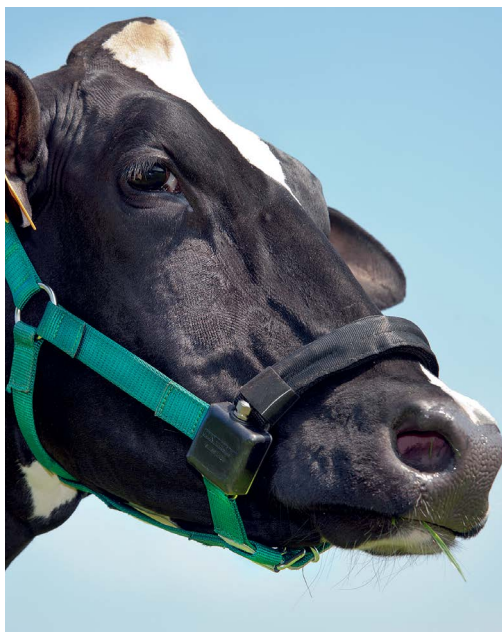


Ausgewählte digitale Technologien für die Erhebung gesundheitsrelevanter Indikatoren von Schweinen, Milchkühen und Mastkälbern

März 2021



Fotos: Gabriela Brändle, Agroscope

Autorinnen

Joanna Stachowicz
Christina Umstätter

Beispiele von digitalen Tools zur Messung gesundheitsrelevanter Indikatoren bei Milchkühen: Rumiwatch (links) und Pedometer (rechts).

Das Wohlergehen von Nutztieren hat in unserer Gesellschaft an Stellenwert gewonnen. Ein Teilbereich des Wohlergehens, die Gesundheit der Tiere, ist dabei von zentraler Bedeutung, da Erkrankungen Leid erzeugen, aber auch zu Produktionseinbußen führen. Aus diesem Grund ist es in der heutigen Nutztierhaltung ein wichtiges Ziel, krankheitsbedingte Veränderungen im Verhalten oder in der Physiologie der Tiere frühzeitig zu erkennen. Um eine entsprechende automatisierte Gesundheitsüberwachung gewährleisten zu können, werden geeignete Indikatoren benötigt. Zur Identifizierung von gesundheitsrelevanten Indikatoren sowie den passenden digitalen Technologien zu ihrer Erhebung wurde vom Bundesamt für

Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) das Projekt «Smart Animal Health» gefördert.

Dieser Bericht konzentriert sich auf ein Teilziel des Projekts, nämlich die Zusammenstellung von kommerziell erhältlichen oder sich in der Entwicklung befindlichen Technologien, die sich zur Erfassung von den im Projekt definierten, gesundheitsrelevanten Indikatoren eignen. Diese Studie wurde für die Betriebszweige Muttersauen, Mastschweine, Mastkälber und Milchkühe durchgeführt. Aufgrund der schnellen Weiterentwicklung von digitalen Systemen können die aufgeführten Informationen unvollständig und bald überholt sein.



Krankheitsbedingte Veränderungen frühzeitig erkennen

Das Wohlergehen von Nutztieren hat in den letzten Jahren in der Gesellschaft an Bedeutung gewonnen und ist dadurch auch stärker in den Fokus des Handels und der Produzenten gerückt. Ein wichtiger Teilbereich des Wohlergehens ist die Tiergesundheit. Erkrankungen werden oftmals durch ungünstige Haltungsbedingungen oder Managementprobleme ausgelöst und gehen auch mit Produktionseinbußen einher. Da eine zeitnahe Erkennung einer Erkrankung die Ausbreitung innerhalb einer Gruppe minimieren, den Verlauf mildern sowie die Rekonvaleszenz verkürzen kann, ist die Früherkennung von Erkrankungen ein wichtiges Ziel in der heutigen Nutztierhaltung. Dies kann allerdings nur gewährleistet werden, wenn Indikatoren identifiziert sind, die Rückschlüsse auf den Gesundheitszustand der Tiere ermöglichen.

Automatisierte Erhebung von gesundheitsrelevanten Indikatoren

Für eine adäquate Gesundheitsüberwachung sind Indikatoren nur dann geeignet, wenn sie auch regelmässig kontrollierbar sind. Vor allem auf Praxisbetrieben mit einer hohen Tierzahl kann sich die Begutachtung eines jeden Tieres als schwierig erweisen, denn die direkte personengestützte Überwachung ist oftmals sehr zeitaufwändig, unterliegt der subjektiven Wahrnehmung und erste subtile Anzeichen einer Erkrankung können leicht übersehen werden.

