

Enzootische Bronchopneumonie des Kalbes als Bestandsproblem: Ansatzpunkte für nachhaltige Verbesserungen

Martin Kaske, Schweizer Kälbergesundheitsdienst,
Vetsuisse-Fakultät Zürich; mkaske@vetclinics.uzh.ch

Die enzootische Bronchopneumonie (EBP, „bovine respiratory disease“) ist in der Kälberaufzucht wie in der Kälbermast ein stets aktuelles Thema. Die bei vielen Landwirten üblichen Bezeichnungen „Kälbergrippe“ oder „Rinderrippe“ sind dabei irreführend: einerseits sind Influenza-Viren nicht beteiligt, andererseits suggeriert der Ausdruck, dass es sich lediglich um einen harmlosen Infekt der oberen Atemwege handelt. Eine Pneumonie ist aber als akute oder chronische Entzündung des Lungenparenchyms eine schwere und potentiell lebensbedrohliche Erkrankung, die bei betroffenen Tieren zu erheblichem Leiden führen. Die hohen Verluste insbesondere auf Mastbetrieben ergeben sich aus direkten Abgängen, verminderten Wachstumsraten akut erkrankter Tiere, Arzneimittel- und Behandlungskosten und ökonomischen Einbußen durch das langfristig reduzierte Leistungspotential von besonders schwer oder mehrfach erkrankten Kälbern (Holland et al. 2010).

Das Problem der EBP beschäftigt Rinderhalter seit nunmehr vielen Dekaden. Unendlich viel ist darüber in Deutschland, in Europa, in der Welt geforscht, gearbeitet und geschrieben worden. Die funktionelle Anatomie der Rinderlunge wurde intensiv bearbeitet (Veit u. Farrell 1978; Reinhold 1997), die teilweise ubiquitär vorkommenden viralen und bakteriellen Erreger wurden hinlänglich identifiziert und charakterisiert (Caswell et al. 2010, Murray et al. 2016), Schemata für die klinische Diagnostik (Buczinsky u. Pardon 2020) und weiterführende sonographische Untersuchungen (Pardon et al. 2019) sind verfügbar, Therapiekonzepte wurden erarbeitet, verfeinert, präzisiert, angepasst, Impfstoffe wurden entwickelt und propagiert (Theurer et al. 2015). Das Ergebnis all dieser Aktivitäten ist jedoch ernüchternd: tatsächlich sind Morbidität und Mortalität im nationalen Maßstab heute nicht geringer als vor 10 oder 20 Jahren (Smith et al. 2020). Wie kann das sein?

Es klingt banal und jeder weiß es: besser als eine Perfektionierung der Therapie ist die Vermeidung der Erkrankung. Die Risikofaktoren für EBP wurden intensiv durch epidemiologische Studien untersucht und sind hinlänglich bekannt (u. a. Svensson et al. 2003, Lundborg et al. 2005, Lava et al. 2016) – doch in der Praxis werden die Risikofaktoren weiter konsequent vernachlässigt:

- Noch immer ist die Kälberaufzucht insbesondere bei den bereits im Alter von 2-4 Wochen vermarkteten Bullenkälbern auf vielen Milchviehbetrieben vorsichtig gesagt suboptimal:
 - die Kolostrumversorgung ist häufig nicht adäquat (Reschke et al. 2017), so dass bei sehr vielen Kälbern die Grundvoraussetzung für eine stabile Tiergesundheit im Verlauf der ersten Lebensmonate fehlt (Kaske et al. 2009);
 - die restriktiv angebotene Tränkemenge von lediglich 4-6 L pro Tag ist insbesondere in der kalten Jahreszeit zu gering, um über hohe Wachstumsraten eine belastbare Konstitution zum Zeitpunkt der späteren Vermarktung zu gewährleisten (Maccari et al. 2015),
 - eine prophylaktische intranasale Impfung 14 Tage vor der Vermarktung wird auf der Mehrzahl der Milchviehbetriebe nicht durchgeführt;Wenn Fütterung, Haltung und Hygiene auf dem Milchviehbetrieb optimiert wurden, sind gehäufte Atemwegsinfektionen in aller Regel kein signifikantes Problem;
- Mit der Vermarktung insbesondere der Bullenkälber im Alter von 2-4 Wochen erfolgt ein Transport über teilweise lange Strecken (Knowles 1995, Grigor et al. 2001, Marcato et al. 2020), wobei die Kälber keinen Zugang zu Milch haben und somit nicht selten hungrig, durstig und frierend auf dem Mastbetrieb angeliefert werden;

