

# Precision Dairy Farming – Sensor-gestütztes Gesundheitsmonitoring

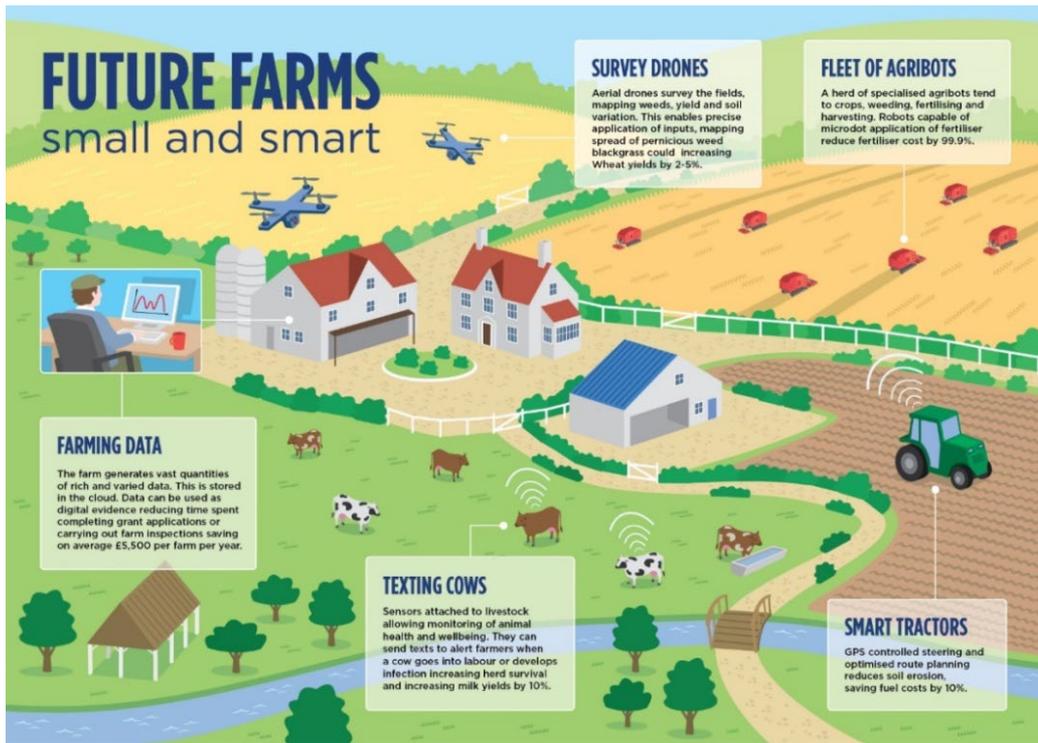
**Dr. Michael Iwersen**

Zentrum für Systemtransformation und Nachhaltigkeit in der Veterinärmedizin  
Abteilung Bestandsbetreuung  
Vetmeduni Vienna



- Rahmenbedingungen in der Landwirtschaft
- “Precision Dairy Farming”
  - Was versteht man unter dem Begriff?
  - Welche Technologien sind verfügbar?
  - ...und was leisten sie in der Praxis?
- Sensor-gestütztes Tiergesundheitsmonitoring
- Vorstellung ausgewählter Studienergebnisse
- Fazit und Ausblick

# Landwirtschaft und Rindergesundheit 4.0?!



<http://www.nesta.org.uk/blog/precision-agriculture-almost-20-increase-income-possible-smart-farming>

# vetmeduni

## Drohnen



[www.dji.com](http://www.dji.com)

## „Agribots“



[www.fendt.com](http://www.fendt.com)

- Kontinuierliches Monitoring
  - Boden
  - Ackerfrüchte
  - Grünland
- Präzisionslandwirtschaft
- Ertragssteigerung, z.B. Weizen ~5%
- „Herde“ von Robotern
- abgestimmte Tätigkeiten
- Punktgenaue Applikation, z.B. Dünger, Pestizide
- Kostenreduktion, z.B. Dünger ~99%

# Precision Dairy Farming – Ein (immer noch) aktuelles Thema!

„Die Revolution im Kuhstall hat begonnen“ (Elite, November 2015)

„Die gläserne Milchkuh“

„Kühe melden Brunst per SMS“

„Kuh-Navis für den Stall“

„Der Melkroboter ist  
kein Selbstläufer“



(Elite, 2015)

„Hightech auch im Melkstand“

„iPad statt Tränkeimer“

„Big Data im Milchviehstall“

„Ohne schnelles Internet geht es nicht“

„Welche Technik passt zu mir?“

## Rahmenbedingungen – Strukturwandel

- Weniger Milchviehbetriebe,  
aber mit steigender Tierzahl
- Zunehmende Spezialisierung
- Mangel an (qualifizierten) Arbeitskräften
- Schwankende Erzeugerpreise
- Steigende Produktionskosten
- Geringe Gewinnmargen

→ Investition in (Sensor-)Technologien

# Rahmenbedingungen – Verbraucheransprüche

- Kontinuierliche Qualitätskontrolle (Gütesiegel)
- Konventionelle vs. ökologische Produktion
- Reduktion des Arzneimitelesinsatzes
- Forderung nach mehr Tierwohl
- Übertragung von Zoonosen
- Reduktion von Treibhausgasen
- Günstige Nahrungsmittelpreise

→ (Sensor-)Technologien?!



