

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele¹, V. B. Pucken¹, M. Bodmer¹, S. Schouwey¹, G. Schüpbach-Regula², L. P. Carmo²

¹Wiederkäuferklinik, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern;

²Veterinary Public Health Institute, Vetsuisse-Fakultät, Universität Bern

<https://doi.org/10.17236/sat00229>

Eingereicht: 18.04.2019
Angenommen: 11.07.2019

Zusammenfassung

In der Schweiz werden hohe Anforderungen an die Milchqualität und damit auch an die Eutergesundheit in Milchviehbetrieben gestellt. In bisherigen Studien konnte gezeigt werden, dass Eutererkrankungen und das antibiotische Trockenstellen die häufigste Ursache für Antibiotika-Behandlungen bei Milchkühen sind. Deshalb stellte sich die Frage, ob ein hoher Einsatz von Antibiotika für den Erhalt der guten Eutergesundheit notwendig ist. Ziel dieser Studie war es, den Zusammenhang zwischen der Eutergesundheit und dem Antibiotikaverbrauch zu analysieren.

Die Eutergesundheit wurde mit der theoretischen Tankzellzahl aus den monatlichen Milchleistungsdaten der Milchprüfung und der Anzahl der Tiere über 150'000 Zellen/ml pro Monat beurteilt. Daten zum Antibiotikaverbrauch wurden ebenfalls auf monatlicher Basis erfasst, wobei insgesamt Daten von 84 Betrieben über einen Zeitraum von 18 Monaten ausgewertet werden konnten. In einem hierarchischen Regressionsmodell konnte ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Eutergesundheit und den intramammär verabreichten Antibiotika während der Laktation festgestellt werden. Sowie der Monat der Probewägung, als auch der betreuende Tierarzt hatten ebenfalls einen signifikanten Einfluss auf die Eutergesundheit. Die Menge der verbrauchten antibiotischen Präparate für die Trockenstellphase wies keinen Zusammenhang mit der Eutergesundheit in den Betrieben auf. Ebenfalls nicht signifikant waren systemisch verabreichte Antibiotika und das Produktionslabel der Betriebe.

Die Studie konnte zeigen, dass eine gute Eutergesundheit auch mit einem geringen Antibiotikaeinsatz möglich ist.

Schlüsselwörter: Antibiotika, antibiotisches Trockenstellen, Behandlungsinzidenz, Milchkühe, theoretische Tankzellzahl, Tierarzt

Analysis of udder health in relation to antimicrobial usage in Swiss dairy farms

In Switzerland, standards for milk quality are high. This requires a high level of udder health in dairy cows. Previous studies have shown that mastitis and antibiotic dry cow treatments are the most common causes of antimicrobial consumption in dairy cows. This raises the question of whether a high use of antibiotics is necessary to maintain good udder health. The aim of this study was to analyze the relationship between udder health and antimicrobial usage in Swiss dairy farms.

A total of 84 participating farms were evaluated over a period of 18 months. Udder health was assessed using the yield corrected bulk milk somatic cell count from the monthly milk yield data and the number of lactating cows over 150'000 cells/ml per month. Data on antimicrobial consumption were also collected on a monthly basis. In a hierarchical regression model, a significant association between udder health and intramammary antibiotics used during lactation was found. The month of Measurement of the Somatic Cell Count and the veterinarian also had a statistically significant influence on udder health. The consumption of antibiotics for dry cow treatments was not associated with udder health. Antibiotics administered systemically and the production label of the farms was also not statistically associated with udder health in our models.

The study was able to show that good udder health is possible with low antimicrobial usage.

Keywords: Antibiotics, dairy cows, drying off antibiotics, treatment incidence, veterinarian, yield corrected bulk milk

Diese Arbeit ist Herrn Prof. A. Steiner zum 60. Geburtstag gewidmet.

Einleitung

Die Schweizer Milchwirtschaft stellt hohe Anforderungen an die Milchqualität und besitzt im internationalen Vergleich niedrige Grenzwerte für Zellzahl und Keimzahl in der Rohmilcherzeugung.^{10,26} Es hat sich ein Kontrollsystem aus amtlicher Überwachung und der Selbstverantwortung der Produzenten, die in Zusammenarbeit mit externen Verbänden regelmässige Milchprüfungen auf dem Betrieb durchführen, bewährt.³¹ Treten vermehrt subklinische und klinische Mastitiden auf einem Betrieb auf, spiegelt sich dies in der Höhe der Tankzellzahl wider.²¹ Dabei liegen der Entstehung von Eutererkrankungen nicht nur einzelne Faktoren zu Grunde, sondern man spricht von einer multifaktoriell bedingten Erkrankung.¹⁵ Die Art des Haltungssystems, Rasse und weitere Umweltfaktoren, wie beispielsweise die Region können Einfluss auf die Eutergesundheit nehmen.^{11,15} Auf Betriebsebene sind vermehrte Eutergesundheitsprobleme meist auf Fehler im Management zurückzuführen.²⁰ Die Therapie sowohl von klinischen wie auch subklinischen Mastitiden erfolgt oft mit antibiotischen Wirkstoffen.²² Diese gelten seit spätestens Mitte des 20. Jahrhunderts als das wichtigste Instrument zur Behandlung von Infektionskrankheiten. Da jedoch jeder Einsatz von Antibiotika das Potenzial hat, Resistenzen zu selektieren, sollte zukünftig ein umsichtiger Umgang mit antibakteriell wirksamen Stoffen im Mittelpunkt stehen. Dabei kann insbesondere ein ungezielter und rein prophylaktischer Einsatz hinterfragt werden. Auch in der Schweiz soll im Rahmen der Umsetzung der nationalen Strategie gegen Antibiotikaresistenzen durch Überwachung, Prävention und dem sorgfältigeren Umgang mit Antibiotika zur Minderung der Bildung von Resistenzen, beigetragen werden.³³ Die häufigsten Indikationen für einen Antibiotika-Einsatz beim Milchvieh sind Eutererkrankungen und das antibiotische Trockenstellen.²² Innerhalb der letzten zehn Jahre ist zwar die Gesamtmenge der für Tiere verkauften antibiotischen Präparate in der Schweiz kontinuierlich gesunken. Jedoch ist im europäischen Vergleich der Verkauf von Präparaten zur intramammären Anwendung, bezogen auf die Populationsbiomasse, in der Schweiz am höchsten.¹⁴ Ein möglicher Grund dafür wäre, dass sich der im internationalen Vergleich sehr hohe Eutergesundheitsstatus nur durch einen regelmässigen und vergleichsweise hohen, Einsatz von Antibiotika halten lässt.

Das Ziel der vorliegenden Studie war deshalb, den Zusammenhang zwischen Eutergesundheit und Antibiotikaeinsatz weiter zu untersuchen. Dazu wurde über 18 Monate der monatliche Antibiotika-Verbrauch auf 84 Schweizer Milchviehbetrieben erfasst und sein Zusammenhang mit der monatlichen theoretischen Tankzellzahl und der Anzahl der Tiere über 150'000 Zellen/ml analysiert.

Material und Methoden

Auswahl der Teilnehmer

Im Rahmen eines Projekts der Wiederkäuerklinik und des Veterinary Public Health Instituts der Vetsuisse-Fakultät in Bern haben 21 Schweizer Grosstierärzte, mit dem Schwerpunkt in der kurativen Tätigkeit, an einer freiwilligen Studie zum Einfluss von regelmässiger Weiterbildung auf den Einsatz von Antibiotika für die Eutergesundheit teilgenommen.³ Aus dem gesamten Kundenstamm der teilnehmenden Tierärzte wurden jeweils fünf Milchviehbetriebe zufällig mit der „Excel RAND function“ bestimmt (Excel 2016; Microsoft Corp., Redmont, WA) und unabhängig von Herdengrösse, Rasse und Produktionslabel ausgewählt. Insgesamt wurden 157 Landwirte für die Teilnahme angeschrieben. Eine Voraussetzung war, dass jeder Landwirt während des gesamten Studienzeitraums eine gültige Tierarzneimittelvereinbarung (TAMV) mit dem betreuenden Tierarzt hatte. Von allen Betrieben wurde die Einwilligung für die Verwendung der Daten aus dem betriebseigenen Behandlungsjournal und den Zuchtverbänden eingeholt. Eine weitere Voraussetzung für die Teilnahme war, dass alle für die Eutergesundheit eingesetzten antibiotischen Medikamente auf den Betrieben gesammelt wurden. Bei Absage (29), keiner Antwort (14) oder Nichterfüllung der Voraussetzungen zur Teilnahme (9), wurden weitere Landwirte mittels „Excel RAND function“ zufällig bestimmt und angeschrieben. Somit konnten zu Beginn der Studie insgesamt 105 Betriebe für die Teilnahme ausgewählt werden.

