

**RINDERZUCHT
AUSTRIA**

RINDERZUCHT AUSTRIA SEMINAR 2023

**„Digitalisierung -
Herausforderungen und
Lösungen in der
Rinderwirtschaft“**



Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Referent:innen	3
D4Dairy – Ergebnisse und Stand der Umsetzung – Christa Egger-Danner	5
Digitalisierung und Datenvernetzung in der Rinderzucht (national und international), Herausforderungen und Lösungen– Martin Mayerhofer	15
Digitalisierung und Datenvernetzung in der Rinderzucht – Herausforderungen und Lösungen – Franz-Josef Auer	19
Nutzen des LKV-Futtermittelsberechnungsprogrammes – neue Möglichkeiten durch Datenvernetzung – Gerald Stögmüller	22
Erfolgsfaktoren für die Umstellung auf das System Melkroboter – Marco Horn	25
BigData und Tiergesundheit – Möglichkeiten und Grenzen – Peter Klimek, Caspar Matzhold	28
Neue Technologien – Mid-Infra-Rot-Spektren für Eutergesundheit, Stoffwechsel und Energiebilanz – Johann Sölkner, Lisa Maria Rienesl, Laura Dale	35
Digitale Tools – Neue Technologien zur Verbesserung der Eutergesundheit und Reduktion des Antibiotikaeinsatzes – Walter Obritzhauser	47
Digitale Tools – Neue Technologien zur Verbesserung der Klauengesundheit – Johann Kofler	57
Züchterische Ansätze zur Verbesserung der Klauengesundheit – Christian Fürst	65
Neue Hilfsmerkmale für Klauengesundheit – Astrid Köck	74
Neue Merkmale für die Zucht auf Stoffwechselstabilität – Birgit Fürst-Waltl, Katharina Schodl	79

Verzeichnis der Referent:innen

Dr.ⁱⁿ Christa Egger-Danner, Zuchtdata EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/18, 1200 Wien, egger-danner@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

Ing. Martin Mayerhofer, Zuchtdata EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/18, 1200 Wien, mayerhofer@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

Ing. Franz-Josef Auer MSc, LKV Austria Gemeinnützige GmbH, Dresdner Straße 89/18, 1200 Wien, franz.josef.auer@lkv-austria.at; www.lkv.at

Lisa Pickl, Lely Center Enns, Kottlingrat 23, 4470 Enns, info@ens.lelycenter.com, www.lely.com

DI Franz Steininger, ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/B1/18, 1200 Wien, steininger@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

DI Gerald Stögmüller, Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wiener Straße 64, 3100 St. Pölten, gerald.stoegmueller@lk-noe.at; www.noe.lko.at

Dr. Marco Horn BEd, Landwirtschaftskammer Niederösterreich, Wiener Straße 64, 3100 St. Pölten, marco.horn@lk-noe.at; www.noe.lko.at

Assoc. Prof. Priv.-Doz. Dr. Peter Klimek, Medizinische Universität Wien, Spitalgasse 23, 1090 Wien, peter.klimek@meduniwien.ac.at; www.meduniwien.ac.at

Casper Matzhold MSc, ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/B1/18, 1200 Wien, matzhold@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

Univ.- Prof. Dr. Johann Sölkner, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für Nutztierwissenschaften (NUWI), Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, johann.soelkner@boku.ac; www.boku.ac.at

DIⁱⁿ Lisa Maria Rienesl, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für Nutztierwissenschaften (NUWI), Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien, lisa.rienesl@boku.ac.at; www.boku.ac.at

Dr. Dr.ⁱⁿ Laura Dale, Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V., Heinrich-Baumann Str. 1-3, 70190 Stuttgart, ldale@lkvbw.de; www.lkvbw.de

Dr. Walter Obritzhauser, Dipl.-TA, Randweg 2, 8605 Kapfenberg,
w.obritzhauser@dairyvet.at; www.tierarzt-obritzhauser.stadtausstellung.at

Ao. Univ.-Prof. Dr. Johann Kofler, Diplomate ECBHM, Veterinärmedizinische Universität
Wien, Universitätsklinik für Wiederkäuer, Veterinärplatz 1, 1210 Wien,
Johann.Kofler@vetmeduni.ac.at; www.vetmeduni.ac.at

Dr. Christian Fürst, ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/B1/18,
1200 Wien, fuerst@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

Dr. in Astrid Köck, ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/B1/18,
1200 Wien, koeck@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

Priv.-Doz. Dr. in Birgit Fürst-Waltl, Universität für Bodenkultur Wien (BOKU), Institut für
Nutztierwissenschaften (NUWI), Gregor-Mendel-Straße 33, 1180 Wien,
birgit.fuerst-waltl@boku.ac; www.boku.ac.at

Dr. in Katharina Schodl, ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße
89/B1/18, 1200 Wien, schodl@zuchtdata.at; www.zuchtdata.at

D4Dairy - Ergebnisse und Stand der Umsetzung

C. Egger-Danner¹, K. Linke, B. Fürst-Waltl, P. Klimek, O. Saukh, T. Wittek,
D4Dairy-Konsortium

ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH Wien

Einleitung

Das Projekt D4Dairy (Digitalisierung, Datenintegration, Detektion (Erkennung) und Decision Support (Entscheidungsunterstützung) in der Milchwirtschaft wurde nach 4 Jahren Projektlaufzeit Ende September 2022 abgeschlossen. Beendet sind die Arbeiten an Fragestellungen aus dem Projekt deshalb aber noch nicht. An der Überführung der entwickelten Werkzeuge in die Praxis wird in verschiedenen Bereichen noch gearbeitet. Einige Themen werden in Folgeprojekten weiterentwickelt. Der vorliegende Beitrag gibt eine Kurzübersicht über die erzielten Ergebnisse und noch laufenden Forschungsarbeiten.

Ziele und Arbeitsbereiche

D4Dairy hatte das übergeordnete Ziel, mittels eines datengestützten, vernetzten Informationssystems unter Ausschöpfung der Möglichkeiten moderner Technologien (Mid-Infra-Rot Spektren, Genominformation, ...) und fortgeschrittener Datenanalysen eine digitale Unterstützung des Managements am Milchviehbetrieb aufzubauen und damit eine weitere Verbesserung der Tiergesundheit, des Tierwohls und der Produktqualität zu erreichen. Das Konsortium setzte sich aus 13 Wissenschaftspartnern, 30 direkten Wirtschaftspartnern und weiteren externen Partnern entlang der Wertschöpfungskette Milch zusammen. Die Arbeitsbereiche und Forschungsfragen sind in der Abbildung 1 dargestellt.



Abbildung 1: Projektübersicht mit Forschungsfragen im Rahmen von D4Dairy

Ergebnisse

Die Bedürfnisse und Erwartungen an eine Milchviehhaltung, die digitale Werkzeuge nutzt, wurden in einer Reihe von Umfragen und Workshops mit österreichischen Milchviehbetrieben untersucht. Die Onlinebefragungen erreichten zwischen 2900 bzw. 3700 Landwirte (ca. 19-24 % der Betriebe unter Milchleistungsprüfung) und gaben Aufschluss über die Akzeptanz von Automatisierungs- und Digitalisierungstechnologien auf Milchviehbetrieben und die Erwartungen der Landwirt:innen in Abhängigkeit von Betriebstypen und -strategien. Im Jahr 2022 waren 1595 Automatische Melksysteme (AMS) in Österreich im Einsatz (19 % der Kühe unter Leistungsprüfung), 2016 waren es noch 540. Die Mehrheit der größeren und wachsenden Betriebe setzt bereits Sensorsysteme ein, oder zieht deren Anschaffung in Erwägung. Hauptziel einer

Investition in digitale Lösungen ist die Arbeitszeitersparnis. Eine weitere Motivation ist die

Verbesserung und Unterstützung von Entscheidungen, die auf eigenen Daten basieren. Um dies zu erreichen, sieht mehr als die Hälfte der befragten Landwirte Bedarf an erweiterter Datenintegration zwischen bestehenden Systemen. Datenschutz ist ein zentrales Thema für das Vertrauen in digitale Systeme. Etwa ein Drittel der befragten Landwirt:innen fühlt sich von digitalen Technologien überfordert. Die Umfragen zeigten, dass die Betriebe bürgerlichen Organisationen (z. B. Zucht- oder Landeskontrollverbänden) hohes Vertrauen in Bezug auf Speicherung und Auswertung von Betriebsdaten entgegenbringen.

Datenintegration

In D4Dairy wurde ein Beispiel für eine Dateninfrastruktur zur gemeinsamen Nutzung von Daten für die Forschung und Weiterentwicklungen in der Entscheidungsunterstützung bzw. im Herdenmanagement entwickelt. Als Grundlage dienten Daten aus der

Zentralen Rinderdatenbank, wie Informationen über tierärztliche Diagnosen, Klauenerkrankungen sowie genetische und genomische Informationen. Hinzu kamen Daten von Technologieanbietern, detaillierte Informationen über Haltung, Fütterung und Managementaspekte sowie zusätzliche gesundheitsbezogene Informationen von etwa 300 Landwirten, die an verschiedenen Pilotstudien im Rahmen des Projekts teilnahmen.

Ein zentraler Punkt in D4Dairy war die Entwicklung von Datenschnittstellen für die Praxis, um Synergien im Bereich der Datenvernetzung und Dateneingabe zu nutzen und so die Arbeit zu erleichtern, aber auch um die Potentiale der Technologien für neue Bereiche nutzen zu können. Einige Datenschnittstellen zwischen dem Rinderdatenverbund und Technologieanbietern sind bereits im Routinebetrieb etabliert, beispielsweise zu smaXtec seit 2019, zum Futtermittellabor Rosenau seit 2020 und zu Lely seit 2022. Die Schnittstelle zwischen dem RDV und den Milchuntersuchungslaboren wurde um Informationen zum Antibiogramm erweitert. Am Datenaustausch zwischen RDV und Allflex SenseHub™, GEA, DeLaval und weiteren Technologieanbietern wird seitens der RDV GmbH und iDDEN (www.idden.com) gearbeitet. Durch die Datenvernetzung können Mehrfacheingaben vermieden und zudem die Qualität der Produkte

verbessert werden. Fragen im Zusammenhang mit dem Schutz von Daten und geistigem Eigentum wurden im Zusammenhang mit Datenaustausch bzw. gemeinsamer Nutzung von Daten juristisch abgeklärt. Der aktuelle Stand der Umsetzung wird im Beitrag von Mayerhofer (2023) vorgestellt.

Neue IT-Konzepte für die Sicherstellung der Datenqualität von Sensorsystemen und die effiziente Organisation von Datennutzungs- und -weitergaberechten wurden untersucht. Eine technische Lösung zum automatischen Datenaustausch und zur Verarbeitung von hochdimensionalen Daten wurde seitens der TU-Graz ausgearbeitet. Die Erkenntnisse aus D4Dairy fließen in Konzepte für künftige Weiterentwicklungen in diesem Bereich ein.

Digitale Entscheidungsunterstützung - Neue Daten für die Optimierung des Herdenmanagements

Die Verfügbarkeit integrierter und neuartiger Daten in Kombination mit fortschrittlichen Analysemethoden ermöglicht eine frühere Erkennung des Auftretens potenzieller Gesundheitsprobleme in Milchviehbeständen und ermöglicht so ein zeitnäheres Eingreifen.

Daten aus digitalen Technologien wie Daten aus AMS, Sensoren und Fütterungssystemen wurden genutzt, um

neue Merkmale abzuleiten. Das Projekt befasste sich mit deren Definition und Beziehung zu anderen interessanten Merkmalen sowie mit der Auswertung von Sensordaten zur Früherkennung von Krankheiten, z.B. Lahmheit und Ketose. Ein Arbeitsschwerpunkt war die Aufbereitung der neuen Daten für die Bearbeitung der Forschungsfragen. Die Auswirkungen von Lahmheiten oder subklinischer Ketose auf die Verhaltensweisen, die von Sensordaten abgelesen werden können, wurden analysiert. Modelle zur Vorhersage einer Lahmheit wurden aufbauend auf unterschiedlich komplexen Datenumfängen entwickelt. Die Arbeiten zeigten den Nutzen der Kombination von verschiedenen Datenquellen. Die Umsetzung der Erkenntnisse in Anwendungen für die Praxis ist im Zuge eines Folgeprojektes vorgesehen.

Ein Benchmarking aufbauend auf Klauenbefunden und Lahmheiten wurde entwickelt (siehe Beitrag Kofler et al. 2023). Ein Benchmarking über Betriebe hinweg setzt harmonisierte Merkmale voraus, welche bei Klauenbefunden oder Lahmheiten international verfügbar sind. Bei der Nutzung von Sensordaten für Anwendungen über Betriebe hinweg (Benchmarking, Qualitätssicherung,...) ist die Herausforderung, dass viele verschiedene Systeme mit unterschiedlichen Parametern im Einsatz sind und ein Vergleich über Betriebe und

Systeme hinweg aktuell nicht valide möglich ist.

Ein Benchmarking für die Früherkennung von möglichen Gesundheitsstörungen wurde aufbauend auf Daten der Tankmilch entwickelt. Dieses ist bereits in der Routine im Einsatz.

Konzepte zur Optimierung von Fütterungsprozessen waren ein weiterer Arbeitsschwerpunkt in D4Dairy. Der Einsatz von Konzentratfuttermitteln wurde analysiert und zeigte sehr große Unterschiede in der Effizienz bezogen auf eingesetzte Mengen pro kg Milch zwischen den Betrieben.

Maßnahmen zur Reduktion von Antibiotikaresistenzen

Das Projekt harmonisierte in Zusammenarbeit mit Laboren aus ganz Österreich die Antibiotika Empfindlichkeitstests (AST) für Mastitiserreger, um die Vergleichbarkeit der Resistenzdaten zu ermöglichen und arbeitete die Logistik für die Datenübermittlung von den Laboren zum Rinderdatenverbund und die Darstellung im Herdenmanager aus. AST-Daten sind in Folge für Landwirt:innen und Tierärzt:innen zugänglich und ermöglichen einen Überblick über die Resistenzsituation am Betrieb. Weiters wurde in Zusammenarbeit mit einer Molkerei und führendem Milchverarbeiter ein Entscheidungsinstrument für

Tierärzt:innen entwickelt, um Landwirt:innen hinsichtlich der besten Trockenstellstrategie für ihren Betrieb optimal zu beraten. Das Werkzeug zur datengetriebenen Unterstützung beim Trockenstellen wird im Betrag von Obritzhauser et al. 2023 vorgestellt.

In einem weiteren Teilprojekt wurden die Auswirkungen der Verfütterung von sog. „Sperrmilch“ (Milch von mit Antibiotika behandelten Kühen) an Kälber und der Einfluss dieser Praxis auf die Entwicklung antimikrobiell resistenter Bakterien auf landwirtschaftlichen Betrieben untersucht, um Alternativen dazu zu etablieren. Das Thema ist komplexer als angenommen und wird in weiteren Studien bearbeitet. Eine vielversprechende Methode, mit der eine Verringerung der Exposition gegenüber Antibiotika durch Sperrmilch erreicht werden soll, wurde entwickelt und der Nachweis des Erfolgs der Methode ist im Gange.

Digitalisierung und Wissenstransfer

Die Nutzung digitaler Technologien verändert zunehmend die Art und Weise, wie landwirtschaftliche Betriebe geführt werden und stellt auch Berater und Tierärzte vor neue Herausforderungen. Im Projekt wurden die Anforderungen zur Nutzung der Digitalisierung für die verschiedenen beteiligten Stakeholder Landwirt:innen, Tierärzt:innen und

Berater:innen analysiert und Ansatzpunkte für Verbesserungen identifiziert. Die Erwartungshaltung der Konsument:innen und die soziale Akzeptanz hinsichtlich der eingesetzten Technologien vor allem in der tierhaltenden Landwirtschaft spielt eine nicht zu unterschätzende Rolle für das zukünftige Bild der Landwirtschaft in der Öffentlichkeit. Erhebungen zur Akzeptanz moderner Technologien in der Milchwirtschaft bei allen beteiligten Gruppen wurden durchgeführt. Die Ergebnisse sollen genutzt werden, um weitere hilfreiche Informationen über verschiedene Informationskanäle zu verbreiten und die verschiedenen Beteiligten entlang der Wertschöpfungskette bestmöglich auf die Nutzung der neuen Technologien vorzubereiten. Die Ergebnisse aus D4Dairy wurden während der Projektlaufzeit in Webinaren für Landwirt:innen, auf der D4Dairy Homepage, in verschiedenen Fachzeitschriften und im Zuge von nationalen und internationalen Konferenzen präsentiert.

Daten and Erkennung (Detection) – Datengetriebene Erkennung von Risikofaktoren und Früherkennung zur Verbesserung der Tiergesundheit

Funktionale Merkmale, insbesondere Gesundheitsmerkmale, haben im Nutztierbereich in den vergangenen Jahren zunehmend an Bedeutung gewonnen. In diesem Zusammenhang bieten sich für das Herdenmanagement und die Zucht durch die Kombination von Daten aus der Automatisierung und Sensoren bzw. anderen neuen Merkmalen mit modernen, hochentwickelten Analysemethoden neue Möglichkeiten. D4Dairy umfasst die gesamte Bandbreite der Erfassung und Validierung neuer Merkmale, die Kombination von neuen mit bereits bestehenden Merkmalen, sowie die Untersuchung möglicher Risikofaktoren hinsichtlich der Tiergesundheit mit Hilfe von neuen Methoden bis hin zur Implementierung, z.B. im Rahmen von Optimierungs- und Zuchtstrategien. Dies ermöglicht die Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls. Durch die Verbesserung der beiden Merkmalskomplexe Fitness und Leistung können Kosten reduziert und Erträge gesteigert werden, was in Folge zu einer Erhöhung der Profitabilität des Milchviehsektors beiträgt.

Big Data Analysen zur Vorhersage von Krankheitsmarkern

Viele Tierkrankheiten entstehen durch das Zusammenspiel von genetischen und umweltbedingten Risikofaktoren. Die frühzeitige Erkennung und verbesserte Überwachung dieser Risikofaktoren kann erheblich zur Tiergesundheit und zum Tierschutz beitragen. Es wurden Risikofaktoren für die Entwicklung von Krankheiten untersucht und Parameter für die Früherkennung unter Verwendung neuartiger wissenschaftlicher Ansätze wie z.B. Big Data Analysen entwickelt.

Das Ziel war es ein Modell zu entwickeln, das ermöglicht zu entschlüsseln, wie verschiedene Genetik und Umwelt bedingte Faktoren, sowie deren Wechselwirkungen zur Tiergesundheit und zum Tierschutz beitragen. Diese Modelle wurden basierend auf einer umfassenden Datengrundlage, die zeitaufgelöste Phänotypen und Umweltinformationen als auch genetische Informationen für Rinder enthält, entwickelt. Das Projekt befasste sich mit der Identifizierung von frühzeitigen prognostischen Krankheitsmarkern. Ergebnisse daraus werden im Beitrag von Klimek und Matzhold (2023) präsentiert. An weiteren vertiefenden Analysen und der Entwicklung von Routineanwendungen wird gearbeitet.

Verwendung der Milch-Mittelinfrarotspektroskopie zur Vorhersage des Gesundheitszustandes von Milchkühen

Mittelinfrarotspektroskopie (MIR) ist das Routineverfahren der Milchanalyse. Neueste Untersuchungen konnten zeigen, dass der Gesundheits- und Ernährungszustand von Milchkühen über die biochemische Zusammensetzung der Milch abgebildet werden kann. Ziel ist es den Milchbauern neue, verlässliche Werkzeuge für das Herdenmanagement zur Hand zu geben mit denen sie den wachsenden Anforderungen hinsichtlich Leistung, Wirtschaftlichkeit und Tierwohl nachhaltig begegnen können. In D4Dairy wurde primär an den Merkmalskomplexen Ketose, Mastitis und Trächtigkeit gearbeitet. Das MIR-Projekt hatte zum Ziel neue, robuste Milch-MIR-Vorhersagemodelle mit Hilfe einer großen Zahl von Routine-Milchproben und Veterinär Diagnosen zu entwickeln und zu überprüfen. Die beteiligten Forschungspartner konnten dabei auf die Expertise sowie die Daten der im Verband EMR (European Milk Recording) zusammengeschlossenen europäischen Kontrollverbände zurückgreifen. Zusätzlich wurden durch chemische Referenzanalysen die bestehenden MIR-Modelle für Milchinhaltsstoffe verbessert. Ergebnisse siehe Beiträge von Sölkner et

al. 2023 im Rahmen des Seminars oder weiteren Publikationen.

Stallklima, Tiergesundheit und Tierwohl

Das übergeordnete Ziel dieses Projektes war die Förderung von Tiergesundheit, Wohlergehen, Produktivität und potenziell auch Produktqualität durch eine verbesserte Erfassung von Umweltinformationen und betriebsbezogenen Daten. Im Projekt wurde ein On-farm-Monitoring für verschiedene Merkmale des Stallklimas und der Luftqualität durch die Firma Pessl ausgearbeitet. Es war das Ziel praxistaugliche und kostengünstige Sensoren für diesen Anwendungsbereich zu entwickeln. Die Entwicklung war aufwändiger als angenommen, sodass der Zeitraum mit validen Messdaten zum Stallklima in Kombination mit Tiergesundheits- und Tierwohldaten limitierend ist und umfangreiche wissenschaftliche Analysen nicht zulässt. Es wurde ein Webinar zum Thema Hitzestress und Stallklima abgehalten, welches auf der D4Dairy Homepage nachgehört werden kann (<https://d4dairy.com/de/news-details/d4dairy-webinar-hitzestress-vermindern-und-das-stallklima-verbessern.html>).

Genetik und Genomik

Die Phänotypen speziell im Bereich der funktionalen Merkmale (Gesundheit, Tierwohl,...) sind in der Zucht auch im Zeitalter der Genomik limitierend. Die Daten aus den neuen Technologien (AMS, Sensor, MIR,...) versprechen Potential für die Nutzung in der Zucht. Ziel in D4Dairy war es, diesbezüglich verschiedene Datenquellen zu analysieren. Aufbauend auf „gereinigten“ Daten wurden Merkmale definiert und Zusammenhänge zum Zielmerkmal („Goldstandard“) erforscht. Im Projektzeitraum wurde der Fokus auf 2 unterschiedliche Sensorsysteme und die Merkmale Ketose bzw. Mastitis gelegt. Ergebnisse daraus sind im Beitrag von Fürst-Waltl et al. 2023 dargestellt. Die Möglichkeiten aus diesen neuen Daten für die Zucht sind vielfältig. Die Arbeiten in D4Dairy stellen erst den Beginn dar.

Mykotoxine und Tiergesundheit

Mykotoxine - sekundäre Metabolite von Schimmelpilzen - weisen eine Vielzahl von gesundheitsgefährdenden Eigenschaften auf und verursachen weltweit beträchtlichen wirtschaftlichen Schaden in der Tierproduktion. Das Auftreten von Mykotoxinen im Futter österreichischer Milchviehbetriebe sowie deren Auswirkung auf die Gesundheit und Fruchtbarkeit war weitgehend unbekannt. Es wurde eine umfangreiche Feldstudie durchgeführt, in welcher das Futter

österreichischer Milchviehbetriebe auf mehr als 400 Pilzmetabolite analysiert wurde. Der Zusammenhang mit Fruchtbarkeit und Eutergesundheit wurde untersucht. Die Ergebnisse deuten auf mögliche negative Auswirkungen von Fusarium-Mykotoxinen auf die Eutergesundheit (erhöhte Zellzahlen) und Fruchtbarkeit (längeres Kalbungsintervall) hin. Der zweite Schwerpunkt war eine noch genauere Untersuchung der Wechselwirkung von Mykotoxinen mit einer häufigen Stoffwechselstörung, der subakuten Pansenazidose (SARA). Mittels eines in-vitro Modells (rumen simulation technique, RUSITEC) wurde gezeigt, dass nicht nur die Mykotoxinverstoffwechslung selbst durch die abgesenkten pH-Bedingungen behindert wird, sondern auch, dass die natürliche Strategie bei stärkereichen Rationen das Wachstum von laktatverzehrenden, nützlichen Bakterien namens *Megasphaera elsdenii* im Pansen durch das sehr häufig vorkommende Mykotoxin Deoxynivalenol (DON) negativ beeinflusst wird.

Diese Ergebnisse tragen dazu bei, die Rolle von Mykotoxinen für die Gesundheit von Milchkühen besser verstehen zu können. Ergebnisse aus diesem Projektteil sind neben verschiedenen Publikationen in einem D4Dairy Webinar nachzuhören (<https://d4dairy.com/de/news-details/d4dairy-webinar-mykotoxine.html>).

Resümee

Die 43 Wirtschafts- und Wissenschaftspartner arbeiteten und forschten gemeinsam mit dem Ziel, mit Hilfe der Digitalisierung eine weitere Verbesserung der Tiergesundheit, des Tierwohls und der Produktqualität zu erreichen. D4Dairy legte in Österreich, aber auch international einen wertvollen Grundstein für die verstärkte Zusammenarbeit verschiedener Stakeholder, weitreichende Datenvernetzung und damit für weitere Verbesserungen der Dienstleistungen und Möglichkeiten aus der Digitalisierung. Die Ergebnisse und Erkenntnisse fließen auch in die gemeinsame Arbeit bei ICAR und IDF hinsichtlich der Schaffung von Grundlagen, damit die Daten aus den neuen Technologien breiter für die Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls genutzt werden können, ein. Aufbauend auf der Datengrundlage aus D4Dairy sind noch zahlreiche Forschungsarbeiten im Laufen. Weitere wertvolle Ergebnisse für die Praxis sind zu erwarten.

Für die nachhaltige Weiterentwicklung der Rinderwirtschaft ist wichtig, dass die verschiedenen Ressourcen bestmöglich genutzt werden. Das inkludiert auch das Potential, dass die Digitalisierung bietet. Vernetzung von Daten und darauf aufbauende Verbesserungen in den Anwendungen sind eine Möglichkeit, um z.B. die Tiergesundheit und das Tierwohl zu verbessern, die Fütterung zu optimieren aber auch um die Arbeitszeit zu reduzieren bzw. effektiver nutzen zu können.

Danksagung

Dieser Beitrag wurde im Rahmen des Projektes D4Dairy (Projektnummer: 872039) erstellt. Das COMET-Projekt D4Dairy wurde vom BMK, BMDW und den Ländern Niederösterreich und Wien unterstützt und wurde von der FFG abgewickelt.

Literatur

Publikationen und weitere Informationen aus D4Dairy siehe www.d4dairy.com.

Digitalisierung und Datenvernetzung in der Rinderzucht (national und international) - Herausforderungen und Lösungen

Martin Mayerhofer¹, Franz-Josef Auer²

¹ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH Wien, ²LKV Austria Gemeinnützige GmbH

Rückblick

Die Digitalisierung in der Rinderzucht hat sehr früh begonnen. Anfang der 1960er Jahre wurde bereits die elektronische Datenverarbeitung in der Leistungsprüfung eingeführt. 1963 wurde die Zuchtwertschätzung für Milchleistung (Töchterpopulationsvergleich) eingeführt. Dazu wurden die händisch errechneten Laktationsleistungen über gestanzte Lochkarten in die Datenverarbeitung eingespeist.

1971 wird die Datenerfassung auf maschinenlesbare Klarschriftbelege umgestellt. Diese Art der Datenerfassung war bis zur Einführung des Rinderdatenverbundes im Jahr 1999 im Einsatz. Anfang der 1980er Jahre entstanden erste dezentrale PC-Anwendungen für die Herdebuchführung bei den Zuchtverbänden. Dazu wurden die Daten auf 8 Zoll Disketten vom zentralen Datenbestand an die Zuchtverbände übermittelt. Mitte der 1990er Jahre entstehen auch erste PC-Anwendungen für die Datenerfassung in der Leistungsprüfung, die teilweise die

Meldung über Klarschriftbelege ablösen. Als Datenvernetzung im Sinne von Schnittstellen gab es damals nur die Datenausgabe auf Disketten an die Zuchtverbände und den Dateneingang von den LKV's, die mit PC gearbeitet haben und vereinzelt auch die Meldung der Belegungen von Besamungsstationen.

