



**University of
Zurich**^{UZH}

**Zurich Open Repository and
Archive**

University of Zurich
University Library
Strickhofstrasse 39
CH-8057 Zurich
www.zora.uzh.ch

Year: 2010

Das Dietary Cation-Anion Difference (DCAD)-Konzept bei der Milchkuh

Rérat, M ; Philipp, A ; Hess, H D ; Liesegang, Annette

Posted at the Zurich Open Repository and Archive, University of Zurich
ZORA URL: <https://doi.org/10.5167/uzh-36043>
Book Section

Originally published at:

Rérat, M; Philipp, A; Hess, H D; Liesegang, Annette (2010). Das Dietary Cation-Anion Difference (DCAD)-Konzept bei der Milchkuh. In: Kreuzer, Michael; Lanzini, T; Wanner, M; Bruckmaier, R; Bee, G. Landwirtschaftliche und veterinärmedizinische Tierernährungsforschung im Verbund. Zurich: ETH Zürich Institut für Pflanzen-, Tier- und Agrarökosystem-Wissenschaften, 42-47.

Das Dietary Cation-Anion Difference (DCAD)-Konzept bei der Milchkuh

M. Rérat¹, A. Philipp^{1,2}, H.D. Hess¹ und A. Liesegang²

¹Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP

²Institut für Tierernährung, Vetsuisse Fakultät, Universität Zürich

Kontaktperson: Dr. med. vet. Michel Rérat, michel.rerat@alp.admin.ch

Das DCAB-Konzept

Der Dietary Cation-Anion Difference (DCAD) -Wert gibt das Verhältnis zwischen Kationen und Anionen einer Ration wieder. Es wird als Milliäquivalenten (mEq) von $(\text{Na}^+ + \text{K}^+) - (\text{Cl}^- + \text{S}^{2-})$ pro Kilogramm Trockensubstanz definiert (Block, 1984) und übt einen Effekt auf den Säure-Base-Haushalt aus. Das DCAD-Konzept ist auf der „Strong Ion Difference“ Theorie (Stewart, 1983) basiert. Der DCAD-Wert einer Ration gibt an, in welcher Richtung sich der Säure-Basen-Haushalt (SHB) verschiebt. Rationen mit einem Kationenüberschuss haben einen positiven DCAD-Wert und führen zu einer basischen Stoffwechsellage. Anionen haben eine ansäuernde Wirkung und führen bei Überschuss in der Ration zu einer metabolischen Azidose. Beide Stoffwechsellagen können in den meisten Fällen durch die Homöostase kompensiert werden. .

Milchfieberprophylaxe mit Hilfe des DCAB-Konzepts

Gaynor et al. (1989) vertraten die Ansicht, dass eine metabolische Azidose die Ca-Homöostase verbessern kann, indem die Ca-Mobilisation aus dem Knochen gefördert wird. Zudem bewirkt eine azidotische Stoffwechsellage einen Anstieg des ionisierten Ca im Blut (Block, 1994). Dieses Konzept wird heutzutage für die Milchfieberprophylaxe genutzt. Rationen mit niedrigem Kationen-Anionen-Verhältnis (niedriger DCAB-Wert des Futters), das heisst mit tiefen Gehalten an Na und K oder mit hohen Gehalten an Cl und S, können Milchfieber verhindern (Goff et al., 1991). In einem Versuch von Goff und Horst (1997) hatte der Ca-Gehalt der Ration keine signifikanten Auswirkungen auf die Inzidenz von Milchfieber oder den Schweregrad der Hypokalzämie. Da die Tiere sich in der Zeit vor der Kalbung noch in einer positiven Ca-Bilanz befinden, wird das zusätzliche Ca, das jetzt in den extrazellulären Flüssigkeits-Pool eintritt, über die Nieren ausgeschieden (Goff, 2000). Ein niedriger DCAD-Wert führt zu einer erhöhtem Ca-Ausscheidung über den Urin (Gaynor et al., 1989).

Es ist lediglich eine milde Beeinflussung der Stoffwechsellage, d.h eine milde metabolische Azidose erwünscht, welche einen positiven Einfluss auf die Ca-Homöostase hat, aber weniger

drastische Auswirkungen auf den Stoffwechsel besitzt. Diese Form der metabolischen Azidose wird kompensiert, d.h. nur der pH-Wert des Harns erniedrigt sich nicht aber jener des Blutes.

