

4 Ergebnisse

4.1 Säuren-Basen-Haushalt

4.1.1 Blut

4.1.1.1 Venöser Blut-pH

Für den venösen Blut-pH lagen die Ausgangswerte (=s0) der Rinder, sowie die Werte der jeweiligen Tiere, die H₂O erhalten haben, zwischen 7,36 und 7,38. Bei diesen Kontrollkühen blieb der pH während der Versuchsphase bei $\bar{x} \pm s = 7,38 \pm 0,018$. Mit Beginn der Salzgabe kam es bis zum Probestag s4 bei 9 von 10 Rindern, die Saure Salze erhielten, zu einem Parameterabfall. 5 dieser 9 Resultate wiesen eine statistisch signifikante Auslenkung auf. An s7 war einzig bei CaCl₂ der fortgesetzte Abfall auf $7,32 \pm 0,060$ statistisch relevant (Tab. 10). Am letzten Tag der Anionengabe (=s14) war zumeist kein weiteres Absinken des pH-Werts zu registrieren. Stattdessen konnte bei 7 von 10 applizierten Salzen eine geringere Auslenkung des Parameters als an s7 verzeichnet werden. Mit dem Absetzen der Salze war an w18 eine, die Ausgangswerte übersteigende, Aufwärtsbewegung des Linienvverlaufs messbar, die bei den Rindern, die NH₄Cl erhielten, auf bis zu pH=7,4±0,021 kletterte. Anschließend kehrte der venöse Blut-pH rasch in seinen Ausgangsbereich zurück (Abb. 6).

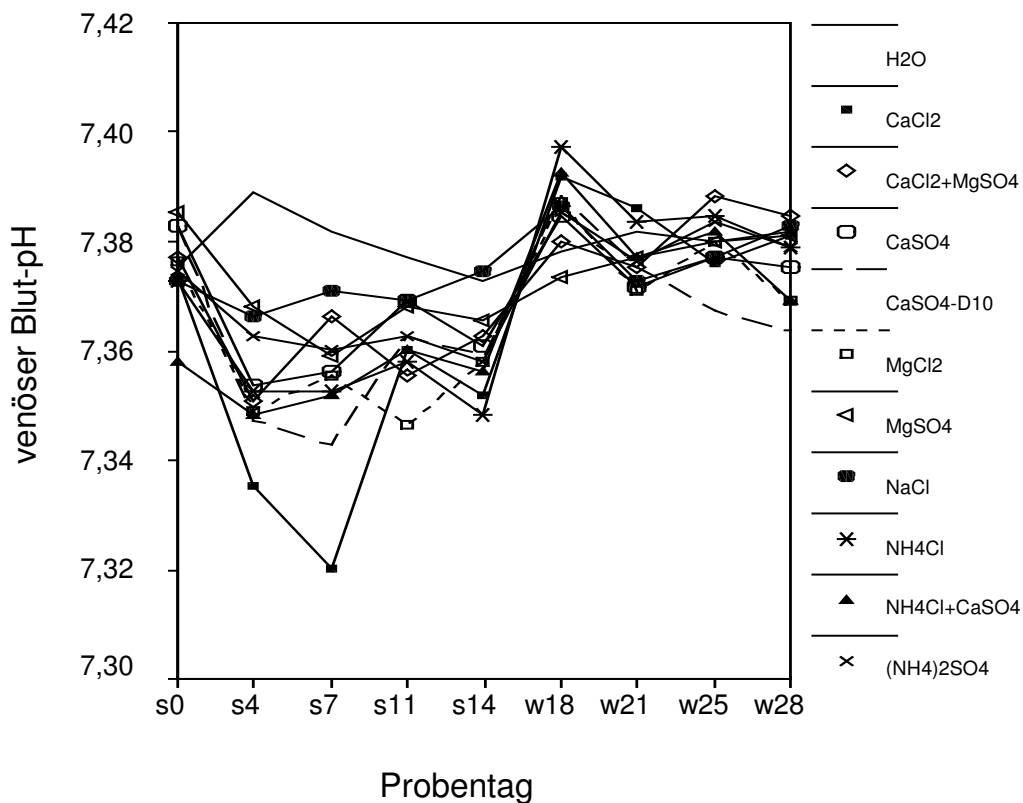


Abb. 6: Verlauf der Mittelwerte für den venösen Blut-pH beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H₂O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 10: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für die Werte des venösen Blut-pH, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl ₂	n.s.	***	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

Das Balkendiagramm (Abb. 7) verdeutlicht die im Liniendiagramm gezeigten Verläufe. Die Reaktion des Blut-pH spielt sich in einer geringen Schwankungsbreite von max. 0,05 bei CaCl₂, bei den anderen Salzen von 0,02-0,03 Einheiten ab. Hierbei sind die physiologischen Bewegungen des pH-Werts zu berücksichtigen, die über die H₂O-Gabe verdeutlicht werden. Dennoch ist eine, zum sauren Bereich hin gerichtete, anscheinend salzabhängige Abweichung nicht zu verkennen.

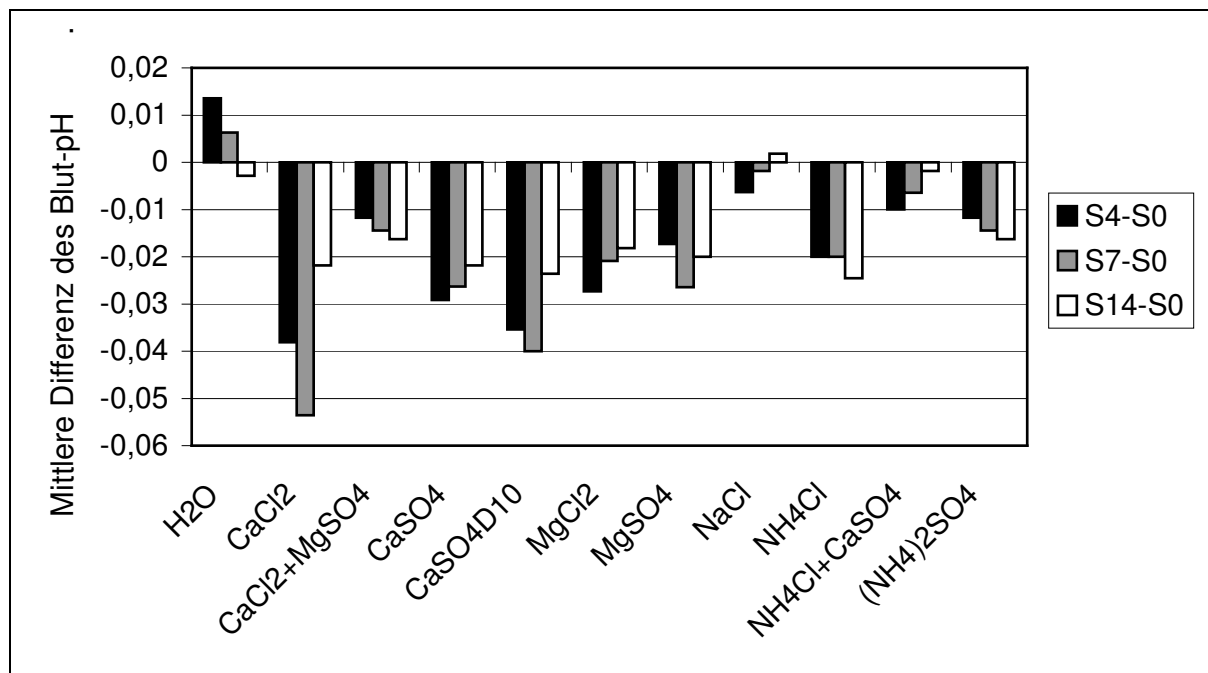


Abb. 7: Mittlere Differenz des venösen Blut-pH zwischen den Proben Tagen s4-s0, s7-s0 und s14-s0.

4.1.1.2 Venöser $p\text{CO}_2$

Der $p\text{CO}_2$ im venösen Blut wurde durch die Fütterung der Sauren Salze nicht nachweisbar unterschiedlich beeinflusst. Die Ausgangswerte zum Zeitpunkt s0 lagen zwischen 5,85 und 6,12 kPa (\cong 44 und 46 mmHg). Sowohl während der Salz- als auch in der Wash out-Phase kam es bei den Kontroll- wie auch bei den anionenreich gefütterten Tieren zu anscheinend ungerichteten Parameterbewegungen. Diese befanden sich bei den Kontrolltieren zwischen 5,85 und 6,38 kPa (\cong 44 und 48 mmHg) und bei den Rindern mit Salzsupplementierung zumeist zwischen 5,72 und 6,25 kPa (\cong 43 und 47 mmHg) (Abb. 8). Anhand des $p\text{CO}_2$ ist keine Wirkung der anionenreichen Fütterung messbar. Alle gemessenen $p\text{CO}_2$ -Schwankungen unterscheiden sich nicht signifikant.

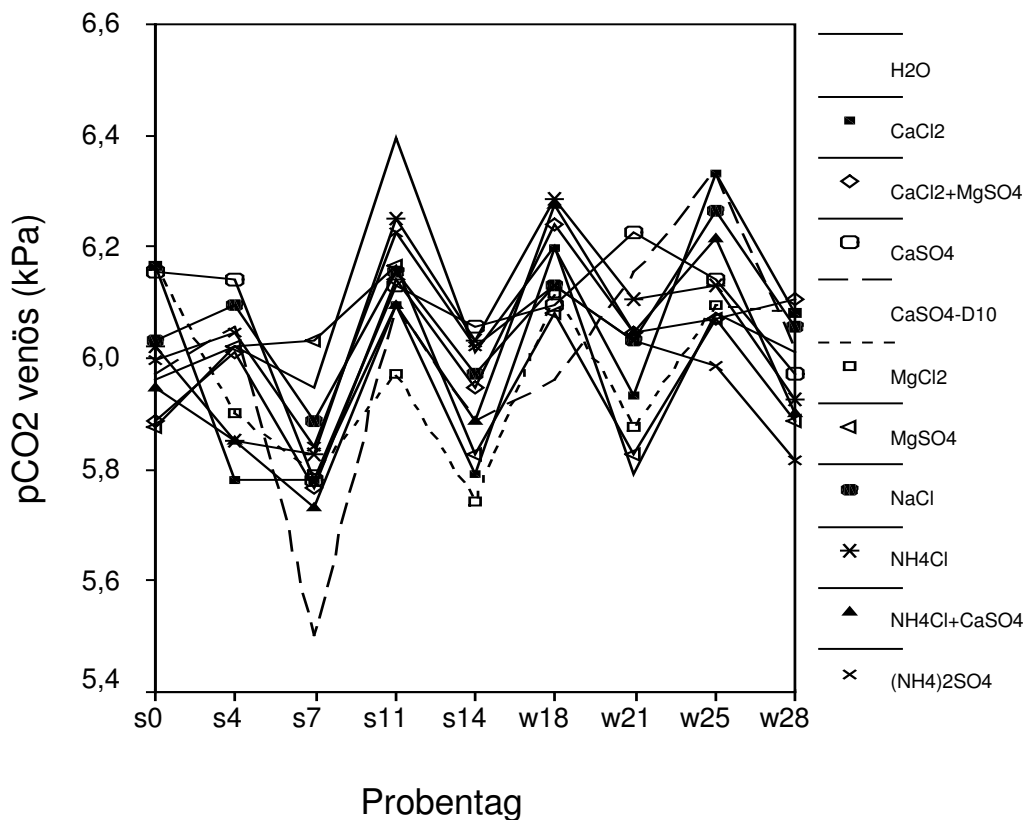


Abb. 8: Verlauf der Mittelwerte für den venösen $p\text{CO}_2$ beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.1.1.3 Base Excess

Die Base Excess (BE)-Werte im venösen Blut der anionenreich gefütterten Rinder verhielten sich ähnlich dem Verlauf des pH im gleichen Substrat. Der BE der Kontrolltiere lag durchweg im positiven Bereich. Die Ausgangswerte aller Rinder (=s0) befanden sich bei $+1\pm 2,2$ mmol/l. Mit Beginn der Salzgabe fielen bis zum s4 zunächst bei sämtlichen Probanden die BE-Werte um 0,5 bis 4,0 mmol/l ab. Eine maximale Parameterauslenkung wurde bei 8 von 10 Salzen an s7 erreicht. Signifikante Abweichungen traten bei Gabe von CaCl_2 auf, bei dem innerhalb der ersten Salzwoche ein BE-Abfall um 5 mmol/l auf $-4\pm 4,6$ mmol/l gemessen werden konnte (Tab. 11). Bis zum s14 stiegen die BE-Werte bei allen mit Anionen substituierten Rindern leicht an, blieben jedoch mit einer Ausnahme bei einem BE ≤ 0 .

Mit Ende der Salzgabe konnte eine rasche Rückkehr des BE zu seinen physiologischen Ausgangswerten registriert werden (Abb. 9).

