

Qualitätsbeurteilung von bovinen und equinen Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Klinik für Gynäkologie, Andrologie und Geburtshilfe der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz, Justus-Liebig-Universität Gießen, 35392 Gießen, Deutschland

Zusammenfassung

Die Aufnahme von Kolostrum guter Qualität ist essenziell für den Aufbau einer passiven Immunität beim neonatalen Kalb und Fohlen. Die Qualität des Kolostrums ist abhängig von dessen IgG-Gehalt. Da in praxi die Möglichkeiten für eine direkte Bestimmung dieses Parameters eingeschränkt sind, erfolgt häufig eine Einschätzung der Kolostrumqualität anhand seiner biophysikalischen Eigenschaften. Die Messung kann aufgrund der einfachen Methodik meist direkt vor Ort und unmittelbar nach der Geburt durchgeführt werden. Die biophysikalischen Eigenschaften, welche in diese Übersichtsstudie einbezogen wurden, sind die Dichte, der Brechungsindex bzw. die relative Dichte, die Viskosität, der pH-Wert und die Farbe. Die Bestimmung der Dichte von Rinderkolostrum ist in der Praxis ein gängiges Verfahren zur Beurteilung des IgG-Gehaltes, da die Dichte mit dem IgG-Gehalt korreliert. Die Dichte des Kolostrums sollte mindestens 1047 g/l betragen. Zur Messung sind verschiedene Kolostrometer erhältlich. Diese Methode findet ebenso Verwendung beim Pferd. Die Dichte von equinen Kolostrum sollte mindestens 1060 g/l betragen.

Die Bestimmung des Brechungsindex bzw. der relativen Dichte mittels Refraktometer ist ein beim Rind und Pferd etabliertes Verfahren, da eine deutliche Korrelation mit dem IgG-Gehalt bewiesen ist. Um als gut eingestuft zu werden, sollte bovines Kolostrum einen Wert von 22% Brix und equines Kolostrum einen Wert von 23% Brix erreichen. Ein weiterer, jedoch in der Praxis noch nicht etablierter Ansatz ist die Beurteilung von Rinderkolostrum anhand der Viskosität. Auch hier konnte ein Zusammenhang zwischen Viskosität und IgG-Gehalt bewiesen werden. Die Messung der Viskosität kann mit Hilfe eines Auslaufbechers erfolgen. Beim Pferd liegen zu dieser Methodik noch keine ausreichenden Daten vor. Der pH-Wert und die Farbe eignen nicht zur Abschätzung des IgG-Gehaltes.

Schlüsselwörter: Brechungsindex, Dichte, Kolostrum, Pferd, Rind, Viskosität

Quality Assessment of Bovine and Equine Colostrum – An Overview

Good quality colostrum intake is essential for passive immunity in neonatal calf and foals. The quality of colostrum depends on its IgG content. Since in practice the possibilities for a direct determination of these parameters are limited, an estimation of colostrum quality is often based on its biophysical properties. The simple methodology allows to perform measurements directly on site and immediately after birth. The biophysical properties included in the current review are density, refractive index, relative density, viscosity, pH, and color. The determination of the density of bovine colostrum is a common method for the evaluation of the IgG content in practice since it correlates with IgG. Density of bovine colostrum should be 1047 g/l. Different colostrometers are available for the measurement. This method is also used in the horses. Density of equine colostrum should be 1060 g/l. Refractive index or the relative density by refractometer has been proven to correlate with the IgG and is an established method in cattle and horses. Good bovine colostrum should have an index of 22% brix and equine colostrum 23% brix. Although not yet established in practice an additional methodology would be the determination viscosity of bovine colostrum. Viscosity could be measured with an outlet cup. A relationship between viscosity and IgG has demonstrated. Sufficient data for this method is missing for equine colostrum. Color and pH are not suitable for estimating the IgG content.

Keywords: refractive index, density, colostrum, horse, cattle, viscosity

<https://doi.org/10.17236/sat00205>

Eingereicht: 12.12.2018
Angenommen: 01.03.2019

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Einleitung

Eine adäquate Versorgung mit Kolostrum ist bei neonatalen Fohlen und Kälbern von herausragender Bedeutung, da aufgrund des epitheliochorialen Plazentatyps bei diesen Tieren keine ausreichende intrauterine Übertragung von maternalen Antikörpern auf den Fetus möglich ist. Somit kann erst durch die Aufnahme von Kolostrum, welches eine ausreichende Menge an maternalen Antikörpern enthält, eine passive Immunität sichergestellt werden.³⁵ Neben der Menge des aufgenommenen Kolostrums, dem Zeitpunkt der Aufnahme und



Abbildung 1: Kolostrometer der Firma Kerbl in Buchbach zur Messung des spezifischen Gewichtes von Rinderkolostrum mit Skala für den IgG-Gehalt.

der Art der Fütterung ist die Qualität des Kolostrums von entscheidender Bedeutung. Die aussagekräftigste Methode zur Bestimmung der Kolostrumqualität ist die Messung des IgG-Gehaltes mittels Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) oder Radialer Immundiffusion (RID). Diese Messungen können jedoch nur unter Laborbedingungen durchgeführt werden und werden deshalb in der Praxis selten eingesetzt, da eine zeitnahe Beurteilung des Kolostrums nicht möglich ist. Als weiteres direktes Messverfahren muss die immunoturbidometrische Bestimmung (TIA) des IgG-Gehaltes erwähnt werden. Diese Technik wurde zur IgG-Bestimmung aus dem Serum entwickelt.¹³ Mittlerweile wurde die Methode auch für die IgG-Bestimmung aus Kolostrum etabliert.¹¹ Den Vorteil den diese direkte Methode bietet ist, dass sie mit einer portablen Untersuchungseinheit und Testkits auch auf den Betrieben durchgeführt werden kann. Zur Eignung der TIA zur IgG-Bestimmung aus dem Kolostrum liegen bisher konträre Ergebnisse vor. Während eine Untersuchung der Methode mit Rinderkolostrum eine deutliche Korrelation zwischen den Ergebnissen aus TIA und RID zeigt,⁴⁷ zeigt eine andere Studie, welche Kolostrumproben von Stuten untersuchte, keine Korrelation zwischen TIA und RID.⁴⁹ Ein weiteres Verfahren zur direkten IgG-Bestimmung von Kolostrum auf dem Betrieb ist das Split trehalase immunoglobulin G assay (STIGA). Dieses wurde erst vor kurzem entwickelt und validiert.¹⁵ Da sich noch keines der direkten Messverfahren zur Kolostrumqualitätsbeurteilung auf dem Betrieb durchsetzen konnte, wird weiterhin auf indirekte Messverfahren zurückgegriffen, welche sich zum Abschätzen der Kolostrumqualität etabliert haben.

Biophysikalische Eigenschaften des Kolostrums

Dichte/Spezifisches Gewicht

Bereits früh wurde festgestellt, dass das spezifische Gewicht des Kolostrums im Vergleich zu nichtkolostraler Milch deutlich erhöht ist. Bei der Messung der Dichte von Kolostrum hat sich das Aräometer als Messinstrument durchgesetzt. Hierzu wird das Messinstrument, welches aus einer Spindel und einem Hals besteht, in das Kolostrum eingetaucht, sodass diese aufschwimmt. Es gibt zahlreiche kommerziell erhältliche Produkte. Häufig wurde die Skala, auf welcher im eigentlichen Aräometer die Dichte ablesbar ist, entweder um eine Skala mit dem vermuteten IgG-Gehalt ergänzt oder ersetzt (Abbildung 1). In einer von Garrett und Overman (1940) durchgeführten Studie lagen die Werte für die Dichte von Kolostrum bei Rindern, welches bei der ersten Melkung ermolken wurde, zwischen 1032 g/l und 1083 g/l.²⁰ Auf Basis dieser Ergebnisse wurden weitere Studien zur Dichte von Rinderkolostrum durchgeführt.