- Sammelstationen, Umladestationen und Kälbermärkte gelten auch weiterhin als unabdingbare Elemente der Produktionskette;
- Auf dem Mastbetrieb erfolgt dann die gemeinsame Aufstallung in Gruppen von 20-80 Tieren. Die aus der Pädiatrie bekannte physiologische Infektanfälligkeit (Baumann 2014; „Kindergarten-Phänomen“) spielt dann eine zentrale Rolle, d. h. das zwar potentiell kompetente, doch im Hinblick auf viele unbekannte Krankheitserreger noch partiell unreife Immunsystem wird durch das Zusammenführen vieler Tiere aus Betrieben schlicht überfordert und es resultieren gehäuft auftretende Infektionskrankheiten.
- Das Antränken erfolgt mit teilweise ungeeigneten Milchaustauschern (5-20 % pflanzliche Proteinträger) an Tränkeautomaten, die viele Kälber wiederum nicht kennen – was eine qualitativ und quantitativ inadäquate Energie- und Proteinversorgung begünstigt;
- Das Platzangebot ist mit weniger als 2 m² pro Tier knapp, was höhere Schadgaskonzentrationen und damit einhergehend die Reizung des empfindlichen respiratorischen Epithels impliziert. Die Tiere husten vermehrt, wirken matt, haben teilweise Fieber (> 39.5 °C), sie liegen vermehrt, und bei etwas intensiverer Beobachtung fällt der „verschlafene“ Blick, die tiefe Kopfhaltung, wässriger Augen- und Nasenausfluss sowie eine Tachypnoe auf (> 40 min⁻¹).

Und wie reagieren wir als TierärztInnen nach dem Anruf des Landwirts? Wir denken dank unserer universitären Ausbildung sehr Erreger-zentriert: wir greifen fast reflektorisch zum bakterio-statischen oder bakteriziden Breitband-Antibiotikum. Oder wir beproben tatsächlich ein oder zwei Kälber einer Gruppe mit zahlreichen Erkrankungen. Eventuell wird dann aus der Trachealspülprobe z. B. *Mannheimia* kulturell nachgewiesen, und das Antibiogramm ergibt, dass das Isolat gegenüber fast allen Antibiotika sensitiv ist. Und dann behandeln wir mit gezückter Revolverspritze möglichst schnell möglichst viele der Tiere antibiotisch und zusätzlich mit einem NSAID. Doch viel zu häufig scheitern wir: etliche Tiere sprechen auf die Therapie nicht an, Rezidive häufen sich, chronische Krankheitsverläufe machen bei vielen Tieren Probleme. Warum aber ist unser Vorgehen häufig nicht erfolgreich?

Viele der Misserfolge beruhen schlicht auf dem Umstand, dass das Krankheitsgeschehen bei einer typischen Faktorenkrankheit wie der EBP durch unbelebte Faktoren mindestens so sehr beeinflusst wird wie durch die Erreger selbst (Bähler et al. 2010). Tatsächlich ist die Mehrzahl der Erreger (*Pasteurella multocida*, *Mannheimia haemolytica*, *Histophilus somni*, *Mycoplasma bovis*, *Mycoplasma dispar*, aber auch BRSV nahezu ubiquitär auf Betrieben mit Rindern zu finden – und teilweise auch in den Atemwegen gesunder Tiere nachweisbar. Probleme ergeben sich erst durch das Zusammenwirken der Erreger mit unbelebten Faktoren im Kontext mit Haltungssystem und Management: wesentlich dabei sind die Konstitution des Kalbes, dessen Immunstatus basierend auf Kolostrumversorgung, Fütterung und Impfungen, Schadgase, Lufttemperatur und –feuchtigkeit, Luftaustauschrate, Transportdauer und –strecke, Keimkonzentration in der Luft und Belegungsdichte.

Jeder Faktor entspricht dabei sinnbildlich einem Glied einer Kette. Wir wissen alle, dass eine Kette grundsätzlich nur so stabil ist wie das schwächste Kettenglied (Abb. 1). Soll heißen: verbessern wir beispielsweise und verbessern so den Immunstatus, so wird ein Glied der Kette zwar stärker – doch solange ein anderes Kettenglied sehr schwach bleibt, werden trotzdem viele Tiere krank. Die Herausforderung und das Problem bei der Lösung von EBP auf Bestandsebene ist es, im Rahmen eines Gesamtkonzepts alle Glieder der Kette so zu verstärken, dass die Stabilität der Kette maximal ist. Dann – und nur dann – gelingt es, eine nachhaltige Verbesserung der Situation zu erreichen. Welche Ansätze sind dafür verfügbar?

