

Können auch „dumme“ Geräte im Stall intelligenter werden? Use-Case Entmistungsroboter


Jernej Poteko ¹, Pia Lübke² und Jan Harms³

Abstract: Die Robotik führt immer öfter die Routinearbeiten in den Milchviehställen aus. Die automatisierten Geräte treffen ihre Entscheidungen autonom. Die Intelligenz dieser Geräte basiert vor allem auf den Daten eigener Sensoren. Wenn die intelligenten Geräte eigene Arbeitsroutinen ändern, können sie aber in Kollision mit vorab vom Landwirt fest definierten Arbeitsprozessen der „dümmeren“ Geräte kommen. Mehr Autonomie im Stall ist auf die Datenflüsse zwischen den Geräten angewiesen. Ein Austausch der Daten/Informationen zwischen den Geräten ist bisher noch nicht möglich, ist aber für einen intelligenten „Gesamtsystem Stall“ erforderlich. Im Experimentierfeld DigiMilch im Demonstrationsprojekt „Vernetzte Stalltechnik“ wurde ein Use-Case der Vernetzung eines Entmistungsroboters ausarbeitet und die Vernetzung auf einem selbstentwickelten zentralen Dashboard exemplarische demonstriert. Die Arbeit bezieht die Anforderungen der Landwirte ein und stellt eine Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der intelligenten Interaktion aller Geräte in einem vernetzten „Gesamtsystems Stall“ dar.

Keywords: M2M; Vernetzung; Stalltechnik; Sensorsysteme; Milchviehstall

1 Einleitung

In Milchviehställen werden Routinearbeiten zunehmend von Robotern erledigt. Solche Geräte bieten einen hohen Automatisierungsgrad von Arbeitsprozessen wie Fütterung, Futterergänzung und Entmistung. Beeinflusst durch die digitale Transformation erfassen die Geräte im Stall während der Arbeitsprozesse große Datenmengen (den Betriebsstatus der Geräte, Informationen über die Stallklimaparameter, usw.). Diese Daten fließen in der Regel in die Steuerung des jeweiligen Gerätes oder in das (Herden-) Managementprogramm und stehen dem Landwirt teilweise als Information über die aktuelle Situation oder als Entscheidungsgrundlage im Stall zur Verfügung. Meist übernimmt der Landwirt die manuellen Einstellungen, wann, wie und wo ein Arbeitsgang stattfinden soll (z.B. wann wird gefüttert, was wird gefüttert, wo wird entmistet...) [Ha15].

¹ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürnwächter-Platz 2, 85586 Grub-Poing, jernej.poteko@lfl.bayern.de,  <https://orcid.org/0000-0003-3548-0705>

² Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürnwächter-Platz 2, 85586 Grub-Poing, pia.luebke@posteo.de

³ Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Institut für Landtechnik und Tierhaltung, Prof.-Dürnwächter-Platz 2, 85586 Grub-Poing, jan.harms@lfl.bayern.de

Um einen Mehrwert für den Landwirt zu schaffen, sollten die Geräte die Daten selbstständig analysieren und interpretieren [NK21; SBK20]. Kann hier künstliche Intelligenz (KI) zum Einsatz kommen?

