

Ansätze für eine neue Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale: Gesamtkonzept zum Gesundheitsmonitoring beim Rind

Kathrin Friederike Stock¹, Sandra Jansen¹, Renate Schafberg²,
Friedrich Reinhardt¹

¹ Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V. (vit), Verden; ² Institut für
Agrar- und Ernährungs-wissenschaft, Martin-Luther-Universität Halle-
Wittenberg (MLU)

Einleitung

Die angemessene Berücksichtigung von Aspekten der Tiergesundheit und des Tierwohls ist in der Milchrinderzucht zu einem wichtigen Faktor geworden, der sich auf die Wettbewerbsfähigkeit der Zuchtorganisationen und die gesellschaftliche Akzeptanz des Milchviehsektors auswirkt (Pavón 2013). Der enge Zusammenhang zwischen Gesundheit und Langlebigkeit der Kühe einerseits und der Wirtschaftlichkeit, Produktivität und Effizienz der Milchproduktion andererseits ist zunehmend in das Bewusstsein der Praxis gerückt, so dass ein wachsender Bedarf an leistungsfähigen und praxistauglichen Konzepten zur Verbesserung der Tiergesundheit zu verzeichnen ist (Olsson et al. 2001, Østeras et al. 2007, Egger-Danner et al. 2012). Da Haltung und Management maßgeblichen Einfluss auf Erkrankungsraten und -verläufe im Bestand nehmen, lassen einzelbetriebliche Optimierungen bereits kurz- bis mittelfristig positive Entwicklungen erwarten. Langfristige und nachhaltige Erfolge in der gesamten Population erfordern jedoch eine generelle Anhebung des Tiergesundheitsstatus, die durch gezielte züchterische Maßnahmen auf der Basis der genetischen Unterschiede in Erkrankungsdispositionen realisiert werden kann (Heringstad et al. 2005). Limitierender Faktor ist hierbei die Verfügbarkeit einer hinsichtlich Qualität und Quantität aussagekräftigen phänotypischen Datenbasis für Routineanwendungen, die Selektionsentscheidungen unter Berücksichtigung von Gesundheitsaspekten unterstützen.

Grundvoraussetzung für effiziente Verbesserungsmaßnahmen im Allgemeinen und die Etablierung einer Zuchtwertschätzung für

Gesundheitsmerkmale im Speziellen ist damit die systematische Erfassung und Nutzung von Rinder-Gesundheitsdaten, die durch die Bereitstellung von Standards und Richtlinien auf nationaler wie internationaler Ebene in den vergangenen Jahren eine wesentliche Stärkung erfahren hat (ADR 2008, Olsson et al. 2001, ICAR 2014, Stock et al. 2014). Zahlreiche erfolgreiche Studien und Projekte belegen, dass sowohl tierärztliche als auch betriebliche Aufzeichnungen zur Tiergesundheit für den Aufbau eines Gesundheitsmonitoring-Systems für das Milchrind genutzt werden können und sich für genetische Analysen eignen (Egger-Danner et al. 2012, Govignon-Gion et al. 2012, Koeck et al. 2012, Zwald et al. 2004). Das Potenzial, dass sich damit für die internationale Milchrinderzucht gerade auch über genomische Selektionsverfahren ergibt, spiegelt sich in der Intensität wider, mit der weltweit an Praxisimplementierungen zu direkten Gesundheitsmerkmalen gearbeitet wird (Stock et al. 2012, Parker Gaddis et al. 2014).

