



**NINA-LI BRENNER**

**VERHALTEN VON LABORDIAGNOSTISCHEN  
PARAMETERN BEI THÜRINGER WALDZIEGEN**

---

**EIN BEITRAG ZUR LABORDIAGNOSTISCHEN  
GESUNDHEITSÜBERWACHUNG**

**INAUGURAL-DISSERTATION** zur Erlangung des Grades  
eines **Dr. med. vet.** beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

**Das Werk ist in allen seinen Teilen urheberrechtlich geschützt.**

**Die rechtliche Verantwortung für den gesamten Inhalt dieses Buches liegt ausschließlich bei den Autoren dieses Werkes.**

Jede Verwertung ist ohne schriftliche Zustimmung der Autoren oder des Verlages unzulässig. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung in und Verarbeitung durch elektronische Systeme.

1. Auflage 2016

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording, or otherwise, without the prior written permission of the Authors or the Publisher.

1<sup>st</sup> Edition 2016

© 2016 by VVB LAUFERSWEILER VERLAG, Giessen  
Printed in Germany



*édition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**

STAUFENBERGRING 15, D-35396 GIESSEN  
Tel: 0641-5599888 Fax: 0641-5599890  
email: [redaktion@doktorverlag.de](mailto:redaktion@doktorverlag.de)

[www.doktorverlag.de](http://www.doktorverlag.de)

Aus dem Klinikum Veterinärmedizin, Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und  
Andrologie der Groß- und Kleintiere mit Tierärztlicher Ambulanz der  
Justus-Liebig-Universität Gießen

Betreuer: Prof. Dr. A. Wehrend

# **VERHALTEN VON LABORDIAGNOSTISCHEN PARAMETERN BEI THÜRINGER WALDZIEGEN**

-

## **EIN BEITRAG ZUR LABORDIAGNOSTISCHEN GESUNDHEITSÜBERWACHUNG**

### **INAUGURAL-DISSERTATION**

zur Erlangung des Grades eines

Dr. med. vet.

beim Fachbereich Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

eingereicht von

**Nina-Li Brenner**

Tierärztin aus Duisburg

Gießen, 2015

Mit Genehmigung des Fachbereichs Veterinärmedizin  
der Justus-Liebig-Universität Gießen

Dekan: Prof. Dr. Dr. h. c. Martin Kramer

Gutachter: Prof. Dr. Axel Wehrend  
PD Dr. Natali Bauer  
Prof. Dr. Michael Lierz

Tag der Disputation: 12. Oktober 2015

**Veröffentlichungen:**

Eiselt N, Wagner H, Wehrend A (2011):

Hämatologische Parameter bei Ziegen.

Tierärztliche Praxis, 39 (G), 49-55

**Meinem Mann und meinen Kindern**

<b>Inhaltsverzeichnis</b>		<b>Seite</b>
<b>1</b>	<b>Einleitung und Fragestellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literatur</b>	<b>2</b>
2.1	Labordiagnostische Parameter der Ziege	2
2.1.1	Rotes Blutbild	2
2.1.1.1	Erythrozyten	2
2.1.1.2	Hämatokrit	2
2.1.1.3	Hämoglobin	2
2.1.1.4	Erythrozytenindizes MCV, MCH und MCHC	4
2.1.1.5	Erythrozytenindizes RDW und HDW	5
2.1.1.6	Retikulozyten	6
2.1.2	Thrombozyten, Thrombozytenindizes MPV und PDW	6
2.1.3	Weißes Blutbild und Differentialblutbild	7
2.1.3.1	Gesamtleukozytenzahl	7
2.1.3.2	Neutrophile Granulozyten	8
2.1.3.3	Lymphozyten	9
2.1.3.4	Monozyten	9
2.1.3.5	Eosinophile Granulozyten	10
2.1.3.6	Basophile Granulozyten	11
2.1.4	Klinisch-chemische Parameter	12
2.1.4.1	Elektrolyte	12
2.1.4.1.1	Phosphat	12
2.1.4.1.2	Gesamtkalzium	13
2.1.4.1.3	Magnesium	14
2.1.4.1.4	Natrium	15
2.1.4.1.5	Kalium	16
2.1.4.2	Enzymaktivitäten	17
2.1.4.2.1	Aspartat-Amino-Transferase	17
2.1.4.2.2	Glutamat-Dehydrogenase	18
2.1.4.2.3	$\gamma$ -Glutamyl-Transferase	18
2.1.4.2.4	Alkalische Phosphatase	19
2.1.4.2.5	Kreatinkinase	19
2.1.4.3	Stoffwechselmetabolite	21

2.1.4.3.1	Glukose	21
2.1.4.3.2	Harnstoff	22
2.1.4.3.3	Kreatinin	23
2.1.4.3.4	Gesamtprotein	24
2.1.4.3.5	Cholesterol	25
2.1.4.3.6	Triglyzeride	26
2.1.4.3.7	$\beta$ -Hydroxybutyrat	27
2.1.4.3.8	Gesamtbilirubin	28
2.1.4.3.9	Nichtveresterte freie Fettsäuren	29
2.2	Beeinflussung der labordiagnostischen Parameter	30
2.2.1	Einfluss durch Umweltfaktoren	30
2.2.1.1	Einfluss der Jahreszeit	30
2.2.1.2	Einfluss der Fütterung	32
2.2.2	Einfluss durch Tierfaktoren	34
2.2.2.1	Einfluss des Alters	34
2.2.2.2	Einfluss der Trächtigkeit	39
2.2.2.3	Einfluss der Laktationsnummer	42
2.2.2.4	Einfluss der Laktation	43
2.2.2.5	Einfluss der Wurfgröße	47
<b>3</b>	<b>Material und Methoden</b>	<b>49</b>
3.1	Tiere	49
3.2	Methoden	50
3.2.1	Klinische Untersuchung	50
3.2.2	Blutuntersuchung	52
3.2.2.1	Blutprobenentnahme und Aufbereitung	52
3.2.2.2	Erstellung des Differentialblutbildes	53
3.2.2.3	Durchführung der klinisch-chemischen Analysen	53
3.2.3	Milchuntersuchung	55
3.2.4	Probenentnahmen	55
3.2.5	Statistische Auswertung	55
<b>4</b>	<b>Ergebnisse</b>	<b>57</b>
4.1	Rotes Blutbild	57
4.1.1	Allgemeine Datenbeschreibung	57
4.1.2	Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums	65



