

Wie gut bilden datenbasierte Tierwohlindikatoren für Milchviehbetriebe die Ergebnisse von Erhebungen mit dem WelfareQuality®-Protokoll ab?

How well can data-based welfare indicators for dairy farms reflect the results of the WelfareQuality® protocol?

BARBARA LUTZ, SIBYLLE ZWYGART, DIMITRI STUCKI, JOAN-BRYCE BURLA,
BEAT THOMANN, BEAT WECHSLER

Zusammenfassung

Die Verwendung von spezifischen Variablen aus Herdendaten als datenbasierte Tierwohlindikatoren wird zunehmend als ressourceneffiziente Alternative zur zeitintensiven Erhebung von tierbasierten Tierwohlindikatoren gesehen. Um datenbasierte Indikatoren jedoch regelmäßig und in größerem Umfang zum Tierwohlmonitoring zu verwenden, muss bekannt sein, wie weit sie den tatsächlichen Tierwohlstatus wiedergeben können. Vor diesem Hintergrund wurden für 35 Schweizer Milchviehbetriebe zehn gängige datenbasierte Indikatoren berechnet und auf ihre Verbindung mit dem durch das WelfareQuality®(WQ)-Protokoll erhobenen Tierwohlstatus überprüft. Die Analysen ergaben dabei nur wenige Assoziationen zwischen den datenbasierten Indikatoren und den Messungen und Kriterien des WQs. Die datenbasierten Indikatoren waren dabei vorwiegend mit Gesundheitsaspekten assoziiert, Messungen oder Kriterien, die die Qualität des Ruhens und das Tierverhalten umfassen, wurden nicht ausreichend abgedeckt. Die untersuchten datenbasierten Indikatoren konnten somit die multidimensionale Tierwohldefinition des WQs nicht ausreichend widerspiegeln und müssen in Zukunft entweder durch Erhebungen auf den Betrieben oder durch zusätzliche datenbasierte Indikatoren ergänzt werden.

Summary

The use of specific variables from herd data as data-based welfare indicators is increasingly seen as an alternative to time-consuming animal-based welfare indicators. However, in order to use data-based indicators regularly for animal welfare monitoring, it must be known how far they can reflect the actual animal welfare status. Against this background, ten common data-based indicators were calculated for 35 Swiss dairy farms and analysed for their association with the welfare status surveyed by the WelfareQuality® (WQ) protocol. The analyses revealed only few associations between the data-based indicators and the WQ measurements and criteria. The data-based indicators were

predominantly associated with health aspects, whereas the quality of resting and animal behaviour were not sufficiently covered. The data-based indicators examined could therefore not sufficiently reflect the multidimensional welfare definition of the WQ and need to be complemented either by on-farm surveys or by new data-based indicators.

1 Einleitung und Zielsetzung

Zur Beurteilung des Tierwohlstatus von Milchviehbetrieben werden in der Regel eine Reihe von Tierwohlintikatoren auf den Betrieben erfasst. Dabei werden tierbasierte Indikatoren zunehmend bevorzugt. Diese ermöglichen durch Beobachtung oder Untersuchung der Tiere selbst eine Beurteilung des Tierzustands, der sich durch die Adaption des Tiers an einwirkende Haltungs- und Managementbedingungen ergibt. Daher gelten sie als direktester Ausdruck des tatsächlichen Tierwohls (Main et al. 2003, Rushen et al. 2011, Webster 2009).

Die Erhebung tierbasierte Messungen ist jedoch zeitaufwändig (Andreasen et al. 2014). Zur Beurteilung eines Milchviehbetriebs mit 60 Kühen mittels des WelfareQuality®(WQ)-Protokolls, das als eines der umfassendsten tierbasierten Protokolle gilt, werden ca. sechs Stunden benötigt (Knierim and Winckler 2009). Vor allem, wenn Tierwohlbeurteilungen in größerem Rahmen oder regelmäßig durchgeführt werden sollen, müssen Alternativen gefunden werden, um den Zeit- und damit Kostenaufwand zu senken (de Vries et al. 2013).