Der Rinderdatenverbund (RDV)

Angespornt vom angekündigten Jahr 2000 Problem wurde Ende der 1990er Jahre mit Hochdruck an der eines modernen Datenbanksystems für die zentrale Speicherung aller Leistungskontroll- und Herdebuchführungsdaten gearbeitet. Dieses System wurde gemeinsam mit dem LKV Bayern entwickelt und wurde in Österreich am 11.11.1999 in Betrieb genommen. Mit diesem System konnte erstmals online gearbeitet werden. Alle Landeskontrollverbände und die hauptberuflichen Kontrollorgane sowie alle Zuchtverbände hatten erstmals direkten Zugriff auf die zentral gespeicherten Daten. Über 700 Benutzer

konnten somit direkt Daten erfassen und stets aktuelle Daten abfragen.

Der Rinderdatenverbund (RDV GmbH)

Im Laufe der Zeit wurden auch andere LKV's in Deutschland auf den Rinderdatenverbund und die Zusammenarbeit zwischen Österreich und den LKV Bayern aufmerksam. Im Jahre 2003 wurde die RDV Vertriebs- und Entwicklungs- GmbH. mit Sitz in München gegründet. Die Gründungsmitglieder waren der LKV Bayern, der LKV Baden-Württemberg und die ZuchtData. In den Folgejahren wurde diese Gemeinschaft noch um den LKV Schleswig-Holstein und den LKV Nordrhein-Westfalen erweitert. In dieser Gemeinschaft wird die Software gemeinsam entwickelt und eingesetzt. Der Zusammenschluss betreut 54.000 Betriebe und über 2 Millionen Milchkühe.

Nur Daten, die genutzt werden, sind nützliche Daten – Daten zusammenführen - Mehrwert generieren

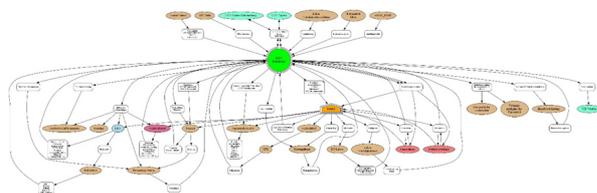


Abbildung 1: Der Datenfluss im Rinderdatenverbund

Die Datenvernetzung

Durch die Möglichkeit der Datenspeicherung in einer zentralen Datenbank wurde die Nachfrage nach

Schnittstellen immer größer, damit Daten, die bereits elektronisch vorhanden sind, nicht nochmals manuell erfasst werden müssen. Im Laufe der letzten 20 Jahre entstanden somit dateibasierte Schnittstellen. Derzeit gibt es im RDV ca. 50 Schnittstellen, über die die Daten von Datenlieferanten wie Laboren, Besamungsstationen, Schlachthöfe, Klauenpfleger, Tierärzten, aber auch Partnerorganisationen im Rinderdatenverbund in den RDV integriert werden.

Andererseits werden über diese Schnittstellen auch Daten an die Datenempfänger wie Zuchtverbände, LKV's, Tierärzte, Klauenpfleger und an die Betriebe selbst ausgegeben.

Die Digitalisierung auf den Betrieben

Die fortschreitende Digitalisierung auf den Betrieben führt dazu, dass über Sensoren, automatische Melksysteme, Fütterungsautomaten sehr viele Daten auf den Betrieben anfallen. Diese Daten sollen zur Verwendung im Herdenmanagement und als Datengrundlage für die Zuchtwertschätzung im RDV gespeichert werden. In diesem Bereich müssen aber Maschine zu Maschine Schnittstellen zum Einsatz kommen, weil mit dateibasierten Schnittstellen diese großen Datenmengen nicht mehr verarbeitet werden können.

Die Herausforderungen

Die hohen Datendichten bei den automatisierten Systemen führt zu extrem steigenden Speicherplatzbedarf. Dieser neuen Herausforderung muss sich auch der RDV stellen.

Die Formate für die dateibasierten Schnittstellen wurden österreichintern mit einem oder einigen wenigen Datenlieferanten vereinbart. Bei den Technikanbietern im Bereich der Automatisierung handelt es sich um internationale Konzerne, die nicht für jedes Land und jeden Datenaustauschpartner eigene Schnittstellen zur Verfügung stellen wollen. Hier braucht es eine Normierung, damit eine Schnittstellenimplementierung für möglichst alle Datenaustauschpartner ausreicht.

Die strikten europäischen Datenschutzvorschriften sind der Garant dafür, dass alle Beteiligten an diese Datenaustausch sicher sein können, dass ihre Daten nur entsprechend der Vereinbarungen verwendet werden dürfen.

Schlussendlich sollen die neuen Daten aus der Automatisierungstechnik aber auch für die Betrieb im Bereich des Herdenmanagements nutzbar gemacht werden. Andererseits sind diese Daten auch Grundlage für die Anpassung der Zuchtwertschätzung und der Zuchtziele in der Rinderzucht.

Forschungsprojekte suchen Lösungen

Die Projekte ADDA und D4Dairy haben sich neben vielen anderen Fragestellungen auch genau diesen Herausforderungen angenommen.

Wie kann der Datenschutz bei Einbindung der neuen Technologien gewahrt werden?

Welche neuen Daten sind für die Weiterentwicklung der Rinderzucht verfügbar und wie können sie in den RDV übernommen werden?

In welcher Form können die Schnittstellen automatisiert werden und wie werden die großen Datenmengen gespeichert?

Wie können mit Big-Data Analysen neue Schlüsse aus den riesigen Datenmengen gezogen werden?

Welche Tools können den Landwirt beim Herdenmanagement unterstützen?

Die Lösungsansätze

Im Bereich des Datenschutzes gibt es eine neue Onlinelösung im RDV-Portal, wo die Betriebe ihre aktuellen Zustimmungen einsehen und verwalten können. Die Datensicherheit der gespeicherten Daten wird durch den Systembetrieb im LFRZ sichergestellt. Das LFRZ verfügt über eine Informationssicherheits-Management-system-Zertifizierung nach ISO 27001:2013.

Schnittstellen für die Einbindung von Sensordaten und Daten von

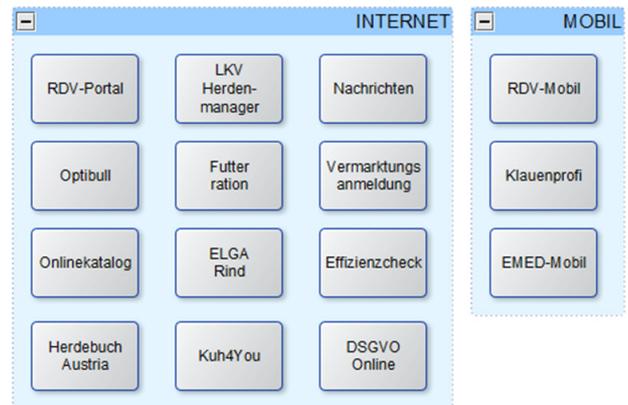
automatischen Melksystemen wurden entwickelt. Zur Normierung der Dateneinbindung wurde eine eigene, weltweit agierende Firma gegründet, wo auch die RDV-GmbH und damit auch die österreichische Rinderzucht beteiligt ist. Die IDDEN-GmbH (The International Dairy Data Exchange Network – www.idden.org) wurde von bäuerlich geführten Mitgliedsorganisationen aus Australien, Österreich, Belgien, Canada, Dänemark, Deutschland, Island, Finnland, Luxemburg, Norwegen, Schweden, Niederlande und USA gegründet. Erste Implementierungen der neuen normierten Schnittstelle gibt es bereits mit DeLaval und GEA.

Im Bereich der RDV-GmbH wird auch an einem gemeinsamen Konzept für die Speicherung und Verarbeitung von großen Datenmengen gearbeitet.

Mit 12 Onlineprogrammen und 3 Mobil-Apps stehen dem Landwirt im RDV umfangreiche Tools für das Herdenmanagement zur Verfügung, die laufend an die neuesten Erkenntnisse aus

den Forschungsprojekten angepasst werden.

Abbildung 2: 12 Onlineprogramme und 3



Mobilprogramme stehen für das Herdenmanagement zur Verfügung

Das Fazit

Ein wesentliches Ziel der RINDERZUCHT AUSTRIA ist es, die **Rinderzucht in Bauernhand** abzusichern.

Ein wichtiger Baustein dazu ist, dass auch die **Daten in Bauernhand** sind.

Das wird durch die zentrale Datenverarbeitung im **Rinderdatenverbund (RDV)** gewährleistet.

Digitalisierung und Datenvernetzung in der Rinderzucht – Herausforderungen und Lösungen

Franz-Josef Auer

LKV Austria Gemeinnützige GmbH

Einleitung

Die Digitalisierung ist seit einigen Jahren in aller Munde. Neben den Industriezweigen hat die Digitalisierung mittlerweile auch die Landwirtschaft und dadurch auch die Rinderzucht mit den damit verbundenen Tätigkeiten im Bereich Zucht und Leistungsprüfung fest im Griff. Es gibt heute kein Meeting mehr, in dem Digitalisierung, Datenaustausch und Schnittstellen nicht auf der Agenda stehen.

War in Vergangenheit noch die Erfassung von unterschiedlichen Daten (MLP Daten, Abgangsursachen, etc.) und die damit verbundene Datenspeicherung in Datenbanken das oberste Ziel, so hat sich bis heute durch neue Entwicklungen im Bereich der Digitalisierung und der Datenvernetzung vieles verändert und weiterentwickelt.

Die Landeskontrollverbände sind vorwiegend mit den Automatisierungen Melk- und Fütterungsroboter sowie Sensoren, jedoch auch im Bereich Datenaustausch zur stationären Melkanlagen im Digitalisierungsprozess gefordert. Die Mitglieder erwarten sich

heute, dass Erfassungen nur mehr in einem System gemacht werden müssen und diese Daten in allen Systemen automatisch übernommen und ergänzt werden. Dies klingt einfach, jedoch in der Praxis gibt es dabei sehr viele Herausforderungen, welche gelöst werden müssen.

Digitalisierung in der Leistungsprüfung:

Sieht man sich die verschiedenen Definitionen von Digitalisierung genauer an, so erhält man immer eine etwas andere Erklärung zu diesem Thema. Die einfachste Definition von Digitalisierung besagt, dass analoge Inhalte oder Prozesse in eine digitale Form oder Arbeitsweise umgewandelt werden.

Digitalisierung im Bereich Leistungsprüfung lässt sich einfacher erklären – Daten/neue Erkenntnisse für die Praxis einfach anwendbar und kostenbewusst zur erfassen und aufzubereiten.

Die Landeskontrollverbände in Österreich starteten den Digitalisierungsprozess mit einer Workshopreihe im Jahr 2021. Die Ergebnisse und konkreten

Projektumsetzungen wurden im September 2021 fixiert und in die laufende Umsetzung mit aufgenommen.

Konkretisierte Ziele aus dem Digitalisierungsworkshop:

- Ausbau der Mitarbeiterqualifizierung in den zentralen RDV-Produkten
- Automatisierungen
 - Übernahme ARGE Rind Gewichtsdaten für die Leistungsprüfung
 - Vereinfachung der Kontrollmethode bei AMS Betrieben
 - Anpassung von Richt- und Grenzwerten am Tagesbericht
 - Datenerfassungen durch den Landwirt
 - RFID Probenflaschenkennzeichnung für Automatisierungen in den Labors
- Datendrehscheibe
 - Push Nachrichten über die RDV Mobil App für die Mitgliedsbetriebe
 - App4LKV Lightversion für die Milchleistungsprüfung
 - Anwendungen für Nichtmitglieder nutzbar machen

Die Ziele finden sich auf sämtlichen Agenden im Bereich der Leistungsprüfung wieder und werden mit hoher Priorität umgesetzt. Entstehen im Bereich der Digitalisierung im Zuge der Umsetzungen oder aufgrund von Diskussionen neue Ziele, werden diese konkretisiert, priorisiert und umbesetzt.

Umsetzungen

Im Jahr 2022 konnten bereits eine Reihe von Punkten im Bereich Digitalisierung umgesetzt werden.

Mitarbeiterqualifizierung: Dazu wurde ein E-Learning für die RDV Mobil App und ein E-Learning für den Herdenmanager erstellt, welches die Mitarbeiter der Landeskontrollverbände nutzen.

Automatisierungen: Um vorhandene Gewichtsdaten von der ARGE Rind für die Leistungsprüfung heranziehen zu können, wurde eine Schnittstelle eingerichtet. Der Datenaustausch wird bereits in der Routine umgesetzt. Es wurde auch die Möglichkeit geschaffen, dass Besamungen, welche vom Tierarzt vorgenommen werden, vom Landwirt über die RDV Mobil App erfasst werden können.

Datendrehscheibe: Damit die Mitgliedsbetriebe über Aktionen (Trockenstellen, Abkalbungen, etc.) rasch informiert werden und nicht über einen PC in den Herdenmanager einsteigen müssen, wurde die Möglichkeit einer Pushfunktion über die RDV Mobil App eingerichtet, welche den Landwirt über bevorstehende Aktionen automatisch am Smartphone informiert.

Neben dieser Funktion wurde auch die Anwendung der verschiedenen

Werkzeuge (AMA Meldungen, etc.) für Nichtmitgliedsbetriebe im Rahmen einer Produktionsmitgliedschaft umgesetzt um für diese Betriebe Anreize für eine Mitgliedschaft zu schaffen.

Zusätzliche Umsetzungen: Es wurde der Datenaustausch mit LELY Melkrobotern umgesetzt, für welchen die Landeskontrollverbände und die Firma Lely im Zuge der Welser Messe den Agrarfuchs in Silber verliehen bekamen. Auch die elektronische Zustimmung der Mitgliedsbetriebe zu diversen Datenlieferungen über den Herdenmanager und die Datenübernahme von Molkereiprobe (Berglandmilch) wurden umgesetzt.

Ausblick:

Die nächsten Schritte sind der Datenaustausch mit DeLaval und GEA, die Anpassung von Richt- und Grenzwerten am Tagesbericht, die Weiterentwicklung von vereinfachten Kontrollmethoden bei Automatischen Melksystemen, die Erfassung der Geburtsverläufe und geburtsnahen Beobachtungen im Zuge der

AMA Geburtsmeldung, Schnittstellen zu stationären Melkanlagen mit elektronischer Milchmengenmessung und die Erstellung der Milchmengenmessgeräteverwaltung im Rinderdatenverbund (RDV).

Fazit

Der Digitalisierungsprozess im Bereich der Leistungsprüfung ist eingeleitet und hat sich zu einem laufenden Bestandteil der Leistungsprüfung etabliert. Die Ziele werden praxistauglich umgesetzt und laufend ergänzt. Die Umsetzung ist oft sehr komplex, da Eingriffe in unterschiedliche EDV Systeme erfolgen müssen. Das System der RINDERZUCHT AUSTRIA trägt in der Weiterentwicklung sehr positiv bei, weil Leistungsprüfung, Zucht und Besamung in einer Dachorganisation zusammenarbeiten und aktive Landwirte bei der Entwicklung von neuen Werkzeugen beteiligt sind.

Literatur

Patrick Tarkowski (2022), URL: <https://digital-magazin.de/digitalisierung-definition/>
27.02.2023

Nutzen des LKV-Futterrationsberechnungsprogrammes – neue Möglichkeiten durch Datenvernetzung

Gerald Stögmüller

Fütterungsreferent und Leiter des Futtermittellabors Rosenau der Landwirtschaftskammer Niederösterreich

1. Einleitung

Das Online-Rationsberechnungsprogramm ist im Rinderdatenverbund integriert und ist ein umfangreiches Programm, das Milchproduzenten unter Leistungskontrolle des LKV zur Verfügung steht. Durch Verknüpfungen mit dem LKV-Herdenmanager und dem Futtermittellabor Rosenau zeigen sich sinnvolle Anbindungen an Datenlieferanten.

Erstmals vorgestellt und geschult wurden Landwirte auf das Online-Rationsberechnungsprogramm im Jahr 2010. Seitdem können Landwirte, Kontrollassistenten und LK-Fütterungsberater für Milchviehbetriebe unter Leistungskontrolle auf diesem Programm Rationen erstellen, kontrollieren und anpassen. Dabei muss dies gar nicht vor Ort am Betrieb durchgeführt werden, sondern kann über einen Beratereinstieg fernab erledigt werden.

Programmiert wurde das Programm von der Firma Plandata GmbH unter der

fachlichen Anleitung von Fütterungsreferenten der Landwirtschaftskammern Oberösterreich (DI Franz Tiefenthaller), Steiermark (DI Karl Wurm) und Niederösterreich (DI Gerald Stögmüller) und dem LKV nach den Vorgaben der Bedarfswerte der Gesellschaft für Ernährungsphysiologie (GfE, 2001). Besonders hervorzuheben ist die integrierte Futteraufnahme-schätzformel nach Gruber et al. (2004).

Für die Rationsberechnung wird auf einen zentralen Server der RINDERZUCHT AUSTRIA zugegriffen. Somit können die Anwender immer auf der neuesten Programmversion arbeiten. Eine Programminstallation ist somit nicht notwendig und Updates sowie Serviceverträge entfallen.



Abbildung 1 Einstieg in das Rationsberechnungsprogramm im RDV über den Button "Fütterung"

Eine Besonderheit des Programmes ist die tierindividuelle Rationsberechnung, wo auf Basis der Probemelkergebnisse (Milchmenge und -Inhaltstoffe) unter Berücksichtigung der geschätzten, tierindividuellen Futterraufnahme für jede Kuh zwei variable Kraftfutterkomponenten automatisch errechnet werden können.

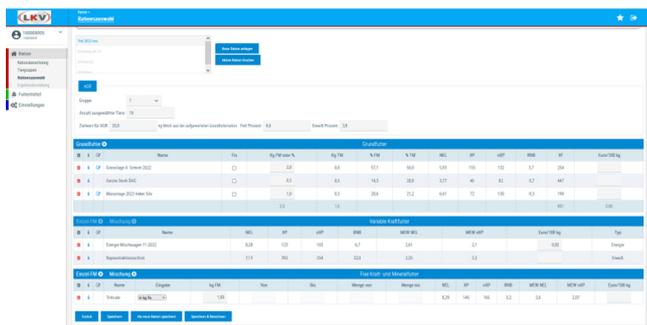


Abbildung 2 Eingabemaske der Grund- Kraft- und Mineralfuttermittel

Das Rationsberechnungsprogramm nutzt die Probemelkergebnisse - Milchmenge und Milchinhaltstoffe - der Einzeltiere sowie weitere Informationen zur Schätzung der Futterraufnahme - Laktationszahl, Laktationstage - aus dem Herdenmanager. Unter den Einstellungen sind das Futtevorlagesystem (getrennte Vorlage, aufgewertete Grundfütterration und totale Mischration), die

durchschnittlichen Tiergewichte je nach Laktationszahl sowie die Kraftfutterobergrenzen einzustellen bzw. veränderbar.

Das Programm verfügt über eine hinterlegte Futtermittel-Datenbank. Diese setzt sich zusammen aus der ÖAG-Tabelle, der Gruber Tabelle und Firmenfuttermitteln. Die hinterlegten Grundfuttermittel können zwar die betriebsindividuellen Grundfutteranalysen nicht ersetzen, dienen aber zur Ergänzung fehlender bzw. nicht analysierter Parameter. Kraftfutterkomponenten werden seltener untersucht, hier wird oft auf die Durchschnittswerte aus der Gruber Tabelle zurückgegriffen. Ein besonderer Service ist die jährliche Aktualisierung der zur Verfügung stehenden Firmen-Kraft- und -Mineralfuttermittel. Auch hier ist die Datenvernetzung ein entscheidender Vorteil für aktuelle Daten.

Seit 2019 ist ein weiterer wertvoller Datenaustausch etabliert: Es werden nun vom Futtermittellabor Rosenau Futteranalysedaten an den Rinderdatenverbund übermittelt und in das Rationsprogramm importiert. Somit ist eine rasche und fehlerfreie Übertragung und Verwendung der exakten Futterqualitäten gewährleistet. Diese Datenübertragung ist natürlich durch einen Datenverarbeitungsvertrag rechtlich abgesichert und von den

Milchviehbetrieben durch deren Einwilligung bestätigt.

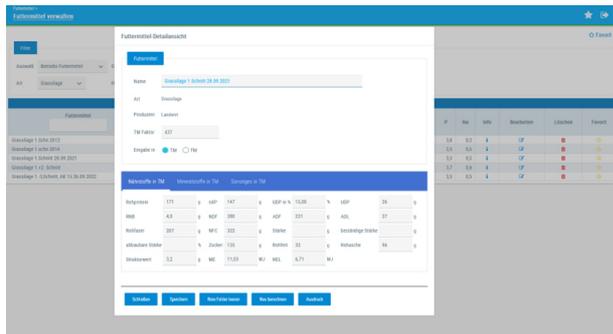


Abbildung 3 Futtermittel-Detailansicht nach dem Import vom Futtermittellabor Rosenau

Mögliche Weiterentwicklungen:

Sinnvoll wäre eine Übermittlung der Rationsberechnungsergebnisse in den Transponder, Melkroboter oder Fütterungsroboter. Viele Überlegungen scheiterten aber bis jetzt an der Umsetzung. Neben entsprechenden

Schnittstellen muss eine fehlerfreie Datenübertragung sichergestellt werden. Eine Veränderung oder ein Vertauschen von Futterkomponenten könnte fatale Fehlversorgungen verursachen.

Aktuell wird die tierindividuelle Kraftfutterzuteilung nur sehr selten umgesetzt, sondern die - doch als sehr primitiv anzusehende - 5 kg Abstufung der Kraftfutterzuteilung. Auch wenn die Kraftfutterzuteilungseinrichtungen dazwischen interpolieren, kann auf die nicht zu unterschätzende unterschiedliche Futteraufnahme der Tiere nicht ausreichend eingegangen werden. Demnach besteht bei den Zuteilungsprogrammen ein deutlicher Verbesserungsbedarf, um noch besser auf die tierindividuellen Bedürfnisse eingehen zu können.

Erfolgsfaktoren für die Umstellung auf das System Melkroboter

Marco Horn

Landwirtschaftskammer Niederösterreich

Immer mehr Milchviehbetriebe stellen sich die Frage, ob sie die Melkarbeit weiterhin im Melkstand verrichten wollen, oder ob in Zukunft ein Melkroboter die Melkarbeit erledigen soll? Fakt ist, die Entscheidung für oder gegen einen Melkroboter beeinflusst nicht nur die Melkarbeit, sondern auch viele weitere Aspekte der täglichen Stallarbeit, baulichen Gestaltung des Stalls und Wirtschaftlichkeit der Milchproduktion. Daher sollte man sich ausführlich informieren und die Entscheidung nicht übers Knie brechen.

Ungebrochener Trend

Die Auswertungen aus dem Rinderdatenverbund belegen den ungebrochenen Trend zum automatischen Melken. In Österreich ließen 2022 bereits 1.595 Betriebe ihre Kühe von einem Melkroboter melken. Das sind 204 Betriebe mehr als im Vorjahr und damit ein Zuwachs von 15 % im Vergleich zu 2021. Knapp 9 % der Kontrollbetriebe und 20 % der Kontrollkühe wurden 2022 bereits automatisch gemolken.

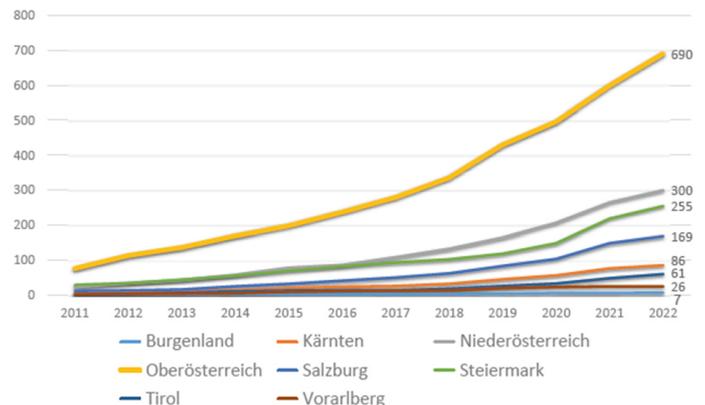


Abbildung 1: Entwicklung der Betriebe mit automatischen Melksystemen unter Leistungskontrolle nach Bundesländern (Quelle: Rinderdatenverbund, RZA/Kalcher 2023)

Wunsch nach Arbeitserleichterung und Flexibilität

Meist ist das Thema Arbeitswirtschaft der entscheidende Treiber hinter den Überlegungen für die Anschaffung eines automatischen Melksystems. Wachsende Herdengrößen, lassen Familienbetriebe an ihre arbeitswirtschaftlichen Grenzen stoßen. Gleichzeitig wünschen sich Familienbetriebe Arbeitsentlastung, flexiblere Arbeitszeiten und mehr Freizeit. Ob diese Ziele erreicht werden, hängt von der wohlüberlegten Integration des Systems Melkroboters in den Betrieb ab.

Zeit sparen! Aber wie?

Werden die täglichen Routinearbeiten, wie Sichtung der Alarmlisten, Kontrolle der auffälligen Kühe sowie Pflege und Wartung des Melkroboters gewissenhaft erledigt, läuft man nicht Gefahr Problemkühe zu übersehen und sichert die Funktionsfähigkeit des Melkroboters. Jede kranke Kuh und jede technische Störung sind Zeitfresser. Ist die Fütterung gut ausbalanciert, heißt Ration am Futtertisch und Lockfütterung im Melkroboter sind gut aufeinander abgestimmt, steigert das nicht nur Gesundheit und Leistung, sondern auch die Melkfrequenz. Baulich ist vor allem genügend Platz rund um das automatische Melksystem wichtig. Dadurch können die Kühe stressfrei melken gehen und Rangordnungskämpfen ausweichen. Clevere Lösungen zum Nachtreiben und Selektieren von einzelnen Kühen erleichtern die tägliche Arbeit im Stall sehr und tragen entscheidend zur Arbeitszeiterparnis bei. Die durch die Automatisierung des Melkens realisierbare Arbeitszeiterparnis senkt die Faktorkosten für Arbeit in der Milchproduktion. Allerdings steigen die variablen Kosten des Melkens, denn Betrieb und Wartung des Melkroboters sind teurer als bei vergleichbaren Melkständen. Für Familienbetriebe heißt

das, dass der Einsparung der kalkulatorischen Kosten für den Lohnansatz der Melkarbeit, steigende pagatorische Kosten durch den laufenden Betrieb des Melkroboters gegenüberstehen. Es gilt einzelbetrieblich die Balance zwischen wirtschaftlich notwendiger Auslastung des Melkroboters und dem angestrebten Ausmaß an Flexibilität und Arbeitserleichterung zu finden.



Abbildung 2: Wichtige Aspekte für den erfolgreichen Einstieg in das automatische Melken

Fokus auf Menschen und Kühe

Interessieren sich Betriebe für das automatische Melken, liegt der Fokus oft sehr stark auf den technischen Details der einzelnen Melkroboterhersteller. Allerdings zeigt die Begleitung zahlreicher Umstellungsbetriebe, dass nicht die Technik, sondern das Zusammenspiel von Mensch, Tier und baulicher Umsetzung

über den erfolgreichen Umstieg auf das automatische Melken entscheiden. Daher ist es wichtig mit Hilfe unabhängiger Infos eine betriebsindividuelle Entscheidungsbasis zu erarbeiten, um einerseits die betrieblichen Gegebenheiten und andererseits die individuellen Wünsche und Prioritäten der Betriebsleiterfamilie zu berücksichtigen.

BigData und Tiergesundheit – Möglichkeiten und Grenzen

Peter Klimek¹, Caspar Matzhold²

¹Medizinische Universität Wien, ²ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH Wien

Der jüngste Trend zur Digitalisierung ermöglicht die Quantifizierung einer wachsenden Anzahl an Parametern, die verschiedene Lebensbereiche beschreiben. Dieser Trend betrifft unser alltägliches Leben sowie Bereiche der Agrarwirtschaft und speziell der Milchwirtschaft. Immer mehr landwirtschaftliche Tätigkeiten und Ausrüstungen sind automatisiert und/oder digitalisiert worden und erzeugen dadurch enorme Mengen an Daten, die folglich als Big Data bezeichnet werden. Die Integration dieser ständig wachsenden Mengen an Daten und der Analyse von Big Data haben das Potenzial, das Betriebsmanagement und die Tiergesundheit signifikant zu verbessern.