Messung des Säure-Basen-Haushaltes

Um die Wirkung des DCADs genau zu messen, muss man die SBH bestimmen. Zur Erkennung der chronischen Belastungen des SBH liefert der Harn- im Gegensatz zur Blutanalytik gute diagnostische Informationen (Fürrl, 1993). Laut Bender et al. (2003) zeigt der Harn im Gegensatz zum Blut bereits sehr früh saure oder alkalische Belastungen auf. Der Blut-pH wird durch spezielle Puffersysteme in engen Grenzen gehalten. Während der pH-Wert im Harn ein Maß für die freien, ungepufferten Wasserstoffionen ist, stellt die Netto-Säure-Basen Ausscheidung (NSBA) im Harn die Gesamtheit der Wasserstoffionen dar, also auch der gepufferten (Bender et al., 2003). Die NSBA gibt die Differenz von ausgeschiedenen Basen minus ausgeschiedenen Säuren (und Ammoniak) an. Um Diureseschwankungen zu berücksichtigen, wird der Basen-Säuren-Quotient (BSQ) berechnet.

Fütterung unter Berücksichtigung des DCAD-Konzepts

Um negative DCAD-Werte zu erreichen und eine effektive kompensierte metabolische Azidose zu provozieren, müssen der Ration anionische Salze zugesetzt werden, welche jedoch die Palatabilität reduzieren. Kürzlich erschienene Publikationen zeigen, dass eine Verminderung der DCAD auch eine reduzierte Futteraufnahme und Milchproduktion provozieren (Charbonneau et al., 2006). Roche et al. (2000) empfehlen für eine optimale Futteraufnahme und Milchproduktion einen DCAD-Wert zwischen + 150 und + 200 mEq/kg TS(in welchem Zeitraum...vor Geburt?? Nach geburt wann??). Die Umsetzung des DCAB-Konzepts in der Schweiz mittels der Fütterung anionischer Salze gestaltet sich als eher schwierig, da der hohe Kationengehalt des Wiesenfutters (v.a. durch Kalium) die Wirkung der anionischen Salze beeinträchtigt (Hess et al., 2006). Wegen der hohen Kaliumgehalt von Dürrfutter (23-43 g K/kg TS; ALP, 2010) ist der DCAD-Wert einer durchschnittlichen Raufuttermischung für Galkühe um + 450 mEq/kg TS (Kessler, 1996). Diese Ration mit einem Kationenüberschuss führt zu einer alkalotischen Stoffwechsellaage, was das Hypokalzämie-Risiko erhöht. Die Resultate von Goff und Horst (1997) weisen darauf hin, dass die Resorption von Ca aus dem Knochen bei jenen Kühen gehemmt wird, deren Futter einen hohen K- oder Na-Gehalt aufweist. Die Beeinträchtigung der Knochenresorption bei festliegenden Kühen konnte jedoch nicht durch eine in der Schweiz durchgeführte Studie bestätigt werden (Liesegang et al., 1998). In dieser Studie konnte gezeigt werden, dass festliegende Kühe, ebenso wie gesunde, in gleichem Masse die Fähigkeit besitzen Calcium aus den Knochen zu resorbieren. Des weiteren

konnte in Zusammenarbeit des Institut für Tierernährung der Vetsuisse Fakultät der Universität Zürich und der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP gezeigt werden, dass Kühe, welche saure Salze erhielten, nicht mehr Calcium aus den Knochen resorbieren als solche welche eine Ration mit hohem DCAB erhielten (Liesegang et al., 2007).

Durch die beiden „strong cations“ Kalium und Natrium wird zwar bei der Kuh eine metabolische Alkalose ausgelöst, welche die Fähigkeit der Kuh zur Aufrechterhaltung ihres Ca-Gleichgewichts reduziert, allerdings ist bis heute nicht geklärt, welche Organsysteme in diesem Zusammenhang tatsächlich eine Rolle spielen. Für Goff (2008) sind K-reiche Rationen der wichtigste Risikofaktor für Milchfieber. Es ist wahrscheinlich, dass präpartale, kationenreiche Rationen eine Reduktion der Sensitivität von Knochen- und Nierengewebe gegenüber PTH bewirken (Goff, 2000).

Die Schweiz forscht über DCAD

Mit den oben erwähnten Ausgangsbedingungen wurde eine weitere Zusammenarbeit zwischen der Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP und der Institut für Tierernährung der Vetsuisse Fakultät der Universität Zürich durchgeführt. Ziel der Arbeit war es, den Einfluss verschiedener Kaliumgehalte im Raufutter auf denperipartalen Kalzium-Stoffwechsel und SBH nachzuweisen.

