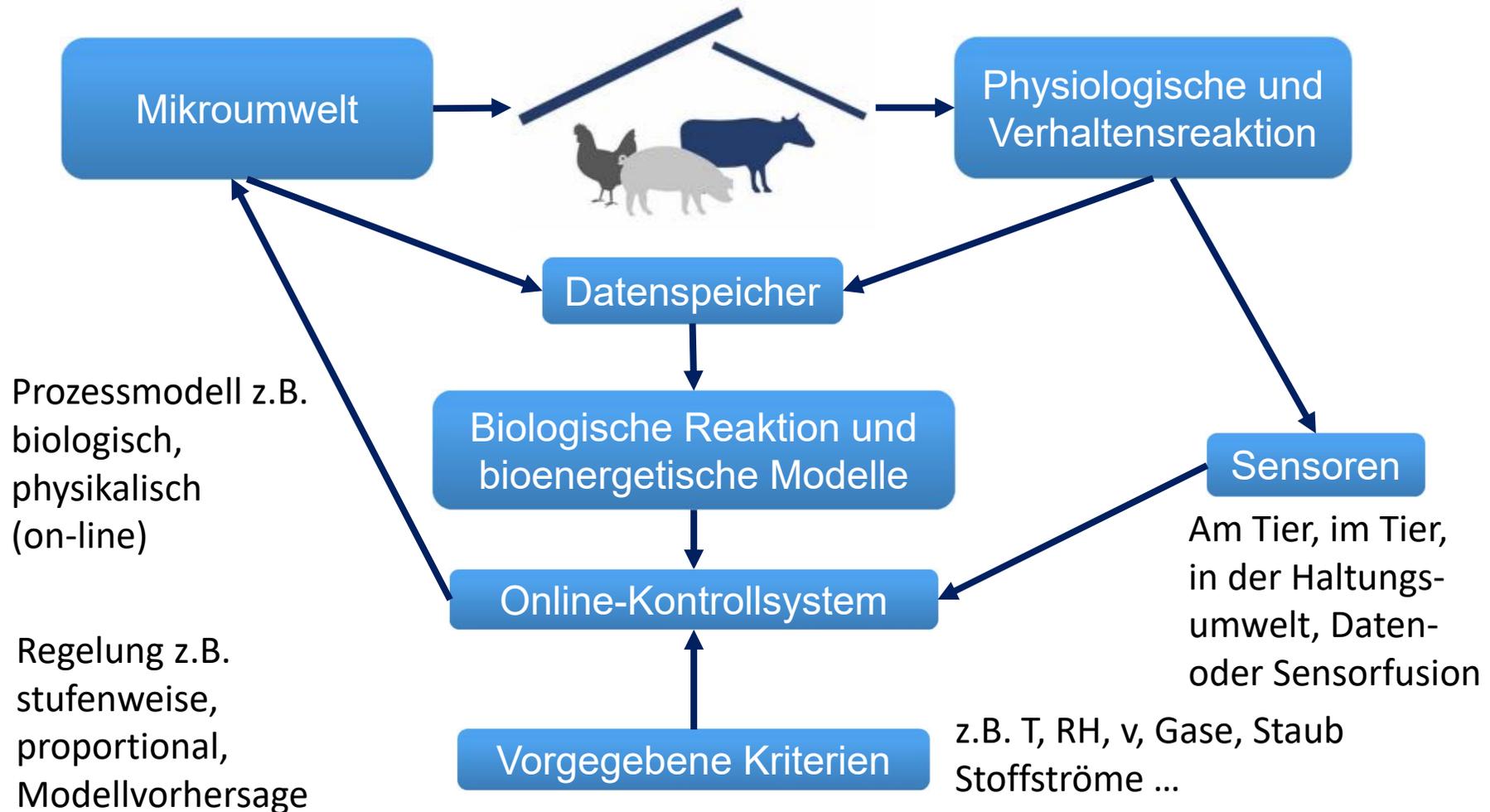


Smarte Wege für zukunftsorientierte Tierhaltungssysteme



Vernetzung

Steuer- und Regelprozesse nutzen Tier- und Umweltsignale

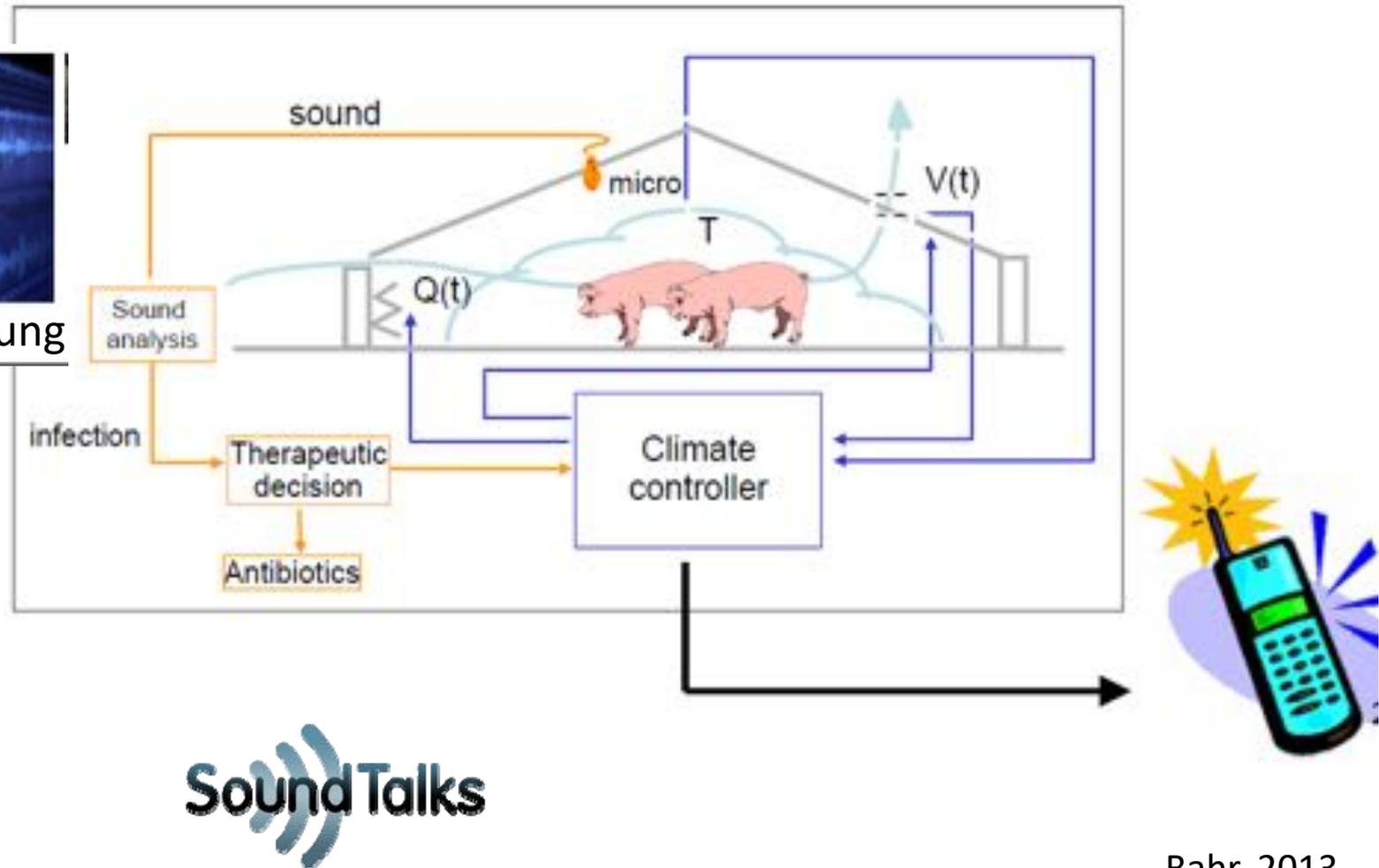


Nach Fournel et al., 2017

Smarte Wege... für Stallklima und Emissionen



