

Analyse von Methan- und Stickstoff-Emissionen sowie Mineralstoffhaushalt unter Beachtung der DCAB bei Mutterkühen der Fleischrinder-Rassen in der Winterfutter- und der Weideperiode

Versuchsbericht



SACHSEN-ANHALT

Landesanstalt für  
Landwirtschaft und  
Gartenbau



# Analyse von Methan- und Stickstoff-Emissionen sowie Mineralstoffhaushalt unter Beachtung der DCAB bei Mutterkühen der Fleischrinder-Rassen in der Winterfutter- und der Weideperiode

## Versuchsbericht



**SACHSEN-ANHALT**

---

Landesanstalt für  
Landwirtschaft und  
Gartenbau

## **IMPRESSUM**

Herausgeber: Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau  
des Landes Sachsen-Anhalt  
Strenzfelder Allee 22, 06406 Bernburg  
Tel.: (03471)334-0; Fax: (03471)334-105  
Mail: [poststelle @llfg.mlu.sachsen-anhalt.de](mailto:poststelle@llfg.mlu.sachsen-anhalt.de)  
[www.llg.sachsen-anhalt.de](http://www.llg.sachsen-anhalt.de)

Autor: Prof. Dr. Heiko Scholz  
[heiko.scholz@hs-anhalt.de](mailto:heiko.scholz@hs-anhalt.de)

Arbeitsgruppe: Prof. Dr. Heiko Scholz, Leiter der Arbeitsgruppe  
Susanne Wiese  
Christian Knappe  
Eric Ebert

Foto Titelseite: LLG

Stand: Mai 2023

Diese Veröffentlichung ist urheberrechtlich geschützt.  
Eine Veröffentlichung und Vervielfältigung (auch auszugsweise) ist nur mit  
schriftlicher Genehmigung des Herausgebers gestattet.

# Analyse von Methan- und Stickstoff-Emissionen sowie Mineralstoffhaushalt unter Beachtung der DCAB bei Mutterkühen der Fleischrinder-Rassen in der Winterfutter- und der Weideperiode

## **1 Einleitung**

Da auch bei Mutterkühen eine lange Nutzungsdauer für eine nachhaltige Tierhaltung essentiell ist, ist auch ihre bedarfsgerechte Mineralstoffversorgung mit Blick auf die die tiergerechte Versorgung und die Fruchtbarkeit der Tiere bedeutsam (ROFFEIS und MUNCH, 2007). Für die Mutterkuhhaltung und die Aufzuchttrinder stehen aber im deutschsprachigen Raum nur wenige aktuelle Daten zur Verfügung (DLG, 2009). Untersuchungen, die eine gute Datenbasis für das Grobfutter lieferten gehen auf die 70-er Jahre zurück (ANKE et al., 1971). KAVANAGH et al. (2015) halten das Grünland als alleinige Quelle der Mineralstoffversorgung für ausreichend. Dabei berücksichtigen sie nicht, dass veränderte klimatische Bedingungen die Bodenverhältnisse und damit den Gehalt an starken Kationen und Anionen (dietary cation anion balance oder kurz DCAB) in den Futterpflanzen immer mehr verändern: Durch mehr Trockenheit kommt es zu einer höheren Einlagerung der anorganisch gebundenen Anionen Cl<sup>-</sup> und S<sup>-</sup> in die Pflanzen und die DCAB im Futter nimmt deutlich ab. Dadurch wird der Säure-Basen-Haushalt der Kühe stark beeinflusst, die Kühe reagieren azidotisch. Das zeigen jedenfalls die zu den DCAB –Werten korrespondierenden NSBA – Werte im Harn von Mutterkühen in verschiedenen Mutterkuhherden zu unterschiedlichen Jahreszeiten (SCHOLZ et al., 2018). Diese saisonal und regional unterschiedlichen Belastung durch bislang nicht gekannte metabolische Azidosen während der Weideperiode, können eine vermehrte renale Kalziumausscheidung über den Harn bedeuten und zu anderweitigen Beeinträchtigungen der Bioverfügbarkeit von Spurenelementen und Mineralstoffen führen. Vor diesem Hintergrund soll die geplante Studie aktuelle Daten zur Beeinflussung des Mineralstoff- und Spurenelement-Haushaltes liefern. Dazu soll auch in einem klassischen Fütterungsversuch die Veränderungen in der DCAB während der Weidesaison simuliert und Einflüsse auf Futteraufnahme, Harn-NSBA, Mineralstoff- und Spurenelement-Haushalt sowie Knochenstoffwechsel erfasst werden. Dadurch sollen auch potentielle Langzeiteffekte einer zunehmend niedrigen DCAB auf die Tiergesundheit bei Fleischrindern beschrieben werden.

## **2 Material und Methoden**

### **Ration und Futteraufnahme**

In der Abkalbperiode 2021/2022 wurden 13 Mutterkühe in 2 Gruppen untergliedert und seit Februar 2022 mit einer einheitlichen TMR aus Grassilage und Stroh ante partum und nach der Kalbung mit Grassilage und Maissilage (ab 03.03.2022) versorgt, wobei immer 80 g Mineralfutter je Kuh und Tag mit eingemischt wurden. Während der Datenerfassung wurden eine einheitliche Ration gemischt, wobei in dieser Phase eine Grassilage aus Rundballen aus der LVAT Groß Kreuz verwendet wurde, da aufgrund der Extensivierung dieser Fläche eine geringe und teilweise negative DCAB in dieser Grassilage zu finden war. Es lagen 2 Atteste vor, die eine DCAB von + 8 meq je kg TM und eine DACB von – 48 meq je kg TM aufwiesen. Während des Einsatzes erfolgte keine Analyse der Silagen, sondern eine tägliche Beprobung der TMR der Kühe, um den DCAB-Bereich darzustellen. Einen Blick auf die Grassilage aus Groß Kreuz und die TMR zeigt Abbildung 2.



Abbildung 2: Grassilage aus Groß Kreuz und TMR der Mutterkühe

Die Versuchsration wurde mit Natrium-Bicarbonat in der DCAB bei sonst vergleichbaren Energie- und Nährstoff-Gehalten aufgewertet. Die Versuchsgruppe (NaBiC-Gruppe) erhielt eine Zugabe von 700 g Natrium-Bicarbonat je Kuh und Tag (NOVACARB Sodium Bicarbonate), um diese Ration auf eine rechnerische DCAB von über 400 meq zu mischen. Der Kontrollgruppe wurde die natürliche TMR vorgelegt und damit eine Ration bei einem DCAB-Bereich von etwa Null bis - 100 meq je kg TM (die Variationen ergeben sich durch den Einsatz von Rundballen in der TMR). Das Versuchsdesign zeigt Tabelle 1. Nach der Versuchsphase (2 Rationen) schloss sich 1 Woche der folgenden Gleich-Fütterung der Mutterkühe an, wobei die Ration vergleichbar mit der Ration der Phase II ist. In dieser Phase III wurden dann wieder die Rundballen-Grassilagen der LLG Iden genutzt.

Tabelle 1: Versuchsdesign für die Mutterkühe mit den kalkulierten Werten der DCAB

| Phase | Kennzahlen                  | NaBiC-Gruppe | Kontrollgruppe |
|-------|-----------------------------|--------------|----------------|
| I     | Anzahl Tiere                |              | 13             |
|       | DCAB der Ration (meq/kg TM) |              | + 18           |
|       | Dauer der Phase (in Tagen)  |              | 14             |
| II    | Anzahl Tiere                | 6            | 7              |
|       | DCAB der Ration (meq/kg TM) | + 402        | + 37           |
|       | Dauer der Phase (in Tagen)  |              | 7              |
| III   | Anzahl Tiere                |              | 13             |
|       | DCAB der Ration (meq/kg TM) |              | + 18           |
|       | Dauer der Phase (in Tagen)  |              | 7              |

Die Grundration während der Phase II (TMR) wurde mittels eines Futtermischwagens erstellt und setzte sich dabei aus 29 % Maissilage und 71 % Grassilage (Rundballen) zusammen (Angaben in TM-Anteilen). Zur Sicherung der Mineralstoffversorgung wurden 80 g Mineralfutter BLATTIMIN K5 je Kuh und Tag verabreicht. Die Grundration wies nach den Kalkulationen einen DCAB-Wert von + 37 meq je kg TM auf. Es konnte eine Energiekonzentration von 9,1 MJ ME oder 5,5 MJ NEL je kg TM berechnet werden. Der Gehalt an Rohprotein lag mit 11,1 % im unteren Bereich der Versorgung mit XP und Stickstoff, wobei aber der Gehalt an nXP mit 11,8 % leicht höher war. Daraus ergibt sich allerdings eine negative RNB von - 2,3 g N je kg TM. Der Gehalt an Rohfaser mit im Mittel 26,6 % lag dabei im angestrebten, wenn auch oberen Bereich der Versorgung von säugenden Mutterkühen.

Für die Phasen I – III wurden verschiedene TMR-Proben zur Beschreibung des Energie- und Nährstoffgehaltes in der LKS Lichtenwalde analysiert. Es zeigte sich,

dass alle Rationen auf einem vergleichbaren Niveau der Gehalte lagen und die Energiegehalte von 9,0 MJ ME bis 10,1 MJ ME je kg TM schwankten (Tabelle 2). Der Anteil an Rohfaser variierte nur gering und ebenfalls der Gehalt an Stärke + Zucker, was für die Vergleichbarkeit der Rationen mit zu berücksichtigen ist.