Eutergesundheitsdaten

Bei allen Betrieben erfolgte die Milchleistungsprüfung mit Erfassung der Einzeltierzellzahlen in regelmässigen Abständen zwischen vier und sieben Wochen. Im Durchschnitt fand eine Überprüfung im Zeitraum von August 2016 bis Januar 2018 alle 4,8 Wochen, oder alle 33,7 Tage statt. Als Messgrösse für die Eutergesundheit auf Herdenebene wurde die theoretische Tankzellzahl (TTZZ) monatlich aus den Parametern Milchmenge und Zellzahl auf Einzeltierebene berechnet.

$$TTZZ = \frac{\sum (\text{Milchmenge} \times \text{Zellzahl})}{\sum \text{Milchmenge}}$$

Die TTZZ stellt einen korrigierten Mittelwert der Tankzellzahl dar, der die Herdenleistung und Herdengrösse berücksichtigt.^{21,35} Sie bewertet alle laktierenden Kühe einer Herde, auch diejenigen, deren Milch nicht zur Ablieferung bestimmt ist.

Als weitere Messgrösse für die Eutergesundheit erfolgte auf Einzeltierebene eine Bestimmung der laktierenden Kühe, die über 150'000 Zellen/ml lagen.²³ Auf Betriebsebene wurden diese Tiere für jeden Monat auf

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

addiert und als Prävalenz der Anzahl Kühe über dem Limit von 150'000 Zellen/ml (PAT) dargestellt.

$$PAT = \frac{\text{Anzahl laktierende Tiere } >150'000 [\text{Zellen/ml}]}{\text{Anzahl laktierende Tiere gesamt}}$$

Antibiotika-Verbrauchsdaten

Erfassung des Antibiotikaverbrauchs für Eutergesundheit

Die Erfassung der Daten zum Antibiotikaverbrauch auf Betriebsebene fand ebenfalls im Zeitraum von August 2016 bis Januar 2018 statt. Die erfassten Medikamente wurden von den behandelnden Tierärzten und den teilnehmenden Landwirten verabreicht. Jeder Landwirt erhielt einen Sammelbehälter und dafür passende Plastiksäcke, welche für den Zeitraum der Intervention mit dem jeweiligen Monat, dem Namen und der Adresse des Landwirts beschriftet waren. Alle verbrauchten antibiotischen Präparate für die Eutergesundheit wurden in dieser Weise gesammelt und aufbewahrt. Während regelmässiger Betriebsbesuche wurden die schon befüllten Plastiksäcke eingesammelt und die darin aufbewahrten Präparate für jeden Monat erfasst. Die Verbrauchsmenge der intramammären Injektoren entstammte aus den Sammelbehältern. Die Verbrauchsmenge der systemisch verwendeten Medikamente zur Eutergesundheit wurde aus den Aufzeichnungen des Behandlungsjournals der Landwirte entnommen, da diese Präparate in den Sammelbehältern nur sehr lückenhaft erfasst wurden (Masterarbeit Lovis; Pucken, unpubl. Data). Bei Fehlen der Angaben zur Dosierung der systemisch angewandten Medikamente im Behandlungsjournal wurde diese durch die Dosierungsangabe des Tierarzneimittelkompendiums (CliniPharm, Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie Zürich)¹⁸ ergänzt.

Berechnung Behandlungsinzidenz

Um international vergleichbare Werte zu erhalten, ist die Behandlungsinzidenz als Messgrösse für den Antibiotikaverbrauch berechnet und in drei verschiedene Kategorien erfasst worden: intramammäre Injektoren zur Behandlung von Eutererkrankungen während der Laktation (BI IMM), intramammäre Injektoren in der Trockenstellphase (BI DRY) und Medikamente zur systemischen Applikation (BI SYS).

$$BI\ IMM = \frac{\text{Anzahl eingesetzte Injektoren}}{DDD_{vet} [\text{pro Zitze}] \times \text{Anzahl Tage} \times \text{Anzahl Tiere}} \times 1000$$

$$BI\ DRY = \frac{\text{Anzahl eingesetzte Injektoren}}{DCD_{vet} [\text{pro Euter}] \times \text{Anzahl Tage} \times \text{Anzahl Tiere}} \times 1000$$

$$BI\ SYS = \frac{\text{Gesamtmenge antimikrobieller Wirkstoff [mg]}}{DCD_{vet} \left[\frac{\text{mg}}{\text{kg}} \right] \times \text{Anzahl Tage} \times \text{Anzahl Tiere} \times \text{Masse [600 kg]}} \times 1000$$

Dabei sind die Verbrauchswerte der BI IMM und der BI SYS in der Einheit defined daily dose for animals (DDDvet) pro Kuh und pro 1'000 Tage angegeben.¹² Bei der Berechnung der BI SYS wird das verbrauchte Volumen in ml multipliziert mit dem jeweiligen antimikrobiellen Wirkstoff in mg und zusätzlich ein Standardgewicht der behandelten Tiere von 600 kg mit einbezogen.¹⁹ Die Verbrauchswerte der BI DRY sind in der defined course dose for animals (DCDvet) pro Kuh und pro 1'000 Tage angegeben.¹² Die DDDvet entspricht den täglichen Dosierungsangaben, die DCDvet bezieht sich auf die Dosierungsempfehlung für die gesamte Therapiedauer. Mit der DDDvet und der DCDvet wird der jeweils eingesetzte Wirkstoff, seine empfohlene Dosierung und die betroffene Tierart berücksichtigt.¹³ Bei der Berechnung der Behandlungsinzidenz floss die Anzahl der laktierenden Kühe aus den Milchprüfungsdaten ein. Da jedoch nicht nur die laktierenden Kühe, sondern die gesamte Milchviehherde berücksichtigt werden sollte, wurde ein durchschnittlicher Anteil (14%) von trockenstehenden Kühen in die Kalkulation der Anzahl der Tiere miteinbezogen.²⁰ Die Berechnung der Behandlungsinzidenz fand pro Betrieb für jeden Monat einzeln und für die gesamte Studiendauer statt.

Einteilung in Verbrauchsgruppen

Es wurden vier verschiedene Verbrauchsgruppen für die BI IMM und BI DRY auf monatlicher Ebene erstellt. Die Monate in denen auf einem Betrieb keine antibiotischen Medikamente verbraucht wurden, sind in die Verbrauchsgruppe: „kein Verbrauch“ eingeteilt. In den Monaten, in denen aufgrund eines Verbrauchs von antibiotischen Medikamenten eine Behandlungsinzidenz berechnet werden konnte, erfolgte eine Einteilung in drei Verbrauchsgruppen: „niedriger Verbrauch“, „mittlerer Verbrauch“ und „hoher Verbrauch“. Die Einteilung wurde so vorgenommen, dass in jeder Verbrauchsgruppe ein Drittel der monatlich berechneten Werte für die Behandlungsinzidenz (Terzile) enthalten war.

Bei der BI IMM erfolgte die Einteilung in: niedriger Verbrauch (BI ≤ 5,85), mittlerer Verbrauch (BI > 5,85 ≤ 13,58) und hoher Verbrauch (BI > 13,58 DDDvet/Kuh/1'000 Tage).

Ebenso wurde bei der BI DRY eine Einteilung nach der Behandlungsinzidenz in: niedriger Verbrauch (BI ≤ 1,39), mittlerer Verbrauch (BI > 1,39 ≤ 2,54) und hoher Verbrauch (BI > 2,54 DCDvet/Kuh/1'000 Tage) vorgenommen.

Da bei den systemischen verabreichten Antibiotika in den meisten Monaten (80,4%) kein Verbrauch stattfand erfolgte eine Einteilung in nur zwei Gruppen: „Verbrauch“ oder „kein Verbrauch“.