In Deutschland stehen Zuchtwerte für Gesundheitsmerkmale seit August 2013 für die Rassen Fleckvieh und Braunvieh über die gemeinsame Zuchtwertschätzung mit Österreich zur Verfügung, während eine entsprechende Routineanwendung für Holsteins weiterhin fehlt. Ursache hierfür ist, dass es bislang nicht gelungen ist, durch ein schlüssiges nationales Gesamtkonzept zum Gesundheitsmonitoring die erforderliche solide und ausreichend breite Gesundheitsdatenbasis für die neue Zuchtwertschätzung aufzubauen. Zukunftsperspektiven bieten hier die in aktuellen Verbundforschungsprojekten verfolgten Ansätze, die sich einerseits die generellen Rahmenbedingungen des Gesundheitsmonitorings in der deutschen Milchrinderpopulation zunutze machen und die andererseits anhand spezieller Schwerpunkte neue gesundheitsbezogene Phänotypen auf ihre Praxiseignung untersuchen.

Rahmenbedingungen des Gesundheitsmonitorings

Im Vergleich zu anderen Ländern ist die Ausgangssituation für die Routinearbeit mit Rinder-Gesundheitsdaten in Deutschland sehr günstig. Eine Vielzahl regionaler Initiativen und Projekte hat es ermöglicht, eine leistungsfähige Logistik aufzubauen, die den hohen Anforderungen hinsichtlich Datenschutz und Datensicherheit, die im Zusammenhang mit gesundheitsbezogenen Informationen zu beachten sind, gerecht wird.

Auswertungsroutinen sorgen für den unmittelbaren Transfer der Vorteile der Erfassung und Bereitstellung von Gesundheitsdaten für zentrale Analysen. Ausgehend vom Zentralen Diagnoseschlüssel, auf den bereits 2008 in der ADR-Empfehlung 3.1.1 zur Erfassung und Verwendung von Gesundheitsdaten beim Rind verwiesen wurde (ADR 2008), ist die nationale Referenz gemäß den Anforderungen aus der Praxis weiterentwickelt worden und umfasst als Zentraler Tiergesundheits-schlüssel Rind (ZTGS) ein breites Spektrum von Krankheitsdiagnosen, Bestandsmaßnahmen und Befunden. Sein hierarchischer Aufbau trägt dabei den Anforderungen einer bedarfsgerechten Erfassungstiefe Rechnung und ermöglicht die flexible Nutzung, die von einer vereinfachten Datenerhebung (z.B. Landwirt-Beobachtung "Mastitis") bis zur sehr differenzierten Dokumentation (z.B. Tierarzt-Diagnose "chronische katarrhalische Mastitis") reicht.

Umfassende Aufzeichnungen (auch) zur Tiergesundheit gehören zum Alltag in der modernen Nutztierhaltung und tierärztlichen Nutztierpraxis, so dass sich hier Anknüpfungspunkte für das Gesundheitsmonitoring bieten. Technische Hilfsmittel stehen dem Landwirt in Form von PC- und Internet-basierten Herdenmanagementprogrammen und dem Tierarzt über entsprechende Veterinärsoftware zur Verfügung. Auch in der professionellen Klauenpflege spielt die elektronische Dokumentation eine zunehmende Rolle, so dass der routinemäßige Klauenschnitt als wertvolle Informationsquelle zur Klauen- und Gliedmaßengesundheit dienen kann. Die einheitliche Verschlüsselung gemäß ZTGS unterstützt hierbei die Entwicklung und den Ausbau integrativer Systeme, die potenzielle Gesundheitsdatenquellen vernetzen und so zur Etablierung leistungsfähiger und aussagekräftiger Systeme zur Überwachung und Verbesserung der Tiergesundheit beiträgt.

Im Rahmen verschiedener Pilotprojekte konnten in den vergangenen Jahren die Erfassungs- und Übertragungswege für Gesundheitsdaten ausgebaut und den Bedürfnissen der Praxis angepasst werden. So erlauben beispielsweise mobile Endgeräte die elektronische Gesundheitsdatenerfassung unmittelbar im Stall und vereinfachen damit das Einpflegen der Daten gegenüber der Arbeit mit Erfassungslisten, bei der zusätzlicher Aufwand für die Übernahme der Informationen in elektronische Form einzukalkulieren ist. Für die Datenübertragung konnte auf die bewährte Logistik der Milchleistungsprüfung zurückgegriffen werden. Über Standardschnittstellen für Diagnosemeldungen erfolgt die Datenübernahme

in die zentrale Datenhaltung, über die die Rindergesundheitsdaten zu Auswertungszwecken zur Verfügung stehen.