(ARD, 20.07.15)

# Rahmenbedingungen – Zunehmende Digitalisierung

- „Unbegrenzte“ Datenspeicherungsmöglichkeiten
- Höhere Rechenkapazitäten → „Mustererkennung“ in Daten
- Technologietransfer aus dem Bereich der Großindustrie in die Landwirtschaft
- „Generation Smart(phone)“
- Energiebedarf?



## Rahmenbedingungen – Technologischer Fortschritt

- Große (technologische) Fortschritte in der Milchviehhaltung
    - Genetik
    - Fütterung
    - Haltung
    - Management
- „Die nächste technologische Revolution steht mit dem „Precision Dairy Farming“ bevor!“ ?

# Precision Dairy Farming – Definition

Einsatz von Technologien zur automatisierten Erfassung von

- physiologischen Parametern,
- Verhaltensweisen und
- Produktionsdaten auf Einzeltierebene

mit dem Ziel einer Verbesserung des

- Tiergesundheits- und Herdenmanagements und
- betriebswirtschaftlichen Erfolges

unter größtmöglicher Berücksichtigung

- ökologischer und
- sozialer Belange.

modifiziert nach Bewley (2010)

# Sensorsysteme – Historische Entwicklung

1980



Identifikation

- Futterstationen
- Aktivitätsmessung

Identifikation

1992

1. AMS (NL)

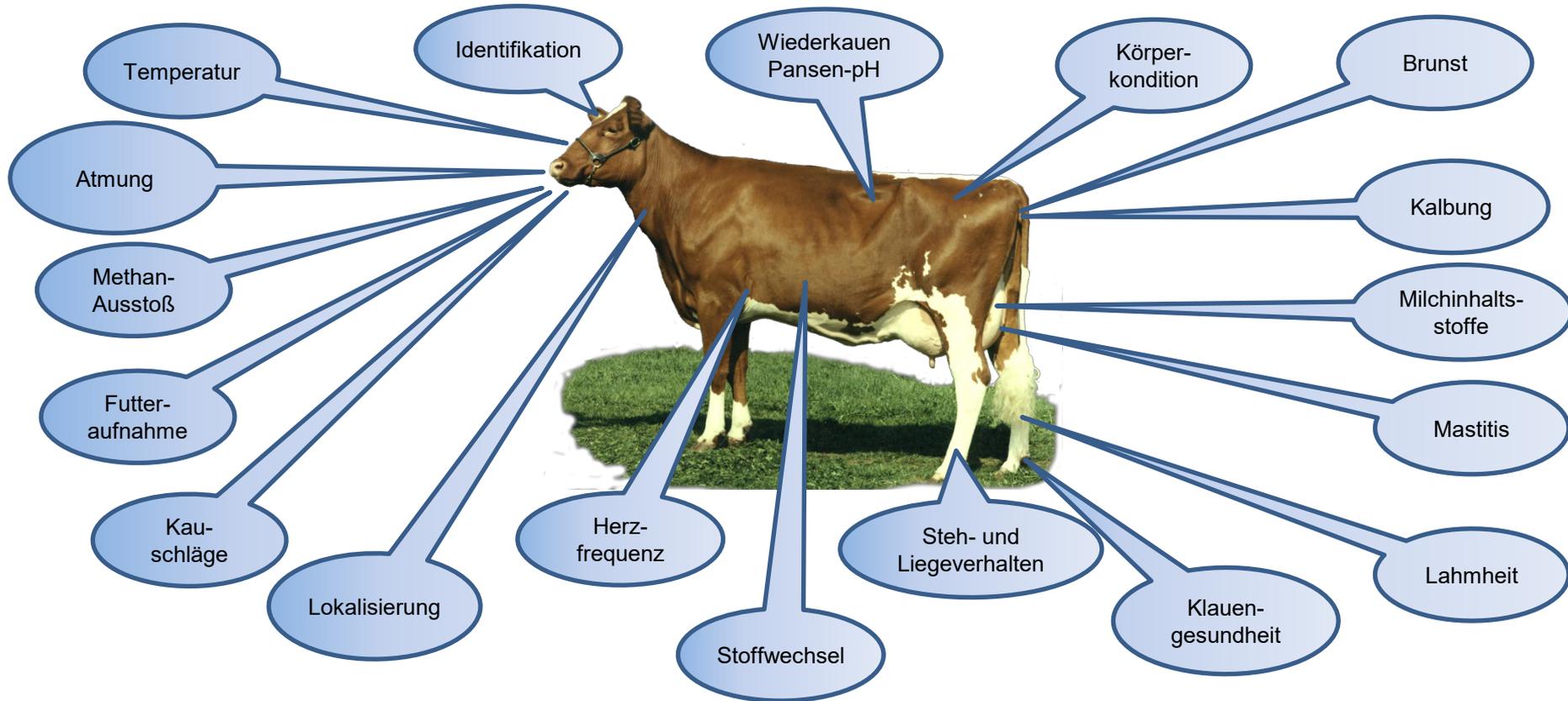


Brunst

Milchinhalt-  
stoffe

Mastitis

# Sensorsysteme – Auswahl an Parametern



# Sensorsysteme – Einsatz in der Praxis

vetmeduni



## A Systematic Review on Commercially Available and Validated Sensor Technologies for Welfare Assessment of Dairy Cattle