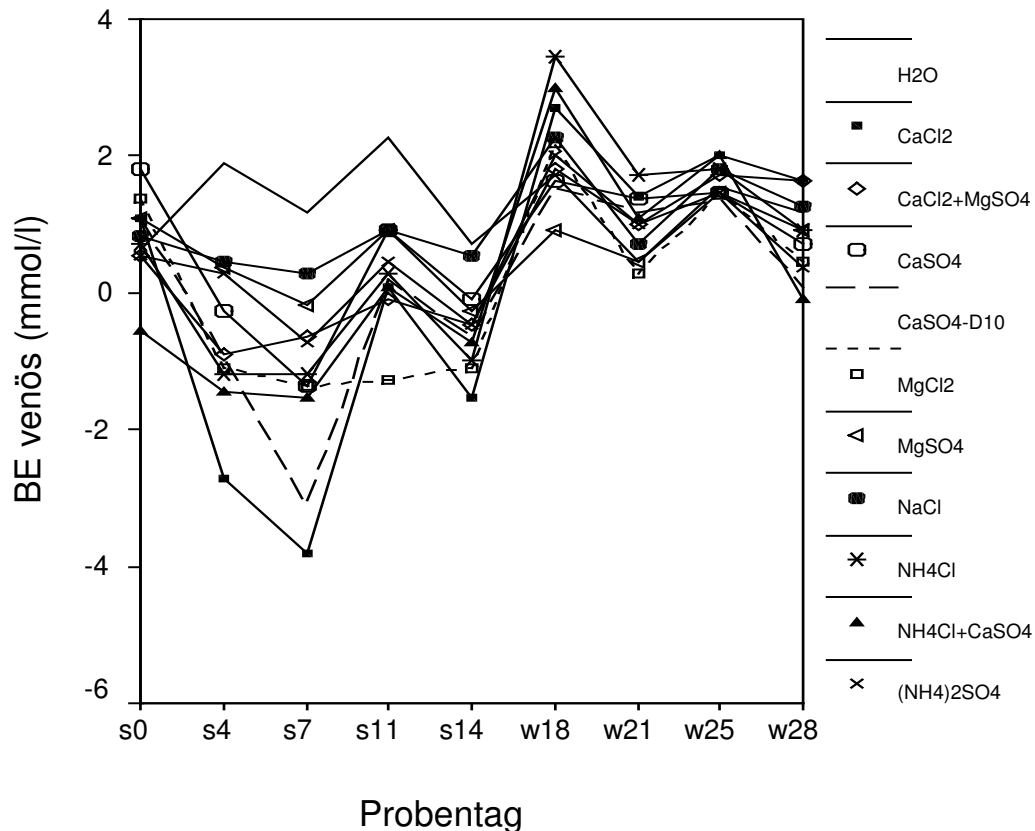


Abb. 9: Verlauf der Mittelwerte für den venösen BE beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 11: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für den venösen BE, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen Wasser verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl₂	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl₂+MgSO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO₄-D10	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl₂	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH₄Cl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH₄Cl+CaSO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH₄)₂SO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

4.1.1.4 Strong Ion Difference (SID) im venösen Blutserum

Die [Strong Ion Difference] ([SID]) wies zum Zeitpunkt s0 Ausgangswerte von etwa 40 mmol/l auf. Die [SID] der Kontrolltiere bewegte sich während des Versuchszeitraums bei $41 \pm 3,2$ mmol/l. Bei den anionisch substituierten Tieren war die SID am Probenstag s4 bei 6 von 10 Salzen signifikant erniedrigt (Tab. 12). Als einziges Salz bewirkte CaCl_2 einen bis zum Probenstag s7 andauernden hoch signifikanten bzw. signifikanten Parameterabfall. Mit dem Absetzen der Salze war von s14 zu w18 ein Anstieg aller SID-Werte zu verzeichnen, die sich rasch wieder in das Referenzintervall einregelten (Abb. 10).

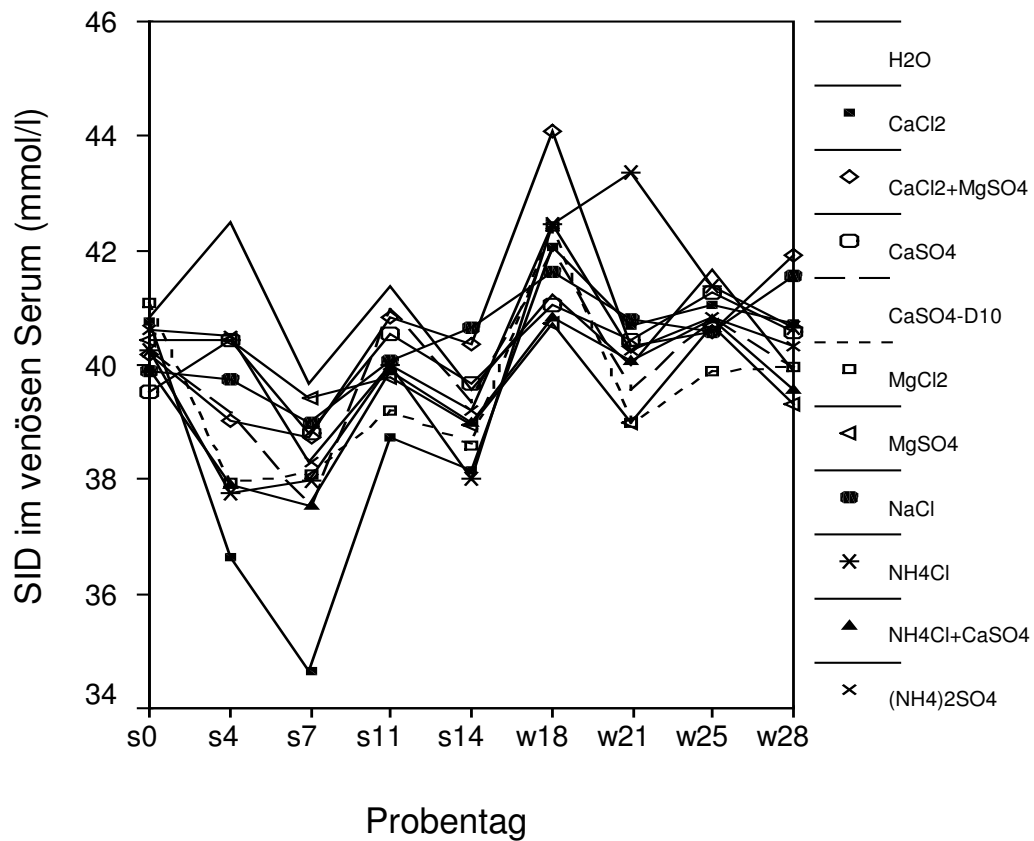


Abb. 10: Verlauf der Mittelwerte für die SID im venösen Serum beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 12: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für die venöse SID, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl ₂	n.s.	***	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

Das stärkste Absinken zu den jeweiligen Ausgangswerten erfolgte in der ersten Woche der Salzgabe bis zum Proben tag s7. Hierbei wies CaCl₂ mit 6 mmol/l die größte Differenz zu s0 auf, die übrigen Werte bewegten sich an s7 in einem Differenzintervall von 1-3 mmol/l (Abb. 11).

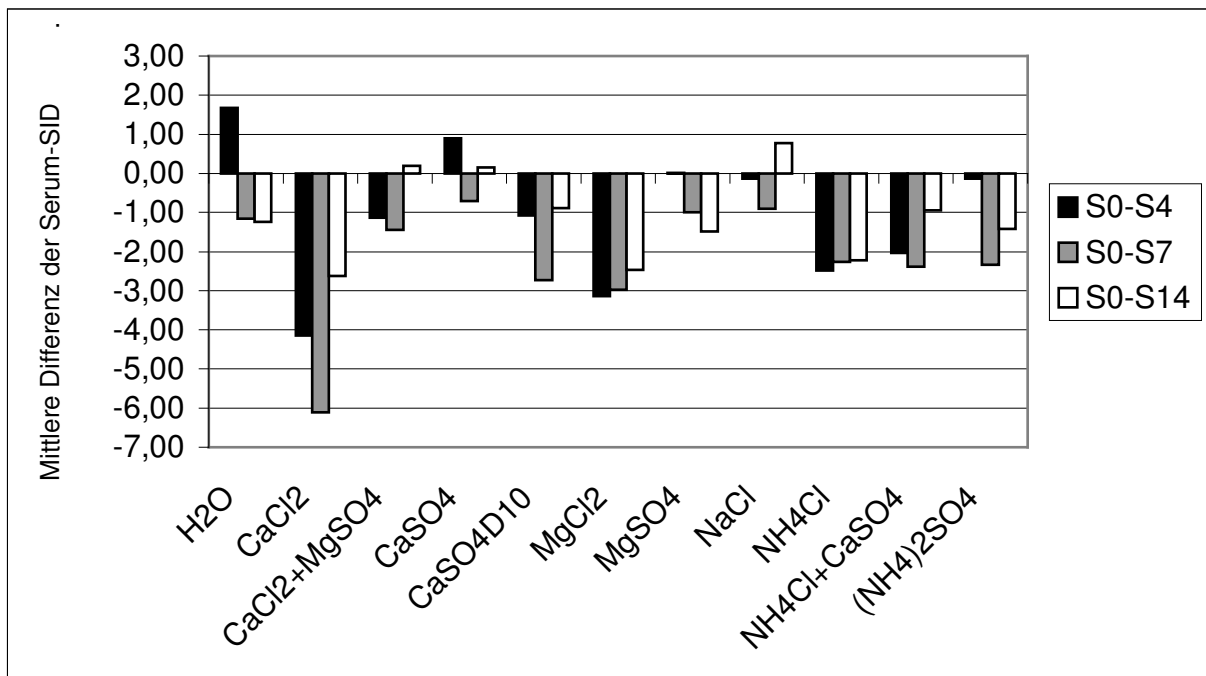


Abb. 11: Mittlere Differenz der SID im venösen Serum zwischen den Proben tagen s4-s0, s7-s0 und s14-s0.

4.1.1.5 A_{tot} im venösen Blutserum

Die A_{tot} im venösen Blutserum bewegte sich sowohl bei den Kontroll- als auch bei den Versuchstieren während der gesamten Versuchsphase zwischen 24,0 und 26,5 mmol/l. Sämtliche geringgradigen Parameterveränderungen unter Salzapplikation waren im Vergleich zu den mit H_2O behandelten Kontrolltieren statistisch nicht signifikant (Abb. 12).

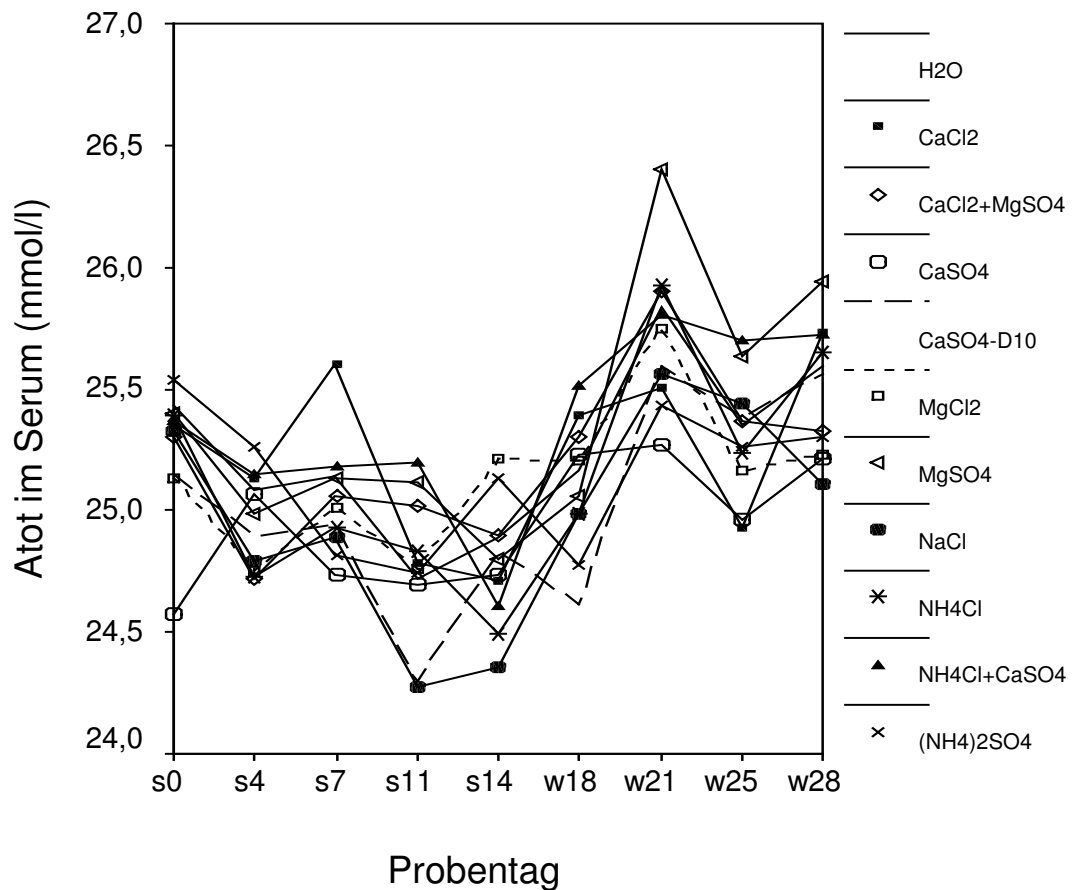


Abb. 12: Verlauf der Mittelwerte für A_{tot} im venösen Serum beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.1.2 Harn

4.1.2.1 Harn-pH

Der Ausgangswert des Harn-pH lag bei $\bar{x} \pm s = 8,1 \pm 0,56$. Die Werte der Kontrolltiere verblieben über die gesamte Versuchsphase bei $8,1 \pm 0,54$. Bei den Versuchstieren war der pH nach einer Woche Salzapplikation bei 8 von 10 Rindern $\leq 7,0$ (Abb. 13). CaCl_2 bewirkte über die gesamte Salzphase ein signifikantes Absinken des Harn-pH. Bei 5 weiteren Salzen kam es an s7 zu einem signifikanten pH-Wert-Abfall, der bei MgCl_2 bis zum Ende der Salzgabe anhielt (Tab. 13).