Tabelle 2: Energie- und Nährstoffgehalte der Rationen in den 3 Phasen

| Kennzahl                | Phase I      | Phase II    | Phase III    |
|-------------------------|--------------|-------------|--------------|
| TM (g/kg FM)            | 374          | 377         | 534          |
| XA (g/kg TM)            | 98           | 125         | 85           |
| XP (g/kg TM)            | 131          | 118         | 113          |
| XF (g/kg TM)            | 240          | 236         | 255          |
| XL (g/kg TM)            | 34           | 31          | 24           |
| XS + XZ (g/kg TM)       | 167          | 180         | 157          |
| ME (MJ/kg TM)           | 10,1         | 9,9         | 9,0          |
| nXP (g/kg TM)           | 137          | 131         | 121          |
| RNB (g/kg TM)           | - 0,4        | - 2,2       | - 1,3        |
| <b>DCAB (meq/kg TM)</b> | <b>+ 103</b> | <b>- 18</b> | <b>- 150</b> |

Die Grundration sowie die Ration der NaBiC-Gruppe wurden in der LKS auf deren Gehalt an Mineralstoffen untersucht. Dabei zeigte sich, dass die Grundration (Kontrollgruppe) eine DCAB von - 18 meq je kg TM aufwies (Tabelle 3). Durch das Einmischen des NaBiC konnte eine DCAB von + 354 meq je kg TM erreicht werden. Zwischen den beiden Rationen ergeben sich damit nur bei Natrium und der DCAB der Ration die Unterschiede in den Gehaltswerten.

Tabelle 3: Gehalte der Rationen während der Datenerfassung

| Mineralfutter           | NaBiC-Gruppe | Kontrollgruppe |
|-------------------------|--------------|----------------|
| Kalium (g/kg TM)        | 14,2         | 14,4           |
| Kalzium (g/kg TM)       | 8,9          | 8,8            |
| Phosphor (g/kg TM)      | 4,3          | 4,5            |
| Natrium (g/kg TM)       | 11,7         | 2,8            |
| Mg (g/kg TM)            | 3,4          | 3,6            |
| Chlor (g/kg TM)         | 11,1         | 11,1           |
| Schwefel (g/kg TM)      | 3,2          | 3,1            |
| Kupfer (mg/kg TM)       | 21,4         | 22,0           |
| Zink (mg/kg TM)         | 82,2         | 95,1           |
| Mangan (mg/kg TM)       | 72,3         | 70,2           |
| <b>DCAB (meq/kg TM)</b> | <b>+ 354</b> | <b>- 18</b>    |

Die Futteraufnahme wurde an der EFS der Mutterkühe tierindividuell gemessen werden, wobei die Tröge den jeweiligen Gruppen zugeordnet werden konnten. Aufgrund der Zuordnung der Einzeltröge zu den Mutterkühen seit dem Februar 2022 wurde diese Gruppierung auch in den Versuchen übernommen, auch wenn die Daten nicht immer vergleichbar sein. Einen Blick zur EFS der Mutterkühe zeigt Abbildung 3.



Abbildung 3: Blick auf die EFS der Mutterkühe

Zur Berechnung der TM-Aufnahme der Mutterkühe in der Phase II wurden täglich von jeder Ration (Kontroll- als auch NaBiC-Gruppe) Proben auf den Gehalt an TM in der LLG Iden (Trockenschrank) analysiert. Weiterhin wurden alle Grobfutter ebenfalls auf deren Gehalt an TM untersucht.

Zur Beschreibung der Ration wurde die TMR an 3 Terminen mit der Futter-Schüttelbox jeweils 3x gesiebt. Dabei können die Siebfraktion > 19 mm, 8-19 mm und die Partikel unter 8 mm bewertet werden. Die Ergebnisse zeigt Tabelle 4. Der Anteil der peNDF beträgt damit in der TMR 84 %.

Tabelle 4: Ergebnisse der Analyse mit der Futterschüttelbox

| Siebgröße | mehr als 19 mm | 8 – 19 mm | weniger als 8 mm |
|-----------|----------------|-----------|------------------|
| Anteile   | 80 %           | 4 %       | 16 %             |

Für die Untersuchungen wurden 13 Mutterkühe der LLG Iden genutzt, die im Mittel eine Anzahl an Kalbungen von 3,9 aufwiesen. Die Lebendmasse der Tiere und die Rückenfettdicke der Kühe wiesen zwischen den beiden Gruppen im Vorfeld der Untersuchungen nur geringe Unterschiede auf, was Tabelle 5 verdeutlicht. Die hohe Streuung in der Anzahl der Kalbungen der Tiere der Kontrollgruppe resultiert aus einer Mutterkuh, die die 10. Laktation begann, während sonst die Variation von der zweiten bis zur 6. Kalbung reichte.

Tabelle 5: Anzahl der Kalbungen, Lebendmasse und Rückenfettdicke der Mutterkühe

| Gruppe                 | Gesamt    | NaBiC-Gruppe | Kontrollgruppe |
|------------------------|-----------|--------------|----------------|
| Anzahl Kalbungen       | 3,9 ± 2,2 | 3,3 ± 0,8    | 4,4 ± 2,9      |
| LM (kg) am 18.03.2022  | 896 ± 72  | 888 ± 94     | 904 ± 54       |
| RFD (mm) am 18.03.2022 | 15 ± 5    | 14 ± 5       | 16 ± 5         |

### Futtermittelanalysen

Um Aussagen über die Gehalte der eingesetzten Futtermittel treffen zu können, wurden im monatlichen Intervall Futterproben der beiden Rationen mittels Weender Futtermitteluntersuchung in der LKS Lichtenwalde analysiert (Grundpaket, Detergentien, P7 mit DCAB). Eine sensorische Beurteilung der Futtermittel konnte immer mit den

Probenahmen verbunden werden. Bei den Analysen in der LKS Lichtenwalde sowie den von der LKS beauftragten Labors wurden folgende Methoden angewendet:

- Trockenmasse: VDLUFA III, 3.1, 1976
- Rohasche: VDLUFA III, 8.1, 1976
- Rohfaser: VDLUFA III, 6.1.1, 3. Erg. 1993
- Rohprotein: VDLUFA III, 4.1.2, 2004
- Nutzbares Rohprotein: berechnet (aus Rohprotein, UDP und ME, siehe DLG-Futterwerttabelle S. 15)
- Rohfett: VDLUFA III, 5.1.1, 2. Erg. 1988
- Stärke: VDLUFA III, 7.2.1, 8. Erg. 2012
- Zucker: VDLUFA III, 7.1.3, 1976
- NDF: VDLUFA III, 6.5.1, 8. Erg. 2012
- pNDF: Hausmethode LKS FMUAA 140
- ADF: VDLUFA III, 6.5.2, 8. Erg. 2012
- ADL: VDLUFA III, 6.5.3, 8. Erg. 2012
- NFC: berechnet
- Proteinlöslichkeit: berechnet (Rohproteinfraktion A+B1)
- Reinprotein: Hausmethode LKS FMUAA 140

Eine Bestimmung der Mineralstoffe im Futter erfolgte ebenfalls in der LKS Lichtenwalde erfolgen (1x je Monat). Dabei wurden im „P11-Paket“ folgende Mineralstoffe erfasst werden: Kalzium, Phosphor, Natrium, Magnesium, Kalium, Chlor und Schwefel sowie Eisen. Aus den Gehalten der Mineralstoffe (K, Na, Cl, S) konnte dann die DCAB des Futters berechnet werden.

#### Analyse des Kotes

Im Kot der Mutterkühe wurden folgende Elemente erfasst: Kalium (K), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Kalzium (Ca), Phosphor (P), Schwefel (S), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Selen (Se), Mangan (Mn), und Eisen (Fe). Zur Beschreibung der Effizienz im Bereich des Stickstoffs wurde der Kot dann auf den Gehalt an Stickstoff und Rohprotein analysiert (LKS), was bei Kenntnis der ausgeschiedenen Kotmengen eine Bilanzierung der Ausscheidungen an Stickstoff über die fäkale Exkretion ermöglicht. Neben den Stickstoff erfolgten weiterhin die Bestimmung der Trockenmasse und der Verdaulichkeit der Organischen Masse (OM) des aufgenommenen Futters im Kot.

#### Analyse des Harnes

Im Harn der Tiere konnten folgende Kennzahlen analysiert werden: Magnesium, Natrium, Kalium, Chlor, Kalzium, Phosphor, Kreatinin, pH-Wert, NSBA, Basen, Säuren, Basen-Säuren-Quotienten (BSQ) und Ammonium. Die Harn-Proben der Tiere wurden vor den Analysen geteilt und in der LKS Lichtenwalde analysiert, um den Gehalt an Stickstoff ebenfalls über dieses Medium beschreiben zu können. Neben den Purine-Derivaten wird auch der Gehalt an Kreatinin mit erfasst, was bei Kenntnis der Lebendmasse der Tiere eine Kalkulation der ausgeschiedenen Harnmengen je Tier und Tag ermöglicht. Es kann also auch über den Harn die Bilanz des Stickstoffes als renale Exkretion beschrieben und kalkuliert werden.