*Anna H. Stygar*<sup>1\*</sup>, *Yaneth Gómez*<sup>2</sup>, *Greta V. Berteselli*<sup>3</sup>, *Emanuela Dalla Costa*<sup>3</sup>,  
*Elisabetta Canali*<sup>3</sup>, *Jarkko K. Niemi*<sup>1</sup>, *Poi Llonch*<sup>2</sup> and *Matti Pastell*<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bioeconomy and Environment, Natural Resources Institute Finland (Luke), Helsinki, Finland, <sup>2</sup> Department of Animal and Food Science, Universitat Autònoma de Barcelona, Cerdanyola del Vallès, Spain, <sup>3</sup> Dipartimento di Medicina Veterinaria, Università degli Studi di Milano, Milan, Italy, <sup>4</sup> Production Systems, Natural Resources Institute Finland (Luke), Helsinki, Finland

## Sensorsysteme – Einsatz in der Praxis

- 129 kommerziell erhältliche Systeme
  - 67 Hersteller aus 21 Ländern (UK, Niederlande, USA,...)
- Akzelerometer (37/129)
  - Halsband (24/37), Fessel (10/37), Ohr (6/37), Halfter (1/37)
- Boli (14/129)
  - Temperatur (10/14), pH (7/14), Identifikation (2/14)
- GPS und Lokalisierungssysteme (8/129)

# Sensorsysteme – Einsatz in der Praxis

- Wiegesysteme (37/129)
  - Futteraufnahme (35/37), Körpergewicht (1/37), Lahmheit (1/37)
- Kameras (10/129)
  - Thermokameras (7/10), 3D-Kameras (2/10), 2D-Kameras (1/10)
- Milchqualität (12/129)
  - Leitfähigkeit, Spektren, Kameras, Biolumineszenz, Viskosität
- Melkroboter (13/129)

## Sensorsysteme – Fazit von Stygar et al. (2021)

- nur 18 Systeme (14%) wurden unabhängig evaluiert
    - unvollständige Publikationen
    - geringes wissenschaftliches Interesse kommerzielle Systeme zu evaluieren
    - hohe Kosten und Arbeitsaufwand für Datenerhebung
    - Abneigung zur Veröffentlichung “negativer Ergebnisse”
  - Notwendigkeit für ein Zertifizierungssystem
    - unabhängige Evaluierung
    - z.B. gemäß ISO-Standards
- ICAR arbeitet derzeit an einer Richtlinie



## Tiergesundheit – Bedeutung der Frühlaktation

*„Approximately 75% of disease in dairy cows typically happens in the first month after calving,“with the highest incidence of total disease taking place within the first 10 days post-calving.“*

LeBlanc et al. (2006)  
Goff et al. (1997)  
Ingvarsen et al. (2003)

- Viele kommerzielle Sensorsysteme zur Brunsterkennung sind mit zusätzlichen „Gesundheitsalarmen“ ausgestattet
- “Gesundheitsalarme” werden z.B. bei signifikanten Abweichungen vom gleitenden Mittelwert generiert
- Alarmmeldungen beruhen oftmals nur auf der Veränderung eines Parameters

# Sensorsysteme – Validität von Alarmmeldungen zur Tiergesundheit

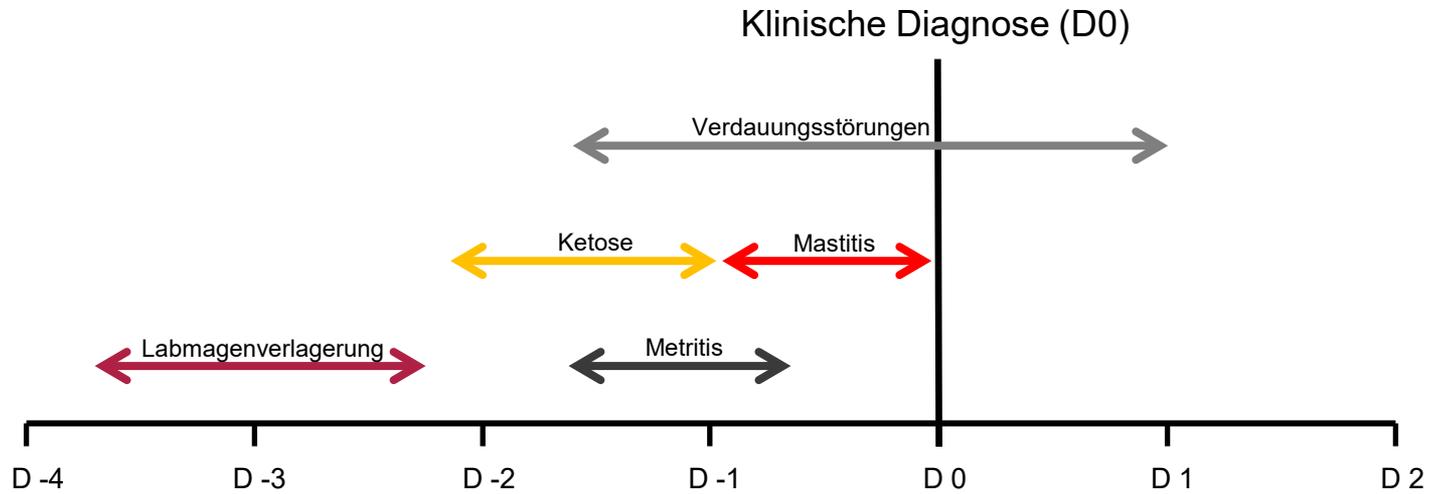
- Tiergesundheitsmonitoring in der Frühlaktation (Stangaferro et al., 2016)
  - Insgesamt: Se 59%, Sp 98%, PPV 58%
  - Stoffwechselerkrankungen/Indigestion: Se 90%
  - Klinische Mastitis: Se 58%
  - Metritis: Se 55%