Fleener und Stott (1980) untersuchten den Zusammenhang zwischen spezifischem Gewicht und der Immunglobulinkonzentration sowie Totalprotein und Feststoffanteil.¹⁹ In den Untersuchungen wurde ein Korrelationskoeffizient von 0,699 zwischen spezifischem Gewicht und Immunglobulingehalt festgestellt. Als Cut-Off-Wert, ab welchem Kolostrum als von guter Qualität eingestuft werden könne, legten sie 1047 g/l fest. Zudem zeigte sich eine deutliche Korrelation zwischen spezifischem Gewicht und dem Gesamtprotein-gehalt ($r = 0,9$)¹⁹. Laut Mechor et al. (1992) hängt das spezifische Gewicht des Kolostrums sogar zu 76% vom IgG-Gehalt ab.⁴⁰ Des Weiteren ergab die Studie, dass das spezifische Gewicht stark von der Temperatur des Kolostrums abhängig ist. Die Messung der Dichte sollte deshalb immer bei der Temperatur erfolgen, auf die das Hydrometer geeicht ist oder zusätzlich eine Formel verwendet werden, welche die Temperatur, bei der die Messung erfolgt, berücksichtigt.⁴⁰ Die Verwendung folgender Formel wird empfohlen:

$$\text{IgG-Gehalt} \left[\frac{\text{g}}{\text{l}} \right] = 853 \times \text{Dichte} \left[\frac{\text{kg}}{\text{l}} \right] + 0,4 \times \text{Temperatur} [^{\circ}\text{C}] - 866$$

Einige Untersuchungen schränkten die Aussagekraft des Spezifischen Gewichtes über den IgG-Gehalt ein und befassten sich mit Faktoren, welche die Dichte von Kolostrum beeinflussen.^{41,46} So fand man heraus, dass das spezifische Gewicht rasseabhängig ist. Es wurde festgestellt, dass bei Braunvieh- und Ayrshirekühen die Dichte des Kolostrums signifikant geringer ist als bei Tieren der Rasse Holstein oder Jersey. Des Weiteren wurde der Einfluss der Paritäten auf die Dichte untersucht. Es konnte herausgefunden werden, dass die Dichte bei erst- oder zweitgebärenden Tieren signifikant niedriger war als bei Tieren mit einer höheren Anzahl an Geburten. Unabhängig von der Rasse unterliegt die Dichte jahreszeitlichen Schwankungen. Sie ist im Herbst höher als im Sommer. Dies hängt mit dem unterschiedlichen Proteingehalt der Milch zusammen, der ebenfalls jahreszeitlich schwankt. Aus dieser Beobachtung wurde geschlussfolgert, dass das spezifische Gewicht enger mit dem Proteingehalt des Kolostrums als mit der IgG-Konzentration korreliert ist.⁴¹ Bei dem Vergleich zwischen der Qualitätsbeurteilung mittels Kolostrometer und der IgG-Messung an Kolostrumproben von Jersey Rindern zeigten sich größere Divergenzen. Diese sind durch den grundsätzlich höheren Fett- und Eiweißgehalt der Milch von Jerseykühen zu erklären. So wird durch die Verwendung eines Hydrometers, welches auf Kolostrum von Holstein-Kühen geeicht wurde, der IgG-Gehalt von Kolostrum von Jersey-Kühen unterschätzt.⁴⁶ Lokke et al. (2016) untersuchten den Zusammenhang zwischen dem IgG-Gehalt von Kolostrum und dem Totalprotein- und Fettgehalt sowie das spezifische Gewicht.²⁹ Sie stellten fest, dass die Korrelation zwischen spezifischem Ge-

wicht und IgG-Gehalt $r^2 = 0,57$ und zwischen der Brix-Refraktometrie und dem IgG-Gehalt $r^2 = 0,66$ betrug, während die Korrelation zwischen dem Gehalt an Totalprotein und dem IgG-Gehalt bei $r^2 = 0,70$ lag. Aus diesem Grund sei die Brix-Refraktometrie zur Abschätzung des IgG-Gehaltes der Dichte vorzuziehen.²⁹ Eine Studie widerspricht dieser Aussage.⁵ In dieser wurden verschiedene Methoden zur Qualitätsbestimmung von Kolostrum geprüft und mit der Radioimmundiffusion (RID) zur IgG-Gehaltsbestimmung verglichen. Hierbei war die Korrelation zwischen spezifischem Gewicht und IgG-Messung mittels RID größer ($r = 0,77$) als die Korrelation zwischen IgG-Messung und Brix-Refraktometrie ($r = 0,64$). Jedoch erwies sich die Brix-Refraktometrie als spezifischer.⁵

Auch beim Pferd kann das spezifische Gewicht zur Beurteilung der Kolostrumqualität eingesetzt werden. So lässt sich sowohl eine enge Korrelation zwischen Dichte und IgG-Gehalt des Kolostrums ($r = 0,9$), als auch zwischen spezifischem Gewicht des Kolostrums und der IgG-Konzentration im Serum der Fohlen 24 Stunden nach der Geburt ($r = 0,82$) nachweisen. Als Cut-Off-Wert zur Einstufung der Kolostrumqualität als „gut“ eignet sich ein spezifisches Gewicht von 1060 g/l. Liegt die Dichte des Kolostrums unter diesem Wert, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass das Fohlen durch das maternale Kolostrum nicht ausreichend mit Antikörpern versorgt werden kann, erhöht.²⁸ In einer weiteren Studie wurden Milchproben von 27 Stuten direkt nach der Geburt und Milchproben von zehn Stuten einige Wochen nach der Geburt untersucht. Zur direkten Bestimmung des IgG-Gehaltes wurde die RID verwendet. Zudem wurden ein Latex-Agglutinationstest zur semiquantitativen IgG-Messung und die Dichte, das Totalprotein und die Viskosität zur indirekten Qualitätsbeurteilung eingesetzt. Bei allen Messverfahren konnte eine Korrelation zum IgG-Gehalt festgestellt werden. Die Dichtemessung erwies sich als eine der besten Testmethoden zur Qualitätsbeurteilung von Kolostrum direkt im Stall.⁵³ Venner et al. (2008) untersuchten 360 Kolostrumproben von Stuten.⁵² Es ergab sich ein Korrelationskoeffizient zwischen der Dichte und dem IgG-Gehalt gemessen mittels ELISA von 0,88. Sie folgerten, dass die Dichtemessung als Methode der Qualitätsbeurteilung des Kolostrums gut geeignet ist.⁵² Im Gegensatz zum Rind ist die Auswahl an Aräometern, welche sich zur Beurteilung von Pferdekolostrum eignen, eingeschränkt. Meist werden Aräometer verwendet, welche universell eingesetzt werden können und auf eine Temperatur von 20°C geeicht sind. Dies gilt auch für die hier zitierten Studien.^{28,52,53} Ebenso empfiehlt Aurich (2008) eine Einschätzung des IgG-Gehaltes des Kolostrums durch die Dichtemessung mittels Kolostrometer vor der Kolostrumaufnahme des Fohlens.²

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Bei der Bestimmung der Dichte zur Beurteilung der Kolostrumqualität handelt es sich somit um ein anerkanntes und in der Praxis weit verbreitetes Verfahren. Es muss jedoch berücksichtigt werden, dass sowohl externe Faktoren, wie die Temperatur und die Jahreszeit, als auch vom Muttertier ausgehende Faktoren, wie Rasse oder Anzahl der Paritäten, die Aussagekraft der Beurteilung des IgG-Gehaltes über die Dichtemessung reduzieren kann.