Mit dem Absetzen der Sauren Salze stiegen bei allen Rindern die Werte innerhalb von maximal 3 Tagen wieder in den Referenzbereich und verblieben dort.

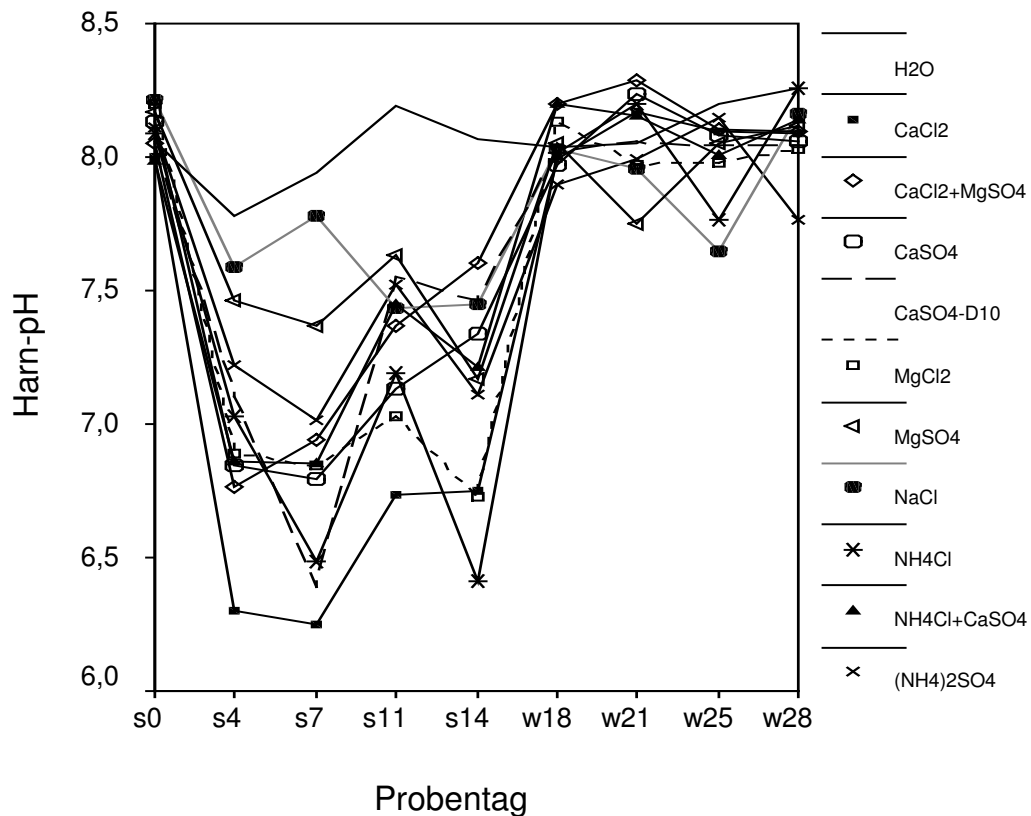


Abb. 13: Verlauf der Mittelwerte für den Harn-pH beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4 Ergebnisse

Tab. 13: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für den Harn-pH, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl ₂	n.s.	**	***	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	n.s.	*	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	n.s.	**	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

In dem Balkendiagramm (Abb. 14) ist zu erkennen, dass bei 8 von 10 verabreichten Salzen der Harn-pH der Rinder innerhalb von einer Woche Salzgabe um mehr als eine Einheit sank. Bei den Salzen CaCl₂, CaSO₄-D10 und NH₄Cl betrug die pH-Wert-Differenz vom Ausgangswert zum Proben tag s7 1,6 bis 1,7 Einheiten. 4 von 10 Salzen erzielten nach 14 Tagen Salzgabe eine maximale Differenz des Harn-pH vom Ausgangswert. Die restlichen Salze wiesen zu diesem Zeitpunkt einen geringeren Differenzbetrag als am Tag s7 auf.

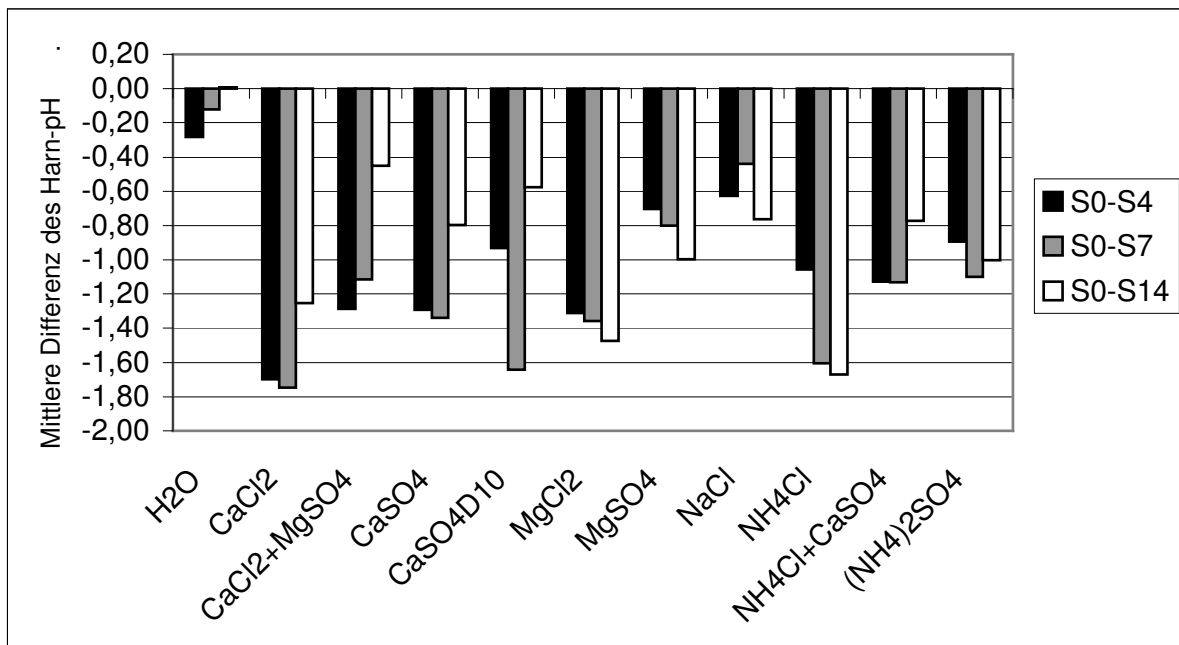


Abb. 14: Mittlere Differenz des Harn-pH zwischen den Proben tagen s4-s0, s7-s0 und s14-s0.

4.1.2.2 Protonen im Harn

Abb. 15 zeigt den Anstieg der H^+ -Konzentration in der Salzphase. Das Salz $CaCl_2$ bewirkte bei den Rindern eine Steigerung der renalen Protonenelimination von $5 \pm 2,3$ nmol/l auf $1682 \pm 1892,2$ nmol/l nach 3 Tagen Salzapplikation. Eine ähnliche Wirkung besaß die anionische Komponente $CaSO_4$ -D10, die eine Erhöhung der H^+ -Ausscheidung von $22 \pm 44,6$ nmol/l auf $1434 \pm 1616,2$ nmol/l erwirkte.

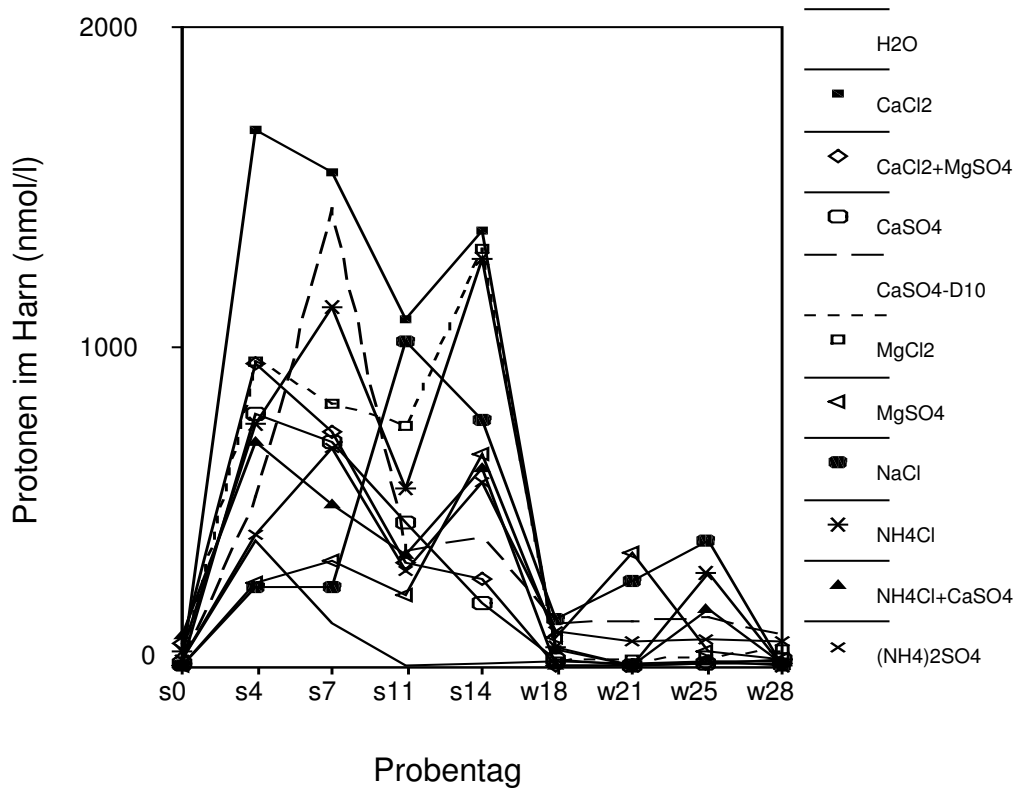


Abb. 15: Verlauf der Mittelwerte für die Protonen im Harn beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.1.2.3 Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA)

Bei den nur mit H₂O behandelten Kontrolltieren lag die Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA) im Harn im gesamten Versuchszeitraum bei $\bar{x} \pm s = +109 \pm 76,4$ mmol/l. Die Werte der Versuchstiere befanden sich an s0 vor der Salzapplikation mit einer Ausnahme (=NH₄Cl+CaSO₄) im gewünschten Referenzbereich der NSBA (>+106 mmol/l).

Bei den anionenreich gefütterten Tieren sank die NSBA innerhalb von 3 Tage von ca. +106 mmol/l auf Werte zwischen +58 bis -15 mmol/l. CaCl₂ und NH₄Cl bewirkten während der gesamten Salzphase eine signifikant erniedrigte NSBA (Tab. 14). Zu einer einwöchigen signifikanten NSBA-Absenkung führte die Applikation von CaSO₄, CaSO₄-D10, MgCl₂ sowie NH₄Cl+CaSO₄. Während der 14tägigen Salzphase bewegten sich die Werte der NSBA zumeist zwischen 0 und 50 mmol/l (Abb. 16).

Mit dem Absetzen der Sauren Salze kehrte die NSBA innerhalb von 3 Tagen zu ihrem Referenzwert oberhalb von +106 mmol/l zurück.

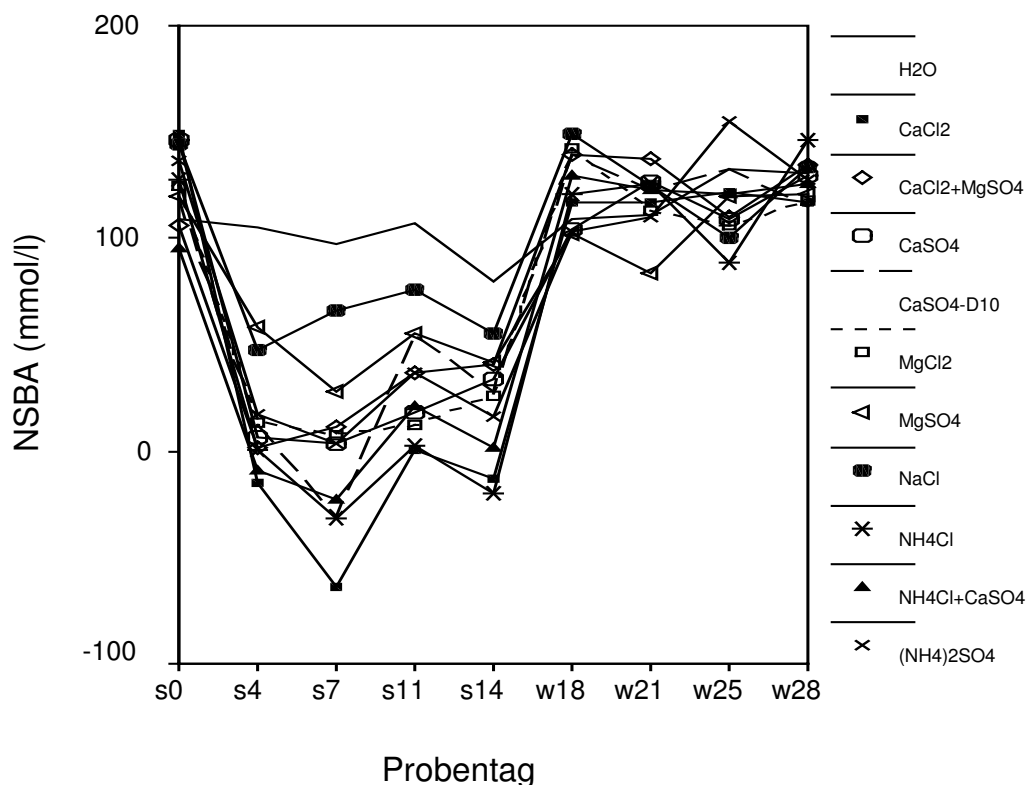


Abb. 16: Verlauf der Mittelwerte für die NSBA beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H₂O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 14: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für die NSBA, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl ₂	n.s.	**	***	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	*	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	**	***	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

In Abb. 17 erkennt man den stärksten Parameterabfall zum Ausgangswert am Proben Tag s7 bei CaCl₂ mit einer Differenz von etwa 200 mmol/l. Um je ca. 150 mmol/l sanken CaSO₄, CaSO₄-D10 und NH₄Cl. Bei der Beurteilung des zeitlichen Verlaufs ist zu bemerken, das 9 von 10 Salzen an Tag s14 eine etwas geringere NSBA-Differenz als an Tag s7 erzielten.