Eine Möglichkeit zur Reduktion des Zeitaufwandes liegt im Einsatz datenbasierter Tierwohlintikatoren. Als datenbasierte Indikatoren können Variablen aus den Herdendaten verwendet werden, die direkt an den Tieren gemessen wurden (Vasseur 2017). Besonders in der Milchviehhaltung fallen Herdendaten routinemäßig in größerem Umfang an, häufig bedingt durch die harmonisierte EU-Gesetzgebung. So werden, um die Rückverfolgbarkeit von Rindern zu gewährleisten, Daten der Kühe zu Geburt, Aufenthalt, Nachkommen und Tod gemeldet und in nationalen Datenbanken gespeichert. Für milchliefernde Betriebe fallen durch Vorgaben zur Milchhygiene regelmäßig Ergebnisse aus Tankmilchanalysen an, die häufig durch monatliche, einzeltierbasierte Milchleistungsprüfungen der Zucht- oder Erzeugerorganisationen ergänzt werden. Auch klassische Tierwohlprotokolle, für die Erhebungen auf den Betrieben durchgeführt werden, verwenden einzelne dieser datenbasierten Indikatoren (Brinkmann et al. 2020, CReNBA 2014, WelfareQuality® 2009). Dies wird durch die OIE und EFSA gestützt, die in ihren Statements auf die Eignung datenbasierter Tierwohlintikatoren hinweisen (EFSA 2012, OIE 2019).

Andere Projekte fokussieren sich stattdessen auf die rein datenbasierte Erhebung des Tierwohlstatus. Einerseits wurden datenbasierte Indikatoren verwendet, um den Tierwohlstatus von Betrieben vorherzusagen und somit potenzielle Risikobetriebe zu identifizieren, die anschließend gezielt besucht werden können (de Vries et al. 2014, Krug et al.

2015, Sandgren et al. 2009). Andererseits können Datenvariablen, die selbst Messungen des Gesundheits- oder Tierwohlzustands darstellen oder kausal mit diesen verbunden sind, als datenbasierte Indikatoren verwendet werden. Diese können zur regelmäßigen Information der Landwirte berechnet werden und könnten somit eine Basis für ein Tierwohlmonitoring bilden (Q-Check 2020).

Soll der Tierwohlstatus von Betrieben ausschließlich anhand datenbasierter Indikatoren beschrieben werden, muss jedoch geklärt sein, in wie weit diese den tatsächlichen Tierwohlstatus abbilden können. Ziel dieser Studie war es daher, gängige datenbasierte Tierwohlindikatoren auf ihren Abdeckungsgrad im Vergleich zum tatsächlichen Tierwohlstatus zu untersuchen. Dazu wurden für 35 Schweizer Milchviehbetriebe datenbasierte Indikatoren berechnet und auf ihren Zusammenhang mit dem mit dem WQ gemessenen Tierwohlstatus untersucht.

2 Material und Methoden

2.1 Betriebe und Tiere

Im Rahmen des Projekts wurden Daten von 35 Schweizer Milchviehbetrieben ausgewertet. Die mittlere jährliche Herdengröße der Betriebe betrug 47,1 Milchkühe (Spanne 16,2–136,2; Median 38,7). Auf 15 Betrieben wurden die Kühe im Anbindestall gehalten, auf 20 Betrieben waren die Kühe im Laufstall aufgestellt. Alle Betriebe nahmen an mindestens einem der beiden Schweizer Tierschutzprogramme BTS (Besonders Tierfreundliche Stallhaltung) oder RAUS (Regelmäßiger AUSlauf ins Freie) teil. Sieben Betriebe waren nach ökologischen Standards zertifiziert.

2.2 Datenbasierte Tierwohlindikatoren

Um gängige datenbasierte Tierwohlindikatoren zu identifizieren, wurde eine Literaturrecherche in wissenschaftlichen Datenbanken durchgeführt. Zusätzlich wurden Publikationen und Erhebungsprotokolle zu Tierwohlprojekten ausgewertet. Identifizierte datenbasierte Indikatoren mit kausalem Zusammenhang zu Tiergesundheit und Tierwohl wurden auf ihre Berechenbarkeit für die Schweizer Milchviehbetriebe geprüft. Acht datenbasierte Indikatoren wurden in die Analysen eingeschlossen, da sie bereits als solche in Tierwohlerhebungen herangezogen werden. Zwei weitere Indikatoren wurden ausgewählt, da sie anhand der Literaturrecherche als möglicherweise geeignet beurteilt wurden und für Schweizer Milchviehbetriebe leicht verfügbar waren. Zur Berechnung der datenbasierten Indikatoren wurden Auszüge aus der Schweizer Tierverkehrsdatenbank, der Milchprüfungsdatenbank und den Datenbanken der Zuchtverbände bezogen. Die datenbasierten Indikatoren wurden für einen Jahreszeitraum, der der Tierwohlerhebung auf dem Betrieb vorausging, berechnet.