4.1.3	Einfluss der Laktationsnummer	65
4.1.4	Einfluss der Laktationsleistung	65
4.1.5	Einfluss der Wurfgröße	66
4.2	Thrombozyten (PLT) und Thrombozytenindizes PDW und MPV	66
4.2.1	Allgemeine Datenbeschreibung	66
4.2.2	Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums	69
4.2.3	Einfluss der Laktationsnummer	69
4.2.4	Einfluss der Laktationsleistung	69
4.2.5	Einfluss der Wurfgröße	69
4.3	Weißes Blutbild und Differentialblutbild	69
4.3.1	Allgemeine Datenbeschreibung	69
4.3.2	Veränderung im Verlauf des Untersuchungszeitraums	73
4.3.3	Einfluss der Laktationsnummer	74
4.3.4	Einfluss der Laktationsleistung	74
4.3.5	Einfluss der Wurfgröße	74
4.4	Klinisch-chemische Parameter	75
4.4.1	Elektrolyte	75
4.4.1.1	Allgemeine Datenbeschreibung	75
4.4.1.2	Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums	80
4.4.1.3	Einfluss der Laktationsnummer	81
4.4.1.4	Einfluss der Laktationsleistung	81
4.4.1.5	Einfluss der Wurfgröße	81
4.4.2	Enzymaktivitäten	81
4.4.2.1	Allgemeine Datenbeschreibung	81
4.4.2.2	Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums	85
4.4.2.3	Einfluss der Laktationsnummer	86
4.4.2.4	Einfluss der Laktationsleistung	86
4.4.2.5	Einfluss der Wurfgröße	86
4.4.3	Stoffwechselmetabolite	86
4.4.3.1	Allgemeine Datenbeschreibung	86
4.4.3.2	Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums	94
4.4.3.3	Einfluss der Laktationsnummer	95
4.4.3.4	Einfluss der Laktationsleistung	96
4.4.3.5	Einfluss der Wurfgröße	96

4.5	Milchmenge und Milchinhaltsstoffe	96
4.5.1	Allgemeine Datenbeschreibung	96
4.5.2	Veränderungen der Milchleistung in Verlauf der Laktation	98
<b>5</b>	<b>Diskussion</b>	<b>99</b>
5.1	Diskussion der Fragestellung	99
5.2	Diskussion der Methode	99
5.3	Diskussion der Literatur	100
5.4	Diskussion der Ergebnisse	101
5.4.1	Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums	101
5.4.1.1	Blutbild	101
5.4.1.2	Klinisch-chemische Parameter	103
5.4.1.2.1	Elektrolyte	103
5.4.1.2.2	Enzymaktivitäten	104
5.4.1.2.3	Stoffwechselmetabolite	106
5.4.2	Einfluss der Laktationsnummer	108
5.4.2.1	Blutbild	108
5.4.2.2	Klinisch-chemische Parameter	109
5.4.2.2.1	Elektrolyte	109
5.4.2.2.2	Enzymaktivitäten	109
5.4.2.2.3	Stoffwechselmetabolite	110
5.4.3	Einfluss der Laktationsleistung	111
5.4.3.1	Blutbild	111
5.4.3.2	Klinisch-chemische Parameter	112
5.4.3.2.1	Elektrolyte	112
5.4.3.2.2	Enzymaktivitäten	113
5.4.3.2.3	Stoffwechselmetabolite	113
5.4.4	Einfluss der Wurfgröße	114
5.4.4.1	Blutbild	114
5.4.4.2	Klinisch-chemische Parameter	114
5.4.4.2.1	Elektrolyte	114
5.4.4.2.2	Enzymaktivitäten	115
5.4.4.2.3	Stoffwechselmetabolite	115
5.5	Schlussbemerkung	116
<b>6</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>117</b>

<b>7</b>	<b>Summary</b>	<b>119</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>121</b>
	<b>Erklärung</b>	
	<b>Danksagung</b>	

## Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
a. p.	ante partum
AP	Alkalische Phosphatase
AST	Aspartat-Amino-Transferase
$\beta$ -HB	beta-Hydroxy-Butyrat
CK	Kreatinkinase
EDTA	Ethylendiamintetracetat
fl	Femtoliter
fmol	Femtomol
$\gamma$ -GT	Gamma-Glutamyl-Transferase
G/l	Giga/Liter
GLDH	Glutamatdehydrogenase
HKT	Hämatokrit
HDW	Hemoglobin Distribution Width
HGB	Hämoglobin
I. U.	International Unit
MCH	Mean Corpuscular Hemoglobin
MCHC	Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration
MCV	Mean Corpuscular Volume
mmol	Milimol
MPV	Mean Platelet Volume
n	Stichprobenumfang
Na-Fluorid	Natrium-Fluorid
NEFA	nichtveresterte freie Fettsäuren
p. p.	post partum
PDW	Platelet Distribution Width
PLT	Thrombozyten
RBC	Erythrozyten
S. I.	Système International d'Unité
Tab.	Tabelle
TP	Gesamteiweiß
TRIG	Triglyzeride

## **1 Einleitung und Fragestellung**

In Deutschland hat die Milchziegenhaltung in den letzten Jahren an Bedeutung gewonnen. Durch die zunehmende Anzahl von Kuhmilchallergikern und Feinschmeckern mit Interesse an qualitativ hochwertigen Spezialitäten finden aus Ziegenmilch hergestellte Produkte einen größer werdenden Absatzmarkt (KENGETER, 2003). In vielen Fällen werden die Ziegen in kleinen Beständen gehalten und es erfolgt eine Direktvermarktung der Produkte (KENGETER, 2003). Immer zahlreicher werden Ziegenherden in ökologischen Betrieben (HESSE, 2002).