Um die Aussagekraft und Stabilität der Routineauswertungen gewährleisten zu können, bedarf es eines kontinuierlichen Datenflusses. Als entscheidender Motivationsfaktor für die hierfür erforderliche Dichte der Datenerfassung sind Auswertungen anzusehen, die zeitnah die Vorteile der sorgfältigen Gesundheitsdatenerfassung vor Augen führen. In diesem Sinne ist den haltungs- und managementbezogenen Analysen, die den am Gesundheitsmonitoring teilnehmenden Betrieben in Form von Gesundheitsberichten zur Verfügung gestellt werden, besondere Bedeutung beizumessen. Der Mehrwert zentraler, überbetrieblicher Analysen gegenüber den bereits über das Herdenmanagementprogramm bereitgestellten innerbetrieblichen Auswertungen muss dabei deutlich zum Tragen kommen. Die zeitliche Entwicklung des Tiergesundheitsstatus in der gesamten Herde oder in einzelnen Tiergruppen (vertikale Statistik) kann Hinweise auf bestehenden Handlungsbedarf zur Stabilisierung oder Verbesserung des Tiergesundheitsstatus geben. Erst der horizontale Betriebsvergleich erlaubt jedoch die gewünschte Standortbestimmung und Einordnung gegenüber anderen Betrieben, was Schwachstellen aufzeigen und den Impuls liefern kann, Verbesserungspotenzial in Haltung und Management unter Tiergesundheitsaspekten zu nutzen. Eine hinsichtlich Vollständigkeit und Differenziertheit gute Datenqualität zahlt sich hier aus, da Optimierungen umso gezielter und effizienter erfolgen können, je genauer sich Problembereiche identifizieren lassen. Verbesserungen in der Gesundheit und Leistungsfähigkeit der Tiere und der Wirtschaftlichkeit des Betriebes sind dann bereits kurz- bis mittelfristig erkennbar.

Die Rolle der Deutschen Innovationspartnerschaft GKUH*plus*

Vor dem Hintergrund der in vielen Einzelinitiativen geleisteten Vorarbeiten und der damit geschaffenen günstigen Rahmenbedingungen für gezielte Maßnahmen zur Verbesserung der Tiergesundheit startete Anfang 2014 das Verbundprojekt GKUH*plus*, das als Deutsche Innovationspartnerschaft Agrar (DIP) aus den Mitteln des Zweckvermögens des Bundes bei der Landwirtschaftlichen Rentenbank gefördert wird. Ziel von GKUH*plus* ist es, Wissen und Kompetenzen zu bündeln und Synergien zu nutzen, um in Deutschland ein tragfähiges nationales Gesamtkonzept zur Verbesserung der Tiergesundheit in Milchviehbeständen zu entwickeln und dauerhaft zu

etablieren, das die Bereiche Haltung, Management und Zucht gleichermaßen einbezieht.

Tab. 1: Eckdaten der Deutschen Innovationspartnerschaft Agrar GKUHplus.