Zahlreiche amerikanische Studien zeigen, dass systematische Maßnahmen zur Verbesserung der Konstitution von Kälbern auf dem Geburtsbetrieb bereits vor der Vermarktung zu einer wesentlichen Verminderung von Morbidität und Mortalität auf dem Mastbetrieb führen (sog. „Preconditioning“; Hilton 2015, Wilson et al. 2017). Genau diesen Ansatz verfolgt aktuell eine vom Bundesamt für Landwirtschaft in der Schweiz finanzierte Pilotstudie des Schweizer Kälbergesundheitsdienstes. Ziel ist es, durch eine optimierte Aufzucht der Kälber auf den Milchviehbe-

trieben besonders konstitutionsstarke Tiere auf den Mastbetrieb zu bringen und die Effekte im Hinblick auf den Arzneimiteleinsatz sowie die Leistungsdaten der Masttiere zu quantifizieren:

- die Milchviehbetriebe erzielen einen Mehrerlös von CHF 50 pro Kalb, wenn die Kälber mit einem sog. Tränkerpass vermarktet werden. Auf diesem ist vermerkt, dass die Kälber optimiert mit Kolostrum versorgt wurden (d. h. Konzentration des Gesamtproteins im Serum zwischen Tag 2 und 10 ≥ 55 g/L bei stichprobenhafter Überprüfung), dass die Tiere intensiv getränkt wurden (d. h. Lebendgewicht von mindestens 70 kg im Alter von 6 Wochen) und zwischen dem 6. und 10. Lebenstag gegen EBP intranasal vakziniert wurden (belegt durch Impfetikett auf Tränkerpass).
- Der Handel wurde mit eingebunden und hat sich verpflichtet, dass die Kälber maximal einmal umgeladen werden und innerhalb von sechs Stunden vom Erzeugerbetrieb auf den Mastbetrieb gelangen.
- Ziel ist es, ganze Gruppen dieser sog. KGD-Tränker auf speziellen Mastbetrieben aufzustallen.
- Diese Mastbetriebe wurden zuvor durch den KGD besucht, um gemeinsam mit Landwirt und Bestandestierarzt eine Risikoanalyse mit Hilfe einer standardisierten Checkliste durchzuführen. Die wesentlichen Aspekte bzgl. Haltung, Fütterung und Hygiene werden dabei angesprochen und Möglichkeiten zur Optimierung diskutiert.
- Der Einsatz von Arzneimitteln für Gruppen- wie auch Einzeltierbehandlungen wird ebenso erfasst und ausgewertet wie die Produktionsergebnisse (täglicher Zuwachs, am Schlachtkörper Fleischigkeit mittels CHTAX-System, Fettabdeckung und bei Milchmastkälbern Fleischfarbe mittels L-Wert). Dafür wurde eine spezielle Datenbank etabliert („Kälbergesundheitssystem“).

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass sich so nachhaltig positive Effekte im Hinblick auf die Tiergesundheit und den Arzneimiteleinsatz erzielen lassen. Die Vermarktung schwererer Kälber und die Verkürzung der Mastdauer werden von den Mästern mehrheitlich begrüsst. Gleichzeitig ist das Programm kein „Selbstläufer“: auch bei Aufstallung von KGD-Tränkern kann es im Einzelfall durchaus einzelne Durchgänge geben, die erhebliche Probleme machen. In derartigen Fällen ist dann eben nicht die Konstitution der Kälber bei der Aufstallung der limitierende Faktor (d. h. das schwächste Kettenglied), sondern das Problem liegt an anderer Stelle und gefährdet den Gesundheitsstatus der Gruppe. Als besonders kritisch erwiesen sich die folgenden Faktoren:

