

Open Access

Berl Münch Tierärztl Wochenschr (134)
1–9 (2021)
DOI 10.2376/1439-0299-2021-5

© 2021 Schlütersche Fachmedien GmbH
Ein Unternehmen der Schlüterschen
Mediengruppe
ISSN 1439-0299

Korrespondenzadresse:
christa.thoene-reineke@fu-berlin.de

Eingegangen: 01.03.2021
Angenommen: 30.04.2021
Veröffentlicht: 16.06.2021

<https://www.vetline.de/berliner-und-muenchener-tieraerztliche-wochenschrift-open-access>

Zusammenfassung

Summary



CC BY-NC-ND 4.0

Institut für Tierschutz, Tierverhalten und Versuchstierkunde, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin¹
Institut für Veterinär-Physiologie, Fachbereich Veterinärmedizin, Freie Universität Berlin²

Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh – Interaktion zwischen dem Zuchtziel „Milchleistung“ und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten

Breeding problems relevant to animal welfare in dairy cattle – Interaction between the breeding goal “milk yield” and the increased occurrence of production diseases

Alina Bauer¹, Holger Martens², Christa Thöne-Reineke¹

Hochleistungsmilchkühe erbringen heutzutage in Deutschland im Durchschnitt Milchmengen von 9.000 kg Milch pro Kuh und Jahr und in zwei bis drei Laktationen eine Lebensleistung von 29.000 kg Milch. Die leistungsorientierte Milchviehzucht wird bestimmt durch die Setzung von Zuchtzielen und nimmt indirekt Einfluss auf die Gesundheit der Milchkühe. Insbesondere Hochleistungskühe, wie Holstein Friesian Kühe, zeigen ein vermehrtes Auftreten von Produktionskrankheiten, hohe unfreiwillige Abgangsraten und eine kurze nicht ökonomisch sinnvolle Nutzungsdauer. Der Artikel gibt einen Überblick über das Ergebnis einer systematischen Literaturrecherche der von 1986–2020 publizierten Fachliteratur zum Thema leistungsorientierte Milchviehzucht und daraus möglicherweise entstandene Tierschutzprobleme. Die analysierte Fachliteratur zeigt eine genetische Assoziation zwischen dem Auftreten verschiedener Produktionskrankheiten und der Milchleistung einer Kuh. Die Verfolgung der einseitigen produktionsfördernden Zuchtziele in der Milchviehzucht haben die gesundheitlichen Probleme der Hochleistungskühe verschärft. Die Ausprägung der negativen Energiebilanz in der Früh-laktation und damit die Entstehung vieler peripartaler Erkrankungen wie Ketose, Mastitis, Metritis oder Klauenerkrankungen haben einen genetischen Hintergrund, sind multifaktoriell und können nicht allein durch ein besonderes Management oder eine besondere Tierhaltung verhindert werden. Durch Anpassung der Zuchtziele mit einer größeren Gewichtung von Gesundheitsmerkmalen kann die Milchviehzucht zu einer besseren Tiergesundheit und mehr Tierwohl beitragen und einen Rückschluss auf tierschutzrelevante Tatbestände, wie Überforderung oder Qualzucht, vermeiden.

Schlüsselwörter: Milchleistung, Milchviehzucht, Tierschutz, Produktionskrankheiten, Milchkuh

Today, high-performance dairy cows in Germany produce an average of 9,000 kg of milk per cow and year and a lifetime production of 29,000 kg of milk in two to three lactations. Performance-oriented dairy farming contributes to this by setting breeding goals and has an influence on the health of the dairy cows. High-performance cows in particular, such as Holstein Friesian cows, show an increased incidence of production diseases, high involuntary loss rates and a short useful life that is not economically viable. The article gives an overview of the result of a systematic literature search of the scientific literature published from 1986–2020 on the subject of performance-oriented dairy farming and the animal welfare problems that may arise from it. The scientific literature analyzed shows a genetic association between the occurrence of various production diseases and the milk yield of a cow. The pursuit of the one-sided production-promoting breeding goals in dairy farming have exacerbated the health problems of high-performance cows. The manifestation of the negative energy balance in early lactation and thus the development of many periparturient diseases such as ketosis,

mastitis, metritis or claw diseases have a genetic background, are multifactorial and cannot be prevented by special management or animal husbandry alone. By adapting the breeding goals with a greater weighting of health characteristics, dairy cattle breeding can contribute to better animal health and more animal welfare and avoid drawing conclusions about animal welfare-relevant facts such as excessive demands or tortured breeding.

Keywords: milk yield, dairy farming, animal welfare, production diseases, dairy cattle

Einleitung

Im Mittelpunkt aktueller Diskussionen steht die Frage, ob landwirtschaftliche Nutztiere ihren züchterisch bedingten Leistungen noch gewachsen sind. Zwischen Veterinärmedizinern, Vertretern der Tierzuchtunternehmen und der Landwirtschaft werden insbesondere die Ziele der Milchviehzucht und die Frage, ob die einseitige Selektion auf Milchleistung bei Milchkühen ursächlich für das vermehrte Auftreten von Produktionskrankheiten dieser Tiere ist, kontrovers diskutiert. Unumstritten ist, dass das Milchleistungsniveau von deutschen Schwarzbunten Milchkühen hoch ist und eine immer weiter ansteigende Tendenz zeigt (BRS 2020). Demgegenüber stehen die weitverbreiteten gesundheitlichen Probleme, besonders in der Früh-laktation, und die kurze Nutzungsdauer von maximal drei Laktationen genau dieser Milchkühe. Hohe Abgangs-raten durch unfreiwillige Abgangsgründe (BRS 2020, PraeRi 2020) zeigen die Rückseite der (Leistungs-)Medaille und führen zu hohen Remontierungsraten. Es stellt sich die Frage, ob hier nicht bereits vermeidbare Leiden für die betroffenen Tiere und ihre Nachkommen vorliegen, sodass die Tatbestände der „Überforderung“ und der „Qualzucht“ des Tierschutzgesetzes (TierSchG 2018) erfüllt werden. Der vorliegende Artikel gibt das Ergebnis einer systematischen Literaturrecherche in der publizierten Fachliteratur von 1986–2020 wieder (Bauer 2021). Das Hauptaugenmerk des Artikels liegt auf der Entwicklung der Milchleistung der Holstein Friesian (HF) Milchkühe in den letzten Jahrzehnten und dem Auftreten von Produktionskrankheiten, wie Fruchtbarkeitsstörungen, Eutererkrankungen, Erkrankungen an Klauen und Gliedmaßen sowie Stoffwechselstörungen. Zudem werden die damit im Zusammenhang stehende Entwicklung der durchschnittlichen Nutzungsdauer der Milchkühe sowie die Abgangs-raten und Abgangsgründe dieser Tiere aufgezeigt. Der Artikel beschäftigt sich mit der Frage, ob eine züchterisch primäre Selektion auf Milchleistung Auswirkungen auf die Tiergesundheit und das Tierwohl der Hochleistungskühe hat. Die Entwicklung der Milchviehzucht mit den Veränderungen der Zuchtziele spielt dabei eine wichtige Rolle. Der Artikel beschreibt, inwieweit heutzutage Tiergesundheitsdaten bereits in das Zuchtziel einfließen und inwieweit Einfluss-faktoren, wie die Haltung und Fütterung der Kühe sowie die Qualität des Managements eines Milchviehbetriebes, am multifaktoriellen Geschehen der Produktionskrankheiten beteiligt sind.