2.3 Tierwohlerhebungen mit dem WelfareQuality®-Protokoll

Alle Betriebe wurden einmalig in der Winterstallhaltungsphase zwischen Januar und März besucht, wenn die Kühe bereits für mindestens acht Wochen aufgestellt waren. Der betriebliche Tierwohlstatus wurde anhand des WQ-Protokolls (WelfareQuality® 2009) für Milchkühe erfasst. Das WQ umfasst ca. 30 überwiegend tierbasierte Messungen, die zu 12 eigenständigen Tierwohlkriterien zusammengefasst werden. Die Tierwohlkriterien selbst sind jeweils einem der vier Grundprinzipien der WQ-Tierwohldefinition „Gute Ernährung“, „Gute Haltung“, „Gute Gesundheit“ und „Artgemäßes Verhalten“ zugeordnet (Tab. 1).

Die Durchführung des WQs wurde vor Beginn der Untersuchung in einem dreitägigen Kurs erlernt und auf drei Testbetrieben, die nicht in die Auswertungen eingeschlossen wurden, getestet. Alle Betriebserhebungen erfolgten durch die Erstautorin.

Tab. 1: Im Rahmen der Studie untersuchte datenbasierte Indikatoren

Tab. 1: Data-based indicators analysed in the present study

Datenbasierter Indikator	Definition und Beschreibung	Grund für den Einschluss in die Analysen
Kuhmortalität in %	Verendete und euthanasierte Kühe/Herdengröße · 100	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator (AssureWel 2018, Brinkmann et al. 2020, CReNBA 2014; Q-Check 2020, WelfareQuality® 2009)
Abgänge bis 60 TIM in %	Abgangskühe ¹⁾ 0–60 TIM/Abgangskühe gesamt · 100	Potenzieller Indikator für Gesundheitsprobleme in der Frühlaktation (Dechow and Goodling 2008).
Totgeburten in %	Totgeborene, euthanasierte und verendete Kälber bis 48 h/Gesamtzahl geborene Kälber · 100	Verwendung ähnlicher datenbasierter Tierwohlintikatoren (AssureWel 2018, Q-Check 2020)
Mittlere Nutzungsdauer (Monate)	Mittelwert der Nutzungsdauer aller im Berechnungszeitraum gemerzten Kühe	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator: (Brinkmann et al. 2020, Q-Check 2020)
Eutergesunde Kühe in %	(Kühe < 100.000 Zellen/ml)/ (Gesamtzahl beprobter Kühe) · 100	
Euterauffällige Kühe in %	(Kühe > 200.000 Zellen/ml)/ (Gesamtzahl beprobter Kühe) · 100	Empfohlener Indikator zur Bestandsbetreuung (Hamann and Fehlings 2002)
Deutlich euterauffällige Kühe in %	(Kühe > 00.000 Zellen/ml)/ (Gesamtzahl beprobter Kühe) · 100	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator (Brinkmann et al. 2020, Q-Check 2020, WelfareQuality® 2009)
FEQ ³⁾ < 1,0 in 60 TIM in %	(Kühe 0–60 TIM mit FEQ < 1,0)/ (Kühe 0–60 TIM gesamt)	Verwendung vergleichbarer datenbasierter Tierwohlintikatoren (Brinkmann et al. 2020, Q-Check 2020)
FEQ ³⁾ > 1,5 in 60 TIM in %	(Kühe 0–60 TIM mit FEQ < 1,0)/ (Kühe 0–60 TIM gesamt)	
Mittlere Tankmilchzellzahl (Zellen/ml)	Arithmetisches Mittel der Tankmilchzellzahl-Messungen	Verwendung als datenbasierter Tierwohlintikator (CReNBA 2014), Verfügbarkeit für alle milchliefernden Betriebe

TIM = Tage in Milch

FEQ = Fett-Eiweiß-Quotient

¹⁾ Abgangskühe = verstorben, euthanasiert, geschlachtet.