<p><u>Projektpartner:</u></p> <ul style="list-style-type: none">• Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.• Tierzucht, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg• Osnabrücker Herdbuch e.G.• Landesverband Thüringer Rinderzüchter Zucht- und Absatzgenossenschaft e.G.• Landeskontrollverband Weser-Ems e.V.• Thüringer Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e.V.• Landesverband Baden-Württemberg für Leistungsprüfungen in der Tierzucht e.V.
<p><u>Projektlaufzeit:</u> 09.01.2014 - 31.12.2016</p>
<p><u>Gesundheitsdatenbasis:</u> betriebliche Aufzeichnungen zur Tiergesundheit einschließlich Landwirt-Beobachtungen, tierärztliche Diagnosen, Klauenpflege-Daten</p>
<p><u>Zentrale Gesundheitsdatenspeicherung und -verarbeitung im vit</u> (Daten bis 31.12.2014; Basis der gemeinsamen Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale / Rasse Holstein): rund 1,2 Mio. Diagnosemeldungen zu ca. 580.000 Erkrankungsgeschehen aus 258 Milchviehbetrieben in Niedersachsen (ab 2010), Hessen (ab 2013), Rheinland-Pfalz (ab 2013), Thüringen (ab 2009), Sachsen-Anhalt (ab 2010) und Sachsen (ab 2011)</p>
<p><u>Internet-Auftritt:</u> http://www.gkuh.de</p>

Die Projektpartner (Tab. 1) bringen wertvolle Erfahrungen aus erfolgreichen regionalen Gesundheitsmonitoring-Projekten ein, so dass den Herausforderungen, die sich aus unterschiedlichen Erfassungsansätzen, regionalspezifischen Strukturen des Milchviehsektors und heterogenen Übertragungswegen ergeben, effizient begegnet werden kann. Damit wird Zuchtorganisationen und Landeskontrollverbänden der Einstieg in die Begleitung des Gesundheitsmonitorings erleichtert und der Fortschritt in

bereits laufenden Programmen unterstützt. Im Gegensatz zu den bisherigen, überwiegend bundeslandspezifischen Förderprojekten ist *GKUHplus* als nationale Initiative zu verstehen, deren Leistungen ausdrücklich über den Kreis der direkt im Projekt vertretenen Organisationen hinaus reicht. So erschließt ein möglichst dichtes Netz regionaler Ansprechpartner Synergien, die die Etablierung und Ausweitung des Gesundheitsmonitoring fördern und damit den Grundstein für eine aussagekräftige Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale für die deutsche Holstein-Population legen.

Die gemeinsame Weiterentwicklung und Optimierung des Berichtswesens und der Auf- und Ausbau eines umfassenden und vielschichtigen Schulungsangebotes zum Gesundheitsmonitoring, das die Qualität der Datenerfassung und die langfristige Sicherung der Betreuung zu sichern hilft, sind Beispiele für aktuelle Arbeitsbereiche von *GKUHplus*. An die Betriebsstrukturen angepasste Gesundheitsberichte verknüpfen die durch das Gesundheitsmonitoring gewonnenen Informationen im Sinne einer integrierten Datennutzung mit relevanten Leistungsdaten, die flächendeckend über die Milchleistungsprüfung verfügbar sind. Internet-basierte Anwendungen, die den Zugang zu und die Arbeit mit den bestandseigenen Tiergesundheitsdaten erleichtern können, werden das Dienstleistungsangebot rund um das Gesundheitsmonitoring in *GKUHplus* künftig erweitern. Die bedarfsgerechte Aufbereitung und klare Darstellung der Kenngrößen zur Tiergesundheit, kompetente Betreuer, die bei der Interpretation Hilfestellung leisten, und eine enge Zusammenarbeit mit den betreuenden Tierärzten sorgen dafür, dass der Mehrwert des Gesundheitsmonitorings im Betriebsergebnis sichtbar wird. Ziel muss es sein, durch Sicherung des unmittelbaren Nutzwerttransfers in die Praxis die Motivation zur Datenerfassung aufrecht zu erhalten und das Eigeninteresse an einer hohen Datenqualität zu wecken.