Systematischer Review

Grundlage der in diesem Übersichtsartikel vorgestellten Ergebnisse bildet ein durchgeführter systematischer Review

(Bauer 2021) unter Berücksichtigung dreier Datenbanken (Bibliotheksportal PRIMO der FU Berlin, PubMed und Google Scholar). Diese wurden nach festgelegten Stich- und Schlagwörtern (auszugsweise Milchkuh, Tierschutz, Milchleistung, Produktionskrankheiten, Abgangsrate, Zucht) in deutscher und englischer Sprache durchsucht. Dabei wurden alle Veröffentlichungsarten berücksichtigt und die Veröffentlichungen in die weitere Auswahl aufgenommen, welche zwischen 1986 (Aufnahme des § 11b in das Tierschutzgesetz) und 2020 erschienen sind. Es wurden nur Referenzen berücksichtigt, die sich mit der Nutzungsrichtung Milchkuh und der Rasse Holstein Friesian Kuh beschäftigen. Ergänzend zur systematischen Literatursuche wurde zusätzlich eine Suche im Schneeballprinzip durchgeführt. Dieser erste Schritt der Literatursuche ergab 214 Referenzen. Im zweiten Schritt wurden diese Referenzen durch drei Sachverständige (die Autorinnen/Autoren) mithilfe elf festgelegter Kriterien für die weitere Auswertung evaluiert und ausgewählt (Abb. 1; Bauer 2021). Auf Grundlage des Titels, der Zusammenfassung und des Fazits wurden die Referenzen dahingehend überprüft, inwieweit sie inhaltlich im Zusammenhang mit dem Hauptstudienziel dieser Arbeit stehen. Besondere Gewichtung kam den Kriterien „Milchleistung“ und „Rasse HF“ als Grundvoraussetzung zu. Die restlichen Kriterien waren gleich gewichtet und sollten mehrheitlich (mind. 5 von 9) in der jeweiligen Veröffentlichung thematisiert werden. Alle Referenzen, die von allen drei Sachverständigen als relevant eingestuft wurden, standen als Ergebnis der systematischen Literaturevaluierung fest (133 Referenzen) und dienten der Auswertung des systematischen Reviews bzw. der in diesem Artikel vorgestellten Erkenntnisse.

Leistungsdaten von Holstein Friesian Milchkühen

Die Entwicklung der durchschnittlichen Milchleistung einer in Deutschland gehaltenen und gemolkene Kuh lässt sich seit Anfang des 20. Jahrhunderts zurückverfolgen und zeigt insbesondere seit den 1950er-Jahren eine deutliche Steigerung. Die durchgeführte systematische Literaturrecherche bezieht sich auf die Rasse der Holstein Friesian Kühe. Die durchschnittliche Milchleistung einer Milchkuh lag im Jahr 1950 noch bei 2.600 kg Milch und stieg bis auf 9.000 kg Milch pro Kuh und Laktation im Jahr 2019 an (Kanitz et al. 2003, BRS 2020). Die Verdreifachung der Milchleistung verdeutlicht die enorme Leistungssteigerung. Vergleichbare Entwicklungen der Milchleistung zeigen auch Studien aus anderen europäischen Ländern und der Welt (Baumgard et al. 2017, BRS 2020). Zur genaueren Beurteilung der Wirtschaftlichkeit einer Milchkuh dient neben der Milchleistung pro Kuh und Laktation die Angabe der Lebensleistung (Wiesner und Ribbeck 1999, Eilers 2007), welche das individuelle Leistungsniveau mit der Nutzungsdauer

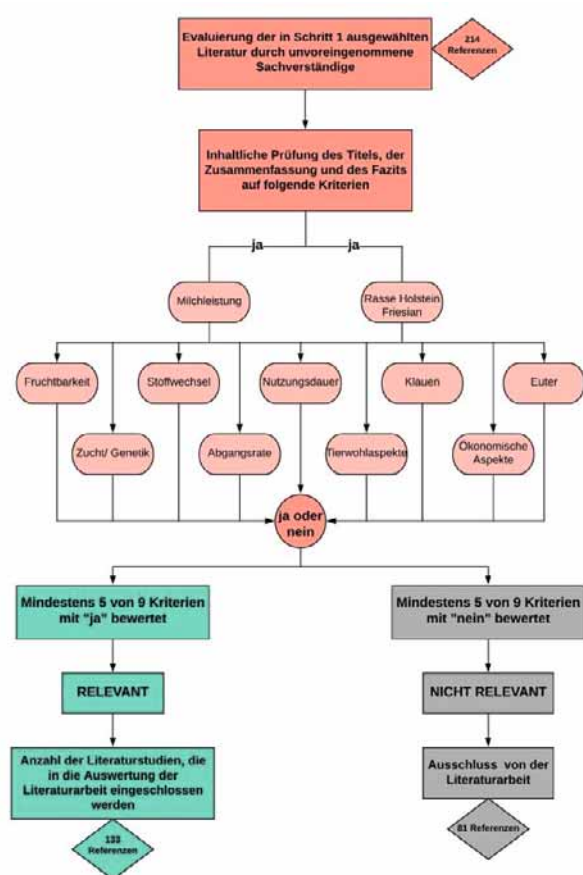


ABBILDUNG 1: Schema der Literaturevaluierung und -auswahl (Bauer 2021)

verbindet. Aktuell beträgt die Lebensleistung einer HF-Kuh in Deutschland ca. 29.000 kg Milch (BRS 2020). Die im Widerspruch zur genannten hohen individuellen Milchleistung stehende gering erscheinende Lebensleistung verwundert im ersten Moment. Die Betrachtung der durchschnittlichen Nutzungsdauer einer HF-Kuh in Deutschland von ca. zwei bis dreieinhalb Jahren bzw. zwei bis drei Laktationen (Wangler und Harms 2006, Haworth et al. 2008, Römer 2011, Münch und Richter 2012, Pritchard et al. 2013b, Oehler et al. 2019, Sawa et al. 2019, BRS 2020) erklärt jedoch die geringe Lebensleistung. Der Großteil der Hochleistungskühe erlangt sein Leistungsoptimum, welches erst ab der vierten Laktation beobachtet wird, nicht (Steinwidder und Greimel 1999, Simianer 2003, Wangler und Harms 2006, Eilers 2007, Römer 2011, Mißfeldt et al. 2015, Oehler et al. 2019). Nur ein Drittel der deutschen Milchkühe erreichen das Ende der dritten Laktation (Oehler et al. 2019) und nur 9 % der Kühe erleben sechs oder mehr Laktationen. Grundsätzlich wird empfohlen, Milchkühe solange wie möglich zu nutzen (Mißfeldt et al. 2015). Es macht weder aus wirtschaftlicher Sicht noch aus tierschutzrechtlicher und tiergesundheitlicher Sicht Sinn, dass HF-Milchkühe eine derart kurze Nutzungsdauer haben. Seit 2007 steigt die Lebensleistung der Milchkühe in Deutschland wieder geringfügig an. Dies lässt sich auf eine weitere Steigerung der individuellen Milchleistung sowie auch einer geringgradig angestiegenen Nutzungsdauer (Swalve 2012, Oehler et al. 2019, BRS 2020) zurückführen.

Die Nutzungsdauer konnte innerhalb der letzten elf Jahre im Bereich der Holstein-Schwarzbunt Kühe um 2,8 Monate verlängert werden (BRS 2020). Das vorhandene Potenzial der Kühe zu hohen Lebensleistungen wird durch die Einflussgröße Nutzungsdauer beschränkt und verdeutlicht die Bedeutung dieses Parameters.

