

8. Abbildungsverzeichnis

Abb. 2.1: a) RFID Lesegerät, b) Antennne eines RFID Lesegeräts, c) Ohrmarke mit integriertem RFID-Transponder, d) Implantat mit RFID-Transponder. Quelle: Karlsson, Johannes, Keni Ren und Haibo Li (2010): Tracking and Identification of Animals for a Digital Zoo. In: 2010 IEEE/ACM International Conference on Green Computing and Communications & 2010 IEEE/ACM International Conference on Cyber, Physical and Social Computing, S. 510-515, hier S. 512.

Abb. 2.2: Lesegerät und Transponder als Bestandteile eines jeden RFID-Systems. Quelle: Finkenzeller, Klaus (2015): *RFID-Handbuch: Grundlagen und praktische Anwendungen von Transpondern, kontaktlosen Chipkarten und NFC*. 7. Auflage. München: Carl Hanser, S. 11.

Abb. 2.3: Aufbau eines RFID-Transponders. Quelle: Kern, Christian J. (1997): *Technische Leistungsfähigkeit und Nutzung von injizierbaren Transpondern in der Rinderhaltung*. Dissertation, Technische Universität München, S. 29.

Abb. 2.4: Möglichkeiten der Transponderanbringung beim Rind. Quelle: Kern, Christian J. (1997): *Technische Leistungsfähigkeit und Nutzung von injizierbaren Transpondern in der Rinderhaltung*. Dissertation, Technische Universität München, S. 3.

Abb. 2.5: Verschiedene Formen der Transponderanbringung mit Applikations-Instrumenten. Quelle: Artmann, Rudolf (1999): Electronic identification systems: state of the art and their further development. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 24, S. 5-26, hier S. 9.

Abb. 2.6: Bit-Verteilung nach ISO 11784. Quelle: Eigene Darstellung.

Abb. 3.1: Superkühe, Milchkuh im Melkroboter. Quelle: WDR (2017): Superkühe. Online verfügbar unter: <https://superkuehe.wdr.de/wp-content/uploads/melkroboter.jpg> (02.12.2018).

Abb. 3.2: Melkphasen. Quelle: Worstorff, Hermann (Hg.) (1996): *Melktechnik. Der aktuelle Stand über Melken, Milch und Melkmaschinen*. Extraheft top agrar – Das Magazin für moderne Landwirtschaft. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, S. 8.

Abb. 3.3: Freier und gelenkter Kuhverkehr. Quelle: Trilk, J., P. Zube und D. May (2005): Management, Kostenaufwand und Wirtschaftlichkeit Automatischer

Melksysteme in Auswertung mehrjähriger praktischer Nutzung. In: *Züchtungskunde* 77, S. 256-270, hier S. 257.

Abb. 3.4: Entwicklung der Milchproduktivität über den Zeitverlauf. Quelle: o.A. (2011): Elektronisches Brunsterkennungssystem für Kühe. In: *hitech* 3/2011. Online verfügbar unter: https://www.spirit.bfh.ch/de/archiv/hitech_32011/focus/brunsterkennungssystem_fuer_kuehe.html (21.03.2016).

Abb. 3.5: Datenabgleich von Körpertemperatur (oben) und Bewegungen (unten). Quelle: o.A. (2011): Elektronisches Brunsterkennungssystem für Kühe. In: *hitech* 3/2011. Online verfügbar unter: https://www.spirit.bfh.ch/de/archiv/hitech_32011/focus/brunsterkennungssystem_fuer_kuehe.html (21.03.2016).

Abb. 3.6: Brunsterkennungssystem. Quelle: Medira Solutions (2019): HeatLive. Online verfügbar unter: www.medria.fr/en/solutions/heatlive/ (29.01.2019).

Abb. 3.7: Überwachungsmöglichkeiten einer Milchkuh. Quelle: Awasthi, Amruta, Anshul Awasthi, Daniel Riordan und Joseph Walsh (2016): Non-Invasive Sensor Technology for the Development of a Dairy Cattle Health Monitoring System. In: *Computers* 5 (4), S. 1-11, hier S. 8.

Abb. 3.8: Krankheiten von Milchkühen mit messbaren Größen, Verhaltensänderungen und Sensortypen. Quelle: Awasthi, Amruta, Anshul Awasthi, Daniel Riordan und Joseph Walsh (2016): Non-Invasive Sensor Technology for the Development of a Dairy Cattle Health Monitoring System. In: *Computers* 5 (4), S. 1-11, hier S. 6.