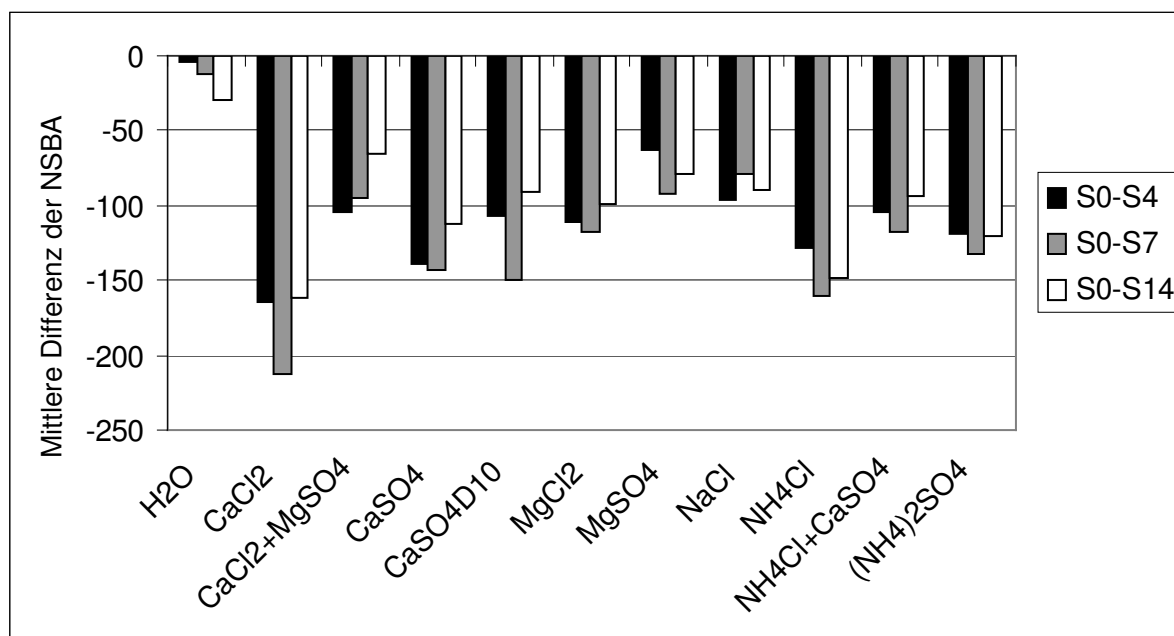


Abb. 17: Mittlere Differenz der NSBA zwischen den Proben Tagen s4-s0, s7-s0 und s14-s0.

4.1.2.4 Basen-Säuren-Quotient

Vor der Applikation der Sauer Salze bewegte sich der Basen-Säuren-Quotient (BSQ) der Rinder zwischen 2 und 3. Die Werte der Kontrolltiere lagen sowohl in der Salz- als auch in der Wash out-Phase bei $2,3 \pm 0,84$. Mit Beginn der Salzgabe sank der BSQ bei allen Salzen innerhalb von 3 Tagen um 0,5 bis 1,5. Signifikant erniedrigt war der BSQ bis zum Probenstag s7 bei den Rindern, die CaCl_2 , CaSO_4 , $\text{CaSO}_4\text{-D10}$, NH_4Cl oder $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{CaSO}_4$ erhielten (Tab. 15). Bis zum Ende der Salzverabreichung stiegen die BSQ-Werte leicht an, verblieben jedoch unterhalb des Ausgangsbereichs. Mit dem Ende der Salzphase erfolgte eine rasche Rückkehr innerhalb von 3 Tagen ins Referenzintervall (Abb. 18).

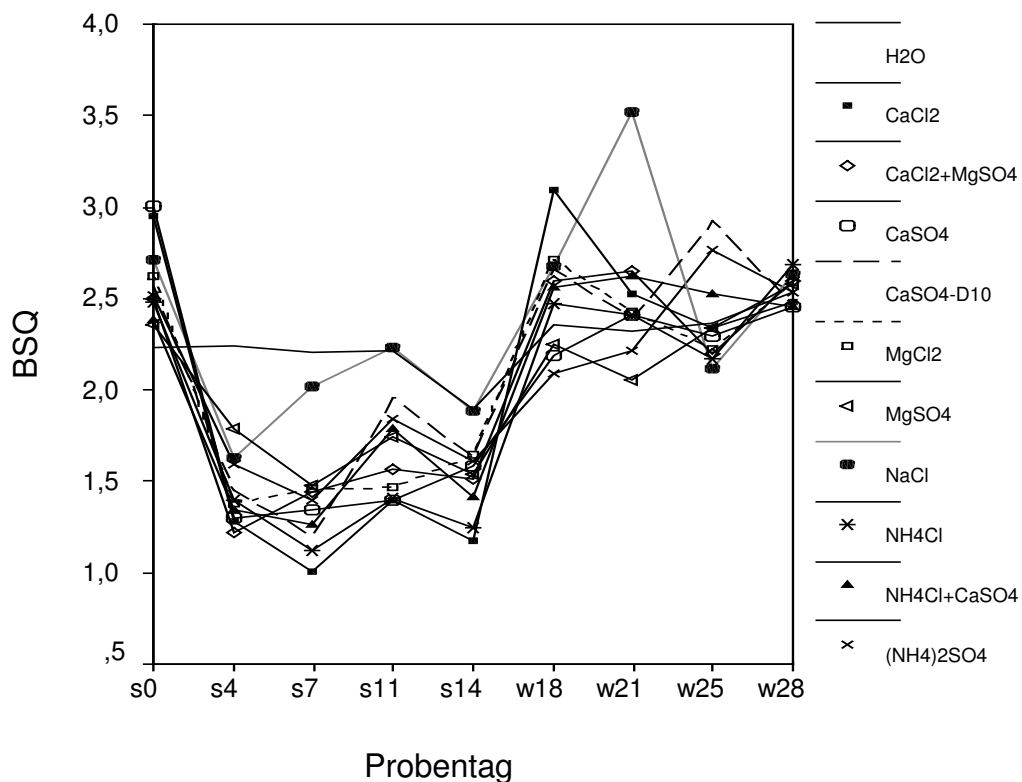


Abb. 18: Verlauf der Mittelwerte des BSQ beim Einsatz verschiedener Sauerer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 15: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für den BSQ, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl₂	n.s.	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl₂+MgSO₄	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO₄	n.s.	**	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO₄-D10	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl₂	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH₄Cl	n.s.	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH₄Cl+CaSO₄	n.s.	*	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH₄)₂SO₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

4.1.2.5 Strong Ion Difference (SID) im Harn

Die Ausgangswerte der [SID] im Harn lagen bei etwa +250 bis +300 mmol/l. Bei den Tieren, die nur H₂O in der Versuchszeit erhielten, bewegte sich die Harn-[SID] um ca. 270 mmol/l (Abb. 19). Die Verabreichung Saurer Salze bewirkte innerhalb von 3 Tagen einen tendenziellen Abfall der SID. Jedoch war das Absinken einzig an Probenstag s7 bei CaCl₂ und NH₄Cl und an s14 bei CaCl₂ statistisch abzusichern (Tab. 16). Bis zum Probenstag s14 verblieben die Werte unterhalb des Ausgangsbereichs, um mit dem Absetzen der Salze rasch auf etwa 280 mmol/l anzusteigen.

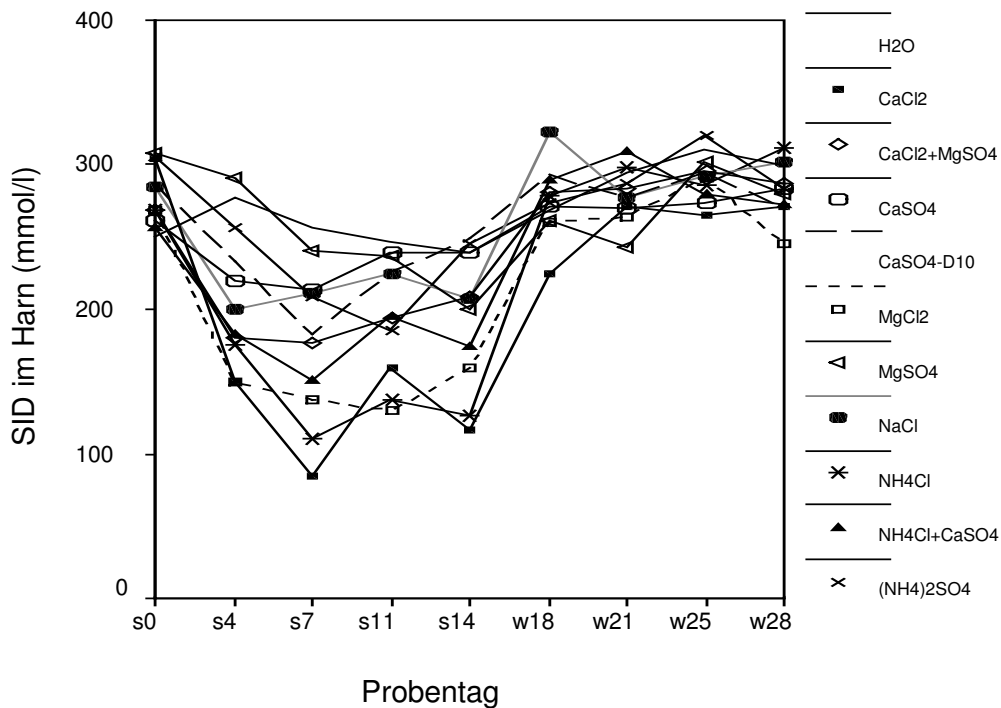


Abb. 19: Verlauf der mittleren Harn-SID beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H₂O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 16: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für die Harn-SID, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl ₂	n.s.	n.s.	***	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

4.1.2.6 Chlorid im Harn

Die Chloridkonzentration im Harn an s0 lag bei allen Tieren zwischen 85-109 mmol/l. Die [Chlorid] der Kontrolltiere bewegte sich über den gesamten Versuchszeitraum um etwa 93 mmol/l. Während der Salzphase war eine zeitweilige, signifikante Erhöhung des Chloridgehaltes im Harn bei den Chloridsalzen CaCl_2 , MgCl_2 , NaCl und NH_4Cl zu verzeichnen (Tab. 17). Bei den Sulfatsalzen konnte ebenfalls ein geringer, jedoch statistisch nicht signifikanter Anstieg festgestellt werden. Mit dem Absetzen der Salze sank der Chloridgehalt im Harn auf Resultate etwas unterhalb der Ausgangswerte und kehrte anschließend in sein Referenzintervall zurück (Abb. 20).