Brechungszahl/Brechungsindex und relative Dichte

Brechungszahl und Brechungsindex werden im allgemeinen Sprachgebrauch häufig synonym benutzt. Der Begriff der Brechungszahl ist physikalisch gesehen dem Begriff des Brechungsindex vorzuziehen. Dieser wird jedoch vor allem im angloamerikanischen Sprachgebrauch noch häufig verwendet.¹⁸ Die Brechungszahl ist eine Messgröße der Refraktion (Lichtbrechung). Gängige Anwendung findet der Brechungsindex in der Alkohol-, Zucker- oder Glykolgehaltbestimmung. Die Vorteile in der Messung der Brechungsindices liegen in dem geringen Probenvolumen, dem präzisen Messergebnis und der Schnelligkeit des Messvorganges¹ Während bei Reinstoffen der Brechungsindex nur von der Temperatur

des Mediums und der Wellenlänge des Lichtes abhängig ist, spielt bei Lösungen die Konzentration der Lösung eine entscheidende Rolle. Ist der Brechungsindex einer Standardlösung bekannt so kann durch den Brechungsindex der zu untersuchenden Lösung auf deren Konzentration rückgeschlossen werden, da sich dieser direkt proportional zur Konzentration verändert. Durch diesen physikalischen Zusammenhang kann bei konstanter Temperatur und bekannter Wellenlänge des Lichtes durch den Brechungsindex die relative Dichte einer Lösung bestimmt werden. Bei der relativen Dichte handelt es sich um eine Verhältniszahl, welche die absolute Dichte/spezifisches Gewicht der beprobten Substanz in ein Verhältnis zu der Dichte einer Richtsubstanz setzt.²⁵ Bekannte Beispiele für die Anwendung dieser Methode sind die Messung der spezifischen Dichte von Fruchtsäften zum Rückschluss auf deren Zuckergehalt oder die Messung der Relativen Dichte von Spirituosen zum Rückschluss auf deren Alkoholgehalt. Als Einheit hat sich hierfür Grad Brix etabliert.¹⁷ Die Einheit Grad Brix bezieht sich dabei darauf, wieviel Gramm Saccharose in 100 Gramm einer Saccharose-/Wasserlösung enthalten sind. Die Verwendung einer Saccharoselösung dient hierbei nur als Vergleichssubstanz. Die zu untersuchende Substanz muss selbst keine Saccharose enthalten.³¹

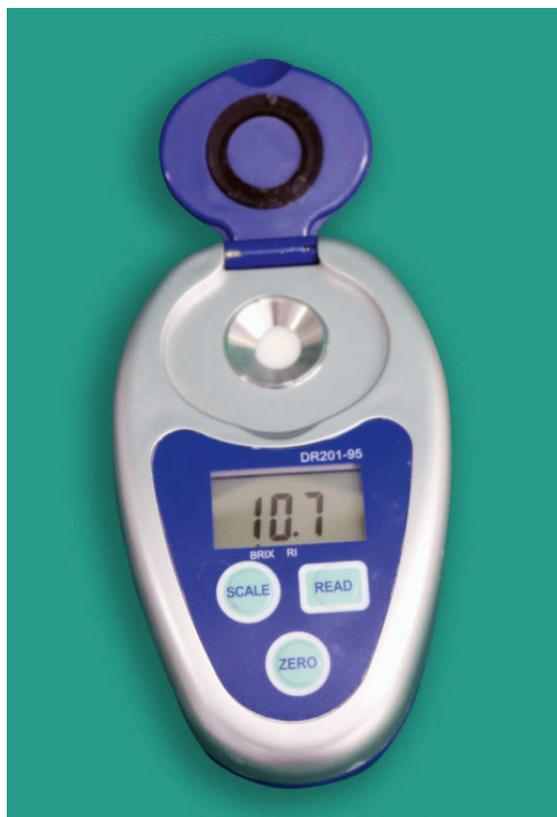


Abbildung 2: Brix-Refraktometer DR201-95 der Firma Krüss in Hamburg zur Messung der spezifischen Dichte in Grad-Brix.

Da auch beim Kolostrum die Konzentration der Inhaltsstoffe Einfluss auf die relative Dichte ausüben, hat sich die Messung dieser zur Bestimmung der Kolostrumqualität etabliert. Zur Messung der Brechungszahl werden Refraktometer eingesetzt. Auf dem Markt sind sowohl optische als auch digitale Refraktometer erhältlich, welche zur Bestimmung der Kolostrumqualität benutzt werden können. In 288 Rinderkolostrumproben aus drei Betrieben wurde die relative Dichte mittels eines optischen und eines digitalen Refraktometers gemessen. Es wurden frische Proben und Proben nach dem Einfrieren und Auftauen untersucht. Die Korrelation zwischen optischem und digitalem Refraktometer lag bei 0,97. Als Goldstandart wurde eine RID zur IgG-Messung verwendet. Die Korrelation zwischen IgG-Messung mittels RID und der Messung der relativen Dichte bei frischen Proben lag bei 0,74. Bei aufgetauten Proben verschlechterte sich der Korrelationskoeffizient geringgradig auf 0,71. Als Cut-Off-Wert, ab welchem eine Kolostrumprobe mit großer Wahrscheinlichkeit einen IgG-Gehalt von 50 Gramm pro Liter oder mehr aufweist, wurden 22 Grad (%) Brix festgelegt.⁶ In einer weiteren Studie wurden 183 Erstgemelksproben untersucht. Der Mittelwert der relativen Dichte betrug 23,5% Brix. Der Korrelationskoeffizient zwischen relative Dichte und IgG-Messung mittels RID betrug 0,75. Die statistische Auswertung der Daten ergab, dass ab einer relativen Dichte von 21% Brix die Qualität des Kolostrums als gut einzustufen sei.⁴⁷ Elsohaby et al. (2017) bestimmten die relative Dichte von 240 Kolostrumproben mittels optischem und digi-

talen Brix-Refraktometer.¹⁶ Der Korrelationskoeffizient betrug zwischen relativer Dichte mittels digitalem Refraktometer gemessen und der IgG-Messung mittels RID 0,72, bei einer Messung mittels optischem Refraktometer 0,71. Als optimaler Cut-Off-Wert zur Einschätzung von gutem Kolostrum wurde in dieser Studie 23% Brix angegeben. Bei diesem Wert wies die Untersuchungsmethode eine Sensitivität von 74% bzw. 73% und eine Spezifität von 80% auf.¹⁶ Bei einer Studie zur Evaluierung von „On-farm-tools“ zur Kolostrumqualitätsbeurteilung wurde die relative Dichte von 569 Kolostrumproben mittels Brix-Refraktometer (Abbildung 2) gemessen. Der Korrelationskoeffizient zwischen relativer Dichte und IgG-Messung lag in dieser Studie bei 0,64. Auch hier wurde als Cut-Off-Wert zur Einschätzung von gutem Kolostrum 23% Brix definiert.⁵

Bielmann et al. (2010), Bartens et al. (2016) und Elshaby et al. (2017) verwendeten jeweils sowohl optische als auch digitale Brix-Refraktometer und verglichen deren Eignung.^{3,6,16} Bartens et al. (2016) beschäftigten sich mit der Wiederholbarkeit der Ergebnisse bei den verschiedenen Messtechniken.³ Die Inter-Observer-Variabilität lag bei 98 % bei Ablesen der relativen Dichte vom optischen Refraktometer, für das digitale Refraktometer wurde diese nicht ausgewertet. Die Intra-Observer-Variabilität lag beim optischen Refraktometer bei 97%, beim digitalen Refraktometer bei 98%.³ Bielmann et al. (2010) berechneten den Korrelationskoeffizient zwischen der Messung mittels optischen und digitalen Brix-Refraktometers.⁶ Dieser lag bei der Beurteilung von frischen Kolostrumproben bei 0,98 und bei der Verwendung von aufgetauten Kolostrumproben nach Kryokonservierung bei 0,97.⁶ Auch in der Studie von Elshaby et al. (2017) war der Unterschied zwischen Messung mit optischem und digitalem Brix-Refraktometer marginal.¹⁶ Der Korrelationskoeffizient zwischen relativer Dichte gemessen mit optischem bzw. digitalem Refraktometer und dem IgG-Gehalt gemessen mittel RID lag bei 0,71 bzw. 0,72.¹⁶