Abb. 3.9: Grafik eines modernen Milchviehstalls ((A) Laufflächen, (B) Liegebox, (C) Futterplatz, (D) Tränke, (E) Kraftfutterstand, (F) Außenbereich, (G) Melkstand). Quelle: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Hg.) (2018): *Landwirtschaft verstehen – Fakten und Hintergründe*. Berlin, S. 19. Online verfügbar unter: https://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Broschueren/Landwirtschaft-verstehen.pdf?__blob=publicationFile (17.11.2018).

Abb. 3.10: Optische 3D-Sensoren (oben) und Überwachung verschiedener Körperparameter (unten). Quelle: Pezzuolo, Andrea, Marcella Guarino, Luigi Sartori und Francesco Marinello (2018): A Feasibility Study on the Use of a Structured Light Depth-Camera for Three-Dimensional Body Measurements of Dairy Cows in Free-Stall Barns. In: *Sensors* 18 (2), 673, S. 4 und 6.

Abb. 3.11: Tierkörpervermessung mit »Structure-from-Motion« Verfahren. Quelle: Pezzuolo, A., L.A. González, D. Giora, L. Sartori, D. Cillis, und F. Marinello (2017): Body measurements of dairy cows using a structure from motion (SfM) photogrammetry approach. In: D. Berckmans und A. Keita (Hg.): *Precision Livestock Farming '17. Papers presented at the 8th European Conference on Precision Livestock Farming*, 12-14 September, Nantes, France, S. 483-492, hier S. 486 und 488.

Abb. 3.12: Milchkuhhaltung nach Neufert. Quelle: Neufert, Ernst (2018): *Bauentwurfslehre. Grundlagen, Normen, Vorschriften über Anlage, Bau, Gestaltung, Raum-*

bedarf, Raumbeziehungen, Maße für Gebäude, Räume, Einrichtungen, Geräte mit dem Menschen als Maß und Ziel. 42. überarbeitete und aktualisierte Auflage. Wiesbaden: Springer Vieweg Verlag, S. 552.

Abb. 3.13: Abliegen und Aufstehen eines Hausrindes sowie Umriss der Bewegungen. Quelle: Bartussek, Helmut, Vitus Lenz, Elfriede Ofner-Schröck, Heinrich Würzl und Wilfried Zortea (2008): *Rinderstallbau*. 4., völlig neu bearbeitete Auflage. Graz: Leopold Stocker, S. 23, 25 und 48.

Abb. 3.14: Berechnung der Wirbelsäulenkonturlinie. Quelle: Van Hertem, T., A. Schlageter Tello, S. Viazzi, M. Steensels, C. Bahr, C.E.B. Romanini, K. Lokhorst, E. Maltz, I. Halachmi und D. Berckmans (2017): Implementation of an automatic 3D vision monitor for dairy cow locomotion in a commercial farm. In: *Biosystems Engineering*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biosystemseng.2017.08.011> (14.01.2019).

Abb. 3.15: Cow Traffic mit integrierter Weidehaltung. Quelle: Jago, J., K. Bright und B. Dela Rue (2009): Development of a method for managing cow traffic in a pastoral automatic milking system. In: C. Lokhorst und P.W.G. Groot Koerkamp (Hg.): *Precision Livestock Farming '09. Papers presented at the 4th European Conference on Precision Livestock Farming*, 6-8 July, Wageningen, Netherland, S. 169-174, hier S. 171.

Abb. 3.16: Grandins Cattle Handling System. Links: High Efficiency 180 Degree Round Crowd Pen. Rechts: Basic Curve Design. Quelle: Dr. Temple Grandin's Website: Livestock Behaviour, Design of Facilities and Humane Slaughter. Online verfügbar unter: www.grandin.com/gifs/design.princ2.jpg (links), <https://www.grandin.com/gifs/slide40-2.jpg> (rechts) (25.10.2015).

Abb. 3.17: Performances for Pets. Quelle: Juurak, Krööt, Alex Bailey und Den Frie Centre of Contemporary Art (2018): Performances for Pets. Online verfügbar unter: <https://www.dansehallerne.dk/en/performance/performances-for-pets/> (20.11.2018).

Abb. 3.18: Farmland World. Quelle: Design With Company (2011): Farmland World. Online verfügbar unter: <https://designwith.co/Farmland-World> (05.02.2019).