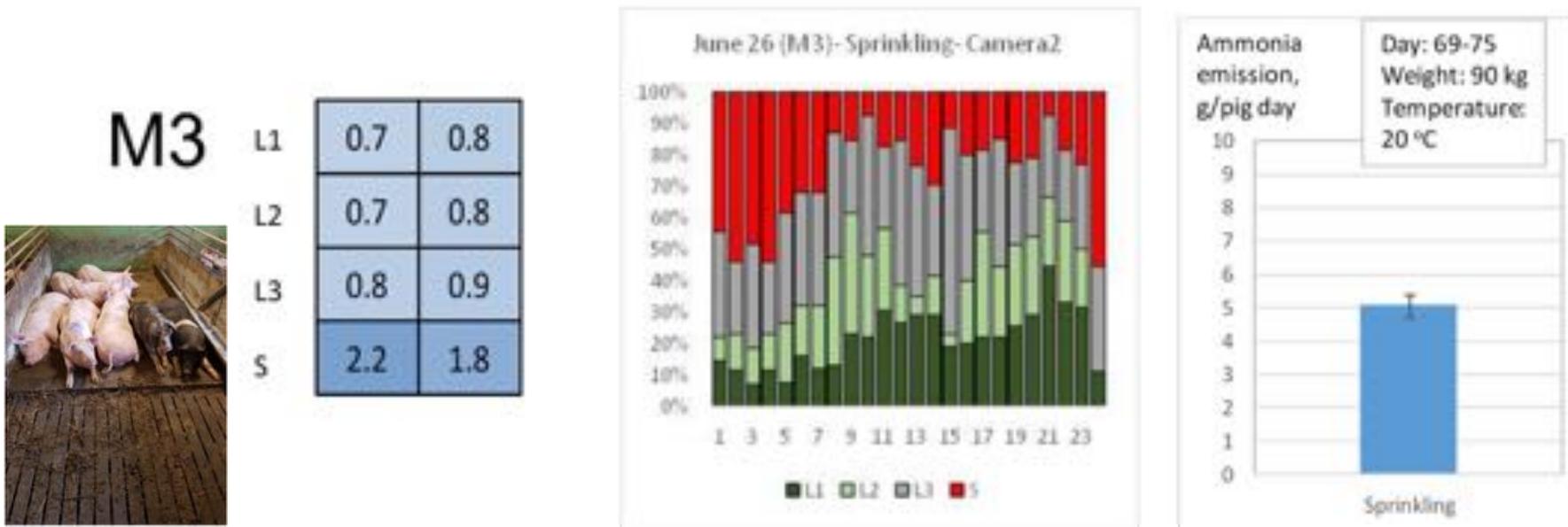
Hustenerkennung



Bahr, 2013

Smarte Wege... für Stallklima und Emissionen <http://pigsys.eu/>

Test technical solutions (sprinkling on the slatted floor and/or increased air velocity on the lying area) to improve pen hygiene and decrease ammonia emission