Die Präzisionslandwirtschaft (Precision Livestock Farming, PLF) ist ein Forschungsbereich, der das Potenzial von Big Data-Analysen im landwirtschaftlichen Bereich erforscht. Die Vision von PLF ist es, ein Echtzeit-Überwachungs- und Managementsystem bereitzustellen, das sich auf die Verbesserung des Wohlbefindens der Tiere konzentriert. Indem das System Landwirte vor

potenziellen Problemen warnt, ermöglicht es ihnen, rechtzeitig geeignete Präventivmaßnahmen zu ergreifen. PLF zielt darauf ab, die Gesundheit und das Wohlergehen der Tiere zu optimieren und gleichzeitig die Effizienz und Rentabilität der Rinderzucht zu steigern. Dieser Ansatz hat ein enormes Potenzial, birgt aber auch einige Herausforderungen, die es zu bewältigen gilt. Der Zugang zu relevanten Datenströmen, ihre Integration und die Anwendung von Methoden zur Umwandlung großer und heterogener Daten in verwertbares Wissen sind entscheidend.

Der Integration verschiedener Informationsströme kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Das Verbinden unterschiedlicher Daten ist eine schwierige Aufgabe, da jede Datenquelle in der Regel verschiedene Arten von Daten erfasst, die unterschiedliche Aspekte zu unterschiedlichen Zeitpunkten abdecken. Die zu integrierenden Daten umfassen statische Variablen wie Informationen zur Ausstattung eines Betriebs oder genetische Informationen über eine Kuh, dynamische Variablen wie

monatliche Milchleistung oder Wetterinformationen und hochdynamische Variablen wie Sensor- oder tägliche Milchleistung. Um die Vision von PLF zu erfüllen, müssen all diese Informationen zu einem Big Data-Datensatz integriert und geeignete Analysemethoden gefunden werden.

Die Entwicklung geeigneter Analysemethoden zur Umwandlung von Big Data in Wissen ist eine offene Herausforderung. Unterschiedliche Datensätze verlangen nach unterschiedlichen Methoden. Die Suche nach einer geeigneten Methode endet oft in einem Trial-and-Error-Ansatz.

Schrittweise Modellierung

In unserem Forschungsansatz verfolgen wir daher das Ziel einer schrittweisen datenbezogenen Analyse. Der Vorteil dieses Ansatzes ist, dass wir zuerst Wissen über Modelle zur Analyse bestimmter Datentypen generieren, auf welches wir dann zurückgreifen können, um komplexere Modelle wie ein Frühwarnsystem zu entwickeln. Momentan arbeiten wir an der Entwicklung von 3 Modellarten:

- 1) Risikoschätzer für Betriebe
- 2) Risikoschätzer für Tiere
- 3) Frühwarnsysteme

Erkenntnisse aus den ersten beiden Analysen liefern Informationen über

methodische Ansätze zur Analyse eines bestimmten Datensatzes, sowie Wissen über die Wichtigkeit einzelner Faktoren bzw. Faktorengruppen. Auf diese Weise können wir die Entwicklung von Big Data-Modellen optimieren und gleichzeitig sicherstellen, dass datenspezifische Probleme besser erkannt und gelöst werden. Bei der Entwicklung der ersten beiden Ansätze, den Risikoschätzern für landwirtschaftliche Betriebe und Tiere, können wir auf Erkenntnisse aus zwei früheren Arbeiten aufbauen.

Erkenntnisse publizierter Studien

Die Basis beider Studien war ein integrierter Datensatz, worin Informationen von 166 Betrieben, 6.519 Kühen und 45.944 Beobachtungen über 142 verschiedene Variablen analysiert wurden. Dieser Datensatz umfasste ein breites Spektrum an Informationen zu Faktoren wie Diagnosen, Unterbringung, Rasse, Alter, Management, Körperbau, Futter, Zuchtwerte, Laktationsstadium, Umwelt und Milchleistung. Dieser Big Data-Datensatz wurde bezüglich betriebs- und tierbezogener Krankheitsrisiken analysiert.

Vorarbeiten zu Risikoschätzer für landwirtschaftliche Betriebe

In der Analyse zu betrieblichen Risikofaktoren wurden Methoden des

maschinellen Lernens mit statistischer Analyse kombiniert, um Cluster (Betriebsprofile) zu extrahieren und deren Krankheitsrisiken zu bewerten (Matzhold et al. 2021). Die bewerteten Profile, die Risikoprofile, liefern Informationen über Assoziationen zwischen einzelnen Erkrankungen und einer Gruppe von betrieblichen Faktoren. Weiters zeigt diese Studie, wie Methoden zur Dimensionsreduktion und zur Gruppierung von Daten verwendet werden können, um die Vielfalt an betrieblichen Informationen sinnvoll zu reduzieren.

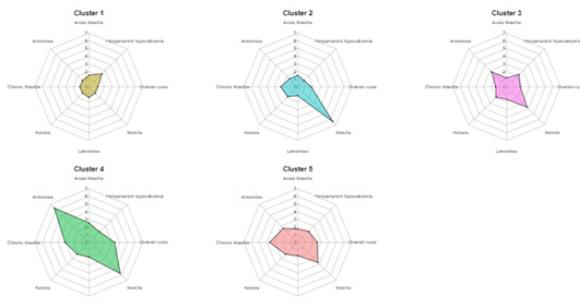


Figure 1: Farm-risk-profiles (Matzhold et al. 2021)

Abbildung 1 zeigt die betrieblichen Risikoprofile für verschiedene Krankheiten (Matzhold et al. 2021). Cluster 1 hat ein allgemein geringes Krankheitsrisiko, während Cluster 4 ein allgemein hohes Krankheitsrisiko aufweist. Bei Cluster 1 handelt es sich hauptsächlich um Betriebe, die in höheren Lagen liegen und Zugang zu Weideland haben. Cluster 4 hingegen beschreibt

milchintensive Betriebe im Tiefland, die höheren Temperaturen ausgesetzt sind.

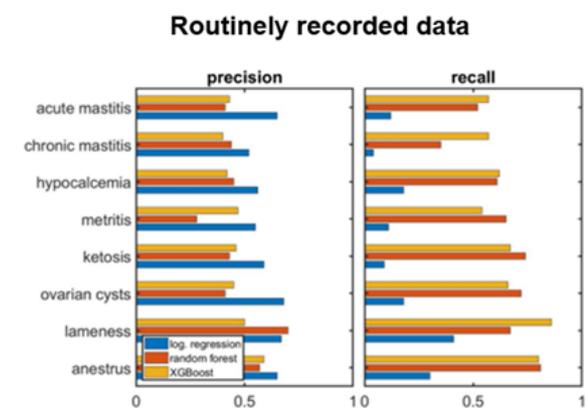
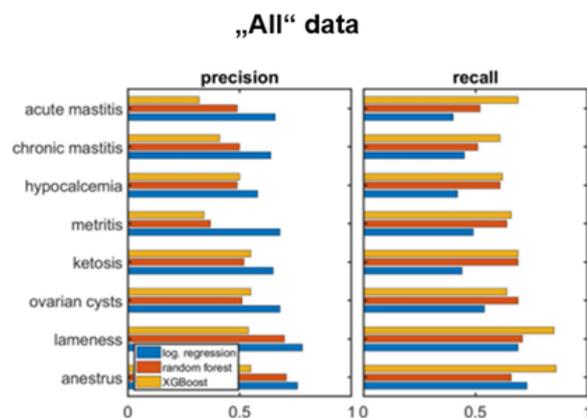
Die in dieser Studie vorgestellte Analysemethode leistet einen wichtigen Beitrag zur Entwicklung von Risikoschätzern für landwirtschaftliche Betriebe. Denn sie ermöglicht die Bewertung von Krankheitsrisiken für verschiedene Betriebsformen. Darüber hinaus ist das Verständnis von Methoden für eine sinnvolle Variablenreduzierung von entscheidender Bedeutung für die Entwicklung komplexerer Modelle, z. B. für ein Frühwarnsystem. Die Reduzierung einer bestimmten Gruppe von Daten, in diesem Fall von Betriebsdaten, ermöglicht es, ein ausgewogeneres Verhältnis zwischen statischen und dynamischen Variablen zu schaffen.

Vorarbeiten zu Risikoschätzer für Tiere

In der zweiten Studie wurden unterschiedlich komplexe Datensätze mittels verschiedener Methoden hinsichtlich Krankheitsrisiken eines Tieres analysiert. Ziel war es, den Mehrwert von zusätzlichen Informationen zu bestimmen und die Leistung von Methoden zur Analyse dieser Daten zu evaluieren. Zur Klassifizierung von Krankheiten wurden folgende drei Methoden angewandt: logistische Regression, Random Forest und XGBoost. Dabei wurde zwischen routinemäßig erfassten Daten und einem angereicherten Datensatz, der zusätzliche

Informationen zu Umweltbedingungen und Betriebsführung enthält, unterschieden.

Die Ergebnisse dieser Studie bestätigen die Bedeutung zusätzlicher Informationen und die Wichtigkeit der Auswahl geeigneter Analysemethoden. Darüber hinaus unterstreichen die Ergebnisse den Mehrwert zusätzlicher Informationen in der Klassifizierung einzelner Erkrankungen. So wurde z. B. festgestellt, dass Informationen über die Betriebsausstattung und Fütterung die dritt- bzw. viertwichtigsten Faktoren bei der Einstufung des Lahmheitsrisikos bei Nutztieren sind.



Feature category	Anestrus	Lameness	Ovarian cysts	Ketosis	Metritis	Periparturient hypocalcemia	Chronic mastitis	Acute mastitis
Age	4.9	36.7	2.8	4.7	2.2	28.4	7.1	11.3
Breed	1.8	2.6	1.2	1.5	2.4	0.4	0.3	2.5
Breeding values	3	2.4	2.7	1.7	2.7	1.9	4	2.5
Diagnosis source	16	15.6	29.6	11.9	33.9	7.1	18.9	16.3
Environment	14.3	4.9	16.5	10.5	15.6	13.8	19.8	10.1
Feed	27.4	11.8	17.5	22.4	12.7	7.5	18	19.9
Housing	11.5	12.9	11.3	19	15.6	5	7.4	13.6
Husbandry	9.1	5	4.5	8.8	7	2.7	6.4	6.4
Lactation stage	2.7	1.2	4.7	16.1	1.8	28.9	0.7	1.3
Milk indicators	5.9	2	3.6	0.7	2.2	1.4	10.4	12.5
Physical indicators	3.6	4.8	5.7	2.7	3.9	3	7.1	3.7

¹Cumulative permutation feature importance contributions for the eleven feature categories. Values are given in % of the sum of all feature importances for a given disease.

Tabelle 1 zeigt den Einfluss verschiedener Merkmalskategorien bei der Bestimmung des Krankheitsrisikos. (Lasser et al. 2021)

Abbildung 2 veranschaulicht die Modellqualität anhand von Präzisions- und Recall-Metriken für die drei verschiedenen Methoden (logistische Regression, Random Forest und XGBoost) in Bezug auf die beiden Datensätze. Die Resultate zeigen, dass komplexere Methoden bei begrenzten Datensätzen bessere Ergebnisse liefern, während bei allen verfügbaren Informationen

auch einfachere Methoden wie die logistische Regression gute Ergebnisse liefern können.

Die Resultate zeigen, dass mehr Informationen, wenn sie richtig integriert und analysiert werden, zu einem Modell mit höherer Präzision führen. Eine hohe Genauigkeit ist vor allem für die praktische Umsetzung eines Frühwarnsystems unerlässlich. Jeder Fehlalarm kostet den Landwirt Zeit und Geld. Ein Modell mit zu geringer Genauigkeit ist nicht praktikabel, da ein häufiges Auftreten von Fehlalarmen dazu führt, dass diese ignoriert werden und folglich auch das System desintegriert wird.

Frühwarnsystem

Die beiden vorgestellten Studien liefern wertvolle Informationen, um die Vision eines Frühwarnsystems zu verwirklichen und das Potenzial von Big Data in der Milchwirtschaft voll auszuschöpfen.

Der nächste Schritt auf dem Weg zu einem Frühwarnsystem besteht darin, mehr dynamische Variablen zu integrieren. Nur mit einer ausreichenden Menge an dynamischen Daten, wie z. B. Informationen über die körperliche Aktivität, die von Sensoren generiert werden, oder Daten, die von automatischen Milchmesssystemen über die tägliche Milchproduktion einer Kuh erfasst werden, können rechtzeitige Vorhersagen über Krankheiten gemacht

werden. Rechtzeitige Vorhersagen sind wichtig, weil sie den Landwirten aktuelle Informationen über den Gesundheitszustand ihrer Tiere liefern und es ihnen ermöglichen, zeitgerecht Maßnahmen zu ergreifen, um eine Verschlechterung oder sogar den Ausbruch von Krankheiten zu verhindern.

Unser laufender Forschungsprozess zur Früherkennung von Krankheiten hat bereits zu ersten Ergebnissen geführt, die wir allerdings noch nicht veröffentlicht haben. Aufbauend auf den Publikationen zur Risikobewertung bei Tieren haben wir mehrere Klassifizierungsmodelle mit einem Sliding-Window-Ansatz kombiniert. Bei diesem Ansatz werden die Zeitreihendaten einzelner Tiere in diskrete Zeitintervalle unterteilt, und das Ziel besteht darin, auf der Grundlage der Daten der vorangegangenen Intervalle (z. B. der letzten drei Tage) vorherzusagen, ob ein bestimmtes Ereignis, z. B. eine Krankheit, im nächsten Zeitintervall auftreten wird. Unsere vorläufigen Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Auswahl eines geeigneten Zeitfensters eine Herausforderung darstellt, wobei kürzere Zeitintervalle zu einer höheren Inzidenz von falsch-positiven Ergebnissen führen, während längere Zeitfenster die Wahrscheinlichkeit von falsch-negativen Ergebnissen erhöhen. Diese Schwierigkeit ist zum Teil auf die begrenzte Menge und Qualität der verfügbaren Daten

zurückzuführen, einschließlich der Anzahl der Betriebe und der Häufigkeit der Gesundheitsbeobachtungen innerhalb eines bestimmten Zeitrahmens.

Darüber hinaus arbeiten wir derzeit an der Integration weiterer betriebsspezifischer Variablen, die, wie bereits erörtert, ein großes Potenzial für die Klassifizierung von Krankheiten haben. Wir sind jedoch auch auf eine weitere häufige Einschränkung der Big Data-Analyse gestoßen: das Vorhandensein von fehlerhaften Informationen. Ungenaue oder inkonsistente Informationen über die Betriebsausstattung oder Managementpraktiken, wie z. B. die Verwendung der TMR-Methode für die Kraftfutterverteilung, obwohl behauptet wird, dass im Betrieb kein Kraftfutter verwendet wird, können die Gültigkeit dieser Variablen untergraben und zu falschen Ergebnissen führen, wenn sie nicht erkannt und behoben werden.

Zusammenfassung

Auf der Grundlage der vorgestellten Ergebnisse und unserer Erfahrungen sind wir von fester Überzeugung, dass Big Data-Analysen ein enormes Potenzial zur Verbesserung der landwirtschaftlichen Abläufe darstellen. Im besten Fall kann ein integrativer Ansatz für die Echtzeitüberwachung aller landwirtschaftlichen Aktivitäten zu Verbesserungen sowohl des Tierschutzes

als auch des wirtschaftlichen Erfolgs führen. Unsere Erfahrung hat jedoch auch gezeigt, dass es Grenzen und Hindernisse gibt, die überwunden werden müssen, um diese Vorteile zu erreichen.

Wie wir bereits erörtert haben, hängen diese Herausforderungen nicht nur mit der Datenintegration, der Harmonisierung und der Auswahl geeigneter Analysemodelle zusammen, sondern auch mit der Qualität der gesammelten Daten. Sowohl statische als auch dynamische Variablen sind fehleranfällig, weshalb neue Ansätze zur Validierung und Plausibilitätsprüfung entwickelt werden müssen. Ein vielversprechender Ansatz ist die Einbeziehung von Landwirten in die Bewertung von Modellen, wodurch die Richtigkeit einer Krankheitswarnung und somit auch des Modelles extern überprüft werden kann.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Big Data-Analytik zwar vielversprechend für die Verbesserung der landwirtschaftlichen Abläufe ist, dass es aber auch erhebliche Herausforderungen gibt, die bewältigt werden müssen, um diese Vorteile zu nutzen. Indem wir gemeinsam innovative Lösungen entwickeln und die Landwirte in den Prozess einbeziehen, können wir große Fortschritte auf dem Weg zu einer

effizienteren, nachhaltigeren und tierfreundlicheren Landwirtschaft machen.

Literatur

Lasser, J., Matzhold, C., Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., Steininger, F., Wittek, T., & Klimek, P. (2021) Integrating diverse data sources to predict disease risk in dairy cattle – a machine learning approach. *Journal of Animal Science* 99(11), skab294.

Matzhold, C., Lasser, J., Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., Wittek, T., Kofler, J., Steininger, F., & Klimek, P. (2021) A systematic approach to analyse the impact of farm-profiles on bovine health. *Science Reports* 11, 21152. doi: 10.1038/s41598-021-00469-2

Neue Technologien – Mittlere-Infrarot-Spektren für Eutergesundheit, Stoffwechsel und Energiebilanz

Prof. Dr. Johann Sölkner¹, Dr. Lisa Rienesl¹, Dipl.-Agrarbiolog. A. Werner², Dr. Elisa J.P. Strang², DDr. Laura M. DALE²

¹Institut für Nutztierwissenschaften (NUWI), Universität für Bodenkultur (BOKU),

²Landesverband Baden-Württemberg für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V.

Einleitung

MIR Spektroskopie

Im Zuge der Milchleistungsprüfung werden routinemäßig Milchproben mit einem Spektrometer analysiert. Die Reflexion bzw. Absorption von Licht auf mehr als 1000 verschiedenen Wellenlängen erzeugt ein individuelles Absorptionsmuster, welches für jede Milchprobe einzigartig ist. Für die Gehalte von Fett, Eiweiß und Laktose haben Gerätehersteller (FOSS Inc. für die Milchlabore in Österreich) Formeln entwickelt, in denen die Ergebnisse der chemischen Analyse der Inhaltsstoffe mit den MIR-Spektren verknüpft werden und diese auf diese Weise sehr kostengünstig zuverlässig ermittelt werden können. Neben den Inhaltsstoffen werden seit 2014 in Österreich auch die Spektren aller Milchproben von Kontrollkühen gespeichert. Die Forschung beschäftigt sich seit einiger Zeit mit der Verknüpfung von kuhindividuellen MIR-Spektren mit

vielen weiteren Inhaltsstoffen wie Fettsäuren, Proteinfraktionen und Mineralstoffen. Darüber hinaus wurden auch Vorhersagemodelle für die Futteraufnahme und die Energiebilanz, welche natürlich die Zusammensetzung der Milch stark beeinflussen, entwickelt. Die Entwicklung von Vorhersagemodellen für Krankheiten ist ein Schwerpunkt der Forschung in Österreich und Deutschland. In diesem Bericht werden Studien bzw. Anwendungen vorgestellt, die MIR-Spektraldaten der Milch für die Vorhersage der Euterkrankheit Mastitis, sowie des Stoffwechselzustandes und der Energiebilanz von Milchkühen heranziehen.

Eutergesundheit – Mastitis

Mastitis ist eine der häufigsten Krankheiten in Milchviehbetrieben, die das Wohlergehen der Tiere beeinträchtigt und wirtschaftliche Verluste verursacht (z.B. Halasa et al., 2007; Sharma et al., 2011). In den österreichischen Milchviehbetrieben waren im Jahr 2021 etwa 13 % aller

Abgänge von Kühen auf Eutererkrankungen zurückzuführen. Mastitis, die Entzündung der Euterdrüse, wird durch verschiedene Erreger wie Bakterien, Mykoplasmen, Hefen und Algen verursacht (Blowey und Edmondson, 2010). Mastitis kann entweder klinisch oder subklinisch auftreten. Klinische Formen sind typischerweise durch sichtbar entzündete Eutervierteile und ein verändertes Aussehen der Milch, als Entzündungsreaktion der Kuh auf die Infektion, charakterisiert. Die subklinische Mastitis zeigt keine äußeren Krankheitssymptome, obwohl die Infektion im Euter vorhanden ist, führt aber üblicherweise zu einer erhöhten somatischen Zellzahl und Veränderungen der Milchzusammensetzung (Blowey und Edmondson, 2010). Darüber hinaus unterscheiden Tierärzt:innen bei der Diagnose von klinischer Mastitis im Rahmen des österreichischen Gesundheitsmonitorings GMON zwischen akuten und chronischen Fällen (Egger-Danner et al., 2012). Akute Mastitisfälle sind durch plötzliches Auftreten und schwere Anzeichen gekennzeichnet, chronische Fälle durch längeres Andauern oder wiederholtes Auftreten (Winter et al., 2009).

Die somatische Zellzahl, die Anzahl der in der Milch vorhandenen Zellen, ist ein etablierter und der derzeit gängigste

Indikator zum Monitoring von Mastitis bzw. Eutergesundheit, auf tierindividueller Ebene als auch auf Herdenebene. Laut dem Internationalen Milchwirtschaftsverband (IDF, 2013) sollte die Zellzahl einer nicht infizierten Euterdrüse unter 100.000 Zellen/ml liegen. Die Zellzahl wird unter anderem von Rasse, Laktationszahl, Laktationsstadium, Jahreszeit und Managementpraktiken beeinflusst (z.B. Sharma et al., 2011), was bei der Verwendung Zellzahl als Mastitis-Indikator berücksichtigt werden sollte.

Im Zuge des Projekts D4Dairy wurde das Potenzial von MIR-Spektraldaten als zusätzliches Instrument zum Monitoring von Mastitis bzw. Eutergesundheit untersucht. Ziel der Studie war die Entwicklung von Modellen zur Vorhersage von klinischer Mastitis basierend auf MIR-Spektraldaten und Zellzahl, welche in weiterer Folge potenziell für das Herdenmanagement sowie als zusätzliche Informationsquelle für die Zuchtwertschätzung der Eutergesundheit verwendet werden können.

Stoffwechsel und Energiebilanz

Die Ketose ist das Hauptproblem in der frühen Laktation. Grundsätzlich bestimmt ein stark erhöhter Energiebedarf für die Milchproduktion diese Phase. Dieser Effekt wird durch die Zucht auf höhere Leistung noch verstärkt. Das Energiedefizit wird durch die

Mobilisierung von Körperfett gedeckt. Dies führt zu einem Anstieg der langkettigen, überwiegend ungesättigten Fettsäuren, die unter dem Begriff „vorgebildete Fettsäuren“ und „nicht veresterte Fettsäuren“ (NEFA) zusammengefasst werden. Daneben nimmt die Produktion von kurz- und mittelkettigen Fettsäuren, den DeNovo-Fettsäuren, ab. Dies führt im Extremfall zu einer Überlastung der Leber, es kommt zu einer Anhäufung von Ketonkörpern sowohl im Blut als auch im Urin und der Milch. Dabei handelt es sich hauptsächlich um Aceton, β -Hydroxybutyrat (BHB) und Citrat (Grelet et al., 2016). Sie kann auch durch einen „Fressrausch“ aufgrund von Überfütterung während der Trockenstehzeit verursacht werden. Die Ketose belastet den Stoffwechsel und das Immunsystem. Die Folge ist ein Rückgang der Milchleistung und Gewichtsverlust. Außerdem können Sekundärerkrankungen wie Labmagenverlagerung, Fettleber, Klauenerkrankungen, Mastitis und Endometritis auftreten. Das Energiedefizit wirkt sich auch auf die Fruchtbarkeit aus. Es kommt zu Empfängnisstörungen und Embryonenverlusten. Im schlimmsten Fall geht die betroffene Kuh wegen Unfruchtbarkeit ab. Wirtschaftliche Einbußen für den Landwirt gehen mit all dem einher.

Die klassischen Nachweismethoden sind ein erhöhtes Fett-Eiweiß-Verhältnis von über 1,5 bei Milchviehrassen oder 1,4 bei Fleckvieh. Der Referenzbefund ist eine Laboruntersuchung der BHB-Konzentration im Blut; hier liegen die Grenzwerte bei 1,2 bis 1,4 mmol für subklinische Fälle bzw. 3 mmol für klinische Fälle. Inzwischen gibt es preiswerte Schnelltests für Blut, Milch und Urin. Aceton ist auch hier der Indikator. Die stark erhöhte Konzentration in Atem, Milch und Urin führt zu dem typischen fruchtig-säuerlichen Geruch. Für Milch stehen Testverfahren zur Verfügung; die Grenzwerte liegen bei 0,25 bzw. 2 mmol/l. Aceton ist sehr flüchtig, so dass die Restkonzentration der Milchprobe im Labor oft an der Nachweisgrenze liegt. Selbst ein starker Gewichtsverlust kann als Indikator verwendet werden, wenn er regelmäßig gemessen wird. Die Ziele der Projekte eMissionCow und ReMissionDairy wurden daher mit Hilfe des Berichts über Fütterung und Energieeffizienz (Feeding and Energy Efficiency MIR, FeMIR) weiterverfolgt und ausgearbeitet. Mit Hilfe des ReMissionDairy-Projekts wurde ein innovatives Fütterungsmanagement angewandt und die Auswirkungen der Fütterung auf die Methan- und Stickstoffemissionen hervorgehoben. Dies kann die Fütterungseffizienz und somit die Rentabilität des Betriebs erhöhen. Die

Verbesserung der Fütterungseffizienz von Milchkühen durch Züchtung führt zu einer verbesserten Produktionseffizienz in der Milcherzeugung und stellt eine Maßnahme zum aktiven Klimaschutz dar, da eine höhere Fütterungseffizienz zu geringeren Treibhausgasemissionen pro Produkteinheit führt. Auch hier spielt die kuhspezifische Methanbestimmung über die Milchleistungsprüfungsmilchprobe eine wichtige Rolle. Das Ziel von FeMIR ist es, den Stoffwechselstatus von Tieren anhand der Milchqualität zu überwachen und die Nutzbarkeit von MIR-Indikatoren zur Verbesserung der frühen Energie- und Futtereffizienz auf Kuh-/Betriebebene zu bewerten.

Material und Methoden

Eutergesundheit - Mastitis

Für die Studie zu Mastitis wurden Daten aus der Milchleistungsprüfung und des Gesundheitsmonitorings (GMON) verwendet, welche im Zeitraum von Juli 2014 und Jänner 2020 routinemäßig aufgezeichnet wurden. Die Daten umfassten Testtags-Aufzeichnungen, die dazugehörigen MIR-Spektraldaten, sowie klinische Mastitis-Diagnosen aus GMON. Der Datensatz umfasste Aufzeichnungen von 59.002 Milchkühen der Rassen Fleckvieh, Holstein und Braunvieh von 2621 Betrieben. Es wurden nur Daten von

validierten GMON-Betrieben inkludiert, bei denen mindestens 75 % der Mastitis-Diagnosen von den Tierärzt:innen elektronisch übermittelt werden. Die GMON-Diagnosedaten werden von den Bestandstierärzt:innen mithilfe eines Kodierungssystems erhoben. In Bezug auf Mastitis werden nur klinische Fälle erfasst, wobei hier zwischen akuter und chronischer Mastitis unterschieden wird. Diese Unterscheidung erfolgt durch den/die jeweilige/n Tierärzt:in aufgrund der klinischen Untersuchung sowie der Laktationshistorie der Kuh (Egger-Danner et al., 2012; Suntinger et al., 2022).

Für die Analysen wurden die Testtags-Aufzeichnungen der einzelnen Kühe mit den dazugehörigen MIR-Spektraldaten und den Mastitis-Diagnosen verknüpft. Testtage in der Periode von 21 Tagen vor oder nach einer Diagnose wurden als „Mastitis“ definiert, alle anderen Testtage als „Gesund“. Es wurden drei verschiedenen Modelle, basieren auf MIR alleine, basierend auf der Zellzahl alleine und basierend auf MIR+Zellzahl verglichen. Die Vorhersagemodelle wurden mit der Partial Least Squares Diskriminanzanalyse entwickelt. Der gesamte Datensatz wurde nach Betrieb zufällig in Training und Test geteilt, was eine externe Validierung des Vorhersage-Modells ermöglichte. Die Modelle wurden anhand folgender Parameter evaluiert: Sensitivität („Mastitis“ richtig klassifiziert), Spezifität

(„Gesund“ richtig klassifiziert) und Mittlere Genauigkeit (Mittelwert aus Sensitivität und Spezifität).