Milchziegen weisen im Vergleich zu Milchkühen bezogen auf das Körpergewicht eine prozentual höhere Milchleistung auf. Zudem kommt es bei ihnen häufiger zu Zwillings- oder Drillingsgeburten. Trotzdem erscheint die Ziege weniger anfällig für Stoffwechselstörungen als Schaf und Rind (BOSTEDT et al., 1997). In der Vergangenheit fanden relativ selten Untersuchungen zum Stoffwechsel der Ziege statt und Daten von Schaf und Rind wurden übertragen. Dabei wurde dem oben genannten Umstand, dass Ziegen sehr laktationsstarke Tiere mit häufigen Mehrlingsträchtigkeiten sind, wenig Rechnung getragen (BOSTEDT et al., 1997). Eine Studie von TSCHUOR et al. (2008) über hämatologische und klinisch-chemische Referenzwerte von erwachsenen Schafen und Ziegen zeigt zudem, dass zwischen den beiden Spezies signifikante Unterschiede, besonders das Blutbild betreffend, vorhanden sind. Auch Referenzwerte für Mineralstoffe bei Schafen sollten nicht auf die Ziege übertragen werden (APFEL, 1994).

Die zunehmende Bedeutung der Ziege als lebensmittellieferndes Tier erfordert zur Sicherung eines gesunden und leistungsfähigen Bestandes, gerade im Hinblick auf gewünschte steigende Milchleistungen, neben Kenntnissen über Ziegenkrankheiten auch differenzierte Blutreferenzwerte zur Diagnose von Krankheiten und Stoffwechselstörungen, sowie zur Beurteilung von Ernährungsmängeln (BOGIN et al., 1981).

Ziel dieser Arbeit ist es, durch eine einjährige Verlaufsuntersuchung folgende Fragen zu beantworten:

1. Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und ausgewählten labordiagnostischen Parametern bei Milchziegen unter deutschen Bedingungen?
2. Werden die erhobenen labordiagnostischen Werte durch Faktoren wie Jahreszeit, Fütterung, Alter, Trächtigkeit, Laktationsnummer und Wurfgröße beeinflusst?

## **2 Literatur**

### **2.1 Labordiagnostische Parameter der Ziege**

#### **2.1.1 Rotes Blutbild**

Ziegen weisen im Vergleich zu anderen Tierarten deutliche Unterschiede hinsichtlich der Parameter Erythrozyten (red blood cells, RBC), mittleres Erythrozytenvolumen (mean corpuscular volume, MCV), mittlerer Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten (mean corpuscular hemoglobin, MCH), Thrombozyten und Retikulozyten auf (FORTAGNE u. SCHÄFER, 1989). Die durch verschiedene Autoren gemachten Angaben variieren stark, weshalb Angaben zu Tierzahl, Bestimmungsmethode, Geschlecht, Alter, Rasse, Jahreszeit, Haltungs- und Fütterungsbedingungen, Laktation und einer bestehenden Gravidität bei der Interpretation berücksichtigt werden müssen (PÜSCH, 2002). Hormonelle Veränderungen während Trächtigkeit und Laktation können Parameter des Roten Blutbildes beeinflussen, z. B. Schilddrüsenhormone und Östrogene (MIRAND u. GORDON, 1966; POPOVIC et al., 1977; BLUM et al., 1983; RIIS u. MADSEN, 1985). Sowohl das Einwirken auf die Ziege bei der Blutprobenentnahme (FENWICK et al., 1985), als auch eine zu lange und zu warme Lagerung der Blutprobe (GRENN et al., 1976; MORITZ, 2000; IHEDIOHA u. ONWUBUCHE, 2007) können einen Einfluss auf die Blutwerte haben.

##### **2.1.1.1 Erythrozyten**

Ziegen weisen im Unterschied zu anderen Tierarten hohe Erythrozytenzahlen auf (BOSS u. WANNER, 1977), welche jedoch erheblichen Schwankungen unterliegen (PÜSCH, 2002). Die Angaben in der Literatur reichen von 4,4 T/l (VRZGULA et al., 1985) bis 24,8 T/l (POSPÍŠIL et al., 1987) (Tabelle 1). Die Größe der Ziegenerythrozyten ist vergleichsweise gering (BOSS u. WANNER, 1977).

##### **2.1.1.2 Hämatokrit**

Der Hämatokritwert (HKT) gibt den prozentualen Anteil der Erythrozytenmasse am Gesamtblut wieder und ist abhängig von Zahl und Volumen der Erythrozyten, sowie dem Plasmavolumen (Tabelle 1). Angaben in der Literatur reichen von 0,18 l/l (MCDUGALL et al., 1991) bis 0,54 l/l (MBASSA u. POULSEN, 1993).

##### **2.1.1.3 Hämoglobin**

Das Hämoglobin (HGB) erfüllt im Körper die Funktion des Transports von Sauerstoff von der Lunge in die Gewebe und von Kohlendioxid zurück in die Lunge. Diese Vorgänge können

nur innerhalb der Erythrozyten stattfinden, durch Hämolyse freigewordenes Hämoglobin ist funktionslos geworden. Durch die Bestimmung des Hämoglobins im Blut und die Bestimmung der Beladung der Erythrozyten mit Hämoglobin sind Rückschlüsse auf die Art einer Anämie möglich (MORITZ et al., 2014 a). Die Angaben in der Literatur über Hämoglobinwertbereiche bei gesunden Ziegen reichen von 3,5 mmol/l (STEFFEN et al., 1996) bis 9,8 mmol/l (MBASSA u. POULSEN, 1993) (Tabelle 1).

