

Aus der
Klinik für Klautiere
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der FREIEN UNIVERSITÄT BERLIN

Einsatz der Harnuntersuchung
zur Beurteilung des
Säure-Base- und Mineralstoffhaushaltes
im Rahmen der prophylaktischen Bestandsbetreuung
von Milchviehherden

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Veterinärmedizin
an der
Freien Universität Berlin

vorgelegt von
Sabine Bender
Tierärztin aus Hohenöllen

Berlin 2002

Journal-Nr.: 2655

Gedruckt mit Genehmigung
des Fachbereiches Veterinärmedizin
der Freien Universität Berlin

Dekan: Univ.-Prof. Dr. M. Schmidt

Erster Gutachter: Univ.-Prof. Dr. R. Staufenbiel

Zweiter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. K. Männer

Dritter Gutachter: Univ.-Prof. Dr. H. Tönhardt

Tag der Promotion: 06.12. 2002

Für Max!

Du fehlst mir noch immer!

und

Für Tasha!

Du hast während all der Jahre die meisten
Entbehungen hinnehmen müssen.

und

**In Liebe
für meine Eltern!**

Ohne Euch würde es diese Arbeit nicht geben!

Alles, was die Macht der Welt tut,
geschieht in Form eines Kreises.
Der Himmel ist rund, und ich habe gehört,
dass auch die Erde rund ist, genau wie die Sterne.
Der Wind entwickelt seine größte Kraft in Wirbeln.
Vögel bauen ihre Nester kreisförmig,
denn sie haben dieselbe Religion wie wir.
Die Sonne geht in einem Kreis auf und wieder unter.
Genau wie der Mond, und beide sind rund.
Selbst die Jahreszeiten bilden einen Kreis in ihren Läufen
und kommen stets dorthin zurück, wo sie bereits waren.
Das Leben des Menschen ist ein Kreis
von Kindheit zu Kindheit. Und so ist es mit allem,
in dem die Macht sich regt.

BLACK ELK, OGLALA-SIOUX (1863-1950)

1.	Einleitung	1
2.	Literaturübersicht	2
2.1	Beurteilung des Säure-Basen-Haushaltes	2
2.1.1	Regulation des Säure-Basen-Haushaltes.....	2
2.1.2	Störungen im Säure-Basen-Haushalt	4
2.1.2.1	Azidose.....	5
2.1.2.2	Alkalose.....	9
2.1.3	Diagnostik von Störungen im Säure-Basen-Haushalt	12
2.1.3.1	Diagnostik am Einzeltier	14
2.1.3.2	Diagnostik auf Herdenniveau.....	15
2.2	Beurteilung der Mengenelementversorgung.....	16
2.2.1	Magnesium.....	17
2.2.1.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel	17
2.2.1.2	Folge von Über- und Unterversorgung	17
2.2.1.3	Diagnostik	18
2.2.1.3.1	Einzeltier.....	18
2.2.1.3.2	Herde.....	19
2.2.2	Natrium.....	19
2.2.2.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel	19
2.2.2.2	Folge von Über- und Unterversorgung	20
2.2.2.3	Diagnostik	21
2.2.2.3.1	Einzeltier.....	21
2.2.2.3.2	Herde.....	21
2.2.3	Kalium	22
2.2.3.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel	22
2.2.3.2	Folge von Über- und Unterversorgung	23
2.2.3.3	Diagnostik	24
2.2.3.3.1	Einzeltier.....	24
2.2.3.3.2	Herde.....	25
2.2.4	Chlorid.....	25
2.2.4.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel	25
2.2.4.2	Folge von Über- und Unterversorgung	26
2.2.4.3	Diagnostik	26
2.2.4.3.1	Einzeltier.....	26
2.2.4.3.2	Herde.....	27
2.2.5	Calcium.....	27
2.2.5.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel	27
2.2.5.2	Folge von Über- und Unterversorgung	29
2.2.5.3	Diagnostik	30
2.2.5.3.1	Einzeltier.....	30
2.2.5.3.2	Herde.....	30
2.2.6	Phosphor.....	31
2.2.6.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel	31
2.2.6.2	Folge von Über- und Unterversorgung	32
2.2.6.3	Diagnostik	33
2.2.6.3.1	Einzeltier.....	33