Für den Versuch wurden 12 Milchkühe, die sich zu Versuchsbeginn 5 Wochen vor dem errechneten Abkalbungstermin befanden, auf 2 Gruppen (**K₃₃** und **K₁₃**) aufgeteilt. Während der präpartalen Versuchsphase erhielt Gruppe **K₃₃** eine Ration mit K-reichem Heu (33 g/kg TS), Gruppe **K₁₃** eine Ration mit K-armem Heu (13 g/kg TS). Rationen beider Gruppen wurden ausgeglichen und wiesen nur Unterschiede im Kaliumgehalt auf. In den Futtermitteln wurden die wichtigsten Mineralstoffe analysiert und die DCAD wurde mit der Formel $DCAD = (Na + K) - (Cl + S)$ berechnet. Nach der Abkalbung, erhielten alle Kühe eine in der Startphase übliche Ration mit Heu **K₃₃** *ad libitum*. Zu den Zeitpunkten 14, 7 und 3 Tage *ante partum*, Abkalbung, und 24 h *post partum* wurden Harnproben entnommen. Zu den Zeitpunkten 14, 7 und 3 Tage *ante partum*, Abkalbung, und Tage 1 bis 8 *post partum* wurden Blutproben entnommen. Im Blut wurde Ca bestimmt. Im Harn wurden pH-Wert, NSBA, und BSQ nach der fraktionierten Methode gemäss Bender und Staufenbiel (2003) bestimmt.

Alkalische Belastung reduziert

Der DCAD-Wert der Ration **K₁₃** konnte mit Hilfe des K-armen Heus halbiert werden (195 und 514 mEq/kg DM für Gruppe **K₁₃** und **K₃₃**). Dies zeigt, dass K ein grosses Impact auf den DCAD-Konzept hat.. In der vorliegenden Studie bleibt es aber zweifelhaft, ob der erreichten DCAD-Wert der Ration **K₁₃** für eine effektive Milchfieberprophylaxe geeignet war.

Die Futteraufnahme in Gruppe **K₁₃** stieg nach der Abkalbung und war signifikant höher am Tag 3 und 4 *post partum* als in Gruppe **K₃₃** (Tag 3 und 4: 16.5 ± 0.8 und 17.7 ± 0.8 für Gruppe **K₁₃** respektiv 13.0 ± 1.0 und 15.1 ± 0.8 kg/Tag für Gruppe **K₃₃**; $P < 0.05$). Die Ca-Aufnahme war signifikant höher in Gruppe **K₁₃** als in Gruppe **K₃₃** während den Tagen 2 und 3 nach der Abkalbung (Tag 2 und 3: 77.2 ± 4.4 und 81.7 ± 3.7 für Gruppe **K₁₃** respektiv 61.2 ± 4.0 und 70.3 ± 2.0 g/Tag für Gruppe **K₃₃**; $P < 0.05$). In Gruppe **K₁₃** lagen die Plasma-Ca-Konzentrationen von Tag 2 bis 5 *post partum* etwas höher als in Gruppe **K₃₃**, es konnten jedoch keine signifikanten Unterschiede zwischen beiden Gruppen nachgewiesen werden (Abbildung 1).

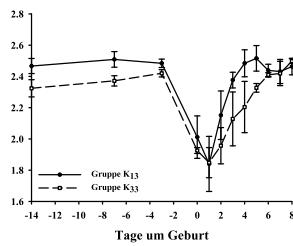
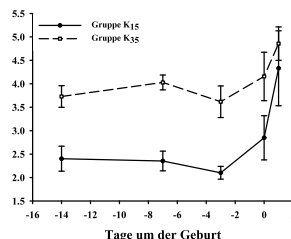


Abbildung 1: Verlaufskurven der mittleren Ca-Konzentrationen (\pm Standardfehler) im Plasma. K₁₃ und K₃₃: Gruppe erhielten eine Ration mit K-armem (13 g/kg TS) und K-reichem Heu (33 g/kg TS) (Rérat et al., 2009).

Zum Zeitpunkt 3 Tage vor der Abkalbung lag der pH- und NSBA-Wert der Gruppe K₁₃ (8.22 ± 0.05 und 108 ± 11 mmol/L für pH und NSBA) signifikant tiefer ($P < 0.05$) als in der Gruppe K₃₃ (8.38 ± 0.02 und 182 ± 13 mmol/L für pH und NSBA). Während der ganzen *antepartum* Periode waren der BSQ-Werte in Gruppe K₁₃ signifikant tiefer als in Gruppe K₃₃ (Abbildung 2).

Abbildung 2: Verlauf des mittleren Base-Säuren-Quotienten (BSQ) im Harn (\pm Standardfehler). K₁₃ und K₃₃: Gruppe erhielten eine Ration mit K-armem (13 g/kg TS) und K-reichem Heu (33 g/kg TS) (Rérat et al., 2009).



Der SBH wurde durch die kaliumarme Ration in der vorliegenden Studie beeinflusst. Es wurde dabei jedoch keine kompensierte metabolische Azidose ausgelöst aber der signifikanten Erniedrigung des Harn-pH- und NSBA-Wertes 3 Tagen vor der Abkalbung und des BSQ-Wertes während der ganzen präpartalen Periode in Gruppe K₁₃ zeigen eine Verminderung der alkalischen Belastung.