Intelligente Stalltechnik ermöglicht es, automatisierte Arbeitsabläufe an die aktuellen Gegebenheiten im Stall anzupassen (z.B. automatisches Melksystem (AMS), Fütterungsroboter). Diese Geräte treffen ihre regelbasierten Entscheidungen zunehmend selbstständig. Der Fütterungsroboter erkennt z.B. den Bedarf an Futter auf dem Futtertisch und startet selbstständig das nächste Fütterungsmuster (LE21). Die Intelligenz dieser Geräte basiert in erster Linie auf den Daten ihrer eigenen Sensoren. So können die Geräte ihre eigenen Arbeitsabläufe selbstständig und flexibel an die aktuellen Bedürfnisse im Stall anpassen. Mehr Autonomie im gesamten Stall hängt von den Datenflüssen zwischen den Geräten ab. Derzeit wird die Vernetzung der Geräte im Stall untereinander vernachlässigt [To14]. Die Kommunikation zwischen den Geräten würde es ihnen ermöglichen, bei der Planung und Ausführung von regelbasierten Arbeitsabläufen neben den eigenen auch die Daten der anderen Geräte zu nutzen. Bislang regelt der Landwirt die Interaktionen zwischen den verschiedenen Geräten im Stall und stellt die M2M-Kommunikation zwischen den Geräten sicher. Soll die Autonomie aller Geräte im Stall intelligent gesteigert werden, muss eine gute Grundlage durch die M2M-Vernetzung der Geräte gewährleistet sein [Nö19].

Kleinere automatisierte Geräte werden bei der M2M-Kommunikation oft übersehen. Wenn die intelligenten Geräte jedoch ihre eigenen Arbeitsabläufe ändern, können sie mit den Arbeitsabläufen der „dümmeren“ Geräte kollidieren, die der Landwirt im Voraus eingestellt hat. Wie wird die Zusammenarbeit zwischen mehreren „intelligenten“ und „dummen“ Maschinen im Stall in Zukunft funktionieren? Ein Daten-/Informationsaustausch zwischen den Geräten ist noch nicht möglich, aber notwendig für die Autonomie des „Gesamtsystems Stall“.

Das Experimentierfeld DigiMilch beschäftigt sich im Demonstrationsprojekt „Vernetzte Stalltechnik“ mit Fragen der Vernetzung von Geräten im Milchviehstall. Im folgenden Konferenzbeitrag wird ein Use-Case der vernetzten Stalltechnik aus der Perspektive eines Kleingeräts vorgestellt. Der Use-Case stellt den Ansatz der intelligenten Entmistung dar und fasst die Anforderungen zusammen, die ein autonomer Entmistungsroboter in Zukunft erfüllen muss, um sich an die Bedürfnisse von Tier, Mensch und Umwelt anpassen zu können.

2 Motivation zur Vernetzung der Stalltechnik

Das Demonstrationsprojekt „Vernetzte Stalltechnik“ untersucht die Erwartungen, Erfahrungen und Hemmnisse der Landwirte in Bezug auf digitale und vernetzte Stalltechnik in Milchviehställen. Im persönlichen Austausch und Online-Befragungen (2020/2021) wurden die Verhältnisse der Landwirte zu digitaler und vernetzter

Stalltechnik ermittelt, um den Entwicklungsprozess der Stalltechnikhersteller besser auf den Endnutzer abstimmen zu können.

Die Frage „Wie sehen die Landwirte die Vernetzung der Stalltechnik in Milchviehställen?“ löst ein breites Meinungsspektrum aus. Anhand mangelnder Arbeitsbeispiele ist die Zusammenarbeit von zwei (oder mehr) Geräten und eine direkte Abstimmung der Arbeitsabläufe im Stall noch nicht greifbar genug, um den Nutzen herauszulesen. Die Landwirte mit Erfahrung im Umgang mit digitalen Technologien sehen die Vernetzung der Stalltechnik als vorteilhaft an (Source). Die Mehrheit der Befragten, die bereits ein AMS nutzen, würde verschiedene automatisierte Technologien oder Geräte in ihrem Stall vernetzen wollen (PLJ21). Die Befragten sehen vor allem in den Bereichen Melken, Füttern, Entmisten und Stallklima Potenzial für eine Vernetzung, auch wenn dies zusätzliche Investitionen erfordern würde.