Buczinski und Vandeweerd (2016) fassten in einem systematischen Review die Datenlage zur Qualitätsbeur-

teilung von bovinen Kolostrum durch Messung der relativen Dichte zusammen.⁷ In ihre Auswertung flossen elf Studien ein. Die Gesamtanzahl der Proben umfasste 4251. In allen Studien wurden die IgG-Konzentration mittel RID gemessen. Ab einem IgG-Gehalt von 50 g/l wurden die Kolostrumproben als gute Qualität eingestuft. Aufgrund der Festlegung von deutlich unterschiedlichen Cut-Off-Werten erfolgt eine deutliche Streuung von Sensitivität und Spezifität (Tabelle 1). Bei acht Studien wurde als Cut-Off-Wert 22% Brix festgelegt. Die mittlere Sensitivität betrug 80,2%, wobei die Werte zwischen 71,1 und 87,0% lagen. Die mittlere Spezifität lag bei 82,6%, hier erstreckten sich die Werte von 71,4 bis 90,0%. Zur Vergleichbarkeit wurde im Rahmen des Reviews der Cut-Off-Wert auf 18% Brix festgelegt. Dadurch ergab sich folgende Änderung der Werte: Die mittlere Sensitivität betrug 96,1% während die mittlere Spezifität bei nur noch 54,5% lag. Durch die Verwendung von statistischen Simulationsprogrammen und ihrer Auswertung konnten folgende Aussagen getroffen werden: Ein Cut-Off-Wert von 22% Brix eignet sich gut zur Einschätzung, ob ein Kolostrum von guter Qualität ist. Demgegenüber wurden bei Kolostrumproben, welche eine relative Dichte von unter 18% Brix aufwiesen, in der Nachtestung mittels RID nur durchschnittlich 22,7% als von guter Qualität eingestuft. Die Autoren ziehen daraus den Schluss, dass im Fall einer vom Volumen her ausreichenden Kolostrumaufnahme des Kalbes, die passive Immunisierung bei Verwendung von Kolostrum mit relativer Dichte über 22% Brix relativ sicher gewährleisten kann. Während Kolostrum, welches eine relative Dichte von unter 18% Brix aufweist, zu verwerfen ist und das Kalb mit Kolostrum von besserer Qualität versorgt werden sollte. Wenn die relative Dichte des Kolostrums zwischen 18% Brix und 22% Brix liegt, sollte über eine Supplementierung nachgedacht werden. Auch sie sehen keinen Vor- oder Nachteil in einer Untersuchung mittels optischen oder digitalen Refraktometers, da beide Verfahren schnell und einfach durchzuführen und günstig sind.⁷

Zur Qualitätsbeurteilung von Pferdekolostrum wurden Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der re-

Qualitätsbeurteilung von bovinen und equinen Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Tabelle 1: Tabelle zum Vergleich der zur Beurteilung der Kolostrumqualität geeigneten biophysikalischen Eigenschaften getrennt nach Tierarten mit Angabe von Cut-off-Werten, Korrelation zum IgG-Gehalt, Sensitivität und Spezifität.

Biophysikalische Eigenschaft	Tierart	Messinstrument	Cut-off- Wert	Korrelation zum IgG-Gehalt	Spezifität	Sensitivität
Dichte/ spezifisches Gewicht	Rind	Aräometer oder Kolostrometer	1047 g/l	0,57–0,76	71–84%	65–79%
	Pferd	Aräometer	1060 g/l	0,8–0,9	/	/
Relative Dichte/ Brechungsindex	Rind	opt. oder dig. Refraktometer	22% Brix	0,64–0,75	63,8–85,2%	82,3–93,7%
	Pferd	optisches Refraktometer	23% Brix	0,7–0,94	/	/
Viskosität	Rind	Durchlauftrichter	24 sec Auslaufzeit	> 0,6	77,80%	73,90%
	Pferd	kein validiertes Verfahren	/	/	/	/

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

lativen Dichte gemessen mit dem Brix-Refraktometer und dem IgG-Gehalte des Kolostrums durchgeführt. Waelchli et al. (1990) stellten eine Korrelation zwischen relativer Dichte und IgG-Gehalt fest.⁵³ Sie stuften diese Untersuchungsmethode jedoch gegenüber der Qualitätsbeurteilung mit Hilfe des spezifischen Gewichtes als weniger genau ein, da dieses eine höhere Korrelation zum IgG-Gehalt aufweist.⁵³ Cash (1999) dagegen kam zu dem Ergebnis, dass bei einer Messung mittels Brix-Refraktometer der Korrelationskoeffizient zwischen relativer Dichte und dem IgG-Gehalt bei 0,94 lag und somit der Qualitätsbeurteilung über das spezifische Gewicht vorzuziehen sei, da es zudem die schnellere und einfachere Methode darstelle.⁹ Ähnliche Ergebnisse erzielten Venner et al. (2008).⁵² Der Korrelationskoeffizient zwischen relativer Dichte gemessen mittels Brix-Refraktometer und IgG-Gehalt lag bei 0,93, wobei berücksichtigt werden muss, dass die IgG-Messung mittels ELISA erfolgte. Auch Chavette et al. (1998) kamen zu dem Ergebnis, dass sich das Refraktometer zur Beurteilung der Qualität von Stutenkolostrum eignet.¹⁰ In den Studien zur Beurteilung der Qualität von Pferdekolostrum mit Hilfe der relativen Dichte bzw. des Brechungsindex von Waelchli et al. (1990), Chavatte et al. (1998), Cash (1999) und Venner et al. (2008) wurde jeweils optische Refraktometer verwendet.^{9,10,52,53} Die Überprüfung der Eignung digitaler Refraktometer steht bei der Stute noch aus.

Sowohl beim Rind als auch beim Pferd hat sich die Messung des Brechungsindex bzw. der relativen Dichte als Verfahren zur Beurteilung der Kolostrumqualität etabliert. Als Messinstrument eignen sich sowohl digitale als auch optische Refraktometer. Ein Vorteil dieser Methode ist das geringe Probenvolumen, was benötigt wird.

Viskosität

Die Eigenschaft der Viskosität kann vereinfacht als Maß für den Fließwiderstand, die Fließfähigkeit bzw. die Zähigkeit einer Flüssigkeit bezeichnet werden. Die Viskosität wird in verschiedenen Bereichen zur Einstufung von Qualität oder Inhaltsstoffen eingesetzt. Dies gilt vor allem in der Werkstoffherstellung und in der Medizin. Besonders für die Strömungseigenschaften von Blut ist die Viskosität von entscheidender Bedeutung.⁵⁰

Zur Qualitätsbeurteilung von Kolostrum wird die visuelle Viskosität von Kolostrum in praxi schon lange eingesetzt. Dies beruht auf der Vermutung, dass eine erhöhte Viskosität mit einem erhöhten Gehalt an Immunglobulinen einhergeht. Die Beurteilung oder Messung der Viskosität kann durch verschiedene Methoden durchgeführt werden. Die einfachste aber auch ungenaueste Methode ist eine optische Beurteilung der Fließeigenschaften durch den Untersucher. Demgegenüber steht die Beurteilung der Viskosität mit Hilfe von Messinstrumenten oder eine direkte Messung dieser.

Hierfür wurden verschiedene Messsysteme entwickelt. Für den praktischen Einsatz im Feld sind Kapillarviskosimeter, Viskositäts-Messbecher (Auslaufbecher), Fallkörperviskosimeter und Rotationsviskosimeter von Bedeutung. Bisher gibt es nur wenige wissenschaftliche Untersuchungen zu einem Zusammenhang zwischen IgG-Gehalt und Kolostrum. Maunsell et al. (1999) fanden heraus, dass Kolostrum von niedriger und von hoher Viskosität höhere IgG-Gehalte aufwies als Kolostrum von mittlerer Viskosität.³⁶ Hierzu wurden die Erstgemelke von 113 multiparen Holsteinkühen untersucht. Die Einschätzung der Viskosität erfolgte subjektiv durch den Untersucher. Daher folgerten Maunsell et al. (1999), dass es keinen Zusammenhang zwischen Viskosität und IgG-Gehalt gebe.³⁶ Hallberg et al. (1995) untersuchten den Zusammenhang zwischen der Viskosität von Kolostrum und dem Auftreten von Mastitiden peripartal.²² Es wurde das Kolostrum von 1588 Erstkalbinnen untersucht. Hierbei fanden sie heraus, dass die Viskosität des Kolostrums von Kühen, die an einer Mastitis erkrankt sind, geringer ist, als von Kühen, welche als eutergesund eingestuft wurden. Auch hier erfolgte die Viskositätsbeurteilung subjektiv. Die Einstufung erfolgte in fünf Kategorien: wässrig, serumähnlich, milchig, dickflüssig, honigartig. Über den Zusammenhang zwischen Viskosität und IgG-Gehalt wurde keine Aussage getroffen.²²