Abb. 3.19: Pig City. Quelle: MVRDV (2000-2001): Pig City. Online verfügbar unter: <https://www.mvrdv.nl/projects/181-pig-city> (02.10.2018).

Abb. 3.20: The Truffle. Quelle: ENSAMBLE STUDIO (2010): *The Truffle*. Online verfügbar unter: <https://www.ensemble.info/thetruffle> (02.10.2018).

Abb. 3.21: Lebenszyklus des Tagpfauenauges (links) und des Rotkehlchens (rechts). Quelle: Hauck, Thomas E. und Wolfgang Weisser (2015): *AAD – Animal aided design*. Broschüre. Freising: Technische Universität München, S. 18 und 19. Online verfügbar unter: https://www.uni-kassel.de/fbo6/fileadmin/datas/fbo6/fachgebiete/LandschaftsarchitekturLandschaftsplanung/Freiraumplanung/Forschung/AAD/AAD_Web_10MB.pdf (15.11.2016).

Abb. 4.1: The business portfolio or growth-share matrix. Quelle: Hedley, Barry (1977): Strategy and the »Business Portfolio«. In: *Long Range Planning* 10 (1), S. 9-15, hier S. 10.

Abb. 4.2 – 4.4: Meine kleine Farm. Wir geben Fleisch ein Gesicht. Quelle: Meine kleine Farm. 4.2.: Online verfügbar unter: <https://www.meinekleinefarm.org/>; 4.3.: Online verfügbar unter: <https://www.meinekleinefarm.org/products/bio-rinderleberwurst?variant=40364979668>; 4.4.: Online verfügbar unter: <https://www.meinekleinefarm.org/products/mett-im-glas-bohnke?variant=15883632410695> (09.03.2019).

Abb. 4.5: Beschreibung der Animal Persona von Betsy. Quelle: Frawley, Jessica Katherine und Laurel Evelyn Dyson (2014): Animal Personas: Acknowledging non-human stakeholders in designing for sustainable food systems. In: *OzCHI 14*, Proceedings of the 26th Australian Computer-Human Interaction Conference on Designing Futures: the Future of Design, Sydney, New South Wales, Australia, 2.-5. Dezember, S. 27.

Abb. 4.6: Kreislauf im geschlossenen Gewächshaus zur Herstellung von Erträgen aus Fisch- und Gemüsezuht. Quelle: Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei IGB (Hg.) (o.J.): *Der Tomatenfisch*. Online verfügbar unter: www.tomatenfisch.igb-berlin.de/tl_files/tomatenfisch/bilder/Tomatenfisch_Grafik476.jpg (25.03.2019).

Abb. 4.7: Conceptual layout design of a vertical Aquaponics farm. Quelle: Shamshiri, Ramin, Fatemeh Kalantari, K.C. Ting, Kelly R. Thorp, Ibrahim A. Hameed, Cornelia Weltzien, Desa Ahmad und Zahra Mojgan Shar (2018): Advances in greenhouse automation and controlled environment agriculture: A transition to plant factories and urban agriculture. In: *International Journal of Agricultural and Biological Engineering* 11 (1), 22 S., hier S. 14.

Abb. 4.8: Grazing deer to enhance a virtual environment. Quelle: Delago-Mata, Carlos (2004): *Emotion Signalling in Multiple Intelligent Virtual Agents for Believable Artificial Animals*. Dissertation, May 2004 am Centre for Virtual Environments, Information Systems Research Institute, University of Salford, Salford, UK, hier S. 141. Online verfügbar unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/1902/62f8d2c934b407a88efaa38857ea7c5b6dcc.pdf> (13.08.2018).

Abb. 4.9: Emotional signalling through pheromones. Quelle: Delago-Mata, Carlos (2004): *Emotion Signalling in Multiple Intelligent Virtual Agents for Believable Artificial Animals*. Dissertation, May 2004 am Centre for Virtual Environments, Information Systems Research Institute, University of Salford, Salford, UK, hier S. 120. Online verfügbar unter: <https://pdfs.semanticscholar.org/1902/62f8d2c934b407a88efaa38857ea7c5b6dcc.pdf> (13.08.2018).

Abb. 5.1: Überwachung und Einteilung von kleinteiligen Agrarflächen mit Sensortechnik. Quelle: Jayaraman, Prem Prakash, Ali Yavari, Dimitros Georgakopoulos, Ahsan Morshed und Arkady Zaslavsky (2016): Internet of Things Platform

for Smart Farming: Experiences and Lessons Learnt. In: *Sensors* 16, S. 1-17, hier S. 4.