GKUHplus sieht die neue Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale damit als Teil des Gesamtkonzeptes, über den sich langfristige Erfolge hinsichtlich der Verbesserung von Tiergesundheit, Tierwohl und Langlebigkeit und damit auch Effizienz der Milchproduktion erschließen lassen. Für überregionale Analysen standen 2014 Gesundheitsdaten aus sechs Bundesländern (Niedersachsen, Thüringen, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Hessen und Rheinland-Pfalz) zur Verfügung, so dass genetische Parameter an einem Datenmaterial aus 164 Milchviehbetrieben geschätzt werden konnten. Unter Berücksichtigung von Diagnosemeldungen aus dem

Zeitraum 2009-2014 gingen rund 150.000 Laktationen von ca. 76.000 Kühen in die Analysen ein, für die lineare Ein- und Mehrmerkmals-Widerholbarkeitstiermodelle verwendet wurden. Dabei ergaben sich Heritabilitätsschätzwerte von $h^2 = 0,04$ für Frühe Mastitis (Tag -10 bis 50), $h^2=0,10$ für Späte Mastitis (nach Tag 50), $h^2 = 0,08 - 0,15$ für verschiedene Klauenerkrankungen und $h^2 = 0,02 - 0,05$ für Reproduktions- und Stoffwechselstörungen.

Tab. 2: Korrelationen (Pearson Korrelationskoeffizienten) zwischen Zuchtwerten für Gesundheitsmerkmale und Teilzuchtwerten aus der Routine-Zuchtwertschätzung Dezember 2014 für 234 Deutsch Holstein Bullen mit einer Zuchtwertsicherheit von $\geq 50\%$ für mindestens eines der Gesundheitsmerkmale.

Merkmal	RZG	RZM	RZN	RZS	RZE	RZR
Frühe Mastitis (Tag -10 bis 50)	+0,17	-0,14	+0,38	+0,54	+0,12	+0,14
Späte Mastitis (nach Tag 50)	+0,15	-0,15	+0,38	+0,55	+0,09	+0,18
Nachgeburtshaltung	+0,12	-0,09	+0,31	+0,12	+0,11	+0,23
Zyklusstörungen (Sterilität)	+0,14	-0,11	+0,42	+0,21	+0,06	+0,30
Ketose	+0,03	-0,06	+0,19	+0,09	-0,17	+0,17
Milchfieber	+0,20	+0,19	+0,09	+0,07	-0,05	+0,05
Labmagenverlagerung (LMV links)	+0,17	+0,09	+0,24	+0,03	-0,13	+0,14
Nicht-eitrige Klauenerkrankungen	+0,36	+0,18	+0,35	+0,20	+0,10	+0,06
Limax (Zwischenklauenwulst)	+0,23	+0,10	+0,26	+0,13	+0,06	+0,01
Klauenrehe	+0,33	+0,17	+0,32	+0,21	+0,12	$\pm 0,00$
Weiße-Linie-Defekt	+0,31	+0,17	+0,25	+0,18	+0,14	+0,06
Eitrige Klauenerkrankungen	+0,34	+0,16	+0,38	+0,21	-0,02	+0,06
Klauengeschwüre	+0,32	+0,15	+0,36	+0,22	+0,01	+0,06
Panaritium (digitale Phlegmone)	+0,28	+0,09	+0,37	+0,22	+0,06	+0,03
Dermatitis digitalis (Mortellaro)	+0,20	+0,12	+0,23	+0,12	-0,12	+0,02

RZG = gesamt, RZM = Milchleistung, RZN = Nutzungsdauer, RZS = somatische Zellzahl, RZE = Exterieur, RZR = Reproduktion

Im aktuellen Zuchtwertschätz-Testlauf waren insgesamt 4.574 Bullen mit Töchtern im Gesundheitsdatenmaterial. Wenngleich sich die noch niedrigen Töchterzahlen (Mittelwert 15,8, Maximum 1.853) in den Zuchtwertsicherheiten widerspiegeln, erreichten knapp 240 Holstein-

Bullen eine Mindestsicherheit von 50%. Aus den Korrelationen zu den nationalen Routine-Zuchtwerten lässt sich auf das Potenzial einer gezielten Selektion auf geringe Erkrankungsanfälligkeiten schließen, ohne dass mit nennenswerten Auswirkungen auf die Milchleistung zu rechnen wäre.