**Tabelle 1: Angaben zu den Parametern RBC, HKT und HGB der Ziege (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

RBC [T/l]	HKT [l/l]	HGB [mmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
11,39±1,61	0,28±0,01	5,5±0,5	20, 2-3 Jahre, weiblich, trocken	ABDELATIF et al. 2009
12,13-20,71	0,30-0,39	5,3-7,5	2-4 Jahre, beide Geschlechter	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
14,26±1,13	0,30±0,03	6,1±0,4	12, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
12,2±3,1	0,30±0,04	4,4±0,6	52, <1-6 Jahre	CASTRO et al. 1977
9,2-13,5	0,21-0,35	4,35-9,31	20 adulte u. 10 juvenile WAD <sup>1)</sup> , beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
11,80±1,80-18,72±2,22	0,28±2,75-0,42±2,87	5,5±0,96-7,5±0,59	150, 0-5 Jahre	EDJTEHADI 1978
6,12±0,62-7,25±0,32	0,35±0,10-0,42±0,19	7,55±0,17-8,8±0,48	90, weiblich, 0->7 Jahre	EGBE-NWIYI et al. 2000
14,35±1,66 15,39±1,37	0,33±0,03 0,34±0,03	7,29±0,69 7,70±0,96	Hochtragend Laktierend Zwergziegen	FORTAGNE u. SCHÄFER 1989
12,73±2,63	0,29±0,04	6,88±1,1	50, 2 Jahre, laktierend	HOLMAN u. DEW 1963
11,3-18,8	0,27-0,41	6,95-8,75	6, adult, beide Geschlechter	LEWIS 1976
5,56-20,6	0,18-0,54	4,0-9,8	538, 0->5 Jahre, beide Geschlechter,	MBASSA u. POULSEN 1993
-	0,18-0,34	4,0-7,9	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
10,32-23,43	0,22-0,39	8,70	257, 2 Wochen-14 Jahre, 93,8 % weiblich	MORITZ, 2000
12,74±0,47	0,30±0,01	6,4±0,22	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
15,32±0,15	0,24±0,32	6,2±0,1	Trocken, nicht trächtig, 3-4 Jahre	PICCIONE et al. 2010

8,24-24,76	0,20 - 0,38	5,15-7,95	118, weiblich, Kamerunziege	POSPÍŠIL et al. 1987
12,35±0,35	-	6,2±0,22	42, 11-14 Monate	PYNE et al. 1982
14,17±1,96	0,31±0,04	2,87±0,3	61, 0-10 Jahre	SOMVANSHI et al. 1987
8,0-15,0	0,2-0,31	3,5-5,7	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
18,7±0,5	0,37±0,9	5,1±0,89	20, 2-2,5 Jahre	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
13,5-18,4 <sup>2)</sup>	0,24-0,35 <sup>2)</sup>	5,6-7,5 <sup>2)</sup>	101, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
4,4-21,6	0,24-0,42	4,1-7,0	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985

<sup>1)</sup> West African Dwarf Goat, Westafrikanische Zwergziege

<sup>2)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

#### **2.1.1.4 Erythrozytenindizes Mean Corpuscular Volume (MCV), Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH) und Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)**

Bei den Erythrozytenindizes handelt es sich nicht um direkt gemessene Größen, sondern um aus den drei Grundgrößen Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobin errechnete Werte, deren Präzision von der Präzision der gemessenen Grundgrößen abhängig ist (MORITZ et al., 2014). Das Mean Corpuscular Volume (MCV) gibt das durchschnittliche Volumen der Erythrozyten an und ermöglicht eine Unterscheidung von Anämien in mikro-, normo- und makrozytäre Formen. Das MCV von Ziegen unterscheidet sich deutlich von dem anderer Tierarten (FORTAGNE u. SCHÄFER, 1989). Die von verschiedenen Autoren genannten Werte liegen zwischen 12,1 fl (POSPÍŠIL et al., 1987) und 36,5 fl (EDJTEHADI, 1978) (Tabelle 2). Der Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)-Wert gibt den durchschnittlichen Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten an. Mittels des MCH werden Anämien unterschieden in hypo-, normo- oder hyperchrome Formen. Das MCH ist bei der Ziege im Vergleich zu anderen Haussäugetieren gering. Die in der Literatur angegebenen Werte liegen zwischen 0,29 fmol (MORITZ, 2000) und 0,8 fmol (POSPÍŠIL et al., 1987; MBASSA u. POULSEN, 1993) (Tabelle 2). Die Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC) gibt den mittleren Hämoglobingehalt aller Erythrozyten an und dient der Diagnose hypochromer Anämien, wie z. B. der Eisenmangelanämie. Literaturangaben reichen von 14,72 fmol/l (SOMVANSHI et al., 1987) bis 24,03 fmol/l (MORITZ, 2000) (Tabelle 2).



**Tabelle 2: Angaben zu den Parametern MCV, MCH und MCHC der Ziege (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

MCV [fl]	MCH [fmol]	MCHC [fmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
24,41±3,22	0,49±0,06	19,94±0,78	20, 2-3 Jahre, trockenstehend, nicht trächtig	ABDALATIF et al. 2009
20,9±1,5	0,43±0,03	20,6±8,7	12, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
17,82±2,62-36,50±7,25	0,33±0,04-0,67±0,04	17,57±1,27-20,71±0,80	150, 0-5 Jahre	EDJTEHADI 1978
22,3±1,30 22,0±1,34	5,10±0,59 5,05±0,48	22,6±1,57 22,8±1,51	Hochtragend Laktierend Zwergziegen	FORTAGNE u. SCHÄFER 1989
23,3±2,1	0,3±0,02	13,3±0,6	7	LEWIS 1976
25,0-28,5	0,55-0,64	21,1-22,8	296, 0->5 Jahre, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
13,98-22,30	0,29-0,50	14,71-24,03	257, 2 Wochen-14 Jahre, 93,8 % weiblich	MORITZ, 2000
14,2-30,3	0,28-0,78	-	118, weiblich, Kamerunziege	POSPÍŠIL et al. 1987
21,62±2,46	0,32±0,04	14,72±1,12	61, 0-10 Jahre	SOMVANSHI et al. 1987
19,8±0,2	-	13,8±0,04	20	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
16-20 <sup>1)</sup>	0,4 <sup>1)</sup>	2,1-2,3 <sup>1)</sup>	101, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

### 2.1.1.5 Erythrozytenindizes Red Cell Distribution Width (RDW) und Hemoglobin Distribution Width (HDW)

Der Parameter Red Cell Distribution Width (RDW) beschreibt die elektronisch gemessene erythrozytäre Anisozytose. Bei einer regenerativen Anämie werden gehäuft Makrozyten im Blut gefunden. Diese weisen ein relativ größeres Volumen auf und führen zu einer Verbreiterung der Erythrozytenkurve (MORITZ et al., 2014 a). Die Hemoglobin Distribution Width (HDW) beschreibt in numerischer Form die Variation des Hämoglobingehaltes der Erythrozyten. MORITZ (2000) beschreibt bei der Ziege HDW-Werte von 1,41-2,0 mmol/l. Erhöhte RDW- und HDW-Werte sprechen für eine gesteigerte Variationsbreite in der

Erythrozytenpopulation. Der RDW-Wert ist bei der Ziege zur retrospektiven Diagnose schwerer Blutungen und zur Überwachung der Genesung geeignet (DORR et al., 1986). Studien zu RDW-Werten bei der Ziege sind selten. MORITZ (2000) nennt Werte von 20,11-28,77 %, PICCIONE et al. (2010) 36,41-37,37 %.