Abb. 5.2: Vermessung der Agrarfläche mit einer Drohne. Quelle: Tripicchio, Paolo, Massimo Satler, Giacomo Dabisias, Emanuele Ruffaldi und Carlo Alberto Avizzano (2015): Towards Smart Farming and Sustainable Agriculture with Drones. *Conference Paper, International Conference on Intelligent Environments (IE)*, 15-17 July 2015, n. pag.

Abb. 5.3: Karte mit NDVI. Quelle: www.geoagro.com: <https://www.geoagro.com/en/content/ndvi-maps-scouting-and-crop-health-monitoring> (18.07.2018).

Abb. 5.4: Verschiedene Verfahren zum Einfärben von Pflanzenarten auf digitalen Karten. Quelle: Sa, Inkyu, Zetao Chen, Marija Popovic, Raghav Khanna, Frank Liebisch, Juan Nieto und Roland Siegwart (2018): weedNet: Dense Semantic Weed Classification Using Multispectral Images and MAV for Smart Farming. In: *IEEE Robotics and Automation Letters* 3 (1), S. 588-595, hier S. 593.

Abb. 5.5: Ausrichtung der Tiere am Magnetfeld der Erde. Quelle: Begall, Sabine, Jaroslav Červený, Julia Neef, Oldřich Vojtěch und Hynek Burda (2008): Magnetic alignment in grazing and resting cattle and deer. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences* 105 (36), S. 13451-13455, hier S. 13452.

Abb. 5.6: Screenshot einer virtuell dargestellten Farm unter heutigen Bedingungen (links) und in Zukunft bei zunehmender Trockenheit (rechts). Quelle: Aurambout, J.-P., C. J. Pettit, F. Sheth und I. Bishop (2010): Virtual farming systems to communicate climate change impact data to farming communities. In: 9. *European IFSA Symposium*, 4-7 July 2010. Vienna, S. 602-609, hier S. 606. http://ifsa.boku.ac.at/cms/fileadmin/Proceeding2010/2010_WS1.7_Aurabout.pdf (09.12.2016).

Abb. 5.7: Beispiel für eine Visualisierung der Fußballentzündung bei Hühnern mit dem foot pad score (oben) mit der entsprechenden Skala (unten). Quelle: Van Hertem, T., L. Rooijakkers, D. Berckmans, A. Peña Fernández, T. Norton, D. Berckmans und E. Vranken (2017): Appropriate data visualisation is key to Precision Livestock Farming acceptance. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 138, S. 1-10, hier S. 4.

Abb. 5.8: Smartphone-Anwendung für eine »connected farm«. Links: Überwachungsmenü, rechts: Steuerungsmenü. Quelle: Ryu, Minwoo, Jaeseok Yun, Ting Miao, Il-Yeup Ahn, Sung-Chan Choi und Jaeho Kim (2015): Design and implementation of a connected farm for smart farming system. In: *Conference Paper, IEEE Sensors* 1-4 Nov. 2015, Busan, Südkorea, n. pag.

Abb. 5.9: »Cyber-physical management cycle« beim Smart Farming. Quelle: Wolfert, Sjaak, Lan Ge, Cor Verdouw und Marc-Jeroen Bogaardt (2017): Big Data in Smart Farming – A review. In: *Agricultural Systems* 153, S. 69-80, hier S. 70.