2.2.6.3.2	Herde.....	34
2.2.7	<i>Kreatinin</i>	34
2.2.7.1	Funktion und allgemeiner Stoffwechsel.....	34
2.2.7.2	Folge von Über- und Unterversorgung.....	35
2.2.7.3	Diagnostik.....	35
2.2.7.3.1	Einzeltier.....	35
2.2.7.3.2	Herde.....	35
2.3	<i>Fraktionierte Elektrolytausscheidung</i>	35
2.4	<i>Prophylaktischer Einsatz von Futterzusatzstoffen in der Milchviehfütterung</i>	36
2.4.1	<i>Saure Salze</i>	36
2.4.2	<i>Pansenpuffer</i>	37
3.	Material und Methoden	38
3.1	<i>Methodische Untersuchungen</i>	38
3.1.1	<i>Vergleich der Ergebnisse von fraktionierter und einfacher NSBA</i>	38
3.1.2	<i>Haltbarkeit der Harnproben bei Kühlstranktemperatur</i>	38
3.1.3	<i>Untersuchung der Harnsedimente</i>	38
3.1.4	<i>Bestimmung der NSBA mit und ohne Sediment in der Harnprobe</i>	39
3.1.5	<i>Einfluss der unterschiedlichen Füllhöhe der Probengefäße auf pH-Wert und NSBA</i>	39
3.1.6	<i>Vergleich von Poolproben mit den Mittelwerten der entsprechenden Einzelproben</i>	39
3.2	<i>Bestandsuntersuchungen</i>	40
3.2.1	<i>Allgemeines</i>	40
3.2.2	<i>Auswahl der Tiere</i>	40
3.2.3	<i>Probenentnahme</i>	42
3.2.4	<i>Probenaufbereitung</i>	42
3.2.5	<i>Laboranalytische Untersuchungen</i>	43
3.2.5.1	<i>Bestimmung der NSBA</i>	45
3.1.6	<i>Routineuntersuchungen der Pool- und Einzelproben</i>	41
3.2	<i>Statistische Methoden</i>	46
4.	Ergebnisse	50
4.1	<i>Methodische Untersuchungen</i>	50
4.1.1	<i>Einfache und fraktionierte NSBA</i>	50
4.1.2	<i>Einfluss der Probenlagerung</i>	51
4.1.3	<i>Beschaffenheit des Harnsedimentes</i>	55
4.1.4	<i>Einfluss des Harnsedimentes auf die NSBA</i>	57
4.1.5	<i>Einfluss des Füllungszustandes des Probengefäßes</i>	57
4.1.6	<i>Mittelwerte aus Einzelproben und Poolprobenwerte</i>	58
4.2	<i>Bestandsuntersuchungen</i>	61
4.2.1	<i>Überblick zu den Untersuchungsgrößen</i>	61
4.2.2	<i>Einfluss des Laktationszeitpunktes auf die Untersuchungsgrößen</i>	62
4.2.2.1	<i>Mengenelemente</i>	62
4.2.2.2	<i>Säure-Basen-Haushalt</i>	67
4.2.2.3	<i>Kreatinin</i>	72