#### **2.1.1.6 Retikulozyten**

Bei den Retikulozyten handelt es sich um eine Vorstufe der Erythrozyten. Im Gegensatz zu Nagern, bei denen die Reifung fast vollständig im Blut stattfindet, sowie Hund und Schwein, bei welchen eine Mischform vorliegt, findet die Reifung zu Erythrozyten bei Wiederkäuern wie auch beim Pferd überwiegend im Knochenmark statt, so dass nur wenige Retikulozyten im Blut gefunden werden können (FUCHS u. EDER, 1991). DORR et al. (1986) beschreiben Retikulozytenwerte bei der Ziege von 0-0,2 %, MORITZ (2000) 12,03-88,62 G/l. Bei erwachsenen Ziegenböcken konnten IGBOKWE u. MOHAMMED (1991) keine Retikulozyten im peripheren Blut nachweisen.

#### **2.1.2 Thrombozyten, Thrombozytenindizes MPV und PDW**

Die auch Blutplättchen genannten Thrombozyten entstehen im Knochenmark durch Abschnürung aus Vorläuferzellen, den Megakaryozyten, und erfüllen wesentliche Funktionen bei der Blutgerinnung. Höhere Thrombozytenwerte können stressinduziert sein (MISCHLER et al., 2005), erniedrigte Werte finden sich z. B. nach Blutungen, disseminierter intravasaler Gerinnung, sowie Östrogeneinfluss (MISCHKE, 2014). In der Literatur finden sich keine einheitlichen Werte für die Thrombozytenzahlen bei Ziegen. RANITOVIC (1926) beschreibt Werte von 187-954 G/l WILKINS u. HODGES (1962) 189-785 G/l, LEWIS (1976) 378-656 G/l und MORITZ (2000) 34,09-914,8 G/l (Tabelle 3). Mit Hilfe automatischer Analysegeräte werden das mittlere Thrombozytenvolumen (MPV) und die Thrombozytenverteilungsbreite (PDW) ermittelt und somit Zusatzinformationen geliefert. Die nach einer induzierten Thrombozytopenie bei Kaninchen produzierten Thrombozyten weisen ein größeres MPV auf (MARTIN et al., 1983). Östrogeneinfluss erhöht das MPV (RANGANATH et al., 1996). MORITZ (2000) nennt bei der Ziege Referenzwerte für das MPV von 4,15-13,26 fl. Für PDW liegen bisher keine Referenzwerte vor.

**Tabelle 3: Angaben zur Thrombozytenzahl bei der Ziege (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Thrombozyten [G/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
215-342	150, 0-5 Jahre, beide Geschlechter	EDJTEHADI 1978
49,5±35,86	50, 2 Jahre, laktierend	HOLMAN u. DEW 1963
378-656	6	LEWIS 1976
34,1-914,8	257, 2 Wochen-14 Jahre, 93,8 % weiblich	MORITZ 2000
187-954	-	RANITOVIC 1926
189-785	-	WILKINS u. HODGES 1962

### 2.1.3 Weißes Blutbild und Differentialblutbild

Das weiße Blutbild der Ziege hat einen lymphozytären Charakter (BOSS u. WANNER, 1977; FORTAGNE u. SCHÄFER, 1989). Dies zeigen auch MBASSA und POULSEN (1993) bei 538 Dänischen Landrasse-Ziegen beiderlei Geschlechts im Alter bis zu einem Jahr. Bei älteren Ziegen sind Lymphozyten und segmentkernige neutrophile Granulozyten nahezu gleich zahlreich, in der Untersuchung von BOSS und WANNER (1977) liegen die Lymphozytenzahlen immer über den Neutrophilenzahlen. In Studien von BIAŁKOWSKI et al. (1988) überragt bei einigen Ziegenrassen der Anteil der Neutrophilen Granulozyten den der übrigen Leukozyten. Das Differentialblutbild zeigt die Anteile der verschiedenen Leukozytenarten an der Gesamtleukozytenzahl und ermöglicht eine differenziertere Betrachtung der gemessenen Werte.

#### 2.1.3.1 Gesamtleukozytenzahl

Die Gesamtzahl der Leukozyten wird von einer Reihe von Faktoren beeinflusst und ist somit starken Schwankungen unterworfen. Ein Anstieg der Gesamtleukozytenzahl ist bei Aufregung und körperlicher Belastung zu beobachten. Pathologische Erhöhungen entstehen z. B. durch Infektionskrankheiten, Vergiftungen, Tumoren, leukämische Leukosen, Hyperthyreose, Diabetes mellitus und Überempfindlichkeitsreaktionen. Ein Abfall der Gesamtleukozytenzahl wird durch virale Infektionskrankheiten, Knochenmarksatrophie, Blutdruckabfall und erhöhten Verbrauch, sowie Östrogeneinfluss (MORITZ et al., 2014 a; LUSTER et al., 1984) verursacht. Die Interpretation dieser Werte erfordert somit die Einbeziehung der äußeren Gegebenheiten. Die Literaturangaben verschiedener Autoren zur Gesamtleukozytenzahl

reichen von 3,8 G/l (STEFFEN et al., 1996) bis 23,6 G/l (MBASSA u. POULSEN, 1993) (Tabelle 4).