		"Wahre" Eigenschaft ("Goldstandard")		
		positiv	negativ	
Testergebnis	positiv	Richtig positiv (RP)	Falsch positiv (FP) (Typ I Fehler)	<b>Positiver prädiktiver Wert =</b> Richtig positiv (RP) / Positives Testergebnis (RP+FP)
	negativ	Falsch negativ (FN) (Typ II Fehler)	Richtig negativ (RN)	

<b>Sensitivität =</b> Richtig positiv (RP) / Wahre positive Eigenschaft (RP+FN)	<b>Spezifität =</b> Richtig negativ (RN) / Wahre negative Eigenschaft (FP+RN)
--	--

# Tiergesundheit – Zeitpunkt der Alarmmeldungen



# Forschung – Ausgewählte Studienergebnisse

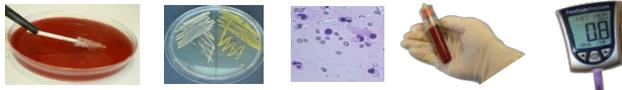


# Tiergesundheit – Wiederkauaktivität

## Anwendungsgebiete

- Beurteilung der Fütterung
- Früherkennung von Erkrankungen
- Geburtsvorhersage

## Referenz („Goldstandard“)



Rohdaten

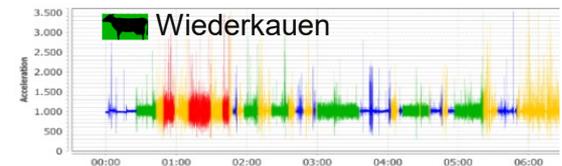
Status



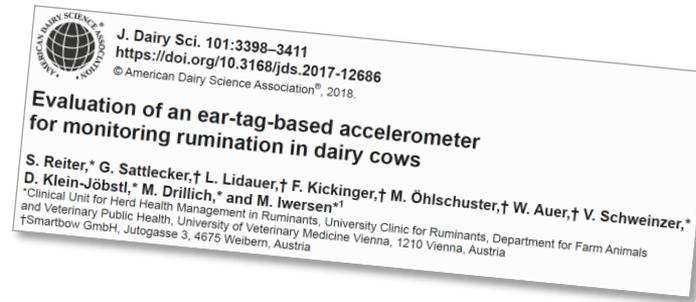
Alarm / Empfehlung

Grundlage zur Algorithmus-  
entwicklung und -testung

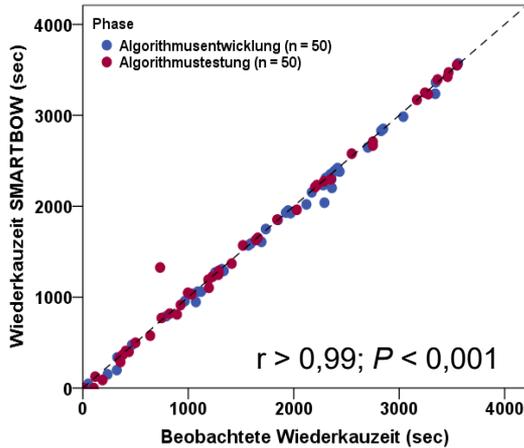
Information



# Tiergesundheit – Wiederkauaktivität

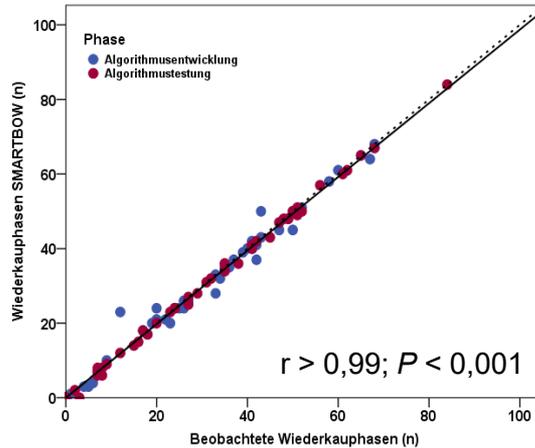


## Wiederkauzeit



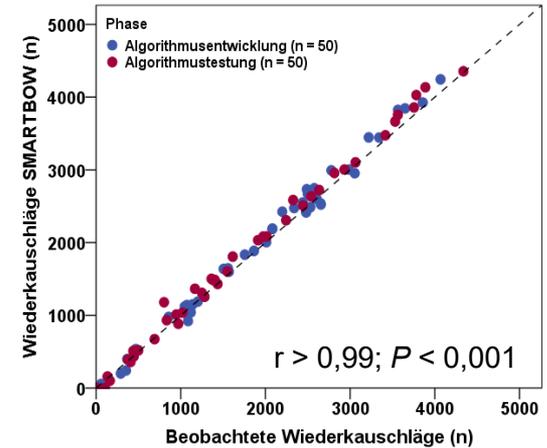
Ø Abweichung 1,1%