2.4 Statistische Auswertung

Alle Analysen wurden in R Version 3.6.3 (R Core Team 2021) durchgeführt. Die auf den Betrieben erhobenen Messungen wurden auf Herdenebene ausgewertet und gemäß den WQ-Richtlinien zu den WQ-Kriterien-Ergebnissen aggregiert. Das Kriterium „Angemessene Raum- und Körpertemperatur“ wurde nicht bewertet, da das WQ-Protokoll für Milchvieh dafür keine Messung definiert.

Für die weiteren Analysen wurden die elf berechneten Kriterien-Ergebnisse sowie die Ergebnisse der tierbasierten Messungen auf Herdenebene als Tierwohldefinition verwendet. Die Verteilung der WQ-Kriterienergebnisse, Messungen und der berechneten datenbasierten Indikatoren wurde mittels Minima, Maxima, oberen und unteren Quartilen, Mittelwerten und Medianen beschrieben. Drei Kriterien und eine Messung wurden von den weiteren Analysen ausgeschlossen, da die Betriebe nur wenige unterschiedliche Werte erzielten (Tab. 2).

Zur Bewertung potenzieller Zusammenhänge zwischen den datenbasierten Indikatoren und den verbliebenen WQ-Kriterien bzw. Messungen wurden Spearman-Rangsummen-Korrelationen verwendet. Dabei wurde jedes Paar aus datenbasiertem Indikator und WQ-Parameter einzeln analysiert.

Tab. 2: Signifikante Assoziationen ($p < 0,05$) zwischen zehn datenbasierten Indikatoren und Messungen und Kriterien des WelfareQuality®-Protokolls

Tab. 2: Significant associations ($p < 0.05$) between ten data-based animal welfare indicators and measurements and criteria of the WelfareQuality® Protocol

Messungen und Kriterien des WelfareQuality®-Protokolls	Kuhmortalität in %	Abgänge bis 60 TIM in %	Mittlere Nutzungsdauer (Monate)	Totgeburten in %	Mittlere Tankmilchzellzahl (Zellen/ml)	Eutergesunde Kühe in %	Euterauffällige Kühe in %	Deutlich euterauffällige Kühe in %	FEO 1,0 in 60 TIM in %	FEO 1,5 in 60 TIM in %
Kriterium: Freiheit von Hunger										
% „sehr magere“ Kühe										x
% „fette“ Kühe										x
Kriterium: Freiheit von Durst	Nicht analysiert ¹⁾									
Kriterium: Bequemes Ruhen										
mittlere Abliegedauer										
% Abliegevorgänge mit Kollision	Nicht analysiert ¹⁾									
% Liegen außerhalb Liegefläche										
% Kühe mit verschmutztem Euter										
% Kühe mit verschmutzter Flanke/Oberschenkel										
% Kühe mit verschmutzten Hinterbeinen										
			x							

Fortsetzung der Tabelle und Fußnote nächste Seite

Messungen und Kriterien des WelfareQuality®-Protokolls	Kuhmortalität in %	Abgänge bis 60 TIM in %	Mittlere Nutzungsdauer (Monate)	Totgeburten in %	Mittlere Tankmilchzellzahl (Zellen/ml)	Eutergesunde Kühe in %	Euterauffällige Kühe in %	Deutlich euterauffällige Kühe in %	FEQ 1,0 in 60 TIM in %	FEQ 1,5 in 60 TIM in %
Kriterium: Thermischer Komfort	Zum aktuellen Zeitpunkt keine Messung vorhanden									
Kriterium: Bewegungsfreiheit	Nicht analysiert ¹⁾									
Kriterium: Freiheit von Verletzungen										
% nicht lahrende Kühe		x								
% Kühe mit mäßiger Lahmheit										
% Kühe mit schwerer Lahmheit										
% Kühe ohne Integumentveränderungen										
% Kühe mit ≥ 1 leichter Integumentveränderung										
% Kühe mit ≥ 1 schwerer Integumentveränderung										
Kriterium: Krankheitsfreiheit				x						
Mittlere Anzahl von Husten/Tier/15 min										
% Kühe mit Nasenausfluss										
% Kühe mit Augenausfluss										
% Kühe mit erschwelter Atmung										
% Kühe mit Durchfall										
% Kühe mit Vaginalausfluss										
% Kühe mit SCC ≥ 400.000 Zellen/ml					x	x	x	x		
% Kuhmortalität (letzte 12 Monate)	x					x	x			
% Schweregeburten (letzte 12 Monate)	x									
% Festliegende Kühe (letzte 12 Monate)				x	x		x	x		
Kriterium: Freiheit von Schmerz	Nicht analysiert ¹⁾									
Kriterium: Ausdruck sozialer Verhaltensweisen										
Frequenz von Kopfstößen										
Frequenz anderer agonistischer Interaktionen (Verdrängungen usw.)										
Kriterium: Ausprägung anderer Verhaltensweisen										
Kriterium: Gute Mensch-Tier-Beziehung										
Kriterium: Positiver emotionaler Zustand										