#### Analyse im Blut

Im Teilversuch mit der Fütterung der differenzierten DCAB in der Stallperiode erfolgte die Entnahme von Blutproben an 3 Terminen, was bei jeweils 5 Mutterkühen je Gruppe

wieder 30 Gesamtproben ergibt (Vollblut, Blutserum und Blutplasma; Analyse in der FU Berlin). Dabei wurden im Blutserum folgende Kennzahlen erfasst: Kalzium, Phosphor, Magnesium, Natrium, Kalium, Selen, Eisen, Kupfer und Zink sowie die Enzyme ASAT, CK, AP, GLDH, GGT sowie CHE als auch die Metaboliten Protein, Gallensäuren, Glukose, BHB, Cholesterol, NEFA, Kreatinin, Harnstoff und Fruktosamin sowie die Vitamine  $\beta$ -Karotin und Vitamin B1. Im Vollblut und im Blutplasma wurden dann Magnesium (Mg), Kalzium (Ca), Phosphor (P), Schwefel (S), Kupfer (Cu), Zink (Zn), Selen (Se), Mangan (Mn), Cobalt (Co) und Eisen (Fe) analysiert.

### Datenauswertung

Alle Daten wurden in EXCEL erfasst und mittel dem Statistik-Programm-Paket SPSS (Version 26.0) verrechnet. Für einen einfachen Vergleich von Gruppen wurde die ANOVA genutzt und wenn mehrere fixe Effekte zu betrachten waren, dann wurden die mehrfaktorielle Varianzanalyse genutzt. Weiterhin wurden Korrelationen nach PEARSON und SPEARMAN berechnet und deren Signifikanz geprüft. Für alle Auswertungen wurde eine Irrtumswahrscheinlichkeit von 5 % unterstellt.

## **3 Ergebnisse**

### Futteraufnahme und DCAB

Die mittlere TM-Aufnahme der Mutterkühe in der Woche vor der differenzierten Fütterung („1 Woche vor Beginn“) konnte mit  $19,3 \pm 4,4$  kg ermittelt werden, die sich zwischen den Kühen der beiden Gruppen nicht statistisch unterschied. In der Woche mit der differenzierten DCAB der beiden Rationen verminderte sich die TM-Aufnahme auf im Mittel  $16,7 \pm 2,9$  kg TM je Tier und Tag. Die letzte Woche der Erfassung konnte mit einer durchschnittlichen Aufnahme an Trockenmasse von  $21,0 \pm 3,1$  kg dokumentiert werden, wobei auch hier keine signifikanten Unterschiede zu ermitteln waren (Tabelle 16).

Tabelle 16: TM-Aufnahme der Mutterkühe in den 3 Wochen der Erfassung

| Bezeichnung | NaBiC-Gruppe   | Kontrollgruppe |
|-------------|----------------|----------------|
| Phase I     | $19,6 \pm 5,0$ | $19,1 \pm 3,8$ |
| Phase II    | $16,6 \pm 2,2$ | $16,8 \pm 3,4$ |
| Phase III   | $20,7 \pm 2,8$ | $21,2 \pm 3,4$ |

Der tägliche Verlauf der Futteraufnahme der Mutterkühe wurde um 1 Woche zusätzlich verlängert und zeigt den Zeitraum von 4 Wochen an, wobei die Phase I hier auf 2 Wochen berechnet wurde. Die Verminderung der TM-Aufnahme der Mutterkühe in der Phase mit der Fütterung der differenzierten DCAB der Rationen kann auch hier sehr gut abgelesen werden (Abbildung 26). Auffallend waren hier die starken Abweichungen in der TM-Aufnahme bei den Kühen der Kontrollgruppe in Phase II. Insgesamt kann aber auch die vergleichbare TM-Aufnahme der Tiere abgeleitet werden.

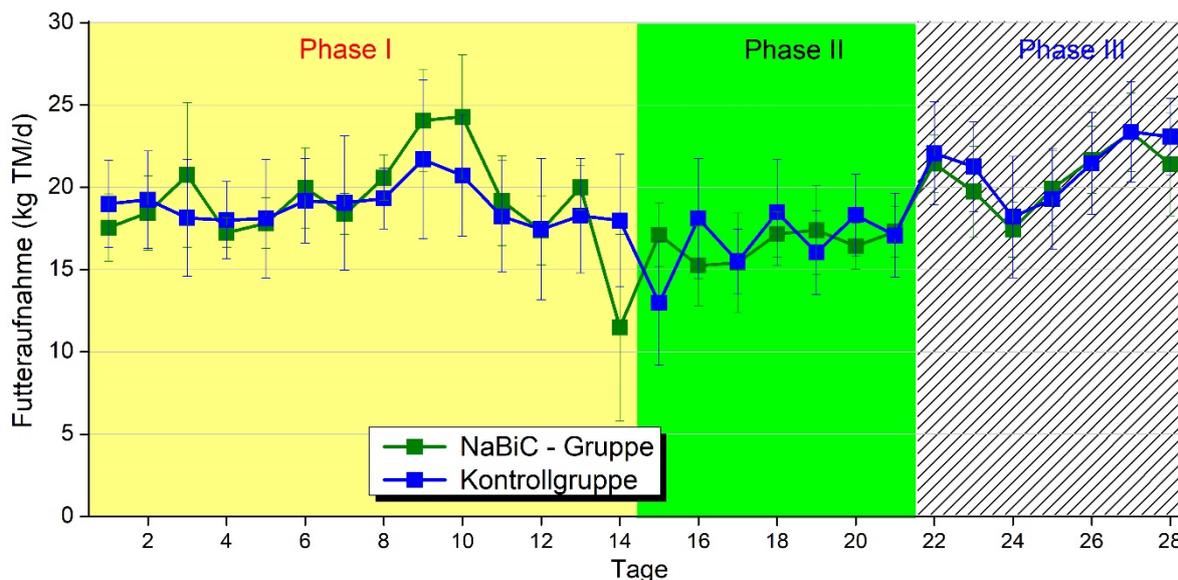


Abbildung 26: Mittlere tägliche TM-Aufnahme der Mutterkühe 1 Woche vor der Untersuchung und während der einwöchigen Versuchsphase sowie danach

Bei Betrachtung der relativen Futteraufnahme der Mutterkühe zeigte sich, dass in Phase I eine mittlere Aufnahme von  $2,2 \pm 0,5$  % ermittelt werden konnte. Eine Verminderung der relativen TM-Aufnahme der Tiere auf im Mittel  $1,9 \pm 0,3$  % konnte in Phase II und von  $2,4 \pm 0,4$  % in Phase III nachgewiesen werden (Tabelle 17).

Tabelle 17: relative TM-Aufnahme der Mutterkühe in den 3 Wochen der Erfassung

| Bezeichnung | NaBiC-Gruppe  | Kontrollgruppe |
|-------------|---------------|----------------|
| Phase I     | $2,2 \pm 0,6$ | $2,1 \pm 0,4$  |
| Phase II    | $1,9 \pm 0,3$ | $1,9 \pm 0,4$  |
| Phase III   | $2,5 \pm 0,4$ | $2,4 \pm 0,3$  |

Die relative Trockenmasseaufnahme der Mutterkühe wies im Zeitraum der Erfassung der 3 Wochen von Phase I bis Phase III einen Wert von  $2,1 \pm 0,4$  % der Lebendmasse der Tiere auf. Den Verlauf der relativen TM-Aufnahme der Mutterkühe zeigt dabei die Abbildung 27, wobei hier die erste Woche in der Phase I nicht berücksichtigt werden konnte.

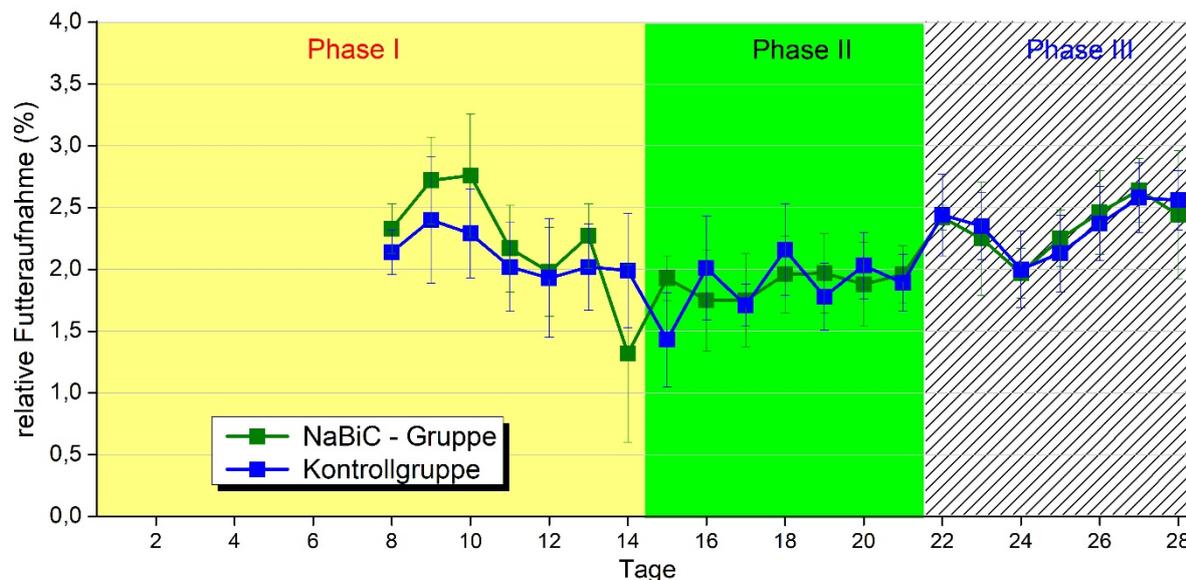


Abbildung 27: Mittlere tägliche relative TM-Aufnahme der Mutterkühe 2 Woche vor der Untersuchung und während der einwöchigen Versuchsphase sowie in der einen Woche nach der differenzierten Fütterung

### Aufnahme an Mineralstoffen

Für die Analysen wurden die täglichen Aufnahmen der analysierten Mengen- und Spurenelemente in der TMR der beiden Gruppen vergleichend und als Mittelwert der Kühe der beiden Wochen ausgewiesen. Es zeigte sich sehr deutlich, dass mit dem Wechsel der Grassilagen (Iden gegen extensive Silage) teilweise größere Veränderungen in der Aufnahme der Mengenelemente nachweisbar sind. Zwischen den Gruppen in der Versuchswoche konnte jedoch nur die Aufnahme an Natrium signifikant differenziert berechnet werden, was aufgrund der Einmischung des Natrium-Bicarbonates auch logisch erscheint. Zu beachten ist aber auch die geringere Aufnahme an Chlor bei einer konstanten Aufnahme an Schwefel, was dann auch die Auswirkungen auf die DCAB der Rationen widerspiegelt.

