

5 Zusammenfassung

An insgesamt 5 Kamelen (3 *Camelus bactrianus*, 2 Kreuzungstiere) mit Vormagenfisteln im C) wurden Resorptions- und Sekretionsraten der drei kurzkettigen Fettsäuren (Acetat, Propionat und Butyrat) und der Elektrolyte gemessen. Weiterhin sollte geklärt werden, ob Zusammenhänge zwischen der SCFA-Resorption und Elektrolytresorption oder -sekretion bestehen. Die SCFA-Resorption sollte näher charakterisiert werden.

Hierzu wurde die Methode des entleerten, gewaschenen und von seinem Zu- und Abfluß vorübergehend isolierten Vormagen angewandt und Resorptions- und Sekretionsraten sowie Clearance (als ein Maß für die Epithelpermeabilität) der Elektrolyte und SCFA bestimmt.

Die Gesamt-SCFA-Resorption in der Kontrolluntersuchung lag bei $270 \pm 35 \text{ mmol} \cdot \text{h}^{-1}$. Die Clearance der drei kurzkettigen Fettsäuren unterschied sich nicht. Eine Verringerung des luminalen pH-Wertes erhöhte die SCFA-Resorption, aber nicht in dem Maße, wie die protonierte Form der SCFA mit abfallendem pH ansteigt. Dies wurde auf ein, sich wahrscheinlich auch im Vormagen der Kamele aufbauendes, wandnahes Mikroklima zurückgeführt. Bei niederen pH-Werten nimmt die Clearance kettenlängenabhängig geringradig zu. Ein Teil der SCFA wird somit durch Diffusion resorbiert. Die Protonen für die Resorption der undissoziierten kurzkettigen Fettsäure könnten zum Teil über einen Na^+/H^+ -Austauscher oder auch über die intraluminale Dissoziation von H_2CO_3 zu HCO_3^- und H^+ bereitgestellt werden.

Die Kinetik des SCFA-Transportes wurde beispielhaft für Propionat untersucht und berechnet. Bei einer luminalen Propionatkonzentration von 25 - 100 $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ zeigt der Kurvenverlauf der Propionatresorption ab 50 $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ Sättigungscharakteristik. Zusätzlich konnte gezeigt werden, daß es zu einer kompetitiven Hemmung der drei kurzkettigen Fettsäuren untereinander kommt.

Der Hauptanteil der SCFA-Resorption erfolgt in der dissoziierten Form über einen Anionenaustauscher. Der K_m -Wert für die carriervermittelte Propionatresorption wurde ohne Berücksichtigung eines "unstirred layer-Effektes" berechnet und betrug 40 $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$. Es wurde ein $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ -Austauscher diskutiert, bei dem Chlorid und die SCFA um die gleiche Bindungsstelle konkurrieren. Es könnten aber auch 2 parallel arbeitende Anionen-Austauscher ($\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ und $\text{SCFA}/\text{HCO}_3^-$) im Transport der dissoziierten kurzkettigen Fettsäuren involviert sein.

Natrium wird im Vormagen der Kamele entgegen eines elektrochemischen Gradienten resorbiert. Ob die Natriumresorption wie im Vormagen der Wiederkäuer sowohl elektrogen über einen Natriumkanal, als auch elektroneutral über den Na^+/H^+ -Austauscher erfolgt, kann in Untersuchungen am vorübergehend isolierten Vormagen nicht erfaßt werden. Es besteht eine positive Korrelation der Natrium- und SCFA-Resorption.

Chlorid wird aus dem Vormagen resorbiert. Eine Reduktion der luminalen Natriumkonzentration führt zu einer entsprechend geringeren Chloridresorption. Natrium- und Chloridtransport weisen eine enge, positive Korrelation auf. Die Erhöhung der luminalen Propionat-Konzentration führt ebenfalls zu einer geringeren Chloridresorption.

Die Kaliumbewegungen über die Vormagenwand sind nicht signifikant verschieden von Null.