Um beurteilen zu können, ob Mastitis-Wahrscheinlichkeiten aus MIR-basierten Vorhersage-Modells für die Zuchtwertschätzung nützlich sind, wurden zusätzlich genetische Parameteranalysen durchgeführt. Und zwar wurden die Heritabilitäten und genetischen Korrelationen für die Merkmale klinische Mastitis-Diagnose, Zellzahl, MIR-abgeleitete Mastitis-Wahrscheinlichkeit (MIR-Mastitis) und MIR+Zellzahl-abgeleitete Mastitis-Wahrscheinlichkeit (MIR+ZZ-Mastitis), geschätzt. Für die Parameterschätzung wurden nur Testtage innerhalb 5 bis 150 Tage nach der Kalbung inkludiert, vergleichbar mit den Daten, die für die routinemäßige Zuchtwertschätzung von Mastitis verwendet werden (Fürst et al., 2021).

Stoffwechsel und Energiebilanz

Es wurden Kalibrierungsgleichungen für die Schätzung der Energiebilanz auf der Grundlage der Bewertungssysteme Net Energy Lactation (NEL) und Metabolic Energy (ME) berechnet. Diese sind das Ergebnis einer Zusammenarbeit zwischen dem deutschen Projektkonsortium OptiKuh mit seinen 12 Versuchsbetrieben und der Deutschen Gesellschaft für Leistungs- und Qualitätsprüfung (DLQ). Zwischen 2014 und 2021 lieferte ein Fütterungsversuch in 12 deutsche

Versuchsbetrieben mit wöchentlichen Milchproben und entsprechenden Fütterungsdaten in hoher Auflösung die Referenzdaten für die Kalibrierungsgleichungen (NEL, ME). Für die Auswertung standen ca. 34.000 Energiebilanzen mit zusätzlichen Fütterungsparametern auf NEL-Basis und ca. 29.000 Energiebilanzen mit zusätzlichen Fütterungsparametern auf ME-Basis für die Erstellung der Kalibrierungsgleichungen für Energiebilanz, Energieeffizienz und Fütterungseffizienz zur Verfügung. Es wurden sowohl standardisierte als auch nicht standardisierte MIR-Spektraldaten von Forschern von FOSS und Bentley verwendet (Dale et al., 2019). Unter der Leitung des Wallonischen Landwirtschaftszentrums Gembloux, unterstützender Projektpartner in eMissionCow, wurde in Zusammenarbeit mit den EU-Projekten OptiMIR, MethaGene und GplusE eine MIR-Kalibrierungsgleichung zur Abschätzung der Methanemissionen von Milchkühen entwickelt. Die mit der SF6-Methode und in Respirationskammern gemessenen Methanemissionen bilden die Referenzdaten für diese Gleichung. Um Zugang zu dieser Kalibrierungsgleichung zu erhalten und sie für ganz Deutschland anwendbar zu machen, wurden am FBN Dummerstorf Respirationskammermessungen mit 20

laktierenden Fleckviehkühen und verschiedenen Futtermitteln durchgeführt. Der Spektraldatensatz wurde zunächst nach der OptiMIR/EMR-Methode standardisiert und nach der Datenaufbereitung mit dem R-Paket "glmnet" ausgewertet. Als Eingangsvariablen wurden die Legendre-Polynomdaten auf Basis der Tage in Milch (DIM) für die 212 OptiMIR-Wellenlängen der Spektraldaten verwendet.

Nach der gleichen Methodik und unter Verwendung der gleichen optiKuh-Fütterungsexperimente wurden Energieeffizienz-Referenzwerte und MIR-Spektren im eMissionCow-Projekt kombiniert.

Tabelle 1. MIR-Kalibrierungsmodelle für Energiebilanz und Fütterungsverhältnisse

	Einheit	#LV	\emptyset	SD	SEc	R ² c	SEcv	R ² cv	RPD
Methanemission	[g/d]	12	402,30	97,00	50,0	0,73	54,0	0,69	1,80
Energy balance - NEL	[MJ/d]	12	1,97	16,98	7,52	0,78	7,49	0,78	2,16
Energy balance - ME	[MJ/d]	12	0,85	23,07	8,99	0,85	8,94	0,85	2,58
Energy consumption NEL	[MJ/EMC]	7	4,69	0,62	0,27	0,82	0,24	0,82	2,34
Energy consumption -ME	[MJ/EMC]	7	7,67	1,03	0,39	0,86	0,39	0,91	2,66
Feed efficiency	[ECM/DM kg]	10	1,55	0,25	0,13	0,78	0,13	0,77	2,12

#LV= Anzahl der latenten Variablen

SD= Standardabweichung

SEC= Standardfehler der Kalibrierung

R²c= Bestimmungskoeffizient der Kalibrierung

SECV= Standardfehler der Kreuzvalidierung

R²cv= Bestimmtheitsmaß der Kreuzvalidierung

RPD= Verhältnis von SD zu SECV. RPD-Werte von weniger als 2 ermöglichen den Vergleich von Kuhgruppen und die Unterscheidung von hohen oder niedrigen Werten. RPD-Werte zwischen 2 und 3 ermöglichen die Anwendung als Grobscreening. RPD-Werte zwischen 3 und 5 ermöglichen Anwendungen mit einem feineren Screening.

Die Kalibrierungsgleichungen für die Energieeffizienz NEL und ME sowie die Futtereffizienz wurden dann mit einem Kreuzvalidierungsexperiment aus allen Versuchsbetrieben mit rund 2.173 Tieren erstellt. Die Kalibrierungsgleichungen für Energiebilanz, Energieeffizienz und Fütterungseffizienz wurden mit den Referenzdaten der 12 optiKuh-Versuchsbetriebe und den entsprechenden Milchspektren erstellt, die in standardisierter und nicht standardisierter Form vorlagen. Der RPD-

Wert, der das Verhältnis der Standardabweichung der Referenzdaten zum Standardfehler der MIR-Schätzungen darstellt, unterscheidet sich zwischen den so erstellten Modellen um bis zu 0,5 (Tab. 1). Diese Parameter können dann u.a. für

die Spektraldaten der Milchleistungsprüfung berechnet werden und unterstützen auch die Züchtung bei der Entwicklung neuer Leistungszuchtwerte.

Ergebnisse und Diskussion

Eutergesundheit

Die Ergebnisse der Validierung zeigten, dass das Modell basierend auf MIR hinsichtlich Sensitivität („Mastitis“ richtig klassifiziert) etwas besser abschnitt als das Modell basierend auf der Zellzahl (62 % vs. 61 %). In Bezug auf die Spezifität („Gesund“ richtig klassifiziert) zeigte jedoch das Zellzahl-Modell einen etwas höheren Wert als das MIR-Modell (70 % vs. 72 %). Das Modell basierend auf MIR+Zellzahl schnitt hinsichtlich aller Parameter am besten ab, bei diesem Modell lag die Sensitivität bei 66 %, die Spezifität bei 76 % und die daraus resultierende Mittlere Genauigkeit bei 70 %. Die Kombination der beiden Informationsquellen, MIR-Spektren und Zellzahl, kann also die Vorsage von klinischer Mastitis verbessern, im Vergleich zur Verwendung der Zellzahl als alleiniger Indikator.

Weil der Tag der Mastitis-Diagnose und der Testtag, an dem die Milchproben erhoben werden, selten zusammenfallen, wurde in dieser Studie auch geprüft, wie

sich die Vorhersagequalität in Abhängigkeit vom Abstand zwischen Diagnose und Testtag verhält. Dies ist in Abbildung 1 dargestellt. Es zeigte sich, dass Mastitis-Ereignisse bis zu 3 Wochen davor und 3 Wochen danach vorhergesagt werden können, wobei die mittleren Genauigkeiten bei geringem Abstand zwischen Testtag und Diagnose am höchsten sind. Auffällig ist, dass mit MIR Mastitis-Ereignisse in den Wochen nach der Diagnose besser vorhergesagt werden können als mit der Zellzahl, was auf die veränderte Zusammensetzung der Milch als Folge der Mastitis und möglicherweise einer antibiotischen Behandlung zurückzuführen ist. Das Modell basierend auf MIR+Zellzahl zeigte auch in allein einzelnen Zeitfenstern die höchsten Genauigkeiten.

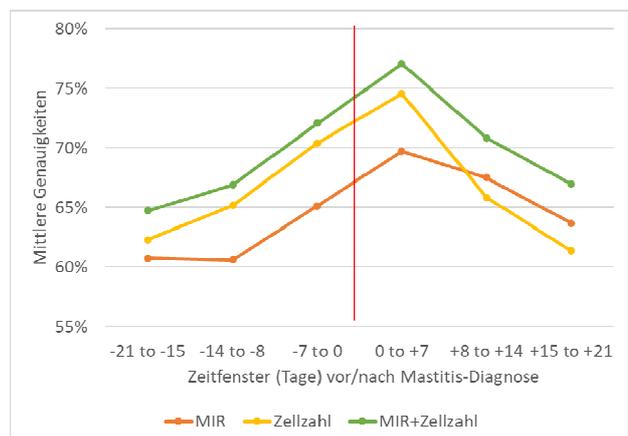


Abbildung 1. Mittlere Genauigkeiten zur Vorhersage von klinischer Mastitis der verschiedenen Modelle (MIR, Zellzahl, MIR+Zellzahl) für einzelne Zeitfenster von Testtagen vor bzw. nach einer Mastitis-Diagnose (Tag 0 – rote Linie).

Um beurteilen zu können, ob die Mastitis-Wahrscheinlichkeiten aus den MIR-basierten Vorhersage-Modellen für die Zuchtwertschätzung vom Merkmal Eutergesundheit potenziell nützlich sind, wurden Heritabilitäten und genetische Korrelationen für verschiedene Merkmale geschätzt (siehe Tabelle 2). Die geschätzte Heritabilität für klinische Mastitis-Diagnose war erwartungsgemäß niedrig und lag bei 2 %. Die Heritabilitäten für alle anderen Merkmale waren deutlich höher, 25 % für die Zellzahl, 17 % für die aus dem MIR-Modell abgeleitete Mastitis-Wahrscheinlichkeit (MIR-Mastitis) und 26 % für die MIR+Zellzahl-abgeleitete Mastitis-Wahrscheinlichkeit (MIR+ZZ-Mastitis). Die genetische Korrelation der Zellzahl mit der Mastitis-Diagnose wurde auf 85 % geschätzt, was die gute Eignung der Zellzahl als Hilfsmerkmal für die Zuchtwertschätzung von Mastitis bzw. Eutergesundheit bestätigt. Die genetische Korrelation der Mastitis-Wahrscheinlichkeit aus dem MIR+Zellzahl-Modell betrug ebenfalls 85 %. Dieses Merkmal ist also genetisch sehr

Wahrscheinlichkeit aus dem Modell, das ausschließlich auf MIR basiert, zeigte eine moderate genetisch Korrelation von 26 % zur klinischen Mastitis-Diagnose. Dies deutet darauf hin, dass Mastitis-Wahrscheinlichkeit aus dem MIR-Modell eventuell als zusätzliches Merkmal für die Zuchtwertschätzung der Eutergesundheit dienen könnte. Aktuell ist das Merkmal Eutergesundheit in der Zuchtwertschätzung als Index aus 30 % Mastitis-Diagnose und 70 % Zellzahl definiert. Eine Inkludierung vom Merkmal MIR-Mastitis könnte die Sicherheit der Zuchtwerte erhöhen, wobei nur geringfügige Zuwächse erwartbar sind.

Tabelle 2. Heritabilitäten (Diagonale), Genetische Korrelationen (über der Diagonale) für klinische Mastitis-Diagnose, Zellzahl, MIR-abgeleitete Mastitis-Wahrscheinlichkeit (MIR-Mastitis), MIR+Zellzahl-abgeleitete Mastitis-Wahrscheinlichkeit (MIR+ZZ-Mastitis), in %; der Datensatz inkludierte Testtage von 5 bis 150 Tage nach der Kalbung.

Merkmal	Mastitis-Diag.	Zellzahl	MIR-Mastitis	MIR+ZZ-Mastitis
Mastitis-Diag.	2 %	85 %	26 %	85 %
Zellzahl		25 %	41 %	97 %
MIR-Mastitis			17 %	50 %
MIR+ZZ-Mastitis				26 %

ähnlich zur Zellzahl, was den zusätzlichen Nutzen für die Zuchtwertschätzung einschränkt. Die Mastitis-

*MIR = mittlere Infrarotspektren
ZZ = Zellzahl*

Stoffwechsel und Energiebilanz

Für die im Rahmen des eMissionCow-Projekts erstellten MIR-Modelle für Methanemissionen, Energiebilanz, Futtermittel- und Energieeffizienz wurden Konzepte für neue Berichte und Herdenmanager-Module entworfen und bewertet. Zunächst wurde bereits im Rahmen des D4Dairy Projekt die Energiebilanzschätzungen, KetoMIR und die Fettsäure- und Fettsäureprofile im EMIR-Bericht (Energiebilanzbericht) präsentiert und mit dem Populationsdurchschnitt verglichen. Im neuen und innovativen FeMIR-Bericht, der aus den Projekten eMissionCow und ReMissionDairy resultierte und die MIR-Spektraldaten aus der monatlichen Milchleistungsprüfung verwendet, werden die Parameter wie Energieaufnahme, Energieverbrauch, Futtereffizienz und Methan pro kg ECM in Tabellen und Grafiken dargestellt. Der Bericht gibt Auskunft darüber, inwieweit das Milchfett aus neu gebildetem Fett aus dem Futter stammt (F-DeNovo) oder wie hoch der Milchfettanteil ist, der aus dem Abbau von Körperfett stammt (F-Preform). Zusätzlich gibt er Aufschluss über den energetischen Zustand jeder einzelnen Kuh. Hierfür wird die Energiebilanz (EB) herangezogen, also die Energiedifferenz zwischen der verbrauchten Futterenergie und der Energie, die die Kuh für den Erhaltungsbedarf, die Milchproduktion

und das Wachstum benötigt. Ein weiterer Wert, der angezeigt wird, ist der Energieverbrauch (EE), der angibt, wie viel Energie in MJ NEL benötigt wird, um ein kg energiekorrigierte Milch (ECM) zu produzieren. Eine weitere wichtige Frage wird in dem Bericht ebenfalls beantwortet. Wie viel Futter bzw. wie viel Energie aus Futtermitteln verbraucht die Kuh, was mit dem Wert EA in MJ NEL pro Tier und Tag dargestellt werden kann.

Auch die Frage nach der Futtereffizienz (FE) ist von Interesse. Sie beschreibt das Verhältnis der täglichen Milchleistung an energiekorrigierter Milch (ECM) zur täglichen Trockenmasseaufnahme an Futter in kg. Zusätzlich wird im FeMIR-Bericht die Methanemission pro Kuh angegeben wofür zwei Schlüsselzahlen ausgewiesen werden. Die erste ist Gramm Methan pro Tier und Tag (CH₄), die zweite Gramm Methan pro kg energiekorrigierter Milch und Tag (CH₄-ECM). Durch die oben genannten Projekte wurde die Datengrundlage geschaffen, um MIR-Kalibrierungsgleichungen zu entwickeln, die statistisch sehr zuverlässig sind. Auf dieser Grundlage sind sowohl Vergleiche zwischen Kuhgruppen als auch Einzeltierüberwachung möglich.

Aufgrund dieser Datenverlässlichkeit ist der FeMIR-Bericht ein neues innovatives Arbeitsinstrument für die LKV-Mitglieder. Der FeMIR-Report mit allen neuen Parametern wird derzeit von Betrieben,

Züchtern und Beratern der LKV Beratungs- und Service GmbH in einem Feldversuch analysiert und bewertet. Mit Hilfe des Feldtests soll zunächst der Einsatz der neuen Funktionen der Leistungsprüfung in der Praxis erprobt werden. Zusätzlich dient er dazu, auf der Grundlage des Berichts neue Beratungskonzepte zu entwickeln. Der Bericht steht unseren Mitgliedsbetrieben ab Sommer 2023 zur Verfügung und soll zukünftig im LKV-Herdenmanager abrufbar sein.

Schlussfolgerung und Ausblick

Eutergesundheit

Bei der hier präsentierten Studie zu Mastitis wurde besonderer Wert daraufgelegt, dass der Aufbau der Studie den Bedingungen in der Praxis gerecht wird. Die Ergebnisse bestätigen, dass die Zellzahl ein sehr guter Indikator für Mastitis ist und zeigen auch, dass MIR-Spektren für die Vorhersage von klinischer Mastitis nützlich sind. Die Kombination beider Informationsquellen, MIR-Spektren und Zellzahl, konnte die besten Ergebnisse in der Vorhersage von klinischer Mastitis erzielen. Das Modell MIR+SCS ist also potential nützlich als zusätzlichen Mastitis-Screening-Tool für Landwirt:innen im Rahmen der routinemäßigen Milchleistungsprüfung. Eine Inkludierung vom Merkmal MIR-

Mastitis in den aktuellen Eutergesundheitswert (70 % Zellzahl + 30 % Mastitis-Diagnosen) könnte die Sicherheit der Zuchtwerte erhöhen, wobei nur geringfügige Zuwächse erwartbar sind.

Stoffwechsel und Energiebilanz

Mit dem FeMIR-Bericht kann die energetische Situation der Herde über alle Laktationsphasen hinweg gut beschrieben werden. Zudem kann der Stoffwechsel jedes einzelnen Tieres mit diesem neuen Instrument leicht überwacht werden. Dies erleichtert auch die Beurteilung und Kontrolle der Fütterung. Die neu entwickelten Effizienzindikatoren sollen in der landwirtschaftlichen Praxis etabliert werden. Die mit Hilfe neuester Technologien entwickelten Anwendungen werden den Milchviehaltern unterstützen, die Fütterungseffizienz zu verbessern und die Emissionen in ihren Betrieben zu minimieren. Die Anwendungssoftware zur Darstellung der Ergebnisse wird für den Zugriff über browserbasierte Webanwendungen oder mobile Applikationen optimiert. Entsprechende Module sollen im LKV-Herdenmanager und in der LKV-App implementiert werden. Durch die geplante praktische Anwendung der neu entwickelten Effizienzparameter in der täglichen MLP-Beratung kann die Fütterungseffizienz in den Betrieben verbessert und der Methanausstoß

reduziert werden. werden und der Methanausstoß reduziert werden. So kann den Forderungen von Politik und Gesellschaft nach einer Reduzierung der klimawirksamen Emissionen aus der Nutztierhaltung proaktiv begegnet werden.

Zusammenfassung

Die Mid-Infrared (MIR) Spektroskopie von Milch ist die Methode der Wahl zur Quantifizierung ihrer Hauptinhaltsstoffe wie Fett, Protein und Laktose. In den letzten Jahren wurden zahlreiche Studien zur Bestimmung weiterer Milchkomponenten und -eigenschaften (z. B. Fettsäuremuster, Mineralgehalte) durchgeführt. Da die biochemische Zusammensetzung der Milch mit der Gesundheit und dem Stoffwechsel einer Kuh zusammenhängt, besteht zudem die Möglichkeit, MIR-Spektren zur Vorhersage des Gesundheitszustandes, sowie der Effizienz und Umweltwirkung von Milchkühen zu verwenden. Im vorliegenden Beitrag werden Anwendungen dieser Methoden für Mastitis und Ketose vorgestellt.

Mastitis ist eine der häufigsten Krankheiten in Milchviehbetrieben. Für das Monitoring dieser Euterkrankheit ist die somatische Zellzahl ein etablierter Indikator. Im Zuge des Projekts D4Dairy wurde das Potenzial von MIR-Spektraldaten als zusätzliches Instrument

zur Überwachung der Eutergesundheit untersucht. Modelle zur Vorhersage von klinischer Mastitis basierend auf MIR-Spektraldaten und der somatischen Zellzahl wurden entwickelt und verglichen. Testtagsaufzeichnungen 21 Tage vor/nach einer klinischen Diagnose wurden als "Mastitis" definiert. Das Modell, das MIR-Spektren und die Zellzahl als Informationsquelle kombinierte schnitt am besten ab. Die Ergebnisse der externen Validierung ergaben eine Genauigkeit von 70 %, wobei diese auf 75 % anstieg, wenn der jeweilige Testtag innerhalb einer Woche vor/nach der Diagnose lag.

Ketose ist das Haupt-Stoffwechsel-Problem in der Früh-laktation. Fortschritte in der breiteren Nutzung von Milchinfra-rot-Spektren haben in den letzten Jahren die Entwicklung von Modellen zur Bestimmung von Feinkomponenten in der Milch ermöglicht, die als Indikatoren für Ketose verwendet werden können. Im LKV Baden-Württemberg und im LKV Österreich wurde das Ketosegefährdungs-Modell KetoMIR mit standardisierten Spektren und Ketose Diagnosen entwickelt. Es wird im LKV BW seit 2015 und im LKV Österreich seit 2017 routinemäßig eingesetzt und ist in den RDV-Herdenmanager integriert. Neue Berichte wie der LKV BW FeMIR-Bericht integrieren Indikatoren für Energiebilanz, Futtereffizienz und KetoMIR zu einem

neuen Beratungsinstrument für Berater und Landwirte.

Literatur

- Blowey, R.W., and P. Edmondson. 2010. Mastitis Control in Dairy Herds. 2nd ed. CAB International.
- Dale L.M., A. Werner, H. Spiekens, P. Hertel-Böhnke, E. Stamer, F. Gollé-Leidreiter, M. Au, F. Onken. 2019. Prediction of evaluated energy balance (NEL and ME) in dairy cows by milk mid-infrared (MIR) spectra. ICAR Technical Series 2019: 137-141
- Egger-Danner, C., B. Fuerst-Waltl, W. Obritzhauser, C. Fuerst, H. Schwarzenbacher, B. Grassauer, M. Mayerhofer, and A. Koeck. 2012a. Recording of direct health traits in Austria-Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. J. Dairy Sci. 95:2765–2777. doi:10.3168/jds.2011-4876.
- Fuerst, C., A. Koeck, C. Egger-Danner, and B. Fuerst-Waltl. 2011. Routine genetic evaluation for direct health traits in Austria and Germany. Interbull Bull. No. 44 210–215.
- Grelet, C., J.A. Fernández Pierna, P. Dardenne, V. Baeten, F. Dehareng. 2015. Standardization of milk mid-infrared spectra from a European dairy network. J. Dairy Sci., 98(4): 2150-2160.
- Grelet, C., C. Bastin, M. Gelé, J.B. Davière, M. Johan, A. Werner, R. Reding, J.A. Fernandez-Pierna, F.G. Colinet, P. Dardenne, and N. Gengler. 2016. Development of Fourier transform mid-infrared calibrations to predict acetone, β -hydroxybutyrate, and citrate contents in bovine milk through a European dairy network. J. Dairy Sci., 99(6): 4816-4825.
- Halasa, T., K. Huijps, O. Østerås, and H. Hogeveen. 2007. Economic effects of bovine mastitis and mastitis management: A review. Vet. Q. 29:18–31. doi:10.1080/01652176.2007.9695224.
- Hamann, H., Werner, A., Dale, L., Herold, P. 2017. Genetic analyses of ketosis and a newly developed risk indicator in Fleckvieh, Braunvieh and German Holstein. ICAR Technical Series no. 22, 105-108.
- Sharma, N., N.K. Singh, and M.S. Bhadwal. 2011. Relationship of somatic cell count and mastitis: An overview. Asian-Australasian J. Anim. Sci. 24:429–438. doi:10.5713/ajas.2011.10233.
- Soyeurt, H., D. Bruwier, J.-M. Romnee, N. Gengler, C. Bertozzi, D. Veselko, P. Dardenne. 2009. Potential estimation of major mineral contents in cow milk using mid-infrared spectrometry. J. Dairy Sci., 92(6): 2444–2454.
- Süntinger, M., B. Fuerst-Waltl, W. Obritzhauser, C.L. Firth, A. Köck, and C. Egger-Danner. 2022. Usability of bacteriological milk analyses for genetic improvement of udder health in Austrian Fleckvieh cows. J. Dairy Sci. 105:5167–5177. doi:10.3168/jds.2021-20832.
- Werner A., F. Gollé-Leidreiter, K. Droessler, F. J. Auer, M. Mayerhofer, A. Köck, C. Egger-Danner, L.M. Dale. 2019. “KetoMIR2” - modelling of ketosis risk using vets diagnosis and MIR spectra for dairy cows in early lactation ICAR Technical Series 2019: 303-307.
- Winter, P., C. Burvenich, H. Hogeveen, F. Neijenhuis, M.D. Rasmussen, F.J. Schweigert, B. e Spiegeleer, and H.-H. Zehle. 2009. Klinik der Mastitisformen. In Praktischer Leitfaden Mastitis; Petra Winter: Vienna, Austria, pp. 95–101.
- OptiMIR (2015): New tools for a more sustainable dairy sector. In: <https://www.milkrecording.eu/>. Abruf: 28.02.2023.
- Methagene (2017): Large-scale methane measurements on individual ruminants for genetic evaluations. In: <http://www.methagene.eu/>. Abruf: 28.02.2023.
- Gpluse (2018): Genotype plus Environment. Integration for a more sustainable dairy production system. In: <http://www.gpluse.eu/>. Abruf: 28.02.2023.
- eMissionCow (2022): Zucht auf Futtereffizienz und reduzierten Methanausstoß beim Milchrind. In: <https://www.emission-cow.de/>. Abruf: 28.02.2023.
- optiKuh (2018): Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch Zucht auf Futterraufnahme und Stoffwechselstabilität unter Beachtung von Futtereffizienz und Umweltwirkung. In: <https://www.optikuh.de/>. Abruf: 28.02.2023.
- optiKuh2 (2021): Nutzung der optiKuh-Daten zur Verbesserung der Haltung von Milchkühen durch eine aktuellere Modellierung der Futterraufnahme und Nutzung von Futtereffizienz und Robustheit in Zucht und Tiergesundheit. In: <https://www.optikuh.de/>. Abruf: 28.02.2023.

Digitale Tools – Neue Technologien zur Verbesserung der Eutergesundheit und Reduktion des Antibiotikaeinsatzes

W. Obritzhauser¹, Kuchling S.², Alber o.², Firth C.¹, Käsbohrer A.¹, Fucs K.²

¹Öffentliches Veterinärwesen und Epidemiologie, Institut für Lebensmittelsicherheit, Lebensmitteltechnologie und öffentliches Gesundheitswesen in der Veterinärmedizin, Veterinärmedizinische Universität Wien, 1210 Wien,

²Abteilung Statistik und analytische Epidemiologie, Fachbereich Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik, AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH, 8010 Graz

Selektiver Antibiotikaeinsatz zum Trockenstellen von Milchkühen

Der Einsatz von Antibiotika zum Zeitpunkt des Trockenstellens von Milchkühen (das „antibiotische Trockenstellen“) war seit den 1960-er Jahren neben der Verwendung von mit Desinfektionsmittel befeuchtetem Einwegpapier zur Zitzenreinigung und dem desinfizierenden Zitzentauchen ein Bestandteil von Eutergesundheitsprogrammen, die primär die Bekämpfung von Euterinfektionen mit *Streptococcus agalactiae*, dem bis in die 1980-er Jahre am häufigsten nachgewiesenen Erreger, zum Ziel hatten. Die Änderungen in der Milchproduktion – größere Milchviehbestände, höhere Milchleistung, weiterentwickelte Melktechnik – machten Modifikationen bei der Reinigung der Zitzen vor und bei der Desinfektion der Zitzen nach dem Melken notwendig. Das „antibiotische

Trockenstellen“ aller Kühe eines Bestandes zählt dagegen bis heute zu einem Standardverfahren guter landwirtschaftlicher Praxis im Milchviehbetrieb.