- Das **Antränken** und die **Anfütterung** der Kälber auf dem Mastbetrieb:
 - Die Umstellung von der auf dem Geburtsbetrieb üblichen Eimertränke auf die Tränkeautomaten des Mastbetriebes fällt einigen Tieren schwer – zumal nun Milchaustauscher statt der meist auf dem bis dahin üblichen Vollmilch zum Einsatz kommt. Zudem müssen viele Kälber einen Automaten benutzen, d. h. sie müssen nacheinander trinken. Das ist nicht arttypisch für Kälber, die als sog. allelomimetische Tiere eigentlich alle Aktivitäten zeitgleich ausführen (weshalb bei Milchkühen ein Fress-Liegeplatzverhältnis von 1:1 angestrebt wird). Daraus ergibt sich bei vielen Tieren eine zunächst ungenügende Energieaufnahme, die das Kalb schwächt. Gerade in den ersten Tagen nach der Aufstallung ist somit eine gute Tierbetreuung von ausschlaggebender Bedeutung.
 - Weichen hungrige Tiere auf das angebotene Starterfutter aus, so kann dessen Gehalt an pflanzlichen Proteinträgern Verdauungsprobleme verursachen. Aber auch das Anbieten von hochwertigem Heu ist nicht automatisch vorteilhaft, weil insbesondere Kälberheu von Wiesen mit tetraploiden Ackergräsern teilweise extrem viel Zucker enthält (bis zu 250 g/kg TS), was zu massiven Durchfällen führen kann.
- Die **Gruppengröße** ist ein weiterer kritischer Faktor: je weniger Tiere in einem möglichst engen Gewichts- und Altersbereich sich in einer Gruppe befinden (Ziel: < 20 Tiere), desto eher lässt sich eine schnelle Erregerverbreitung innerhalb der Gruppe verhindern. Die Mäster jedoch wünschen sich tendentiell große Gruppen – nicht zuletzt, um Tränkeautomaten optimal ausnutzen zu können.

- Je jünger die Kälber, desto wichtiger ist die **Luftqualität** für die Lungengesundheit (van Leenen et al. 2020):
 - Gerade in der kalten Jahreszeit ist es schwierig, eine ausreichende Mengen an unbelasteter Frischluft insbesondere im Liegebereich der Kälber mit den dort besonders hohen Ammoniakkonzentrationen zu gewährleisten und gleichzeitig eine hohe Luftgeschwindigkeit zu vermeiden.
 - Ziel sollte es sein, bei der Stallbegehung den Status quo zu erheben. Sehr vorteilhaft sind dafür preiswerte batteriebetriebene Messgeräte, die eine valide Messung von Temperatur, relativer Luftfeuchtigkeit (Zielbereich < 65 %) und Konzentration des Kohlendioxids (Zielbereich: < 1'000 ppm) ermöglichen. Zusätzlich hilfreich sind Nebelpatronen, um die Luftführung im Stall zu beurteilen und ein Hitzedraht-Anemometer zur Erfassung der Luftgeschwindigkeit. Kabellose Datenlogger zur Erfassung von Temperatur und Luftfeuchtigkeit ermöglichen eine kontinuierliche Datenerfassung (z. B. Kestrel DROP D2); sie können im Stall über 14 Tage aufgehängt und anschließend im.csv-Format ausgelesen werden. Kabelloser Temperatur- und Feuchte-Datenlogger.
 - Ställe mit Schwerkraftlüftung (Fenster, Futterischlüftung) funktionieren allenfalls bei niedriger Belegungsdichte (mindestens 3 m² pro Tier)
 - In allen anderen Kälberställen sind Zwangslüftungssysteme erforderlich, wobei gemäß unserer Erfahrung nur Schlauchlüftungen, Rieseldecken oder Lochplatten erzeugen können. Axialventilatoren – sei es für Zuluft oder Abluft - sind meist nicht geeignet, da die Luftführung im Stall sehr ungleichmäßig ist.
 - Es ist einfach, niedrige Staubbelastungen der Luft zu fordern – gerade bei regelmäßig und reichlich mit Stroh eingestreuten Gruppenboxen ist das aber nur schwierig zu erreichen. Gleichzeitig sind Tiefstreuboxen für sehr junge Kälber unter Aussenklimabedingungen weitgehend alternativlos, da die Tiere nur mit reichlich Stroh ihre Wärmeverluste minimieren können.
- Kälber im Alter von 2-5 Wochen haben ein **Wärmebedürfnis**, das wir meist drastisch unterschätzen:
 - Bereits ein lediglich vierstündiger Aufenthalt bei 5 °C in einer Klimakammer führt bei der Mehrzahl von Kälbern, die an 18 °C adaptiert waren, zu massiven respiratorischen Problemen (Reinhold u. Elmer 2002). Wenn also Kälber in der kalten Jahreszeit nach einem m. o. w. langen Transport abgeladen werden und in einem neuen, ausgekühlten Stall aufgestellt werden, so resultiert eine zunächst katarrhalische Bronchitis mit einem hohen Risiko für eine konsekutive purulente Pneumonie – unabhängig vom Infektionsdruck selbst bei penibel gesäuberten Ställen mit Rein-Raus-System.
 - Besonders die im Frühjahr und Herbst typischen, starken Temperaturschwankungen zwischen Tages- und Nachtstunden sind für Kälber problematisch.
 - Hier kann man von Schweinemästern lernen: dort gehört es zu den gängigen Empfehlungen, den Maststall vor der Aufstallung neuer Partien von Ferkeln mit 24-28 kg Körpergewicht für einige Tage auf 20-24 °C vorzuheizen – sei es mit Heizlüftern, Infrarotstrahlern oder Heizplatten.
 - Wir sollten bei den Kälbern vergleichbar vorgehen, um den Tieren die Adaptation an das neue Haltungssystem zu erleichtern. Wenn eine Beheizung schon nicht möglich ist, so kann eine üppige Menge von trockenem Stroh den Tieren bei der Bewältigung des Kältestress maßgeblich helfen (Nesting Score 3; Lago et al. 2006).
- Erfolgt die **Impfung** der Kälber erst nach der Ankunft auf dem Mastbetrieb, so sind wesentliche Voraussetzungen für die zügige Entwicklung einer belastbaren Immunität nicht gegeben:
 - Einige Kälber der Gruppe befinden sich erfahrungsgemäß bereits in der Inkubationszeit, so dass es sich um eine Notimpfung handelt. Ein Impferfolg ist dann weniger wahrscheinlich, da sich der Organismus bereits mit dem Feldantigen auseinander-