Die Befragung der Landwirte verdeutlicht das Interesse an der Vernetzung von Stalltechnik und bildet die Relevanz des Einsatzes bestimmter Technik ab. Das Verhältnis zur M2M-Vernetzung im Stall unterscheidet sich je nach existierenden Erfahrungen mit der Technologie, was zu verschiedenen Erwartungen und Wahrnehmungen der Vor- und Nachteile der Vernetzung führen kann. Die Praxiserfahrungen und Anforderungen der Landwirte bilden die Motivationsgrundlage für die Identifizierung des Entwicklungsbedarfs der zukünftigen Technologie und neuer Entwicklungsschritte.

3 Use-Case der vernetzten Stalltechnik: intelligente Entmistung

Der Use-Case der Vernetzung wurde am Beispiel des Entmistungsprozesses mit einem Entmistungsroboter ausgearbeitet. Eine exemplarische Demonstration der Vernetzung gibt eine erste Übersicht mit welchen Geräten/Datenquellen (Selektionstor, Online-Wetter-Dienst...) sich ein Entmistungsroboter austauschen bzw. welche Informationen er bei der Planung von eigenen Routen berücksichtigen könnte. Zusätzlich an dem Entmistungsroboter installierte selbstentwickelte Low-Cost-Sensorik (z.B. Beschleunigungssensor, Gyroskop, Neigungssensor, Ultraschall-Sensor...) stellt eine zusätzliche Datengrundlage dar, die bei der intelligenten Steuerung des Roboters mitwirken kann (Abb. 1). Mithilfe eines selbstentwickelten Dashboards werden die Daten und Informationen der unterschiedlichen Geräte im Stall visualisiert.

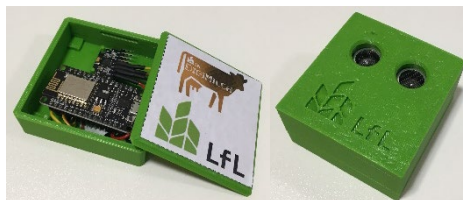


Abb. 1: Low-Cost-Sensorik: Beschleunigungssensor/Gyroskop und Ultraschallsensor.

3.1 Entmistungsroboter intelligent vernetzen

Ein Entmistungsroboter wird zunehmend für die routinemäßige Entmistung eingesetzt. Die Arbeitsabläufe (z.B. Entmistungszeiten, Entmistungsrouten) erfolgen bisher auf Basis der Erfahrung und Planung des Landwirts (Abb. 2).