In den letzten 20 Jahren ist der Einsatz von Antibiotika in der Nutztierhaltung wachsender Kritik ausgesetzt. Bei Nutztieren werden meist die gleichen antimikrobiellen Wirkstoffe eingesetzt wie für die Behandlung bakterieller Infektionen beim Menschen. Die Sorge, dass ein unkritischer Antibiotikaeinsatz bei Nutztieren die Wirksamkeit von Antibiotika beim Menschen herabsetzt, ist begründet. Jeder Einsatz von Antibiotika erhöht das Risiko, dass antibiotikaresistente Bakterien-stämme selektiert werden oder, dass Resistenzgene auf humanpathogene Mikroorganismen übertragen werden. Die wachsende Bedrohung durch multiresistente Bakterien, die immer häufiger bei Menschen und in der Umwelt

nachgewiesen werden können, hat auch zur Kritik am Einsatz von Antibiotika als Managementmaßnahme beim Trockenstellen von Kühen geführt.

Antibiotika sind wertvolle und unverzichtbare Wirkstoffe zur Behandlung bakterieller Infektionen. Bei Nutztieren vermindern sie infektionsbedingte Schäden, verzögern die Ausbreitung bakteriell bedingter Infektionen und verringern krankheitsbedingtes Tierleid. Der gezielte Einsatz von Antibiotika bei nachgewiesenen Infektionen mit empfindlichen Krankheitserregern darf nicht in Frage gestellt werden. Abzulehnen ist der Einsatz von Antibiotika zur Stabilisierung der mikrobiellen Darmflora, der wachstumsfördernde Effekte haben kann. Der Einsatz von Antibiotika als Wachstumsförderer ist in Österreich und in der EU verboten. Unzulässig ist gem. Verordnung (EU) 2019/6 der vorbeugende Einsatz von Antibiotika, um Mängel in der Tierhaltung zu korrigieren. Kritisch zu sehen ist der Einsatz von Antibiotika bei Tieren, die zwar noch nicht infiziert sind, bei denen aber ein erhöhtes Risiko für eine Infektion besteht (Metaphylaxe). Wie ist in diesem Zusammenhang der Einsatz von Antibiotika beim Trockenstellen von Milchkühen zu beurteilen?

Die Eutergesundheit hat sich in den vergangenen Jahrzehnten wesentlich verbessert. *Streptococcus agalactiae* wird

nur noch selten nachgewiesen. *Staphylococcus aureus* hat euterassoziierte Streptokokken als gehäuft auftretender Problemkeim abgelöst. Die niedrige Heilungsrate bei chronischen *Staphylococcus aureus* Infektionen kann einen dauernden und großflächigen Antibiotika-einsatz zum Trockenstellen nicht rechtfertigen. Infektionen mit umweltassoziierten Mastitiserregern (*Enterobacteriales* (*E. coli*, *Klebsiella*), *Streptococcus uberis*, ...) treten vorwiegend während der Laktation auf und erfordern Behandlungen in der akuten Phase der Erkrankung. Antibiotische Behandlungen zum Zeitpunkt des Trockenstellens sind gerechtfertigt, wenn sie auf infizierte Kühe und auf Kühe, bei denen ein hohes Risiko für eine Neuinfektion besteht, beschränkt bleiben. Der Einsatz von antibiotischen Trockenstellern bei allen Kühen einer Herde (blank dry-cow treatment, BDCT) in der überwiegenden Mehrzahl der Milchviehbetriebe widerspricht den Prinzipien eines verantwortungsvollen Umgangs mit Antibiotika. Der selektive Einsatz von antibiotischen Trockenstellern (selective dry-cow treatment, SDCT) ist aber weiterhin notwendig, um Einbußen bei der Milchproduktion durch Eutererkrankungen zu vermeiden.

Antibiotische Trockensteller werden eingesetzt, um zum Zeitpunkt des Trockenstellens bereits bestehende

Euterinfektionen zu therapieren und Neuinfektionen während der Trockenstehzeit zu verhindern. Die Häufigkeit, mit der antibiotische Trockensteller eingesetzt werden sollen, hängt von der Mastitisinzidenz in einer Herde ab. Je mehr Kühe mit Mastitiserregern infiziert sind, umso höher wird in einer Herde die Wahrscheinlichkeit von Neuinfektionen.

Zielgerichtete Behandlungsmaßnahmen zum Zeitpunkt des Trockenstellens basieren auf der Selektion von eutergesunden Kühen und Herden einerseits sowie von infizierten Kühen und Herden, deren Eutergesundheit gefährdet ist, andererseits mit dem Ziel, eine möglichst hohe Eutergesundheit bei einem gleichzeitig möglichst niedrigen Antibiotikaeinsatz sicherzustellen. Für diese Selektion werden verschiedene Herden-bezogene und Einzeltier-bezogene Parameter und Grenzwerte herangezogen. Neben einer hohen Sensitivität und Spezifität der für das SDCT angewendeten Selektionskriterien müssen die Auswahlmethoden auch in der Praxis umsetzbar und finanziell leistbar sein (McCubbin et al. 2022).

Nicht in jeder Milchviehherde kann SDCT ohne Risiko für die Eutergesundheit umgesetzt werden (Niemi et al. 2020). Eine Tankmilchzellzahl >250.000 Zellen/ml spricht für ein gehäuftes Vorkommen von chronischen

Euterinfektionen in einer Herde. In solchen Herden sollten primär Maßnahmen zur Verringerung der Mastitisinzidenz gesetzt werden (Cameron et al. 2015). Grundvoraussetzungen dafür, ein SDCT-Konzept erfolgreich zu implementieren, sind neben einer niedrigen Tankmilchzellzahl eine niedrige Prävalenz von Infektionen mit euterassoziierten Mastitiserregern (Abwesenheit von Infektionen mit *Streptococcus agalactiae*, geringe Häufigkeit von Infektionen mit *Staphylococcus aureus*) (Cameron et al. 2014), eine niedrige Inzidenz klinischer Euterentzündungen, ein gutes Hygienemanagement zum Zeitpunkt des Trockenstellens, exakte Aufzeichnungen über die im Bestand auftretenden Mastitiserreger (Kabera et al. 2020) und deren Resistenzprofil und die laufende Beobachtung des Eutergesundheitsstatus der Herde (Monitoring) (Santman-Berends, I. M. G. A. et al. 2020, Rowe et al. 2020a).

In der Trockenstehzeit können Euterinfektionen ausheilen. Häufiger als bei unbehandelten Kühen sind Heilungen bei Kühen nachzuweisen, die mit einem antibiotischen Trockensteller behandelt wurden (Halasa et al. 2009a, Halasa et al. 2009b). Der direkte Nachweis von Euterinfektionen vor dem Trockenstellen mittels bakteriologischer Milchuntersuchung bietet eine höhere Nachweissicherheit als indirekte

Selektionsmethoden (Rowe et al. 2021). Die Selektion auf der Basis von bakteriologischen Milchuntersuchungen ist allerdings mit einem deutlich höheren Arbeits-, Zeit-, Material- und Kostenaufwand verbunden (Rowe et al. 2021, Rowe et al. 2020b) als die Auswahl von Kühen auf der Basis von Einzelgemelkszellzahlen.

Bei der Festlegung eines Zellzahlgrenzwertes, über dem ein antibiotischer Trockensteller eingesetzt werden soll, ist zu beachten, dass bei niedrigen Grenzwerten (<200.000 Zellen/ml) mehr infizierte Kühe erfasst werden, aber auch mehr Kühe mit einem Antibiotikum behandelt werden, die nicht infiziert sind (Scherpenzeel, C. G. M. et al. 2016). Um eine möglichst hohe Genauigkeit (hohe Sensitivität und hohe Spezifität) zu erreichen, sollte bei der Grenzwertfestlegung jedenfalls zwischen Erstlaktierenden (niedrigerer Grenzwert) und Kühen in den weiteren Laktationen (höherer Grenzwert) unterschieden werden (McCubbin et al. 2022, McDougall et al. 2021). Für die Entscheidung, bei einer Kuh einen antibiotischen Trockensteller einzusetzen, sollte auch berücksichtigt werden, ob die Kuh im Laufe der Laktation an einer akuten Euterentzündung erkrankt war (Vasquez et al. 2018, Rowe et al. 2020b).

Die Suche nach weiteren Selektionskriterien war ein Ziel der

Feldstudie im Rahmen des D4Dairy-Projektes „Maßnahmen zur Reduktion von Antibiotikaresistenzen“ (Bradley et al. 2015, Lipkens et al. 2019), um ein Herden-spezifisches Entscheidungsinstrument für eine optimale Trockenstellstrategie zu entwickeln.

Antibiotische Trockensteller senken das Risiko für Neuinfektionen von zum Zeitpunkt des Trockenstellens nicht infizierten Eutervierteln. Noch effizienter können Neuinfektionen durch die Anwendung von Zitzenversiegeln verhindert werden (Dufour et al. 2019, Lavery et al. 2022, Rabiee und Lean 2013). Interne Zitzenversiegler werden via Strichkanal in die Zitze instilliert und bilden in der Zitzenzisterne während der Trockenstehzeit eine physikalische Barriere. Wenn der Einsatz von antibiotischen Trockenstellern im Rahmen eines selektiven Trockenstellverfahrens beschränkt wird, sollten Euterviertel, die nicht antibiotisch trockengestellt werden, mit einem internen Zitzenversiegler versorgt werden (McParland et al. 2019), um zu verhindern, dass Neuinfektionen in der Trockenstehzeit zunehmen (Kabera et al. 2021, Robert et al. 2006).

Feldstudie im Rahmen des COMET-Projektes D4Dairy

In einer Kohortenstudie, an der 31 Milchviehbetriebe teilgenommen haben, wurde an 16 Betriebe auf Basis des

gewichteten Zellzahlmittels der Herde, der Zellzahl der Einzelkühe der beiden letzten Milchleistungskontrollen vor dem Trockenstellen, des Laktationsalters und der Mastitis-Anamnese eine Empfehlung übermittelt, ob eine Kuh mit einem antibiotischen Trockensteller oder nur mit einem Zitzenversiegler trockengestellt werden sollte (Tab. 1, FALL-Gruppe) (Biggs et al. 2016). In weiteren 15 Betrieben wurden die in den Herden üblichen Verfahren (BDCT, verschiedene SDCT-Verfahren) zum Trockenstellen durchgeführt (KONTROLL-Gruppe). Um die Heilungsraten, die Häufigkeit von Neuinfektionen, den Zellzahlverlauf und die Häufigkeit von akuten Mastitiden in der Folgelaktation in Abhängigkeit vom eingesetzten Trockenstellverfahren und von der eingesetzten Antibiotikamenge beurteilen zu können, wurden Viertelgemelksproben zur bakteriologischen Milchuntersuchung vor dem Trockenstellen und am Beginn der Folgelaktation untersucht, die Daten aus der Milchleistungsprüfung und der tierärztlichen Aufzeichnungen zum Antibiotikaeinsatz zum Trockenstellen ausgewertet und das Herdenmanagement beurteilt.

Die Prävalenz von Kühen, bei denen vor dem Trockenstellen eine Infektion mit einem obligat euterpathogenen Erreger nachgewiesen werden konnte, lag zwischen 0 und 57 % (Median: 11 %).

Zwischen der durchschnittlichen Einzelkuhzellzahl bei der letzten Milchleistungskontrolle vor dem Trockenstellen und der Häufigkeit des Nachweises obligat euterpathogener Erreger vor dem Trockenstellen bestand erwartungsgemäß ein deutlicher Zusammenhang. Zum Zeitpunkt der letzten Milchleistungskontrolle vor dem Trockenstellen war der durchschnittliche Zellgehalt der Einzelgemelke von Kühen, die mit einem obligat pathogenen Erreger infiziert waren, zwar signifikant höher als der Zellgehalt nicht infizierter Kühe, allerdings war die Zahl von infizierten Kühen mit einer niedrigen Zellzahl und die Zahl von Kühen mit einer hohen Zellzahl, bei denen trotzdem keine Infektion nachgewiesen werden konnte, nicht gering.

In einer statistischen Regressionsanalyse (Generalized Linear Mixed Model, GLMM) wurde untersucht, welche Faktoren in einem signifikanten Zusammenhang mit dem Nachweis von obligat euterpathogenen Erregern stehen. Im Modell wurden der Zeitpunkt der bakteriologischen Milchuntersuchung, die Einzelgemelkszellzahl der letzten Milchleistungskontrollen vor der Abkalbung, die Milchmenge bei der letzten Milchleistungskontrolle vor der Abkalbung (Fett-Eiweiß-korrigierte Milchleistung), die Laktationszahl (erste Laktation, weitere Laktationen) und das

gewichtete Zellzahlmittel der Herde bei der letzten Milchleistungskontrolle vor der Abkalbung berücksichtigt. Ein signifikanter Zusammenhang mit der Wahrscheinlichkeit einer Infektion mit einem obligat euterpathogenen Erreger konnte nur für die Einzelgemelkszellzahl bei der letzten Milchleistungs-kontrolle (je höher die Zellzahl, umso höher das Infektionsrisiko) und der Laktationszahl (Erstkalbskühe haben ein geringeres Infektionsrisiko als Kühe in den Folgelaktationen) nachgewiesen werden. Für 694 Laktationen lagen die Ergebnisse der bakteriologischen Milchuntersuchungen von Proben, die vor dem Trockenstellen und am Beginn der Folgelaktation gezogen wurden, vor. Damit ließ sich die Heilungsrate und die Neuinfektionsrate bei mit einem antibiotischen Trockensteller behandelten und nicht behandelten Kühen bestimmen. Die Heilungsrate lag bei mit einem antibiotischen Trockensteller behandelten Kühen signifikant höher als bei nicht antibiotisch behandelten Tieren. Kein signifikanter Unterschied bestand zwischen der Gruppe der behandelten und der Gruppe der unbehandelten Kühe bei der Rate der Neuinfektionen. Die überwiegende Mehrzahl der untersuchten Herden hatte bereits Methoden des selektiven Trockenstellens angewendet. Antibiotika kamen daher häufiger bei Kühen zum Einsatz, die infiziert waren,

und seltener bei Kühen, bei denen keine Infektion nachgewiesen werden konnte.

Zwischen der Gruppe der Betriebe, für die eine Empfehlung erstellt wurde, ob eine Kuh mit einem antibiotischen Trockensteller oder nur mit einem Zitzenversiegler trockengestellt werden sollte (FALL-Gruppe), und der KONTROLL-Gruppe bestanden hinsichtlich der Heilungsrate und der Neuinfektionsrate keine signifikanten Unterschiede. Die Heilungsrate lag in beiden Betriebsgruppen bei Kühen, die mit einem Antibiotikum trockengestellt wurden, höher als bei nicht antibiotisch behandelten Kühen.

Für die Beurteilung der zum Trockenstellen eingesetzten Antibiotikamenge wurde die Summe der Wirkstoffdosen von Produkten, die für das antibiotische Trockenstellen zugelassen sind, während der Projektlaufzeit je Betrieb erhoben und daraus unter Berücksichtigung der Zwischenkalbezeit und der Remontierungsrate einer Herde die pro Kuh und Jahr eingesetzte Dosismenge errechnet. Der Antibiotikaeinsatz zum Zeitpunkt des Trockenstellens lag in den Betrieben, für die eine Trockenstell-Empfehlung erstellt wurde, niedriger als in der KONTROLL-Gruppe (Ferreira et al. 2022). Der Unterschied im Antibiotikaeinsatz war statistisch allerdings nur für die Mittelwerte zu sichern. Das ist auf die

geringe Zahl untersuchter Herden und auf die Tatsache zurückzuführen, dass auch in der überwiegenden Mehrzahl der KONTROLL-Betriebe antibiotische Trockensteller selektiv eingesetzt wurden.

Trockenstell-Prognosetool

Ziel einer Daten-basierten, Betriebs- und Kuh-spezifischen Empfehlung zum Trockenstellen ist, dass nur jene Kühe mit einem antibiotischen Trockensteller versorgt werden, die mit einem obligat pathogenen Mastitiserreger infiziert sind, oder die im Laufe der Laktation eine Infektion durchgemacht haben, oder die auf Grund der Häufigkeit, mit der Euterinfektionen in einer Herde vorkommen, ein erhöhtes Risiko für eine Neuinfektion haben. Die in der D4Dairy-Feldstudie erhobenen Daten wurden zur statistischen Modellierung des Ergebnisses der bakteriologischen Milchuntersuchung zum Zeitpunkt des Trockenstellens herangezogen. Die Ergebnisse zweier Modellierungsmethoden (GEE (Generalized Estimating Equations), Random Forest) wurden in der Folge mit der in der Feldstudie eingesetzten Empfehlung (Biggs et al. 2016) verglichen (Tab. 2). Der Vergleich basiert auf einem Testdatensatz mit insgesamt 121 Beobachtungen, wobei 23 davon ein positives BU-Ergebnis aufwiesen. Das selektive Trockenstellen auf Basis von

Herden-, Kuh- und Laktations-spezifischen Zellzahlgrenzwerten empfiehlt häufiger die Anwendung von Antibiotika als tatsächlich notwendig wäre. Die Zusammenhänge zwischen Euterinfektionen und den Ergebnissen der Milchleistungsprüfung, dem Laktationsalter der Kühe und den Eutergesundheitskennzahlen einer Herde sind komplex und konnten mit einem ersten GEE-Modell nicht gut erklärt werden, da in einem ersten Schritt keine Interaktionen von einzelnen Faktoren berücksichtigt wurden. Mit einem statistischen Vorhersagemodell wie Random Forest könnte eine noch genauere Selektion von Kühen für das antibiotische Trockenstellen erfolgen und der Antibiotikaeinsatz weiter reduziert werden. Das Random-Forest-Modell könnte mit einer erweiterten Datenbasis weiter verbessert werden. Die Modellvergleiche sind zuverlässiger, wenn ein breiterer Testdatensatz herangezogen werden kann. Vor der technischen Umsetzung des Prognosetools ist daher jedenfalls ein Vergleich anhand eines größeren Testdatensatzes zu empfehlen.

Zusammenfassung

In Betrieben, die auf die regelmäßige mikrobiologische Untersuchung von Viertelgemelksproben vor dem Trockenstellen verzichten, sind die Einzelkuhzellzahl der letzten

Milchleistungskontrolle vor dem Trockenstellen und die Laktationszahl (erstlaktierende Kühe, Kühe in den Folgelaktationen) die wesentlichen Entscheidungsparameter für die Auswahl von Kühen, die antibiotisch trockengestellt werden sollen. Durch ein SDCT-Verfahren auf Basis des gewichteten Zellzahlmittels der Herde, der Zellzahl der Einzelkühe der beiden letzten Milchkontrollen vor dem Trockenstellen, des Laktationsalters und der Mastitis-Anamnese lässt sich der Antibiotikaeinsatz zum Trockenstellen verringern. Das eingesetzte SDCT-Verfahren führte zu keiner Verschlechterung der Eutergesundheit. Mit einem Random-Forest-Vorhersagemodell könnte der Antibiotikaeinsatz noch weiter reduziert werden. Die Ergebnisse dieser Studie sollen in die Entwicklung eines Trockenstell-Prognosetools einfließen, das in den Herdenmanager des Rinderdatenverbands integriert werden soll. Dieses Werkzeug soll Landwirt:innen und Tierärzt:innen bei der breiten Implementierung von SDCT-Verfahren unterstützen.

Tabelle 1: Empfehlungen für das selektive Trockenstellen in Milchviehbetrieben (modif. nach Biggs et al. 2016)

Zellzahl-durchschnitt x 1.000 Zellen/ml	Einzelkuhzellzahl-Grenzwert x 1.000 Zellen/ml Kühe LN > 1 (2. u. weitere Laktation)	Einzelkuhzellzahl-Grenzwert x 1.000 Zellen/ml Kühe LN = 1 (Erstlaktierende)
< 100	250	200
100 - 150	200	150
150 - 200	150	100
200 - 250	100	50
> 250	Gezieltes Trockenstellen ist nicht sinnvoll!	

Tabelle 2: Vergleich der Vorhersagen für ein positives Ergebnis der bakteriologischen Milchunter-suchung vor dem Trockenstellen

	Empfehlung nach Biggs et al. 2016	Generalized Estimating Equations*	Random Forest
Accuracy	0.777	0.719	0.876
Sensitivität	0.609	0.739	0.565
Spezifität	0.816	0.714	0.949
Precision (Genauigkeit)	0.438	0.378	0.722
Recall (Trefferquote)	0.609	0.739	0.565
F1-Score	0.509	0.500	0.634

* Zur Klassifizierung der GEE-Vorhersage in BU positiv bzw. negativ wurde ein Cut-Off-Wert von 0.19 verwendet. Dieser wurde anhand einer ROC-Analyse bestimmt.

Literatur

- Biggs, Andrew; Barrett, David; Bradley, Andrew; Green, Martin; Reyher, Kristen; Zadoks, Ruth (2016): Antibiotic dry cow therapy: where next? In: Vet Rec 178 (4), S. 93. DOI: 10.1136/vr.i338.
- Bradley, A. J.; Vliegheer, S. de; Green, M. J.; Larrosa, P.; Payne, B.; van de Leemput, E. Schmitt et al. (2015): An investigation of the dynamics of intramammary infections acquired during the dry period on European dairy farms. In: Journal of Dairy Science 98 (9), S. 6029–6047. DOI: 10.3168/jds.2014-8749.
- Cameron, M.; Keefe, G. P.; Roy, J.-P.; Stryhn, H.; Dohoo, I. R.; McKenna, S. L. (2015): Evaluation of selective dry cow treatment following on-farm culture: Milk yield and somatic cell count in the subsequent lactation. In: Journal of Dairy Science 98 (4), S. 2427–2436. DOI: 10.3168/jds.2014-8876.

- Cameron, M.; McKenna, S. L.; MacDonald, K. A.; Dohoo, I. R.; Roy, J. P.; Keefe, G. P. (2014): Evaluation of selective dry cow treatment following on-farm culture: Risk of postcalving intramammary infection and clinical mastitis in the subsequent lactation. In: *Journal of Dairy Science* 97 (1), S. 270–284. DOI: 10.3168/jds.2013-7060.
- Dufour, Simon; Wellemans, Vincent; Roy, Jean-Philippe; Lacasse, Pierre; Ordonez-Iturriaga, Alfredo; Francoz, David (2019): Non-antimicrobial approaches at drying-off for treating and preventing intramammary infections in dairy cows. Part 1. Meta-analyses of efficacy of using an internal teat sealant without a concomitant antimicrobial treatment. In: *Animal health research reviews* 20 (1), S. 86–97. DOI: 10.1017/S1466252319000070.
- Ferreira, Fernanda C.; Martínez-López, Beatriz; Okello, Emmanuel (2022): Potential impacts to antibiotics use around the dry period if selective dry cow therapy is adopted by dairy herds: An example of the western US. In: *Preventive Veterinary Medicine* 206, S. 1-9. 105709. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2022.105709.
- Halasa, T.; Østerås, O.; Hogeveen, H.; van Werven, T.; Nielsen, M. (2009a): Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle. Part 1. Protection against new intramammary infections. In: *Journal of Dairy Science* 92 (7), S. 3134–3149. DOI: 10.3168/jds.2008-1740.
- Halasa, T.; Nielsen, M.; Whist, A. C.; Østerås, O. (2009b): Meta-analysis of dry cow management for dairy cattle. Part 2. Cure of existing intramammary infections. In: *Journal of Dairy Science* 92 (7), S. 3150–3157. DOI: 10.3168/jds.2008-1741.
- Kabera, Fidèle; Dufour, Simon; Keefe, Greg; Cameron, Marguerite; Roy, Jean-Philippe (2020): Evaluation of quarter-based selective dry cow therapy using Petrifilm on-farm milk culture: A randomized controlled trial. In: *Journal of Dairy Science* 103 (8), S. 7276–7287. DOI: 10.3168/jds.2019-17438.
- Kabera, Fidèle; Roy, Jean-Philippe; Afifi, Mohamed; Godden, Sandra; Stryhn, Henrik; Sanchez, Javier; Dufour, Simon (2021): Comparing Blanket vs. Selective Dry Cow Treatment Approaches for Elimination and Prevention of Intramammary Infections During the Dry Period: A Systematic Review and Meta-Analysis. In: *Frontiers in Veterinary Science* 8, 688450. DOI: 10.3389/fvets.2021.688450.
- Lavery, Anna; Craig, Aimee-Louise; Gordon, Alan W.; Ferris, Conrad P. (2022): Impact of adopting non-antibiotic dry-cow therapy on the performance and udder health of dairy cows. In: *Veterinary Record* n/a (n/a), S. e1731. DOI: 10.1002/vetr.1731.
- Lipkens, Z.; Piepers, S.; Visscher, A. de; Vliegheer, S. de (2019): Evaluation of test-day milk somatic cell count information to predict intramammary infection with major pathogens in dairy cattle at drying off. In: *Journal of Dairy Science* 102 (5), S. 4309–4321. DOI: 10.3168/jds.2018-15642.
- McCubbin, Kayley D.; Jong, Ellen de; Lam, Theo J. G. M.; Kelton, David F.; Middleton, John R.; McDougall, Scott et al. (2022): Invited review: Selective use of antimicrobials in dairy cattle at drying-off. In: *Journal of Dairy Science* 105 (9), S. 7161–7189. DOI: 10.3168/jds.2021-21455.
- McDougall, S.; Williamson, J.; Gohary, K.; Lacy-Hulbert, J. (2021): Detecting intramammary infection at the end of lactation in dairy cows. In: *Journal of Dairy Science* 104 (9), S. 10232–10249. DOI: 10.3168/jds.2020-20036.
- McParland, Sinead; Dillon, P. G.; Flynn, J.; Ryan, N.; Arkins, S.; Kennedy, A. (2019): Effect of using internal teat sealant with or without antibiotic therapy at dry-off on subsequent somatic cell count and milk production. In: *Journal of Dairy Science* 102 (5), S. 4464–4475. DOI: 10.3168/jds.2018-15195.
- Niemi, R. E.; Vilar, M. J.; Dohoo, I. R.; Hovinen, M.; Simojoki, H.; Rajala-Schultz, P. J. (2020): Antibiotic dry cow therapy, somatic cell count, and milk production: Retrospective analysis of the associations in dairy herd recording data using multilevel growth models. In: *Preventive Veterinary Medicine* 180, 105028. DOI: 10.1016/j.prevetmed.2020.105028.
- Rabiee, A. R.; Lean, I. J. (2013): The effect of internal teat sealant products (Teatseal and Orbeseal) on intramammary infection, clinical mastitis, and somatic cell counts in lactating dairy cows: A meta-analysis. In: *Journal of Dairy Science* 96 (11), S. 6915–6931. DOI: 10.3168/jds.2013-6544.
- Robert, Aurelie; Seegers, Henri; Bareille, Nathalie (2006): Incidence of intramammary infections during the dry period without or with antibiotic treatment in dairy cows--a quantitative analysis of published data. In: *Veterinary Research* 37 (1), S. 25–48. DOI: 10.1051/vetres:2005047.
- Rowe, S. M.; Godden, S. M.; Nydam, D. V.; Gorden, P. J.; Lago, A.; Vasquez, A. K. et al. (2020a):

- Randomized controlled non-inferiority trial investigating the effect of 2 selective dry-cow therapy protocols on antibiotic use at dry-off and dry period intramammary infection dynamics. In: *Journal of Dairy Science*, 103 (7), S. 6473–6492. DOI: 10.3168/jds.2019-17728.
- Rowe, S. M.; Godden, S. M.; Nydam, D. V.; Gorden, P. J.; Lago, A.; Vasquez, A. K. et al. (2020b): Randomized controlled trial investigating the effect of 2 selective dry-cow therapy protocols on udder health and performance in the subsequent lactation. In: *Journal of Dairy Science*, 103 (7), S. 6493–6503. DOI: 10.3168/jds.2019-17961.
- Rowe, S. M.; Nydam, D. V.; Godden, S. M.; Gorden, P. J.; Lago, A.; Vasquez, A. K. et al. (2021): Partial budget analysis of culture- and algorithm-guided selective dry cow therapy. In: *Journal of Dairy Science* 104 (5), S. 5652–5664. DOI: 10.3168/jds.2020-19366.
- Rowe, S. M.; Vasquez, A. K.; Godden, S. M.; Nydam, D. V.; Royster, E.; Timmerman, J.; Boyle, M. (2021): Evaluation of 4 predictive algorithms for intramammary infection status in late-lactation cows. In: *Journal of Dairy Science* 104 (10), S. 11035–11046. DOI: 10.3168/jds.2021-20504.
- Santman-Berends, I. M. G. A.; van den Heuvel, K. W. H.; Lam, T. J. G. M.; Scherpenzeel, C. G. M.; van Schaik, G. (2020): Monitoring udder health on routinely collected census data: Evaluating the short- to mid-term consequences of implementing selective dry cow treatment. In: *Journal of Dairy Science* 104 (2), S. 2280–2289. DOI: 10.3168/jds.2020-18973.
- Scherpenzeel, C. G. M.; den Uijl, I. E. M.; van Schaik, G.; Riekerink, R. G. M. Olde; Hogeveen, H.; Lam, T. J. G. M. (2016): Effect of different scenarios for selective dry-cow therapy on udder health, antimicrobial usage, and economics. In: *Journal of Dairy Science* 99 (5), S. 3753–3764. DOI: 10.3168/jds.2015-9963.
- Vasquez, A. K.; Nydam, D. V.; Foditsch, C.; Wieland, M.; Lynch, R.; Eicker, S.; Virkler, P. D. (2018): Use of a culture-independent on-farm algorithm to guide the use of selective dry-cow antibiotic therapy. In: *Journal of Dairy Science* 101 (6), S. 5345–5361. DOI: 10.3168/jds.2017-13807.
- Verordnung (EU) 2019/6 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 11. Dezember 2018 über Tierarzneimittel und zur Aufhebung der Richtlinie 2001/82/EG (ABl. L 4 vom 7.1.2019, S. 43-167).