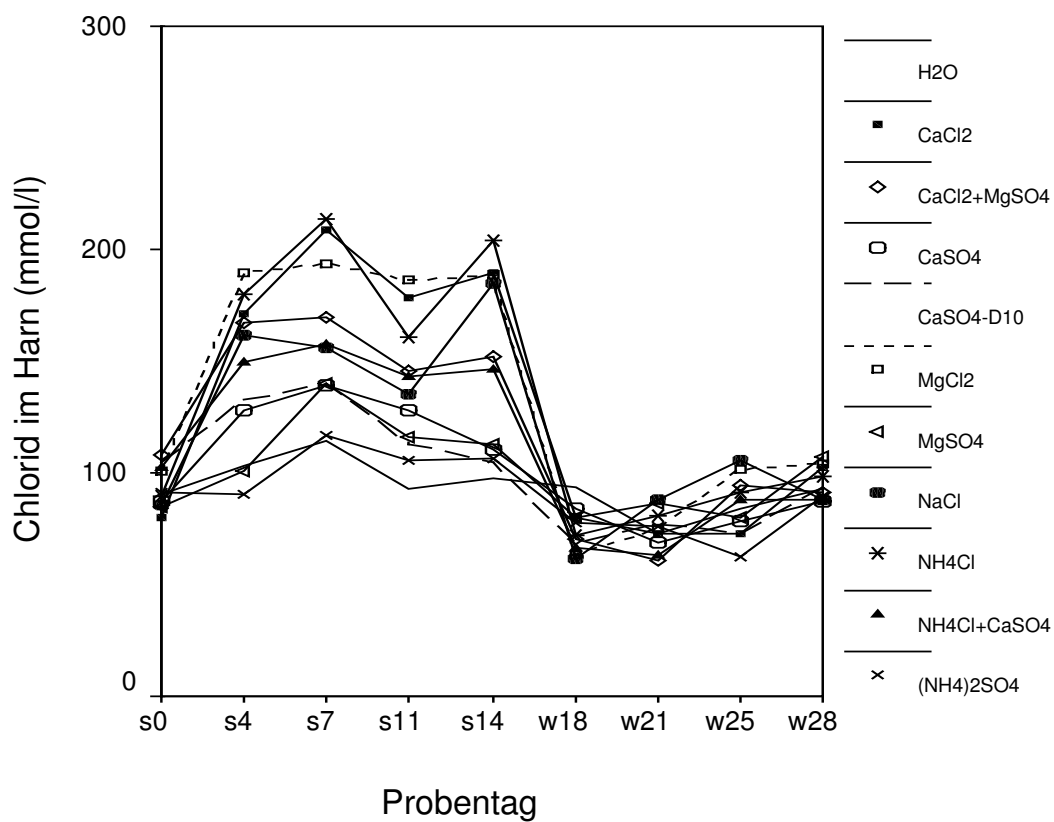


Abb. 20: Verlauf der Mittelwerte des Chlorids im Harn beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

Tab. 17: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für Chlorid im Harn, bei der, aufgeteilt nach Proben Tagen, jedes Saure Salz gegen H₂O verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt								
	s0	s4	s7	s11	s14	w18	w21	w25	w28
CaCl ₂	n.s.	n.s.	**	*	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	*	*	**	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	*	**	n.s.	***	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

4.1.2.7 Kalzium im Harn

Die Harn-[Kalzium] der Kontrolltiere verblieb über den gesamten Versuchsdurchlauf unterhalb von 5 mmol/l. Anders hingegen war die Reaktion der mit Sauren Salzen behandelten Rindern, bei denen bei 7 von 10 Tieren die Kalziumwerte während der Salzphase auf >10 mmol/l anstiegen. Den höchsten Peak erzielte das Salz CaCl₂, das am Tag s7 eine Erhöhung auf 16,9 mmol/l erwirkte (Abb. 21). Weitere Betrachtungen der renalen Kalziumexkretion werden bei Frömer (2004) angeführt.

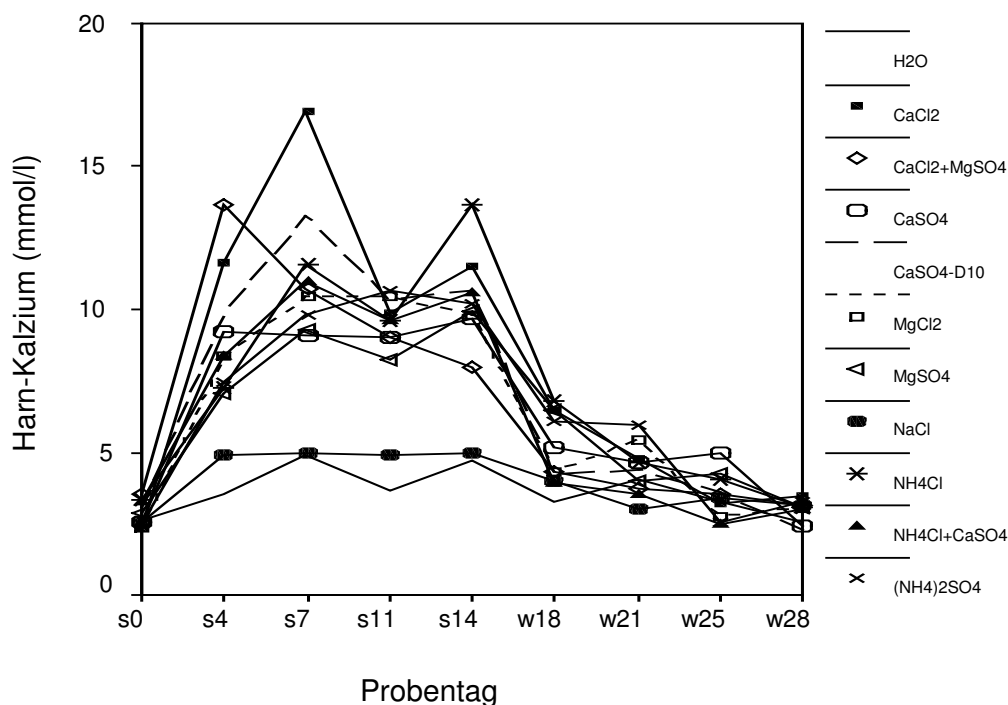


Abb. 21: Verlauf der Mittelwerte des Kalziums im Harn beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H₂O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.2 Kalziumgehalt im Serum

4.2.1 Gesamtkalzium

Das Gesamtkalzium (Ca_{ges}) im Serum wurde nicht nachweisbar unterschiedlich von der Applikation Saurer Salze beeinflusst. Sowohl bei den Kontrolltieren als auch bei den anionenreich gefütterten Rindern variierte die Konzentration zwischen 2,3 und 2,4 mmol/l. Einzig die Rinder mit NH_4Cl zeigten einen niedrigeren Ausgangswert von $2,25 \pm 0,366$ mmol/l (Abb. 22). In der Salz- wie auch in der Wash out-Phase zeigten sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den Kontroll- und den Versuchsrindern.

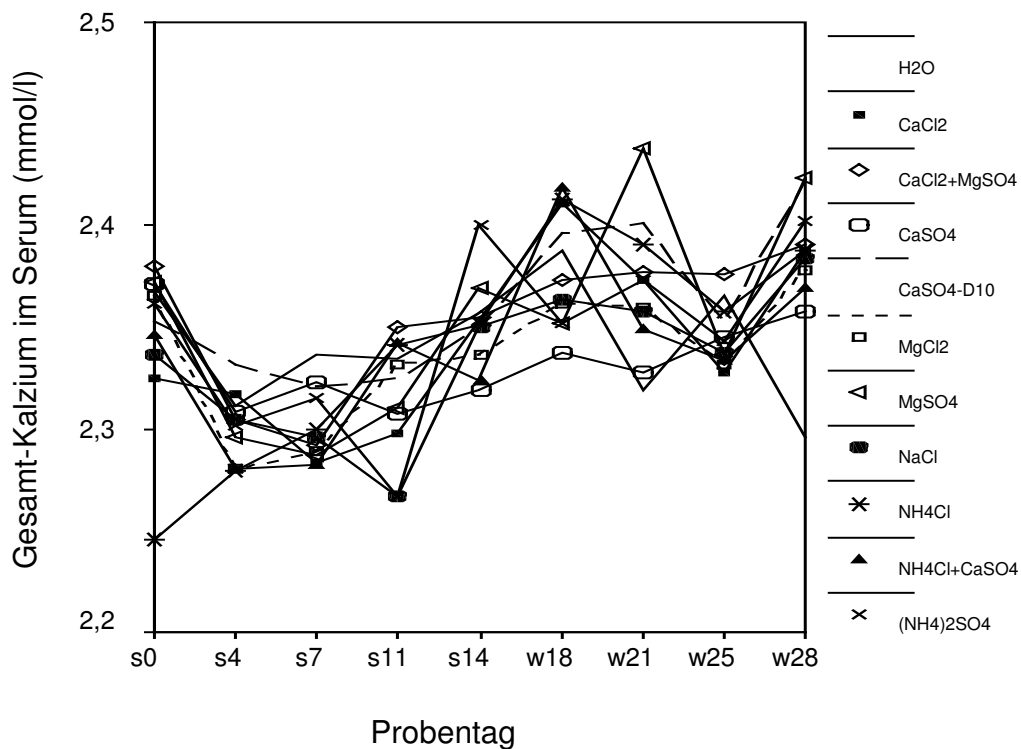


Abb. 22: Verlauf der Mittelwerte des Gesamtkalziums im Serum beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.2.2 Ionisiertes Kalzium

Die 14tägige Salzgabe führte zu keiner signifikanten Veränderung des ionisierten Kalziums ($[Ca^{2+}]$) im Serum. Die Ca^{2+} -Aktivitäten der Kontrolltiere lagen im gesamten Versuchszeitraum bei etwa 1 mmol/l. Die Ausgangswerte der anionenreich gefütterten Tiere bewegten sich zwischen 1,00 und 1,05 mmol/l (Abb. 23). In der Salzphase zeigten sich bei einzelnen Salzen kleinere Peaks, die jedoch im Test gegen H_2O nicht signifikant waren.

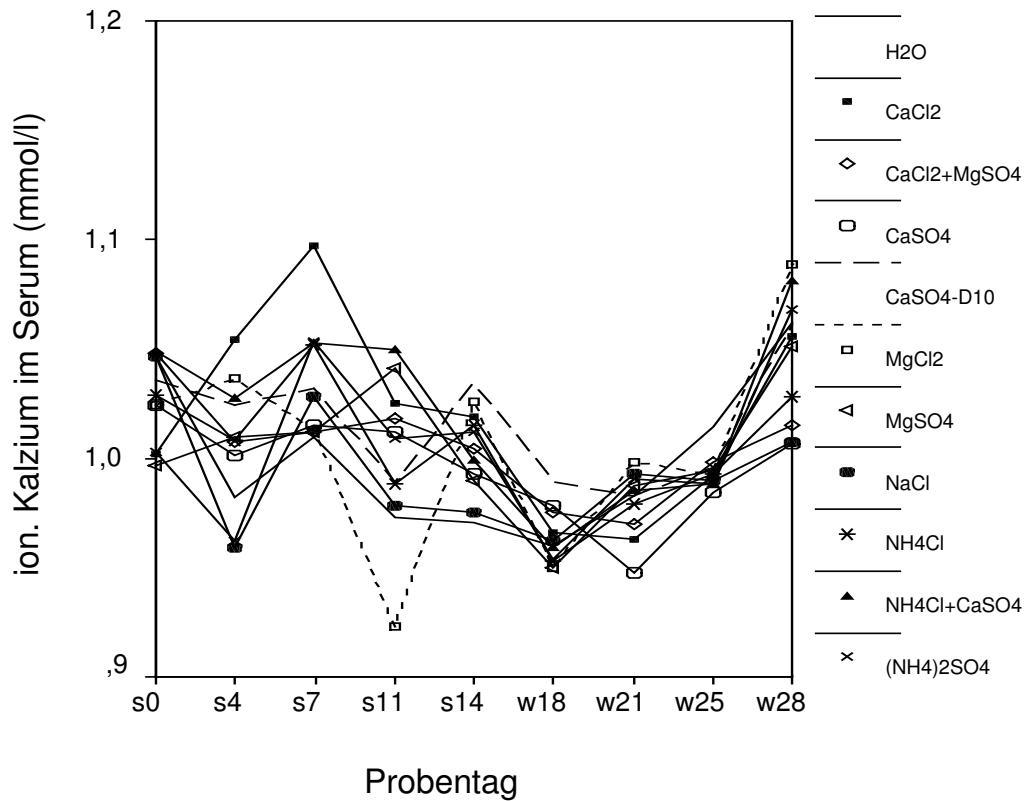


Abb. 23: Verlauf der Mittelwerte des ionisierten Kalziums im Serum beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.2.3 Prozentualer Anteil des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium

Betrachtet man den prozentualen Anteil des ionisierten Kalziums (Ca^{2+}) am Gesamtkalzium (Ca_{ges}), so war keine signifikante Veränderung während der Salzapplikation zu verzeichnen. Die Ausgangswerte lagen zumeist zwischen 42 und 45%, als Ausnahme bewegte sich NH_4Cl bei 48%. Während der Verabreichung der einzelnen Salze kam es zu anscheinend ungerichteten Bewegungen des prozentualen Anteils innerhalb des Referenzintervalls. Einzig unter $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{CaSO}_4$ stieg der Anteil des Ca^{2+} am Ca_{ges} am Probenstag s7 auf 47% an, fiel anschließend jedoch wieder ab (Abb. 24). Mit dem Ende der Salzapplikation fiel der prozentuale Anteil des ionisierten Kalziums am Gesamtkalzium auf bis zu 40% ($=\text{NH}_4\text{Cl}$) ab, um anschließend langsam auf die Ausgangswerte anzusteigen.