Analyse

Die statistischen Analysen wurden mit dem Programm STATA durchgeführt (StataCorp., 2018; Stata Statistical Software: Release 15; College Station, TX, USA). Die Datensätze zur Eutergesundheit wurden zuerst auf fehlende und unplausible Werte auf Einzeltierebene überprüft und anschliessend bereinigt. Danach wurde für jeden Monat die TTZZ und die Anzahl der Kühe > 150'000 Zellen/ml auf Herdenebene berechnet. Die TTZZ wurde logarithmiert (TTZZlog) und mit dem Shapiro-Wilk W Test auf Normalverteilung geprüft. Als beschreibende Statistik wurden Prozentzahlen, Mittelwert, Median und Quartile verwendet. Korrelationen wurden mit dem Spearman rho überprüft. Die Daten zur Eutergesundheit wurden auf Monatebene ausgewertet, die statistischen Modelle korrigierten für den Betriebseffekt. Für die Analyse von Einflussvariablen für TTZZ log wurde eine Multilevel Mixed-Effect lineare Regression verwendet. Die Analyse der Faktoren mit Einfluss auf die Anzahl der Tiere über 150'000 Zellen/ml wurde in einer Multilevel Mixed-Effect Poisson Regression unter Berücksichtigung der Herdengrösse (als offset) ausgeführt. In beiden Modellen wurde der Betrieb als random effect miteinbezogen. Als mögliche Einflussvariablen flossen in beide Modelle die Verbrauchsgruppen der BI IMM, BI DRY und BI SYS, der Tierarzt, der Monat der Probewägung und das Produktionslabel ein. Bei beiden Modellen wurde zuerst in der univariablen Analyse eine Obergrenze für den Verbleib der Variable im Modell von $p < 0,1$ gewählt. In der darauffolgenden multivariablen stepwise backward Selektion wurde eine Obergrenze für den Verbleib der Variablen in beiden Modellen von $p < 0,05$ festgelegt. Die Modelle wurden mit dem Informationskriterium nach Akaike (AIC) und dem Bayes'schen Informationskriterium (BIC) beurteilt. Der Model fit wurde zusätzlich anhand einer visuellen Inspektion der Residuen überprüft.

Resultate

Betriebe

Von den anfänglich 105 Betrieben verblieben bis zuletzt 84 in der Studie und erfüllten die erforderlichen Voraussetzungen. Gründe für das Ausscheiden aus der Studie waren entweder unvollständige Dokumentation der Daten zum Antibiotikaverbrauch (14), Betriebsaufgabe (2), Kündigung der Studienteilnahme (1) oder eine fehlende Zugehörigkeit zu einem Zuchtverband (4) für die Erfassung der Milchleistungsdaten. Die teilnehmenden Betriebe liegen grösstenteils im Mittelland und Jura und entsprechen somit weitestgehend der geographischen Verteilung der Schweizer Milchviehbetriebe. Drei Betriebe molken in der Sömmerungsphase auf einer Alp, für diese Monate konnten keine Eutergesundheitsdaten erhoben werden. Von den 84 ausgewerteten Betrieben,

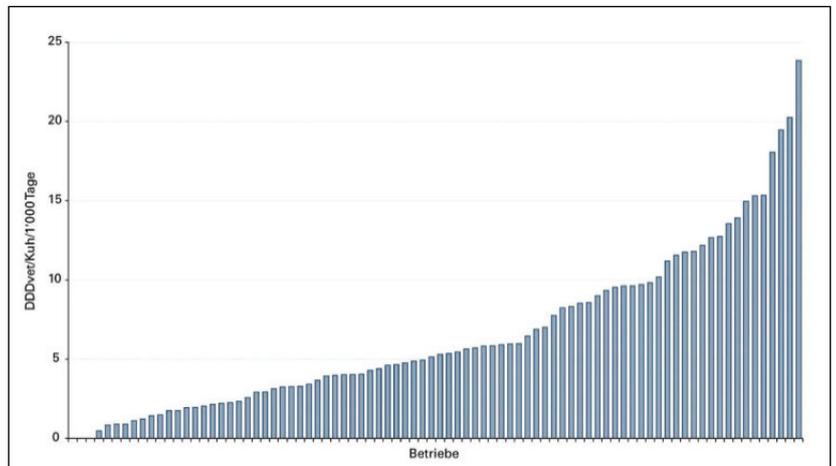


Abbildung 1: Inzidenz der Behandlung von intramamitär verabreichten Antibiotika während der Laktation. Darstellung der Betriebe über den gesamten Studienzeitraum (DDDvet/Kuh/1'000 Tage).

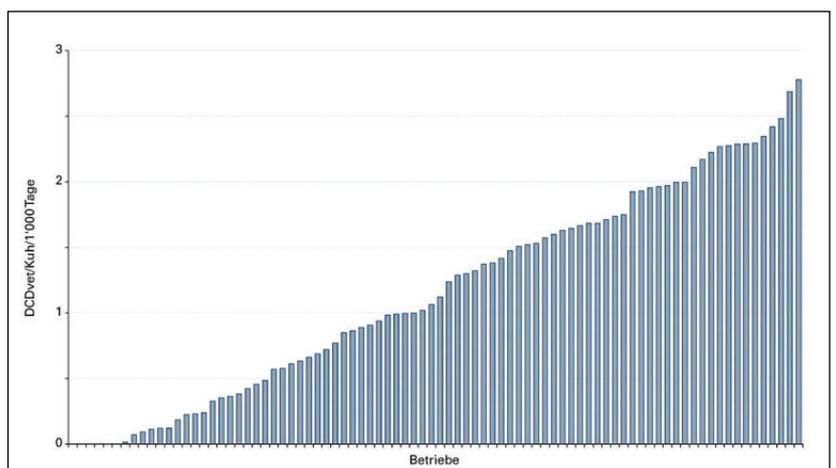


Abbildung 2: Inzidenz der Behandlung von intramamitär verabreichten Antibiotika während der Trockenstellphase. Darstellung der Betriebe über den gesamten Studienzeitraum (DCDvet/Kuh/1'000 Tage).

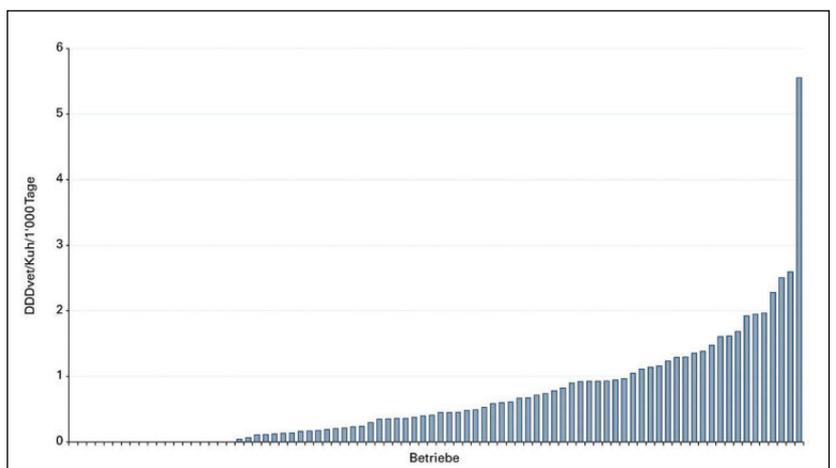


Abbildung 3: Inzidenz der Behandlung von systemisch verabreichten Antibiotika. Darstellung der Betriebe über den gesamten Studienzeitraum (DDDvet/Kuh/1'000 Tage).

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

Tabelle 1: Behandlungsinzidenz, Theoretische Tankzellzahl und Prävalenz von Tieren > 150'000 Zellen/ml der monatlichen Messungen auf 84 Betrieben. Die Behandlungsinzidenz wurde für den gesamten Studienzeitraum von 18 Monaten ermittelt, die Eutergesundheitswerte stellen Durchschnitte der monatlichen Messungen dar.