Digitale Tools - Neue Technologien zur Verbesserung der Klauengesundheit

Johann Kofler

Universitätsklinik für Wiederkäuer, Veterinärmedizinische Universität Wien

Benchmarking (BM) ist ein kontinuierlicher Bewertungsprozess, bei dem viele 'Betriebe' mit den jeweils 'Klassenbesten' verglichen werden. BM hat zum Ziel, 'Betriebe' zur Verbesserung zu motivieren und zu den 'Klassenbesten' aufzuschließen¹. Während BM bereits zur Bewertung von Unterschieden bei Tierwohlparametern in Milchviehherden eingesetzt^{2,3} und in den skandinavischen Ländern schon seit längerem zur Quantifizierung der Klauengesundheit verwendet wird⁴, wurde dies in Österreich nun erstmalig etabliert.

Einleitung

Die Klauengesundheit von Milchkühen wird durch verschiedene Kennzahlen beschrieben, wobei die benötigten Daten aus unterschiedlichen Quellen bezogen werden. Dazu zählen regelmäßig zum Zeitpunkt der monatlichen Milchleistungsprüfung erhobene Lahmheitsprävalenzen^{5,6}, regelmäßig dokumentierte tierärztliche Diagnosen⁷ und jährlich erfasste Abgangsursachen aufgrund von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen⁸. Weitere unverzichtbare Datenquellen sind insbesondere die bei jeder Klauenpflegevisite erfassten

Klauenläsionen, die mit Hilfe elektronischer Dokumentationssysteme (wie Klauenprofi[®] App, Klauenmanager[®], dsp[®] Agrosoft) erfasst werden⁹. Die Basis für ein effizientes Monitoring der Klauengesundheit bei Milchkühen ist die elektronische Dokumentation dieser genannten Daten^{9,10} sowie deren zentrale Erfassung auf nationaler Ebene, wie dies in manchen Ländern bereits etabliert ist¹¹⁻¹³.

Eine zentrale Erfassung von Klauengesundheitsdaten wurde in Österreich im Jahr 2017 mit dem Projekt 'Klauen-Q-Wohl' der RINDERZUCHT AUSTRIA (www.rinderzucht.at) und der ZuchtData EDV Dienstleistungen GmbH gestartet. Damit konnte eine bundesweite Infrastruktur zur zentralen und standardisierten Erfassung und Auswertung elektronisch dokumentierter Klauengesundheitsdaten von zahlreichen Milchviehbetrieben im RDV (Rinderdatenverbund: <https://www.rdv-gmbh.net/>) etabliert werden, was die Entwicklung eines Benchmarking-Systems für die Klauengesundheit ermöglichte. Im Rahmen des Projektes D4Dairy wurden zudem Daten zum Klauen-Positions-Score erhoben und Informationen von Tiersensoren im

Zusammenhang mit Lahmheiten ausgewertet¹⁴. Der hier vorgestellte Beitrag legt den Fokus auf das Benchmarking aufbauend auf Klauenpflegedaten, Lahmheiten und Abgangsinformationen.

Datenerfassung und Validierung

Alle zur Verfügung stehenden Daten zu Klauenläsionen waren von Klauenpflegern und Landwirten im Rahmen des Projektes 'Klauen-Q-Wohl' bei jeder Klauenpflegevisite in 614 Milchviehherden mit dem EDV-Programm 'Klauenmanager' (SEG Informationstechnik GmbH, Bad Ischl, A) und der Klauenprofi® App (<https://www.rinderzucht.at/app/klauenprofi.html>) dokumentiert worden basierend auf der harmonisierten Terminologie, wie sie im ICAR-Klauengesundheitsatlas¹⁵ und in dessen Anhängen 1 und 2 beschrieben ist^{16,17} (Abb. 1). Für Klauenläsionen, die immer mit Schmerzen bzw. Lahmheit einhergehen, wurde der Begriff 'Alarm'-Erkrankungen etabliert. Dazu zählen alle Klauengeschwüre, Zehenspitzennekrose, weiße-Linie-Abszess, entzündliche Schwellungen des Kronsaums/Weichballens im Gefolge tiefer Klaueninfektionen, penetrierende infizierte Hornspalten, Zwischenklauenphlegmone, das akute (M2) Stadium der Dermatitis digitalis (DD) und alle DD-assozierten

Klauenhornläsionen. Im Gegensatz dazu sind viele andere Klauenläsionen¹⁸ und die M1, M3, M4 und M4.1 DD-Stadien selten oder nicht schmerzhaft¹⁶.

Für das Benchmarking der Inzidenzrate der Mortellaro-Erkrankung (DD) wurden nur Betriebe mit endemischer DD-Infektion inkludiert. Für das Benchmarking der jährlichen Abgangsrate wegen Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen wurden die verfügbaren Daten aus dem Zuchtdata-Jahresbericht⁸ derselben Milchviehherden herangezogen, wie eben im Abschnitt über das Benchmarking von Klauenläsionen erwähnt.

Die Daten für das Benchmarking der Lahmheitsinzidenz waren im Rahmen des Projekts 'D4Dairy' (<https://d4dairy.com/>) von LKV-Mitarbeitern erhoben worden, welche anlässlich der regelmäßigen Milchleistungsprüfung im Jahr 2020 die Kühe in 99 Herden mittels Locomotion-Scoring¹⁹ bewerteten.

Alle am Projekt 'Klauen-Q-Wohl' beteiligten Klauenpfleger waren im Gebrauch der korrekten Terminologie¹⁵⁻¹⁷ sowie in der korrekten Erkennung und elektronischen Dokumentation der Klauenläsionen geschult worden. Zudem wurde der Übereinstimmungsgrad der Klauenpfleger, Klauenläsionen korrekt zu benennen, mittels eines online durchgeführten Interobserver-Reliabilitätstests überprüft. Auch die im Projekt 'D4Dairy' mitwirkenden LKV-

Mitarbeiter waren bereits für frühere Projekte in der Lahmheitsbeurteilung geschult worden^{5,6} und zudem absolvierten sie im Vorfeld online einen Interobserver-Reliabilitätstest, bei dem sie verschiedene Videos mit lahmen und nicht-lahmen Kühen bewerteten. Als Mindestanforderung wurde ein gewichteter Cohen's Kappa-Wert von 0,61 festgelegt¹⁰. Dieser Grenzwert wurde auch von allen Teilnehmern überschritten und bedeutet eine signifikante/weitgehende Übereinstimmung zwischen den Beobachtern²⁰.

Für die Berechnung der Klauengesundheitskennzahlen wurden nur validierte Datensätze gemäß publizierten Richtlinien berücksichtigt^{21,22}. Die jeweiligen Kriterien dafür sind im Detail in der Originalpublikation beschrieben. In

Übereinstimmung mit anderen Autoren^{4,23} wurden folgende Kennzahlen als geeignet definiert, um ein Benchmarkingsystem für die Klauengesundheit in Milchviehherden zu erstellen: die Inzidenzrate von Lahmheiten, von verschiedenen Klauenläsionen einschließlich der Inzidenzrate von 'Alarm'-Erkrankungen und die jährliche Abgangsrate aufgrund von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen. Nach

Validierung der Datensätze und Ausschluss von Daten, die die Auswahlkriterien nicht erfüllten^{21,22}, konnten die Daten von 512 Herden, die von 31 Klauenpflegern stammten und alle Lahmheitsdaten der 99 Herden in das Benchmarking einbezogen werden. Die ausgewählten Betriebe wurden mittels Perzentils (10., 25., 50. = Median, 75. und 90. Perzentil) mit den Datensätzen des Jahres 2020 für die jeweiligen Kennzahlen klassifiziert.

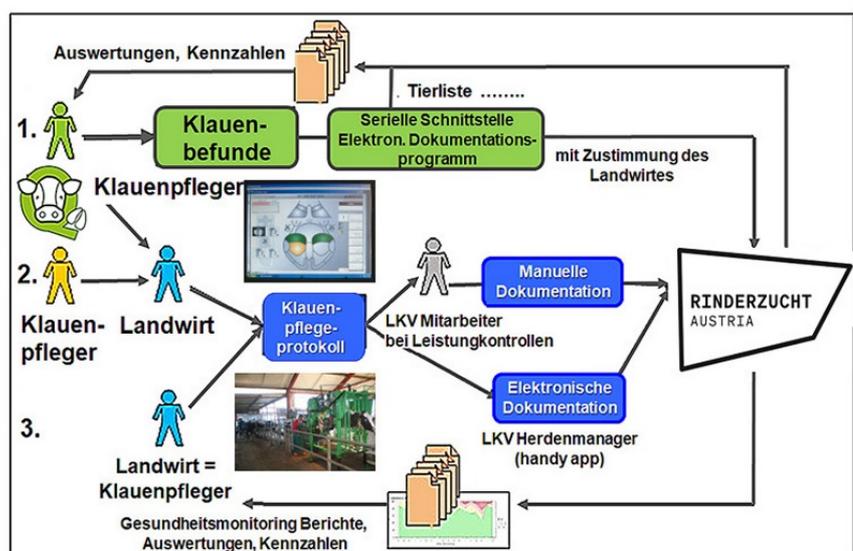


Abbildung 1: Darstellung des Datenflusses von der Dokumentation der Klauenläsionen am Betrieb durch Klauenpfleger:in/Landwirt:in mit elektronischen Systemen bei jeder Klauenpflege und der zentralen Erfassung und Auswertung durch die RINDERZUCHT AUSTRIA.

Benchmarking der Klauengesundheit

Die mittlere Lahmheitsinzidenzrate (LSC ≥ 2) aller 7.765 Kühe in den 99 Herden betrug 39,4 % und war bei Trockenstehern und Kühen in den ersten 100 Laktationstagen (100 DIM) noch etwas höher. In den Betrieben des 10. Perzentils waren 16,2 % aller laktierenden Kühe, 19,5 % der Trockensteher und 18,6 % der

100 DIM-Kühe lahm (LSC ≥ 2), während in den Betrieben des 90. Perzentils die Lahmheitsinzidenzen 67,7 %, 84,1 % bzw. 74,4 % betragen (Tab. 1). Auffällig war zudem, dass bei Trockenstehern und bei den 100 DIM-Kühen auch durchaus hohe Inzidenzen an hochgradigen Lahmheiten (LSC ≥ 4) vorlagen.

Kühe mit LSC ≥ 2	Perzentile (%)						
	Min	MW	10.	25.	Median	75.	90.
Alle Kühe in Laktation	8,0	39,4	16,2	24,6	37,0	48,8	67,7
Trockensteher	9,2	46,2	19,5	28,7	43,3	56,8	84,1
Kühe in den ersten 100 DIM	11,3	40,7	18,6	26,8	36,1	49,7	74,4
Kühe mit LSC ≥ 4							
Alle Kühe in Laktation	1,0	6,5	2,1	3,2	5,0	7,9	13,3
Trockensteher	4,5	19,8	9,5	12,2	17,9	24,5	29,3
Kühe in den ersten 100 DIM	2,7	11,8	5,1	7,6	10,2	13,9	20,8

Tabelle 1: Benchmarking der jährlichen Lahmheitsinzidenz auf Kuzebene pro Herde während der Laktationsperiode im Jahr 2020 mit Locomotion-Score (LSC) ≥ 2 (alle lahmen Kühe) und LSC ≥ 4 (hochgradig lahme Kühe) durch Klassifizierung der 99 Herden mittels Perzentils unter Angabe des Minimal- (Min), Mittel- (MW) und Medianwertes sowie des 10., 25., 75., 90. Perzentils; DIM: Tage in Milch

KlaueCheck				
Jahr	2020			
Merkmal	ohne Einschränkung: alle Betriebe			
Grenzwert	<input checked="" type="radio"/> 10% <input type="radio"/> 25%			
	Mein Betrieb	Vergleichsbetriebe	Untere 10%	TOP10%
Durchschnittliche Kuhzahl	70,8			
Durchschnittliche Anzahl Kalbinnen	8,3			
Anteil Kühe mit Abgang Klauen und Gliedmaßen	5,6	0	7,2	0
Anteil Kühe mit Klauenpflege	89	100	73,3	100
Anteil Kalbinnen mit Klauenpflege	24,1	9	0	97
Anteil Kühe gesund (KP aber kein Befund)	55,1	39,3	11	77,7
Anteil Kühe mit KP und Klauenbefund	33,9	56,3	93,8	21,6
Anteil Kühe mit Klauenpflege in ersten 100 Tagen in Milch	28,2	38,2	14,7	70
Anteil Kühe mit Alarmbefund	26,8	26,2	61,2	6,6
Anteil Kühe mit Klauenpflege mit Alarmbefund in 100 DIM	7,1	8,4	26,2	0

Klauenhornerkrankungen				
Doppelte Sohle	4,2	4,8	16,1	0
Dünne Sohle	1,4	0	1,5	0
Hornspalten	1,4	0	7,9	0
Limax	0	2,8	12,9	0
Klauengeschwüre	8,5	11,3	29,2	0
Konkave Vorderwand bzw. andere Stadien der Klauenrehe	0	4,6	32,8	0
Sohlenblutung	0	5,9	28,2	0
Weisse-Linien-Erkrankung	4,2	10,8	27,5	0
Infektiös				
Ballenhornfäule	0	0	30	0
Dermatitis digitalis	18,4	8,1	61,5	0
Schwellung des Kronsaums/Ballens	0	0	4,2	0
Zwischenklauenpflégmon	0	0	3,7	0
Deformationen der Klaue				
Rollklaue	0	2,5	22,4	0
Scherenklaue	0	0	15,2	0

Abbildung 2a,b: Screenshots des Herdenmanager-Programmes KLAUECHECK des RDV mit Darstellung des Benchmarkings der jährlichen Abgangsrate wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen, des Anteils der Kühe/Kalbinnen mit Klauenpflege, des Anteils klauengesunder Kühe, des Anteils der Kühe mit Klauenpflege in den ersten 100 Laktationstagen, des Anteils der Kühe mit 'Alarm'-Erkrankungen, des Anteils der Kühe mit 'Alarm'-Erkrankungen in den ersten 100 Laktationstagen sowie der Darstellung der Inzidenzraten von 14 Klauenläsionen an einem Beispielbetrieb; Mein Betrieb (= ein Mitgliedsbetrieb im RDV), der seine Klauengesundheitsdaten mit jenen aus österreichischen Milchviehbetrieben (= Medianwert aller 512 Vergleichsbetriebe) sowie mit den Klauengesundheitsdaten des 90. Perzentils (Untere 10 %) und jenen des 10. Perzentils (TOP10 %) vergleicht. Alle Auswertungen beziehen sich auf das Jahr 2020. Im Programm kann man durch Änderung des Grenzwertes (10 %, 25 %) auch die Klauengesundheitsdaten des 25. Perzentils (TOP25 %) und jene des 75. Perzentils (Untere 25 %) mit jenen des eigenen Betriebes vergleichen (Quelle Screenshot: RDV: <https://www.rdv-gmbh.net/>).

Die Inzidenzrate der 14 berücksichtigten Klauenläsionen variierte stark zwischen den Betrieben (Abb. 2). Schmerzhaftes 'Alarm'-Erkrankungen wurden bei 26,2 % der Kühe (Median) festgestellt, hingegen in den Betrieben des 10. Perzentils (TOP10 %) nur bei 6,6 % und in den Betrieben des 90. Perzentils jedoch bei 61,2 % der Kühe. Die Inzidenzen der einzelnen Klauenläsionen, der jährlichen

Abgangsrate aufgrund von Klauen- und Gliedmaßenkrankungen sowie auch weiterer interessanter Kennzahlen sind in Abb. 2 aufgelistet.

Diskussion

Diese umfassenden, elektronisch verfügbaren und zentral registrierten Klauengesundheitsdaten sind eine unverzichtbare Voraussetzung für ein modernes Monitoring der Klauengesundheit auf Herden- und Tierebene^{9,13,24}. In der Schweiz wurden kürzlich ähnliche Kennzahlen für die Klauengesundheit erarbeitet, wobei dabei allerdings fixe Grenzwerte definiert wurden^{10,23}. Ein Benchmarkingsystem ist hingegen flexibel und kann anhand neuer Datensätze jährlich aktualisiert werden^{3,4}. Das vorgestellte Benchmarking der Klauengesundheit ist seit Ende März 2022 als neues und zusätzliches Instrument für das Monitoring der Herdengesundheit im länderübergreifenden RDV implementiert. Mit Einführung dieses Benchmarkings im RDV für die Inzidenzraten von Lahmheiten, Klauenläsionen, der jährlichen Abgangsrate wegen Klauen- und Gliedmaßenkrankungen sowie den weiteren in Abb. 1 gelisteten Kennzahlen haben nun alle Mitgliedsbetriebe des RDV, sowie die betreuenden Tierärzt:innen nach entsprechender Zustimmung, die Möglichkeit die Klauengesundheit ihres Betriebes, sofern dort elektronisch Klauengesundheitsdaten bei jeder

Klauenpflegevisite dokumentiert und zentral im RDV abgespeichert werden, mit der Klauengesundheit aller im System erfassten Betriebe zu vergleichen. Dieses Benchmarking ermöglicht somit den Vergleich der Kennzahlen eines einzelnen Betriebes mit jenen mit guter (≤ 10 . Perzentil), mäßiger (≥ 25 . und < 50 . Perzentil) und schlechter (≥ 50 . Perzentil) Klauengesundheit, was die Motivation der Landwirte und auch Tierärzt:innen steigern kann, um Verbesserungen der Klauengesundheit in Angriff zu nehmen.

Aus diesen nun für Österreich vorliegenden Klauengesundheitsdaten kann als kurz- bzw. mittelfristig erreichbares Ziel formuliert werden, eine deutliche Reduktion von Lahmheiten und der auslösenden schmerzhaften Klauenerkrankungen v.a. bei trockengestellten sowie auch bei Kühen in den ersten 100 Laktationstagen anzustreben. Diese Perioden gelten als besonders kritisch für die Produktionsleistung und das Tierwohl einer Milchkuh^{6,25}. Dieses Ziel ließe sich in vielen Betrieben durch eine dreimal jährlich durchgeführte fachgerechte Klauenpflege, die unbedingt alle trockenzustellenden Kühe und die Kühe um den 40. – 60. Laktationstag erfassen sollte, sowie der engmaschigen Kontrolle auf Lahmheit im 2-Wochen-Intervall und durch rasche und fachgerechte Behandlung von Kühen mit LSC 2 bzw. 3 erreichen^{5,26}.

Wenn in Zukunft Datensätze von deutlich mehr Milchviehbetrieben vorliegen werden, sind weitere Subklassen der Vergleichspopulation geplant, wie z.B. Klassen mit ähnlicher Herdengröße, ähnlicher Herdenmilchleistung oder ähnlichem Haltungssystem. Des Weiteren sind diese Datensätze von größter Bedeutung für eine langfristige genetische Verbesserung der Klauengesundheit bei Milchkühen²⁷⁻²⁹, um langfristig Tiere mit einer geringeren genetischen Anfälligkeit für Klauenläsionen zu selektieren.

Die Originalpublikation Kofler J. et al. (2022): Benchmarking based on regularly recorded claw health data of Austrian dairy cattle for implementation in the Cattle Data Network (RDV). *Animals* 2022, 12,808 kann unter folgendem Link abgerufen werden: <https://doi.org/10.3390/ani12070808>

Literatur

1. Ettorchi-Tardy A, Levif M, Michel P (2012): Benchmarking: a method for continuous quality improvement in health. *Healthcare Policy* 7(4):e101–e119.
2. Zuliani A, Mair M, Kraševac M et al. (2018): A survey of selected animal-based measures of dairy cattle welfare in the Eastern Alps: toward context-based thresholds. *J Dairy Sci* 101(2):1428-1436.
3. Egger-Danner C, Koeck A, Fuchs K et al. (2020): Use of benchmarking to monitor and analyze effects of herd size and herd milk yield on cattle health and welfare in Austrian dairy farms. *J Dairy Sci* 103(8):7598-7610.
4. Sandgren CH, Lindberg A, Keelin LJ (2009): Using a national dairy database to identify

herds with poor welfare. *Anim Welfare* 18:523-532.

5. Fuerst-Waltl B, Egger-Danner C, Guggenbichler S et al. (2021): Auswirkung von Lahmheit auf Fruchtbarkeitsmerkmale bei Fleckvieh-Kühen in Österreich – Ergebnisse aus dem Efficient-Cow-Projekt. *Schweiz Arch Tierheilkd* 163:721-736.
6. Kofler J, Fuerst-Waltl B, Dourakas M et al. (2021): Auswirkung von Lahmheit auf die Milchleistung bei Milchkühen in Österreich – Ergebnisse aus dem Efficient-Cow-Projekt. *Schweiz Arch Tierheilkd* 163(2):123–138.
7. Egger-Danner C, Fuerst-Waltl B, Obritzhauser W et al. (2012): Recording of direct health traits in Austria—Experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. *J Dairy Sci* 95:2765-2777.
8. Zuchtdata (2020): Zuchtdata Jahresbericht 2020. <https://www.rinderzucht.at/downloads/jahresberichte.html> (Zugriff: 30.03.2022).
9. Kofler J (2013): Computerised claw trimming database programs as the basis for monitoring claw health in dairy herds. *Vet J* 198:358–361.
10. Strauss G, Stucki D, Jury A et al. (2021): Evaluation eines Ausbildungskonzeptes für Klauenpfleger zur Durchführung eines schweizweiten Klauengesundheitsmonitorings für Rinder. *Schweiz Arch Tierheilkd* 163(3):189-201.
11. Van der Linde C, De Jong G, Koenen EPC et al. (2010): Eding, H. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. *J Dairy Sci* 93(10):4883-4891.
12. Charfeddine N, Alsaad M, Burgstaller J et al. (2016): Guidelines for the validation and use of claw health data. ICAR Technical Series no. 21, 40th ICAR Biennial Session, Puerto Varas, Chile; pp. 157-162; https://www.icar.org/Documents/technical_series/ICAR-Technical-Series-no-21-Puerto-Varas/Charfeddine.pdf (Zugriff: 6.02.2023).
13. Thomsen PT, Foldager L, Raundal P et al.

ERROR: syntaxerror
OFFENDING COMMAND: ----nostringval----

STACK:

Zuchtwertschätzung für Klauengesundheit – aktueller Stand

Christian Fürst¹, Hermann Schwarzenbacher¹, Judith Himmelbauer¹, Astrid Köck¹,
Birgit Fürst-Waltl² und Christa Egger-Danner¹

¹ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH,

²Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur

Einleitung

In Österreich gibt es bereits seit vielen Jahren eine sehr große Palette an Merkmalen aus dem Bereich Fitness und Gesundheit, die züchterisch erfolgreich bearbeitet werden. Ohne Zweifel handelt es sich bei der Klauengesundheit hinsichtlich Tierwohl und Wirtschaftlichkeit um einen sehr wichtigen Merkmalskomplex, für den bisher nicht für alle Rassen Zuchtwerte angeboten werden. Klauen- und Gliedmaßenkrankungen sind der dritthäufigste Abgangsgrund in Österreich (7,5 %, ZuchtData, 2022). Klauenerkrankungen sind mit einer verringerten Milchleistung, häufigeren Mastitis- und Stoffwechselerkrankungen und mehr Fruchtbarkeitsstörungen verbunden. Die Behandlung bzw. Betreuung der Tiere bedeutet einen hohen Arbeitsaufwand, sodass erkrankte, lahme Kühe zu deutlich erhöhten Kosten führen. Wolkerstorfer (2021) errechnete beispiel-

haft durchschnittliche Verluste für eine lahme Kuh von 450 Euro.

In einigen Ländern wie Niederlande (van der Linde et al., 2010), Frankreich (Croué et al., 2017) und Spanien (Charfeddine et al., 2018) existiert bereits seit mehreren Jahren eine Routine-Zuchtwertschätzung. Ein Überblick über Möglichkeiten zur genetischen Selektion auf Klauengesundheit ist bei Heringstad und Egger-Danner et al. (2018) zu finden.

Für die Rasse Holstein führt das VIT Verden bereits seit 2019 eine ZWS für Klauengesundheit durch (VIT, 2022). Für die weiteren Rassen war es bisher mangels ausreichend Klauenpflagedaten nicht möglich, eine Zuchtwertschätzung (ZWS) zu entwickeln. Derzeit wird im Rahmen der gemeinsamen ZWS Deutschland-Österreich-Tschechien an der Entwicklung einer Single-Step-ZWS für Klauengesundheit für die Rassen Fleckvieh, Brown Swiss und voraussichtlich auch für Pinzgauer und Grauvieh gearbeitet.

Zuchtwertschätzung Holstein

Wie bereits erwähnt, werden seit 2019 Zuchtwerte für Klauengesundheit für die Rasse Holstein veröffentlicht (VIT, 2022). Die Daten für die ZWS stammen aus betrieblichen Aufzeichnungen zur Tiergesundheit (Tierarzt, Klauenpfleger, Landwirt) und teilweise von sogenannten geburtsnahen Beobachtungen (Lahmheiten). Als Merkmal wird die Anzahl an Klauenerkrankungen pro Laktation (0-305 Tage) verwendet. Tiere ohne aufgezeichnetes Erkrankungsgeschehen für ein Merkmal werden als gesund für dieses Merkmal definiert. Folgende Einzelmerkmale gehen in die ZWS ein: Mortellaro (Dermatitis digitalis), Klauengeschwüre, Panaritium, Weiße-Linie-Erkrankung, Klauenrehe und Limax. Die Heritabilitäten liegen zwischen 3 % (Klauenrehe) und 12 % (Mortellaro). Veröffentlicht wird neben dem Zuchtwert für Mortellaro, der Klauengesundheitsindex RZKlaue, der alle Klauenmerkmale entsprechend den wirtschaftlichen Gewichten umfasst.

Nähere Informationen zur Holstein-ZWS siehe:

https://www.vit.de/fileadmin/DE/Zuchtwertschaetzung/Zws_Bes_deu.pdf.

ZUCHTWERTE (06.12.2022)		NK		RZE +1209 (89)		gRZG 127 (88)	
RZG -1, RZM +1, RZE -6							
MILCH						RZM 109 (87)	
+363 -0,16 -3 +0,07 +20							
Töchter in ZWS: 63							
FITNESS							
Nutzungsdauer RZN	129 (72)	Fruchtbarkeit RZR	116 (82)	Kalbmerk. dir. RZKd	106 (89)	Kalbmerk. mat. RZKm	108 (86)
Milkbareit RZD	85 (87)	Konzeption KGN	114 (86)	Kalbverlauf paternal	108 (79)	Kalbverlauf maternal	112 (85)
Zeitzeit RZS	92 (89)	Ruhezeit RZ	96 (89)	Totgeburten paternal	105 (86)	Totgeburten maternal	105 (86)
RZ Esterfit EFit	108 (88)	RZ Repro	106 (81)	BCS	110 (78)		
RZ Klaue	115 (88)	RZ Kälberfit	106 (81)	Milchverhalten	101 (89)		
Mortellaro DDi	114 (87)	RZ Metabol	110 (83)	RZ Gesund	120 (77)		

Abb. 1: Beispiel für die Veröffentlichung der Klauen-Zuchtwerte bei der Rasse Holstein (<https://zuchtwert.at>).