L1=Lying area 1, L2=Lying area 2, L3=Lying area 3, S=Slatted area

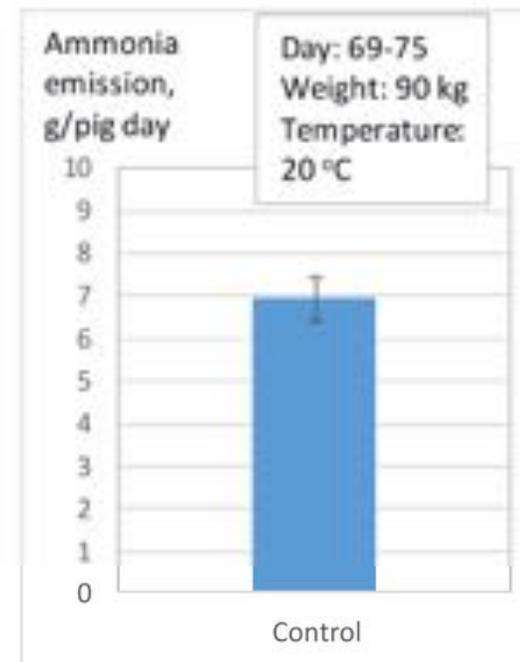
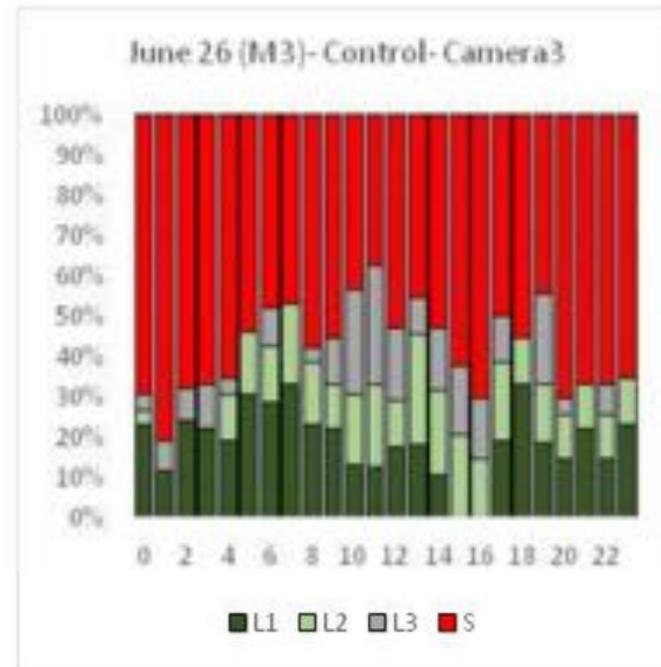
K.H.Jeppsson, A.C.Olsson "Pen hygiene, pig behaviour and ammonia emission in Swedish fattening pig pens during warm thermal conditions", The Swedish Veterinary Congress, Nov. 9-10 2018.