Tabelle 18: Aufnahme ausgewählter Mengenelemente der Mutterkühe der beiden Gruppen in der Woche vor und der Woche während der differenzierten Fütterung

|               | NaBiC-Gruppe |                       | Kontrollgruppe |                      |
|---------------|--------------|-----------------------|----------------|----------------------|
|               | Vorwoche     | Versuchswoche         | Vorwoche       | Versuchswoche        |
| Kalium (g)    | 378 ± 97     | 235 ± 31              | 369 ± 74       | 242 ± 49             |
| Kalzium (g)   | 106 ± 27     | 148 ± 19              | 103 ± 21       | 148 ± 30             |
| Phosphor (g)  | 96 ± 25      | 71 ± 9                | 94 ± 19        | 76 ± 15              |
| Natrium (g)   | 56 ± 14      | 193 <sup>a</sup> ± 25 | 54 ± 11        | 47 <sup>b</sup> ± 10 |
| Magnesium (g) | 69 ± 18      | 56 ± 7                | 67 ± 13        | 62 ± 13              |
| Chlor (g)     | 239 ± 61     | 186 ± 24              | 233 ± 46       | 186 ± 38             |
| Schwefel (g)  | 53 ± 14      | 53 ± 7                | 52 ± 10        | 52 ± 11              |

Im Bereich der Spurenelemente zeigte sich mit der Umstellung der Grassilagen eine deutliche Erhöhung der Aufnahme an Eisen bei einer gleichzeitigen Abnahme bei Kupfer und Zink. Zwischen den Fütterungsgruppen konnten innerhalb der Vorwoche

und der Versuchswoche jedoch keine signifikanten Unterschiede in der mittleren Aufnahme der Spurenelemente nachgewiesen werden (Tabelle 19).

Tabelle 19: Aufnahme ausgewählter Spurenelemente der Mutterkühe der beiden Gruppen in der Woche vor und der Woche während der differenzierten Fütterung

|             | NaBiC-Gruppe  |                | Kontrollgruppe |                |
|-------------|---------------|----------------|----------------|----------------|
|             | Vorwoche      | Versuchswoche  | Vorwoche       | Versuchswoche  |
| Kupfer (mg) | 702 ± 181     | 355 ± 46       | 685 ± 137      | 369 ± 75       |
| Zink (mg)   | 2.146 ± 553   | 1.363 ± 178    | 2.095 ± 417    | 1.596 ± 326    |
| Mangan (mg) | 1.479 ± 381   | 1.199 ± 156    | 1.443 ± 288    | 1.178 ± 240    |
| Eisen (mg)  | 3.910 ± 1.006 | 13.320 ± 1.736 | 3.817 ± 760    | 13.037 ± 2.659 |

### Ausscheidungen im Kot

Zu Beginn der Untersuchung konnten keine Unterschiede in den Gehalten der Mengenelemente im Kot der Mutterkühe ermittelt werden, wobei aber die Kühe der NaBiC-Gruppe tendenziell die etwas höheren Werte aufwiesen. Mit der differenzierten Fütterung der beiden Gruppen konnte eine Verminderung der Gehalte an Kalium im Kot bei einer gleichzeitigen Erhöhung des Gehaltes an Natrium nachgewiesen werden, wobei diese Gehalte sich am 3. Tag und am 7. Tag der Untersuchung auch signifikant unterschieden (Tabelle 20). Auffallend in beiden Gruppen ist die starke Erhöhung der Gehalte im Kot an Kalzium am 7. Tag der Untersuchung.

Tabelle 20: Gehalte an Mengenelementen im Kot der Mutterkühe im Untersuchungszeitraum

| Gruppe              | NaBiC-Gruppe |                     |                       | Kontrollgruppe |                     |                      |
|---------------------|--------------|---------------------|-----------------------|----------------|---------------------|----------------------|
|                     | Beginn       | 3 Tage              | 7 Tage                | Beginn         | 3 Tage              | 7 Tage               |
| Kalium (g/kg TM)    | 16 ± 14      | 8 <sup>a</sup> ± 1  | 8 <sup>c</sup> ± 2    | 12 ± 4         | 14 <sup>b</sup> ± 5 | 11 <sup>d</sup> ± 3  |
| Natrium (g/kg TM)   | 9 ± 10       | 18 <sup>a</sup> ± 8 | 15 ± 6                | 7 ± 3          | 8 <sup>b</sup> ± 3  | 9 ± 6                |
| Magnesium (g/kg TM) | 12 ± 4       | 5 ± 1               | 7 ± 1                 | 9 ± 2          | 5 ± 2               | 8 ± 1                |
| Kalzium (g/kg TM)   | 19 ± 12      | 17 ± 1              | 152 <sup>c</sup> ± 77 | 11 ± 2         | 13 ± 6              | 49 <sup>d</sup> ± 72 |
| Phosphor (g/kg TM)  | 10 ± 6       | 8 ± 1               | 8 ± 1                 | 6 ± 2          | 7 ± 3               | 9 ± 1                |
| Schwefel (g/kg TM)  | 4 ± 2        | 3 ± 1               | 3 ± 1                 | 3 ± 1          | 3 ± 1               | 3 ± 1                |
| Chlor (g/kg TM)     | 13 ± 5       | 11 ± 3              | 11 ± 3                | 14 ± 3         | 11 ± 2              | 14 ± 4               |

Im Bereich der Spurenelemente konnten im Zeitraum der Fütterung keine Effekte auf die Gehalte im Kot der Mutterkühe beobachtet werden. Lediglich am Beginn der Untersuchung wiesen die Gehalte an Mangan im Kot einen signifikanten Unterschied zwischen den Tieren der beiden Gruppen auf (Tabelle 21).

Tabelle 21: Gehalte an Spurenelementen im Kot der Mutterkühe im Untersuchungszeitraum

| Gruppe        | NaBiC-Gruppe           |           |           | D-CAB-Gruppe          |           |           |
|---------------|------------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|
|               | Beginn                 | 3 Tage    | 7 Tage    | Beginn                | 3 Tage    | 7 Tage    |
| Cu (mg/kg TM) | 76 ± 24                | 41 ± 5    | 63 ± 5    | 56 ± 14               | 37 ± 14   | 66 ± 5    |
| Zn (mg/kg TM) | 293 ± 116              | 158 ± 17  | 214 ± 12  | 211 ± 44              | 147 ± 45  | 223 ± 17  |
| Se (µg/kg TM) | 0,8 ± 0,1              | 0,4 ± 0,1 | 0,6 ± 0,1 | 0,9 ± 0,2             | 0,5 ± 0,1 | 0,8 ± 0,2 |
| Mn (mg/kg TM) | 305 <sup>a</sup> ± 109 | 191 ± 23  | 167 ± 17  | 181 <sup>b</sup> ± 34 | 154 ± 70  | 169 ± 18  |

Bei Mutterkühen der schweren Rassen konnten SCHOLZ et al. (2018) einen Anteil des Kotes am Weidefutter bei 18 % und bei TMR-Fütterung mit hohen Anteilen an Rohfaser bei 25 % ermitteln. Für die Ausscheidungen an Mengen- und Spurenelementen wird daher mit 25 % der TM-Aufnahme der Mutterkühe kalkuliert. Die Ergebnisse der Berechnungen zeigt Tabelle 22. Damit scheiden in der Versuchswoche die Kühe der NaBiC- als auch der Kontrollgruppe im Mittel 4,2 kg TM je Tag aus. Nach ASAE (2003) und WILKERSON et al. (1997) können auch 58 g bzw. 40 g Kot je kg Lebendmasse der Fleischrinder kalkuliert werden, was dann eine Kot-Ausscheidung bei 11 % TM des Kotes und einer Lebendmasse von 900 kg von 5,7 kg bzw. 4,0 kg TM ergeben würde (für beide Gruppen gleich, da die Lebendmasse zwischen den Gruppen vergleichbar war). Damit kann die Menge an Kot-TM von 4,2 kg je Kuh und Tag für beide Gruppen nach SCHOLZ et al. (2018) angenommen werden.