Kritzinger (2017) validierte ein Verfahren zur Beurteilung der Qualität von Rinderkolostrum mithilfe eines Durchlauftrichters.²⁶ Durch die Zeit, welche das Kolostrum benötigt um den Trichter zu durchlaufen, kann auf die Viskosität des Kolostrums zurückgeschlossen werden. Er verwendete in seinen Untersuchungen zur Viskosität von bovinen Kolostrum einen Auslaufbecher.²⁶ Dieser wies ein Fassungsvermögen von 100 ml auf und wurde in Anlehnung an die Norm DIN 53211 erstellt.¹⁴ Er untersuchte hierfür das Erstgemelk von 124 Fleckviehkühen. Die Auslaufzeit wurde mit der IgG-Gehalt-Messung mittels RID als Goldstandart verglichen. Dabei wurde festgestellt, dass Kolostrum mit einer Durchlaufzeit von > 24 Sekunden als gute Qualität eingestuft werden kann. Gute Qualität wurde mit einem IgG-Gehalt von > 50 mg/ml definiert. Die Spezifität und Sensitivität der Viskositätsbeurteilung lag bei 77,8 bzw. 73,9%. Positiv auf die Genauigkeit der Messung wirkt sich zudem ein früher Melkzeitpunkt maximal 6 Stunden nach dem Kalben aus. Zudem ist die Spezifität und Sensitivität des Testes bei der Kolostrumbeurteilung von multiparen Tieren höher (83,7 bzw. 81,2%). Die Viskositätsbeurteilung anhand der Auslaufzeit wurde mit bereits etablierten Methoden zur Qualitätseinschätzung von Kolostrum verglichen. Hierbei zeigte sich eine signifikante Korrelation der Messergebnisse ($r > 0,6$, $p < 0,001$). Laut Kritzinger (2017) eignet sich der Durchlauftrichter zur Qualitätseinstufung von frischem Rin-



Abbildung 3: Viskositäts-Messbecher (Auslaufbecher)
©ColostroCheck nach Kritzinger zur Beurteilung der Viskosität von Rinderkolostrum.

derkolostrum ähnlich gut, wie bereits etablierte Methoden.²⁶ Die Einschätzung der Kolostrumqualität über diese Methode weist ähnlich hohe Korrelationen auf wie andere indirekte Verfahren. Derselbe Autor stellte einen kommerziell erhältlichen Auslauftrichter (©ColostroCheck) vor, welcher ebenfalls ein Fassungsvermögen von 100 ml aufweist und auf der Basis des in der vorhergehenden Untersuchung verwendeten Modelles entwickelt wurde (Abbildung 3). In dieser Veröffentlichung stuft der Autor alle indirekten Methoden zur Beurteilung der Kolostrumqualität als gleichwertig ein. In einer Reihung sei der Auslauftrichter ©ColostroCheck dem Kolostrummeter leicht überlegen.²⁷

Im Bereich der Viskositätsuntersuchung von Pferdekolostrum veröffentlichten Waelchli et al. (1990) eine Arbeit, in der das Kolostrum von 27 Stuten hinsichtlich des Totalproteins, des Spezifischen Gewichtes, der Viskosität und des optischen Brechungsindex untersucht wurde.⁵³ Die erhobenen Ergebnisse wurden mit dem IgG-Gehalt des Kolostrums, welcher über einen Latex-Agglutinationstest bestimmt wurde, verglichen. Dabei ergab sich für alle Parameter eine direkte Korrelation mit dem IgG-Gehalt. Laut der Autoren sei jedoch die Einschätzung der Viskosität nicht als Mittel der Wahl

zur Beurteilung der Kolostrumqualität anzuwenden.⁵³ Zu einem ähnlichen Ergebnis kamen Chavatte et al. (1998).¹⁰ Sie untersuchten neben anderen Parametern die Viskosität des Kolostrums von 39 Stuten und teilten diese durch die optische Beurteilung des Untersuchers in zwei Kategorien wässrig und dickflüssig ein. Sie konnten keine Korrelation zwischen der Viskosität und dem IgG-Gehalt des Kolostrums feststellen.¹⁰ Untersuchungen zur Viskositätsmessung mit Hilfe von Messinstrumenten liegen noch nicht vor.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die objektive Beurteilung der Viskosität von Rinderkolostrum eine interessante Alternative zu den bestehenden Beurteilungsverfahren darstellt. Beim Rind ist diese Methode durch die Einführung eines normierten Auslauftrichters praxisreif. Über eine Verwendung von Rotationsviskosimetern zur Bestimmung der Viskosität von Kolostrum liegen bisher keine Studien vor.

pH-Wert

Der pH-Wert von Rinderkolostrum ist niedriger als von nichtkolostraler Milch.³⁷ McIntyre et al. (1952) untersuchten mittels pH-Meter Kolostrumproben von Rindern und maßen pH-Werte zwischen 6,00 und 6,61.³⁹ Im Mittel lag der pH-Wert der Kolostrumproben bei 6,32. Innerhalb der ersten zwei Wochen post partum stieg der pH-Wert im Mittel auf 6,50 an.³⁹ Mehrere Autoren beschreiben ähnliche Ergebnisse.^{21,29,46} Die Ursache für den niedrigeren pH-Wert von Kolostrum ist nicht bekannt. Da während der Zeit der Kolostrumgenese die Blut-Euter-Schranke deutlich durchlässiger als während der Laktation ist und zudem einige Blutbestandteile wie z.B. IgG im Eutergewebe angereichert werden, wäre ein pH-Wert zu vermuten, welcher näher am Blut-pH-Wert (7,35–7,45) liegt.³⁸ Ein Grund für den erniedrigten pH-Wert des Kolostrums könnte in der höheren Konzentration des Totalproteins liegen. Als weitere Inhaltsstoffe, welche zu einem Absinken des pH-Wertes führen, sind Dihydrogenphosphat, Citrat sowie Kohlenstoffdioxid angeführt.⁵⁰ Die Pufferkapazität von Milch hängt von den Inhaltsstoffen ab. Wichtige Puffersubstanzen der Milch sind Proteine, Phosphat und Calcium, Citratverbindungen und Carbonsäuren.³¹ Mehrere Untersuchungen ergaben eine erhöhte Pufferkapazität von Kolostrum im Vergleich zu nicht kolostraler Milch. Die Pufferkapazität betrug das Doppelte bzw. Zweieinhalbfache. Zudem wurde ein Abfall der Pufferkapazität innerhalb der ersten Melkungen beschrieben.^{24,32,51} Tsioulpas et al. (2007) und Nardone et al. (1997) untersuchten den Zusammenhang zwischen Pufferkapazität und Gesamtproteingehalt.^{42,51} Während in einer Studie ein logarithmischer Zusammenhang zwischen Pufferkapazität und Totalproteingehalt detektiert wurde,⁵¹ konnte in der anderen Studie eine direkte Korrelation zwischen beiden Parametern gefunden werden.⁴² Baum-

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Qualitätsbeurteilung von bovinen und equinen Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

rucker et al. (2010) untersuchten, ob es einen Zusammenhang zwischen dem pH-Wert des Kolostrums und dessen IgG-Gehalte gibt.⁴ Sie untersuchten den pH-Wert von 214 Rinderkolostrumproben und bestimmten den IgG-Gehalt mittels ELISA. Es konnte keinerlei Zusammenhang zwischen dem pH-Wert und dem IgG-Gehalt gefunden werden.⁴

Der pH-Wert von Stutenkolostrum weist ähnliche Werte wie beim Rind auf. Pecka et al. (2012) untersuchten die Veränderung des pH-Wertes der Milch von der Abfohlung bis sechs Wochen post partum.⁴⁵ Bei der pH-Wert-Messung der Kolostrumproben von zwölf Araberstuten stellten sie fest, dass das Kolostrum unmittelbar nach der Abfohlung im Durchschnitt einen pH-Wert von 6,34 aufwies und der pH-Wert der Milch sechs Wochen nach der Abfohlung auf durchschnittlich 6,75 angestiegen war. Eine Korrelation zwischen pH-Wert und IgG-Gehalt wurde nicht festgestellt.⁴⁵ Cosentino et al. (2017) untersuchten in ihrer Studie das Kolostrum von 14 Stuten der Rasse Murgese. Der pH-Wert des Kolostrums wies einen durchschnittlichen Wert von 6,69 auf. Dieser stieg bis zum 90. Laktationstag auf 7,18 an.¹² Mariani et al. (2001) kamen zu einem ähnlichen Ergebnis. Sie begannen jedoch erst am vierten Tag post partum mit der Milchprobenentnahme. Hier stieg der pH-Wert von 6,60 an Tag vier bis auf 7,11 an Tag 180 der Laktation an.³³

Kolostrum weist im Vergleich zu nicht kolostraler Milch einen deutlich erniedrigten pH-Wert auf. Jedoch konnte weder beim Rind noch bei der Stute ein Zusammenhang zwischen dem IgG-Gehalt und dem pH-Wert festgestellt werden. Der Parameter eignet sich also nicht zur Qualitätsbeurteilung von Kolostrum.