Smarte Wege... für Stallklima und Emissionen

<http://pigsys.eu/>

Test technical solutions (sprinkling on the slatted floor and/or increased air velocity on the lying area) to improve pen hygiene and decrease ammonia emission

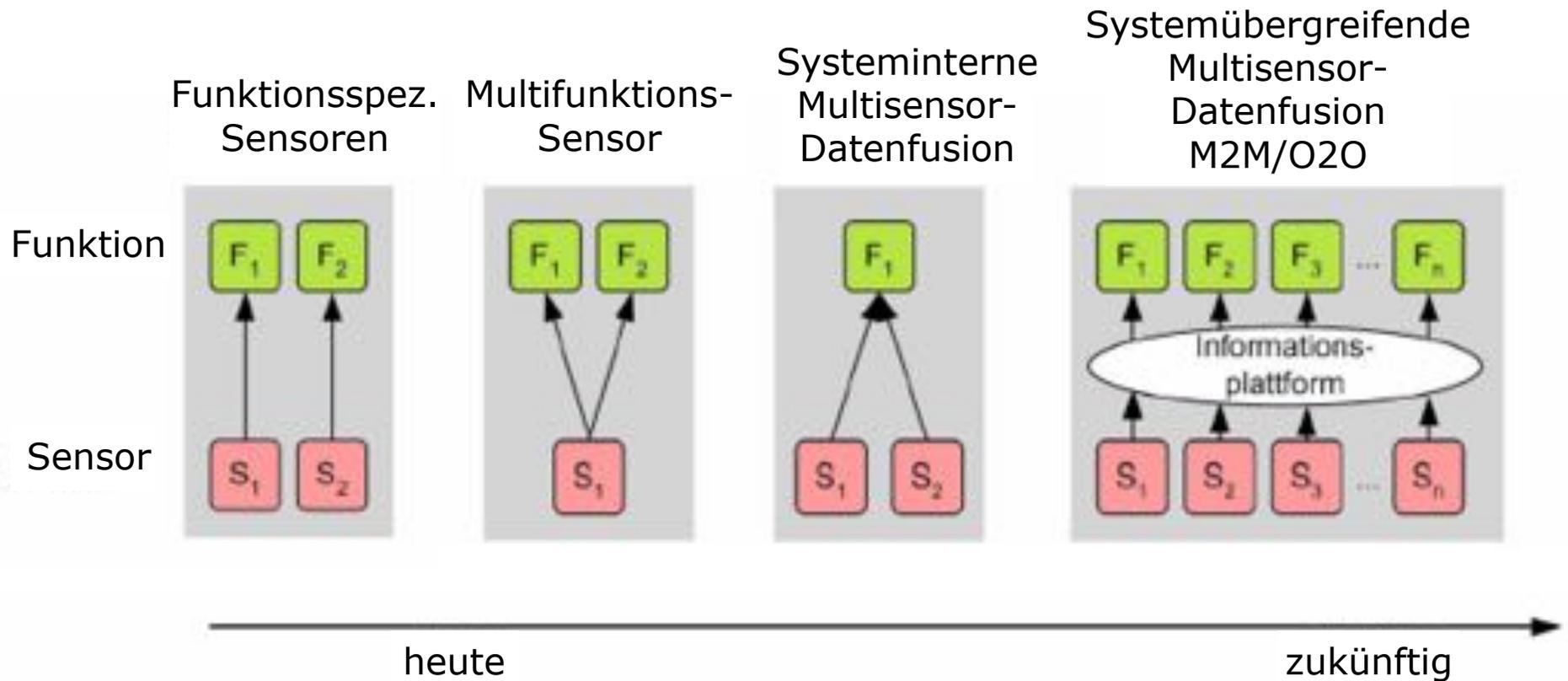
L1	1.6	1.7
L2	1.9	1.8
L3	2.0	1.8
S	1.8	1.6