Die Erschließung neuer Phänotypen für die Rinderzucht

Im Gesundheitsmonitoring beim Milchrind stehen bislang hinsichtlich des Datenaufkommens und der sich damit bietenden Analyseansätze Erkrankungen der Milchkuh im Vordergrund. Erkrankungen in der Aufzuchtphase werden insgesamt weniger systematisch dokumentiert, so dass sie bislang zwar in den deskriptiven Statistiken der Gesundheitsberichte erscheinen, aber wenig über mögliche züchterische Verbesserungsansätze bekannt ist. Erkrankungen der Kälber und Jungtiere wirken sich für den Betrieb jedoch langfristig aus, da die spätere Leistungsfähigkeit der weiblichen Nachzucht mehr oder weniger deutlich eingeschränkt und möglicherweise auch die Erkrankungsneigung lebenslang erhöht ist. Die Entwicklung eines praxistauglichen Verfahrens zur Einbeziehung der Jungtiere in die systematischen Erfassung und Nutzung von Rinder-Gesundheitsdaten ist daher das Ziel des Innovationsprojektes YHealth (Akronym für Young Health; Tab. 3), das aus Mitteln der Landwirtschaftlichen Rentenbank gefördert wird.

Tab. 3: Eckdaten der Innovationsprojektes YHealth.

<u>Projektpartner:</u> <ul style="list-style-type: none">• Vereinigte Informationssysteme Tierhaltung w.V.• Tierzucht, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg• Rinder Allianz GmbH• Landeskontrollverband Sachsen-Anhalt e.V.
<u>Projektlaufzeit:</u> 01.10.2014 - 30.09.2017
<u>Gesundheitsdatenbasis:</u> betriebliche Aufzeichnungen zur Tiergesundheit einschließlich Landwirt-Beobachtungen, tierärztliche Diagnosen, Klauenpflege-Daten
<u>Zusätzliche Kälberdaten:</u> Geburtsgewicht und Verlaufswägungen, weitere Parameter zur Einschätzung der Vitalität und Entwicklung

In Milchviehbetrieben, die bereits routinemäßig Gesundheitsdaten in ihrem Herdenmanagementprogramm erfassen, wird die Dokumentation für den Aufzuchtbereich in enger Zusammenarbeit mit der veterinärmedizinischen Fakultät der Universität Leipzig optimiert. Neue Parameter, die die Gesundheit und Entwicklung objektiv einzuschätzen helfen, werden in ausgewählten Tiergruppen der Pilotbetriebe erhoben und auf ihre Aussagekraft und Praxiseignung hin überprüft. Durch die Projektarbeit, die speziell bei Jungtiererkrankungen ihren Schwerpunkt setzt, werden der Ausbau und die Weiterentwicklung eines Teilbereiches des Gesundheitsmonitorings vorbereitet, der das Gesamtkonzept in zukunftsorientierter Weise weiter stärkt.

Schlussfolgerungen

Nachdem durch eine Vielzahl von Einzelinitiativen und mit teils erheblichen Vorleistungen eine leistungsfähige und praxistaugliche Logistik für die systematische Erfassung und Nutzung von Rinder-Gesundheitsdaten in Deutschland aufgebaut wurden, bieten sich vielversprechende Ansätze für die neue Zuchtwertschätzung für Gesundheitsmerkmale. Die laufenden Verbundforschungsprojekte fördern die Weiterentwicklung, Ausweitung und Implementierung des Gesundheitsmonitorings im Sinne eines dauerhaft tragfähigen und nachhaltigen Gesamtkonzeptes, doch bedarf dieses zur Verankerung in der Praxis des Engagements und der Kooperation der im Milchviehbereich tätigen Organisationen. Die Wettbewerbs- und Konkurrenzfähigkeit der deutschen Milchrinderzucht wird davon profitieren, wenn in ausgewogenen und zukunftsorientierten Zuchtprogrammen die Aspekte Tiergesundheit und Tierwohl verstärkt Berücksichtigung finden und so züchterisch gezielt zur Verbesserung der Gesundheit und Langlebigkeit der Milchkuh beigetragen wird.