TIM = Tage in Milch

FEQ = Fett-Eiweiß-Quotient

SCC = somatische Zellzahl

¹⁾ Aufgrund geringer Anzahl verschiedener Betriebsergebnisse nicht in die Analysen eingeschlossen.

3 Ergebnisse

Die Spearman-Ranganalysen ergaben für neun der zehn untersuchten datenbasierten Tierwohlintikatoren mindestens einen Zusammenhang mit den Messungen oder Kriterien des WQ-Protokolls bei einem Signifikanzniveau von $\alpha = 0,05$ (Tab. 2). Die Assoziationen konzentrierten sich dabei jedoch auf wenige Parameter des WQ, darunter vorwiegend Messungen, die der Tiergesundheit zugeordnet sind. Auch das Kriterium Krankheitsfreiheit war mit einem der untersuchten datenbasierten Indikatoren assoziiert. Darüber hinaus war das Kriterium «Freiheit von Hunger» und eine der dafür erhobenen Messungen sowie eine Messung des Kriteriums «Bequemes Ruhen» mit den untersuchten datenbasierten Tierwohlintikatoren assoziiert. Keine Assoziationen konnten für Messungen und Kriterien nachgewiesen werden, die dem Grundprinzip «Artgemässes Verhalten» zugeordnet sind.

4 Diskussion und Ausblick

Die vorliegende Studie ergab für neun der zehn getesteten datenbasierten Tierwohlintikatoren signifikante Assoziationen zu Messungen oder Kriterien des WQs. Die nachgewiesenen Assoziationen konzentrierten sich dabei jedoch auf wenige Messungen des WQ-Protokolls, die vorwiegend dem WQ-Prinzip «Gute Gesundheit» zuzuordnen sind.

Das WQ-Protokoll selbst verwendet ebenfalls zwei datenbasierte Messungen: „Mortalität“ und „Kühe mit SCC ≥ 400.000 Zellen/ml“. Beide Messungen sind eng verbunden mit den untersuchten datenbasierten Indikatoren „Kuhmortalität“ bzw. den Variablen, die den Eutergesundheitsstatus beschreiben. Die nachgewiesenen Assoziationen waren somit aufgrund der hohen Überschneidungen der berücksichtigten Tiere erwartbar.

Über diese Assoziationen hinaus ergaben die Analysen Assoziationen zu zwei weiteren Messungen des Kriteriums „Krankheitsfreiheit“ sowie dem Anteil der nicht lahmen Kühe, der dem Kriterium „Freiheit von Verletzungen“ zugeordnet ist. Auch der Kriterien-Score „Krankheitsfreiheit“ selbst war mit einem der untersuchten datenbasierten Indikatoren assoziiert. Somit kann festgestellt werden, dass die datenbasierten Variablen im Prinzip „Gute Gesundheit“ zumindest einzelne Aspekte abdecken konnten. Ebenso war die Messung „Anteil der mageren Kühe“ und somit auch das darauf basierende Kriterium „Gute Fütterung“ mit einem datenbasierten Indikator assoziiert.