setzt. Lebendimpfstoffe erscheinen in dieser Situation vorteilhafter, da unspezifische zelluläre wie humorale Mechanismen offenbar intensiver aktiviert werden als mit inaktivierten Vakzinen;

- Bisher galt die Vorstellung, dass Immunisierungen mit Lebendimpfstoff bereits nach einmaliger Applikation einen längerfristigen Schutz vermitteln können. Heute jedoch gilt die Überzeugung, dass in aller Regel auch bei Lebendvakzinen eine Booster-Impfung für eine belastbare Immunantwort erforderlich ist (Slifka & Amanna 2014).
 - Eine Impfung mit einem spezifischen Impfantigen hat auch Effekte auf die Immunantwort des Organismus gegenüber anderen Pathogenen. Diese zusätzlichen Effekte werden als heterologe Effekte, «off-target effects» oder nicht-spezifische Effekte («non-specific effects») bezeichnet und können sowohl positiv als auch negativ sein. Positive nicht-spezifische Effekte in Form einer verbesserten unspezifischen Abwehrbereitschaft des Organismus werden primär nach Verabreichung einer Lebendvakzine beobachtet (Aaby et al. 2020).
 - Das Mikrobiom im Darm spielt eine fundamentale Rolle für die Differenzierung und Funktion des Immunsystems (Belkaid & Harrison 2017) und beeinflusst direkt wie auch indirekt die Immunantwort nach einer Vakzination (Valdez et al. 2014). Gegenwärtig laufen bereits Studien, die den Effekt der Verabreichung von Probiotika und Präbiotika vor der Impfung auf den späteren Impferfolg testen. Eine wesentliche weitere Implikation ist, dass die häufig in der Praxis erfolgende metaphylaktische antibiotische Gruppenbehandlung von Kälbern zum Zeitpunkt der Impfung die Immunantwort wesentlich beeinflusst. Zwar liegen für das Kalb kaum valide Ergebnisse vor. Bei Masthähnchen aber führt die Verabreichung von Tilmicosin, Florfenicol und Enrofloxacin zu einer verminderten humoralen Immunantwort nach Impfung mit einer Vakzine gegen Newcastle Disease. Demgegenüber waren zellvermittelte Immunantworten tendentiell ausgeprägter (Kalifeh et al. 2009). Vergleichbare Ergebnisse fand eine australische Gruppe, die fünf verschiedene Vakzinen bei jungen Mäusen einsetzte, die mit Ampicillin und Neomycin behandelt worden waren. Signifikante Veränderungen des Mikrobioms waren bei den Mäusen noch 13 Wochen nach Beendigung der Antibiose nachweisbar – ebenso wie die Beeinflussung der Immunantwort (Lynn et al. 2018).
- **Mykoplasmen** sind in vielen Mastdurchgängen ein erhebliches Problem. Die Prävalenz lässt sich nur schwer einschätzen, da die Erreger aufgrund der niedrigen Tenazität häufig nicht nachgewiesen werden und die Diagnostik nicht selten falsch negative Ergebnisse liefert. Augenscheinlich werden die Erreger von einzelnen Kälbern in die Gruppe gebracht und verbreiten sich durch Tier-Tier-Kontakte und gegenseitiges Besaugen sowie über den Nuckel des Tränkeautomaten. Regelmässig ist *M. bovis* nicht nur in Trachealspülproben lungenkranker Kälber, sondern auch bei Kälbern mit Otitis media nachweisbar. Die Diagnostik der Mykoplasmen ist subtil (Parker et al. 2018) und die Resistenzprüfung schwierig, so dass nur wenige Studien mit systematischer Resistenzprüfung vorliegen (Heuvelink et al. 2016, Ozdemir et al. 2019). Zudem ist die Auswahl wirksamer Antibiotika sehr begrenzt:
 - Beta-Laktame sind wirkungslos, weil deren Wirkung auf einer Hemmung der Zellwandsynthese beruht und Mykoplasmen keine Zellwand besitzen;
 - Potenziierte Sulfonamide sind wirkungslos, weil deren Wirkung auf einer Hemmung der Folsäuresynthese beruht, die für die Vermehrung vieler Bakterien essentiell ist – da Mykoplasmen aber keine Folsäure benötigen, sind Sulfonamide *per se* unwirksam (Heuvelink et al. 2016).
 - Basierend auf empirischen Erfahrungen wird Doxzyklin häufig erfolgreich eingesetzt, obwohl immer wieder auf die hohen Resistenzraten der Isolate gegen Tetrazyklin hingewiesen wird. Faktisch unterscheiden sich offenbar die Resistenzmuster von Tetrazyklin und Doxzyklin (Blanchard et al. 1992, Agwuh u. MacGowan 2006).
 - Erste positive Erfahrungen mit einer bestandsspezifischen Vakzine gegen *M. bovis* (Impfung am Tag nach der Ankunft und 14 Tage später) liegen zwar vor, doch zunächst sind noch weitere Ergebnisse unter unterschiedlichen Bedingungen erforderlich.