Behandlungsinzidenz	mean	min	p25	median	p75	max
BI IMM DDDvet/Kuh/1'000 Tage	6,51	0,00	2,74	5,22	9,58	23,84
BI DRY DCDvet/Kuh/1'000 Tage	1,16	0,00	0,44	1,09	1,74	2,78
BI SYS DDDvet/Kuh/1'000 Tage	0,68	0,00	0,09	0,43	0,95	5,55
Eutergesundheit	mean	min	p25	median	p75	max
Theoretische Tankzellzahl x 1'000 (Zellen/ml)	153,43	11,20	90,74	126,64	182,26	1227,06
Anzahl Tiere > 150'000 (Zellen/ml)	7,17	0,00	3,00	6,00	10,00	30,00
Prävalenz Tiere > 150'000 (Zellen/ml)	20,29%	0,00%	12,53%	19,19%	26,70%	73,10%

waren sieben Betriebe nach Bio-Richtlinien zertifiziert, 16 Betriebe wirtschafteten konventionell und 61 produzierten unter dem IP-Suisse® Label. Die wichtigsten Ergebnisse zu Eutergesundheit und Antibiotikaverbrauch der Betriebe sind in der Tabelle 1 zusammengefasst. Mit durchschnittlich 35,5 laktierenden Kühen im Mittel der monatlichen Messung sind die Studienbetriebe grösser als der Schweizer Durchschnitt. Dort beträgt die durchschnittliche Anzahl der Kühe pro Milchviehbetrieb 25,8 Grossvieheinheiten.⁵

Eutergesundheit

Hinsichtlich der Eutergesundheit bestand eine grosse Varianz zwischen den Betrieben. Drei Betriebe wiesen eine sehr niedrige TTZZ für den gesamten Studienzeitraum auf. Bei diesen drei Betrieben lag der Median der 18 Monate unter 50'000 Zellen/ml. Zwei Betriebe hatten eine aussergewöhnlich hohe TTZZ, mit einem Median über 250'000 Zellen/ml. Die Mehrzahl der Betriebe (64,3%) lag bei der berechneten TTZZ zwischen 100'000–200'000 Zellen/ml, mit einem Median von 126'640 Zellen/ml. In den Sommermonaten konnte eine Erhöhung der TTZZ beobachtet werden. Im August 2016 wurde bei der TTZZ der durchschnittlich höchste Wert mit über 180'000 Zellen/ml ermittelt, im Februar und Dezember 2017 mit etwa 130'000 Zellen/ml der durchschnittlich niedrigste Wert. Eine deutliche Varianz wurde auch bei der PAT auf Betriebsebene festgestellt. Über den gesamten Studienzeitraum lag die PAT bei der Hälfte der Betriebe im Mittel zwischen 15% und 25%. Bei drei Betrieben wurde im Mittel eine PAT über 35% und bei vier Betrieben eine PAT unter 10% der Tiere über 150'000 Zellen/ml ermittelt. Bei der PAT konnte in den Sommermonaten ebenfalls eine Erhöhung beobachtet werden. Im Juli 2017 wurde bei der PAT der durchschnittlich höchste Wert mit über 22,41% ermittelt, im März 2017 mit 14,62% der durchschnittlich niedrigste Wert.

Antibiotikaverbrauch

Ergebnisse BI IMM, BI DRY, BI SYS

Bei der BI IMM wurde durchschnittlich der höchste Verbrauch festgestellt (6,75 DDDvet/Kuh/1'000 Tage),

wobei es innerhalb der Betriebe starke Schwankungen gab (0–23,84 DDDvet/Kuh/1'000 Tage). Drei Betriebe hatten während der gesamten Studiendauer keinen Verbrauch von antibiotischen Injektoren während der Laktation (Abbildung 1). Unter der Annahme, dass bei einer Mastitis jeweils nur ein Viertel betroffen ist und die empfohlene Behandlungsdauer von drei Tagen mit drei antibiotischen Injektoren eingehalten wurde,^{12,13} entspricht die BI IMM eines Betriebes von 24 DDDvet/Kuh/1'000 Tage, der Therapie von etwa drei Mastitiden pro Tier und pro Jahr. Bei der BI DRY wurde durchschnittlich der zweithöchste Verbrauch (1,17 DCDvet/Kuh/1'000 Tage) nach der BI IMM festgestellt. Auch hier war zwischen den Betrieben eine grosse Spannweite erkennbar (0–2,78 DCDvet/Kuh/1'000 Tage). Eine BI DRY von 2,74 DCDvet/Kuh/1'000 Tage entspricht bei einer Zwischenkalbezeit von 365 Tagen dem antibiotischen Trockenstellen aller Tiere des Betriebes. Zwei Betriebe erreichten diesen Wert, bei sechs Betrieben gab es innerhalb aller 18 Monate keinen Verbrauch von antibiotischen Trockenstellern (Abbildung 2). Bei der BI SYS fand im Mittel aller Betriebe der niedrigste Verbrauch statt (0,67 DDDvet pro 1'000-Kuh-Tage) und in 19 Betrieben erfolgte während des gesamten Studienzeitraums keine systemische Behandlung mit Antibiotika (Abbildung 3).

Zusammenhang zwischen Eutergesundheit und Behandlungsinzidenz

Aus der monatlich berechneten Behandlungsinzidenz ergaben sich für die Verbrauchsgruppen (kein, niedriger, mittlerer, und hoher Verbrauch) die folgenden Ergebnisse. In den Verbrauchsgruppen der BI IMM fand in 50,1% der Monate kein Verbrauch von Antibiotika statt. Bei der BI DRY gab es bei 49,3% der Monate keinen Verbrauch. In den Verbrauchsgruppen der BI SYS ergab sich in 80,4% der Monate keinen Verbrauch von antibiotischen Wirkstoffen. Die Abbildungen 4 und 5 zeigen die Verteilung der TTZZ innerhalb der Verbrauchsgruppen von BI IMM und BI DRY. In den Verbrauchsgruppen der BI IMM kann ein moderater Anstieg des Medians der Zellzahlen von der Gruppe ohne verbrauchte Antibiotika, zu der niedrigen und mittleren

Verbrauchsgruppe beobachtet werden ($\sim 9'000$ Zellen/ml). In der höchsten Verbrauchsgruppe liegt der Median deutlich höher als in der Gruppe ohne intramammär verabreichte Antibiotika während der Laktation ($+24'000$ Zellen/ml). Der Median der TTZZ innerhalb der verschiedenen Verbrauchsgruppen der BI DRY ist annähernd gleich hoch und schwankt zwischen $125'000$ und $131'000$ Zellen/ml. Ebenso liegt die TTZZ des 25%- und 75%-Quartils der vier verschiedenen Verbrauchsgruppen in einer vergleichbaren Größenordnung. Der Median der TTZZ der BI SYS in der Gruppe mit Verbrauch liegt $26'000$ Zellen/ml höher als in der Gruppe ohne Verbrauch (Abbildung 6).

Die PAT in den Verbrauchsgruppen der BI IMM, BI DRY und BI SYS wird in der Tabelle 2 dargestellt. In Monaten mit einem hohen Verbrauch von intramammär verwendeten Antibiotika in der Laktation lag der Median der PAT um 1,1 Prozentpunkte höher als in den Monaten ohne Verbrauch. Ähnlich belief es sich bei dem Median der PAT von der BI SYS, dort lag die PAT um 1,3 Prozentpunkte höher. Bei den Verbrauchsgruppen der BI DRY gab es kaum Unterschiede in der PAT.

Die Inzidenzen der systemischen und intramammären Verabreichung von Antibiotika während der Laktation korrelierten mit einem Korrelationskoeffizienten von $+0,48$. In der univariablen Analyse zeigten BI IMM, Tierarzt und BI SYS eine Assoziation mit TTZZlog ($p < 0,1$). Im multivariablen Modell waren nur BI IMM und der Tierarzt signifikant (Tabelle 3). Für die Anzahl der Tiere $> 150'000$ Zellen/ml zeigten BI IMM, Tierarzt und Monat eine Assoziation ($p < 0,1$). Diese drei Risikofaktoren waren auch im multivariablen Modell signifikant (Tabelle 3). In beiden statistischen Modellen war ein zunehmender Verbrauch von Antibiotika mit einer schlechteren Eutergesundheit assoziiert. Dabei stieg der Koeffizient von der Gruppe mit dem niedrigsten bis zum höchsten Verbrauch kontinuierlich an. Allerdings waren für das Modell zur PAT die Unterschiede zwischen keinem Verbrauch und niedrigem bzw. mittlerem Verbrauch nicht signifikant.