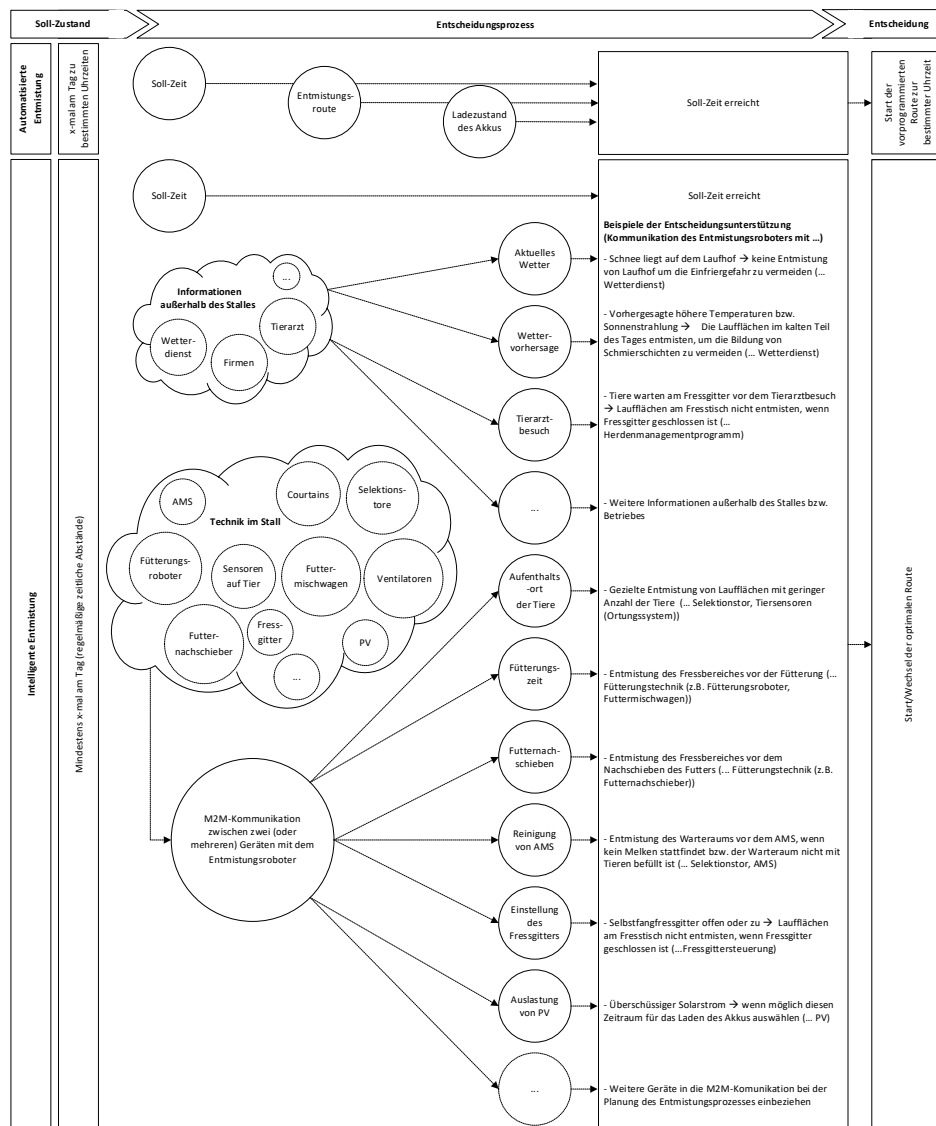


Abb. 2: Schematische Darstellung des Entscheidungsprozesses bei der Entmistung.

Wenn die täglichen Arbeitsabläufe im Stall routinemäßig sind, werden die Laufflächen zum richtigen Zeitpunkt gereinigt. Die Entmistungshäufigkeit eines Entmistungsschiebers oder die Entmistungsrouten eines Entmistungsschiebers werden vom Landwirt vorgegeben. Ausgehend von der Erfahrung des Landwirts werden die stark verschmutzten Laufflächen berücksichtigt oder die geplante Entmistung des Fressplatzes vor den Zeitpunkt der Futtervorlage gelegt. Was passiert, wenn der Fütterungsroboter selbst den Bedarf an Futter auf dem Futtertisch früher erkennt und die Futtervorlage früher erfolgt oder die Herde witterungsbedingt früher von der Weide in den Stall zurückkehrt?

Der Landwirt kann solche Ereignisse nicht planen und ist nicht in der Lage, ständig kurzfristig die Geräte nachzustimmen. Der Entmistungsschieber oder -roboter müsste dafür seine eigenen Betriebszeiten an die veränderten Bedingungen im Stall selbstständig anpassen. Dafür wäre eine Vernetzung zwischen den Geräten – in diesem Fall zwischen dem Fütterungsroboter und dem Entmistungsroboter – notwendig. Damit kann dann z.B. die Entmistung des Fressganges bereits vor der Futtervorlage abgeschlossen sein und die Kühe werden beim Fressen am Futtertisch nicht gestört. Wenn der Futterverteiler dem Entmistungsroboter im Voraus seine Fütterungszeit mitteilen könnte, könnte der Entmistungsroboter vorher den Fressgang entmisten, so dass die Tiere während des Fressens auf sauberen Laufflächen stehen und nicht durch den Entmistungsroboter gestört werden. Weitere Beispiele der Entscheidungsunterstützung stellt die Abb. 2 schematisch dar.