Abgangsrate und Abgangsgründe

Zur einheitlichen Bewertung der Abgangsraten und Abgangsgründe von Milchkühen aus den Milchviehbetrieben muss die jeweils zugrunde liegende Definition beachtet werden. Die Abgangsrate gibt allgemein den Anteil der abgegangenen Tiere im Verhältnis zur Gesamtzahl der Tiere in der Herde in Prozent an. Die Entscheidung eines Landwirtes, sich von einer Milchkuh zu trennen, kann freiwillig (zum Beispiel Verkauf eines Zuchttieres oder Selektion der weiblichen Zuchttiere) oder unfreiwillig (beispielsweise durch Verletzung oder Krankheit) begründet sein. Insbesondere die unfreiwillige Abgangsrate oder auch Zwangsmurzungsrate genannt (Kaske 2013) ermöglicht Rückschlüsse auf die Tiergesundheit im zugrunde liegenden Betrieb. Die in der systematischen Literaturrecherche gefundenen Angaben zu Abgangsraten unterliegen teilweise unterschiedlichen Definitionen. Die Gesamtabgangsraten lagen im Bereich von 20–50 % (Esslemont und Kossaihati 1997, Wangler und Harms 2006, Kaske 2013, Pinedo et al. 2014, Wlodarek und Jaskowski 2016). Die Abgangsrate von 36,2 % MLP-Kühen in deutschen Betrieben sowie die dazu aufgeführten Abgangsgründe (BRS 2020) geben die Abgabe von Tieren zur Schlachtung wieder und beinhalten nicht den Weiterverkauf von Rindern und Kühen. Das bedeutet, dass ungefähr ein Drittel der Kühe jährlich den Betrieb verlässt. Aus den Milchleistungsprüfungsdaten, welche jährlich im BRS-Bericht veröffentlicht werden, sowie aus den ausgewerteten Publikationen lassen sich die Abgangsgründe darstellen. Die fünf meistgenannten Abgangsgründe von MLP-Kühen in Deutschland als Folge von Erkrankungen lauten (BRS 2020, Prozent der jährlichen Abgänge):

1. Fruchtbarkeitsstörungen: 20,5 %
2. Eutererkrankungen/schlechte Eutergesundheit/ Mastitis: 12,8 %
3. Klauen- und Gliedmaßen-Erkrankungen: 11,5 %
4. Sonstige Erkrankungen: 6,3 %
5. Stoffwechselstörungen: 3,7 %

54,8 % aller Abgänge oder fast 700.000 MLP-Kühe sind in Deutschland 2019 (BRS 2020) aufgrund der genannten Ursachen ausgeschieden, die zu den sog. Produktionskrankheiten zählen. Darunter sind Erkrankungen der Kuh zu verstehen, die durch eine Imbalance zwischen der Aufnahme und der Produktion von Nährstoffen, die besonders für die Milchproduktion in der Früh-laktation benötigt werden, entstehen. Sie sind ein Zeichen für das Unvermögen den metabolischen Ansprüchen gerecht zu werden (Mulligan und Doherty 2008, Stangassinger 2011). Sie werden auch „Leistungs-krankheiten“ genannt (Bergmann 1992) und treten in Form von Stoffwechselstörungen, Eutererkrankungen, Klauenerkrankungen und Fruchtbarkeitsstörungen auf. Die Abgabe einer Kuh aufgrund einer Produktionskrankheit im genannten Umfang lässt auf einen kausalen Zusammenhang zur züchterisch vorangebrachten

Produktionssteigerung schließen. An HF-Kühe werden besonders hohe Leistungsansprüche gestellt. Die Tiere zeigen ein erhöhtes Erkrankungsrisiko für Produktionskrankheiten und leiden durch die erbrachten Höchstleistungen besonders in den ersten zwei Laktationen und jeweils zu Beginn der Laktationsphase an den genannten Erkrankungen (Brade et al. 2008, Römer 2011). Diese wiederum sind der Grund dafür, dass sie vorzeitig den Betrieb verlassen müssen. Seit den 1970er-Jahren steigen parallel die Milchleistung der HF-Kühe sowie die Abgangsraten und die Häufigkeit des Abgangsgrundes „Produktionskrankheit“. Das Management des jeweiligen Betriebes und andere Außenfaktoren haben ohne Zweifel ebenfalls Einfluss auf die Leistung und die Langlebigkeit der HF-Kühe (es liegt keine verbindliche Definition des Begriffs „Management“ vor, er umfasst daher alle Umweltfaktoren sowie Haltung, Fütterung und Futterbau, Reproduktion etc. und wird in diesem Sinne benutzt). Seit den 1970er-Jahren scheinen jedoch die Verbesserungen und Weiterentwicklungen der Technik, des Managements sowie auch der Zuchtmethoden keine effektive Absenkung der hohen Abgangsraten bewirken zu können.

Tiergesundheit und hohe Milchleistungen

Um die Tiergesundheit im Milchviehbereich beurteilen zu können, müssen entsprechende valide Tiergesundheitsdaten vorhanden sein. Tierzahlen und Milchleistungsdaten sowie Zuchtdaten werden regelmäßig und (größtenteils) einheitlich durch verschiedene Institutionen und Verbände ermittelt und veröffentlicht. Tiergesundheitsdaten, insbesondere verlässliche und vergleichbare Aussagen zu Erkrankungsdaten und Ausmaßen werden dagegen meist nicht einheitlich erfasst. Eine (bundesweit) einheitliche Tiergesundheitsdatenbank wäre hilfreich. Aktuelle wissenschaftliche Untersuchungen zeigten nun aber erneut, dass in deutschen Milchviehbetrieben Defizite im Bereich Rindergesundheit bestehen (BRS 2020, PraeRi 2020). Produktionskrankheiten, wie Unfruchtbarkeit, Eutererkrankungen sowie Erkrankungen der Klauen und Gliedmaßen machen den Hauptanteil krankheitsbedingter Abgänge aus. Zudem sind je nach Region in Deutschland im Mittel ein Fünftel bis mehr als ein Drittel (insbesondere im Norden: 38,4 %) der Tiere pro Betrieb zu Laktationsbeginn unterkonditioniert. Durch die hohe Milchleistung in diesem Zeitraum und durch die besonderen Anforderungen an den Stoffwechsel bauen die Tiere im Zuge der genetisch bedingten forcierten negativen Energiebilanz Körpersubstanz ab (Breves 2007, Martens 2012, Sordillo und Raphael 2013, Brade 2017a, b, 2019, Martens 2020). Magere Kühe weisen ein höheres Risiko für Folgeerkrankungen auf und leiden häufiger an Lahmheiten als normale bzw. gut konditionierte Kühe. Dies zeigten die Referenzen der Literaturrecherche (Pritchard et al. 2013a, Kougioumtzis et al. 2014, Becker et al. 2021) sowie die Ergebnisse der PraeRi-Studie (2020). Besonders das Problem „Lahmheit“ ist in Milchkuhbetrieben in Deutschland allgegenwärtig. Im Mittel befinden sich pro Betrieb 26,4 % lahme Tiere in der nördlichen Region und bis zu 39,7 % lahme Tiere in der östlichen Region (PraeRi 2020). Das bedeutet, dass ein Drittel der Kühe in Deutschland lahm geht und damit Schmerzen und Leiden ausgesetzt ist. Ähnlich erschreckend sind

die Zahlen zu den euterkranken bzw. eutergesunden Tieren. Es liegen bezüglich der Eutergesundheit zwar große betriebliche Unterschiede vor, sodass dies auf einen Einfluss der Haltung, der Hygiene und der Qualität des Managements des Betriebes schließen lassen kann. Dennoch ergaben die Untersuchungen der PraeRi-Studie, dass im Mittel circa 40 % der Tiere in Deutschland an einer Eutererkrankung leiden. Diese aktuellen Daten verdeutlichen die tiergesundheitlichen und die damit zwangsläufig in Verbindung stehenden tierschutzrechtlichen Probleme der Milchviehhaltung in Deutschland. Es scheint vielen Betrieben in Deutschland nicht immer zu gelingen, den Ansprüchen der Hochleistungsmilchkühe und deren gestiegenen Bedürfnissen gerecht zu werden.