Diskussion

Ziel dieser Studie war es, Zusammenhänge zwischen der Eutergesundheit und dem Antibiotikaverbrauch auf Schweizer Milchviehbetrieben zu ermitteln. Bisher gab es in der Schweiz keine vergleichbaren Studien zur Quantifizierung des Antibiotikaverbrauchs unter gleichzeitiger Erhebung von Eutergesundheitsparametern auf Betriebsebene. In einer Studie aus der Schweiz zu den Anwendungsbereichen und der Anwendungshäufigkeit von Antibiotika in Milchviehbetrieben konnte festgestellt werden, dass der Antibiotikaeinsatz massgeblich

im Bereich der Eutergesundheit erfolgt.²² Obwohl diese Ergebnisse für den Vergleich zwischen den verschiedenen Anwendungsgebieten sehr hilfreich sind, erlauben sie keine weiteren Rückschlüsse über die verbrauchten Antibiotikamengen und deren Zusammenhang mit der Eutergesundheit auf Betriebsebene.

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

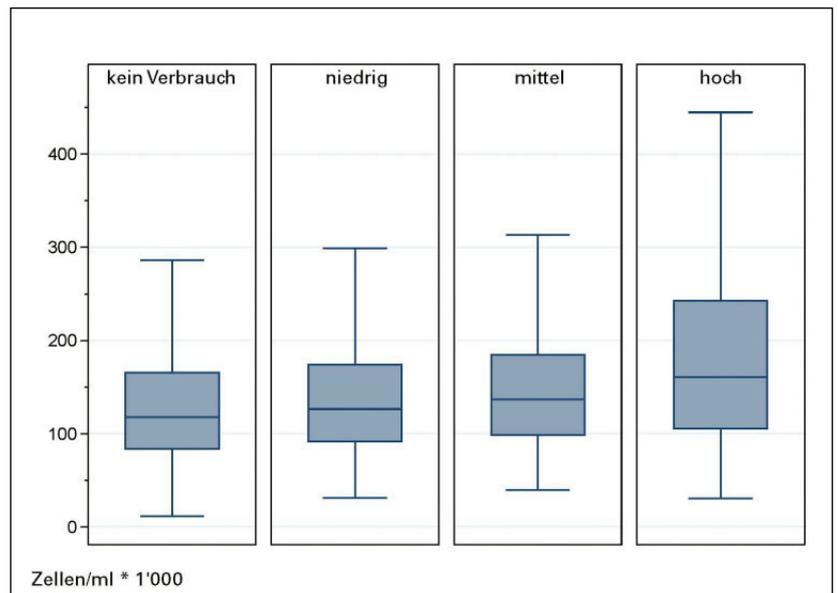


Abbildung 4: Theoretische Tankzellzahl nach der Einteilung in kein Verbrauch, niedriger Verbrauch ($BI \leq 5,85$), mittlerer Verbrauch ($BI > 5,85 \leq 13,58$) und hoher Verbrauch ($BI > 13,58$ DDDvet/Kuh/1'000 Tage) der Inzidenz der Behandlung von intramammär verabreichten Antibiotika während der Laktation.

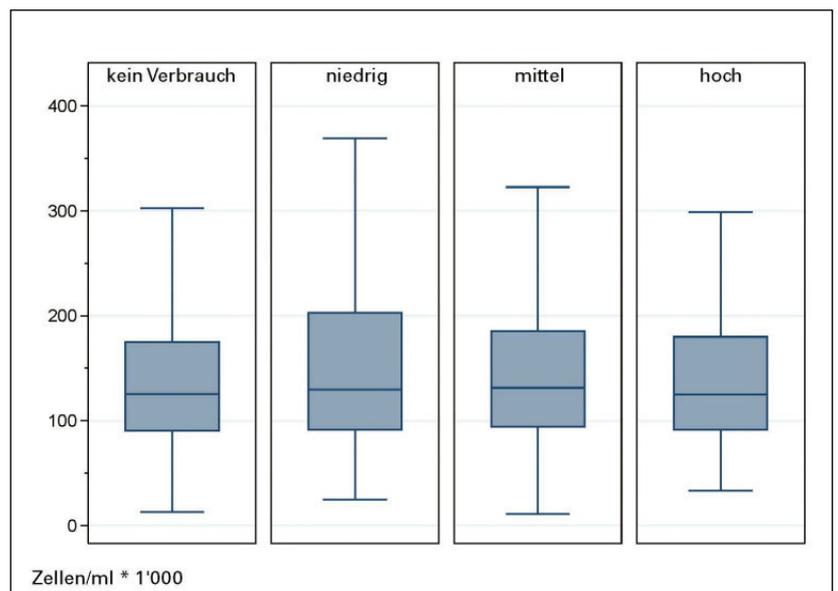


Abbildung 5: Theoretische Tankzellzahl nach der Einteilung in kein Verbrauch, niedriger Verbrauch ($BI \leq 1,39$), mittlerer Verbrauch ($BI > 1,39 \leq 2,54$) und hoher Verbrauch ($BI > 2,54$ DCDvet/Kuh/1'000 Tage) der Inzidenz der Behandlung von intramammär verabreichten Antibiotika während der Trockenstellphase.

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

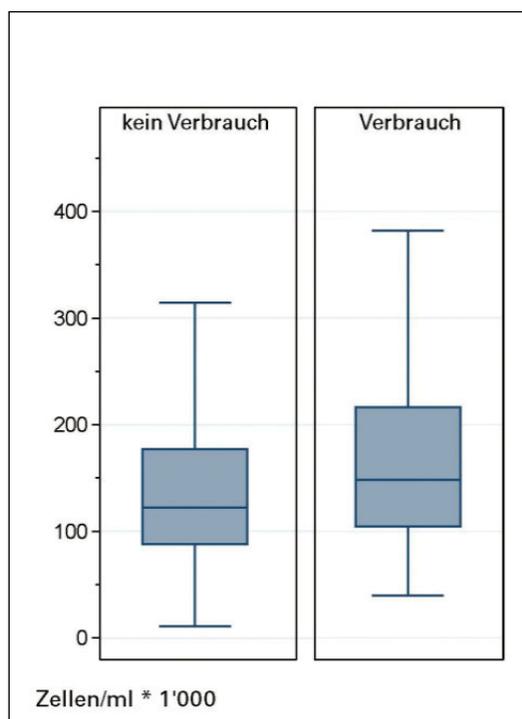


Abbildung 6: Theoretische Tankzellzahl nach der Einteilung in kein Verbrauch und Verbrauch der Inzidenz der Behandlung von systemisch verabreichten Antibiotika.

Die Eutergesundheit der Kühe auf den teilnehmenden Betriebe kann als repräsentativ für Schweizer Verhältnisse angesehen werden, da der Median der TTZZ aller Betriebe vergleichbar zu den veröffentlichten Ergebnissen aus der amtlichen Milchprüfung von 2017²⁹ war. Es konnte gezeigt werden, dass hinsichtlich beider Eutergesundheitsparameter eine grosse Varianz zwischen den einzelnen Betrieben besteht. Bei Betrieben, bei denen die monatliche TTZZ einer starken Schwankung unterlag und welche wiederholt über 250'000 Zellen/ml lagen, kann durchaus ein Bestandsproblem bezüglich der Eutergesundheit angenommen werden.^{1,8} Die beobachtete Erhöhung der TTZZ und der PAT während der Sommermonaten kann, wie schon in anderen Studien beschrieben,^{4,8} durch Hitzestress und eine geringe Hitzetoleranz bei Milchviehherden erklärt werden. Diese Einflussnahme der jahreszeitlichen Änderungen ist eine mögliche Erklärung für den signifikanten Zusammenhang der Eutergesundheit mit dem Monat der Probewägung.

Des Weiteren ist auch eine grosse Differenz in der Höhe des Antibiotikaverbrauchs zwischen den Betrieben erkennbar. Dies betrifft alle drei Anwendungsarten (BI IMM, BI DRY und BI SYS) und bestätigt die Ergebnisse von Studien aus anderen Ländern.^{24,34} In anderen

Tabelle 2: Prävalenz der Tiere > 150'000 Zellen/ml in den Verbrauchsgruppen der verschiedenen Inzidenzen für Behandlungen mit antimikrobiellen Wirkstoffen.