**Tabelle 4: Angaben zur Gesamtleukozytenzahl bei der Ziege (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

<b>Gesamtleukozyten [G/l]</b>	<b>Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben</b>	<b>Autor</b>
8,0-12,8	2-4 Jahre, beide Geschlechter	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
9,99-20,95	150, 0-5 Jahre, beide Geschlechter	EDJTEHADI 1978
8,95±1,73 11,62±3,10	Hochtragend Laktierend Zwergziegen	FORTAGNE u. SCHÄFER 1989
8,08±2,5	50, 2 Jahre, laktierend	HOLMAN u. DEW 1963
4,0-23,6	538, 0-5 Jahre, beide Geschlechter	MBASSA u. POULSEN 1993
5,6-16,0	15, laktierend, Saanenziegen	MCDOUGALL et al. 1991
6,03-19,58	257, 2 Wochen-14 Jahre, 93,8 % weiblich	MORITZ 2000
10,41±0,33	Trocken, nicht trächtig, 3-4 Jahre, Girentana	PICCIONE et al. 2010
5,8-20,0	60, 7 Monate-12 Jahre, weiblich	PLAUTZ 1990
11,26±2,66	61, 0-10 Jahre, beide Geschlechter, Kashmirziegen	SOMVANSHI et al. 1987
3,8-11,2	10, 4-6 Wochen, beide Geschlechter, Walliser Schwarzhalsziegen	STEFFEN et al. 1996
7,8-19,6 <sup>1)</sup>	101, 3-5 Jahre, laktierend, Bündner Strahlenziege	TSCHUOR et al. 2008
5,9-21,1	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

### 2.1.3.2 Neutrophile Granulozyten

Diese Zellen erfüllen die Aufgabe der Phagozytose. Sie können an der Gefäßwand anheften, werden aber bei Erhöhung der Fließgeschwindigkeit des Blutes, z.B. durch Blutdruckerhöhung, sowie Kortisoleinfluss bei Stress, abgelöst und werden gehäuft gemessen. Erhöhte Werte finden sich bei Stress und körperlicher Belastung (KANNAN et al., 2000),

Infektionskrankheiten, Tumoren, Hyperadrenokortizismus, Überempfindlichkeitsreaktionen, Autoimmunerkrankungen, myeloischer Leukämie und Hyperthyreose. Erniedrigte Werte können z. B. bei viralen Infektionen, Schock, Blutdrucksenkung und Knochenmarksveränderungen auftreten (MORITZ et al., 2014 a). Literaturangaben zum Anteil der Neutrophilen Granulozyten im Differentialblutbild der Ziege reichen von 1,72 G/l (MORITZ, 2000) bis 10,61 G/l (MORITZ, 2000). Eine Übersicht der Literaturangaben zu Neutrophilen Granulozyten zeigt Tabelle 5.

### **2.1.3.3 Lymphozyten**

Ziegen besitzen ein lymphozytäres Blutbild (BOSS u. WANNER, 1977; FORTAGNE u. SCHÄFER 1989). Nur ein kleiner Teil der Lymphozyten befindet sich im Blut, der größere Teil ist in den lymphatischen Organen wie Lymphknoten, Milz, Thymus und Knochenmark vorhanden. Eine Vermehrung der Lymphozyten wird bei Infektionskrankheiten in der Heilphase, chronischen Infektionskrankheiten, Hypoadrenokortizismus und lymphatischen Leukämien beobachtet. Erniedrigte Werte werden durch Stress, Immunsuppression, chronische Niereninsuffizienz, Hyperadrenokortizismus bzw. Kortikosteroidgabe verursacht (MORITZ et al., 2014 a). Verschiedene Autoren beschreiben Lymphozytenwerte im Blut der Ziege von 1,2 x G/l (HOLMAN u. DEW, 1963) bis 11,88 x G/l (TSCHUOR et al., 2008) (Tabelle 5).

### **2.1.3.4 Monozyten**

Monozyten dienen der Phagozytose und finden sich vermehrt bei Infektionskrankheiten, Stress, Monozytenleukämie, Hyperadrenokortizismus bzw. Kortikosteroidtherapie (MORITZ et al., 2014 a). Sie infiltrieren zu diesem Zweck der Phagozytose auch Gewebe, z. B. das Zitzenende (NICKERSON u. PANKEY, 1983). Die Werte bei der Ziege reichen von 0,02 G/l (BOSS und WANNER, 1977) bis 0,89 G/l (MORITZ, 2000) (Tabelle 5).

**Tabelle 5: Angaben zur Anzahl von Neutrophilen Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten der Ziege (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

<b>Neutrophile Granulozyten [G/l]</b>	<b>Lymphozyten [G/l]</b>	<b>Monozyten [G/l]</b>	<b>Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben</b>	<b>Autor</b>
4,83±2,36	7,0±2,36	0,22±0,66	12, 1 Jahr, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
2,3±0,21-4,7±0,38	5,9±0,23-8,1±0,5	0,48±0,06-0,65±0,75	90, 0->7 Jahre, weiblich	EGBE-NWIYI et al. 2000
3,44±1,16 5,12±2,24	5,00±1,24 5,86±2,05	0,14±0,09 0,13±0,08	Hochtragend Laktierend Zwergziegen	FORTAGNE u. SCHÄFER 1989
3,98±1,55	3,71±1,6	0,23±0,16	50, 2 Jahre, laktierend	HOLMAN u. DEW 1963
2,87-6,89	3,61-8,75	-	538, 0-5 Jahre, beide Geschlechter	MBASSA u. POULSEN 1993
1,7-6,8	2,6-7,2	0-0,5	15, laktierend, Saanenziegen	MCDOUGALL et al. 1991
1,72-10,61	2,68-11,54	0,06-0,89	257, 2 Wochen-14 Jahre, 93,8 % weiblich	MORITZ 2000
4,42±0,22	5,08±0,24	0,54±0,03	Trocken, nicht trächtig, 3-4 Jahre, Girgentana	PICCIONE et al. 2010
5,91±2,84	4,62±1,40	0,38±0,15	61, 0-10 Jahre, beide Geschlechter, Kashmirziegen	SOMVANSHI et al. 1987
2,55-9,91 <sup>1)</sup>	3,53-11,88 <sup>1)</sup>	0-0,49 <sup>1)</sup>	101, 3-5 Jahre, laktierend, Bündner Strahlenziege	TSCHUOR et al., 2008