Zuchtwertschätzung Fleckvieh und Brown Swiss

Daten

Die Schwierigkeit bei der Klauengesundheit ist die Verfügbarkeit ausreichender Daten. Die tierärztlichen Diagnosen stehen zwar schon länger zur Verfügung (in Österreich seit 2006), stellen aber nur die Spitze des Eisbergs dar. In den letzten Jahren wurden viele Daten von Klauenpflegern aber auch von Landwirten z.B. im Rahmen des Projekts Klauen-Q-Wohl, des Herdentypisierungsjahres FoKUHs oder D4Dairy erfasst. Insgesamt liegen Daten zu ca. 20 verschiedenen Klauenerkrankungen aus den unterschiedlichen Melddewegen vor.

Bei den tierärztlichen Diagnosen wird für die ZWS nur unterschieden, ob überhaupt irgendeine Klauendiagnose vorliegt oder nicht. Aufgrund der sehr niedrigen Frequenzen ist es nicht möglich, spezifische Diagnosen als Merkmal zu verwenden.

Bei den Klauenbefunden der Klauenpfleger und Beobachtungen der Landwirte wurden aus der Vielzahl an Einzelmerkmalen sechs Merkmale mit höherer Frequenz und brauchbarer Erbllichkeit für weitere Analysen ausgewählt. Es sind dies Mortellaro, Limax, Weiße-Linie-Defekt, Klauengeschwür, Ballenhornfäule und Klauenrehe. Zusätzlich wird ein Merkmal definiert, das alle sonstigen Klauenbefunde umfasst. Für Analysezwecke wird auch ein zusammengefasstes Merkmal, ob irgendein Klauenbefund vorliegt oder nicht (krank ja/nein) mituntersucht.

Wichtig ist eine ordentliche Validierung der Daten, um eine bestmögliche Datenqualität in der ZWS zu gewährleisten. Es gehen nur Betriebe in die ZWS ein, die eine weitgehend vollständige Datenerfassung vorweisen können. Dazu muss für mindestens 50 % aller Kühe pro Jahr ein Klauenbefund (inklusive ‚kein Befund‘-Meldungen) vom Klauenpfleger bzw. Landwirt selbst erfasst worden sein. Betriebe bzw. Klauenpfleger müssen außerdem zumindest einen Befund für das je-

weilige Merkmal aufweisen, um für dieses Merkmal berücksichtigt zu werden.

Idealerweise sollten alle Kühe einer Herde klauengepflegt werden und der Status aller Kühe, einschließlich derjenigen mit normalen/gesunden Klauen, bei der Klauenpflege erfasst werden (ICAR, 2022). In den meisten Fällen wird aber nicht bei allen Kühen eine Klauenpflege durchgeführt werden und somit stellt sich die Frage, ob nicht gepflegte Kühe als gesund einbezogen oder von den genetischen Analysen ausgeschlossen werden sollten. Die Annahme, dass alle Kühe ohne Beobachtung gesund sind, unterschätzt die Häufigkeit von Klauenerkrankungen (leichte Fälle könnten vorhanden sein, aber nicht entdeckt werden), während die Einbeziehung nur gepflegter Kühe die Inzidenz überschätzt (nicht gepflegte Kühe sind mit größerer Wahrscheinlichkeit nicht erkrankt; ICAR, 2022).

Im aktuellen Testlauf werden Kühe ohne Ergebnis nicht automatisch als gesund gewertet, sondern nur, wenn sie in der jeweiligen Laktation zumindest ein Klauenpflegeergebnis ‚ohne Befund‘ aufweisen. Diesbezüglich laufen derzeit allerdings noch weitere Analysen. Erste Ergebnisse mit einem korrelierten Hilfsmerkmal Pflegestatus (gepflegt ja/nein) sind vielversprechend.

Bei den tierärztlichen Diagnosen werden nur Betriebe verwendet, bei denen von mind. 10 % der Kühe pro Jahr irgendeine tierärztliche Diagnose (also nicht nur bezogen auf Klauendiagnosen) vorliegt.

In Tabelle 1 sind die Inzidenzen dieser validierten Datensätze getrennt für Befunde (Klauenpfleger+Landwirt) und Diagnosen (Tierarzt) angegeben. Es wurden vorerst nur Daten aus Österreich Bayern und Baden-Württemberg einbezogen. Die Daten aus Tschechien werden noch folgen.

Tabelle 1: Inzidenzen für die validierten Gesamtdatensätze und Heritabilitäten aus länderübergreifenden Sub-Datensätzen.

Datenursprung	Merkmal	Inzidenzen (%)		Heritabilitäten (%)	
		Fleckvieh	Brown Swiss	Fleckvieh	Brown Swiss
Klauenpfleger+ Landwirte	Anzahl	336.499	60.120	72.409	60.120
	Mortellaro	12,0	15,7	3,7	4,0
	Limax	1,7	1,4	2,6	1,0
	Weiß-Linie-Defekt	7,0	5,2	1,2	0,9
	Klauengeschwür	8,8	7,9	2,2	2,7
	Ballenhornfäule	12,5	8,2	1,6	1,7
	Klauenrehe	10,1	7,0	0,5	1,3
	Sonstige Befunde	5,3	7,0	0,5	0,1
Tierarzt	Anzahl	811.834	136.591	69.308	66.461
	Krank ja/nein	7,0*	9,8*	1,3	1,2

* durch die spezielle Validierung und die Berücksichtigung von weitgehend vollständigen Laktationen sind die Inzidenzen höher als in offiziellen Statistiken, wo 4,8 % der Kühe eine Klauendiagnose aufweisen (ZuchtData, 2022).

Genetische Parameter

Als Merkmal wird jeweils ein 0/1-Merkmal, also gesund oder krank, pro Laktation verwendet. Da die Frequenzen zwischen Klauenpflegern sehr unterschiedlich sein können, werden die Frequenzen pro Klauenpfleger und Jahr auf die Standardnormalverteilung transformiert, um eine Verzerrung durch die heterogenen Streuungen zu vermeiden.

Im Modell werden folgende Umwelt-Einflussfaktoren berücksichtigt:

Region-Kalbejahr-Monat, Laktation-Kalbealter, Erfassungsart (elektronisch/LKV, Klauenpfleger/Landwirt), Person (Klauenpfleger, Tierarzt), Risikotage (für Teil-laktationen), Betrieb bzw. Betrieb-Jahr.

Die (vorläufigen) Heritabilitäten für Fleckvieh und Brown Swiss sind in Tabelle 1 zu finden. Die Erbliehkeiten für die Einzelmerkmale liegen zwischen etwa 1 und 5 %, bei den tierärztlichen Diagnosen allerdings nur bei 1%. Man kann davon ausgehen, dass die Heritabilität des zukünftigen Klauengesundheitsindex über 5 % liegen dürfte.

Zuchtwertschätzung

Die Entwicklung der Zuchtwertschätzung ist derzeit noch nicht abgeschlossen, die Einführung in die Routine wird noch für 2023 angestrebt. Es sind bereits mehrere interne Testläufe durchgeführt worden. Diese Testläufe waren bisher rein konventionell, selbstverständlich wird die offizielle ZWS dann eine Single-Step-ZWS sein.

Die Ergebnisse aus einem dieser Testläufe sollen hier kurz präsentiert werden, um eine bessere Vorstellung zu bekommen, wie das in der Routine aussehen wird. Dabei wird aus Einfachheitsgründen ein Testlauf mit ausschließlich Daten von Klauenpflegern und Landwirten mit dem zusammengefassten Merkmal krank bzw. gesund ja/nein herausgegriffen.

Beim Fleckvieh kommen dabei immerhin 1041 Stiere rein konventionell, also ohne Genominformation, auf eine Sicherheit von über 50 %, bei Brown Swiss schafften diese Grenze 260 Stiere. Mit Einbeziehung der Genominformation im Rahmen einer Single-Step-ZWS werden die Sicherheiten bei den aktuellen Stieren etwa im Bereich der bisherigen Gesundheitsmerkmale oder sogar darüber liegen.

Es ist vorgesehen, nur einen Klauengesundheits-Zuchtwert, der alle Merkmale entsprechend der wirtschaftlichen Bedeutung umfasst, zu veröffentlichen. Dieser wird voraussichtlich Klauengesundheits-

wert KGW heißen. Die Richtung der Zuchtwerte wird wie üblich so eingestellt, dass höhere Zuchtwerte weniger Klauenerkrankungen bzw. bessere Klauengesundheit bedeuten.

Die genetischen Trends für den KGW aus dem Testlauf sind für Fleckvieh und Brown Swiss mehr oder weniger stabil (Abb. 2 und 3), wobei hier zu bedenken ist, dass es erst seit wenigen Jahren Klauendaten gibt.

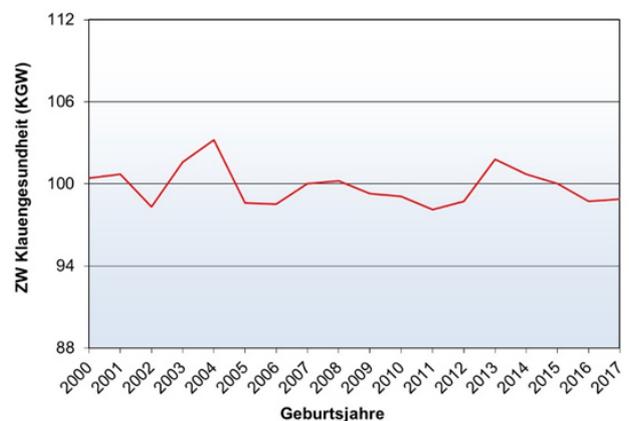


Abb. 2: Genetischer Trend für den Klauengesundheitswert (KGW) für Fleckvieh-Stiere aus einem Testlauf.

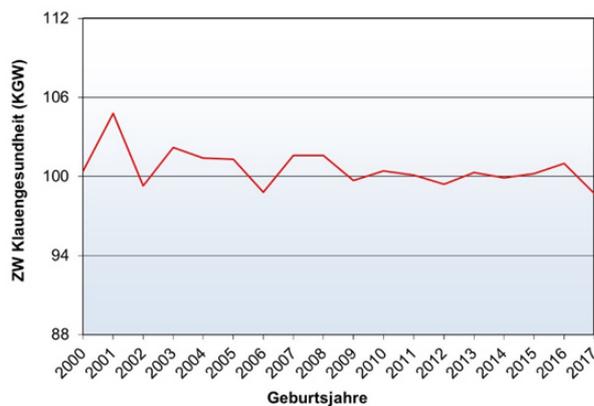


Abb. 3: Genetischer Trend für den Klauengesundheitswert (KGW) für Brown Swiss-Stiere aus einem Testlauf.

Zwischen den besten und schlechtesten Stiere nach KGW ist mit einem Unterschied von über 10 % Klauenerkrankungen bei den Töchtern zu rechnen (Abb. 4). Trotz niedriger Heritabilität bestehen nennenswerte genetische Unterschiede, die in Zukunft zur Selektion genutzt werden können.

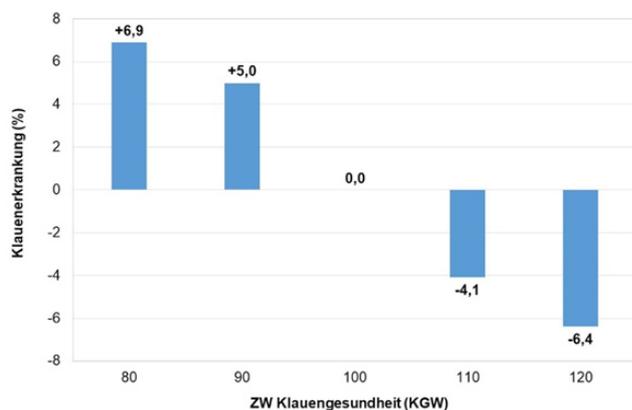


Abb. 4: Phänotypische Unterschiede der Klauenerkrankungen in Abhängigkeit vom Klauengesundheitswert KGW beim Fleckvieh aus einem Testlauf.

Mittelfristig kann man davon ausgehen, dass die Klauengesundheit ein Zuchtzielmerkmal sein wird, also in den Gesamtzuchtwert GZW integriert werden wird. Aus diesem Grund ist der Zusammenhang des KGW zu anderen Merkmalen von Interesse. In Abbildung 5 sind die Korrelationen des KGW aus dem Testlauf (höhere Zuchtwerte bedeuten bessere Klauengesundheit) zu ausgewählten anderen Zuchtwerten dargestellt. Vor allem zur Milchmenge besteht ein leicht negativer, zur Fitness und hier speziell zu Nutzungsdauer und Persistenz ein leicht positiver Zusammenhang. Außerdem haben Kühe mit gesunden Klauen tendenziell seltener Zysten. Bei den Exterieurmerkmalen zeigt sich zum Rahmen ein negativer Zusammenhang, das bedeutet, dass schwerere Kühe in der Tendenz mehr Klauenprobleme aufweisen. Beim ZW für die Fundamentnote zeigt sich ein deutlich positiver Zusammenhang.

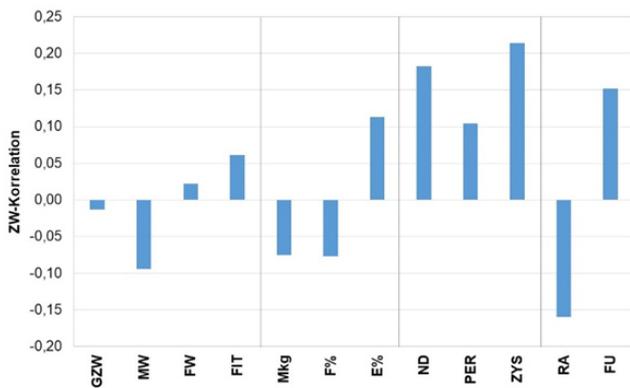


Abb. 5: Zuchtwert-Korrelationen des Klauengesundheitswerts zu ausgewählten Zuchtwerten (Testlauf Fleckvieh)

GZW=Gesamtzuchtwert, MW=Milchwert, FW=Fleischwert,
 FIT=Fitnesswert, Mkg=Milchmenge, F%=Fettgehalt, E%=Eiweißgehalt,
 ND=Nutzungsdauer, PER=Persistenz, ZYS=Zysten, RA=Rahmen,
 FU=Fundament

Hilfsmerkmale

Da der Zeitraum mit ausreichender Datenerfassung sehr kurz ist und aus manchen Regionen in der gemeinsamen ZWS noch keine oder kaum Klauendaten vorliegen, ist es vorgesehen, auch Hilfsmerkmale in der ZWS zu verwenden. Dazu zählen insbesondere die Abgangsursache Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen und Exterieurmerkmale.

Wie aus Abbildung 5 ersichtlich bietet sich das Fundament als Hilfsmerkmal an. Für das Fleckvieh wurde eine erwünschte genetische Korrelation zur Klauengesundheit von 0,28 geschätzt. Aus Abbildung 5 würde sich auch der Rahmen durch seine negative Zuchtwertkorrelation als Hilfs-

merkmal anbieten. Die genetische Korrelation wurde anhand eines Testdatensatzes aber nur mit -0,04 geschätzt, was eine Berücksichtigung als Hilfsmerkmal nicht rechtfertigen würde. Es ist insgesamt durch die Berücksichtigung der Exterieurmerkmale nur ein relativ geringer Sicherheitsgewinn zu erwarten.

Ein sehr interessantes Hilfsmerkmal ist auf jeden Fall die Abgangsursache Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen. Der große Vorteil dieses Merkmals ist, dass es auch aus Regionen bzw. von Betrieben ohne Klauenbefunde ohne Zusatzaufwand zur Verfügung steht. In ersten Analysen wurde beim Fleckvieh eine Heritabilität von 1,7 % geschätzt. Die genetischen Korrelationen zu den einzelnen Klauenbefunden wurden zwischen 0,23 (Limax) und 0,58 (Klauengeschwür) geschätzt. Zu den tierärztlichen Diagnosen liegt die genetische Korrelation sogar bei 0,76, was einen merklichen Sicherheitsgewinn erwarten lässt.

Von möglichen weiteren Hilfsmerkmalen wie Klauen-Positionsscore und Lahmheit wird im Beitrag von Köck et al. (2023) berichtet.

Fazit

Die bei der Rasse Holstein bereits seit mehreren Jahren veröffentlichten Klauengesundheits-zuchtwerte werden auch bei den Rassen Fleckvieh, Brown Swiss und

möglicherweise auch bei Pinzgauer und Grauvieh eine Lücke im Fitness- und Gesundheitsbereich schließen. Es sind in den nächsten Monaten noch verschiedene Analysen und Detailarbeiten notwendig, um eine bestmögliche ZWS für Klauengesundheit zu gewährleisten. Eine komplexe Datengrundlage erfordert eine komplexe ZWS. Nach derzeitigem Stand ist eine multivariate Single-Step-ZWS mit 7 Merkmalen von den Klauenpfleger- und Landwirtdaten (Mortellaro, Limax, Weiße-Linie-Defekt, Klauengeschwür, Ballenhornfäule, Klauenrehe und Sonstige) und einem Merkmal für die tierärztlichen Diagnosen vorgesehen. Zusätzlich sind als Hilfsmerkmale die Abgangsursache Klauen- und Gliedmaßenerkrankungen und die Fundamentnote geplant. Sollte es zu keinen weiteren Verzögerungen kommen, wird eine Umsetzung noch im Jahr 2023 angestrebt. Eine Einbeziehung in den Gesamtzuchtwert ist erst nach Einführung eines Zuchtwerts für Stoffwechselstabilität vorgesehen (siehe Beitrag von Fürst-Waltl et al., 2023). Somit können die Klauenerkrankungen durch die gezielte Auswahl der Stiere aufgrund der Klauengesundheits-Zuchtwerte züchterisch reduziert werden.

Grundvoraussetzung für eine qualitativ hochwertige ZWS für Klauengesundheit sind Qualität und Quantität der zugrunde

liegenden Daten. Es muss noch mehr Augenmerk auf die Erfassung der Klauenbefunde bzw. generell der Fitnessdaten gelegt werden. Die Beteiligung möglichst vieler Betriebe mit zumindest einmaliger Klauenpflege aller Kühe pro Jahr ist entscheidend, um züchterische Fortschritte bei der Klauengesundheit erzielen zu können.

Danksagung

Diese Arbeit wurde im Rahmen bzw. basierend auf Daten der Projekte D4Dairy, FoKUHs und Klauen-Q-Wohl durchgeführt.

Literatur

- Charfeddine, N., I. Yáñez und M. A. Pérez-Cabal. 2018. Genetic and genomic evaluation of claw health traits in Spanish dairy cattle. *Interbull Bulletin* 53.
- Croué, I., F. Fikse, K. Johansson, E. Carlén, G. Thomas, H. Leclerc und V. Ducrocq, 2017. Genetic evaluation of claw health traits accounting for potential preselection of cows to be trimmed. *J. Dairy Sci.* 100:8197–8204.
- Fürst-Waltl, B., K. Schodl, H. Schwarzenbacher, A. Köck, und C. Egger-Danner. 2023. Neue Merkmale für die Zucht auf Stoffwechselstabilität. RINDERZUCHT AUSTRIA-Seminar „Digitalisierung – Herausforderungen und Lösungen in der Rinderwirtschaft“. <https://www.rinderzucht.at/downloads/seminarunterlagen.html>
- Heringstad, B., C. Egger-Danner, N. Charfeddine, J.E. Pryce, K.F. Stock, J. Kofler, A.M. Sogstad, M. Holzhauer, A. Fiedler, K. Müller, P. Nielsen, G. Thomas, N. Gengler, G. de Jong, C. Ødegard, F. Machioldi, F. Miglior, M. Alsaad und J.B. Cole. 2018. Invited review: Genetics and claw health: Opportunities to enhance claw health by genetic selection. *J. Dairy Sci.* TBC: 1-21 <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13531>.

- ICAR, 2022. Section 7 – Guidelines for Health, Female Fertility, Udder Health, Claw Health Traits, Lameness and Calving Traits in Bovine. <https://www.icar.org/Guidelines/07-Bovine-Functional-Traits.pdf>
- Köck A., J. Kofler, L. Lemmens, M. Suntinger, M. Gehringer, F.J. Auer, G. Berger, K. Linke, B. Riegler, L. Maurer, C. Winckler und C. Egger-Danner. 2023. Neue Hilfsmerkmale für Klauengesundheit. RINDERZUCHT AUSTRIA-Seminar „Digitalisierung – Herausforderungen und Lösungen in der Rinderwirtschaft“. <https://www.rinderzucht.at/downloads/seminarunterlagen.html>
- Van der Linde, C., G. de Jong, E.P.C. Koenen und H. Eding, 2010. Claw health index for Dutch dairy cattle based on claw trimming and conformation data. J. Dairy Sci. 93 :4883–4891.
- VIT, 2022: Beschreibung der Zuchtwertschätzung für alle Schätzmerkmale bei den Milchrinderrassen für die vit mit der Zuchtwertschätzung beauftragt ist. https://www.vit.de/fileadmin/DE/Zuchtwertschaetzung/Zws_Bes_deu.pdf
- Wolkerstorfer, F. 2021. Mit gesunden Klauen den Deckungsbeitrag erhöhen. In: Klauengesundheit im Griff – mit System und Voraussicht. Ländliches Fortbildungsinstitut Österreich.
- ZuchtData, 2022: ZuchtData Jahresbericht 2022, <https://www.rinderzucht.at/downloads/jahresberichte.html>

Neue Hilfsmerkmale für Klauengesundheit

Astrid Köck¹, Johann Kofler², Lena Lemmens, Marlene Suntinger, Martin Gehringer, Franz-Josef Auer, Gerlinde Berger, Kristina Linke, Bianca Riegler, Lorenz Maurer, Christoph Winckler, Christa Egger-Danner

¹ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH,

²Universitätsklinik für Wiederkäuer, Veterinärmedizinische Universität Wien

Einleitung

Lahmheit wird in den meisten Fällen durch Erkrankungen der Klauen und/oder der Gliedmaßen verursacht und zeigt den Versuch des Tieres, die Belastung der betroffenen Gliedmaßen zu verringern. Bei Milchkühen ist Lahmheit neben Fruchtbarkeitsstörungen und Mastitis eine der am häufigsten auftretenden Erkrankungen und verursacht erhebliche wirtschaftliche Verluste (Cha et al., 2010). Die frühzeitige Behandlung von Lahmheiten ist wichtig, da die zugrundeliegenden Erkrankungen schmerzhaft sind und daher rasch zu Komplikationen führen können (Nalon and Stevenson, 2019).

Eine frühe Erkennung in Verbindung mit einer wirksamen Behandlung würde die Prävalenz und die Auswirkungen von Lahmheiten verringern. Für eine frühzeitige Diagnose sind jedoch wirksame Erkennungsmethoden erforderlich, die in den Betrieben leicht angewendet werden können. Derzeit ist das Locomotion Scoring nach Sprecher et al. (1997) die am häufigsten verwendete Methode zur Lahmheitserkennung bei Rindern. Diese Methode verwendet ein 5-Punkte-System, um das

Gangbild von Kühen im Laufstall oder auf der Weide zu bewerten. Sie konzentriert sich auf die Erfassung von Entlastungsbewegungen und die Bewertung der Rückenlinie sowohl in Ruhe als auch beim Gehen.

Eine Alternative zum Locomotion Scoring wäre die Beobachtung der Kühe auf Lahmheitsindikatoren während des Melkens. Im Rahmen dieser Studie erhoben geschulte LKV-Mitarbeiter den Klauenpositionsscore im Zuge der Milchleistungskontrolle. Der Klauenpositionsscore (KPS) nach Bulgarelli-Jimenez et al. (1996) bietet eine Methode zur Erkennung subklinischer Lahmheiten, bei der keine der charakteristischen Symptome vorhanden sein müssen, die zur Erkennung klinischer Lahmheiten verwendet werden. Die visuelle Erhebung des KPS wird nur an den Hintergliedmaßen der Kühe durchgeführt. Für die Bestimmung des KPS wird ebenfalls ein Punktesystem verwendet, das auf dem Grad der Außenrotation der mittleren Klauenachse jedes Klauenpaares an beiden Hintergliedmaßen basiert.

Neben der Verbesserung der Umweltbedingungen kann die Klauengesundheit

auch durch Zucht verbessert werden. Lahmheit wird in Österreich jedoch nicht routinemäßig erfasst. Eine erfolgreiche indirekte Selektion gegen Lahmheit erfordert eine hohe genetische Korrelation mit dem Indikatormerkmal und das Merkmal muss vererbbar sein. Ein solches Merkmal könnte der KPS sein.

Ziel dieser Studie war es, zu untersuchen, ob der Klauenpositionsscore als Hilfsmerkmal für die Klauengesundheit für genetische Auswertungen verwendet werden kann. Der Vorteil dieses Merkmals wäre, dass es im Zuge der Milchleistungskontrolle im Melkstand erfasst werden könnte.

Material und Methoden

Daten

Datenerfassung. Die Datenerfassung wurde von LKV-Mitarbeitern in ausgewählten Betrieben mit einem Melkstand vom 1. September 2021 bis zum 5. März 2022 durchgeführt. Der KPS wurde bei jeder Milchleistungsprüfung im Melkstand anhand eines 3-Score-Bewertungssystems bewertet (Bulgarelli-Jiménez et al. 1996). Anschließend wurde für jedes Tier eine Lahmheitsbewertung nach dem Punktesystem von Sprecher et al. (1997) im Laufgang vorgenommen.

Klauenpositionsscore: Der KPS wird durch visuelle Bewertung der Position der beiden Hintergliedmaßen (Winkel, der durch die Linie der Interdigitalräume jedes Klauenpaares gebildet wird) zur Mittellinie des Kuhkörpers (Linie entlang der Wirbelsäule) ermittelt (Bulgarelli-Jiménez et al. 1996):

Score 1: ein Winkel zwischen 0° - $<17^\circ$

Score 2: ein Winkel von 17° - 24°

Score 3: ein Winkel von $> 24^\circ$



Abbildung 1. Beurteilung des Klauenpositionsscore. Links Score 1: Winkel $0-17^\circ$; Mitte Score 2: Winkel $17^\circ - 24^\circ$; rechts Score 3 Winkel $> 24^\circ$.

Lahmheitsbewertung. Die Bewertung der Lahmheit erfolgte für jedes Tier nach dem Punktesystem von Sprecher et al. (1997) mit 1 = normal, 2 = leicht lahm, 3 = mäßig lahm, 4 = lahm und 5 = stark lahm.

Analysen

Dateneinschränkungen. Die Analysen wurden für Fleckviehkühe aus allen Laktationen durchgeführt. Nach den Dateneinschränkungen standen 3.478 Datensätze von 1.064 Kühen aus 35 Betrieben für die Analysen zur Verfügung. Eine Datei mit

den Pedigree-Daten der Tiere wurde erstellt, indem die Pedigrees der Kühe so weit wie möglich zurückverfolgt wurden (insgesamt 23.897 Tiere).

Modell. Die Daten wurden mit einem bivariaten linearen Tiermodell unter Verwendung des AI-REML-Verfahrens im DMU-Paket (Madsen und Jensen, 2008) analysiert. Das folgende Modell wurde angewandt:

$$y = X\beta + Z_{pepe} + Z_{aa} + e,$$

wobei y ein Vektor von Beobachtungen ist; β ist ein Vektor von systematischen Effekten, einschließlich fester Effekte der Herde, der Laktation (1-5+) und des Laktationsstadiums (1 \leq 90 DIM, 2 = 91-180 DIM, 3 = 181-270 DIM, 4 $>$ 270 DIM); pe ist ein Vektor von zufälligen permanenten Umwelteffekten; a ist ein Vektor von zufälligen additiven genetischen Effekten der Tiere; e ist ein Vektor von zufälligen Residuen; und X , Z_{pe} und Z_a sind die entsprechenden Inzidenzmatrizen.