3.2 Exemplarische Demonstration der Vernetzung - zentrales Dashboard

Im Projekt DigiMilch wird die Vernetzung beispielhaft auf praktischen Demonstrationsbetrieben umgesetzt. Ziel ist es, den Nutzen für Mensch und Tier aufzuzeigen, aber auch zu erkunden, wo noch Herausforderungen bestehen. Um die „unsichtbare“ Vernetzung der Geräte demonstrieren zu können, werden die Daten und Informationen der verschiedenen Geräte im Stall mittels eines selbstentwickelten Dashboards visualisiert (Abb. 3). Dieses zeigt auf einen Blick, welche Informationen (z.B. aktueller Status des Entmistungsroboters, letzte Fütterung, Status der Fressgitter, aktuelles Stallklima, aktuelles Wetter,...) aus verschiedenen Quellen im Entmistungprozess genutzt werden können. Darüber hinaus stellt das Dashboard eine Grundlage für Forschungsarbeit der intelligenten Vernetzung der Stalltechnik.



Abb. 3: DigiMilch Dashboard zur Visualisierung und Erforschung der Vernetzung im Stall.

4 Ausblick

Die konkreten Demonstrationsbeispiele der M2M-Vernetzung informieren die Landwirte über die Chancen der vernetzten Stalltechnik. Insbesondere die Bedeutung der Steuerung des „Gesamtsystems Stall“ ist damit greifbar geworden und kann mit konkreten Lösungsansätzen der digitalen Stalltechnik weiter ausgebaut werden. In Zukunft wird das Dashboard um neue Geräte erweitert und der Landwirt wird stärker in die Interaktionen zwischen den Geräten eingebunden. Im Vordergrund stehen dabei Features wie die Rückmeldung über die Qualität der Arbeit an den Landwirt (z.B. wurde ein bestimmter Arbeitsgang erfolgreich abgeschlossen, welches Gerät sollte bei einer möglichen Kollision Vorrang haben? etc.). Darüber hinaus stellt das Dashboard eine Grundlage für zukünftige Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der intelligenten Interaktion aller Geräte in einem vernetzten „Gesamtsystems Stall“ dar.

5 Literatur

- [Ha15] Halachmi, I.: Precision livestock farming applications: making sense of sensors to support farm management. Wageningen Academic Publishers, 2015.
- [PLJ21] Poteko, J.; Lübke, P.; Harms, J.: M2M Communication in a Dairy Barn - Identifying Farmers' Needs and Requirements. In: International Conference of Agricultural Engineering, 4.7.-8.7.2021, Évora, Portugal, 2021.
- [Nö19] N’obrega, L.; Goncalves, P.; Pedreiras, P.; Pereira, J.: An IoT-based solution for intelligent farming, *Sensors*, 19 (3), 603, 2019.
- [To14] Tomic, S. D. K.; Drenjanac, D.; Lazendic, G.; Hörmann, S.; Handler, F.; Wöber, W.; Schulmeister, K.; Otte, M.; Auer, W.: agriOpenLink: Semantic Services for Adaptive Processes. In: Proceedings International Conference of Agricultural Engineering, Zurich, 06.7.-10.07.2014 – www.eurageng.eu, 2014.
- [NK21] Neethirajan, S.; Kemp, B.: Digital Livestock Farming. *Sensing and Bio-Sensing Research*, 100408, 2021.
- [SBK20] Slob, N.; Catal, C.; Kassahun, A.: Application of machine learning to improve dairy farm management: A systematic literature review. *Preventive Veterinary Medicine*, 105237, 2020.
- [VD] VDMA.: Leitfaden Landwirtschaft 4.0. Digital erfolgreich werden. Betriebs-Check und Planungshilfe für Praktiker, 2019.
- [LE21] Lely Vector Automatic feeding system: <https://www.lely.com/gb/solutions/feeding/vector/>, Stand: 22.10.202.