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95%-Quantile

### 2.1.3.5 Eosinophile Granulozyten

Diese Zellen sind zur amöboiden Bewegung und Phagozytose befähigt, wenn im Umfeld antibakterielle Antikörper vorhanden sind. Ihre Hauptfunktion ist die phagozytotische Beseitigung von Antigen-Antikörper-Komplexen. Bei allergischen Entzündungsreaktionen nach Anstieg von Immunglobulinen E und Freisetzung von Leukotrienen und Histaminen aus Mastzellen wird eine Vermehrung der eosinophilen Granulozyten beobachtet (LIEBICH,

2004), aber auch der Befall mit Parasiten und Hypoadrenokortizismus können erhöhte Werte hervorrufen. Erniedrigte Werte finden sich bei Stress und Hyperadrenokortizismus bzw. Kortikosteroidbehandlung (MORITZ et al., 2014 a). Die Anzahl der eosinophilen Granulozyten im Ziegenblut reicht von 0 (HOLMANN u. DEW, 1963; BOSS u. WANNER, 1977; EGBE-NWIYI et al., 2000) bis 1,29 G/l (MORITZ, 2000) (Tabelle 6).

### 2.1.3.6 Basophile Granulozyten

Werterhöhungen dieses Zelltyps sind sehr selten. Bisweilen findet man sie bei Überempfindlichkeitsreaktionen, Hyperlipidämie oder bei einer Basophilenleukämie (MORITZ et al., 2014 a). Basophile Granulozyten binden auch in niedriger Konzentration vorliegendes Antigen und induzieren die Proliferation, Antikörperproduktion und Plasmazelldifferenzierung von B-Lymphozyten (DENZEL, 2010). Untersuchungen von POSPÍŠIL et al. (1987) zeigen Werte bis 0,01 x G/l, MORITZ (2000) sowie TSCHUOR et al. (2008) zeigen Werte bis 0,24 bzw. 0,3 G/l (Tabelle 6).

**Tabelle 6: Angaben zur Anzahl von eosinophilen und basophilen Granulozyten der Ziege (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

<b>Eosinophile Granulozyten [G/l]</b>	<b>Basophile Granulozyten [G/l]</b>	<b>Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben</b>	<b>Autor</b>
0,17±0,22	0,52±0,85	12, 1 Jahr, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
0,44±0,09-0,76±0,02	0	90, 0->7 Jahre, weiblich	EGBE-NWIYI et al. 2000
0,26±0,19 0,25±0,18	0,03±0,05 0,03±0,04	Hochtragend Laktierend Zwergziegen	FORTAGNE u. SCHÄFER 1989
0-0,9	0	15, laktierend	MCDOUGALL et al. 1991
0,03-1,29	0,02-0,24	257, 2 Wochen-14 Jahre, 93,8 % weiblich	MORITZ 2000
0,27±0,02	0,07±0,004	Trocken, nicht trächtig, 3-4 Jahre,	PICCIONE et al. 2010
0-0,16	0-0,03	116, weiblich	POSPÍŠIL et al. 1987
0,32±0,17	0,05±0,05	61, Kashmirziegen	SOMVANSI et al. 1987

## 2.1.4 Klinisch-chemische Parameter

### 2.1.4.1 Elektrolyte

#### 2.1.4.1.1 Phosphat

Phosphor kommt im Blut als anorganisches Phosphat und in Form von organischen Phosphatverbindungen vor. Anorganisches Phosphat ist maßgeblich an der Knochenmineralisation beteiligt. Organische Phosphatverbindungen finden sich z.B. in den Nukleinsäuren, Enzymen, Phospholipiden, sowie Zwischenprodukten des Kohlenhydratstoffwechsels und des Energiestoffwechsels (Adenosintriphosphat, ATP). Diagnostisch bedeutsam ist das anorganische Phosphat im Serum. Da sich in den Erythrozyten ebenfalls große Mengen an Phosphat befinden, ist zur Vermeidung einer Hämolyse mit folgender Phosphatfreisetzung eine sachgemäße Gewinnung, sowie eine vorsichtige und zeitige Aufbereitung der Probe unerlässlich (BAUER u. NEUMANN, 2014). Tabelle 7 gibt eine Übersicht zu Literaturangaben über den Phosphatgehalt im Ziegenblut.

**Tabelle 7: Angaben verschiedener Autoren zur Konzentration von anorganischem Phosphat in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Phosphatgehalt, anorganisch [mmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
2,39±0,32	20, laktierend	AKINSOYINU 1982
1,27		APFEL 1994
0,84-1,90	2-4 Jahre, beide Geschlechter	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
3,00±0,16 2,26±0,45	15, 3-4 Mon. 15, 2-5 Jahre	BOGIN et al. 1981
2,23±0,45	12, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
1,01±0,08 1,57±0,02	4, Zwergziegen ante partum post partum	DARAMOLA et al. 2004
0,58-4,5	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
1,86±0,04	8, hochträchtig, Bengalen	JANA et al., 1991
2,29±0,23	7	LEWIS 1976
2,1-2,8	130, beide Geschlechter	LÖHLE 1990
1,79±0,47- 2,54±0,64	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
1,09-2,69	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
1,88±0,33	6 Monate, Zwergziegen	Müller et al. 1993
1,21±0,15	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
1,29±0,1-	21, weiblich, peripartal	PACHAR u. VERMA 1988



1,92±0,2		
1,0-3,1	60, ≥7 Monate	PLAUTZ 1990
1,46±0,02	42, 11-14 Monate	PYNE et al. 1982
1,8±0,72	81	RIDOUX et al. 1981
3,05-4,19	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
4,9±0,3	20, beide Geschlechter, 2-2,5 Jahre	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
1,55±0,16 a. p. 2,27±0,12 p. p.	10, 2-4 Jahre	TANRITANIR et al. 2009
1,2-2,9 <sup>1)</sup>	102, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
1,22-3,23	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