Alternativ können tier-, aber auch umweltbezogene Indikatoren automatisiert durch digitale Technologien erhoben werden. Diese setzen sich normalerweise aus einem Sensor zur Datenerhebung und einer Software zur Datenverarbeitung sowie -auswertung zusammen. Das Angebot an digitalen Technologien variiert zwischen den Betriebszweigen sehr. Während es z. B. für Geflügel vor allem Systeme zur Erhebung von umweltbezogenen Indikatoren gibt, liegt der Fokus bei Milchkühen auf dem Einzeltier und damit auf der Erhebung von tierbasierten Indikatoren.

Projekt «Smart Animal Health»

Welche Indikatoren zur Gesundheitsüberwachung am geeignetsten sind und ob es Technologien gibt, mit denen die entsprechenden Indikatoren automatisiert erhoben werden können, wurde in dem vom BLV und BLW finanzierten Projekt «Smart Animal Health» untersucht. In einem ersten Schritt wurden gesundheitsrelevante Indikatoren für die Betriebszweige Milchkühe, Mastkälber, Muttersauen und Mastschweine definiert. Im Weiteren wurden kommerziell verfügbare oder in der Entwicklung befindliche Technologien für die genannten Indikatoren zusammengestellt.

Vorgehen bei der Internet- und Literaturrecherche

Bei der Recherche nach kommerziell erhältlichen Precision-Livestock-Farming-(PLF)-Technologien wurde zum einen auf den bereits publizierten Bericht «Übersicht über kommerziell verfügbare digitale Systeme in der Nutztierhaltung» (Stachowicz und Umstätter, 2020) zurückgegriffen und zum anderen wurde online nach entsprechenden Technologien recherchiert. Für die Onlinerecherche wurden die Webseiten von Herstellern und Händlern in deutscher und englischer Sprache durchsucht. Um Technologien im Entwicklungsprozess ausfindig zu machen, wurde eine Litera-

turrecherche unter Verwendung der gängigen Suchdatenbanken wie NEBIS, PubMed, Scopus, Science Direct, aber auch Google Scholar durchgeführt. Die Suchstränge setzten sich aus den Bezeichnungen der jeweiligen Betriebszweige (Milchkühe, Mastkälber oder Schweine) und aus dem (oder einem ähnlichen) Indikator und den verschiedenen Begriffen für digitale Technologien (z. B. smarte Sensoren, smart farming oder automatische Tierüberwachungssysteme) zusammen. Die Suche hat sich auf englischsprachige, peer-reviewte Publikationen beschränkt.

Ziel: mindestens eine Technologie pro Indikator

Zu beachten ist, dass es nicht das Ziel war, eine vollständige Liste aller Technologien sowie aller Studien für einen Indikator zu erstellen. Vielmehr wurde angestrebt für jeden Indikator mindestens eine Technologie oder eine Studie beispielhaft aufzuführen. Vorgegangen wurde wie folgt: Konnte ein kommerziell verfügbares System für den entsprechenden Indikator sowie für den entsprechenden Betriebszweig gefunden werden, wurde nur dieses System und jeweils höchstens drei verschiedene Firmen/Anbieter aufgeführt. Konnte ein solches System nicht gefunden werden, wurde anschliessend geprüft, ob ein System zur Erhebung des gewünschten Indikators für einen anderen Betriebszweig kommerziell verfügbar war. War dies auch nicht der Fall, wurde nach wissenschaftlichen Studien recherchiert, in denen eine Technologie zur Erhebung des jeweiligen oder eines ähnlichen Indikators für den entsprechenden oder einen anderen Betriebszweig entwickelt wird.

Technologien für Milchkühe am weitesten entwickelt

Bei Milchkühen ist die technische Entwicklung bereits am weitesten fortgeschritten. Für alle bis auf einen (Verschmutzung des Tieres) gesundheitsrelevanten Indikator stehen digitale Systeme für die Erhebung zur Verfügung. Zudem sind für die meisten Indikatoren bereits kommerziell verfügbare Technologien vorhanden. Nur für wenige Indikatoren wurden noch in der Entwicklung befindliche Systeme genannt (Tab. 1.1 und 1.2).