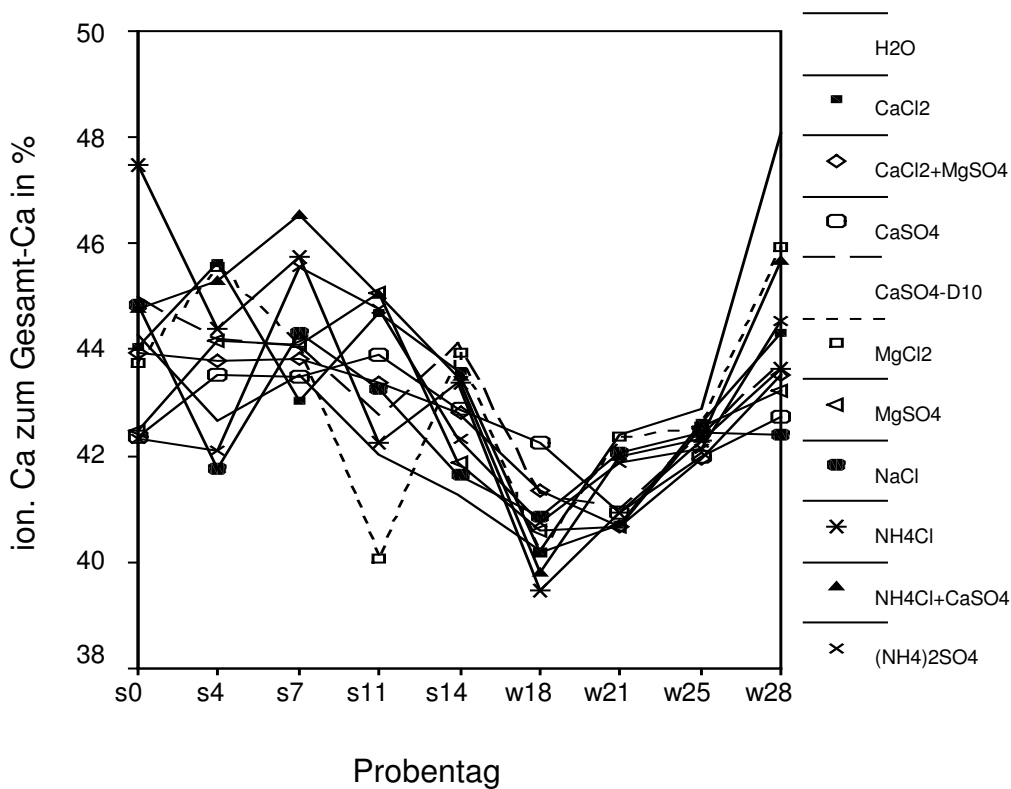


Abb. 24: Verlauf des mittleren ionisierten Kalziums zum Gesamtkalzium im Serum in % beim Einsatz verschiedener Saurer Salze bzw. H_2O in Salzphase (s4-s14) und Wash out-Phase (w18-w28).

4.3 Arterielle Blutproben

Am Ende jeder Salzphase (=s14) wurde aus der Arteria carotis communis jedes Rindes eine Blutprobe gewonnen. Zu diesem Zeitpunkt erwarteten wir die maximale Auslenkung der Labordaten. Es wurden pH, $p\text{CO}_2$, BE und HCO_3^- bestimmt. Die Werte der Rinder, die Saure Salze erhielten, wurden mit denen der Kontrolltieren (H_2O) verglichen.

Die Betrachtung des arteriellen Blut-pH zeigt, dass alle Mittelwerte in einem Bereich von 7,40 bis 7,44 lagen. Die Kontrolltiere (=H₂O) besaßen einen pH von $\bar{x} \pm s = 7,44 \pm 0,030$ (Abb. 25). Die Resultate der Rinder, die Saure Salze erhielten, befanden sich unterhalb dieses Wertes. Die niedrigsten pH-Werte wiesen MgCl_2 -Probanden mit $7,40 \pm 0,029$ sowie $\text{NH}_4\text{Cl} + \text{CaSO}_4$ -Tiere mit $7,40 \pm 0,044$ auf. Wenngleich geringe Unterschiede zwischen den einzelnen Salzen sowie der Negativkontrolle vorhanden waren, konnten diese Differenzen anhand einer durchgeführten Varianzanalyse statistisch nicht abgesichert werden (s. Anhang).

Die ebenfalls am Probenstag s14 genommenen venösen Blutproben lagen mit ihren mittleren Werten ca. 0,6 Einheiten unter den arteriellen.

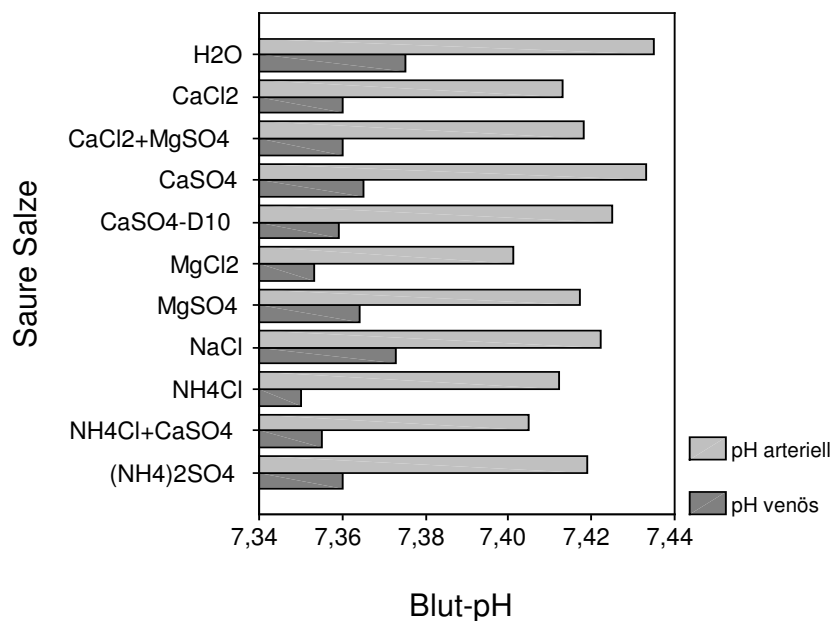


Abb. 25: Arterieller und venöser Blut-pH (\bar{x}) am Tag s14 nach Applikation verschiedener Saurer Salze.

Der $p\text{CO}_2$ der Kontrolltiere betrug $5,5 \pm 0,45$ kPa. Beim Einsatz Saurer Salze in der Ration lag der $p\text{CO}_2$ der Probanden bei 5 Salzen ober- und bei 5 Salzen unterhalb dieses Vergleichswertes. Die Differenzen der einzelnen Salze zu dem als Referenzwert genutzten $p\text{CO}_2$ der Kontrollrinder waren nicht signifikant. Der im venösen Blut am Tag s14 gemessene $p\text{CO}_2$ lag 0,3 bis 0,7 kPa oberhalb des arteriellen $p\text{CO}_2$ (Abb. 26).

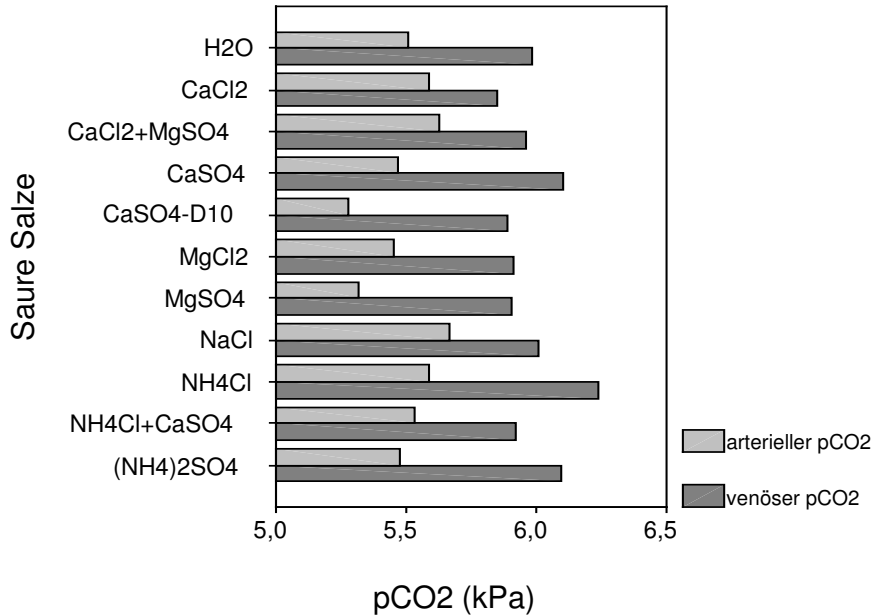


Abb. 26: Arterieller und venöser pCO₂ (\bar{x}) am Tag s14 nach Applikation verschiedener Saurer Salze.

Der BE im arteriellen Blut der Kontrollrinder lag am Tag s14 bei $3,2 \pm 1,14$ mmol/l. Die mittleren Resultate sämtlicher Probanden, die zum Probenzeitpunkt Saure Salze bekamen, lagen unterhalb dieses Wertes. Den niedrigsten BE mit $+0,7 \pm 2,28$ mmol/l wiesen die Tiere auf, die MgCl₂ erhielten. Sämtliche Differenzen der Rinder, bei denen Salze appliziert wurden, waren im Vergleich mit den Kontrolltieren statistisch nicht signifikant (s. Anhang).

Der BE im venösen Blut, welches ebenfalls am Probenstag s14 entnommen wurde, lag zumeist zwischen -1 bis $+1$ mmol/l (Abb. 27).

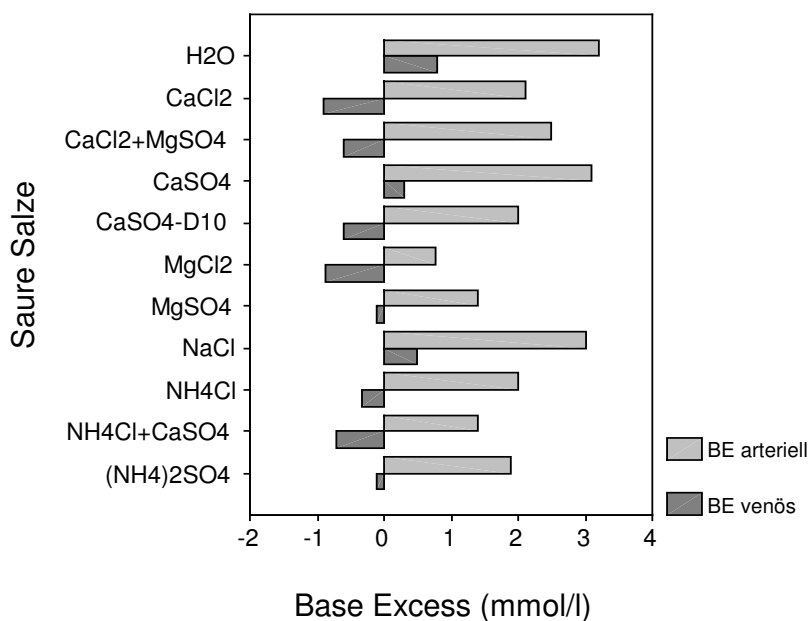


Abb. 27: Arterieller und venöser BE (\bar{x}) am Tag s14 nach Applikation verschiedener Saurer Salze.

4.4 Tagesprofil

Zur Überprüfung eines zirkadianen Rhythmus im SBH des Rindes wurde am Ende jeder Salzphase (=s14) ein „24h-Profil“ erstellt. Hierzu wurde während eines Tages der Harn jedes Probanden aufgefangen, die Menge bestimmt und alle 4 h eine Sammelprobe abgefüllt und analysiert. Die erste Probenanalyse fand um 11:00 statt, so dass ein Ausgangswert vor der ersten Salzapplikation (=7:00) für diesen Tag fehlt. Stattdessen wird der Wert um 7:00 vom Ende des Tagesprofils genutzt, da davon auszugehen ist, dass sich dieser ähnlich den Werten wie 24 h vorher verhält.

4.4.1 Harn-pH

Die Werte für den Harn-pH lagen um 11:00 in einem Bereich von 6,4 bis 8,1. Betrachtet man die Ergebnisse des Harn-pH vor der Salzapplikation (=7:00) als Ausgangswerte, so befanden sich diese zwischen 6,7 und 8,0. Der zu diesem Zeitpunkt abgesenkte Harn-pH erklärt sich durch die seit zwei Wochen stattfindende Salzgabe. Der Harn-pH der Rinder, die als Negativkontrolle H₂O erhielten, lag bei $\bar{x} \pm s = 8,07 \pm 0,423$ und verblieb bis zum Ende des Tagesprofils mit geringen Schwankungen um diesen Ausgangswert relativ stabil. Anders als bei den mit H₂O behandelten Rindern fiel der pH bei 9 von 10 Versuchstieren bis zum Zeitpunkt 19:00 bzw. 23:00 ab, um anschließend bis um 7:00 wieder anzusteigen. Den tiefsten Parameterstand um 7:00 zeigten die Probanden, die NH₄Cl und CaCl₂ erhielten (Abb. 28).

In der Varianzanalyse wurden die Werte der Rinder, die Salz bzw. H₂O erhielten, im zeitlichen Verlauf gegen die Werte zum Zeitpunkt 7:00, d.h. vor Salzapplikation, geprüft. Hier ist erkennbar, dass bei 6 von 10 Salzen an mindestens zwei Zeitpunkten der Harn-pH gegenüber dem Ausgangswert vor Salzgabe zumindest schwach signifikant erniedrigt war. Signifikante bzw. hoch signifikante Veränderungen wurden bei den Salzen CaSO₄, CaSO₄-D10, MgSO₄ und (NH₄)₂SO₄ erzielt (Tab. 18).