4.2.3	<i>Einfluss von Futterkomponenten auf die Untersuchungsgrößen</i>	73
4.2.3.1	Saure Salze	73
4.2.3.1.1	Mengenelemente.....	73
4.2.3.1.2	Säure-Basen-Haushalt	77
4.2.3.1.3	Kreatinin	81
4.2.3.2	Natriumbikarbonat.....	82
4.2.3.2.1	Mengenelemente.....	82
4.2.3.2.2	Säure-Basen-Haushalt	86
4.2.3.2.3	Kreatinin	91
4.2.4	<i>Einfluss des Jahresverlaufes auf die Untersuchungsgrößen</i>	92
4.2.4.1	Mengenelemente.....	92
4.2.4.2	Säure-Basen-Haushalt	93
4.2.4.3	Kreatinin	94
4.2.5	<i>Einfluss der Betriebe auf die Untersuchungsgrößen</i>	95
4.2.5.1	Mengenelemente.....	95
4.2.5.2	Säure-Basen-Haushalt	98
4.2.5.3	Kreatinin	100
4.2.6	<i>Beziehungen zwischen den einzelnen Parametern</i>	100
4.2.7	<i>Fraktionierte Elektrolytausscheidung</i>	102
4.2.7.1	Einfluss des Laktationszeitraumes auf die fraktionierte Elektrolytausscheidung.....	102
4.2.7.2	Fraktionierte und absolute Elektrolytausscheidung.....	106
5.	Diskussion	107
5.1	Methodische Untersuchungen	107
5.1.1	<i>Einfache und fraktionierte NSBA</i>	107
5.1.2	<i>Einfluss der Probenlagerung</i>	107
5.1.3	<i>Beschaffenheit des Harnsedimentes</i>	108
5.1.4	<i>Einfluss des Harnsediments auf die NSBA</i>	115
5.1.5	<i>Einfluss des Füllungszustandes des Probengefäßes</i>	115
5.1.6	<i>Mittelwerte aus Einzelproben und Poolprobenwerte</i>	116
5.2	Nutzung parametrischer Tests	117
5.3	Referenzwerte	118
5.4	Einfluss des Laktationszeitpunktes auf die Untersuchungsgrößen	119
5.4.1	Mengenelemente.....	119
5.4.2	Säure-Basen-Haushalt	124
5.4.3	Kreatinin.....	129
5.5	Einfluss von Futterkomponenten auf die Untersuchungsgrößen	130
5.5.1	<i>Einfluss von sauren Salzen auf die Untersuchungsgrößen</i>	130
5.5.1.1	Mengenelemente	130
5.5.1.2	Säure-Basen-Haushalt	132
5.5.1.3	Kreatinin	134
5.5.2	Natriumbikarbonat.....	134
5.5.2.1	Mengenelemente	134
5.5.2.2	Säure-Basen-Haushalt	135
5.5.2.3	Kreatinin	137
5.6	Einfluss des Jahresverlaufes auf die Untersuchungsgrößen	138

5.6.1	<i>Mengenelemente</i>	138
5.6.2	<i>Säure-Basen-Haushalt</i>	140
5.6.3	<i>Kreatinin</i>	141
5.7	<i>Betriebseinflüsse auf die Untersuchungsgrößen</i>	142
5.7.1	<i>Mengenelemente</i>	142
5.7.2	<i>Säure-Basen-Haushalt</i>	142
5.7.3	<i>Kreatinin</i>	143
5.8	<i>Beziehungen zwischen den einzelnen Parametern</i>	143
5.9	<i>Fraktionierte Elektrolytausscheidung</i>	144
5.9.1	<i>Einfluss des Laktationszeitraumes auf die fraktionierte Elektrolytausscheidung</i>	144
5.9.2	<i>Fraktionierte und absolute Elektrolytausscheidung</i>	144
6.	Schlussfolgerungen	146
7.	Zusammenfassung	149
8.	Summary	151
9.	Literaturverzeichnis	153
10.	Anhang	178
11.	Danksagung	203
12.	Lebenslauf	204
13.	Selbständigkeitserklärung	205

α	Risiko 1. Art
Abb.	Abbildung
a.p.	ante partum
β	Risiko 2. Art
BSQ	Basen-Säure-Quotient
°C	Grad Celsius
Ca	Calcium
Cl	Chlorid
Crea	Kreatinin
d	Differenz zwischen den arithmetischen Mittelwerten
DCAB	dietary cation anion balance
F	F-Wert
FE	Fraktionierte Elektrolytausscheidung
K	Kalium
KE/m³	Koloniebildende Einheiten pro Kubikmeter
Mg	Magnesium
mmol/l	Millimol pro Liter
n	Anzahl
Na	Natrium
NSBA	Netto-Säure-Basen-Ausscheidung
P	Phosphor
p	p-Wert, Überschreitungswahrscheinlichkeit
p.p.	post partum
r	Korrelationskoeffizient
R²	Bestimmtheitsmaß
s	Standardabweichung der Stichprobe
s (g)	Standardabweichung aus ganz befüllten Probengefäßen
s (v)	Standardabweichung aus viertel befüllten Probengefäßen
s (o)	Standardabweichung bei Bestimmung ohne Sediment
s (m)	Standardabweichung bei Bestimmung mit Sediment
SBH	Säure-Basen-Haushalt
Wo.	Woche / Wochen
\bar{x}	arithmetischer Mittelwert
\bar{x} (g)	arithmetischer Mittelwert aus ganz befüllten Probengefäßen