Zusammenfassend gilt, dass bei Bestandsproblemen mit EBP der Fokus der tierärztlichen Betreuung auf den unbelebten Krankheitsursachen und dabei insbesondere bei Stallklima, Luftführung sowie Stressbelastung und Immunstatus der Kälber liegen sollte. Diese Faktoren gilt es zunächst systematisch zu erfassen und anschließend zu optimieren. Die Morbidität und Mortalität lässt sich auf diese Weise auf der Mehrzahl der Betriebe wesentlich reduzieren. Auch bei einem optimalen Management treten jedoch bei einzelnen Tieren teilweise auch schwere Erkrankungen auf. Diese lassen sich jedoch durch die frühzeitige und konsequente Anwendung etablierter Behandlungsschemata zumeist erfolgreich therapieren.

Literatur

Aaby P, Benn CS, Flanagan KL, Klein SL, Kollmann TR, Lynn DL, Shann F (2020): The non-specific and sex-differential effects of vaccines. *Nature Rev Immunol* 10.1038/s41577-020-0338-x.

Agwuh KN, MacGowan A (2006): Pharmacokinetics and pharmacodynamics of the tetracyclines including glycylcyclines. *J Antimicrob Chemother* 58, 256–265.

Bähler C, Steiner A, Luginbühl A, Ewy A, Posthaus H, Strabel A, Kaufmann T, Regula G (2010): Risk factors for death and unwanted early slaughter in Swiss veal calves kept at a specific animal welfare standard. *Res Vet Sci* 92, 162-168.

Baumann U (2014): Physiologische Infektanfälligkeit oder Immundefekt? *Pädiatrie* 26 (S1), 56-61.

Beer G., Doherr M.G., Bähler C., Meylan M.: Antibiotikaeinsatz in der Schweizer Kälbermast. *Schweiz Arch Tierheilk* 2014, 157: 55-57.

Belkaid Y, Harrison OJ (2017): Homeostatic immunity and the microbiota. *Immunity* 46, 562–576.

Buczinski S, Pardon B (2020). Bovine respiratory disease diagnosis: what progress has been made in clinical diagnosis? *Vet Clin N Am Food Anim Pract* 36, 399–423.

Blanchard A, Crabb DM, Dybvig K, Duffy LB, Cassell GH (1992): Rapid detection of tetM in *Mycoplasma hominis* and *Ureaplasma urealyticum* by PCR: tetM confers resistance to tetracycline but not necessarily to doxycycline. *FEMS Microbiol Lett* 74, 277-281.

Caswell JL, Bateman KG, Cai HY, Castillo-Alcala F (2010): *Mycoplasma bovis* in respiratory disease of feedlot cattle. *Vet Clin N Am Food Anim Pract* 26, 365–379

Grigor PN, Cockram MS, Steele WB, le Sueur CJ, Forsyth RE, Guthrie JA, Johnson AK, Sandilands V, Reid HW, Sinclair C and Brown HK (2001): Effects of space allowance during transport and duration of mid-journey lairage period on the physiological, behavioural and immunological responses of young calves during and after transport. *Anim Sci* 73, 341–360.