Die möglichen Ursachen der Gesundheitsrisiken werden in Deutschland kontrovers diskutiert. Die beschriebenen gesundheitlichen Probleme in der Milchviehhaltung sind abhängig von zwei Hauptinflussfaktoren, und zwar von der Genetik und der Umwelt bzw. des Managements eines Tieres. Das phänotypische Erscheinungsbild einer Milchkuh ist immer das Resultat der Mischung aus den genetischen Veranlagungen des Tieres und den äußeren Einflüssen, wie der Haltung und der Qualität des Managements. Es besteht kein Zweifel einer genetischen Assoziation zwischen dem Auftreten verschiedener Produktionskrankheiten und der Milchleistung einer Kuh (Fleischer et al. 2001, Gernand et al. 2012). Beispielsweise steigt die Wahrscheinlichkeit an einer Mastitis zu erkranken von < 20 % auf etwa 45 %, wenn die Milchleistung von 6.000 auf 12.000 kg ansteigt (Fleischer et al. 2001). Zentrales Thema ist dabei die Rolle der negativen Energiebilanz, die mit der Milchleistung zunimmt (Spurlock et al. 2012) und zu einer verminderten Immunantwort und damit zu einer höheren Krankheitsanfälligkeit führt (Fleischer et al. 2001, Brade 2016a, Martens 2020, Becker et al. 2021). Die Ausprägung der NEB und damit die Entstehung vieler peripartaler Erkrankungen wie Ketose, Mastitis, Metritis oder Klauenerkrankungen haben einen genetischen Hintergrund (Formigoni und Trevisi 2003, Kanitz et al. 2003, Rehbock 2010, Rudolphi et al. 2012, Martens 2015, Brade 2016b, Martens 2016, 2020). Der mögliche genetische Einfluss ist aufgrund von vielen Untersuchungen wiederholt nachgewiesen worden. So besteht eine genetische Korrelation zwischen Milchleistung und Erkrankungen wie

- Ketose [$r = 0,653$] bei Norwegian Red (Simianer et al. 1991); [$r = 0,77$] bei Canadian Holstein Friesian (Uribe et al. 1995),
- Mastitis [$r = 0,507$] bei Norwegian Red (Simianer et al. 1991); [$r = 0,37$] bei Canadian Holstein Friesian (Uribe et al. 1995),
- Fruchtbarkeit unterschiedliche Korrelationen [r] für verschiedene Parameter der Fruchtbarkeit bei British Holstein Friesian (Royal et al. 2002),
- frühe [$r = 0,52$] oder späte Embryoverluste [$r = 0,39$] bei Swedish Red und Swedish Holstein (Ask-Gullstrand et al. 2021),
- die Lebensdauer [$r = -0,34$] bei British Holstein Friesian (Pritchard et al. 2013b),
- Lahmheit [$r = 0,23$] bei Canadian Holstein Friesian (Koeck et al. 2014) und als allgemeiner Risikofaktor
- eine „negative Energiebilanz“ [$r = -0,26 / -0,56$] bei Deutsch Holstein Friesian (Krattenmacher et al. 2019).

Diese Zahlenbeispiele lassen die Schlussfolgerung zu, dass a) die üblichen Variationen auftreten, b) das Ausmaß der Korrelation häufig durch das Laktationsstadium bestimmt wird und c) die Korrelation nie 1 ist. Die genetische Korrelation wird also im unterschiedlichen Ausmaß durch weitere Faktoren $(1-r)$ bestimmt, die für die weitere Diskussion als Managementfaktoren bezeichnet werden und nur in der Summe angeführt werden können, weil eine Quantifizierung und Differenzierung der möglichen Einflussgröße(n) nicht möglich ist. Der mögliche genetische Einfluss wird bestätigt durch entsprechende Heritabilitäten. So ist zum Beispiel die Heritabilität für Ketose (0,31 [Dohoo et al. 1984], 0,39 [van Dorp et al. 1998]) bzw. deren Metaboliten BHB (0,4) und NEFA (0,35) zu Beginn der Laktation relativ hoch (Oikonomou et al. 2008). Geringe genetische Korrelationen spiegeln sich wider in niedrigen Heritabilitäten für Parameter der Fruchtbarkeit (Fleming et al. 2019, Ma et al. 2019) oder Lahmheiten (Malchiodi et al. 2020). Die generelle genetische Bedeutung für Krankheitsrisiken wird zum Beispiel auch erkennbar aufgrund der genetischen Korrelation zwischen BHB in der Milch und Ketose (0,49) und zwischen Ketose und der Labmagenverlagerung (0,89) (Koeck et al. 2014). Die Bedeutung von BHB als Krankheitsrisiko wird auch erkennbar aufgrund der Untersuchungen von Walsh et al. (2011). Der Anstieg der BHB Konzentration im Blut um 100 $\mu\text{mol/l}$ in der zweiten oder dritten Woche post partum reduzierte die Trächtigkeitsrate nach der ersten Besamung um 2–3 %.

Die genetisch bedingten Krankheitsrisiken lassen unscher erkennen, dass die Qualität des Managements somit zur Stellschraube für das Ausmaß der Erkrankungen wird, aber die Entstehung der gesundheitlichen Probleme nicht verhindert. Das Grundpotenzial der Milchleistung, des Stoffwechsels, der NEB und damit auch der Produktionskrankheiten liegt im Genotyp des Tieres verankert.

Milchviehzucht und Entwicklung des Zuchtziels Milchleistung in Deutschland

Das Tierzuchtgesetz in Deutschland gibt für die Zucht von Nutztieren vor, die Tiergesundheit und die Robustheit der Tiere zu erhalten und zu verbessern. Gleichzeitig sind die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit, insbesondere die Wettbewerbsfähigkeit der tierischen Erzeugung, zu verbessern (TierZG 2019). Zuchtorganisationen legen zur Erreichung dieser Vorgaben Zuchtziele fest. Sie definieren einen Fortschritt der Zucht in einer bestimmten Zeitspanne und dienen der Verbesserung der Leistungseigenschaften (Wiesner und Ribbeck 1999). Für das deutsche Holstein Rind legt der Bundesverband Rind und Schwein das Zuchtziel fest (BRS 2021). Das Holstein Rind soll im Wesentlichen eine wirtschaftliche Leistungskuh mit hoher Milchleistung, einer Lebensleistung von über 40.000 kg Milch und einem gesunden Fundament sowie Euter sein. Zur Erreichung dieser Ziele dienen Zuchtwerte und das System der Zuchtwertschätzung. Einzelne Merkmale werden in unterschiedlicher Gewichtung zu einem Gesamtzuchtwert (RZG) zusammengefasst. Bis zur Einführung des RZG 1997 wurde zu 100 % auf das Leistungsmerkmal Milchleistung gezüchtet. In den 1990er-Jahren wurden national und international schrittweise funktionelle Merkmale aufgenommen. Zu dieser Kate-

gorie gehören gesundheits- und fruchtbarkeitssteigernde Merkmale sowie Merkmale zur Verbesserung der Kalbefähigkeit und der Futtermittelverwertung (Groen et al. 1997). Die Weiterentwicklung der Technik und Wissenschaft hat auch die Zuchtmöglichkeiten verändert und Neuerungen wie beispielsweise die genomisch gestützte Zuchtwertschätzung und damit die Einführung direkter Gesundheitsmerkmale ermöglicht. Das Hauptaugenmerk dieser Literaturlauswertung liegt auf der Entwicklung des Milchleistungsmerkmals und dessen Gewichtung am RZG. Das Merkmal Milchleistung nahm von 100 % (bis 1997) über 56 % (1997–2002) vorerst auf 50 % (2002–2007) in der Gewichtung ab. Seit April 2008 nimmt im aktuellen Zuchtziel die Milchleistung eine Gewichtung von 45 % ein, neben 15 % Exterieur und 40 % funktionellen Merkmalen (Bongartz et al. 2020). Nach 13 Jahren ist nun für April 2021 eine weitere Anpassung des RZG geplant, indem die Milchleistung bis auf 36 % abnehmen wird (Güldenpfennig und Rensing 2021), aber weiterhin das anteilmäßig stärkste Merkmal bleibt.