Für das Kriterium «Bequemes Ruhen» und die WQ-Kriterien, die zur Beurteilung des Verhaltens dienen, muss jedoch eine ungenügende Abdeckung durch die verfügbaren datenbasierten Indikatoren festgehalten werden. Bereits de Vries et al. (2011) stellten einen Mangel von Assoziationen von Datenvariablen aus Herdendaten mit Messungen des Ruhekomforts und des Verhaltens fest. Dies wurde einerseits durch einen generellen Mangel an Studien, die sich mit Zusammenhängen von Datenvariablen und Verhalten oder Ruhekomfort beschäftigen, erklärt. Andererseits hinterfragten die Autoren

das Potenzial der Datenvariablen, Probleme in diesen Bereichen festzustellen. Unserer Kenntnis nach analysierte nur eine Studie Zusammenhänge zwischen datenbasierten Indikatoren und tierbasierten Messungen unter Einschluss verschiedener Verhaltensmessungen (de Vries et al. 2014). Häufiger wurde die Ausweichdistanz als einzelne Verhaltensmessung für Studien erhoben (de Vries et al. 2014, Otten et al. 2016, Sandgren et al. 2009). Die genannten Arbeiten konnten einzelne Assoziationen zwischen Messungen des Verhaltens und datenbasierten Indikatoren, die mit den von uns getesteten vergleichbar sind, nachweisen. Dennoch waren diese in ihrer Zahl im Vergleich zu den Assoziationen mit physiologischen Messungen deutlich reduziert. Eine Erklärung für die vergleichsweise geringe Anzahl der nachgewiesenen Assoziationen könnte in der Art der datenbasierten Variablen liegen. Diese datenbasierten Indikatoren stehen, mit Ausnahme der Nutzungsdauer, in engem kausalem Zusammenhang zu Tiergesundheit oder beschreiben Risikofaktoren für eingeschränkte Tiergesundheit. Für keine der Variablen ist hingegen ein enger, kausaler Zusammenhang mit dem Tierverhalten oder dem Ruhekomfort beschrieben. Während die vom WQ erfassten Messungen der Tiergesundheit durch einen gemeinsamen Faktor, zum Beispiel das Gesundheitsmanagement verbunden sein könnten, könnte der Ruhekomfort und vor allem das Verhalten weniger eng mit diesem Faktor verbunden sein.

Um Tierwohl in seiner Komplexität zu beschreiben, müssen alle für das Tierwohl relevanten Aspekte beschrieben werden (Fraser 1995). Auch wenn zum aktuellen Zeitpunkt keine allgemeingültige Tierwohldefinition vorliegt, gehen die aktuell anerkannten Definitionen dabei über die reine biologische Funktionsfähigkeit des Tieres hinaus (Corrado and Marina 2010). Die ausgewählten datenbasierten Indikatoren konnten jedoch über ihren kausalen Zusammenhang mit der Tiergesundheit hinaus nicht alle relevanten Tierwohlaspekte abdecken. Vor allem für die Bereiche Verhalten und Unterbringung ließen die datenbasierten Indikatoren keine Aussage zu.

Weitere Forschung könnte helfen, zusätzliche geeignete Datenvariablen zu identifizieren, welche für eine Vielzahl der Betriebe verfügbar sind. Um ein vollständiges Bild des Tierwohlstatus eines Betriebes zu erhalten, müssen die untersuchten datenbasierten Indikatoren mit Erhebungen auf den Betrieben ergänzt werden.

Literatur

Andreasen, S.N.; Sandøe, P.; Forkman, B. (2014): Can animal-based welfare assessment be simplified? A comparison of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle and the simpler and less timeconsuming protocol developed by the Danish Cattle Federation. *Animal Welfare* 23, pp. 81-94

AssureWel (2018): Dairy Welfare Outcome Assessment Protocol

Brinkmann, J.; Cimer, K.; March, S.; Ivemeyer, S.; Pelzer, A.; Schultheiss, U.; Zapf, R.; Winckler, C. (2020): Tierschutzindikatoren: Leitfaden für die Praxis – Rind. Darmstadt, Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft e. V.