L1=Lying area 1, L2=Lying area 2, L3=Lying area 3, S=Slatted area

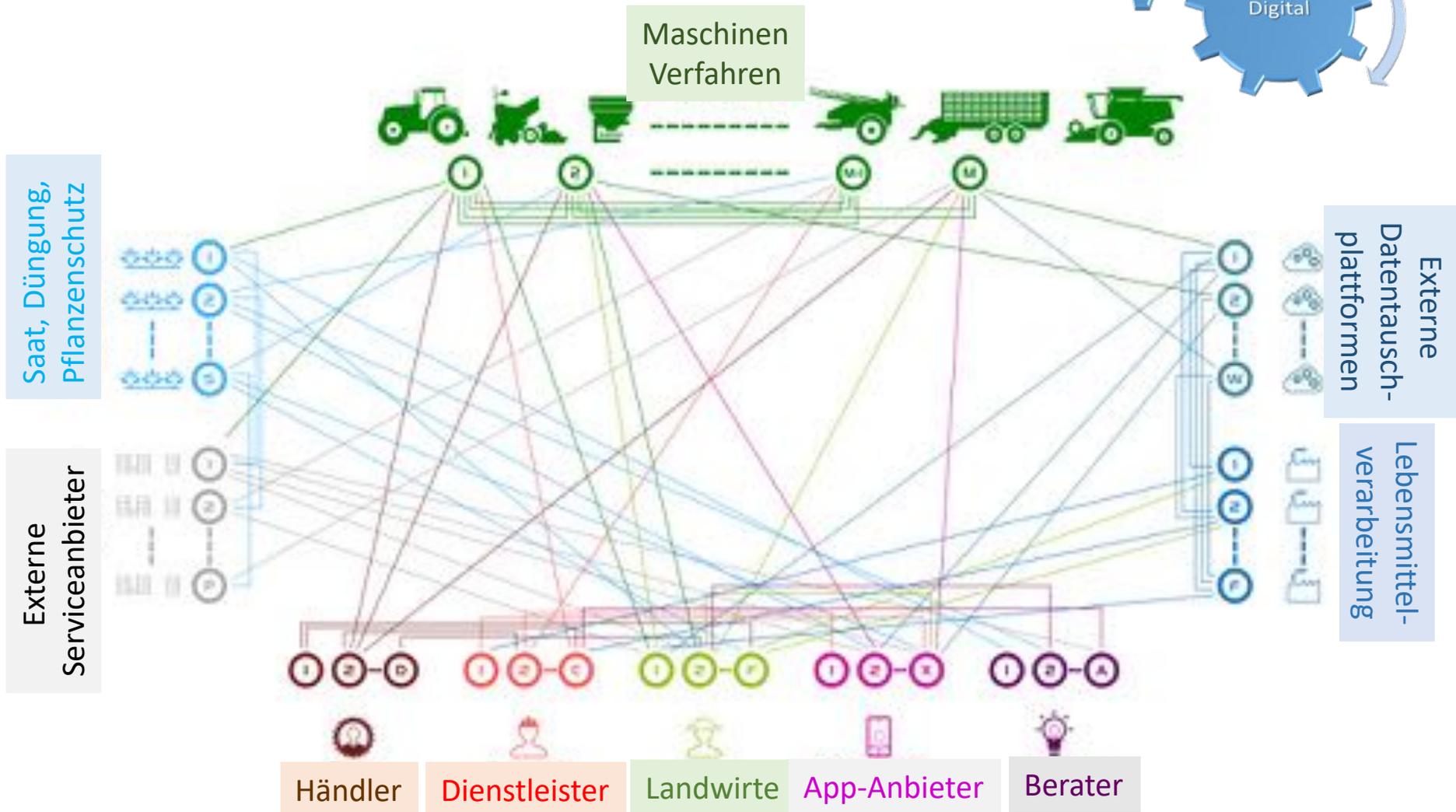
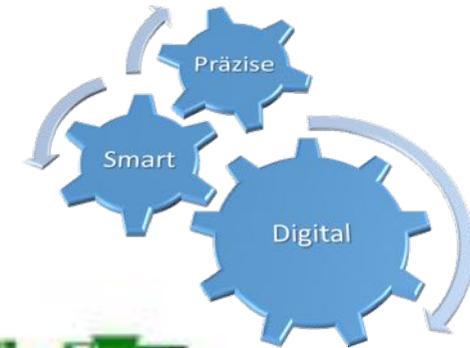
K.H.Jeppsson, A.C.Olsson "Pen hygiene, pig behaviour and ammonia emission in Swedish fattening pig pens during warm thermal conditions", The Swedish Veterinary Congress, Nov. 9-10 2018.