Viele technische Lösungen für Schweine

Auch für die Muttersauen und Mastschweine zeichnen sich bereits viele technische Lösungen ab, die bereits überwiegend kommerziell verfügbar sind. Jedoch gibt es noch mehr marktreife Systeme bei den Milchkühen. In den Tabellen 2.1 und 2.2 sind die entsprechenden Systeme für beide Betriebszweige, Muttersauen und Mastschweine, gemeinsam zusammengestellt.

Entwicklungsbedarf bei Technologien für Mastkälber

Im Gegensatz dazu besteht ein grosser Entwicklungsbedarf an Technologien für die Erhebung von Indikatoren bei Mastkälbern. Nur etwa für die Hälfte der Indikatoren konnten Technologien identifiziert werden, die sich speziell für Mastkälber eignen (Tab. 3.1 und 3.2). Viele der genannten Technologien, die für die Mastkälberüberwachung geeignet sein könnten, stammen aus dem Milchviehbereich und sind bisher noch nicht speziell für Kälber entwickelt oder angepasst worden.

Tab. 1.1: Zusammenstellung möglicher digitaler Technologien für die Erhebung von tierbasierten gesundheitsrelevanten Indikatoren für Milchkühe.

Problem	Erarbeitete gesundheitsrelevante Indikatoren	Kommerziell verfügbare Technologien		Technologien in Entwicklung																																																														
		Jeweiliger Betriebszweig	Jeweiliger Indikator	Jeweiliger Betriebszweig	Jeweiliger Indikator	Jeweiliger Indikator	Anderer Betriebszweig																																																											
Mastitis	Leitfähigkeit	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, Schweiz)	Perfection 3000 (BoulMatic, Madison, USA)																																																															
								Saber Milk (LIC Automation, Romsey, England)	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, Schweiz)																																																									
														DairyRobot R9500 (GEA, Düsseldorf, Deutschland)	VMS V300 (Delaval, Suisse, Schweiz)																																																			
																				MQC-C (Lely, Härkingen, Schweiz)																																														
																									Dairy Milk M6850 (GEA, Düsseldorf, Deutschland)	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, Schweiz)																																								
																															Astronaut 4 (Lely, Härkingen, Schweiz)	AfiLab (Afimilk, Kibbutz Afikim, Israel)																																		
																																					Crysta Lab Milk Analyser (Fullwood Packo, Ellesmere, England)	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, Schweiz)																												
																																											AfiLab (Afimilk, Kibbutz Afikim, Israel)	Crysta Lab Milk Analyser (Fullwood Packo, Ellesmere, England)																						
																																																	Astronaut 4 (Lely, Härkingen, Schweiz)	Herd Navigator (Delaval, Suisse, Schweiz)																
																																																							FirstLook Mastitis system (EIO Diagnostic, Duncan, Kanada)	Agricam CADDI Mastitis (Agricam, Linköping, Schweden)										
																																																													Track A Cow (ENG Systems, Swanmore, England)	CowAlert (ICEROBOTICS, Edinburgh, Schottland)				
	Drucksensormatte (Van De Gucht et al., 2017)																																																																	
							Atemanalyse (Mottram et al., 1999)																																																											
												Herd Navigator (Delaval, Suisse, Schweiz)	Herd Navigator (Delaval, Suisse, Schweiz)																																																					
																		Herd Navigator (Delaval, Suisse, Schweiz)	smaXtec pH Bolus (smaXtec, Graz, Österreich)																																															

BHB: Beta-Hydroxybutyrat

Tab. 2.1: Zusammenstellung möglicher digitaler Technologien für die Erhebung von tierbasierten gesundheitsrelevanten Indikatoren für Schweine.