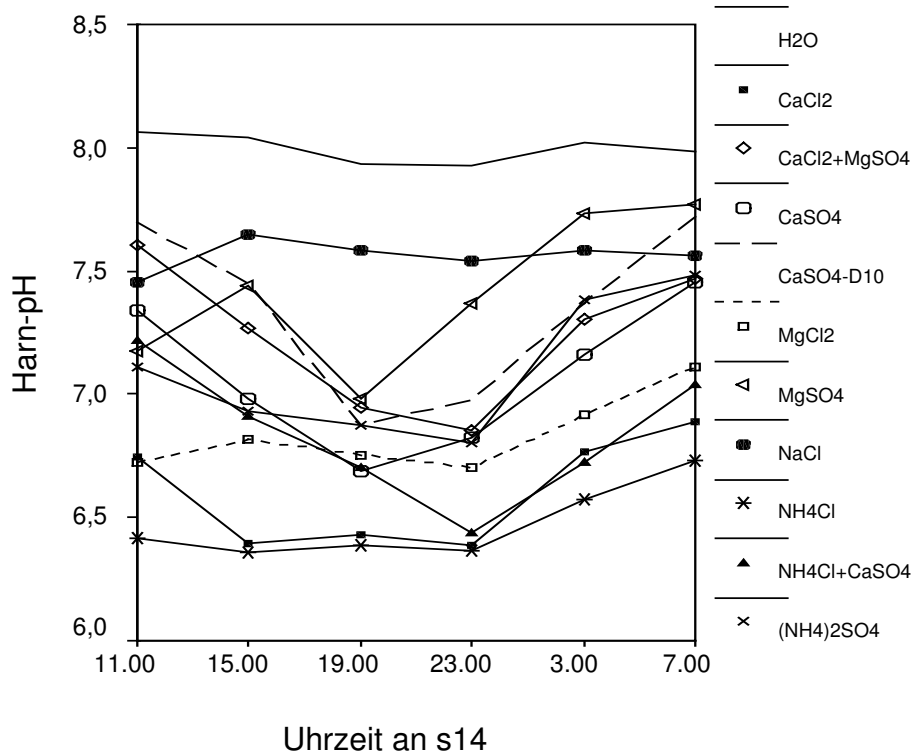


Abb. 28: Tagesrhythmus der Harn-pH-Werte bei Applikation verschiedener Saurer Salze.

Tab. 18: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für die Werte des Harn-pH, bei der, aufgeteilt nach Saurer Salzen, am Tag s14 jeder Probenzeitpunkt gegen 7:00 verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt				
	11:00	15:00	19:00	23:00	3:00
H ₂ O	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂	n.s.	*	*	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	n.s.	*	*	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	**	*	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	n.s.	**	*	n.s.
MgCl ₂	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	*	n.s.	**	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	*	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	**	**	***	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

4.4.2 Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA)

Die Mittelwerte der Netto-Säuren-Basen-Ausscheidung (NSBA) um 11:00 lagen zwischen -20 und $+80$ mmol/l. Die Kontrolltiere ($=\text{H}_2\text{O}$) setzten bei $79 \pm 64,0$ mmol/l ein, sanken um 19:00 auf minimal $69 \pm 77,8$ mmol/l, um anschließend bis zum Ende der Probennahmen ($=7:00$) auf $105 \pm 103,2$ mmol/l anzusteigen. Diese Bewegung ist statistisch nicht signifikant. Einen ähnlichen Verlauf zeigten auch die Rinder, die Saure Salze erhielten. Der maximale NSBA-Abfall wurde zum Zeitpunkt 19:00 bei 6 von 10 Rindern mit Anionengaben gemessen. Je 2 Versuchstiere erzielten ihren Tiefpunkt um 15:00 bzw. um 23:00. Die niedrigsten NSBA-Werte mit $-20 \pm 64,8$ mmol/l bewirkte NH_4Cl um 15:00. Die größte Differenz zum Ausgangswert um 7:00 war bei Applikation von MgSO_4 messbar. Dessen Differenzbetrag zum Messzeitpunkt 19:00 betrug 78 mmol/l (Abb. 29).

In der Varianzanalyse gegen den Zeitpunkt 7:00 (=vor Salzgabe) waren die Werte der Tiere, die als Salze CaCl_2 , CaSO_4 , MgSO_4 oder $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ erhielten, um 15:00 bzw. 19:00 signifikant erniedrigt (Tab. 19).

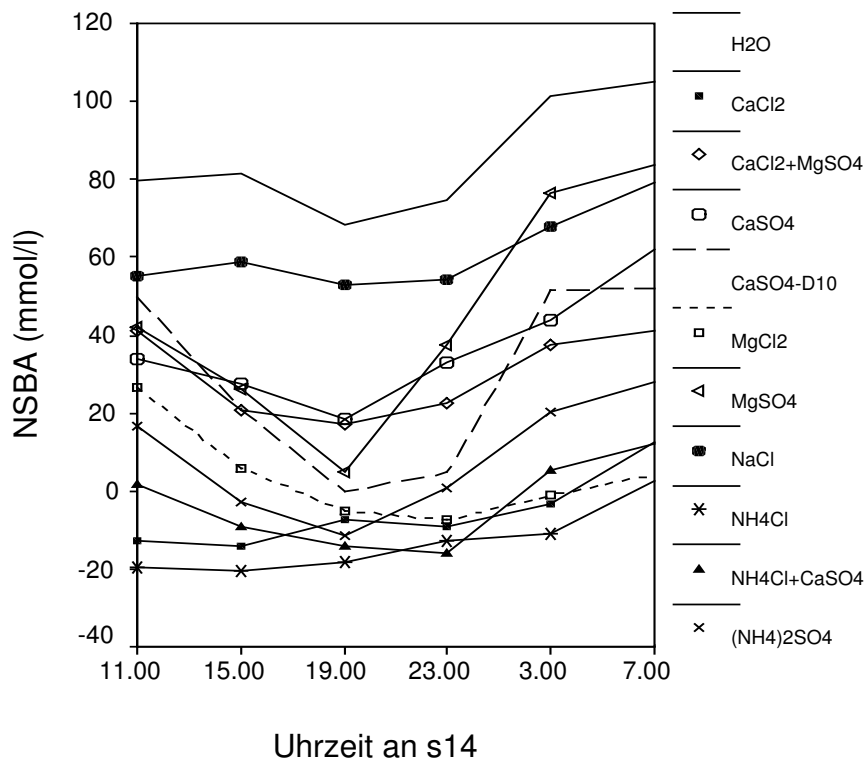


Abb. 29: Tagesrhythmus der NSBA-Werte bei Applikation verschiedener Saurer Salze.

Tab. 19: Statistische Auswertung der Ergebnisse der Varianzanalyse für die Werte der NSBA, bei der, aufgeteilt nach Sauren Salzen, am Tag s14 jeder Probenzeitpunkt gegen 7:00 verglichen wird.

Saure Salze	Probenabschnitt				
	11:00	15:00	19:00	23:00	3:00
H ₂ O	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂	n.s.	*	n.s.	n.s.	n.s.
CaCl ₂ +MgSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CaSO ₄	n.s.	n.s.	*	n.s.	n.s.
CaSO ₄ -D10	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgCl ₂	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
MgSO ₄	n.s.	*	***	n.s.	n.s.
NaCl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
NH ₄ Cl+CaSO ₄	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
(NH ₄) ₂ SO ₄	n.s.	n.s.	**	n.s.	n.s.

n.s. = nicht signifikant
 p ≤ 0,05 schwach signifikant *
 p ≤ 0,01 signifikant **
 p ≤ 0,001 hoch signifikant ***

Zusätzlich wurden die Differenzen der Werte von Harn-pH und NSBA bei der Anwendung der einzelnen Sauren Salze zwischen den Zeitpunkten 7:00 und 19:00 berechnet (=grösste Differenz). Hierbei ist erkennbar, dass der Parameterabfall bei den Chloridsalzen geringer war als bei den Sulfatsalzen. In einer Varianzanalyse wurden die Differenzen der mit Sauren Salzen behandelten Rinder gegen die Kontrolltiere (=H₂O) getestet. Der Dunnett-T-Test zeigte hierbei keinerlei signifikante Unterschiede zwischen den berechneten Abständen an.

Tab. 20: Differenzen zwischen 7:00 und 19:00 im Tagesprofil für Harn-pH und NSBA beim Einsatz Saurer Salze.

Saure Salze	Harn-pH 7:00 – 19:00	NSBA 7:00 – 19:00
H ₂ O	0,05	37
CaCl ₂	0,46	20
CaCl ₂ +MgSO ₄	0,53	24
CaSO ₄	0,77	44
CaSO ₄ -D10	0,85	52
MgCl ₂	0,36	9
MgSO ₄	0,79	79
NaCl	0	27
NH ₄ Cl	0,35	21
NH ₄ Cl+CaSO ₄	0,33	26
(NH ₄) ₂ SO ₄	0,61	39

4.5 Dietary Cation-Anion Difference

Die Empfehlung für die Dietary Cation-Anion Difference (DCAD) in der Trockensteherfütterung liegt bei +50 bis +300 mEq/kg TS. Durch den Einsatz Saurer Salze in der Ration soll die DCAD vorübergehend auf –100 bis –150 mEq/kg TS abgesenkt werden.

Die während des Versuchs analysierte DCAD lag bei Salzapplikation zwischen –155 und +242 mEq/kg TS (Tab. 6). Zur Auswertung des Fütterungseinflusses auf ausgewählte Parameter des SBH wurden die Rinder mit entsprechender DCAD in Gruppen eingeteilt. Gruppe A enthielt die bei der Anwendung Saurer Salze erwünschte DCAD <-100 mEq/kg TS. Gruppe B umfasste die Werte, die eine DCAD zwischen -100 und +50 mEq/kg TS besaßen, und Gruppe C setzte sich aus dem Futter mit einer DCAD >+50 mEq/kg TS zusammen. Alle drei Gruppen wurden in einer Varianzanalyse sowie anschließendem Post-hoc Test nach Scheffé bzw. bei zwei Gruppen mit Hilfe des t-Tests gegeneinander geprüft. Als Zielsetzung der statistischen Berechnung diente u.a. die Fragestellung, ob die bei Fütterung mit unterschiedlicher DCAD aufgetretenen Veränderungen der Werte sich als signifikant erweisen oder nicht.

4.5.1 Rinder mit Salzapplikation

Die Wirkung von Futter mit entsprechender DCAD auf einzelne aussagekräftige Parameter wurde zunächst anhand der Betrachtung der Werte aller Tiere, die Salze erhielten (=s4-s14), analysiert. Der Harn-pH lag in Gruppe C bei $\bar{x} \pm s = 7,4 \pm 1,06$, in Gruppe B bei $6,9 \pm 1,03$ und in Gruppe A bei $6,08 \pm 0,73$ (Tab. 21). Der Verlauf zeigt, dass die sinkende DCAD in der Nahrung mit einem fallenden pH-Wert einhergeht (Abb. 30). Die Differenzen der drei Gruppen zueinander sind signifikant.

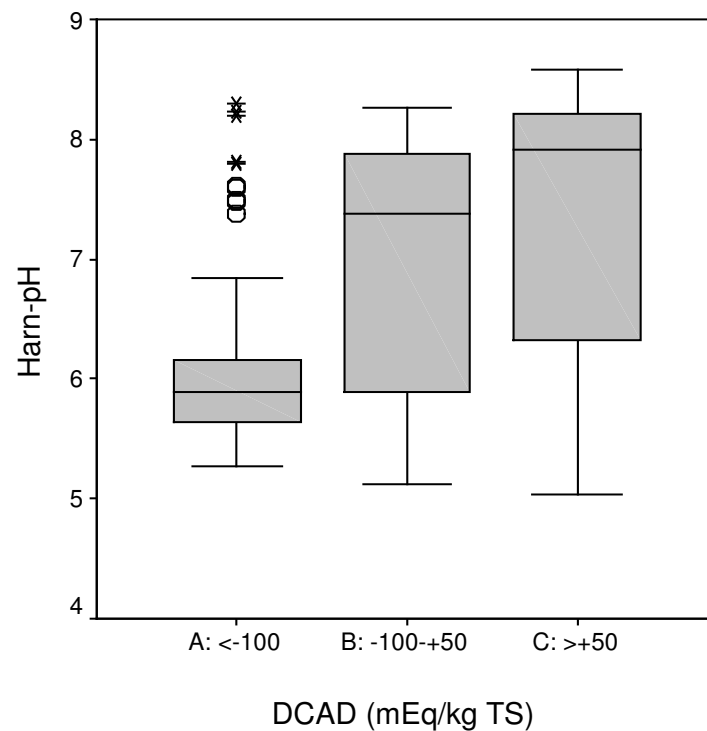


Abb. 30: Einfluss unterschiedlicher DCAD-Werte auf den Harn-pH bei Salzapplikation im Zeitraum s4-s14.

Tab. 21: Statistische Werte des Harn-pH für alle Tiere mit Salzapplikation im Zeitraum s4 bis s14.

DCAD (mEq/kg TS)	n	\bar{x}	s	Median	50. Perz.	25. Perz.	75. Perz.	Min.	Max.
A: <-100	80	6,08	0,726	5,89	5,89	5,64	6,17	5,27	8,29
B: -100 - +50	80	6,94	1,034	7,38	7,38	5,88	7,89	5,12	8,27
C: >+50 - 300	280	7,40	1,006	7,92	7,92	6,32	8,22	5,04	8,58

Entsprechend dem Harn-pH reagierten auch die Werte der NSBA im Harn bei Betrachtung aller Salze. Die mittlere NSBA lag in den drei Gruppen während der Salzphase unterhalb des Referenzintervalls von $>+106$ mmol/l (Abb. 31). Im Vergleich zu den physiologischen Ausgangswerten ($>+106$ mmol/l) war bei der Fütterung mit DCAD $>+50$ mEq/kg TS die Salzwirkung messbar. Die NSBA betrug jetzt $\bar{x} \pm s = 43 \pm 82,1$ mmol/l. Drastischer war der Parameterabfall allerdings in Gruppe A, in der eine NSBA von $-72 \pm 64,8$ mmol/l gemessen wurde (Tab. 22). Im Vergleich der einzelnen Gruppen miteinander war die Parameterveränderung signifikant.