Farbe

Kolostrum hat eine gelbe Farbe, diese kann auch in einen orange-rötlichen Bereich aufgrund des Auftretens von Blutzellen tendieren. Die Gelbfärbung beruht auf einem erhöhten Gehalt von Carotinoide.³⁸ Der Carotinoid-Gehalt ist im Kolostrum, welches bei der ersten Melkung ermolken wird, deutlich erhöht, verringert sich im Laufe der folgenden Melkungen (Transitmilch) jedoch rapid. Dies steht in Zusammenhang mit dem initial erhöhten Fettanteil des Kolostrums, da Carotinoide aufgrund ihrer Fettlöslichkeit vor allem an die Fettsäuren in der Milch binden.⁴⁵ Calderon et al. (2007) untersuchten den Gehalt der verschiedenen Carotinoide im Kolostrum und deren Einfluss auf die Farbe des Kolostrums.⁸ Sie stellten fest, dass sowohl der Gehalt an Lutein als auch der Gehalt an β -Carotinoiden in gleichem Maße erhöht war und im Laufe der ersten Woche der Laktation auf Normalwerte abfallen. Zudem stellten sie fest, dass ein linearer Zusammenhang zwischen der Farbe von Kolostrum und dem Gehalt an β -Carotinoiden vorliegt. Laut

dieser Untersuchung wird die Farbe von Kolostrum zu 65% vom β -Carotinoid-Gehalt bestimmt.⁸ In einer weiteren Studie wies der Gehalt an β -Carotinoide im Erstgemelk eine Spannweite von 0,1 $\mu\text{g/g}$ bis 3,4 $\mu\text{g/g}$ auf. Der Mittelwert lag bei 0,68 $\mu\text{g/g}$.²³

Geht die Farbe des Kolostrums ins rötliche über, spricht dies für ein Vorhandensein von Erythrozyten. Blut im Kolostrum lässt dieses dunkler, rötlich und weniger gelb erscheinen.³² Die Erythrozyten gelangen physiologischer Weise durch eine erhöhte Durchlässigkeit der Blut-Euter-Schranke im präpartalen Zeitraum in das Erstgemelk. Jedoch kann die rötliche Farbe des Kolostrums auch für das Vorliegen einer Euterentzündung sprechen, wie eine Untersuchung zeigte, welche Kolostrumproben von Schafen untersuchte. Dies beruht darauf, dass bei Mastitiden durch die Zerstörung der Blut-Euter-Schranke ein Durchtritt von Blutzellen in das Milchsekret möglich wird.³⁴ Mit Hilfe der Farbtabelle "CIE LAB" untersuchten Madsen et al. (2004) die Veränderung der Milchfarbe im peripartalen Zeitraum.³² Hierbei handelt es sich um eine Farbkarte, welche in einem dreidimensionalen Koordinatensystem angelegt ist und so jeden Punkt im Koordinatensystem einem bestimmten Farbton zugeordnet werden kann. Sie stellten eine Aufhellung der Farbe im Zeitraum der ersten sechs Melkungen fest. Des Weiteren ging die Gelbfärbung innerhalb der ersten zwölf Melkungen zurück und im Falle einer Rotfärbung des Kolostrums bei erster Melkung war diese meist nach der zweiten Melkung nicht mehr nachzuweisen.³² Gross et al. (2014) analysierten ebenfalls die Farbe von Rinderkolostrumproben mit Hilfe der „CIE LAB“ Farbtabelle.²¹ Sie untersuchten, ob ein Zusammenhang zwischen Farbe und IgG-Gehalt des Kolostrums festgestellt werden könne. Bei einem Cut-Off-Wert von 50 g IgG/l betrug die Sensitivität einer Beurteilung des Kolostrums über die Farbe nur 50,0%, die Spezifität lag bei 49,5%. Es konnte keine Korrelation zwischen dem Farbwert und dem IgG-Gehalt gemessen mittels ELISA festgestellt werden. Zwischen der relativen Helligkeit und dem IgG-Gehalt konnte jedoch eine Korrelation festgestellt werden. Als Ergebnis formulierten die Autoren, dass es zwar die Möglichkeit gebe durch Einschätzung der Farbe auf die Kolostrumqualität zurückzuschließen, diese jedoch den anderen etablierten Beurteilungsmethoden unterlegen sei.²¹

Pearson et al. (1984) beschäftigen sich mit der Farbe von Pferdekolostrum. Die Farbeinteilung erfolgte subjektiv durch den Untersucher.⁴⁴ Es konnten jedoch keine Ergebnisse in Form von signifikanten Zusammenhängen zwischen der Farbe und dem IgG-Gehalt des Kolostrums erzielt werden.⁴⁴ Im Gegensatz dazu zeigten Chavatte et al. (1998) einen Zusammenhang zwischen Farbe und IgG-Gehalt.¹⁰ Die Einteilung der Farbe erfolgte

subjektiv durch den Untersucher in die Kategorien Weiß und Gelb. So wies Kolostrum, welches in die Kategorie Gelb eingeteilt wurde, einen signifikant höheren IgG-Gehalt auf. Die Messung des IgG-Gehaltes erfolgte mittels RID.¹⁰

Die landläufige Meinung, dass die Farbe des Kolostrums mit dessen Qualität zusammenhängt, kann durch entsprechende Untersuchungen nicht bestätigt werden. So zeigten zwar einige Studien eine gewisse Korrelation zum IgG-Gehalt, jedoch ist die Qualitätsbeurteilung anhand der Farbe den anderen etablierten Methoden deutlich unterlegen.

Schlussfolgerung

Mit der Dichte und dem Brechungsindex existieren zwei biophysikalische Parameter zur Qualitätseinschätzung

des Kolostrums. Diese eignen sich sowohl zur Anwendung beim Rind als auch beim Pferd. Zur Bestimmung dieser Parameter sind zahlreiche Messinstrumente kommerziell erhältlich. Bei der Dichtemessung können, sowohl klassische Aräometer als auch solche die speziell zur Kolostrumbeurteilung angeboten werden (Kolostrometer) verwendet werden. Jedoch ist in beiden Fällen die Kolostrumtemperatur unbedingt zu berücksichtigen. Bei der Bestimmung der Relativen Dichte können sowohl digitale als auch optische Refraktometer eingesetzt werden, die Verfahren sind von annähernd gleicher Genauigkeit. Die objektive Viskositätsbeurteilung mittels Durchlauftrichter zur Einschätzung der Kolostrumqualität zu nutzen bietet einen weiteren Ansatz, der bisher nur beim Rind validiert wurde. Weitere Untersuchungen stehen noch aus. Die Farbe des Kolostrums und der pH-Wert eignen sich nicht, um auf den IgG-Gehalt im Kolostrum rückzuschließen.