Ergebnisse und Diskussion

Die Frequenz der lahmen Kühe lag bei 11,6 % (Lahmheits-Score \geq 3). In der aktuellen Studie war eine höhere Laktation mit einer geringeren Häufigkeit einer normalen Klauenstellung (KP-Score 1) und einer höheren Lahmheitshäufigkeit verbunden

(Abbildungen 2 und 3), wobei das letztere Ergebnis mit der bisherigen Literatur übereinstimmt (Sahar et al., 2022).

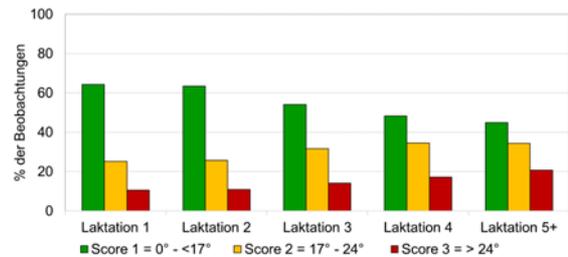


Abbildung 2. Auftretenshäufigkeit Klauenpositionsscore nach Laktationszahl

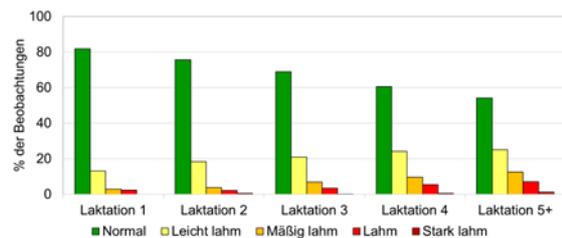


Abbildung 3. Auftretenshäufigkeit Lahmheiten nach Laktationszahl

Die Heritabilitäten für die analysierten Merkmale sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Heritabilitätsschätzungen für den KPS und Lahmheiten lagen bei 0,07 bzw. 0,10. Für den KPS war in der Literatur keine vergleichbare Heritabilitätsschätzung verfügbar. Für Lahmheit fanden Weber et al. (2013) eine Heritabilität von 0,08, wobei Lahmheit als binäres Merkmal definiert wurde (0=Lahmheitswert von 1 oder 2, 1=Lahmheitswert von \geq 3).

Die phänotypische Korrelation zwischen KPS und Lahmheiten ist niedrig (0,38)

(Tabelle 1). Ähnlich niedrige Zusammenhänge wurden von Hoffman et al. (2014) gefunden. Hoffman et al. (2014) untersuchten den Zusammenhang zwischen Lahmheiten und dem Vorhandensein bzw. Nichtvorhandensein eines gewölbten Rückens, kuhhessiger Beinstellung und der Bevorzugung eines Beins beim Stehen. Alle diese Indikatormerkmale wurden mit Lahmheit in Verbindung gebracht, waren aber als Diagnosetests nicht sehr sensitiv oder spezifisch. Die Beobachtung dieser Indikatoren kann jedoch als Screening-Test nützlich sein, um Kühe zu identifizieren, die eine weitere Untersuchung auf Lahmheit benötigen. Riegler (2022) kam bei der Untersuchung des Merkmals Lahmheit im Stand zu ähnlichen Ergebnissen: Im Hinblick auf die Erkennung hochgradig lahmer Tiere wies das Merkmal Lahmheit im Stand zwar eine hohe Spezifität auf, aber die Sensitivität war niedrig, d.h. nur ein geringer Anteil der Tiere, die als hochgradig lahm eingestuft wurden, wurden im Stand auch als lahm beurteilt. Im Gegensatz zur niedrigen phänotypischen Korrelation, wurde eine hohe positive genetische Korrelation von 0,80 zwischen dem Klauenpositionsscore und Lahmheit festgestellt (Tabelle 1).

Tabelle 1. Heritabilitäten (auf der Diagonale), genetische Korrelation (oberhalb der Diagonale), phänotypische Korrelation (unterhalb der Diagonale)

	KPS	Lahmheit
KPS	0,071 (0,036)	0,80 (0,27)
Lahmheit	0,38	0,096 (0,039)

Schlussfolgerung

Die Heritabilitäten für den Klauenpositionsscore und Lahmheiten waren mäßig (0,07 bzw. 0,10). Die genetische Korrelation zwischen den beiden untersuchten Merkmalen war hoch (0,80). Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der KPS für die Zucht zur Verringerung der Lahmheitsinzidenz bei Milchkühen herangezogen werden kann. Genetische Analysen zum Zusammenhang von Lahmheiten und Klauenbefunden sind im Laufen.

Literatur

- Bulgarelli-Jiménez G., Dercks K., Van Amerongen J., Schukken Y.H., und Nielsen M. (1996): A hind feet position scoring system to monitor subclinical lameness in Dutch Holstein-Friesian cows. Proceedings of 9th International Symposium on Disorders of the Ruminant Digit, Jerusalem, Israel, 25.
- Cha, E., J.A. Hertla, D. Barb, und Y.T. Gröhn. 2010. The cost of different types of lameness in dairy cows calculated by dynamic programming. *Prev. Vet. Med.* 97:1–8.
- Hoffman, A.C., D.A. Moore, J. Vanegas, und J.R. Wenz. 2014. Association of abnormal hind-limb

- postures and back arch with gait abnormality in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 97:2178-2185.
- Madsen, P., und J. Jensen. 2008. An User's Guide to DMU. A package for analyzing multivariate mixed models. Version 6, release 4.7. Danish Institute of Agricultural Sciences, Tjele, Denmark.
- Nalon E., und P. Stevenson. Addressing Lameness in Farmed Animals: An Urgent Need to Achieve Compliance with EU Animal Welfare Law. *Animals*. 9. 576.
- Riegler, B. 2022. Zuverlässigkeit der Erfassung von Lahmheit und weiteren tierwohlbezogenen Indikatoren in Milchviehbetrieben. Masterarbeit - Institut für Nutztierwissenschaften (NUWI), BOKU-Universität für Bodenkultur, pp 93.
- Sahar, M.W., A. Beaver, R.R. Daros, M.A.G. von Keyserlingk, und D.M. Weary. 2022. Measuring lameness prevalence: Effects of case definition and assessment frequency. *J. Dairy Sci.* 105: 7728-7737.
- Sprecher D.J., D.E. Hostetler, und J.B. Kaneene. 1997. A lameness scoring system that uses posture and gait to predict dairy cattle reproductive performance. *Theriogenology* 47:178-1187.
- Weber, A., E. Stamer, W. Junge, und G. Thaller. 2013. Genetic parameters for lameness and claw and leg diseases in dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 96:3310-3318.

Neue Merkmale für die Zucht auf Stoffwechselstabilität

Birgit Fürst-Waltl², Katharina Schodl¹, Hermann Schwarzenbacher¹, Astrid Köck¹ und Christa Egger-Danner¹

¹ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH,

²Institut für Nutztierwissenschaften, Universität für Bodenkultur

Einleitung

Lange Zeit waren lediglich Leistungsmerkmale wie Milchproduktion im Fokus der Tierzucht und es konnten große Zuchterfolge bei diesen Merkmalen verzeichnet werden. Diese einseitige Zucht auf Leistung wirkte sich jedoch zunehmend negativ auf Fruchtbarkeit, Gesundheit und Nutzungsdauer aus, weshalb in den letzten Jahrzehnten vermehrt Fitness- und Gesundheitsmerkmale ebenfalls ihre Berücksichtigung im Zuchtziel fanden. Aktuell ist Milchfieber das einzige Stoffwechselmerkmal, für das Zuchtwerte ausgewiesen werden; allerdings geht dieses Merkmal nicht in den Gesamtzuchtwert ein. Der Stoffwechselkomplex stellt in diesem Zusammenhang eine besondere Herausforderung dar: Klinische Erkrankungen weisen in der Regel sehr niedrige Frequenzen und auch Heritabilitäten auf. Um die Stoffwechselstabilität weitergehend züchterisch bearbeiten zu können, ist daher ein verstärktes Augenmerk auf die Erfassung der subklinischen Fälle nötig. Darüber hinaus können auch (Hilfs-)

Merkmale aus Routineleistungsprüfung, aus Automatisierungstechnologien wie z.B. Automatischen Melksystemen und aus Sensortechnologie genutzt werden. Einer der Schwerpunkte im Rahmen des Projektes D4Dairy lag daher auf möglichen neuen Merkmalen und Hilfsmerkmalen für klinische und subklinische Ketose als Grundlage für einen künftigen Stoffwechselindex.

Klinische und subklinische Stoffwechselprobleme

Der Diagnoseschlüssel, der im Rahmen des Gesundheitsmonitorings von Rindern ausgearbeitet wurde (Egger-Danner et al., 2012), enthält fünf stoffwechselrelevante Diagnosecodes (Milchfieber, Tetanie, Ketose, andere Stoffwechselerkrankungen und Vergiftungen) sowie die Labmagenverlagerung als Diagnose der Erkrankungen des Verdauungstraktes. Auf validierten Betrieben (solche mit mehr als 75 % elektronischer Datenerfassung bei den Diagnosen) lag der Anteil der Tiere mit Diagnosen im Stoffwechselbereich im Jahr 2020 insgesamt bei etwa 6,2%. Milchfie-

ber (4,6 %) und Ketose (1,3 %) zählen dabei zu den häufigsten Stoffwechselerkrankungen bei Milchkühen. Zusätzlich wurden bei 0,15 % der Kühe Labmagenverlagerungen verzeichnet.

Milchfieber, das auf eine Störung des Mineralstoffhaushalts, insbesondere des Kalziums, zurückzuführen ist und Hauptursache für das Festliegen von Kühen rund um die Geburt ist, wird schon seit der Einführung der Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale züchterisch bearbeitet. Berücksichtigt werden ausschließlich klinische Fälle, deren Erfassung sowohl über tierärztliche Diagnosen als auch über Beobachtungen von Festliegen durch die Landwirt:innen im Rahmen der geburtsnahen Gesundheitsbeobachtungen erfolgt. Die Heritabilitäten für Milchfieber in der Zuchtwertschätzung liegen bei 3,6 % beim Fleckvieh und 1,7 % bei Brown Swiss (Fürst et al., 2021). Subklinische Fälle wären zwar von Interesse, allerdings fehlen mögliche Schnelltests für die Praxis.

Ketose entsteht, wenn der Energiebedarf der Kuh die Energieaufnahme übersteigt, was zu einer negativen Energiebilanz und folglich auch zu einer starken Mobilisierung von Körperreserven führt. Das führt zu einem Anstieg von Fettsäuren im Blut und auch zur Bildung von Ketonkörpern

wie Beta-Hydroxybutyrat, kurz BHB. Ketonkörper werden zur Energieversorgung genutzt und ein Überschuss über Harn, Milch, Atem oder Schweiß ausgeschieden. Das Risiko eine Ketose zu entwickeln besteht besonders zu Beginn der Laktation, wenn die Futteraufnahmekapazität noch nicht an den erhöhten Nährstoffbedarf angepasst ist. Aus züchterischer Perspektive wäre es interessant auf Tiere selektieren zu können, deren Stoffwechsel in dieser kritischen Zeit weniger anfällig für eine solche Entgleisung ist. Tierärztliche Diagnosen einer klinisch manifesten Ketose, die bereits routinemäßig erfasst werden, sind sehr selten und stellen deshalb eine große Herausforderung für die züchterische Bearbeitung dar. Die geschätzten Heritabilitäten lagen in allen bisher durchgeführten Untersuchungen in Österreich bei maximal 1 % (z.B. Ederer et al., 2014; Fuerst-Waltl et al., 2020; Liebinger, 2021). Im Gegensatz zum Milchfieber kann die subklinische Ketose jedoch sehr wohl über Schnelltests in der Praxis erfasst werden.

Ketoseschnelltests

Ketoseschnelltests messen in der Regel BHB-Werte in Blut, Milch oder Harn. Sie unterscheiden sich allerdings oft in ihren Grenzwerten und weisen teilweise schlechtere Sensitivitäten bzw. Spezifitäten auf als die Referenzmethode, welche

der Analyse von Blut im Labor entspricht. Abbildung 1 zeigt eine Übersicht zur Frequenz von Ketose basierend auf unterschiedlichen Schnelltests aus einem gemeinsamen Datensatz der Projekte FoKUHs und D4Dairy. Der Anteil der als gesund eingestuften Tiere war beim Blutschnelltest höher, da beim Milchschnelltest zusätzlich eine Kategorie „verdächtig“ ausgewiesen wird.

dell und Projekt zwischen 3 % (hoher Anteil an Erstlaktierenden) und 25 % (Betriebe mit Stoffwechselproblemen), waren aber in allen Untersuchungen höher als jene für die klinisch diagnostizierte Ketose aus dem Gesundheitsmonitoring (Liebminger, 2021; Fuerst-Waltl et al., 2022). Entscheidend für die Eignung der Ketoseschnelltests zur phänotypischen Erfassung für die Zucht ist, dass hohe genetische Korrelationen sowohl zwischen den

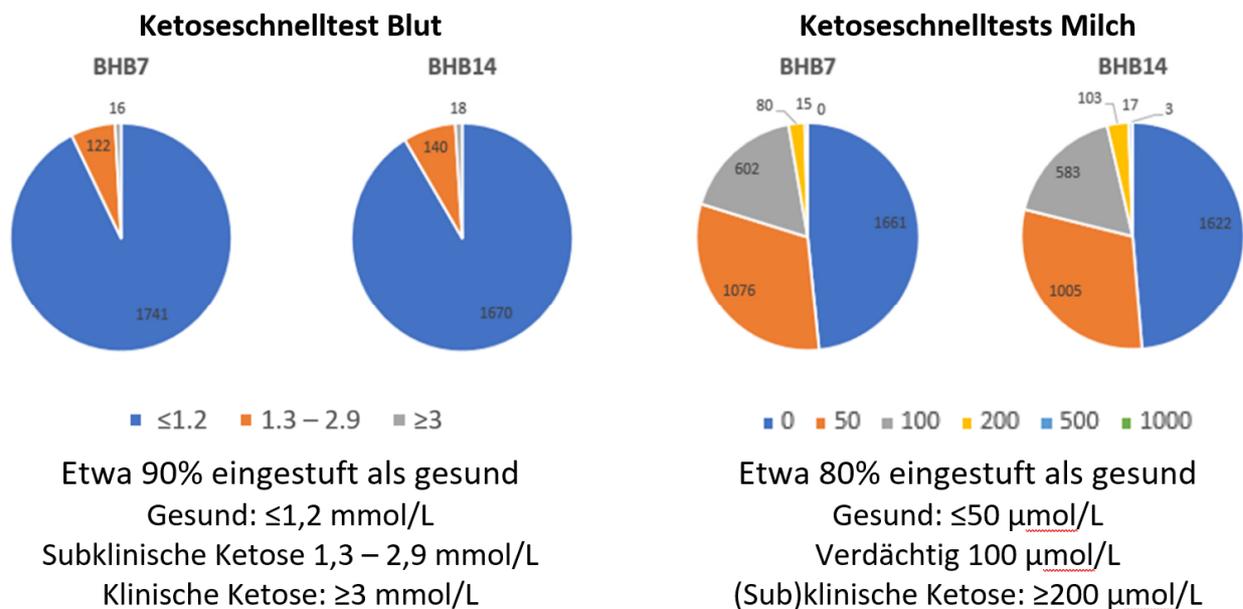


Abbildung 1 Anzahl Tiere in den verschiedenen Klassen am Tag 7 (BHB7) und Tag 14 (BHB14) nach der Abkalbung auf Basis von Ketoseschnelltests für Blut (3.707 Tests) und Milch (6.767 Tests) in FoKUHs bzw. D4Dairy Projektbetrieben (Liebminger et al., 2022)

Merkmale des Ketoseschnelltests aus Milch und Blut (nahe 1, Liebminger et al., 2022) als auch zwischen Ketoseschnelltests und klinisch diagnostizierter Ketose aus dem Gesundheitsmonitoring (>0,70; Liebminger et al., 2022; Fuerst-Waltl et al. 2020) geschätzt wurden. Die Nutzung der Ketoseschnelltests wäre aus züchterischer Sicht also sehr interessant, weil einerseits subklinische Fälle abgebildet

Die Heritabilitäten der Merkmale aus den Ketoseschnelltests variierten je nach Testart, Datensatz, Merkmalsdefinition, Mo-

werden und andererseits ein hohes Potenzial als Hilfsmerkmal für die klinische Ketose besteht. Dem gegenüber steht allerdings der nicht unbeträchtliche Aufwand einer routinemäßigen Erfassung auf den Betrieben.

Alte und neue mögliche Hilfsmerkmale: von Fett-Eiweißquotient bis Sensordaten

Der Begriff Hilfsmerkmal ist schon mehrmals gefallen, was bedeutet er aber genau? Hilfsmerkmale sind dadurch gekennzeichnet, dass sie mit dem Zielmerkmal in einer starken genetischen Beziehung (Korrelation) stehen, allerdings weitaus einfacher und kostengünstiger zu erheben sind und im Idealfall auch eine höhere Erbllichkeit aufweisen. Durch die Berücksichtigung von Hilfsmerkmalen können nicht nur die Sicherheiten der geschätzten Zuchtwerte verbessert werden, sie liefern teilweise auch Informationen zu subklinischen Krankheitsverläufen.

Ein schon altbewährtes Merkmal für das Herdenmanagement, der Fett-Eiweiß-Quotient (FEQ), könnte natürlich auch züchterisch genutzt werden. Erhöhte FEQ-Werte sind mit einer negativen Energiebilanz am Beginn der Laktation korreliert, wodurch der FEQ als mögliches Hilfs-

merkmal für die Ketose in Frage kommt. Die Heritabilitäten für den FEQ lagen je nach Datensatz zwischen 10 % (FoKUHS und D4Dairy) und 20 % (D4Dairy Betriebe mit Stoffwechselproblemen). Auch Abgangsursachen auf Grund von Erkrankungen können züchterisch sowohl als Diagnose (Fürst et al., 2021), als auch als Hilfsmerkmale Verwendung finden. Dies erfolgt beispielsweise bereits bei Holstein (VIT, 2022). Die Heritabilität ist zwar mit knapp über 1 % sehr niedrig, dafür liegt eine große Anzahl an Daten ohne zusätzliche Kosten vor, was die Sicherheit der Zuchtwerte erhöht. Der Body Condition Score (BCS), ebenfalls kein grundsätzlich neues, aber bislang nicht in der Zucht berücksichtigtes Merkmal, könnte ebenfalls als Hilfsmerkmal verwendet werden, da er Rückschlüsse auf die Mobilisation und damit auf die Energiebilanz zulässt (Pryce et al., 2016). Dies betrifft insbesondere die Änderungen im BCS, welche allerdings eine regelmäßige Erfassung voraussetzt. Entwicklungen von automatisierten BCS-Messungen sind in diesem Zusammenhang für zukünftige Analysen besonders vielversprechend. Für den Abfall des BCS vor und nach der Abkalbung wurde im Rahmen von D4Dairy eine Heritabilität von 8 % geschätzt, die genetische Korrelation zu den Merkmalen aus den Ketoseschnelltests lag im selben Datensatz immerhin bei 0,94.

KetoMIR, entwickelt vom LKV-Baden-Württemberg zur Verbesserung des Herdenmanagements, ist ein Index zwischen 0 und 1, mit dem das Risiko für Ketose abgeschätzt wird. Er beruht auf MIR (Midinfrarot Spektren) Analysen von klassischen Inhaltsstoffen, Ketonkörpern, Fettsäuren und Mineralien (Drössler et al., 2018). Die geschätzten Heritabilitäten aus FoKUHs und D4Dairy-Daten sind durchaus vielversprechend: Mit Erblichkeiten zwischen 17 % und 30 % und genetischen Korrelationen von 0,56 zu Ketose bzw. 0,61 bis 0,75 zu den Ergebnissen aus den Ketoseschnelltests scheint KetoMIR ein sehr gut geeignetes Hilfsmerkmal zu sein, das auf Grund seiner bestehenden Verwendung für das Herdenmanagement ohne zusätzliche Erhebungskosten zur Verfügung steht.

Der zunehmende Einsatz von automatischen Melksystemen (AMS) und Sensortechnik auf österreichischen Milchviehbetrieben macht die dort erzeugten Daten auch als Informationsquelle für potenzielle Hilfsmerkmale in der Zucht interessant. Sensoren, welche mittels eines Halsbandes, eines Bolus oder einer Ohrmarke direkt am Tier angebracht werden, können Aktivität, Fressen, Wiederkauen oder auch Temperatur im Pansen messen. Der kontinuierliche Datenfluss liefert Informatio-

nen in Echtzeit und kann bei Abweichungen Alarme auslösen, um Probleme bereits frühzeitig erkennen und entsprechend handeln zu können. Zur Ermittlung des Potentials dieser Sensorinformationen wurden im Rahmen von D4Dairy auf 99 Pilotbetrieben, welche bereits mit Sensornsystemen und teilweise AMS ausgestattet waren, zwischen Jänner 2020 und März 2021 umfassend Daten erhoben. So konnten beispielsweise für die täglichen Milchleistungen aus den AMS-Daten über unterschiedliche Zeiträume zu Beginn der Laktation Erblichkeiten von 24 % bis 26 % geschätzt werden. Ein genetischer Zusammenhang mit den Ergebnissen aus Ketoseschnelltests konnte allerdings nicht festgestellt werden. Merkmale, die aus den Sensorparametern Aktivität, Fressen und Wiederkauen abgeleitet wurden, wiesen zum Teil moderate Erblichkeiten im Bereich von 11 % bis 40 % (Aktivität), 10 % bis 24 % (Fresszeiten) bzw. 5 % bis 21 % (Wiederkauzeiten) auf. Signifikante genetische Korrelationen von 0,54 ließen sich für die aus den Fresszeiten abgeleiteten Parameter feststellen. Auch Aktivitätsmerkmale scheinen genetisch teilweise mit den Ketoseschnelltestergebnissen zusammenzuhängen. Diese Korrelationen müssen aber noch an größeren Datensätzen überprüft werden. Generell ist zu erwähnen, dass die Untersuchungen zum züchterischen Nutzen von Daten aus Sen-

sorsystemen noch ziemlich am Anfang stehen und es hier noch erheblichen Forschungsbedarf gibt.

Schlussfolgerungen und Ausblick

Basierend auf den geschätzten Erblichkeiten und genetischen Korrelationen stellen manche der untersuchten Merkmale vielversprechende Hilfsmerkmale für Ketose dar. Vorerst ist geplant, dass drei dieser Hilfsmerkmale – Ketoseschnelltests, KetoMIR, Fett-Eiweißquotient – zusammen mit tierärztlichen Diagnosen für Ketose sowie Milchfieber in einem Index für Stoffwechsel in der Zuchtwertschätzung (ZWS) berücksichtigt werden. Weitere aus den Fresszeiten und der Aktivität aus den Sensordaten abgeleitete Merkmale können basierend auf diesen Schätzungen als potenziell interessante Hilfsmerkmale angesehen werden, dennoch sollten sie noch an größeren Datensätzen überprüft sowie deren Beziehung zu wichtigen Fitnessmerkmalen abgeschätzt werden. Die steigende Anzahl an Daten und die Verwendung aktueller Methoden in der ZWS (Single Step, Genomik), lassen eine zeitnahe Umsetzung und somit auch Zuchtfortschritt in Richtung stoffwechselstabilere Milchkühe erwarten.

Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse basieren vorwiegend auf Daten der Projekte

D4Dairy (Digitalisation, Data integration, Detection and Decision support in Dairying, Projektnummer: 872039) und FoKUHs. Das COMET-Projekt D4Dairy wurde vom BMK, BMDW und den Ländern Niederösterreich und Wien im Rahmen von COMET Kompetenzzentren für exzellente Technologien unterstützt und wurde von der FFG abgewickelt. Das Projekt FoKUHs wurde mit nationalen Mitteln durch Kofinanzierung von Bund und Ländern im Rahmen der Sonderrichtlinie des BML zur Umsetzung von Projektmaßnahmen im Rahmen des Österreichischen Programms für ländliche Entwicklung 2014 – 2020 sowie den österreichischen Rinderzuchtverbänden finanziert. Wir danken den Landwirt:innen für Ihre Mitwirkung an D4Dairy und FoKUHs.

Literatur

- Drössler K., Werner A., Dale L., 2018. KetoMIR – ein neues Werkzeug für LKV-Mitgliedsbetriebe 45. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 57-63.
- Ederer S., Egger-Danner C., Zollitsch W., Fuerst-Waltl B., 2014. Metabolic disorders and their relationships to milk production traits in Austrian Fleckvieh. ICAR 39th Biennial Session, Berlin, 19.-23. Mai 2014.
- Egger-Danner C., Fuerst-Waltl B., Obritzhauser W., Fuerst C., Schwarzenbacher H., Grassauer B., Mayerhofer M., Koeck A., 2012. Recording of direct health traits in Austria-experience report with emphasis on aspects of availability for breeding purposes. Journal of Dairy Science 95,2765–2777.
- Fuerst-Waltl B., Koeck A., Werner A., Dale L.M. Sölkner J., Egger-Danner C., 2020. Genetic relationships between ketosis and potential indicator traits. BSAS Annual Conference, Nottingham, UK.

- Fuerst-Waltl, B., Schwarzenbacher, H., Schodl, K., Suntinger, M., Steininger, F., Egger-Danner, C., 2022. Ketosis and its auxiliary traits. In: Book of Abstracts of the 73rd Annual Meeting of the European Federation of Animal Science, 66.
- Fürst, C., Dodenhoff, J., Egger-Danner, C., Emmerling, R., Hamann, H., Krogmeier, D., Schwarzenbacher, H., 2021. Zuchtwertschätzung beim Rind - Grundlagen, Methoden und Interpretationen. <http://www.zar.at/download/ZWS/ZWS.pdf>
- Liebming M., 2021. Parameterschätzung für Stoffwechselmerkmale beim Fleckvieh. Masterarbeit, Universität für Bodenkultur Wien.
- Liebming, M., Schwarzenbacher, H., Egger-Danner, C., Fuerst-Waltl, B., 2022. Beta-hydroxybutyrate determined in milk and blood may be treated as the same trait in genetic analyses. Dair'Innov 2022 Congress, Innovations to benefit cow welfare and dairy farming sustainability, 28.
- Pryce J.E., Parker Gaddis K.L., Koeck A., Bastin C., Abdelsayed M., Gengler N., Miglior F., Heringstad B., Egger-Danner C., Stock K. F., Bradley A. J., Cole J. B., 2016. Invited review: Opportunities for genetic improvement of metabolic diseases. Journal of Dairy Science 99, 6855–6873.
- VIT, 2022. Beschreibung der Zuchtwertschätzung für alle Schätzmerkmale bei den Milchrinderrassen für die vit mit der Zuchtwertschätzung beauftragt ist. https://www.vit.de/fileadmin/DE/Zuchtwertschätzung/Zws_Bes_deu.pdf.

Danksagung

Der Großteil der den Beiträgen zugrunde liegenden Forschungsarbeiten wurden im Rahmen des Projektes D4Dairy (Projektnummer: 872039) erstellt. Das COMET-Projekt D4Dairy wurde vom BMK, BMDW und den Ländern Niederösterreich und Wien unterstützt und wurde von der FFG abgewickelt.

Veranstalter:



Organisiert in Zusammenarbeit mit:



ZuchtData EDV-Dienstleistungen GmbH, Dresdner Straße 89/B1/18, 1200 Wien

Universität für Bodenkultur, Department für Nachhaltige Agrarsysteme, Institut für Nutztierwissenschaften, Gregor Mendel Straße 33, 1180 Wien

Mit freundlicher Unterstützung der
Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik und dem
Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Regionen und Wasserwirtschaft.



 Bundesministerium
Land- und Forstwirtschaft,
Regionen und Wasserwirtschaft

Medieninhaber und Herausgeber:

RINDERZUCHT AUSTRIA, Dresdner Straße 89/B1/18, 1200 Wien

Für den Inhalt verantwortlich:

Die jeweiligen Autor:innen

Layout/Redaktion:

Barbara Angelmayr, Lukas Kalcher, RINDERZUCHT AUSTRIA

Leidenschaft.
Für Generationen.