■ Vernetzung benötigt smarte Sensorik



verändert nach Griebentrog, 2015/Becker, 2006

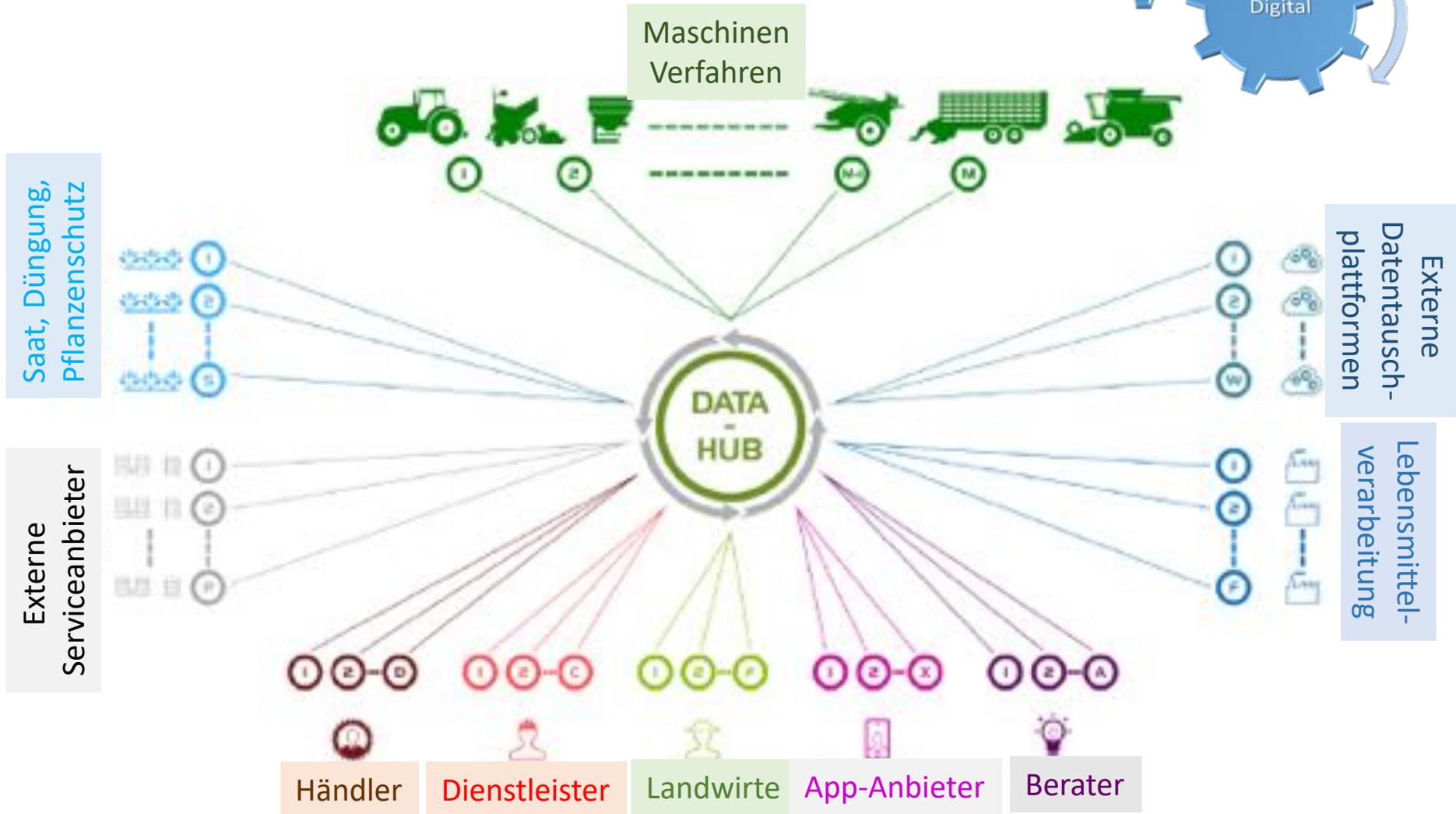
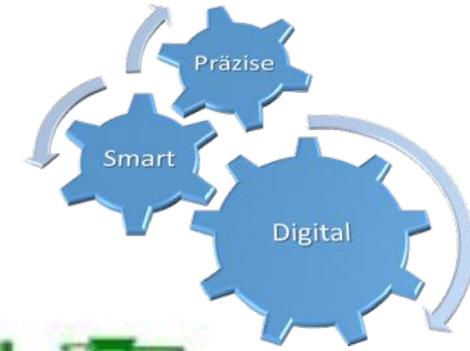
Von präzise zu smart zu digital zur Landwirtschaft 4.0...