Die zugrunde liegenden Studien der Literaturrecherche zeigen, dass die in der Vergangenheit liegende Verfolgung der produktionsfördernden Zuchtziele in der Milchviehzucht die gesundheitlichen Probleme der Hochleistungskühe verschärft haben (auszugsweise: Simianer et al. 1991, Uribe et al. 1995, Rauw et al. 1998, Bauman und Currie 2000, Hansen 2000, Royal et al. 2000, Oltenacu und Algers 2005, Boichard und Brochard 2012, Brade 2013, Brade 2016a, b, Martens 2020). Die Anpassungen der Gewichtung funktioneller und produktiver Merkmale im Zuchtwert zu Gunsten der funktionellen Merkmale und damit für eine Verbesserung der Tiergesundheit in den letzten zehn Jahren verdeutlicht das Bewusstsein der Zuchtbranche für die Notwendigkeit einer Veränderung der traditionellen leistungsorientierten Zuchtstrategie. Der Milchviehzucht kommt somit eine entscheidende Bedeutung bei der Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohles zu. Veränderungen in der Zucht sind aber nicht kurzfristig zu bewerten, sondern benötigen eine längere Zeitspanne, bis Resultate in der Kuhpopulation abgelesen werden können. Allerdings lässt sich aktuell festhalten, dass unter dem seit 2008 bestehenden Zuchtziel und unter Anwendung der genomisch gestützten Zuchtwertschätzung seit 2009 keine nennenswerte Verbesserung der Tiergesundheit – beispielsweise durch deutliche Erhöhung der Nutzungsdauer oder dem Reduzieren von Produktionskrankheiten – eingetreten ist.

Auswirkung der Produktionskrankheiten auf den Tierschutz und das Tierwohl

Der Grundsatz des Tierschutzgedankens liegt in der Vermeidung unnötiger Schmerzen, Leiden und Schäden (TierSchG 2018). Jede beschriebene (Produktions-)Erkrankung kann jedoch, je nach Ausprägung und Umfang, zu vermeidbaren Schmerzen, Schäden und Leiden einer Milchkuh führen. In jedem Fall kommt es zu einer Verschlechterung des Tierwohls (von Keyserlingk et al. 2009, Brade 2016a, Menn 2017) und zur Gefährdung des gesellschaftlichen Ansehens der Nutztierproduktion. Entsprechend der Auslegung des Überforderungsparagrafen (§ 3 Nr. 1 TierSchG) und des „Qualzuchtparagrafen“ (§ 11b TierSchG) des Tierschutzgesetzes können Rückschlüsse zwischen der

züchterisch voran getriebenen Milchleistungssteigerung und den vermehrt auftretenden Produktionskrankheiten gezogen werden. Aus juristischer Sicht liegt eine offensichtliche Überforderung einer Milchkühe vor, „wenn die Milchleistung so extrem ist, dass es zu Stoffwechsel- und Fertilitätsstörungen, Labmagenverlagerungen, Eutererkrankungen o. Ä. kommt“ (Hirt et al. 2016). Nach § 3 Nr. 1 TierSchG ist es jedoch verboten, einem Tier, außer in Notfällen, Leistungen abzuverlangen, denen es wegen seines Zustandes offensichtlich nicht gewachsen ist oder die offensichtlich seine Kräfte übersteigen. Der als „Qualzuchtparagraph“ bekannte § 11b TierSchG mit Abs. 1 Nr. 2c gibt vor, dass es verboten ist, Wirbeltiere zu züchten, wenn bei den Nachkommen die Haltung nur unter Schmerzen oder vermeidbaren Leiden möglich ist oder zu Schäden führt. Juristisch betrachtet ist „die Heranzüchtung extrem milchgebender und deshalb schwerer Euter problematisch, wenn in manchen Beständen jede dritte bis vierte Kuh an akuter oder chronischer Euterentzündung leidet“ (Lorz und Metzger 2008). Die genetische Selektion auf die Steigerung der Milchleistung als Gewinnsteigerung geht zunehmend auf Kosten des Tierschutzes (Oltenacu und Algers 2005). In Praxi ist die Anwendung und Auslegung des TierSchG eine Ermessensfrage und wird dadurch erschwert, dass Tierärzte zwar die Tiergesundheit beurteilen und eventuelle Missstände auf Grundlage des TierSchG beheben könnten, aber keine Zuständigkeit im Rahmen des Tierzuchtgesetzes in Deutschland haben.

Diskussion und Handlungsbedarf

Die vorgestellten Daten zur kurzen Nutzungsdauer von maximal drei Laktationen vor dem Leistungsmaximum ab der vierten Laktation infolge von zu hohen Erkrankungsinzidenzen und damit von zu hohen Abgangsraten durch unfreiwillige Abgangsgründe weisen auf einen notwendigen zukünftigen Handlungsbedarf hin. In der kontrovers geführten Diskussion, inwieweit die Selektion auf Milchleistung an der multifaktoriellen Entstehung der Produktionskrankheiten beteiligt ist, bestehen unterschiedliche Ansichten. Autoren, die zwischen der genetisch veranlagten hohen Milchleistung der HF-Kühe und den auftretenden Produktionskrankheiten keinen Zusammenhang feststellen, sprechen dem Management, der Fütterung und dem Haltungssystem von hochleistenden Milchviehherden die entscheidende Rolle zu. In der Tat sind eine qualitativ gute Fütterung, ein hoher Kuhkomfort und ein aufmerksames Management als Grundvoraussetzungen für eine hohe Produktion und eine gute Reproduktionsleistung anzusehen (LeBlanc 2010). So hat Römer (2011) festgestellt, dass hoch leistende Kühe nicht häufiger krank werden als weniger leistende Tiere, und daraus der Rückschluss gezogen wird, dass Hochleistung keine Auswirkung auf die Tiergesundheit hat. Diese Schlussfolgerung, dass die Gesundheit der Milchkühe vorrangig von einem optimalen Management abhängig ist und nicht vom züchterisch einseitig selektierten Leistungspotenzial (Wangler und Sanftleben 2007, Römer 2011, Kaske 2013, Roffeis und Waurich 2013, Staufenbiel 2013), kann jedoch aufgrund der dargestellten Daten und Fakten zu den Gesundheitsstörungen nicht geteilt werden. So wurden bei den