Daten	Erarbeitete gesundheitsrelevante Indikatoren	Kommerziell verfügbare Technologien		Technologien in Entwicklung	
		Jeweiliger Betriebszweig	Anderer Betriebszweig	Jeweiliger Indikator	Ähnlicher Indikator
Leistungsdaten	Schlachtauswertung	-	-	-	Herz und Lebererkrankungen (Mckenna et al., 2020)
	Non return rate / Ummauscher	SowSense (Nedap, Groenlo, Niederlande) Pig Scale (Smart Agritech Solution, Falköping, Schweden) eYeGrow (Fancom, Panningen, Niederlande) Growth Sensor (GroStat, Newport, UK) SoundTalks (SoundTalks, KU Leuven, Belgien)	-	-	-
Tiergesundheit	Husten	-	ChickenBoy (Faromatics, Vianova i la Geltrú, Spanien) Kotkonsistenz Mastpoulet	-	-
	Durchfall	-	-	-	-
	Lahmheiten	-	-	Bewegungskurve Video-basiert (Stavarakakis et al., 2015) Auftrittsmuster Kraftmessplatten (Pluym et al., 2013)	-
	Bursitiden	-	-	-	-
	Schulterulzera	-	-	-	-
	Nabelbrüche	-	-	-	-
	Schwanzbeissen	-	-	Schwanzläsionen Bildaufnahmen (Brünger et al., 2019) Schwanz- und Ohrenläsionen kamerabasiert (Blömke et al., 2020)	Schwanzhaltung kamerabasiert (D'Eath et al., 2018)
	Antibiotikaeinsatz	-	-	-	-
	Body Condition Score (während des Messens)	Duo-Scan: Go Plus (IMV Imaging, Bellshill, Schottland)	-	-	-
	Futteraufnahme Futterverwertung	ProSense (Nedap, Groenlo, Niederlande)	-	-	-
	Futterverhalten (Sauen)	EasySlider (Big Dutchman, Vechta, Deutschland)	-	-	-
	Futteraufnahme	ESF (Fancom, Panningen, Niederlande)	-	-	-
	Wasseraufnahme	Water monitoring system (Fancom, Panningen, Niederlande)	-	-	-
Körpertemperatur	Pig Scale (Smart Agritech Solution, Falköping, Schweden) Pig Scale (Smart Agritech Solution, Falköping, Schweden)	-	-	-	

Tab. 2.2: Zusammenstellung möglicher digitaler Technologien für die Erhebung von tierbasierten gesundheitsrelevanten Indikatoren für Schweine.

Daten	Erarbeitete gesundheitsrelevante Indikatoren	Kommerziell verfügbare Technologien		Technologien in Entwicklung	
		Jeweiliger Betriebszweig	Anderer Betriebszweig	Jeweiliger Indikator	Ähnlicher Indikator
Klima	Temperatur	Temperatur Sensor (Munters, Rümlang, Schweiz)			
	Relative Luftfeuchte	RHS+ (Munters, Rümlang, Schweiz)			
	Ammonium	Ammonia Sensor (Munters, Rümlang, Schweiz)			
	CO	LoRaWAN gas sensors (Usalink, Xiamen, China)			
	CO ₂	LoRaWAN gas sensors (Usalink, Xiamen, China)			
Tierverhalten und Sonstiges	Stereotypien (Sauen, Mastferkel: Leerklaunen, Stangenbeissen, Saugferkel und Jäger: Belly Nosing)	-	-	-	-
	Sauberkeit der Tiere	-	-	-	-
	Kampfspuren	-	-	Schwanz- und Ohrenläsionen kamerabasiert (Blömke et al., 2020)	Aufreitungserhalten videobasiert (Nasirahmadi et al., 2016)
	MMA / PPDS	-	-	-	Aggressionsverhalten anhand Aktivität Orzak et al., 2013)

MMA: Mastitis-Metritis-Agalaktie-Komplex | PPDS: Postpartales Dysgalaktie-Syndrom

Tab. 3.1: Zusammenstellung möglicher digitaler Technologien für die Erhebung von tierbasierten gesundheitsrelevanten Indikatoren für Mastkälber.

Erarbeitete gesundheitsrelevante Indikatoren	Kommerziell verfügbare Technologien		Technologien in Entwicklung	
	Jeweiliger Betriebszweig	Anderer Betriebszweig	Jeweiliger Indikator	Ähnlicher Indikator
Gewicht	Calf scale (Forster Technik, Engen, Deutschland)			
	Holm & Laue HL100 (Calf-Star, New Franken, USA)			
	Calm Vario + (Lely, Härkingen, Schweiz)			
Trinkverhalten	Urbaun Alma Pro (Urban, Wüsting, Deutschland)			
	Calm Vario + (Lely, Härkingen, Schweiz)			
Euterstösse (am Nuckel)	Calf feeder CF150X (Delaval, Sursee, Schweiz)			
	Smart Calf System (Forster Technik, Engen, Deutschland)			
Fressverhalten	Wiederkäuen	CowManager (CowManager, Harmelen, Niederlande)		
		Silent Herdman (Afimilk, Kibbutz Afikim, Israel)		
		MooMonitor+ (DAIRYMASTER, Causeway, Irland)		

Tab. 3.2: Zusammenstellung möglicher digitaler Technologien für die Erhebung von tierbasierten gesundheitsrelevanten Indikatoren für Mastkälber.