Tabelle 22: TM-Aufnahme der Mutterkühe und Kalkulation der Kotmengen der Kühe nach SCHOLZ et al. (2018)

| Gruppe                             | NaBiC-Gruppe | Kontrollgruppe |
|------------------------------------|--------------|----------------|
| TM-Aufnahme (kg)                   | 16,6         | 16,8           |
| Kot-Menge (kg TM)                  | 4,2          | 4,2            |
| Kalkulationen (kg TM) <sup>1</sup> | 4,8          | 4,8            |

<sup>1</sup> Kalkulation nach ASAE (2003) und WILKERSON et al. (1997)

Für die Mengenelemente zeigte sich, dass beim Kalzium in der NaBiC-Gruppe eine deutlich höhere Ausscheidung gegenüber der Aufnahme durch die Mutterkühe zu verzeichnen war, wohingegen bei den Tieren der Kontrollgruppe die Ausscheidung im Kot bei 88 % gegenüber der Aufnahme lag. Die Ausscheidungen an Natrium über den Kot waren in der NaBiC-Gruppe mit 36 % in Bezug auf die Aufnahme relativ gering (in der Kontrollgruppe bei 78 %), jedoch ist die Höhe der Ausscheidung mit 69 g um 32 g je Tag höher als bei den Mutterkühen der NaBiC-Gruppe (Tabelle 23).

Tabelle 23: Kalkulation der Aufnahme und der Ausscheidungen ausgewählter Mengenelemente der Mutterkühe der beiden Gruppen in der Untersuchungswoche während der differenzierten Fütterung

|               | NaBiC-Gruppe |              | D-CAB-Gruppe |              |
|---------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|               | Aufnahme     | Ausscheidung | Aufnahme     | Ausscheidung |
| Kalium (g)    | 235          | 32           | 242          | 53           |
| Kalzium (g)   | 148          | 357          | 148          | 130          |
| Phosphor (g)  | 71           | 34           | 76           | 34           |
| Natrium (g)   | 193          | 69           | 47           | 37           |
| Magnesium (g) | 56           | 26           | 62           | 26           |
| Chlor (g)     | 186          | 32           | 186          | 53           |

Werden die mit der TMR aufgenommenen Mengen an Spurenelementen mit den über den Kot ausgeschiedenen Mengen (Kalkulation) verglichen konnte ermittelt werden, dass etwa 60 % des aufgenommenen Kupfers über den Kot wieder ausgeschieden wurden (Tabelle 24). Beim Zink konnte ermittelt werden, dass 57 % (NaBiC-Gruppe) und 49 % (Kontrollgruppe) der Aufnahme über den Kot ausgeschieden werden. Auch beim Mangan werden um die 60 % im Kot gegenüber der Aufnahme der Mutterkühe ausgeschieden. Zwischen den Gruppen bestehen dabei keine wesentlichen Unterschiede.

Tabelle 24: Kalkulation der Aufnahme und der Ausscheidungen ausgewählter Spurenelemente der Mutterkühe der beiden Gruppen in der Untersuchungswoche während der differenzierten Fütterung

|             | NaBiC-Gruppe |              | D-CAB-Gruppe |              |
|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
|             | Aufnahme     | Ausscheidung | Aufnahme     | Ausscheidung |
| Kupfer (mg) | 355          | 218          | 369          | 217          |
| Zink (mg)   | 1.363        | 781          | 1.596        | 776          |
| Mangan (mg) | 1.199        | 751          | 1.178        | 678          |

### Stoffwechsel

Im Blutserum der Mutterkühe werden die Referenzwerte für die NEFA von  $\leq 150$  mmol/l mehrheitlich an den Terminen der Beprobung überschritten (Tabelle 25), wobei eine Ketose durch die unterhalb des Referenzbereiches liegenden BHB-Werte ausgeschlossen werden kann. Die Gehalte an Cholesterin im Blut der Mutterkühe zeigten die durchgehend gute Futteraufnahme der Mutterkühe und lagen im Mittel der Untersuchung über dem Referenzwert von mehr als 2,0 mmol/l Blutserum. Auch die Gehalte an ASAT und GLDH, die sich mehrheitlich unterhalb der Grenzwerte bewegten, zeigen keine Schädigung der Leber an und differenzieren zwischen den Mutterkühen der beiden Gruppen nur gering. Auffallend ist der tendenziell abnehmende Gehalt an  $\beta$ -Carotin im Blutserum der Kühe beider Gruppen, wobei die Kühe der Kontrollgruppe am Tag 7 der Untersuchung den Referenzwert von 7,4  $\mu$ mol/l unterschritten.

Tabelle 25: Klinisch-chemische Blutparameter der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterungsgruppe und dem Zeitpunkt der Beprobung

| Parameter<br>Termin         | NaBiC-Gruppe  |               |               | Kontrollgruppe |               |               |
|-----------------------------|---------------|---------------|---------------|----------------|---------------|---------------|
|                             | Beginn        | 3 Tage        | 7 Tage        | Beginn         | 3 Tage        | 7 Tage        |
| NEFA ( $\mu$ mol/l)         | 337 $\pm$ 61  | 243 $\pm$ 58  | 265 $\pm$ 193 | 438 $\pm$ 218  | 144 $\pm$ 65  | 264 $\pm$ 195 |
| BHB ( $\mu$ mol/l)          | 247 $\pm$ 28  | 329 $\pm$ 36  | 292 $\pm$ 29  | 242 $\pm$ 37   | 283 $\pm$ 32  | 292 $\pm$ 36  |
| ASAT (U/l)                  | 73 $\pm$ 10   | 87 $\pm$ 33   | 73 $\pm$ 12   | 73 $\pm$ 12    | 74 $\pm$ 10   | 70 $\pm$ 11   |
| GLDH (U/l)                  | 13 $\pm$ 5    | 46 $\pm$ 53   | 17 $\pm$ 9    | 28 $\pm$ 37    | 18 $\pm$ 12   | 15 $\pm$ 7    |
| GGT (U/l)                   | 23 $\pm$ 5    | 28 $\pm$ 4    | 27 $\pm$ 5    | 21 $\pm$ 2     | 27 $\pm$ 7    | 24 $\pm$ 3    |
| AP (U/l)                    | 168 $\pm$ 90  | 257 $\pm$ 220 | 276 $\pm$ 246 | 106 $\pm$ 125  | 147 $\pm$ 194 | 216 $\pm$ 245 |
| CHOL (mmol/l)               | 3,2 $\pm$ 0,9 | 3,5 $\pm$ 0,9 | 3,9 $\pm$ 1,0 | 2,4 $\pm$ 0,4  | 2,7 $\pm$ 0,5 | 3,0 $\pm$ 0,4 |
| KREA ( $\mu$ mol/l)         | 143 $\pm$ 23  | 145 $\pm$ 22  | 121 $\pm$ 69  | 156 $\pm$ 38   | 148 $\pm$ 21  | 149 $\pm$ 15  |
| CK (U/l)                    | 468 $\pm$ 444 | 92 $\pm$ 27   | 118 $\pm$ 42  | 91 $\pm$ 30    | 98 $\pm$ 18   | 113 $\pm$ 61  |
| $\beta$ -CAR ( $\mu$ mol/l) | 12 $\pm$ 5    | 11 $\pm$ 6    | 11 $\pm$ 3    | 11 $\pm$ 5     | 10 $\pm$ 2    | 6 $\pm$ 3     |
| TP (g/l)                    | 71 $\pm$ 2    | 74 $\pm$ 2    | 75 $\pm$ 2    | 71 $\pm$ 4     | 73 $\pm$ 5    | 73 $\pm$ 5    |

Am Tag des Beginns der differenzierten Fütterung der Mutterkühe wiesen die analysierten Gehalte im Blutserum der Kühe an Mengen- und Spurenelementen keine Unterschiede zwischen den Kühen der beiden Gruppen auf und bewegten sich auch mehrheitlich innerhalb der von STAUFENBIEL (2008) angegebenen Referenzbereichen. Lediglich die Gehalte an Selen wiesen mit im Mittel 1,1  $\pm$  1,0  $\mu$ mol/l etwas erhöhte Gehalte auf. Nach 3 Tagen als auch 7 Tagen der Versuchsdurchführung zeigten sich weitestgehend vergleichbare Werte in den beiden Gruppen, so dass eine Beeinflussung durch die differenzierten DCAB-Bereiche der Rationen im Blutserum der Mutterkühe nicht nachweisbar war (Tabelle 26).