Untersuchungsergebnissen von Römer (2011) nicht beachtet, dass unabhängig von der Milchleistung die bereits genannten Erkrankungsraten in ihrer Höhe und Ausprägung als nicht akzeptabel anzusehen sind. Die Inzidenz beider Erkrankungen war unabhängig von der Milchleistung mit 70–80 % (Eutererkrankungen) bzw. ca. 60 % (Fruchtbarkeitsstörungen) sehr hoch (Wangler und Sanftleben 2007). Natürlich können sehr gut geführte Betriebe mit einem überdurchschnittlichen Management auf einem hohen Niveau produzieren und durchaus eine gute Tiergesundheit vorweisen. Die guten Beispiele dürfen jedoch nicht zur Rechtfertigung der genetischen Risiken der Milchkühe verwendet werden, insbesondere nicht für den Durchschnitt der Milchviehbetriebe. Die unbestreitbar große Bedeutung eines guten Managements ergibt sich aufgrund der genetischen Krankheitsrisiken, die aufgefangen werden müssen. Auf diesen Zusammenhang muss immer wieder hingewiesen werden. Es ist aber nicht die primäre Verpflichtung eines guten Managements, genetisch bedingte Risiken zu kompensieren, und es sollte nicht die Ursache (Genetik) mit der Wirkung (Management) verwechselt werden. Die unkritische Verwendung des Faktors Management als primärer Grund von Gesundheitsrisiken ohne Berücksichtigung der möglichen genetischen Ursachen lässt die Schlussfolgerung zu, dass das Management allein nicht fähig ist, die Probleme in Milchviehbeständen zu kompensieren. Dieser Schlussfolgerung muss entschieden entgegengetreten werden. Dadurch, dass die Ausprägung der NEB in der Früh lactation und damit die Entstehung vieler Produktionskrankheiten einen genetischen Hintergrund haben, kann die Milchviehzucht durch Setzung der Zuchtziele einen bedeutenden Beitrag zur Verbesserung der Tiergesundheit leisten. Dies kann durch weitere Anpassungen und Erhöhungen der Gewichtung von Gesundheitsmerkmalen geschehen (Groen et al. 1997, Nielsen et al. 2005, Oltenacu und Algers 2005, Boichard und Brochard 2012, Brade 2016a, Martens 2020). Das aktuell formulierte Zuchtziel in Deutschland sollte für eine zukunftsfähige gesunde Kuh weniger Gewichtung auf die „wirtschaftliche Leistungskuh in milchbetontem Typ und mit hoher Milchleistung“ (BRS 2021) legen, sondern unter Nutzung der neuen molekularbiologischen Möglichkeiten in der Genetik mehr Bedeutung den funktionellen Merkmalen zukommen lassen (Becker et al. 2012, Márquez et al. 2016). Die aktuell geplante Herabsetzung der Gewichtung des Leistungsmerkmals Milch und beispielsweise die Aufnahme des Kriteriums „Futtermassenaufnahme“ (Brade 2013) oder des Parameters „Trockenmasseaufnahme“ (Becker et al. 2021) in die Selektionskriterien können einen Beitrag zur Verbesserung der Tiergesundheit und des Tierwohls leisten. Denn aus tierschutzrechtlicher Sicht und im Sinne des Tierwohls ist ein Abgehen von den bisherigen Zuchtzielen zugunsten einer Selektion auf Langlebigkeit, hohe Lebensleistung, Krankheitsresistenz und flache Laktationskurven geboten (Hirt et al. 2016). Der neue Relativzuchtwert Gesamt (RZG) der Deutsch Holstein Friesian trägt dieser Entwicklung Rechnung. Es wurde in den Relativzuchtwert die Gewichtung der Milchleistung von 45 % auf 36 % reduziert und der Relativzuchtwert Gesund mit 18 % neu aufgenommen (Güldenpfennig und Rensing 2021), der indirekt die genetisch bedingten Gesundheitsrisiken bestätigt.

Ethische Anerkennung

Nicht erforderlich.

Conflict of interest

Die Autoren erklären, dass keine wirtschaftlichen oder persönlichen Verbindungen zu anderen Organisationen und Einrichtungen bestehen, die die in diesem Manuskript dargestellten Inhalte oder Meinungen beeinflussen könnten.

Funding

Funding zur Erstellung des zugrundeliegenden Reviews nicht erforderlich. Die Autoren bedanken sich für die Unterstützung der Veröffentlichung des Manuskripts durch den Open Access Publication Fund der Freien Universität Berlin.

Autorenbeitrag

Zugrunde liegender systematischer Review und das Manuskript erstellte AB mit Unterstützung durch HM und CTR. Alle Autoren korrigierten und befürworteten das Manuskript in der vorliegenden Form.

Literatur

- Ask-Gullstrand P, Strandberg E, Båg R, Christensen J, Berglund B (2021):** Genetic parameters for reproductive losses estimated from in-line milk progesterone profiles in Swedish dairy cattle. *J Dairy Sci* 104(3): 3231–3239. doi: 10.3168/jds.2020-19385.
- Bauer A (2021):** Tierschutzrelevante Zuchtprobleme beim Milchvieh – Interaktion zwischen dem Zuchtziel „Milchleistung“ und dem vermehrten Auftreten von Produktionskrankheiten, ein systematischer Review. Berlin, FU, veterinärmed. Fak., Diss.
- Bauman D, Currie E (2000):** Partitioning of nutrients during pregnancy and lactation. *J Dairy Sci* 63: 1514–1529.
- Baumgard LH, Collier RJ, Bauman DE (2017):** A 100-Year Review: Regulation of nutrient partitioning to support lactation. *J Dairy Sci* 100(12): 10353–10366.
- Becker JC, Heins BJ, Hansen LB (2012):** Costs for health care of Holstein cows selected for large versus small body size. *J Dairy Sci* 95(9): 5384–5392.
- Becker VAE, Stamer E, Thaller G (2021):** Liability to diseases and their relation to dry matter intake and energy balance in German Holstein and Fleckvieh dairy cows. *J Dairy Sci* 104(1): 628–643.
- Bergmann V (1992):** Leistungsabhängige Gesundheitsstörungen bei Nutztieren – Erscheinungsformen und kausale Prinzipien. *Monatsh Veterinärmed* 47: 245–252.
- Boichard D, Brochard M (2012):** New phenotypes for new breeding goals in dairy cattle. *Animal* 6(4): 544–550.
- Bongartz B, Breves G, Engelhard T, Heise J, Marquardt OW, Reents R, Römer A, Schneider JH, Warder HW, Westrup U (2020):** Positionspapier der DGfZ-Projektgruppe „Zukunft gesunde Milchkuh“, Zukunftsfähige Konzepte für die Zucht und Haltung von Milchvieh im Sinne von Tierschutz, Ökologie und Ökonomie, 15.05.2020. <https://www.dgfz-bonn.de/stellungnahmen/dgfz-positions-papier-zukunftsfahige-konzepte-fuer.html> (letzter Zugriff: 03.02.2021).
- Brade W (2013):** Die Energiebilanz hoch leistender Milchkuhe aus der Sicht der Züchtung und des Tierschutzes. *Prakt Tierarzt* 94: 536–544.
- Brade W (2016a):** Kritische Anmerkungen zur aktuellen Zuchtzielsetzung bei deutschen Holstein Rindern. *Agrarwissenschaft Forschung und Praxis. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Band 94, Ausgabe 1.*
- Brade W (2016b):** Kritische Anmerkungen zur Bewertung des Tierwohls mittels Genotyp-Phänotyp-Beziehungen bei hochleistenden Milchrindern. *Agrarwissenschaft Forschung und Praxis. Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Band 94, Ausgabe 3.*
- Brade W (2017a):** Bewertung der Früh lactation hochleistender Milchkuhe aus züchterischer Sicht, 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung, 05.–06. April 2017, Bericht HBLFA Raumberg-Gumpenstein 20, ISBN: 978-3-902849-48-9.
- Brade W (2017b):** Genetisch-züchterische Aspekte im Zuchtprogramm Deutsche Holsteins, Conference Paper, 10. Mitteldeutscher Rinder-Workshop, Bernburg, 28.–29. April 2017, 22–33, ISBN: 978-3-96057-022-6.
- Brade W (2019):** Deutsche Holstein, Trends und mögliche Konsequenzen. *Bauernbl* 23.02.2019: 30–33.
- Brade W, Hamann H, Brade E, Distl O (2008):** Untersuchungen zum Verlustgeschehen von Erstkalbinnen in Sachsen. *Züchtungskd* 80: 127–136.
- Breves G (2007):** Züchtung und Stoffwechselstabilität beim Rind – Empfehlungen für die Zucht und Haltung. *Züchtungskd* 79(1): 52–58.
- Bundesverband Rind und Schwein (BRS) (2020):** Rinder- und Schweineproduktion in Deutschland 2019, Ausgabe 2020. Bundesverband Rind und Schwein e. V., ISSN 1439–8745.
- Bundesverband Rind und Schwein (BRS) (2021):** Bundesverband Rind und Schwein. Website. <https://www.rind-schwein.de/brs-rind/zuchtziel-1.html?highlight=zuchtziel> (letzter Zugriff: 03.02.2021).
- Dohoo I, Martin S, McMillan I, Kennedy B (1984):** Disease, production and culling in Holstein-Friesian cows. II. Age, season and sire effects. *Prev Vet Med* 2: 655–670.
- Eilers U (2007):** Lebensleistung von Milchkuhen auf dem Prüfstand, Bildungs- und Wissenszentrum Aulendorf – Viehhaltung, Grünlandwirtschaft, Wild Fischerei, Baden-Württemberg, LVVG/Eilers/Artikel_Lebensleistung auf dem Prüfstand_mit Abb.doc/29.01.2007/Seite 1/9.
- Esslemont RJ, Kossaibati MA (1997):** Culling in 50 dairy herds in England. *Vet Rec* 140(2): 36–39.
- Fleischer P, Metzner M, Beyerbach M, Hoedemaker M, Klee W (2001):** The relationship between milk yield and the incidence of some diseases in dairy cows. *J Dairy Sci* 84(9): 2025–2035.
- Fleming A, Baes C, Martin A, Chud T, Malchiodi F, Brito L, Miglior F (2019):** Symposium review: The choice and collection of new relevant phenotypes for fertility selection. *J Dairy Sci* 102: 3722–3734.
- Formigoni A, Trevisi E (2003):** Transition Cow: Interaction with fertility. *Vet Res Commun* 27: 143–152.