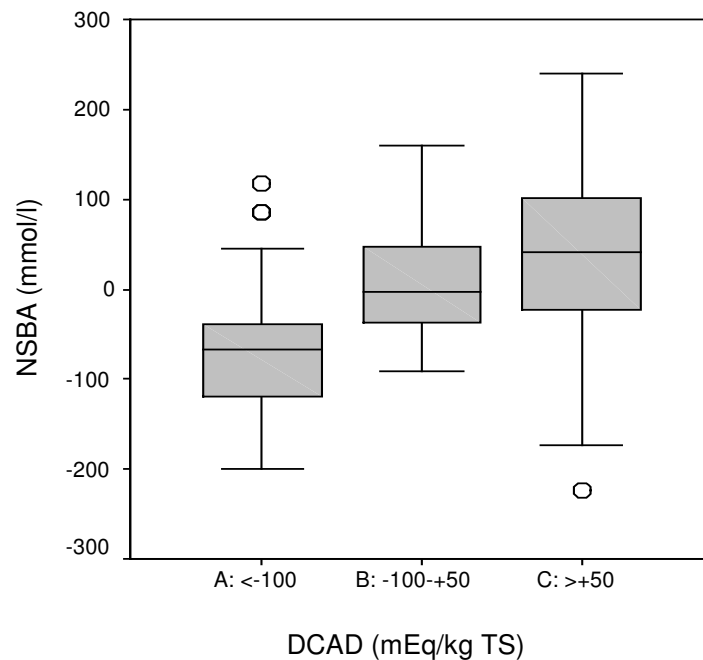


Abb. 31: Einfluss unterschiedlicher DCAD-Werte auf die NSBA bei Salzapplikation im Zeitraum s4-s14.

Tab. 22: Statistische Werte der NSBA für alle Tiere mit Salzapplikation im Zeitraum s4 bis s14.

DCAD (mEq/kg TS)	n	\bar{x}	s	Median	50. Perz.	25. Perz.	75. Perz.	Min.	Max.
A: <-100	80	-72,93	64,779	-67,25	-67,25	-118,75	-38,63	-200	118
B: -100 - +50	80	9,93	58,789	-2,25	-2,25	-37,38	48,13	-91	160
C: >+50 - 300	280	43,30	82,195	41,75	41,75	-24,25	102,50	-223,5	239

4.5.2 Rinder mit H₂O-Applikation (Kontrollgruppe)

Die bisherigen Graphiken waren eine Darstellung des Effekts von Futter und Saurer Salzen auf einzelne Parameter. Um allein die Wirkung des Futters auf einen Faktor zu betrachten, wurden die Werte der Kontrolltiere (n=11) herangezogen, die während der Versuchsphase (s0-w14; n=9) anstelle Saurer Salze H₂O verabreicht bekamen. Somit ergaben sich n=99 Messwerte aus der Kontrollgruppe zur Beurteilung des alimentären Einflusses. Jedes der Rinder erhielt eine Ration mit einer DCAD >+50 mEq/kg TS (identische Ration wie Versuchstiere, jedoch ohne Salzzulage). Zur Analyse des DCAD-Effekts auf Harn-pH und NSBA wurde eine Gruppierung vorgenommen. Es existierte zum einen die Gruppe 1, die eine für die Trockensteherfütterung empfohlene DCAD von +50 bis +300 mEq/kg TS enthielt, und zum anderen die Gruppe 2, die stark alkalogenes Futter mit DCAD-Werten >+300 mEq/kg TS verabfolgt bekam.

Die Werte der Tiere in Gruppe 1 wiesen einen Harn-pH von $\bar{x} \pm s = 7,9 \pm 0,6$ auf, wohingegen bei Gruppe 2 ein pH von $8,3 \pm 0,23$ gemessen wurde (Abb. 32, Tab. 23). Somit lag bei einer höheren DCAD im Futter (=alkalogen wirkend) auch der Harn-pH in einem etwas basischeren Bereich. Die Differenz zwischen den beiden Gruppen ist jedoch nicht signifikant.

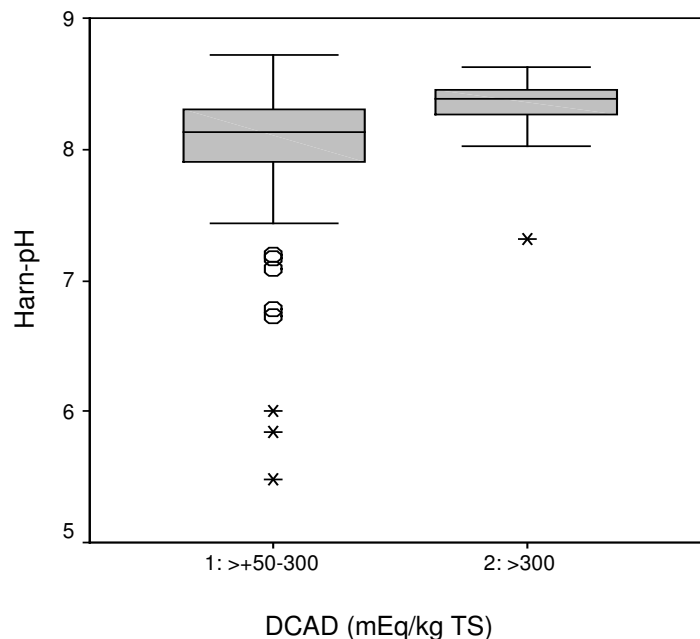


Abb. 32: Einfluss unterschiedlicher DCAD-Werte auf den Harn-pH bei Betrachtung der Kontrollgruppe (=H₂O).

Tab. 23: Statistische Werte des Harn-pH bei Betrachtung der Kontrollgruppe (=H₂O).

DCAD (mEq/kg TS)	n	\bar{x}	s	Median	50. Perz.	25. Perz.	75. Perz.	Min.	Max.
1: >+50-300	68	7,95	0,608	8,13	8,13	7,90	8,31	5,48	8,72
2: >+300	31	8,32	0,235	8,38	8,38	8,26	8,45	7,32	8,62

Bei der Beurteilung der NSBA-Werte wurden die Rinder ebenfalls in die DCAD-Gruppen (1) mit $\leq +300$ und (2) mit $> +300$ mEq/kg TS klassifiziert. Die Rinder in der Gruppe 1 wiesen mit $145 \pm 62,2$ mmol/l durchschnittlich höhere NSBA-Werte auf als die Rinder der Gruppe 2 (Abb. 33). Dahingegen zeigten die Tiere, denen eine Ration mit einer DCAD von $+50$ bis $+300$ mEq/kg TS gefüttert wurde, eine niedrigere NSBA von im Mittel $92 \pm 76,8$ mmol/l (Tab. 24). Dieser Unterschied ließ sich statistisch mit Hilfe des t-Tests ($p \leq 0,05$) absichern.

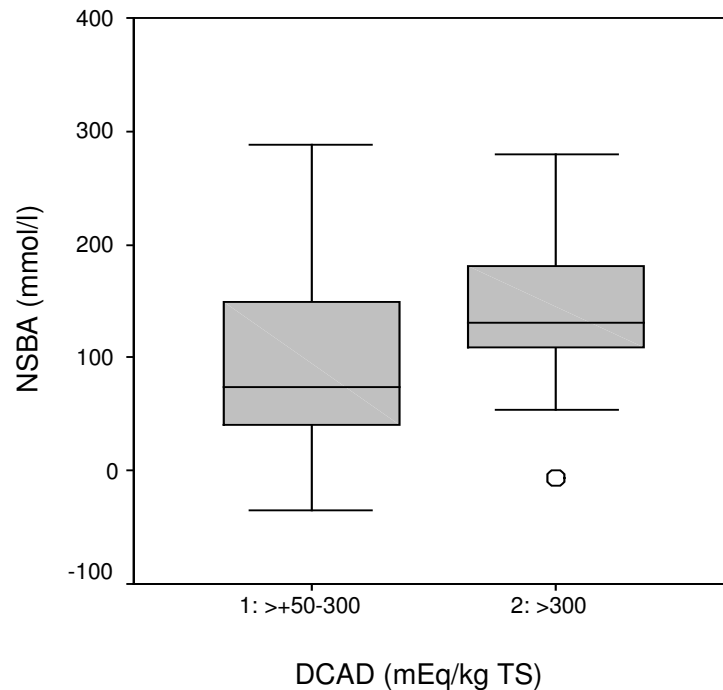


Abb. 33: Einfluss unterschiedlicher DCAD-Werte auf die NSBA bei Betrachtung der Kontrollgruppe (=H₂O).

Tab. 24: Statistische Werte der NSBA bei Betrachtung der Kontrollgruppe (=H₂O).

DCAD (mEq/kg TS)	n	\bar{x}	s	Median	50. Perz.	25. Perz.	75. Perz.	Min.	Max.
1: >+50-300	68	92,32	76,765	74,5	74,50	38,13	149,50	-34,5	287,5
2: >300	31	145,95	62,229	130,5	130,50	107,00	182,00	-7	279

4.6 Rangfolge der Mittelwerte einzelner Parameter beim Einsatz Saurer Salze

Bei der Betrachtung der Mittelwerte ausgewählter Parameter in Blut und Harn am Probenstag s7 (=1 Woche Salzgabe) bildet sich innerhalb der eingesetzten Sauren Salze eine Rangfolge.

Die deutlichsten Veränderungen im venösen Blut erzeugten bei den Parametern pH-Wert, BE und SID die anionischen Salze CaCl_2 , $\text{CaSO}_4\text{-D10}$ sowie das Salzgemisch $\text{NH}_4\text{Cl}+\text{CaSO}_4$. Beim Blut-pH und der Serum-SID wirkte das Salz CaCl_2 signifikante Veränderungen gegenüber den Rindern, die H_2O verabreicht bekamen. Beim BE waren es CaCl_2 und $\text{CaSO}_4\text{-D10}$, die zu statistisch signifikanten Abweichungen führten (Tab. 10, Tab. 11 u. Tab. 12).

Im Harn erfolgte die deutlichste Auslenkung von Harn-pH und NSBA durch die applizierten anionischen Komponenten CaCl_2 , $\text{CaSO}_4\text{-D10}$ sowie NH_4Cl (Tab. 25). Die Ergebnisse dieser Salze waren in der Varianzanalyse gegenüber den Werte der Rinder, die H_2O erhielten, signifikant bzw. hoch signifikant (Tab. 13 u. Tab. 14).

Tab. 25: Mittelwerte ausgewählter Blut- und Harnparameter am Probenstag s7 (=1 Woche Salzgabe), in Fettdruck die Werte der Salze, mit den stärksten Auslenkungen.

Saure Salze	Blut-pH _{venös}	BE*	Serum-SID*	Harn-pH	NSBA*
H_2O	7,38	1	40	7,94	97
CaCl_2	7,32	-4	34	6,27	-65
$\text{CaCl}_2+\text{MgSO}_4$	7,37	-1	39	6,94	11
CaSO_4	7,36	-1	39	6,80	4
$\text{CaSO}_4\text{-D10}$	7,34	-3	38	6,39	-30
MgCl_2	7,36	-1	38	6,84	8
MgSO_4	7,36	0	39	7,37	28
NaCl	7,37	0	39	7,78	66
NH_4Cl	7,35	-1	38	6,48	-32
$\text{NH}_4\text{Cl}+\text{CaSO}_4$	7,35	-2	38	6,86	-23
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$	7,36	-1	38	7,01	4

* = in mmol/l

4.7 Parameter des Knochenstoffwechsels in Serum und Harn

Für die in Tabelle 26 dargestellten Parameter des Knochenstoffwechsels wurden Serum- und Harnproben von Rindern ausgewählt, die während des Versuchs das CaCl_2 als stark wirksames Salz verabreicht bekamen. Für die Ostase im Serum konnten alle Einzelwerte vollständig bestimmt werden, wohingegen die vollständige Analyse der Harnparameter aus allen 10 Proben aus technischen Gründen nicht möglich war.

Die Knochenparameter Ostase im Serum sowie freies Desoxypyridinolin und freies Pyridinolin im Harn zeigten minimale Unterschiede zwischen den Proben Tagen s0 (=vor Salzgabe) und s14 (=14 Tage CaCl_2 -Gabe). Von Proben Tag s0 zu s14 sank die Ostase im Serum um maximal 6,2 ng/ml. Bei 4 von 10 Tieren lag die Ostase mit $<2,0$ ng/ml unterhalb der Nachweisgrenze. Das freie Desoxypyridinolin zeigte im gleichen Zeitraum einen minimalen Abfall um höchstens 1 nmol/mmol Kreatinin bei 3 von 5 Tieren. Bei 2 Probanden ließ sich ein Anstieg um maximal 2,7 nmol/mmol Kreatinin nachweisen. Der Abfall des freien Pyridinolins vom Proben Tag s0 zum Tag s14 lag im Bereich von ~18-56 nmol/mmol Kreatinin.

Tab. 26: Einzelwerte der Parameter des Knochenstoffwechsels in Serum und Harn, Analyse der Proben Tage s0 und s14 für das Saure Salz CaCl_2 .

Serum		Harn			
Ostase (ng/ml)		Freies Desoxypyridinolin (nmol/mmol Harn-Kreatinin)		Freies Pyridinolin (nmol/mmol Harn-Kreatinin)	
s0	s14	s0	s14	s0	s14
12,1	11,5		3,4		78,7
5,8	3,5				
14,1	7,9		2,9		102,8
$<2,0$	$<2,0$	2,8	5,5	148,1	130,2
2,6	2,5		1,5		46,6
4,6	4,6	2,8	3,5	83,9	49,2
4,1	4	3	2,1	118,1	62
$<2,0$	$<2,0$		2,7		50,5
$<2,0$	$<2,0$	3,5		119,2	
$<2,0$	$<2,0$	3,2	2,2	121,2	67