## Wiederkauphasen



Ø Abweichung 1,4%

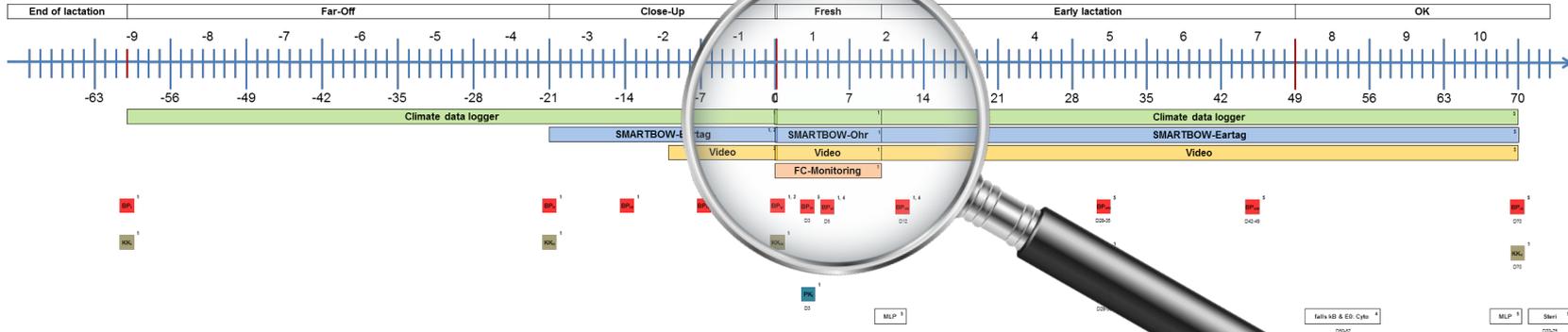
## Wiederkauschläge



Ø Abweichung 3,7%

# Gesundheitsmonitoring

1800 Kühe in der Slowakei,  
400 Kühe in Deutschland

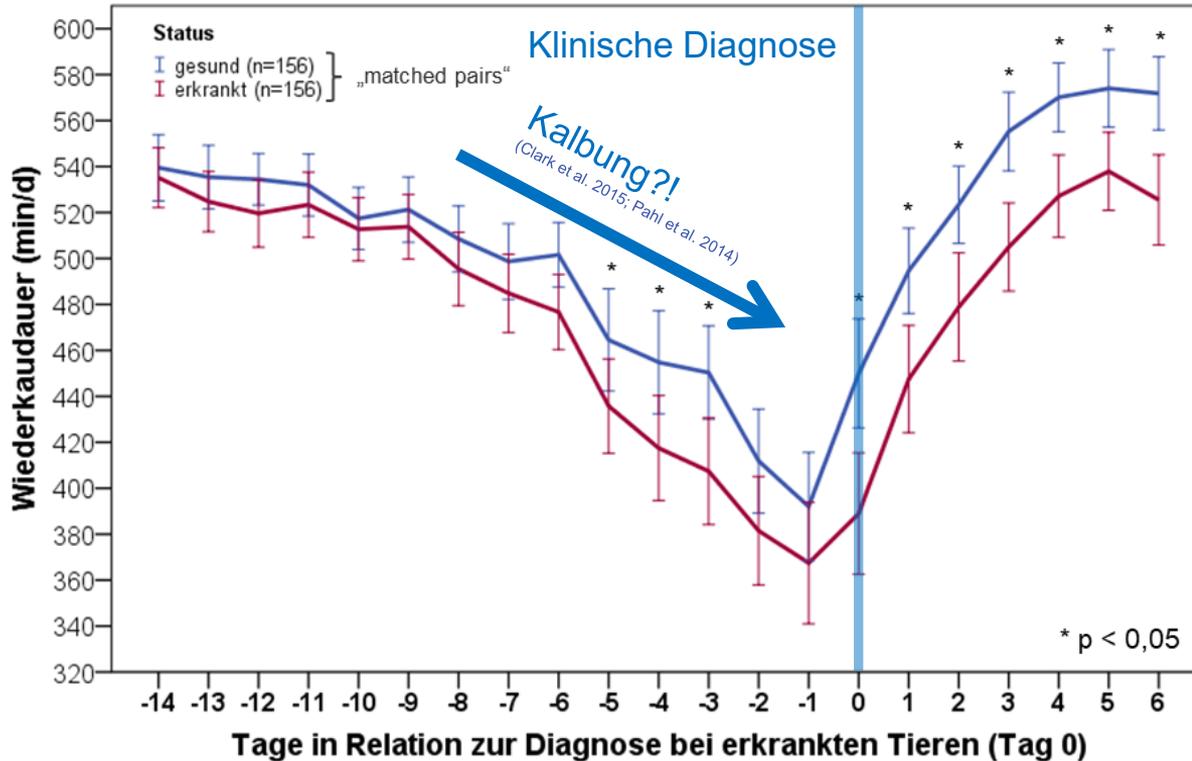


BP Bloodsample (Serum)  
 KK BodyCondition (BCS, BFT)  
 PK Examination of the genital tract (RE, VE, US)

gefördert durch

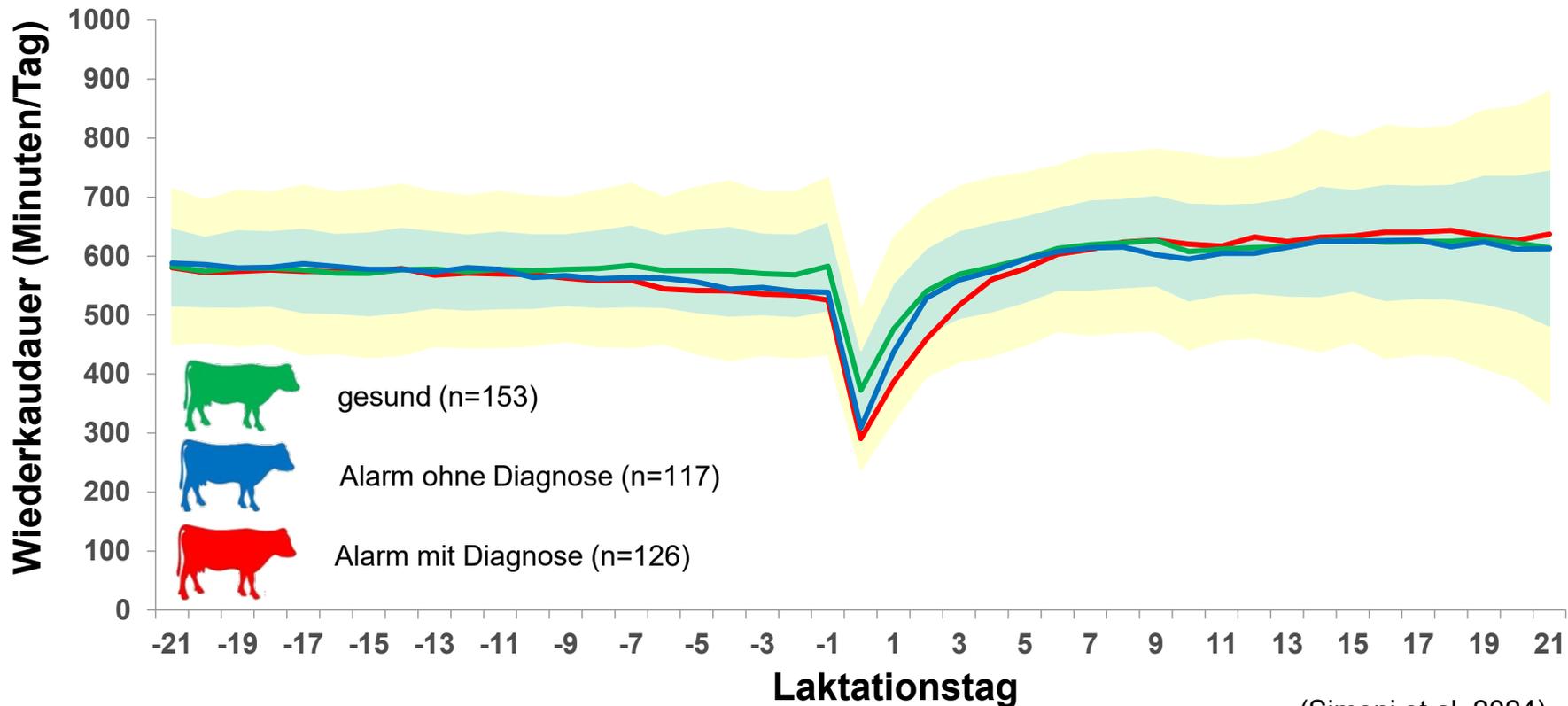


# Gesundheitsmonitoring – Wiederkaudauer krank vs. gesund



gefördert durch

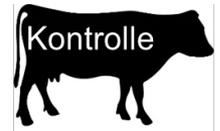
# Gesundheitsmonitoring – Wiederkaudauer gesund vs. gesundheitsauffällig