Qualitätsbeurteilung von bovinen und equinen Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Appréciation de la qualité du colostrum bovin et équin: une revue

La prise de colostrum de bonne qualité est essentielle pour la construction d'une immunité passive chez le veau et le poulain nouveau-nés. La qualité du colostrum dépend de sa teneur en IgG. Comme dans la pratique les possibilités de détermination directe de ce paramètre sont limitées, une estimation de la qualité du colostrum est souvent basée sur ses propriétés biophysiques. Grâce à une méthodologie simple, la mesure peut généralement être effectuée directement sur place et immédiatement après la naissance. Les propriétés biophysiques incluses dans cette revue sont la densité, l'indice de réfraction, la densité relative, la viscosité, le pH et la couleur. La détermination de la densité du colostrum bovin est en pratique une méthode courante pour évaluer la teneur en IgG, car la densité est en corrélation avec la teneur en IgG. La densité du colostrum doit être d'au moins 1047 g/l. Différents colostromètres sont disponibles pour cette mesure. Cette méthode est également utilisée chez le cheval. La densité du colostrum équin doit être d'au moins 1060 g/l.

La détermination de l'indice de réfraction ou de la densité relative au moyen d'un réfractomètre est une procédure établie chez les bovins et les chevaux, car une corrélation claire avec la teneur en IgG est prouvée. Pour être considéré comme bon, le colostrum bovin doit atteindre une valeur de 22% et le colostrum équin une valeur de 23% sur l'échelle de Brix. L'évaluation du colostrum bovin par viscosité est une autre approche qui doit encore être mise en pratique. Là encore, une relation entre la viscosité et la teneur en IgG pourrait être prouvée. La mesure de la viscosité peut être effec-

Valutazione della qualità del colostro bovino ed equino – una panoramica

L'assunzione di colostro di buona qualità è essenziale per costruire l'immunità passiva nei vitelli e nei puledri neonatali. La qualità del colostro dipende dal suo contenuto di IgG. Poiché nella pratica le possibilità di determinazione diretta di questo parametro sono limitate, la qualità del colostro viene spesso valutata sulla base delle sue proprietà biofisiche. Grazie a una semplice metodologia, la valutazione può essere effettuata direttamente sul posto e subito dopo la nascita. Le proprietà biofisiche prese in considerazione in questo studio panoramico sono: densità, indice di rifrazione o densità relativa, viscosità, pH e colore. La determinazione della densità del colostro bovino è in pratica un metodo comune per la valutazione del contenuto di IgG, in quanto la densità è correlata al contenuto di IgG. La densità del colostro deve essere di almeno 1047 g/l. Per la misura sono disponibili diversi colostrometri. Questo metodo è utilizzato anche per i cavalli, in questo caso la densità del colostro equino deve essere di almeno 1060 g/l. La determinazione dell'indice di rifrazione o della densità relativa mediante rifrattometro è un metodo consolidato per bovini e cavalli, poiché è stata dimostrata una chiara correlazione con il contenuto di IgG. Per essere classificato come buono, il colostro bovino dovrebbe raggiungere il 22% Brix e il colostro equino il 23% Brix. Un ulteriore approccio, ma non ancora consolidato nella pratica, è la valutazione del colostro bovino sulla base della viscosità. Anche in questo caso potrebbe essere dimostrata una correlazione tra viscosità e contenuto di IgG. La viscosità può essere misurata con l'aiuto di una tazza di viscosità. Per i cavalli non

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

tuée à l'aide d'une coupe d'écoulement. Chez le cheval, on ne dispose pas encore de données suffisantes sur cette méthode. La valeur du pH et la couleur ne conviennent pas pour estimer la teneur en IgG.

Mots-clés: indice de réfraction, densité, colostrum, cheval, bovin, viscosité

sono ancora disponibili dati sufficienti riguardo a questo metodo. Il valore di pH e il colore non sono adatti alla stima del contenuto di IgG.

Parole chiave: indice di rifrazione, densità, colostro, cavallo, bovino, viscosità

Literatur

- ¹ aprentas, Hrsg.: Laborpraxis Band 2: Messmethoden, Springer Verlag, Cham, D. 2017.
- ² Aurich JE: Erkrankungen der Milchdrüse. In: Aurich C (eds.), Reproduktionsmedizin beim Pferd: Gynäkologie – Andrologie – Geburtshilfe. Parey Verlag, Stuttgart, D. 2008: 225.
- ³ Bartens MC, Drillich M, Rychli K, Iwersen M, Arnholdt T, Meyer L, Klein-Jobstl D: Assessment of different methods to estimate bovine colostrum quality on farm. *New Zealand Veterinary Journal* 2016; 64 (5): 263–267.
- ⁴ Baumrucker CR, Burkett AM, Magliaro-Macrina AL, Dechow CD: Colostrogenesis: Mass transfer of immunoglobulin G1 into colostrum. *Journal of Dairy Science* 2010; 93: 3031-3038.
- ⁵ Bartier AL, Windeyer MC, Doepel L: Evaluation of on-farm tools for colostrum quality measurement. *Journal of Dairy Science* 2015; 98 (3): 1878–1884.
- ⁶ Biemann V, Gillan J, Perkins NR, Skidmore AL, Godden S, Leslie KE: An evaluation of Brix refractometry instruments for measurement of colostrum quality in dairy cattle. *Journal of Dairy Science* 2010; 93 (8): 3713–3721.
- ⁷ Buczinski S, Vandeweerd JM: Diagnostic accuracy of refractometry for assessing bovine colostrum quality: A systematic review and meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 2016; 99 (9): 7381–7394.
- ⁸ Calderón F, Chauveau-Duriot B, Martin B, Graulet B, Doreau M, Nozière P: Variations in carotenoids, vitamins A and E, and color in cow's plasma and milk during late pregnancy and the first three months of lactation. *Journal of Dairy Science* 2007; 90 (5): 2335–2346.
- ⁹ Cash RSG: Colostral quality determined by refractometry. *Equine Veterinary Education* 1999; 11 (1): 36–38.
- ¹⁰ Chavatte P, Clement F, Cash R, Grongnet JF: Field Determination of Colostrum Quality by Using a Novel, Practical Method. *Proceedings of the Annual Convention of the AAEP* 1998; 44 (1): 206–209.
- ¹¹ Collin RG, Prosser CG, McLaren R, Thomson M, Malcolm DB: Development and validation of a nephelometric immunoassay for IgG1 in milk. *Journal of Dairy Research* 2001; 69: 27–35.
- ¹² Cosentino C, Notarnicola G, Paolino R, Adamo C D, Labela C, Musto M, Freschi P: Colostrum and milk characteristics in Murgese breed mares. *Czech Journal of Animal Science* 2017; 62 (11): 466–472.
- ¹³ Davis DG, Schaefer DMW, Hinchcliff KW, Wellmann ML, Willet VE, Fletcher JM: Measurement of Serum IgG in Foals by Radial Immunodiffusion and Automated Turbidimetric Immunoassay. *Journal of Veterinary Internal Medicine* 2005; 19: 93-96.
- ¹⁴ Deutsches Institut für Normung: Paints and varnishes – Determination of flow time by use of flow cups (2431:2011).
- ¹⁵ Drić M, Windeyer C, Olsen S, Fu Y, Doepel L, De Buck J: Determining the IgG concentrations in bovine colostrum and calf sera with a novel enzymatic assay. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 2018; 9:69-78.
- ¹⁶ Elsohaby I, McClure JT, Cameron M, Heider LC, Keefe GP: Rapid assessment of bovine colostrum quality: How reliable are transmission infrared spectroscopy and digital and optical refractometers. *Journal of Dairy Science* 2017; 100 (2): 1427–1435.
- ¹⁷ Europäisches Arzneibuch: Allgemeiner Teil, Monographiegruppen. Deutscher Apotheker-Verlag, Stuttgart, D. 2008.
- ¹⁸ Figura LO: Lebensmittelphysik: Physikalische Kenngrößen – Messung und Anwendung. Springer Verlag Berlin/Heidelberg, D. 2004.
- ¹⁹ Fleenor WA, Stott GH: Hydrometer Test for Estimation of Immunoglobulin Concentration in Bovine Colostrum. *Journal of Dairy Science* 1980; 63 (6): 973–977.
- ²⁰ Garrett OF, Overman OR: Mineral Composition of Colostral Milk. *Journal of Dairy Science* 1940; 23 (1): 13–17.
- ²¹ Gross JJ, Kessler EC, Bruckmaier RM: Colour measurement of colostrum for estimation of colostral IgG and colostrum composition in dairy cows. *Journal of Dairy Research* 2014; 81 (4): 440–444.
- ²² Hallberg JW, Dame KJ, Chester ST, Miller CC, Fox LK, Pankey JW, Nickerson SC, Weaver LJ: The visual appearance and somatic cell count of mammary secretions collected from primigravid heifers during gestation and early postpartum. *Journal of Dairy Science* 1995; 78 (7): 1629–1636.
- ²³ Kehoe SI, Jayarao BM, Heinrichs AJ: A survey of bovine colostrum composition and colostrum management practices on Pennsylvania dairy farms. *Journal of Dairy Science* 2007; 90 (9): 4108–4116.
- ²⁴ Klimeš J, Jagoš P, Bouda J, Gajdušek S: Basic Qualitative Parameters of Cow Colostrum and Their Dependence on Season and Post Partum Time. *Acta Veterinaria Brno* 1986; 55 (1-2): 23–39.
- ²⁵ Kohlrausch F: Relative Dichte. In: Alberts WG, Kose V (eds.) *Praktische Physik: Zum Gebrauch für Unterricht, Forschung und Technik*. Vieweg und Teubner Verlag, Stuttgart, D, 1996: 248-250.
- ²⁶ Kritzinger F: Die Qualitätseinstufung von Kolostrum mit einem einfachen Präzisionsstrichter. *Dissertation: Ludwig-Maximilian-Universität München*, 2017.
- ²⁷ Kritzinger F: Kolostrum- ein Update. *Tierärztliche Umschau* 2018;73 (10): 349–352.