- Gernand E, Rehbein P, Von Borstel UU, König S (2012):** Incidences of and genetic parameters for mastitis, claw disorders, and common health traits recorded in dairy cattle contract herds. *J Dairy Sci* 95(4): 2144–2156.
- Groen AF, Steine T, Colleau JJ, Pedersen J, Pribyl J, Reinsch N (1997):** Economic values in dairy cattle breeding, with special reference to functional traits. Report of an EAAP-working group. *Livest Prod Sci* 49(1): 1–21.
- Güldenpfennig H, Rensing S (2021):** Der neue RZG: Gesamtzuchtwert für kommende Herausforderungen. *Milchrind* 1: 4–6.
- Hansen LB (2000):** Consequences of selection for milk yield from a geneticist's viewpoint. *J Dairy Sci* 83(5): 1145–1150.
- Haworth GM, Tranter WP, Chuck JN, Cheng Z, Wathes DC (2008):** Relationships between age at first calving and first lactation milk yield, and lifetime productivity and longevity in dairy cows. *Vet Rec* 162(20): 643–647.
- Hirt A, Maisack C, Moritz J (2016):** Tierschutzgesetz. Kommentar. 3. Aufl. Franz Vahlen, München, ISBN 978-3-8006-3799-7.
- Kanitz W, Becker F, Dietl G, Reinsch N, Staufenbiel R (2003):** Beziehungen zwischen Milchleistung, Energieversorgung und Fruchtbarkeit unter den Bedingungen von Hochleistung beim Rind. *Züchtungskd* 75(6): 489–498.
- Kaske M (2013):** Hohe Leistung und Gesundheit – ein Widerspruch? *Ufa Revue Schweiz* 6: 64–65.
- Koec A, Jamrozik J, Schenkel F, Moore R, Lefebvre D, Kelton D, Miglior F (2014):** Genetic analysis of milk β -hydroxybutyrate and its association with fat-to-protein ratio, body condition score, clinical ketosis, and displaced abomasum in early first lactation of Canadian Holsteins. *J Dairy Sci* 97: 7286–7292.
- Kougioumtzis A, Valergakis G, Oikonomou G, Arsenos G, Banos G (2014):** Profile and genetic parameters of dairy cattle locomotion score and lameness across lactation. *Animal* 8(1): 20–27.
- Krattenmacher N, Thaller G, Tetens J (2019):** Analysis of the genetic architecture of energy balance and its major determinants dry matter intake and energy-corrected milk yield in primiparous Holstein cows. *J Dairy Sci* 102: 3241–3253.
- LeBlanc S (2010):** Assessing the association of the level of milk production with reproductive performance in dairy cattle. *J Reprod Dev* 56: 1–7.
- Lorz A, Metzger E (2008):** Tierschutzgesetz. Tierschutzgesetz mit Allgemeiner Verwaltungsvorschrift, Rechtsverordnungen und Europäischen Übereinkommen sowie Erläuterungen des Artikels 20a GG. Kommentar. 6. überarb. Aufl. C.H. Beck, München, ISBN: 978-3-406-55436-0.
- Ma L, Cole J, Da Y, von Raden P (2019):** Symposium review: Genetics, genome-wide association study, and genetic improvement of dairy fertility traits. *J Dairy Sci* 101: 3635–3743.
- Malchiodi F, Jamrozik J, Christen M, Fleming A, Kistemaker G, Richardson C, Daniel V, Kelton D, Schenkel F, Miglior F (2020):** Symposium review: Multiple-trait single-step genomic evaluation for hoof health. *J Dairy Sci* 103: 5346–5353.
- Márquez G, Zare Y, Stephan K, Olson K (2016):** Genetic evaluation of mastitis, metritis, and ketosis in Holstein cattle using producer recorded data. *J Anim Sci* 94: 177–178.
- Martens H (2012):** Die Milchkuh – Wenn die Leistung zur Last wird! Proc. 39. Viehwirtschaftliche Fachtagung, Raumberg-Gumpenstein, Österreich, 35–42.
- Martens H (2015):** Stoffwechselbelastungen und Gesundheitsrisiken der Milchkuhe in der frühen Laktation. *Tierarztl Umsch* 12: 496–504.
- Martens H (2016):** Leistung und Gesundheit von Milchkuhen: Bedeutung von Genetik (Ursache) und Management (Wirkung). *Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere* 04: 253–258.
- Martens H (2020):** Transition period of the dairy cow revisited: II. Homeorhetic stimulus and ketosis with implication for fertility. Canadian Center of Science and Education. *J Agric Sci* 12(3): 25–54.
- Menn F (2017):** Primat der Milchleistung – Können Tierernährung und Tiergesundheit noch mithalten? Conference Paper, 44. Viehwirtschaftliche Fachtagung 2017, 1–7, Raumberg-Gumpenstein, Höhere Bundeslehr- und Forschungsanstalt für Landwirtschaft.
- Mißfeldt F, Mißfeldt R, Kuwan K (2015):** Ökonomisch optimale Nutzungsdauer von Milchkuhen. *Züchtungskd* 87: 120–143.
- Mulligan FJ, Doherty ML (2008):** Production diseases of the transition cow. *Vet J* 178(1): 3–9.
- Münch T, Richter T (2012):** Abgänge und Abgangsursachen bei Milchkuhen in Baden-Württemberg unter dem Blickwinkel des Tierschutzes und der Ökonomie. *Tierarztl Umsch* 67: 68–74.
- Nielsen HM, Christensen LG, Groen AF (2005):** Derivation of sustainable breeding goals for dairy cattle using selection index theory. *J Dairy Sci* 88(5): 1882–1890.
- Oehler S, Stock KF, Freitag M (2019):** Einflussfaktoren auf Nutzungsdauer, Gesundheit und Fruchtbarkeit bei Holsteinkühen in Nordrhein-Westfalen. Conference Paper, Soester Agrarforum 2019, 11.01.2019.
- Oikonomou G, Arsenos G, Valergakis G, Tsiaras A, Zygouianis D, Banos G (2008):** Genetic relationship of body energy and blood metabolites with reproduction in Holstein cows. *J Dairy Sci* 91: 4323–4332.
- Oltenucu P, Algers B (2005):** Selection for Increased production and the welfare of dairy cows: Are new breeding goals needed? *Ambio* 34(4/5): 311–315.
- Pinedo PJ, Daniels A, Shumaker J, De Vries A (2014):** Dynamics of culling for Jersey, Holstein, and Jersey x Holstein crossbred cows in large multibreed dairy herds. *J Dairy Sci* 97(5): 2886–2895.
- PraeRi (2020):** Tiergesundheit, Hygiene und Biosicherheit in deutschen Milchkuhbetrieben – eine Prävalenzstudie (PraeRi). Abschlussbericht, 30.06.2020, https://ibei.tiho-hannover.de/praeRi/pages/69#_AB.
- Pritchard T, Coffey M, Mrode R, Wall E (2013a):** Genetic parameters for production, health, fertility and longevity traits in dairy cows. *Animal* 7(1): 34–46.
- Pritchard T, Coffey M, Mrode R, Wall E (2013b):** Understanding the genetics of survival in dairy cows. *J Dairy Sci* 96: 3296–3309.
- Rauw WM, Kanis E, Noordhuizen-Stassen EN, Grommers FJ (1998):** Undesirable side effects of selection for high production efficiency in farm animals: a review. *Livestock Prod Sci* 56(1): 15–33.
- Rehbock F (2010):** Gesundheit der Milchkuh: Betrachtungen ausgewählter Erkrankungen unter züchtungsbiologischen Aspekten anhand der neueren Literatur. Agrar- und Veterinär-Akademie, AVA, Horstmar-Leer, ISBN 978-3-00-032027-9.