PAT (%) in den Verbrauchsgruppen	BI IMM			BI DRY			BI SYS			
	p25	median	p75	p25	median	p75	p25	median	p75	
kein Verbrauch	12,1	19,1	27,0	12,5	19,5	26,9	12,5	19,1	26,1	
Verbrauch	niedrig	14,0	19,1	24,3	12,3	17,9	25,1	13,9	20,4	27,7
	mittel	12,9	18,8	25,8	14,0	19,7	27,0			
	hoch	13,8	20,2	28,9	13,2	19,5	26,7			

Tabelle 3: Multivariable Modelle zur Analyse von Risikofaktoren für die logarithmierte Theoretische Tankzellzahl und die Anzahl der Tiere > 150'000 Zellen/ml.

Theoretische Tankzellzahl (log)		Coefficient	95% Confidence interval		p-Wert
BI IMM	niedriger Verbrauch	0,075	0,004	0,146	0,039
	mittlerer Verbrauch	0,156	0,085	0,226	<0,001
	hoher Verbrauch	0,351	0,278	0,424	<0,001
	overall p-Wert				<0,001
Tierarzt	overall p-Wert				<0,001
Monat	overall p-Wert				<0,001
Anzahl Tiere > 150'000 (Zellen/ml)		Coefficient	95% Confidence interval		p-Wert
BI IMM	niedriger Verbrauch	0,039	-0,019	0,097	0,187
	mittlerer Verbrauch	0,054	-0,007	0,115	0,081
	hoher Verbrauch	0,164	0,095	0,232	<0,001
	overall p-Wert				<0,001
Tierarzt	overall p-Wert				<0,001
Monat	overall p-Wert				<0,001

Studien konnten eine vergleichbar hohe BI IMM und teilweise auch eine deutlich höhere BI SYS aufgezeigt werden.^{28,34} Da aber bisher zur Berechnung nicht die Anzahl der Injektoren, sondern die verbrauchte antibiotische Menge in mg verwendet wurde, ist ein direkter Vergleich der Behandlungsinzidenzen mit Vorsicht zu betrachten. Um zukünftig eine standardisierte Erfassung zu erhalten und einen einheitlichen Vergleich von Ergebnissen des Antibiotikaverbrauchs zu ermöglichen, wird von der European Medical Agency seit 2015 empfohlen, die Anzahl der verbrauchten intramammären Injektoren bei der Berechnung der antibiotischen Behandlungsinzidenz zu verwenden.¹³

Bei der Erfassung der systemischen Antibiotika aus den Behandlungsjournalen wurde der in dieser Studie vollständigste Datensatz verwendet (Masterarbeit Lovis; Pucken, unpubl. Data). Jedoch zeigten andere Studien, dass die Erfassung der verbrauchten Antibiotika mittels Behandlungsjournal meist unvollständig ist,²² und somit der Einsatz von systemischen Antibiotika eventuell unterschätzt wurde. Durchschnittlich fand in unserer Studie eine antibiotische Behandlung während der Laktation häufiger intramammär und nur selten systemisch statt. Eine mögliche Schlussfolgerung wäre, dass auf den Betrieben während der Studienzeit vor allem subklinische oder chronisch klinische Mastitiden auftraten und ein geringerer Anteil von akuten Mastitiden vorkam. Obwohl eine Erhöhung der TTZZ in Monaten mit einem Verbrauch von systemisch verabreichten Antibiotika beobachtet werden konnte, wurde letztlich kein signifikanter Zusammenhang mit der Eutergesundheit festgestellt. Es wurde allerdings eine positive Korrelation von systemisch verabreichten und intramammär verabreichten Antibiotika in der Laktation nachgewiesen. Ein möglicher Grund für eine positive Korrelation könnte sein, dass bei dem Vorliegen einer akuten Mastitis sowohl der Einsatz von intramammären als auch systemischen Antibiotika empfohlen wird.^{2,25}

Generell konnte für antibiotische Behandlungen während der Laktation beobachtet werden, dass eine höhere TTZZ mit einem erhöhten Verbrauch einherging. Ob der Antibiotikaverbrauch hoch war, weil ein Eutergesundheitsproblem vorlag, oder die Zellzahl infolge von nicht effektiven Behandlungsstrategien hoch blieb, ist mit den vorliegenden Daten auf Herdenebene nicht abschliessend zu klären.

Die Häufigkeit der Verwendung von antibiotischen Trockenstellern wies keinen Zusammenhang mit der Eutergesundheit auf. Es konnte jedoch ermittelt werden, dass auf manchen Betrieben alle Tiere der Herde mit antibiotischen Trockenstellern behandelt werden. Mit der Einführung der revidierten Tierarzneimittelverordnung im April 2016, muss in der Schweiz für die Abgabe von

antibiotischen Injektoren eine medizinische Indikation gegeben sein³². In der praktischen Umsetzung eines Trockenstellkonzepts, kann durch das selektive antibiotische Trockenstellen gezielt therapiert werden.³⁰ In einer Studie aus den Niederlanden, konnte nachgewiesen werden, dass das landesweite Einführen des selektiven Trockenstellens in einer Reduktion des Einsatzes von Antibiotika resultierte, ohne dass sich dadurch die Eutergesundheit signifikant verschlechterte.³⁶ Dies deckt sich mit den Ergebnissen unserer Studie. Es konnte gezeigt werden, dass Betriebe, die ihre Herde nur zum Teil antibiotisch trockenstellen, keine schlechtere Eutergesundheit haben als Betriebe mit einem generellen Einsatz von antibiotischen Trockenstellern.

Ein signifikanter Zusammenhang konnte zwischen der Eutergesundheit und den intramammär verabreichten Antibiotika während der Laktation ermittelt werden. Bei einem erhöhten Einsatz von intramammären Antibiotika während der Laktation war auch die Anzahl der Tiere > 150'000 Zellen/ml und die TTZZ erhöht. Es kann davon ausgegangen werden, dass in der Praxis Tiere mit Mastitiden und daraus resultierend hohen Zellzahlen intramammär mit Antibiotika behandelt werden. Diese Resultate deuten jedoch auch darauf hin, dass nicht allein durch einen hohen intramammären Antibiotikaverbrauch eine gute Eutergesundheit auf Herdenebene zu erwarten ist. Grundsätzlich hat die intramammäre Anwendung von Antibiotika während der Laktation eine grosse Bedeutung in der Bekämpfung von bakteriellen Infektionen bei Eutererkrankungen.^{17,25} Unter dem Gesichtspunkt, dass nicht jeder Mastitis eine bakterielle Infektion zugrunde liegt und Unterschiede in der Antibiotikaempfindlichkeit der verschiedenen Erreger bestehen, sollte für einen zielgerichteten Einsatz im Vorfeld möglichst eine Erregerbestimmung und Empfindlichkeitsprüfung stattfinden.^{27,30} Bei der Therapie chronischer Mastitiden, sowie vor der Verwendung von antibiotischen Trockenstellern, ist der gezielte Einsatz durchaus sinnvoll und praktikabel. Bei einer akuten Mastitis, bei der aus Gründen eines zeitlich begrenzten Therapiefensters, keine bakteriologische Abklärung möglich ist, sollte die Behandlung basierend auf Grundlage von vorliegenden Herdendaten und dem Fachwissen des betreuenden Tierarztes erfolgen.^{25,30} Aufgrund der Erhebung der Daten auf Herdenebene, wurde die Häufigkeit und das Vorkommen von Mastitiden, die Art und die Qualität des Krankheitsverlaufs und inwiefern eine bakteriologische Voruntersuchung bei der Therapie von Einzeltieren auf den Betrieben stattfand, nicht erhoben.

Zwischen der Eutergesundheit und dem Tierarzt konnte in dieser Studie ebenfalls ein signifikanter Zusammenhang ermittelt werden. Der Tierarzt stellt durch sein Fachwissen einen wichtigen Ansprechpartner der Landwirte in Bereichen der Tiergesundheit dar.^{6,7} Dabei kann

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

er einen direkten Einfluss über die Behandlung von einzelnen Tieren nehmen, als auch über die Kommunikation mit den Betriebsleitern in Bereichen, wie beispielsweise dem Melkmanagement betreiben.²⁰ Wie schon in vergangenen Studien gezeigt werden konnte, ist dabei die Bestandsbetreuung von Milchviehbetrieben ein viel versprechender Ansatz, um Eutergesundheitsprobleme gezielt und nachhaltig zu optimieren.^{9,16} Einen Zusammenhang des Tierarztes mit der Eutergesundheit auf den Betrieben wurde nachgewiesen, jedoch konnte die Art seines Einflusses nicht differenziert werden.