Tabelle 26: Gehalte an Mengen- und Spurenelementen im Blutserum der Kühe (Einzel-Proben) an den 3 Terminen in Abhängigkeit von der Gruppe

| Parameter<br>Termin | NaBiC-Gruppe |            |            | Kontrollgruppe |            |            |
|---------------------|--------------|------------|------------|----------------|------------|------------|
|                     | Beginn       | 3 Tage     | 7 Tage     | Beginn         | 3 Tage     | 7 Tage     |
| Ca (mmol/l)         | 2,4 ± 0,1    | 2,5 ± 0,1  | 2,6 ± 0,1  | 2,4 ± 0,1      | 2,5 ± 0,1  | 2,6 ± 0,1  |
| P (mmol/l)          | 2,0 ± 0,2    | 2,2 ± 0,1  | 2,4 ± 0,2  | 1,8 ± 0,2      | 1,9 ± 0,3  | 2,4 ± 0,2  |
| Mg (mmol/l)         | 1,0 ± 0,1    | 0,9 ± 0,1  | 1,0 ± 0,2  | 1,0 ± 0,1      | 1,0 ± 0,1  | 1,0 ± 0,1  |
| Cu (µmol/l)         | 12,3 ± 4,3   | 11,3 ± 1,8 | 11,1 ± 1,1 | 10,5 ± 1,4     | 11,7 ± 1,0 | 11,7 ± 0,6 |
| Zn (µmol/l)         | 16,7 ± 0,9   | 18,7 ± 1,5 | 18,2 ± 1,3 | 16,1 ± 1,6     | 17,9 ± 1,6 | 18,5 ± 1,5 |
| Fe (µmol/l)         | 24,1 ± 2,5   | 23,4 ± 3,7 | 23,4 ± 3,1 | 24,0 ± 3,2     | 20,0 ± 3,9 | 24,7 ± 5,3 |
| Se (µmol/l)         | 1,1 ± 0,1    | 1,1 ± 0,0  | 1,1 ± 0,1  | 1,1 ± 0,1      | 1,0 ± 0,1  | 1,0 ± 0,1  |

### Analyse des Harns

Im Harn der Mutterkühe konnte zu Beginn der Untersuchungen konnte eine mittlere NSBA von  $72 \pm 58$  mmol je Liter ermittelt werden, die sich zwischen den Kühen der beiden Gruppen nicht unterschieden. Am Tag 3 der Untersuchungen konnte bei den Kühen in der NaBiC-Gruppe eine deutliche Erhöhung der NSBA im Harn beobachtet werden, wohingegen die NSBA im Harn der Mutterkühe der Kontrollgruppe eine leichte Verminderung des Wertes zu verzeichnen war (Tabelle 27). Zum 7. Tag des Versuches zeigte sich eine Erhöhung der NSBA im Harn der Mutterkühe der Kontrollgruppe, so dass hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Tieren der beiden Gruppen ermittelt werden konnten.

Tabelle 27: NSBA (mmol/l) im Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe          | Kontrollgruppe       |
|-----------------------------|-----------------------|----------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 78 ± 55               | 67 ± 66              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 168 <sup>a</sup> ± 57 | 43 <sup>b</sup> ± 36 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 179 ± 61              | 109 ± 80             |

Am ersten Tag der Untersuchung wiesen die Mutterkühe im Mittel der Tiere einen pH-Wert im Harn von  $9,0 \pm 0,3$  auf, der sich zwischen den Mutterkühen der beiden Fütterungsgruppen nicht unterschied. In der NaBiC-Gruppe konnte eine Erhöhung des Harn-pH-Wertes um 0,3 ermittelt werden, wobei die Tiere der Kontrollgruppe eine Verminderung des pH-Wertes im Harn um 0,4 Einheiten aufwiesen (Tabelle 28). Am Tag 7 der Untersuchung nähern sich die pH-Werte im Harn wieder an und zeigen damit keine statistisch gesicherten Mittelwertunterschiede auf. Insgesamt muss aber angemerkt werden, dass die pH-Werte deutlich zu hoch liegen und sich nicht in den zu erwartenden Bereichen bewegen.

Tabelle 28: pH-Wert im Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe           | Kontrollgruppe         |
|-----------------------------|------------------------|------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 9,1 ± 0,2              | 9,0 ± 0,4              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 9,4 <sup>a</sup> ± 0,2 | 8,6 <sup>b</sup> ± 0,4 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 9,4 ± 0,2              | 9,1 ± 0,3              |

Der Gehalt an Ammonium sollte im Mittel der Tiere einen Gehalt von 10 mmol/l nicht überschreiten, was jedoch durchgehend in beiden Gruppen zu beachten ist. Mit dem Wechsel der Grassilagen geht auch bei den Mutterkühen beider Gruppen der NH<sub>4</sub>-Gehalt im Harn zurück, liegt aber immer noch deutlich über dem Referenzwert (Tabelle 29). Insgesamt kann aber eine deutlichere Verminderung der Gehalte an

Ammonium im Harn der Tiere der NaBiC-Gruppe ermittelt werden, der am zweiten Termin auch signifikant geringer ausfiel gegenüber den Mutterkühen der Kontrolle (ohne einen Zusatz im Futter).

Tabelle 29: NH<sub>4</sub> (mmol/l) im Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe        | Kontrollgruppe      |
|-----------------------------|---------------------|---------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 30 ± 30             | 50 ± 30             |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 18 <sup>a</sup> ± 6 | 29 <sup>b</sup> ± 5 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 20 ± 6              | 33 ± 38             |

Im Harn der Mutterkühe konnte zu Beginn der Untersuchung ein Gehalt an Kalzium von durchschnittlich 0,27 g je Liter Harn dokumentiert werden. Während bei den Kühen der Kontrollgruppe die Kalzium-Ausscheidungen auf hohem Niveau weiterhin verblieben, konnte eine signifikante Verminderung der Kalzium-Gehalte im Harn der Kühe der NaBiC-Gruppe nachgewiesen werden (Tabelle 30).

Tabelle 30: Ausscheidungen an Kalzium (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe             | Kontrollgruppe           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 0,21 ± 0,15              | 0,33 ± 0,32              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 0,04 <sup>a</sup> ± 0,03 | 0,44 <sup>b</sup> ± 0,17 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 0,02 <sup>a</sup> ± 0,01 | 0,22 <sup>b</sup> ± 0,13 |

Durch die Einmischung des Natrium-Bi-Carbonates (NaBiC) konnte bei den Kühen der NaBiC-Gruppe eine deutliche Verminderung der Ausscheidungen an Magnesium im Harn der Tiere ermittelt werden, die dann nach der differenzierten Fütterung sich auch signifikant von den Mutterkühen der Kontrollgruppe unterschieden (Tabelle 31). Es zeigte sich, dass die Ausscheidungen an Magnesium durch die Fütterung einer DCAB unter 0 meq je kg TM die Ausscheidungen signifikant verändert.

Tabelle 31: Ausscheidungen an Magnesium (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe             | Kontrollgruppe           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 0,49 ± 0,16              | 0,36 ± 0,10              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 0,13 <sup>a</sup> ± 0,07 | 0,30 <sup>b</sup> ± 0,12 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 0,16 <sup>a</sup> ± 0,10 | 0,38 <sup>b</sup> ± 0,11 |

Erwartungsgemäß konnte eine deutliche Erhöhung der Ausscheidungen an Natrium im Harn der Kühe durch den Einsatz des Natrium-Bi-Carbonates nachgewiesen werden, wobei sich die Gehalte an Natrium im Harn der Mutterkühe nur am 3. Tag nach der differenzierten Fütterung auch signifikant unterschieden (Tabelle 32).

Tabelle 32: Ausscheidungen an Natrium (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe             | Kontrollgruppe           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 2,03 ± 1,58              | 2,74 ± 2,20              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 4,77 <sup>a</sup> ± 0,96 | 2,40 <sup>b</sup> ± 1,10 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 5,28 ± 1,19              | 4,22 ± 0,88              |

Die Ausscheidungen der Mutterkühe an Kalium lagen zu Beginn der Untersuchung bei im Mittel 12 g/l und unterschieden sich zwischen den Tieren der beiden Gruppen nicht.

Durch die Veränderungen der DCAB in den beiden Rationen ergaben sich dann an den Tagen 3 und 7 nach Beginn der Untersuchung signifikante Unterschiede in den Gehalten an Kalium im Harn der Mutterkühe, wobei die Kühe der Kontrollgruppe immer höhere Werte in diesem Zeitraum aufweisen (Tabelle 33).

Tabelle 33: Ausscheidungen an Kalium (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe             | Kontrollgruppe           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 12,82 ± 4,93             | 10,29 ± 3,66             |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 5,21 ± 2,49              | 10,70 ± 5,24             |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 4,96 <sup>a</sup> ± 2,24 | 9,94 <sup>b</sup> ± 1,77 |

Bei den Ausscheidungen an Phosphor ergaben sich zu Beginn und auch im Verlauf der Untersuchungen keine auffälligen Veränderungen und auch keine Unterschiede zwischen den beiden Fütterungsgruppen (Tabelle 34).

Tabelle 34: Ausscheidungen an Phosphor (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe | Kontrollgruppe |
|-----------------------------|--------------|----------------|
| Beginn der Untersuchung     | 0,02 ± 0,02  | 0,02 ± 0,01    |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 0,01 ± 0,01  | 0,02 ± 0,01    |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 0,01 ± 0,01  | 0,01 ± 0,01    |

Der mittlere Gehalt an Chlor im Harn der Mutterkühe lag zu Beginn der Untersuchung bei mehr als 8 g/l und verminderte sich dann durch den Einsatz des Natrium-Bi-Carbonates signifikant zwischen den Mutterkühen der beiden Fütterungsgruppen (Tabelle 35).

Tabelle 35: Ausscheidungen an Chlor (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe             | Kontrollgruppe           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 8,43 ± 3,50              | 7,78 ± 3,36              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 3,55 <sup>a</sup> ± 0,80 | 8,34 <sup>b</sup> ± 2,73 |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 4,34 <sup>a</sup> ± 1,20 | 7,63 <sup>b</sup> ± 1,19 |

Durch den Wechsel der Grassilagen konnte eine weitestgehend gleichbleibende Ausscheidung an Schwefel im Harn der Mutterkühe der NaBiC-Gruppe beobachtet werden (Tabelle 36). Bei den Mutterkühen der Kontrollgruppe erhöhte sich dagegen der Gehalt an Schwefel im Harn von 0,26 g/l auf mehr als 0,85 g/l durch den Wechsel der Silagen und der damit auch einhergehenden Änderung der DCAB der beiden Gruppen.