- Abb. 5.10: ICARUS. International Cooperation for Animal Research Using Space.** Quelle: <https://www.icarus.mpg.de/en>, online verfügbar unter: <https://icarusinitiative.org/technical-solution> (26.07.2018).
- Abb. 5.11 – 5.13: Pig Chase.** Quelle: Driessen, Clemens, Kars Alfrink, Marinka Copier, Hein Langerweij und Irene van Peer (2014): What could playing with pigs do to us? In: *Antennae* 30, S. 79-102, hier S. 87, 88 und 89.
- Abb. 5.14: Zaunkonstruktionen für Rentiere bei A: Jägern, B: Hirten, C: einer kommerziellen Ranch.** Quelle: Ingold, Tim (1986): Reindeer Economies: And the Origins of Pastoralism. In: *Anthropology Today* 2 (4), S. 5-10, hier S. 9.
- Abb. 5.15: »One of a collection of drawings made by the Swedish Lapp Johan Turi (1854-1936) to illustrate his book Mitalus samid birra, Copenhagen 1910«.** Quelle: Ingold, Tim (1986): Reindeer Economies: And the Origins of Pastoralism. In: *Anthropology Today* 2 (4), S. 5-10, hier S. 9.
- Abb. 5.16: Standorte der Sensoren zur Erfassung von Parametern zur Bodenbeschaffenheit.** Quelle: Online verfügbar unter: http://acbi.net.au/wp-content/uploads/2012/11/soil_moisture_data1.jpg (28.03.2013).
- Abb. 5.17: Zeichnung der anzubringenden Technik für ein Virtual Fence System.** Quelle: Anderson, Dean M. (2010): *Ear-a-round equipment platform for animals*. United States Patent, Patent No.: US 7,753,007, B1. 13. Juli 2010. Online verfügbar unter: <https://docs.google.com/viewer?url=patentimages.storage.googleapis.com/pdfs/US7753007.pdf> (13.08.2013).
- Abb. 5.18: Grasendes Rind mit angebrachter Technik für die virtuellen Zäune.** Quelle: Anderson, Dean M. (2007): Virtual fencing – past, present and future. In: *The Rangeland Journal* 29, S. 65-78, hier S. 72.
- Abb. 5.19: Aufbau des Gürtels als virtuelle Zaungrenze mit den verschiedenen Zonen.** Quelle: Anderson, Dean M. (2007): Virtual fencing – past, present and future. In: *The Rangeland Journal* 29, S. 65-78, hier S. 68.
- Abb. 5.20: Unterschiedliches Ansprechverhalten von zwei Rindern am virtuellen Zaun.** Quelle: Anderson, Dean M. (2007): Virtual fencing – past, present and future. In: *The Rangeland Journal* 29, S. 65-78, hier S. 70.
- Abb. 5.21: GPS-Positionsdaten von allen Rindern im Testpaddock an der virtuellen Zaungrenze.** Quelle: Campbell, Dean L.M., Jim M. Lea, William J. Farrer, Sally J. Haynes und Caroline Lee (2017): Tech-Savvy Beef Cattle? How Heifers Respond to Moving Virtual Fence Lines. In: *Animals* 7 (9), 72, S. 1-12, hier S. 6.
- Abb. 5.22: Bevorzugte Höhenlage von zwei Kühen.** Quelle: George, Melvin, Derek Bailey, Michael Borman, David Ganskopp, Gene Surber und Norm Harris (2007): Factors and Practices That Influence Livestock Distribution. In: *Rangeland Management Series Publication* 8217, hier S. 16. Online verfügbar unter: <http://anrcatalog.ucdavis.edu/pdf/8217.pdf> (26.09.2016).
- Abb. 5.23: Simulation von Umweltfaktoren und Konstruktion von Korridoren, in denen sich Tiere bewegen.** Quelle: Butler, Zack J. (2006): Corridor Planning for

Natural Agents. In: *Proceedings 2006 IEEE International Conference on Robotics and Automation, ICRA 2006*, S. 499-504, hier S. 500.

Abb. 5.24: Visualisierung von aufgezeichneten Kaugeräuschen bei der Futteraufnahme. Quelle: Chelotti, José O., Sebastián R. Vanrell, Julio R. Galli, Leonardo L. Giovanni und H. Leonardo Rufiner (2018): A pattern recognition approach for detecting and classifying jaw movements in grazing cattle. In: *Computers and Electronics in Agriculture* 145, S. 83-91, hier S. 86.

Abb. 5.25 – 5.27: GoatMan. Quelle: Online verfügbar unter: www.thomasthwaites.com/a-holiday-from-being-human-goatman/ (07.07.2018).

Abb. 5.28: Visualisierung vom geplanten Ozeanium Basel. Quelle: Online verfügbar unter: <https://www.ozeanium.ch/de/projekt/visualisierungen.php> (07.07.2018).

Abb. 5.29: Vision NEMO. Quelle: Online verfügbar unter: www.vision-nemo.org/vision-nemo/ (07.07.2018).

Abb. 5.30: Verschiedene Experimente in immersiven virtuellen Umwelten. Quelle: Ahn, Sun Joo (Grace), Joshua Bostick, Elise Ogle, Kristine L. Nowak, Kara T. McGillicuddy und Jeremy N. Bailenson (2016): Experiencing Nature: Embodying Animals in Immersive Virtual Environments Increases Inclusion of Nature in Self and Involvement With Nature. In: *Journal of Computer-Mediated Communication* 21 (6), S. 399-419, hier S. 405.