© DKE Data

Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung
apl. Prof. Dr. E. Gallmann | 16.04.2019

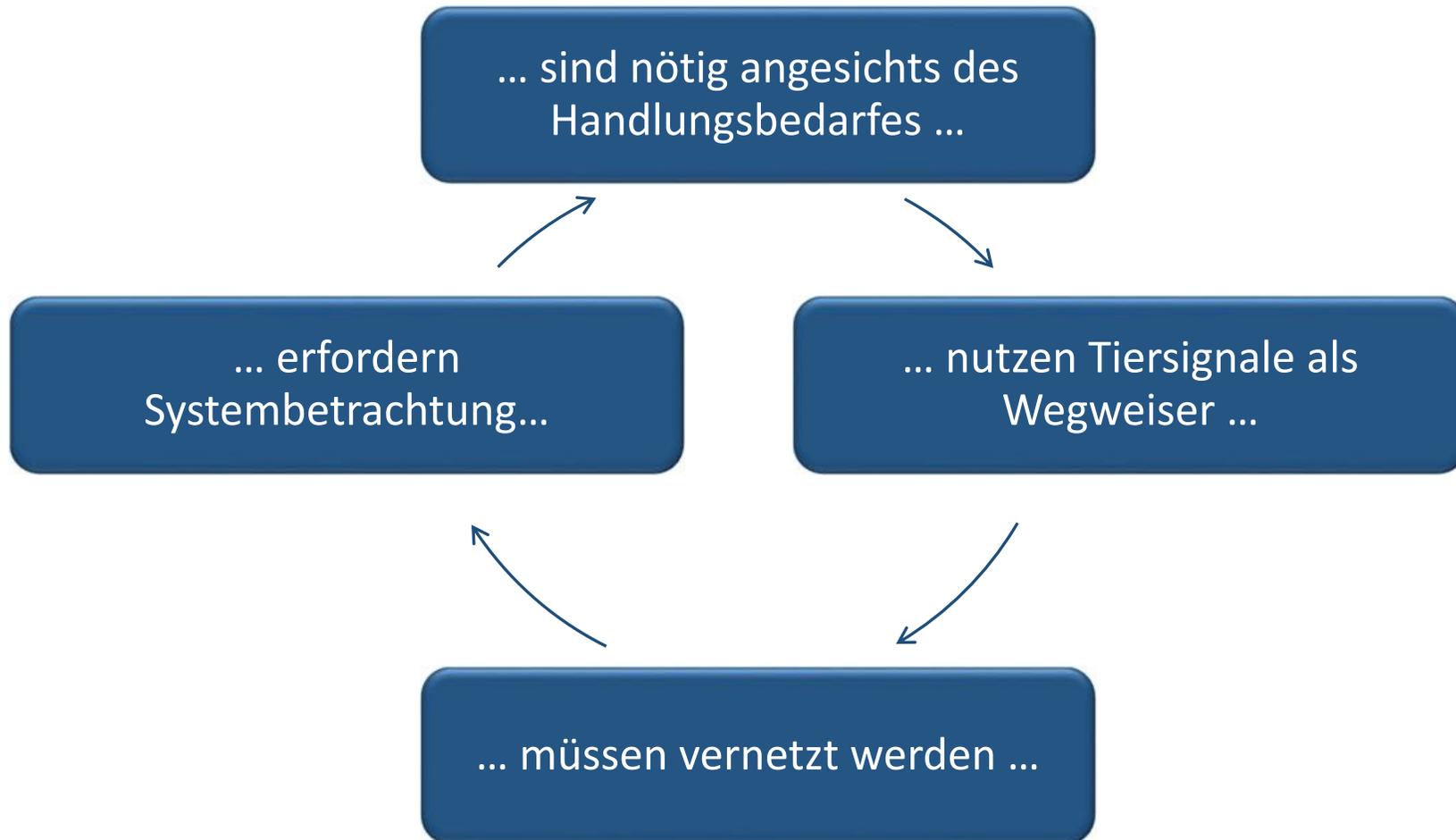
Von präzise zu smart zu digital zur Landwirtschaft 4.0...



© DKE Data

Smart Livestock Farming – Potentiale und Anwendungen in der Schweinehaltung und Umweltbewertung
apl. Prof. Dr. E. Gallmann | 16.04.2019

Smarte Wege für zukunftsorientierte Tierhaltungssysteme



Smarte Wege... Systembetrachtung

<http://pigsys.eu/>

SOLUTION APPROACH

- Implementation of a multi-disciplinary approach at system level
- Development of a system model as a decision support tool, based on mass and energy balances
- Development of a new building control system
- Reflection on sustainable, socially acceptable and economically rewarding pig husbandry systems
- Geographic and climatic balance of the consortium, with partners from different European regions
- Ensuring the relevance of the project in the EU and beyond