Tabelle 36: Ausscheidungen an Schwefel (g/l) über den Harn der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Fütterung

| Gruppe                      | NaBiC-Gruppe             | Kontrollgruppe           |
|-----------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Beginn der Untersuchung     | 0,35 ± 0,15              | 0,26 ± 0,07              |
| 3 d Zeitdauer der Fütterung | 0,41 ± 0,30              | 0,86 ± 0,52              |
| 7 d Zeitdauer der Fütterung | 0,35 <sup>a</sup> ± 0,18 | 0,87 <sup>b</sup> ± 0,28 |

Der Basen-Säuren-Quotient (BSQ) im Harn der Kühe wies am ersten Tag der Untersuchung einen Wert von im Mittel 1,8 ± 1,0 auf. Mit der Fütterung des Natrium-

Bicarbonates in der NaBiC-Gruppe konnte eine deutliche Erhöhung des BSQ im Harn der Mutterkühe ermittelt werden, die sich dann auch signifikant zwischen den Tieren der beiden Gruppen am den Tagen 3 und 7 unterschieden (Abbildung 28).

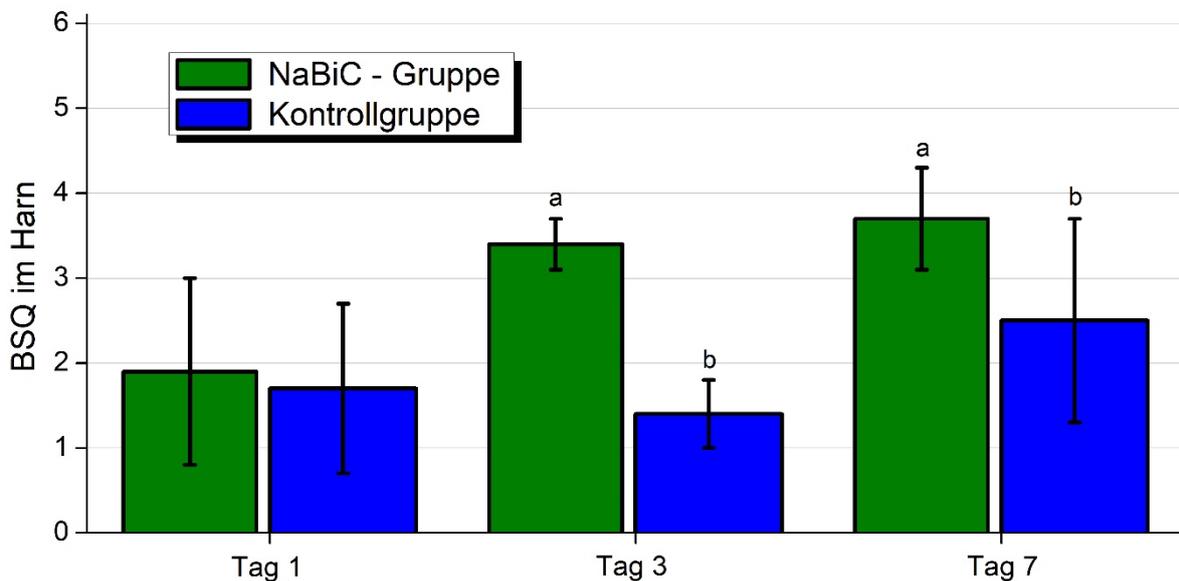


Abbildung 28: BSQ im Harn der Mutterkühe zu den Terminen der Analyse

### Milch der Mutterkühe

Von jeweils 5 Mutterkühen beider Gruppen wurden Milchproben gewonnen und in der LKS Lichtenwalde auf deren Gehalt an Inhaltsstoffen analysiert. Der mittlere Eiweiß-Gehalt der Milch betrug 3,51 % bei einer mittleren Zellzahl von 52.500 Zellen je ml Milch. Die Gehalte in der Milch zeigt Tabelle 37. Die Harnstoff-Gehalte wiesen dabei einen maximalen Wert von 200 mg je Liter Milch auf.

Tabelle 37: Gehalt in der Milch der Mutterkühe in Abhängigkeit von der Gruppe der Fütterung im Untersuchungszeitraum

| Gruppe           | NaBiC-Gruppe    | Kontrollgruppe  |
|------------------|-----------------|-----------------|
| Milchfett (%)    | 2,76 ± 0,96     | 3,41 ± 1,33     |
| Milcheiweiß (%)  | 3,51 ± 0,28     | 3,51 ± 0,13     |
| Laktose (%)      | 5,16 ± 0,10     | 4,98 ± 0,11     |
| Zellzahl (je ml) | 74.000 ± 45.328 | 31.000 ± 11.165 |
| Harnstoff (mg/l) | 168 ± 15        | 145 ± 47        |

### Verdaulichkeit der Organischen Masse

Aus dem Kot der Mutterkühe wurden zu den 3 Terminen während der Untersuchungen die Verdaulichkeit der Organischen Masse ermittelt, die im Durchschnitt des Versuches bei 69,5 % lag. Zwischen den Terminen und den Gruppen konnten dabei keine signifikanten Unterschiede ermittelt werden (Abbildung 29).

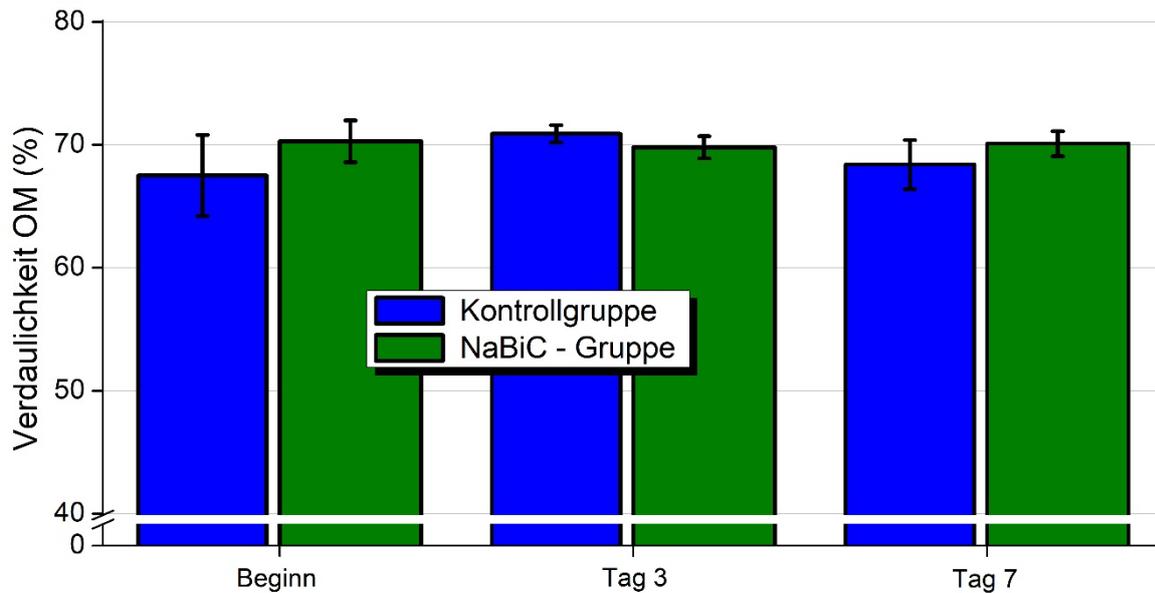


Abbildung 29: Verdaulichkeit der Organischen Masse aus dem Kot der Mutterkühe zu den drei Terminen während der Untersuchung

#### 4 Diskussion

Zwischen der DCAB der Ration und der Futteraufnahme der Rinder können nach Angaben zahlreicher Autoren positive Zusammenhänge beobachtet werden (APPERBOSSARD et al., 2010; OETZEL, 1993; HU et al, 2007; ZIMPEL et al., 2018), wobei mit einem Ansteigen des Blut-pH-Wertes auch mehrheitlich eine Steigerung der TM-Aufnahme der Tiere nachgewiesen werden konnte. In den eigenen Untersuchungen des Jahres 2022 zeigte sich, dass eine erhöhte DCAB in der TMR durch den Einsatz von Natrium-Bi-Carbonat (NaBiC) keine statistischen Effekte auf die TM-Aufnahme der Mutterkühe ausübte. Es konnte aber (wie im Jahr 2021 auch schon gezeigt) eine verminderte Futteraufnahme durch die Absenkung der DCAB der Ration von im Mittel 2,6 kg Trockenmasse je Tier und Tag beobachtet werden. Auch in den Erhebungen von ESCOBOSA et al. (1984) zeigte sich bei Rationen mit einem erhöhten Chlor-Gehalt eine geringere Futteraufnahme, was ebenfalls durch ZIMPEL et al. (2018) bestätigt werden konnte (trockenstehende Milchkühe nahmen bis zu 1,0 kg TM je Kuh und Tag weniger auf). Diese Reduktion kann nach IWANIUK und ERDMAN (2015) als Schutz gegen eine Übersäuerung durch die azidotischen Wirkungen des Futters angesehen werden. Die Übersichtsarbeit von CHARBONNEAU et al. (2006) zeigt diesen Zusammen sehr gut grafisch dar (Abbildung 35).