\bar{x} (v)	arithmetischer Mittelwert aus viertel befüllten Probengefäßen
\bar{x} (o)	arithmetischer Mittelwert bei Bestimmung ohne Sediment
\bar{x} (m)	arithmetischer Mittelwert bei Bestimmung mit Sediment
\tilde{x}	Median

Danksagung

Herrn Prof. Dr. Staufenbiel danke ich für die Überlassung des Themas und die Beratung bei der Anfertigung.

Frau Mitsidou, Frau Waberowski, Herrn Dr. Hilmert bin ich zu großem Dank verpflichtet für die geduldige Einführung in die Laborarbeit und die Unterstützung bei Problemen.

Bei Frau Dr. Arndt bedanke ich mich für die Hilfe bei der statistischen Auswertung und der Beseitigung statistischer Probleme.

Den 10 Betrieben bin ich sehr dankbar, dass sie uns so lange ertragen und stets für Unterstützung bei den Probennahmen gesorgt haben.

Stephanie Goltz, Alexander Kupsch, Gerald Michel: Ihr ward das beste Team, das ich mir für diese Arbeit hätte wünschen können.

Steph, Du warst eine große Hilfe. Jetzt habe ich eine ganze Menge über Radikale gelernt.

Alex, Deine Witze waren zwar manchmal wirklich dämlich, aber sie fehlen mir trotzdem.

Gerald, im Cow Wrestling schlägt Dich so schnell keiner.

Herrn Prof. Dr. Hartmann danke ich für die zur Verfügung gestellte Literatur und für die Beratung im Hinblick auf die fraktionierte Elektrolytausscheidung.

Bei Herrn Dr. Tenhagen möchte ich mich ganz herzlich für die Durchsicht der Summary und so manches konstruktives Gespräch bedanken.

Einen ganz lieben Dank auch an Ulrike Falkenberg, die mir gezeigt hat, dass Doktorarbeitschreiben auch Spaß machen kann, wenn man mit den richtigen Leuten daran arbeitet.

Mein größter und ganz besonders lieber Dank gilt meinen Eltern. Ohne sie wäre das alles nie möglich gewesen! Sie waren meine größte Stütze während der Anfertigungsphase.

Lebenslauf

Name: Sabine Bender

geb. am: 13.11.1969

geb. in: Meisenheim / Bad Kreuznach

Eltern: Ingrid Edith Bender, geb. Dudt
Karl-Heinz Bender

Schulbildung: 1976-1980 Grundschule Lohnweiler-Heinzenhausen
1980-1989 Staatliches Gymnasium Lauterecken

Arbeitstätigkeiten: 1989-1990 Karl Otto Braun KG, Wolfstein
1991-1993 Tierarztpraxis Dr. Ferdinand Worm und
Dr. Cäcilia Brendieck-Worm, Niederkirchen
1991-1993 Aushilfe im privaten Kinderheim Kinderhof Relsberg

Studium: 1993-1999 Freie Universität Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin

Studienabschluss: 1999 Tierärztliches Staatsexamen

seit November 1999 Doktorand an der Klinik für Klauentiere
der Freien Universität Berlin

Beruf: Mai bis Juli 2002 Freier Mitarbeiter in einer Tierärztlichen Praxis
Juli bis Oktober 2002 Freiberufliche Tätigkeit
seit November 2002 Freier Mitarbeiter in einer Tierärztlichen Praxis

Selbständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig angefertigt habe. Ich versichere, dass ich ausschließlich die angegebenen Quellen und Hilfen in Anspruch genommen habe.

Berlin, den 13.08.2002