UNIKASSEL
VERSITÄT

INRA
SCIENCE & IMPACT

ifip

Newcastle
University

SEGES



SLU



Professur für
Landwirtschaft und Ernährung

Landwirtschaftliche
Forschungsinstitut
für Ernährung und
Lebensmitteltechnologie

FARM

AgriSyst
rentable Daten

asserva



Hölscher+
Leuschner
Voll- + Teilbetrieb

rw.uni-kassel.de/fagrar

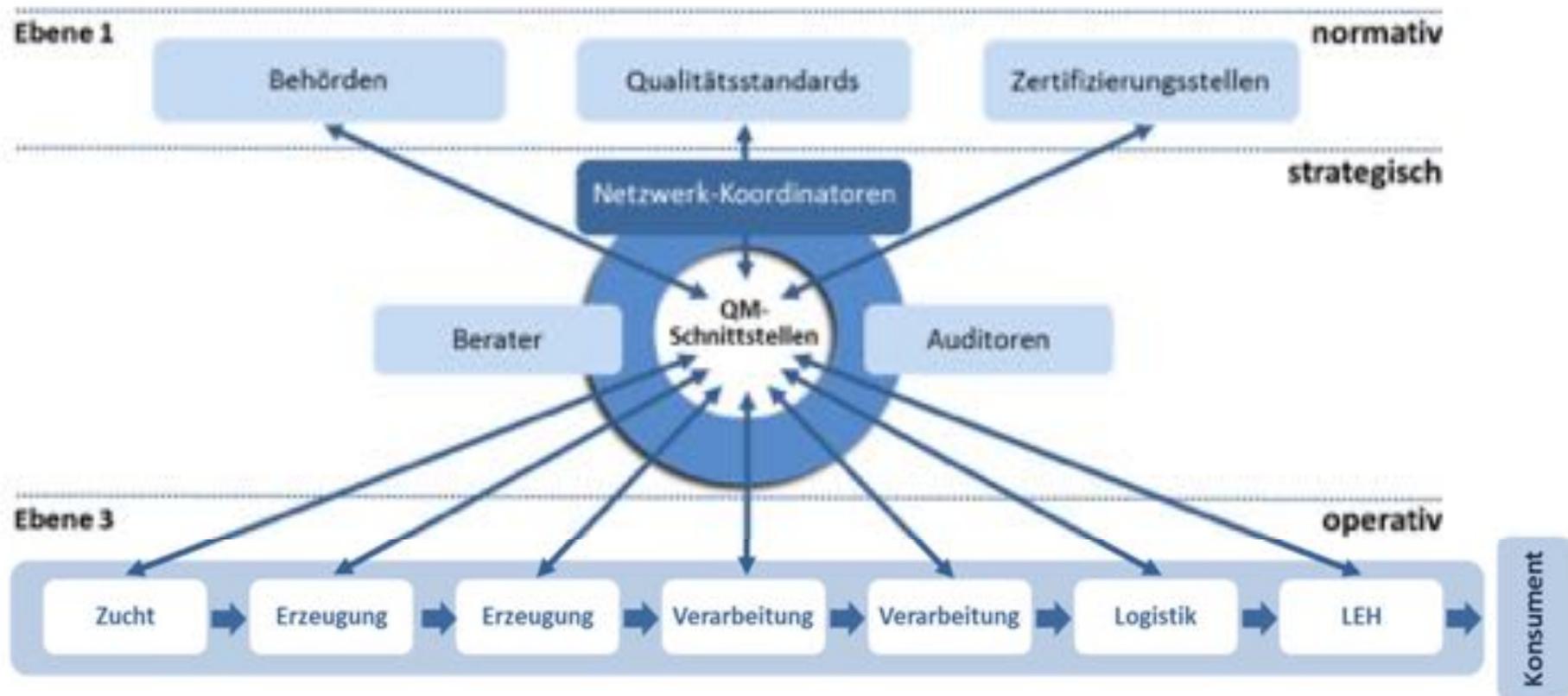
■ **Smarte Wege... Systembetrachtung**

<http://pigsys.eu/>

PigSys will provide the sector with:

- (a) a whole system model of energy and mass flows and decision support system (DSS);
- (b) measurement and control devices for improved barn climate control and animal welfare;
- (c) 'big data' to support barn and control system design;
- (d) sound LCA and LCCA;
- (e) increased animal welfare and performance;
- (f) increased sustainability of production through increased resource efficiency;
- (g) reduced emissions, waste and carbon footprint;
- (h) improved public perception of the sector and decreased product prices;
- (i) increased competitiveness of the sector.

Smarte Wege... Qualitätsmanagement



Forschungsobjekt - Organisation von Qualitätsinfrastrukturen

(Petersen und Lehnert, 2017)

Smarte Wege... One Health



07.07.2017

DFG Rundgespräch, Bonn

11

Petersen, 2017 food net centre bonn

Schlussworte



„Das Digitale ersetzt nicht die Empathie.“

VDI Nachrichten, 6.10.2017

■ Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