Erarbeitete gesundheitsrelevante Indikatoren	Kommerziell verfügbare Technologien		Technologien in Entwicklung			
	Jeweiliger Betriebszweig	Anderer Betriebszweig	Jeweiliger Indikator	Ähnlicher Indikator	Anderer Betriebszweig	
					Jeweiliger Indikator	Ähnlicher Indikator
Wasseraufnahme	Smart Calf System (Fürster Technik, Engen, Deutschland)	-	-	-	-	-
Aktivität	Smart Neckband (Fürster Technik, Engen, Deutschland)	-	-	-	-	-
Ohrenhaltung	-	-	-	Rückenhaltung kamerabasiert (Vazzi et al., 2013)	-	Schwanzhaltung kamerabasiert Mastschweine (D'Ear et al., 2018)
Kopfhaltung	-	-	-	-	-	-
Husten	-	SoundTracks (SoundTracks, KU Leuven, Belgien)	-	-	-	-
Körpertemperatur	-	FeverTags (FeverTags, Amarillo, USA)	-	-	-	-
Nasenfluss	-	-	-	-	-	-
pH Labmagen	-	-	-	-	-	-
Kot-Konsistenz	-	-	ChickenBoy (Faromatics, Vilanova i la Geltrú, Spanien)	-	-	-
Schmerzen	Zähmeknirschen	-	Mastpoulet (Kotkonsistenz)	-	-	-
		-	-	Kauaktivität akustisch (Iani et al., 2013)	-	-
Verletzungen	Gesichtsausdruck	-	-	-	-	Gesichtsausdruck kamerabasiert Schaf (McLennan and Mahmoud, 2019)
		-	-	-	-	-

Fazit und Ausblick

Für die Erhebung vieler der genannten gesundheitsrelevanten Indikatoren für die verschiedenen Betriebszweige gibt es bereits kommerziell verfügbare digitale Technologien, oder es wird zu mindestens an deren Entwicklung gearbeitet. Dabei ist bei den Milchkühen die Entwicklung am weitesten fortgeschritten. Auch könnten Technologien aus anderen Betriebszweigen angepasst werden, um den Bedarf abzudecken.

Bei der Zusammenstellung sollte berücksichtigt werden, dass die genannten Technologien nicht experimentell von uns getestet wurden und somit keine Aussage über deren Funktionsfähigkeit oder Genauigkeit getroffen werden kann. Zukünftig wird noch weitere Forschungsarbeit benötigt, damit die Systeme über geeignete Schnittstellen verbunden werden und autonom laufen können. Zusätzlich wird der Fokus weiter auf der Weiterentwicklung der Systeme liegen, damit sie zuverlässig und benutzerfreundlich gesundheitsrelevante Veränderungen für die jeweiligen Betriebszweige abbilden können.

Finanzierung

Das Projekt wurde vom Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) sowie vom Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) im Rahmen des Projekts «Smart Animal Health – Gesundheitsindikatoren für Nutztiere», Projektnummer: 1.18.14TG, finanziert.