- ²⁸ LeBlanc MM, McLaurin BI, Boswell R: Relationships among serum immunoglobulin concentration in foals, colostral specific gravity, and colostral immunoglobulin concentration. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1986; 189 (1): 57–60.
- ²⁹ Lokke MM, Engelbrecht R, Wiking L: Covariance structures of fat and protein influence the estimation of IgG in bovine colostrum. *Journal of Dairy Research* 2016; 83 (1): 58–66.
- ³⁰ Lucey JA, Hauth B, Gorry C, Fox PF: Acid–base buffering properties of milk. *Milchwissenschaft* 1993; 48 (5): 268–272.
- ³¹ Lüders K: Messen und Maßeinheiten. In: Lüders K, Bergmann L (eds.), *Lehrbuch der Experimentalphysik: 1. Mechanik – Akustik – Wärme*. Walter de Gruyter Verlag, Berlin, D, 2008: 7–32
- ³² Madsen BD, Rasmussen MD, Nielsen MO, Wiking L, Larsen LB: Physical properties of mammary secretions in relation to chemical changes during transition from colostrum to milk. *Journal of Dairy Research* 2004; 71 (3): 263–272.
- ³³ Mariani P, Summer A, Martuzzi F, Formaggioni P, Sabbioni A, Catalano AL: Physicochemical properties, gross composition, energy value and nitrogen fractions of Haflinger nursing mare milk throughout 6 lactation months. *Animal Research* 2001; 50 (5): 415–425.
- ³⁴ Martí De Olives A, Díaz JR, Molina MP, Peris C: Quantification of milk yield and composition changes as affected by subclinical mastitis during the current lactation in sheep. *Journal of Dairy Science* 2013; 96 (12): 7698–7708.
- ³⁵ Märtlbauer E, Becker H (eds.): *Milchkunde und Milchhygiene*. UTB Verlag, Stuttgart, D. 2016.
- ³⁶ Maunsell FP, Morin DE, Constable PD, Hurley WL, McCoy GC: Use of mammary gland and colostral characteristics for prediction of colostral IgG1 concentration and intramammary infection in Holstein cows. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 1999; 214 (12): 1817–1823.
- ³⁷ McCarthy OJ, Singh H: Physico-chemical Properties of Milk. In: McSweeney PLH, Fox PF (eds.), *Lactose, water, salts and minor constituents*. Springer Verlag, New York, USA: 691–758.
- ³⁸ McGrath BA, Fox PF, McSweeney PLH, Kelly AL: Composition and properties of bovine colostrum: a review. *Dairy Science & Technologie* 2016; 96 (2): 133–158.
- ³⁹ McIntyre RT, Parrish DB, Fountaine FC: Properties of the Colostrum of the Dairy Cow. VII. pH, Buffer Capacity and Osmotic Pressure. *Journal of Dairy Science* 1952; 35 (4): 356–362.
- ⁴⁰ Mechor GD, Grohn YT, McDowell LR, van Saun RJ: Specific gravity of bovine colostrum immunoglobulins as affected by temperature and colostrum components. *Journal of Dairy Science* 1992; 75 (11): 3131–3135.
- ⁴¹ Morin DE, Constable PD, Maunsell FP, McCoy GC: Factors associated with colostral specific gravity in dairy cows. *Journal of Dairy Science* 2001; 84 (4): 937–943.
- ⁴² Nardone A, Lacetera N, Bernabucci U, Ronchi B: Composition of Colostrum from Dairy Heifers Exposed to High Air Temperatures During Late Pregnancy and the Early Postpartum Period. *Journal of Dairy Science* 1997; 80 (5): 838–844.
- ⁴³ Parrish DB, Wise GH, Hughes JS: Properties of the colostrum of the dairy cow. II. Effect of prepartal rations upon nitrogenous constituents. *Journal of Dairy Science* 1948; 31 (10): 889–895.
- ⁴⁴ Pearson RC, Hallowell AL, Bayly WM, Torbeck RL, Perryman LE: Times of appearance and disappearance of colostral IgG in the mare. *American Journal of Veterinary Research* 1984; 45 (1): 186–190.
- ⁴⁵ Pecka E, Dobrzański Z, Zachwieja A, Szulc T, Czyż K: Studies of composition and major protein level in milk and colostrum of mares. *Japanese Journal of Zootechnical Science* 2012; 83 (2): 162–168.
- ⁴⁶ Quigley JD, Martin KR, Dowlen HH, Wallis LB, Lamar K: Immunoglobulin concentration, specific gravity, and nitrogen fractions of colostrum from Jersey cattle. *Journal of Dairy Science* 1994; 77 (1), 264–269.
- ⁴⁷ Quigley JD, Lago A, Chapman C, Erickson P, Polo J: Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum. *Journal of Dairy Science* 2013; 96 (2): 1148–1155.
- ⁴⁸ Sebelä F, Klicnik V: The relationship between milk acidity after milking and cow's age. *Czech Journal of Animal Science* 1977; 22: 161–170.
- ⁴⁹ Sitters S: Evaluation of a turbidimetric immunoassay (TIA) for measuring IgG concentrations in mare colostrum. Student Research Project: Utrecht University, 2008.
- ⁵⁰ Spurk JH: Grundzüge turbulenter Strömungen. In: Spurk JH, Aksel N (eds.), *Strömungslehre: Einführung in die Theorie der Strömungen*. Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, D, 2013: 221–246.
- ⁵¹ Tsioulpas A, Grandison AS, Lewis MJ: Changes in physical properties of bovine milk from the colostrum period to early lactation. *Journal of Dairy Science* 2007; 90 (11): 5012–5017.
- ⁵² Venner M, Markus RG, Strutzberg-Minder K, Nogai K, Beyerbach M, Klug E: Evaluation of immunoglobulin G concentration in colostrum of mares by ELISA, refractometry and colostrometry. *Berliner und Münchner tierärztliche Wochenschrift* 2008; 121 (1–2): 66–72.
- ⁵³ Waelchli RO, Hassig M, Eggenberger E, Nussbaumer M: Relationships of total protein, specific gravity, viscosity, refractive index and latex agglutination to immunoglobulin G concentration in mare colostrum. *Equine Veterinary Journal* 1990; 22 (1): 39–42.

Qualitätsbeurteilung von
bovinen und equinen
Kolostrum – Eine Übersicht

F. Schneider, A. Wehrend

Korrespondenzadresse

Florian Schneider
Klinik für Gynäkologie, Andrologie und Geburtshilfe
der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz,
Justus-Liebig-Universität Gießen
Frankfurterstraße 106
35392 Gießen
E-Mail: Florian.Schneider@vetmed.uni-giessen.de