- Roffeiss M, Waurich B (2013):** Hohe Milchleistungen und gesunde Euter. Ergebnisse aus den RBB-Testherden. Milchrindtag, 10.01.2013, Rinderunion Berlin-Brandenburg, Götz.
- Römer A (2011):** Untersuchungen zur Nutzungsdauer bei Deutschen Holstein Kühen. Züchtungskd 83: 8–20.
- Royal M, Darwash AO, Flint APE, Webb R, Woolliams JA, Lamming GE (2000):** Declining fertility in dairy cattle. Changes in traditional and endocrine parameters of fertility. Anim Sci 70: 487–501.
- Royal M, Flint A, Woolliams J (2002):** Genetic and phenotypic relationships among endocrine and traditional fertility traits and production traits in Holstein-Friesian dairy cows. J Dairy Sci 85: 958–967.
- Rudolph B, Harms J, Blum E, Flor J (2012):** Verbesserung der Gesundheit, Nutzungsdauer und Lebensleistung von Milchkühen durch Einbeziehung zusätzlicher funktionaler Merkmale in die Selektion. Institut für Tierproduktion der Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei, Mecklenburg-Vorpommern, Forschungsnummer 2/26.
- Sawa A, Siatka K, Krężel-Czopek S (2019):** Effect of age at first calving on first lactation milk yield, lifetime milk production and longevity of cows. Anim Sci 19(1): 189–200. doi: 10.2478/aoas-2018-0044.
- Simianer H (2003):** Zur optimalen Nutzungsdauer von Milchkühen aus biologischer und ökonomischer Sicht. In: Verbesserung der Nutzungsdauer in der Milchviehhaltung. Praxisinformation Tierische Erzeugung, Grünland und Futterwirtschaft 34, 5–20. LK Hannover.
- Simianer H, Solbu H, Schaeffer L (1991):** Estimated genetic correlations between disease and yield traits in dairy cattle. J Dairy Sci 74: 4358–4365.
- Sordillo LM, Raphael W (2013):** Significance of metabolic stress, lipid mobilization, and inflammation on transition cow disorders. Vet Clin North Am Food Anim Pract 29(2): 267–278.
- Spurlock DM, Dekkers JCM, Fernando R, Koltjes DA, Wolc A (2012):** Genetic parameters for energy balance, feed efficiency, and related traits in Holstein cattle. J Dairy Sci 95(9): 5393–5402.
- Stangassinger M (2011):** Gibt es für Milchkühe eine Leistungsgrenze. Tierarztl Prax Ausg G Grosstiere Nutztiere 4(201): 253–261.
- Staufenbiel R (2013):** Zusammenhänge zwischen Milchleistungshöhe, Fruchtbarkeit, Tiergesundheit und Zuchtfortschritt in Milchkuhherden. 15. Rinderfachtagung für Landwirte und Tierärzte der Tierseuchenkasse Sachsen-Anhalt, TGD Rind Sachsen-Anhalt, 05.11.2013.
- Steinwidder A, Greimel M (1999):** Ökonomische Bewertung der Nutzungsdauer bei Milchkühen. Bodenkultur: 50.
- Swalve H (2012):** Aktueller Stand der züchterischen Verbesserung der Gesundheit und Funktionalität beim Nutztier. Züchtungskd 84: 32–38.
- Tierschutzgesetz (TierSchG) (2018):** Tierschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. Mai 2006 (Bundesgesetzblatt I S. 1206, 1313), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 17. Dezember 2018 (Bundesgesetzblatt I S. 2586) geändert worden ist. <https://www.gesetze-im-internet.de/tierschg/BJNR012770972.html> (letzter Zugriff: 05.02.2021).
- Tierzuchtgesetz (TierZG) (2019):** Tierzuchtgesetz vom 18. Januar 2019 (BGBl. I S. 18). http://www.gesetze-im-internet.de/tierzg_2019/ (letzter Zugriff: 05.02.2021).
- Uribe H, Kennedy B, Martin S, Kelton D (1995):** Genetic parameters for common health disorders of Holstein cows. J Dairy Sci 78: 421–430.
- Van Dorp T, Dekkers J, Martin S, Noordhuizen J (1998):** Genetic parameters of health disorders, and relationship with 305-day milk yield and conformation traits of registered Holstein cows. J Dairy Sci 81: 2264–2270.
- Von Keyserlingk MAG, Rushen J, de Passillé AM, Weary DM (2009):** Invited review: The welfare of dairy cattle – Key concepts and the role of science. J Dairy Sci 92(9): 4101–4111.
- Walsh S, Williams E, Evans A (2011):** A review of the causes of poor fertility in high milk producing cows. Anim Reprod Sci 123: 127–138.
- Wangler A, Harms J (2006):** Verlängerung der Nutzungsdauer der Milchkühe durch eine gute Tiergesundheit bei gleichzeitig hoher Lebensleistung zur Erhöhung der Effizienz des Tiereinsatzes. Landesforschungsanstalt für Landwirtschaft und Fischerei Mecklenburg-Vorpommern, Institut für Tierproduktion, Forschungsbericht Nr. 2/22, Juni 2006.
- Wangler A, Sanftleben P (2007):** Behandlungshäufigkeit bei Milchkühen in Praxisbetrieben in Abhängigkeit von der Milchleistung. Tierarztl Prax 35/06: 408–413.
- Wiesner E, Ribbeck R (1999):** Lexikon der Veterinärmedizin. 4. Aufl. Enke, Stuttgart, ISBN 3-7773-1459-5.
- Wlodarek J M, Jaskowski J (2016):** Effect of selected factors on longevity in cattle: A review. J Anim Plant Sci 26(6): 1533.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Christa Thöne-Reineke
 Institut für Tierschutz, Tierverhalten und
 Versuchstierkunde
 Fachbereich Veterinärmedizin
 Freie Universität Berlin
 Königsweg 67
 14163 Berlin
christa.thoene-reineke@fu-berlin.de