Literatur

- Blömke L., Volkmann N., Kemper N., 2020. Evaluation of an automated assessment system for ear and tail lesions as animal welfare indicators in pigs at slaughter. *Meat Science* 159, 107934. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107934>.
- Brünger J., Dippel S., Koch R., Veit C., 2019. 'Tailception': using neural networks for assessing tail lesions on pictures of pig carcasses. *Animal* 13, 1030–1036. <https://doi.org/10.1017/s1751731118003038>.
- D'Eath R.B., Jack M., Futro A., Talbot D., Zhu Q., Barclay D., Baxter E.M., 2018. Automatic early warning of tail biting in pigs: 3D cameras can detect lowered tail posture before an outbreak. *PLoS One* 13, e0194524. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194524>.
- Jorquera-Chavez M., Fuentes S., Dunshea F.R., Warner R.D., Poblete T., Jongman E.C., 2019. Modelling and Validation of Computer Vision Techniques to Assess Heart Rate, Eye Temperature, Ear-Base Temperature and Respiration Rate in Cattle. *Animals* 9, 1089. <https://doi.org/10.3390/ani9121089>.
- McKenna S., Amaral T., Kyriazakis I., 2020. Automated Classification for Visual-Only Postmortem Inspection of Porcine Pathology. *IEEE Transactions on Automation Science and Engineering* 17, 1005–1016. <https://doi.org/10.1109/TASE.2019.2960106>.
- McLennan K. & Mahmoud M., 2019. Development of an Automated Pain Facial Expression Detection System for Sheep (*Ovis Aries*). *Animals* 9, 196. <https://doi.org/10.3390/ani9040196>.
- Mottram T.T., Dobbelaar P., Schukken Y.H., Hobbs P.J., Bartlett P.N., 1999. An experiment to determine the feasibility of automatically detecting hyperketonaemia in dairy cows. *Livestock Production Science* 61, 7–11. [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(99\)00045-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(99)00045-7).
- Nasirahmadi A., Hensel O., Edwards S.A., Sturm B., 2016. Automatic detection of mounting behaviours among pigs using image analysis. *Computer and Electronics in Agriculture* 124, 295–302. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.04.022>.
- Oczak M., Viazzi S., Ismayilova G., Sonoda L.T., Roulston N., Fels M., Bahr C., Hartung J., Guarino M., Berckmans D., Vranken E., 2014. Classification of aggressive behaviour in pigs by activity index and multilayer feed forward neural network. *Biosystems and Engineering* 119, 89–97. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.01.005>.
- Pluym L.M., Maes, D., Vangeyte J., Mertens K., Baert J., Van Weyenberg S., Millet S., Van Nuffel A., 2013. Development of a system for automatic measurements of force and visual stance variables for objective lameness detection in sows: SowSIS. *Biosystems and Engineering* 116, 64–74. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2013.06.009>.
- Stachowicz J. & Umstätter C., 2020. Übersicht über kommerziell verfügbare digitale Systeme in der Nutztierhaltung. *Agroscope, Ettenhausen. Agroscope Transfer Nr. 294*. <https://doi.org/10.34776/at294g>.
- Stavrakakis S., Li, W., Guy J.H., Morgan G., Ushaw G., Johnson G.R., Edwards S.A., 2015. Validity of the Microsoft Kinect sensor for assessment of normal walking patterns in pigs. *Computers and Electronics in Agriculture* 117, 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2015.07.003>.
- Tani Y., Yokota Y., Yayota M., Ohtani S., 2013. Automatic recognition and classification of cattle chewing activity by an acoustic monitoring method with a single-axis acceleration sensor. *Computers and Electronics in Agriculture* 92, 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2013.01.001>.
- Toaff-Rosenstein R.L., Velez M., Tucker C.B., 2017. Technical note: Use of an automated grooming brush by heifers and potential for radiofrequency identification-based measurements of this behavior. *Journal of Dairy Science* 100, 8430–8437. <https://doi.org/10.3168/jds.2017-12984>.
- Van De Gucht T., Saeys W., Van Weyenberg S., Lauwers L., Mertens K., Vandaele L., Vangeyte J., Van Nuffel A., 2017. Automatic cow lameness detection with a pressure mat: Effects of mat length and sensor resolution. *Computers and Electronics in Agriculture* 134, 172–180. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.01.011>.
- Van Hertem T., Viazzi S., Steensels M., Maltz E., Antler A., Alchanatis V., Schlageter-Tello A.A., Lokhorst K., Romanini C.E.B., Bahr C., Berckmans D., Halachmi I., 2014. Biosystems and Engineering. 119, 108–116. <https://doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2014.01.009>.
- Viazzi S., Bahr C., Schlageter-Tello A., Van Hertem T., Romanini C.E.B., Pluk A., Halachmi I., Lokhorst C., Berckmans D., 2013. Analysis of individual classification of lameness using automatic measurement of back posture in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 96, 257–266. <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5806>.

Impressum

Herausgeber	Agroscope, Tänikon 1 8356 Ettenhausen www.agroscope.ch
Auskünfte	Joanna Stachowicz joanna.stachowicz@agroscope.admin.ch
Redaktion	Erika Meili
Gestaltung und Druck	Brüggli Medien, Romanshorn
Download	www.agroscope.ch/transfer
Copyright	© Agroscope 2021
ISSN	2296-7206 (print), 2296-7214 (online)
DOI	https://doi.org/10.34776/at381g