- Corrado, C.; Marina, V. (2010): Animal welfare: Review of the scientific concept and definition. *Italian Journal of Animal Science* 8
- CRenBA (2014): Guidelines for the Assessment of Welfare and Biosecurity in Dairy Cattle in Loose Housing Systems. Bertocchi, L.; Fusi, F. (eds.), Centro di Referenza Nazionale per il Benessere Animale
- de Vries, M.; Bokkers, E.A.; Dijkstra, T.; van Schaik, G.; e Boer, I.J. (2011): Invited review: associations between variables of routine herd data and dairy cattle welfare indicators. *Journal of dairy science* 94, pp. 3213-3228
- de Vries, M.; Bokkers, E.A.; van Schaik, G.; Engel, B.; Dijkstra, T.; e Boer, I.J. (2014): Exploring the value of routinely collected herd data for estimating dairy cattle welfare. *Journal of dairy science* 97, pp. 715-730
- de Vries, M.; Engel, B.; den Uijl, I.; van Schaik, G.; Dijkstra, T.; de Boer, I.J.M.; Bokkers, E.A.M. (2013): Assessment time of the Welfare Quality® protocol for dairy cattle. *Animal Welfare* 22, pp. 85-93
- Dechow, C.D.; Goodling, R.C. (2008): Mortality, Culling by Sixty Days in Milk, and Production Profiles in High- and Low-Survival Pennsylvania Herds. *Journal of Dairy Science* 91, pp. 4630-4639
- EFSA Panel on Animal Health and Welfare (AHAW) (2012): Statement on the use of animal-based measures to assess the welfare of animals. *EFSA Journal* 2012; 10(6):2767
- Fraser, D. (1995): Science, values and animal welfare: Exploring the 'inextricable connection'. *Animal Welfare* 4, pp. 103-117
- Hamann, J.; Fehlings, K. (2002): Leitlinien zur Bekämpfung der Mastitis des Rindes als Bestandesproblem (Deutsche Veterinärmedizinische Gesellschaft (DVG), Sachverständigenausschuss subklinische Mastitis)
- Knierim, U.; Winckler, C. (2009): On-farm welfare assessment in cattle: Validity, reliability and feasibility issues and future perspectives with special regard to the Welfare Quality® approach. *Animal Welfare* 18, pp. 451-458
- Krug, C.; Haskell, M.J.; Nunes, T.; Stilwell, G. (2015): Creating a model to detect dairy cattle farms with poor welfare using a national database. *Preventive veterinary medicine* 122, pp. 280-286
- Main, D.C.J.; Kent, J.; Wemelsfelder, F.; Ofner, E.; Tuytens, F. (2003): Applications for Methods of On-Farm Welfare Assessment. *Animal Welfare* 12, pp. 523-528
- OIE (2019): Terrestrial Animal Health Code
- Otten, N.D.; Rousing, T.; Houe, H.; Thomsen, P.T.; Sorensen, J.T. (2016): Comparison of animal welfare indices in dairy herds based on different sources of data. *Animal Welfare* 25, pp. 207-215
- Q-Check (2020): DLQ-Richtlinie 2.0 – Definitionen und Berechnungen von Indikatoren und zugehörigen Vergleichswerten der betrieblichen Eigenkontrolle und des Nationalen Tierwohlmonitorings, DLQ
- R Core Team (2021): R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna (Austria), <https://www.R-project.org/>
- Rushen, J.; Butterworth, A.; Swanson, J.C. (2011): Animal behavior and well-being symposium: Farm animal welfare assurance: science and application. *Journal of animal science* 89, pp. 1219-1228

- Sandgren, C.H.; Lindberg, A.; Keeling, L.J. (2009): Using a national dairy database to identify herds with poor welfare. *Animal Welfare* 18, pp. 523-532
- Vasseur, E. (2017): Animal Behavior and Well-Being Symposium: Optimizing outcome measures of welfare in dairy cattle assessment. *Journal of animal science* 95, pp. 1365-1371
- Webster, A.J.F. (2009): The Virtuous Bicycle: a delivery vehicle for improved farm animal welfare. *Animal Welfare* 18, pp. 141-147
- WelfareQuality® (2009): Welfare Quality® assessment protocol for cattle. Welfare Quality® Consortium, Lelystad (Netherlands)

Danksagung und Förderhinweis

Das Projekt wurde durch das Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen (BLV) und das Bundesamt für Landwirtschaft (BLW) finanziert; Projektnummer: 1.18.14 TG „Smart Animal Health“.

Wir danken den beteiligten Landwirten für die Bereitschaft zur Teilnahme an der Studie und den Zuchtverbänden Braunvieh Schweiz, Holstein Switzerland und Swiss-herdbook sowie der TSM Treuhand für die Bereitstellung der Daten. Zusätzlich bedanken wir uns beim „Smart Animal Health Consortium“ für die Unterstützung und Planung des Projekts.