Schlussfolgerung

Im vorliegenden Versuch ist es gelungen, den DCAD-Wert durch eine K-Reduktion drastisch zu senken und positiv auf den SBH vor der Abkalbung einzuwirken. Die Verfütterung eines K-armen Heus vor der Abkalbung ermöglichte es, eine Erhöhung der Futteraufnahme kurz nach der Abkalbung zu erhöhen, was einen positiv Effekt auf dem Ca-Stoffwechsel hatte.

Literatur

ALP (2010): Fütterunsempfehlungen und Nährwerttabellen für Wiederkäuer. Online ed. Forschungsanstalt Agroscope Liebefeld-Posieux ALP, Posieux, Schweiz. http://www.feed-alp.admin.ch/start.php?action=adv_search&cmd=list_feed aufgerufen am 11. März 2010

Bender, S. and Staufenbiel, R. (2003): Methodische Einflüsse auf ausgewählte Parameter des Säuren-Basen-Haushaltes in Harnproben von Milchkühen. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* **116**: 432-435

Bender, S., Gelfert, C.-C. and Staufenbiel, R. (2003): Einsatz der Harnuntersuchung zur Beurteilung des Säure-Basen Haushalts in der Bestandsbetreuung von Milchkuhherden. *Tierärztl. Prax.* **31**:132-142

Block, E. (1984): Manipulating dietary anions and cations for prepartum dairy cows to reduce incidence of milk fever. *J Dairy Sci* **67**:2939-2948

Block, E. (1994): Manipulation of dietary cation-anion difference on nutritionally related production diseases, productivity, and metabolic responses of dairy cows. *J. Dairy Sci* **77**:1437-1450

Charbonneau, E., Pellerin, D. and Oetzel, G.R. (2006): Impact of lowering dietary cation-anion difference in nonlactating dairy cows : A meta-analysis. *J. Dairy Sci.* **89**: 537-548

Fürrl, M. (1993): Diagnostik und Therapie chronischer Störungen des Säure-Basen-Haushaltes (SBH) bei Rindern. *Tierärztl. Umschau* **49**:158-168

Gaynor, P.J., Mueller, F.J., Miller, J.K., Ramsey, N., Goff, J.P. and Horst, R.L. (1989): Parturient hypocalcemia in Jersey cows fed Alfalfa haylage-based diets with different cation to anion rations. *J. Dairy Sci.* **72**: 2525-2531

Goff, J.P. (2000): Pathophysiology of calcium and phosphorus disorders. *Vet. Clin. North Am. Food Anim. Pract.* **16**: 319-337

Goff, J.P. (2008): The monitoring, prevention, and treatment of milk fever and subclinical hypocalcemia in dairy cows. *Vet. J.* **176**:50-57

Goff, J.P. and Horst, R.L. (1997): Effects of the addition of potassium or sodium, but not calcium, to prepartum rations on milk fever in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **80**: 176-186

Goff, J.P., Horst, R.L., Mueller, F.J., Miller, J.K., Kiess, G.A. and Dowlen, H.H. (1991): Addition of chloride to a prepartal diet high in cations increases 1,25-Dihydroxyvitamin D response to hypocalcemia preventing milk fever. *J. Dairy Sci.* **74**: 3863-3871

Hess, H.D., Kessler, J., Liesegang, A. and Chiappi, C.M.L. (2006): Anionische Salze in der Milchviehfütterung. *Agrarforschung* **13**:188-193

Kessler, J. (1996): Fütterungsprophylaxe der hypokalzämischen Gebärparese. Zusammenfassung verschiedener Referate der „Schweizerischen Tierärztetage 1996, Biel (GST)“

Liesegang A., Sassi M.-L., Risteli J., Eicher R., Wanner M., Rioud J.-L.: Comparison of bone resorption markers during hypocalcemia in dairy cows. *J. Dairy Sci.* **81** (1998), 2614-2622.

A. Liesegang, C. Chiappi, J. Risteli, J. Kessler, H.D. Hess

Influence of different calcium contents in diets supplemented with anionic salts on bone metabolism in periparturient dairy cows; *J Anim Physiol Anim Nutr* (2007) 91, 120-129.

Rérat, M., Philipp, A., Hess, H.D. and Liesegang, A. (2009): Effect of different potassium levels in hay on acid-base status and mineral balance in periparturient dairy cows. *J Dairy Sci* **92**:6123-6133

Roche, J.P., Dalley, D., Moate, P., Grainger, C., Hannah, M., O'Mara, F. and Rath, M. (2000): Variations in the dietary cation-anion difference and the acid-base balance of dairy cows on a pasture-based diet in south-eastern Australia. *Grass and Forage Science* **55**:26-36

Stewart, P.A. (1983): Modern quantitative acid-base chemistry. *Can. J. Physiol. Pharmacol.* **61**:1444-1461