Literatur

- ADR (Arbeitsgemeinschaft deutscher Rinderzüchter e.V.) (2008). ADR-Empfehlung 3.1.1 zur Erfassung und Verwendung von Gesundheitsdaten beim Rind.
- Egger-Danner C, Fuerst-Waltl B, Obitzhauser 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. *J. Dairy Sci.* 95, 2765-2777.
- Govignon-Gion A, Dassonneville R, Balloche G, Ducrocq V (2012). Genetic evaluation of mastitis in dairy cattle in France. *Interbull Bulletin No. 46*, 28.-31. Mai 2012, Cork, Irland.
- Heringstad B, Chang YM, Gianola D, Klemetsdal G (2005). Genetic analysis of clinical mastitis, milk fever, ketosis, and retained placenta in three lactations of Norwegian Red cows. *J. Dairy Sci.* 88, 32-73-3281.
- ICAR (International Committee for Animal Recording) (2014). International agreement of recording practices. http://www.icar.org/Documents/Rules%20and%20regulations/Guidelines/Guidelines_2014.pdf (12.01.2014).
- Koeck A, Miglior F, Kelton DF, Schenkel FS (2012). Health recording in Canadian Holsteins: data and genetic parameters. *J. Dairy Sci.* 95, 4099-4108.
- Neuenschwander TF-O, Miglior F, Jamrozik J, Berke O, Kelton DF, Schaeffer LR (2012). Genetic parameters for producer-recorded health data in Canadian Holstein cattle. *Animal* 6, 571-578.
- Olssen S-O, Boekbo P, Hansson SÖ, Rautala H, Østerås O (2001). Disease Recording Systems and Herd Health Schemes for Production Diseases. *Acta vet. scan., Suppl.* 94, 51-60.
- Østerås O, Solbu H, Refsdal AO, Roalkvan T, Filseth O, Minsaas A (2007). Results and Evaluation of Thirty Years of Health Recordings in the Norwegian Dairy Cattle Population. *J. Dairy Sci.* 90, 4483-4497.
- Parker Gaddis KL, Cole JB, Clay JS, Maltecca C (2012). Incidence validation and relationship analysis of producer-recorded health event data from on-farm computer systems in the United States. *J. Dairy Sci.* 95, 5422-5435.
- Pavón, S., 2013. Future challenges concerning animal breeding and health. In: Challenges and benefits of health data recording in the context of food chain quality, management and breeding, Egger-Danner C, Hansen OK, Stock K, Pryce JE, Cole J, Gengler N, Heringstad B (Hrsg.), ICAR Technical Series No. 17, ICAR, Rom, Italien, S. 3-7.
- Stock KF, Cole J, Pryce J, Gengler N, Bradley A, Andrews L, Egger-Danner C (2012). Survey on the recording and use of functional traits in dairy management and breeding. 38th Conference of the International Committee for Animal Recording (ICAR), 28. Mai - 1. Juni 2012, Cork, Irland; T1.4.

- Stock KF, Cole JB, Pryce JE, Gengler N, Bradley A, Heringstad B, Andrews L, Egger-Danner C (2014). Harmonization of recording and use of direct health data as basis of sustainable improvement of dairy health and longevity. 39th Conference of the International Committee for Animal Recording (ICAR), 19. - 23. Mai 2014, Berlin; MS3.1.
- Zwald NR, Weigel KA, Chang YM, Welper RD, Clay JS (2004). Genetic Selection for Health Traits Using Producer-Recorded Data. I. Incidence Rates, Heritability Estimates and Sire Breeding Values. J. Dairy Sci. 87, 4287-4294.