In dieser Studie sind auf Betriebsebene umfangreiche Datensätze zur Eutergesundheit und Antibiotikaverbrauch erhoben und ausgewertet worden. Die Ermittlung der multifaktoriell bedingten Ursachen für die Entstehung von Eutergesundheitsproblemen stellte nicht das primäre Ziel dar und sind auch aus Gründen der Durchführbarkeit in dieser Studie nicht weiter erfasst worden. Dies kann als eine Limitation gesehen werden. Des Weiteren sollte bedacht werden, dass 52 Betriebe abgesagt, beziehungsweise nicht geantwortet haben und somit ein Selektionsbias zu Gunsten von besonders motivierten Landwirten nicht ausgeschlossen werden kann. Zudem haben die betreuenden Tierärzte während des Studienzeitraums freiwillig an einem Programm zur Reduktion des Antibiotikaverbrauchs teilgenommen und sind somit motiviert sich in diesem Themenfeld fortzubilden. Aus den Kantonen Tessin und Graubünden entstammen keine Landwirte, nicht zuletzt deshalb sollten mit Vorsicht Rückschlüsse auf die Allge-

meinheit aller Schweizer Milchviehbetriebe gezogen werden.

Schlussfolgerung

In dieser Studie wurde gezeigt, dass die Eutergesundheit mit der Inzidenz der intramammären Behandlung während der Laktation, dem Monat der Probewägung und dem Tierarzt zusammenhängt. Der Tierarzt als entscheidender Faktor kann die Eutergesundheit auf den Betrieben positiv beeinflussen. Es konnte allgemein eine gute Eutergesundheit auch bei einem niedrigen Antibiotikaverbrauch beobachtet werden. Zudem wurde gezeigt, dass sich ein niedriger Verbrauch von antibiotischen Trockenstellern nicht zwangsläufig in einer schlechteren Eutergesundheit niederschlägt. Somit besteht auf den Milchviehbetrieben das Potential, den Umfang der intramammären Anwendung von Antibiotika zu senken ohne die Eutergesundheit negativ zu beeinflussen.

Danksagung

Die Autoren bedanken sich besonders bei allen teilnehmenden Landwirten und den betreuenden Tierärzten. Weiterer Dank gebührt Manuela Gerber, Benjamin Lovis und Tobias Gees, für ihre tatkräftige Unterstützung bei den Betriebsbesuchen und der Erfassung der Antibiotikadaten. Für die Zusammenarbeit in der statistischen Analyse möchten wir uns bei Beatriz Vidondo des VPHI Bern bedanken.

Analyse de la santé de la mamelle et relation avec l'emploi d'antibiotiques dans des exploitations laitières

En Suisse, les exigences en matière de qualité du lait et, partant, de la santé de la mamelle dans les exploitations laitières sont élevées. Des études antérieures ont montré que les maladies de la mamelle et les tarissements aux antibiotiques sont la principale cause de l'usage d'antibiotiques chez les vaches laitières. Par conséquent, la question s'est posée de savoir si une utilisation importante d'antibiotiques est nécessaire au maintien d'une bonne santé de la mamelle. Le but de cette étude était d'analyser la relation entre la santé de la mamelle et la consommation d'antibiotiques.

La santé de la mamelle a été évaluée au moyen du nombre théorique de cellules dans le tank à lait à partir des données du contrôle laitier mensuel et du nombre d'animaux présentant plus de 150 000 cellules/ml par mois. Des données sur la consommation d'antibiotiques ont également été collectées mensuellement. Les don-

Analisi della salute della mammella in relazione al consumo di antibiotici nelle aziende di produzione di latte svizzere

In Svizzera vengono poste elevate esigenze in merito alla qualità del latte e quindi anche alla salute della mammella negli allevamenti di bestiame da latte. Precedenti studi hanno dimostrato che le malattie della mammella e l'uso della terapia antibiotica al momento della messa in asciutta sono la principale causa per un ulteriore trattamento antibiotico nelle vacche da latte. Pertanto, è emersa la questione della necessità di un elevato uso di antibiotici per il mantenimento di una buona salute della mammella. Lo scopo di questo studio era di analizzare la relazione tra salute della mammella e consumo di antibiotici.

La salute della mammella è stata valutata con il conteggio teorico delle cellule somatiche dai dati sulle prestazioni del latte del test del latte e il numero di animali aventi oltre 150.000 cellule/ml al mese. Anche i dati sul

nées totales de 84 exploitations sur une période de 18 mois ont pu être évaluées. Dans un modèle de régression hiérarchique, une corrélation significative entre la santé de la mamelle et les antibiotiques appliqués en intra mammaires pendant la lactation a été constatée. Le mois de pesée ainsi que le vétérinaire traitant ont également eu un impact significatif sur la santé de la mamelle. La quantité de préparations antibiotiques utilisées pour la phase de tarissement ne correspondait pas à la santé de la mamelle dans les exploitations. Les antibiotiques administrés par voie systémique de même que le label de production des exploitations ne sont pas non plus significatifs.

L'étude a montré qu'une bonne santé de la mamelle est possible même avec une faible utilisation d'antibiotiques.

Mots-clés: Antibiotiques, tarissement aux antibiotiques, incidence du traitement, vaches laitières, nombre théorique de cellules dans le tank à lait, vétérinaire

consumo di antibiotici sono stati raccolti su base mensile, con un totale di 84 aziende valutate su un periodo di 18 mesi. In un modello di regressione gerarchica, si è trovata una relazione significativa tra la salute della mammella e gli antibiotici intramammari somministrati durante l'allattamento. Oltre al mese di pesatura di prova, così come il veterinario hanno avuto un impatto significativo sulla salute della mammella. La quantità di preparati antibiotici utilizzati per la messa in asciutta non era correlata alla salute della mammella nelle aziende. Inoltre, non erano significativi gli antibiotici somministrati per via sistemica e l'etichetta di produzione delle aziende.

Lo studio ha dimostrato che una buona salute della mammella è possibile anche con un basso uso di antibiotici.

Parole chiave: Antibiotici, antibiotici durante la messa in asciutta, incidenza del trattamento, vacche da latte, numero teorico di cellule somatiche, veterinario

Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben

F. Nägele et al.

Literatur

- 1 Barkema HW, Schukken YH, Lam TJGM, Beiboer ML, Benedictus G, Brand A. Management Practices Associated with Low, Medium, and High Somatic Cell Counts in Bulk Milk. *J Dairy Sci.* 2010;81(7):1917-1927.
- 2 Barkema HW, Schukken YH, Zadoks RN. Invited Review: The role of cow, pathogen, and treatment regimen in the therapeutic success of bovine *Staphylococcus aureus* mastitis. *J Dairy Sci.* 2006;89(6):1877-1895.
- 3 Bodmer M, van den Borne B, Pucken V-B. Rekrutierung von motivierten Praktikern für eine Feldstudie. Schweiz. Arch.Tierheilk. <https://www.gstsvs.ch/de/sat/archiv/2016/032016/gst-bulletin/rekrutierung-von-motivierten-praktikern-fuer-eine-feldstudie.html>. Accessed September 1, 2018.
- 4 Brade W. Milcherzeugung unter den Bedingungen des Klimawandels – Möglichkeiten zur Vermeidung oder Minderung des Hitzestresses. *Berichte über Landwirtschaft – Zeitschrift für Agrar und Landwirtschaft.* 2013;91(3). doi:10.12767/BUEL.V91I3.34.G89. Accessed June 10, 2019.
- 5 Bundesamt für Landwirtschaft. Auswertung der Daten über die Milchproduktion - Kalenderjahr 2017. Bern, CH. <https://www.blw.admin.ch/blw/de/home/nachhaltige-produktion/tierische-produktion/milch-und-milchprodukte.html#accordion1554390503601>. Published 2018. Accessed April 4, 2019.
- 6 Carmo LP, Nielsen LR, Alban L, da Costa PM, Schüpbach-Regula G, Magouras I. Veterinary Expert Opinion on Potential Drivers and Opportunities for Changing Antibiotic Usage Practices in Livestock in Denmark, Portugal, and Switzerland. *Front Vet Sci.* 2018;5(5):1-14.
- 7 Cousin ME, Härdi-Landerer MC, Völk V, Bodmer M. Control of *Staphylococcus aureus* in dairy herds in a region with raw milk cheese production: Farmers' attitudes, knowledge, behaviour and belief in self-efficacy. *BMC Vet Res.* 2018;14(1):1-13.
- 8 Dohoo IR, Meek AH. Somatic Cell Counts in Bovine Milk. *Can Vet J.* 1982;23(4):119-125.
- 9 Dufour S, Fréchette A, Barkema HW, Mussell A, Scholl DT. Invited review: Effect of udder health management practices on herd somatic cell count. *J Dairy Sci.* 2011;94(2):563-579.
- 10 Eidgenössische Departement des Innern (EDI). Verordnung des EDI über die Hygiene bei der Milchproduktion. Bern, CH. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20143394/index.html>. Published 2018. Accessed June 12, 2019.
- 11 Elbers ARW, Miltenburg JD, De Lange D, Crauwels APP, Barkema HW, Schukken YH. Risk Factors for Clinical Mastitis in a Random Sample of Dairy Herds from the Southern Part of The Netherlands. *J Dairy Sci.* 1998;81(2):420-426.
- 12 European Medicines Agency. Defined daily doses for animals (DDDvet) and defined course doses for animals (DCDvet). London, UK. http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Other/2016/04/WC500205410.pdf. Accessed April 4, 2019.
- 13 European Medicines Agency. Principles on assignment of defined daily dose for animals (DDDvet) and defined course dose for animals (DCDvet). London, UK. https://www.ema.europa.eu/en/documents/scientific-guideline/principles-assignment-defined-daily-dose-animals-dddvet-defined-course-dose-animals-dcdvet_en.pdf. Accessed April 4, 2019.
- 14 European Medicines Agency. Sales of veterinary antimicrobial agents in 30 European countries in 2016. Trends across 2010 to 2016. Eighth ESVAC report. London, UK. https://www.ema.europa.eu/en/documents/report/sales-veterinary-antimicrobial-agents-30-european-countries-2016-trends-2010-2016-eighth-esvac_en.pdf. Accessed April 4, 2019.

- Analyse der Eutergesundheit in Zusammenhang mit dem Antibiotikaverbrauch in Schweizer Milchviehbetrieben
F. Nägele et al.
- ¹⁵ Gordon PF, van den Borne BHP, Reist M, Kohler S, Doherr MG. Questionnaire-based study to assess the association between management practices and mastitis within tie-stall and free-stall dairy housing systems in Switzerland. *BMC Vet Res.* 2013;9:1-10.
- ¹⁶ Green MJ, Leach KA, Breen JE, Green LE, Bradley AJ. National intervention study of mastitis control in dairy herds in England and Wales. *Vet Rec.* 2007;160(9):287-293.
- ¹⁷ Hillerton JE, Berry EA. Treating mastitis in the cow - a tradition or an archaism. *J Appl Microbiol.* 2005;98(6):1250-1255.
- ¹⁸ Institut für Veterinärpharmakologie und -toxikologie. Tierarzneimittelkompendium der Schweiz. Zürich, CH. <https://www.vetpharm.uzh.ch/tak/>. Accessed February 3, 2019.
- ¹⁹ Jensen VF, Jacobsen E, Bager F. Veterinary antimicrobial usage statistics based on standardized measures of dosage. *Prev Vet Med.* 2004;64(2-4):201-215.
- ²⁰ Kretzschmar L, van den Borne BHP, Kaufmann T, et al. Mastitis-Management in Schweizer Milchviehbetrieben mit Eutergesundheitsproblemen. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2013;155(8):453-462.
- ²¹ Lievaart JJ, Kremer WDJ, Barkema HW. Short Communication: Comparison of Bulk Milk, Yield-Corrected, and Average Somatic Cell Counts as Parameters to Summarize the Subclinical Mastitis Situation in a Dairy Herd. *J Dairy Sci.* 2007;90(9):4145-4148.
- ²² Menéndez González S, Steiner A, Gassner B, Schüpbach-Regula G. Antimicrobial use in Swiss dairy farms: quantification and evaluation of data quality. *Prev Vet Med.* 2010;95(1-2):50-63.
- ²³ Petzer I-M, Karzis J, Donkin EF, Webb EC, Etter E. Validity of somatic cell count as indicator of pathogen-specific intramammary infections. *J S Afr Vet Assoc.* 2017;88(1):1-10.
- ²⁴ Pol M, Ruegg PL. Treatment Practices and Quantification of Antimicrobial Drug Usage in Conventional and Organic Dairy Farms in Wisconsin. *J Dairy Sci.* 2007;90(1):249-261.
- ²⁵ Pyörälä S. Treatment of mastitis during lactation. *Ir Vet J.* 2009;62(4):S40.
- ²⁶ Ruegg PL, Pantoja JCF. Understanding and using somatic cell counts to improve milk quality. *Irish J Agric Food Res.* 2013;52(2):101-117.
- ²⁷ Rügsegger F, Ruf J, Tschuor A, Sigrist Y, Roskopf M, Hässig M. Antimicrobial susceptibility of mastitis pathogens of dairy cows in Switzerland. *Schweiz Arch Tierheilkd.* 2014;156(10):483-488.
- ²⁸ Saini V, McClure JT, Léger D, et al. Antimicrobial use on Canadian dairy farms. *J Dairy Sci.* 2012;95(3):1209-1221.
- ²⁹ Schweizer Eidgenossenschaft. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. Statistiken und Berichte Lebensmittelsicherheit. Bern, CH. [https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/lebensmittel-und-ernaehrung/publikationen-forschung/amtliche-milchpruefung-2017.pdf.download.pdf/Die amtliche Milchprüfung 2017.pdf](https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/lebensmittel-und-ernaehrung/publikationen-forschung/amtliche-milchpruefung-2017.pdf.download.pdf/Die%20amtliche%20Milchpruefung%202017.pdf). Accessed February 8, 2019.
- ³⁰ Schweizer Eidgenossenschaft. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. Tierarzneimittel. Therapieleitfaden. Bern, CH. <https://www.blv.admin.ch/dam/blv/de/dokumente/tiere/tierkrankheiten-und-arzneimittel/tierarzneimittel/therapieleitfaden.pdf.download.pdf/therapieleitfaden-de-dez-2017.pdf>. Accessed February 18, 2019.
- ³¹ Schweizer Eidgenossenschaft. Bundesamt für Lebensmittelsicherheit und Veterinärwesen. Verantwortung der Betriebe & amtliche Kontrollen. Milchprüfung. Bern, CH. <https://www.blv.admin.ch/blv/de/home/lebensmittel-und-ernaehrung/lebensmittelsicherheit/verantwortlichkeiten/milchpruefung.html>. Accessed February 8, 2019.
- ³² Schweizer Eidgenossenschaft. Bundesrecht. Verordnung über die Tierarzneimittel. Bern, CH. <https://www.admin.ch/opc/de/classified-compilation/20030705/index.html>. Accessed April 4, 2019.
- ³³ Schweizer Eidgenossenschaft. Strategie Antibiotikaresistenzen. Bericht 2017. Bern, CH. <https://www.star.admin.ch/dam/star/de/dokumente/star-bericht-2017.pdf.download.pdf/star-bericht-2017-de.pdf>. Accessed November 12, 2018.
- ³⁴ Stevens M, Piepers S, Supré K, Dewulf J, De Vliegher S. Quantification of antimicrobial consumption in adult cattle on dairy herds in Flanders, Belgium, and associations with udder health, milk quality, and production performance. *J Dairy Sci.* 2016;99(3):2118-2130.
- ³⁵ Valde JP, Østerås O, Simensen E. Description of Herd Level Criteria for Good and Poor Udder Health in Norwegian Dairy Cows. *J Dairy Sci.* 2005;88(1):86-92.
- ³⁶ Vanhoudt A, van Hees-Huijps K, van Kneghel ATM, et al. Effects of reduced intramammary antimicrobial use during the dry period on udder health in Dutch dairy herds. *J Dairy Sci.* 2018;101(4):3248-3260.

Korrespondenz

Frank Nägele med. vet.
Wiederkäuferklinik
Vetsuisse-Fakultät
Universität Bern
Bremgartenstrasse 109a
3012 Bern
E-Mail: frank.naegle@vetsuisse.unibe.ch