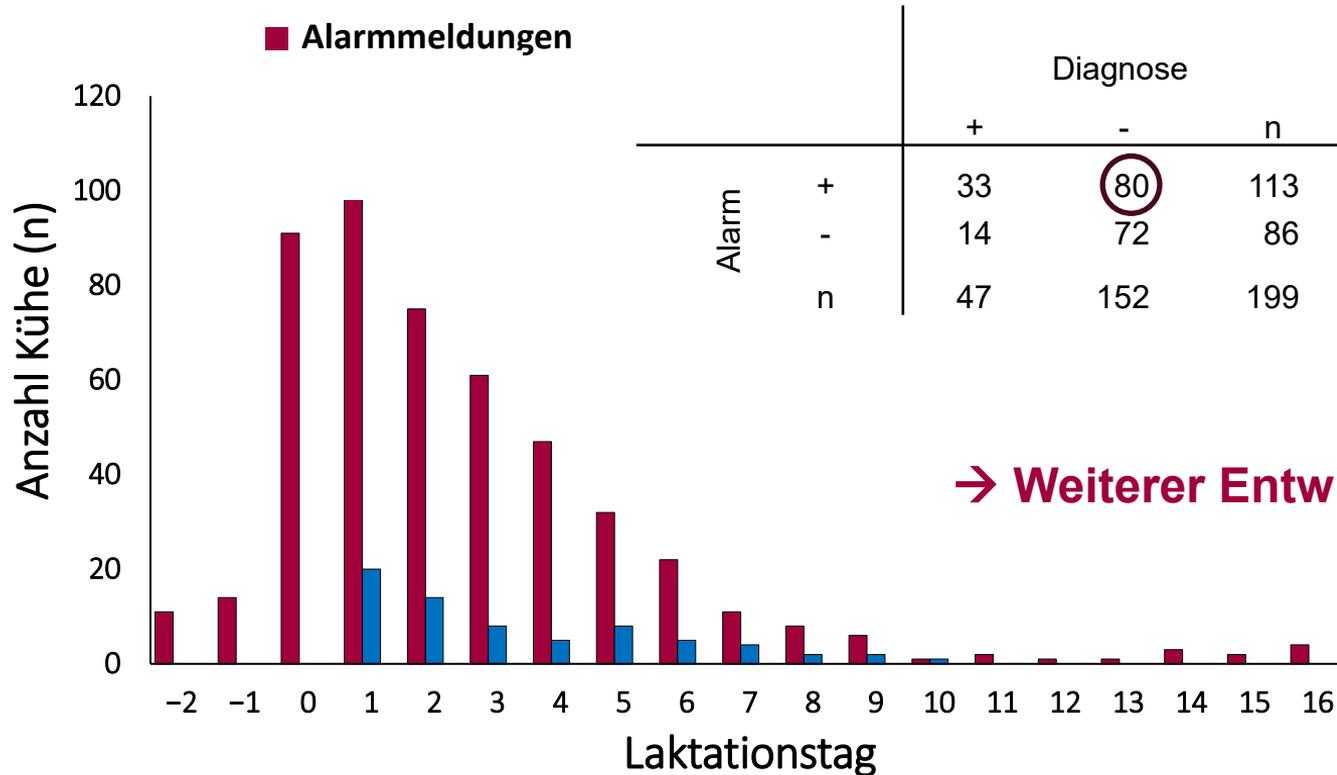
# Gesundheitsmonitoring – Wiederkauaktivität

Studienbetrieb in Mecklenburg-Vorpommern

- 1750 Milchkühe
- Herdenleistung: 10301kg (ECM)
  
- 400 Kühe („matched pairs“) im „Fresh Cow“-Monitoring
  - 200 Kühe: basierend betrieblichem Untersuchungsschema,  
→ Alarme und Ergebnisse verblindet
  - 200 Kühe: basierend auf Wiederkaualarmen,  
→ SOPs für Untersuchungen und Behandlungen



# Gesundheitsmonitoring – Alarme vs. Diagnosen



Sensitivität 70%  
Spezifität 47%  
Falsch positive 71%

# Gesundheitsmonitoring – Diagnosen

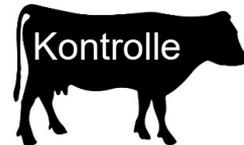
Diagnose	Kontroll-Gruppe	Sensor-Gruppe	P-Wert
	Anzahl (n)	Anzahl (n)	
Fieber unbekannter Herkunft	16	6	0,01
Pansenfunktionsstörung	3	29	<0,01
Gebärmutterentzündung	9	10	0,97
Nachgeburtsverhaltung	11	10	0,61
Lahmheit	7	17	0,08
Gestörtes Allgemeinbefinden	-	4	
<b>Total</b>	<b>46</b>	<b>76</b>	<0,01