Heuvelink A, Reugebrink C, Mars J (2016): Antimicrobial susceptibility of *Mycoplasma bovis* isolates from veal calves and dairy cattle in the Netherlands. *Vet Microbiol* 189, 1–7.

Hilton WM (2015): Management of preconditioned calves and impacts of preconditioning. *Vet Clin N Am Food Anim Pract* 31, 197–207.

Holland BP, Burciaga-Robles LO, van Overbeke DL, Shook JN, Step DL, Richards CJ, Krehbiel CR (2010): Effect of bovine respiratory disease during preconditioning on subsequent feedlot performance, carcass characteristics, and beef attributes. *J Anim Sci* 88, 2486-2499.

Kaske M, Leister T, Smolka K, Andresen U, Kunz HJ, Kehler W, Schuberth HJ, Koch A (2009): Die neonatale Diarrhoe des Kalbes. IV. Mitteilung: Kälberdurchfall als Bestandsproblem: die Bedeutung der Kolostrumversorgung. *Prakt Tierarzt* 90, 756-767.

Khalifeh MS, Amawi MM, Abu-Basha EA, Yonis IB (2009): Assessment of humoral and cellular-mediated immune response in chickens treated with tilmicosin, florfenicol, or enrofloxacin at the time of Newcastle disease vaccination. *Poultry Sci* 88, 2118-2124.

Knowles TG (1995): A review of post transport mortality among younger calves. *Vet Rec* 137, 406-407.

Lago A, McGuirk SM, Bennett TB, Cook NB, Nordlund KV (2006): Calf respiratory disease and pen microenvironments in naturally ventilated calf barns in winter. *J Dairy Sci* 89, 4014-4025.

Lava M., Pardon B., Schüpbach-Regula G., Keckeis K., Deprez P., Steiner A., Meylan M. 2016: Effect of calf purchase and other herd-level risk factors on mortality, unwanted early slaughter, and use of antimicrobial group treatments in Swiss veal calf operations. *Prev Vet Med*, 126: 81-88.

Lundborg GK, Svensson EC, Oltenacu PA (2005): Herd-level risk factors for infectious diseases in Swedish dairy calves aged 0-90 days. *Prev Vet Med* 68, 123-143.

Lynn MA, Tumes DJ, Mei Choo J, Sribnaia A, Blake SJ, Xiang Leong LE, Young, GP, Marshall HS, Wesselingh SL, Rogers GB, Lynn DJ (2018): Early-life antibiotic-driven dysbiosis leads to dysregulated vaccine immune responses in mice. *Cell Host & Microbe* 23, 653-660.

Marcato F, van den Brand H, Kemp B, Engel B, Wolthuis-Fillerup M, van Reenen K (2020): Effects of pretransport diet, transport duration, and type of vehicle on physiological status of young veal calves. *J Dairy Sci* 103, 3505-3520.

Maccari P, Wiedemann S, Kunz HJ, Piechotta M, Sanftleben P, Kaske M (2015): Effects of two different rearing protocols for Holstein bull calves in the first 3 weeks of life on health status, metabolism and subsequent performance. *J Anim Physiol Anim Nutr* 99, 737-746.

Murray GM, O'Neill RG, More SJ, McElroy MC, Earley B, Cassidy JP (2016): Evolving views on bovine respiratory disease: an appraisal of selected key pathogens. *Vet. J.* 217, 95-102.

Nielsen BL, Dybkjær L, Herskin MS (2011): Road transport of farm animals: effects of journey duration on animal welfare. *Animal* 5:3, 415-427.

Pardon B, Buczinski S, Deprez PR (2019): Accuracy and inter-rater reliability of lung auscultation by bovine practitioners when compared with ultrasonographic findings. *Vet Rec* 185, 1-4.

Parker AM, Sheehy PA, Hazelton MS, Bosward KL, House JK (2018): A review of mycoplasma diagnostics in cattle. *J Vet Intern Med* 32, 1241-1252.

Ozdemir U, Turkyilmaz MA, Nicholas RAJ (2019): Antibiotic sensitivity of *Mycoplasma bovis* and other respiratory pathogens isolated from pneumonic lung samples in a calf rearing unit in Turkey. *Anim Husb Dairy Vet Sci* 3, 1-5. doi: 10.15761/AHDVS.1000150

Reinhold P (1997): Grundlagen und Besonderheiten der Lungenfunktion beim Rind. Tierärztl Umsch 52, 584-592.

Reschke C, Schelling E, Michel A, Remy-Wohlfender F, Meylan M (2017): Factors associated with colostrum quality and effects on serum gamma globulin concentrations of calves in Swiss dairy herds. J Vet Intern Med 31, 1563-1571.