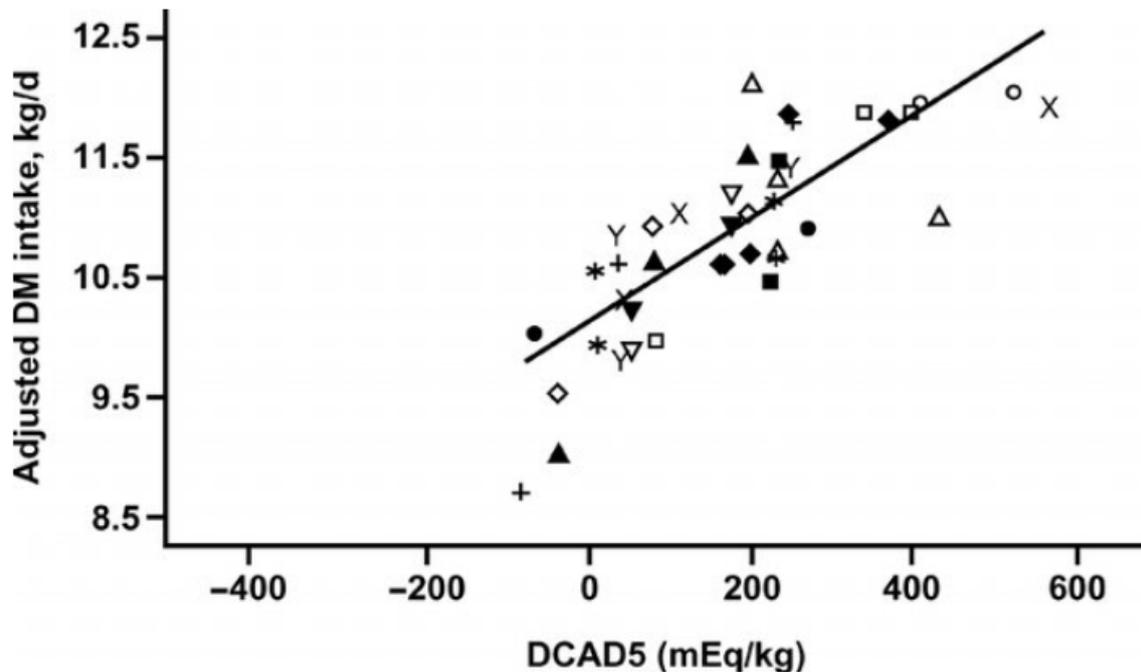


Abbildung 35: Effekt der DCAB auf die TM-Aufnahme der trockenstehenden Kühe nach CHARBONNEAU et al. (2006)

Werden die Daten der aktuellen Studie mit den erfassten Daten aus der LLG Iden seit dem Jahr 2016 auf den Zusammenhang zwischen DCAB der Ration und der mittleren Trockenmasse-Aufnahme der Mutterkühe geprüft zeigt sich, dass eine tendenzielle Erhöhung der TM-Aufnahme bei steigender DCAB der Ration zu beobachten wäre (Abbildung 36). Es muss aber sehr klar darauf hingewiesen werden, dass der Effekt der differenzierten TM-Aufnahme hier eher in der Gestaltung der Rationen begründet liegt und nicht unbedingt an der DCAB der Ration. Im Jahr 2021 wurden 2 differenzierte DCAB-Rationen an die Mutterkühe nach der Kalbung verfüttert und es zeigte sich, dass durch die Einmischung von sauer wirkenden Salzen die Futteraufnahme sehr stark vermindert wurde, was neben den Gehalten an negativen Ionen auch an der geringen Schmeckhaftigkeit der Produkte gelegen hatte. Auch im Jahr 2022 (aktuelle Studie) sank die TM-Aufnahme der Mutterkühe beider Gruppen mit dem Wechsel der sauren Grassilagen ab, was dann eher am Futtermittel als an der DCAB der Ration gelegen haben muss, denn in der anschließenden Phase der Gleich-Fütterung der beiden Gruppen stieg die TM-Aufnahme der Mutterkühe wieder an. Für die endgültige Ableitung von Aussagen zum Effekt der DCAB der Ration auf die Futteraufnahme von Mutterkühen müssen weiterführende Analysen und Untersuchungen durchgeführt werden, wobei durch die Einmischung von Komponenten und Zusätzen anscheinend die Akzeptanz der Rationen verändert wird und damit immer wieder bei der Bewertung berücksichtigt werden muss.

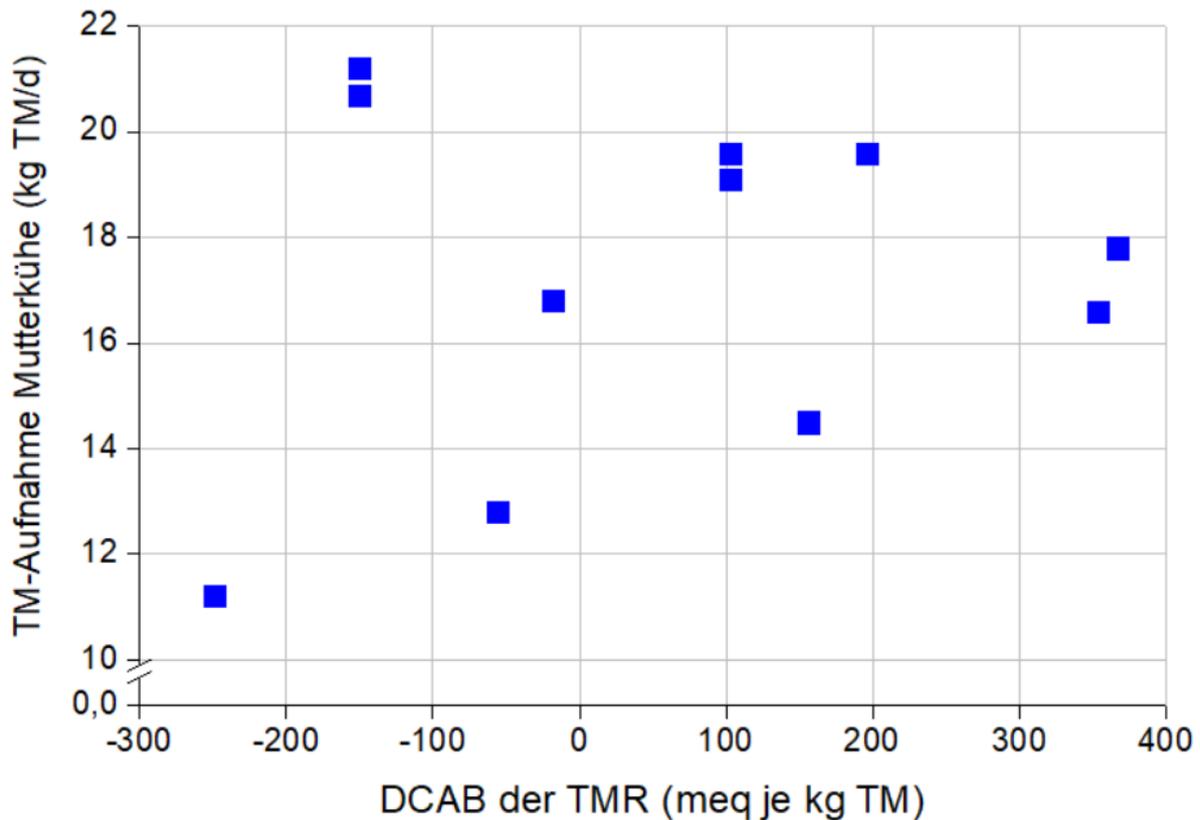


Abbildung 36: Zusammenhang zwischen DCAB der Ration und der mittleren TM-Aufnahme der Mutterkühe in der LLG Iden 2016 bis 2022 (die Punkte sind die Mittelwerte der TM-Aufnahme der Mutterkühe im Abschnitt)

## 5 Schlussfolgerungen

Aus den vorliegenden Analysen und Auswertungen zu den Wirkungen einer differenzierten DCAB der Ration der Mutterkühe können folgende Schlussfolgerungen abgeleitet werden:

1. Auf die Ausscheidungen an Mengen- und Spurenelementen im Kot der Mutterkühe zeigte die DCAB der Weide keinen nachweislichen und produktionstechnisch bedeutsamen Effekt. Dagegen konnten im Harn sehr deutliche Auslenkungen beim Gehalt an Kalzium bei sich verminderten DCAB-Werte im Futter ermittelt werden, was sowohl für die Stall- als auch die Weideperiode zutreffend ist. Vor diesem Hintergrund müssen bei einer Bestands-Analyse verschiedene Medien und Kennzahlen ermittelt werden.
2. Die TM-Aufnahme der Mutterkühe bei einer Veränderung der DCAB in der Stallperiode wurde nicht statistisch abgesichert verändert. Es zeigte sich aber sehr deutlich, dass ein abrupter Wechsel der Grassilage einen deutlichen Effekt auf die Futteraufnahme ausüben kann. Vor diesem Hintergrund kann der Effekt der veränderten DCAB-Werte auch nur bedingt beschrieben werden, auch wenn die Mutterkühe beider Gruppen einen vergleichbaren Verlauf in der Futteraufnahme aufwiesen.

Insgesamt zeigte sich, dass die DCAB des Futters auf einige Kennzahlen im Controlling von Mutterkuhherden (vor allem Stoffwechsel und die Ausscheidungen an Mengen- und Spurenelementen) einen erheblichen Einfluss ausübt und vor diesem Hintergrund die Analyse der DCAB im Futter auch in diesem Verfahren der

Rinderhaltung zum Standard werden sollte. Insgesamt sind aber noch weitere Analysen erforderlich, damit die Datengrundlage auf eine breite Basis von Betrieben gestellt werden kann.