Für den Bicarbonat-Transport konnten nur Tendenzen beschrieben werden. In den Kontrollversuchen (1. Versuchsserie) kommt es zu einer meßbaren Sekretion von Bicarbonat in den Vormagen. Eine positive Korrelation zwischen dem SCFA- und Bicarbonat-Transport konnte nur in dieser Versuchsserie nachgewiesen werden.

Es kommt sowohl zur Sekretion als auch zur Resorption von Wasser im Vormagen der Kamele. Die Wasserresorption ist in erster Linie von der Natriumresorption abhängig, dies wurde bestätigt durch die enge Korrelation des Natrium- und Wassertransportes. Die Resorption von Wasser aus dem Vormagen ist nicht immer isoton, sondern meistens hyperton. Das Vormagenepithel bildet unter physiologischen Bedingungen eine Barriere gegen einen intensiven Wasserdurchtritt.

6 Summary

Christiane Dycker:

Short-chain fatty acid and electrolyte absorption and secretion in the forestomach in camels

Five camels (3 *Camelus bactrianus* and 2 crossbreeds) were fitted with cannulae in forestomach compartment 1 (C1). Absorption and secretion of SCFA and electrolytes were studied. The intention of the present study was to determine the interrelation of SCFA and electrolyte transport. Characteristics of SCFA transport were investigated.

The technique of the temporarily emptied and isolated forestomach was used to determine absorption and secretion of SCFA and electrolytes. The clearance (as a measure of the permeability of the epithelium) was also determined.

Total SCFA absorption was $270 \text{ mmol} \cdot \text{h}^{-1}$ in the first series. Clearance of acetate, propionate and butyrate were not different. The decrease in luminal pH increased SCFA absorption, but not to the extent expected from calculated increase in the concentration of HSCFA after luminal acidification. This could be attributed to a microclimate of constant pH at the luminal surface of the forestomach. Reduction of pH in the solution increases clearance a little with chain length. A minor part of SCFA seems to be absorbed as HSCFA. Protons for the absorption of undissociated SCFA could be delivered by a Na^+/H^+ exchange or by intraluminal dissociation of H_2CO_3 .

The kinetic of the SCFA transport was estimated for propionate as an example. The propionate transport was investigated at luminal concentration of propionate between 25 and $100 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ in the solution. A transport saturation at $50 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ was observed. The transport of propionate was competitively inhibited by acetate and butyrate.

The main part of SCFA transport occurs in the dissociated form through an anion exchange mechanism. A K_m value of $40 \text{ mmol} \cdot \text{l}^{-1}$ for propionate absorption was calculated without consideration of unstirred layer effects. A $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ exchanger was discussed in which chloride and SCFA compete for the same binding site. Chloride and SCFA may also interact by an indirect coupling of two different mechanisms. Besides a $\text{Cl}^-/\text{HCO}_3^-$ exchanger, an $\text{SCFA}^-/\text{HCO}_3^-$ exchanger may be involved in SCFA transport.

Sodium is absorbed against an electrochemical gradient. Whether the absorption occurs electrogenic via a channel and via an electroneutral Na^+/H^+ exchange process (as well as seen in forestomach of ruminants) cannot be determined with the technique of the

temporarily isolated forestomach. There is a significant positive correlation between sodium and SCFA absorption.

Chloride is absorbed in the forestomach. Lowering the potassium concentration in the solution reduced chloride absorption. There is a close correlation between potassium and chloride transport. By increasing luminal propionate concentration chloride absorption was decreased.

There is no significant movement of potassium across the forestomach epithelium.

Bicarbonate transport only a trend could be described. Bicarbonate secretion could be observed only in the first series, there was a positive correlation between SCFA absorption and bicarbonate secretion.

Water absorption and secretion was observed. Water absorption is mainly depending on sodium absorption, this was confirmed by the close positive correlation between water and sodium transport in all series in the present study. Absorption is almost hypertonic. An isotonic absorption was only observed in the last series. The forestomach epithelium in camels may be rather resistant for intensive absorption and secretion of water.