Reinhold P, Elmer S (2002): Die Auswirkungen kurzzeitiger Schwankungen der Umgebungstemperatur auf den Kälberorganismus. 2. Mitteilung: Auswirkung auf die Tiergesundheit bis drei Wochen post expositionem. Dtsch Tierärztl Wschr 109, 193-200.

Slifka MK, Amanna IJ (2014): How advances in immunology provide insight into improving vaccine efficacy. Vaccine 32, 2948–2957.

Smith RA, Step DL, Woolums AR (2020): Bovine Respiratory Disease: looking back and looking forward - what do we see? Vet Clin North Am Food Anim Pract 36, 239-251.

Svensson EC, Lundborg GK, Emanuelson U, Olsson SO (2003): Morbidity in Swedish dairy calves from birth to 90 days of age and individual calf-level risk factors for infectious diseases. Prev Vet Med 58, 179-197.

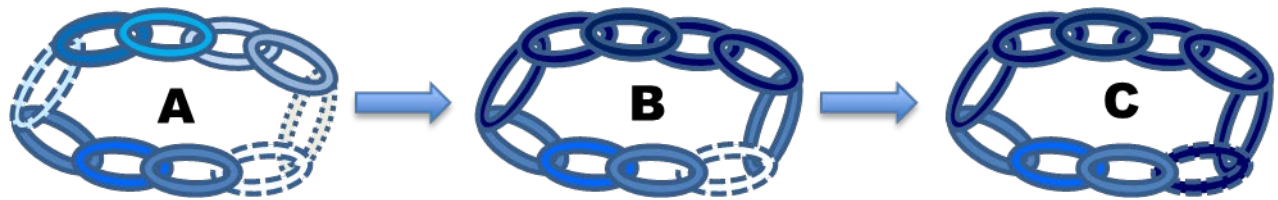
Theurer M, Larson RL, Brad W. (2015): Systematic review and meta-analysis of the effectiveness of commercially available vaccines against bovine herpesvirus, Bovine viral diarrhea virus, Bovine respiratory syncytial virus, and parainfluenza type 3 virus for mitigation of bovine respiratory disease complex in cattle. J Am Vet Med Assoc 246, 126-142.

Valdez Y, Brown EM, Finlay BB (2014): Influence of the microbiota on vaccine effectiveness. Trends Immun 35, 526-537.

van Leenen K, Jouret J, Demeyer P, van Driessche L, Cremer LD, Masmeijer C, Boyen F, De-prez P, Pardon B (2020): Associations of barn air quality parameters with ultrasonographic lung lesions, airway inflammation and infection in group-housed calves. Prev Vet Med 181, 105056.

Veit H, Farrell RL (1978): The anatomy and physiology of the bovine respiratory system relating to pulmonary disease. Cornell Vet 68, 555-581.

Wilson BK, Richards CJ, Step DL, Krehbiel CR (2017): Best management practices for newly weaned calves for improved health and well-being. J Anim Sci 95, 2170-2182.

Abb. 1:

„Eine Kette ist immer nur so stark wie das schwächste Glied!“

Problematik der Lösung von Bestandsproblemen durch Faktorenerkrankungen: jedes Kettenglied repräsentiert einen für die Prävalenz der Erkrankung wichtigen Faktor. Je heller das Kettenglied, desto problematischer ist dieser Faktor für die Tiergesundheit.

A: Betrieb mit vielen Risikofaktoren: hohe Krankheitsprävalenz

B: nach Optimierung mehrerer Faktoren keine wesentliche Verbesserung der Tiergesundheit, da ein entscheidender Faktor – und damit das schwächste Glied - nicht berücksichtigt wurde

C: nachhaltige Verbesserung der Tiergesundheit durch ein Gesamtkonzept mit Berücksichtigung aller wichtigen Faktoren



Abb. 2: Schlauchlüftungen ermöglichen in Kälberställen die Zufuhr grosser Mengen an Frischluft bei sehr niedriger Luftgeschwindigkeit



Abb. 3: Axialventilatoren, die statt Frischluft nur die verbrauchte Stallluft bewegen, sind für das Stallklima unwirksam



Abb. 4: Für junge Kälber sind Ställe mit Tiefstreu vorteilhaft - Liegeboxen werden meist gemieden



Abb. 5: Dazu darf es nicht kommen: eine tierschutzrelevante Situation mit einem chronisch kranken, bereits stark abgemagerten Kalb mit expiratorischer Dyspnoe und Maulatmung als Hinweis auf ein Emphysem