# Gesundheitsmonitoring – Einfluss auf Milchleistung

Laktationstag	Kontroll-Gruppe	Sensor-Gruppe	<i>P</i>
30	1181 ± 161	1131 ± 159	0,01
50	2145 ± 265	2063 ± 270	0,03
100	4512 ± 498	4345 ± 510	0,02
200	8761 ± 906	8413 ± 978	<0,01
305	12584 ± 1345	12088 ± 1482	0,01



n = 163

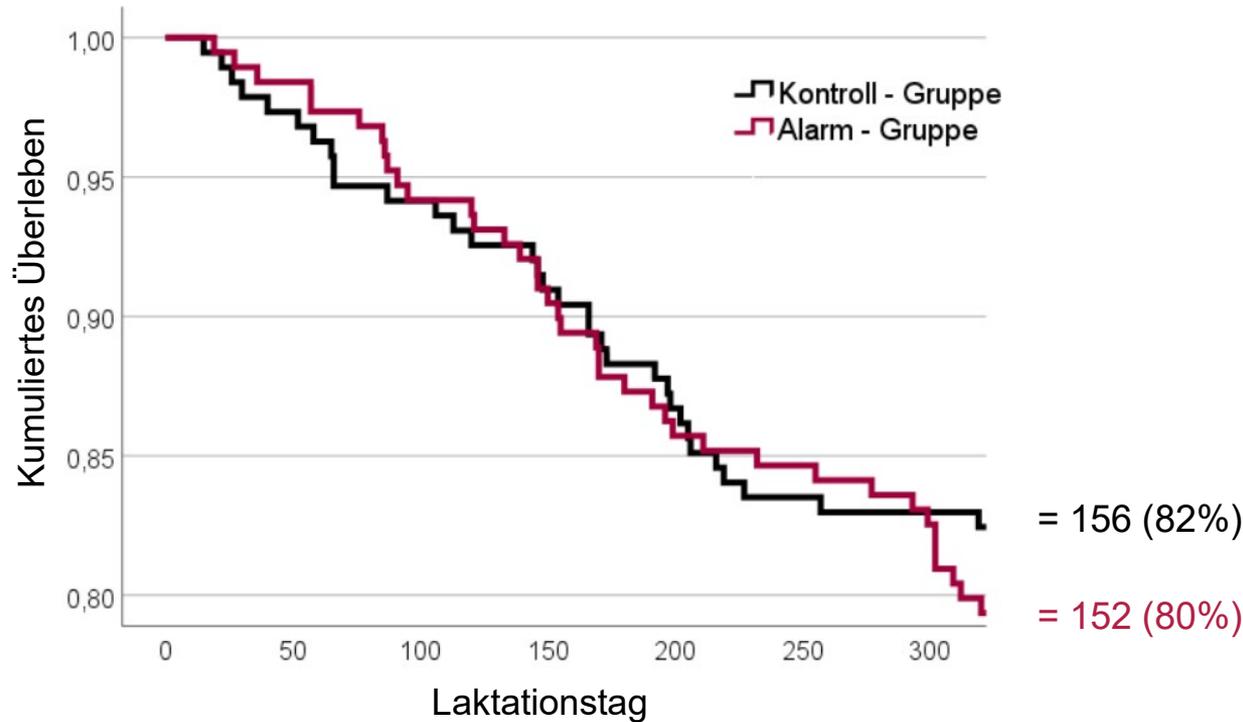


n = 163

→ Differenz: 496 kg pro Laktation, bzw. 1,6 kg pro Laktationstag

# Gesundheitsmonitoring – Einfluss auf Abgangsraten

## Kaplan-Meier



$P = 0,35$



n = 188



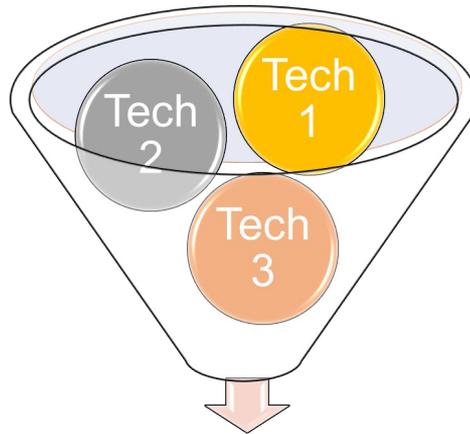
n = 188



(OpenAI, DALL·E (2024), „Future use of PLF and AI“, KI generiertes Bild)

## Digitale Zukunft – Entwicklungen

- Datenintegration und „holistische“ Auswertung  
→ Reduktion von Datenverlusten!



847 Kuhtage (29%) von  
theoretisch 2898 Tagen nutzbar

- 138 Kühe
- DIM 1 to 21
- 2898 “Kuhtage”
- 7 Technologien

Tsai et al., 2020

## Digitale Zukunft – Entwicklungen

- Datenintegration und „holistische“ Auswertung
- Maschinelle Video- und Bildanalyse („Computer Vision“)
- Entwicklungen im AMS-Bereich
  - Biomarker
  - ...
- „Energy harvesting“

## Precision Dairy Farming Technologien...

- sind erst am Beginn der Entwicklung
- sind keine „Selbstläufer“
- werden weder Kühe noch die Landwirt:innen und Tierärzt:innen verändern...  
...aber möglicherweise deren „Interaktion“
- besitzen das Potential das Wohlbefinden der Tiere (und Landwirt:innen?) positiv zu beeinflussen
- führen zur einer Reihe offener Fragen,  
z.B. ökonomischer Nutzen, Datenrechte, ethischer Natur

# Fazit und Ausblick – Nutzen der Potentiale!



**Vielen Dank!**

**vetmeduni**



**[www.bestandsbetreuung.at](http://www.bestandsbetreuung.at)**