#### 2.1.4.1.2 Gesamtkalzium

Kalzium kommt im Blut zu ca. 55 % als ionisiertes Kalzium ( $\text{Ca}^{2+}$ ) vor; dieser Anteil ist vom pH-Wert des Blutes abhängig. Je niedriger der pH-Wert ist, desto höher liegt der Anteil des ionisierten Kalziums. Der restliche Anteil ist an Proteine und organische Säuren gebunden. Für eine differenzierte Beurteilung des Kalziumstoffwechsels ist die Messung des ionisierten Kalziums notwendig (BAUER u. NEUMANN, 2014). Kalzium erfüllt zahlreiche Funktionen im Organismus. Neben der Knochenmineralisierung, Aktivierung von Blutgerinnung und Enzymen stabilisieren Kalziumionen das Membranpotential von Zellen und dienen als second messenger bei der Auslösung vielfältiger Zellfunktionen. Die Regulierung des Kalziumspiegels erfolgt über die Resorption in der Darmmucosa, die Ausscheidung über die Nierentubuli und die Einlagerung oder Mobilisation in bzw. aus den Knochen. Durch z. B. mangelhafte Aufnahme, starken Bedarf für die Knochenmineralisation der Feten sowie bei der Ziege hauptsächlich durch den hohen Bedarf für die Milchproduktion kann es in der Hochträchtigkeit und besonders bei einsetzender Laktation, die bei der Ziege im Verhältnis zum Körpergewicht höher als bei Schaf und Rind ist, zu einem Kalziummangel kommen (BOSTEDT u. DEDIÉ, 1996 b). Dies wird durch einen im peripartalen Zeitraum vergleichsweise niedrigen Blut-Gesamtkalzium-Gehalt von 2,27 mmol/l (Tag 0-7 p. p.) bis 2,36 mmol/l (Tag 7-28 p. p.) begünstigt (APFEL, 1994). Literaturangaben zum Gesamtkalziumgehalt im Serum der Ziege reichen von 1,15 mmol/l (DARAMOLA et al., 2005) bis 3,1 mmol/l (STEFFEN et al., 1996) (Tabelle 8).

**Tabelle 8: Angaben zur Gesamtkalziumkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

<b>Kalzium [mmol/l]</b>	<b>Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben</b>	<b>Autor</b>
2,62±0,37	20, laktierend	AKINSOYINU 1982
2,26-2,84	2-4 Jahre, beide Geschlechter	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
2,57±0,2 3,10±0,13	15, 3-4 Monate 15, 2-5 Jahre	BOGIN et al. 1981
2,3±0,17	12, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
2,83±0,13 3,45±0,08	4, Zwergziegen ante partum post partum	DARAMOLA et al. 2004
1,15-2,4	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
2,37±0,03	8, hochträchtig, Bengalen	JANA et al. 1991
2,39±0,09	7	LEWIS 1976
2,43-2,66	130, beide Geschlechter	LÖHLE 1990
2,38±0,18- 2,55±0,29	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
1,88-2,89	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
2,63±0,21	6 Monate, Zwergziegen	MÜLLER et al. 1993
2,46±0,10	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
2,26±0,01	42, 11-14 Monate	PYNE et al. 1982
2,39±0,22	89	RIDOUX et al. 1981
2,25-3,07	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
2,2-2,7 <sup>1)</sup>	102, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
1,68-2,60	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

### 2.1.4.1.3 Magnesium

Magnesium liegt zu drei Vierteln im Skelettgewebe vor (BAUER u. NEUMANN, 2014). Es wirkt als Enzymaktivator überwiegend in Reaktionen, bei denen Phosphatgruppen übertragen werden, wie z. B. bei der oxidativen Phosphorylierung in den Mitochondrien und bei der Nukleinsäurebiosynthese im Zellkern. Von klinischer Bedeutung ist seine kalziumantagonistische Wirkung. Durch die Blockade von Kalziumkanälen und somit des Kalziumeinstroms verhindert es die Kontraktion von Muskelzellen. Eine Hypermagnesämie kann somit zur Gebärparese, eine Hypomagnesämie zu tetanischen Krämpfen führen. Nach BOSTEDT u. DEDIÉ (1996 b) sind vor allem ältere Milchziegen mit hoher Laktationsleistung betroffen. Die Untersuchungen verschiedener Autoren liefern Angaben

über den Magnesiumgehalt des Ziegenserums von 0,73 (BARAKAT u. EL-GUINDI, 1967) bis 2,6 mmol/l (PACHAR u. VERMA, 1988) (Tabelle 9).

**Tabelle 9: Angaben zur Magnesiumkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Magnesium [mmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
1,23±0,17	20, laktierend	AKINSOYINU 1982
0,73-1,57	2-4 Jahre, beide Geschlechter	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
0,86±0,04	15, 3-4 Monate	BOGIN et al. 1981
0,83±0,04	15, 2-5 Jahre	
0,96±0,1	12, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
0,93±0,1- 1,07±0,12	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
0,87-1,37	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
0,77±0,10	6 Monate, Zwergziegen	MÜLLER et al. 1993
1,23±0,11	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
1,2±0,1- 2,6±0,3	21, hochträchtig	PACHAR u. VERMA 1988
0,88±0,01	42, 11-14 Monate	PYNE et al. 1982
0,9-1,4 <sup>1)</sup>	102, laktierend	TSCHUOR et al. 2008

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

#### 2.1.4.1.4 Natrium

Natrium bestimmt als Elektrolyt mit der höchsten Konzentration den osmotischen Druck, die Osmolalität, in der extrazellulären Flüssigkeit (HUISINGA, 2014). Literaturangaben zum Natriumgehalt im Serum der Ziege reichen von 112,2 mmol/l (VRZGULA et al., 1985) bis 152,2 mmol/l (VRZGULA et al., 1985; MBASSA u. POULSEN, 1991) (Tabelle 10).

**Tabelle 10: Angaben zur Natriumkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Natrium [mmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
140,1±3,83	20, laktierend	AKINSOYINU 1982
142,1-150,1	2-4 Jahre	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
141±3,0	12, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
147,7±6,3	17, weiblich	CASTRO et al. 1977
	4, Zwergziegen	DARAMOLA et al. 2004

139,25±0,89 144,5±1,22	ante partum post partum	
124-146	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
114,0±2,32	8, hochträchtig, Bengalen	JANA et al. 1991
145,2±1,2- 147,1±2,1	23, trächtig	KAISER u. CUMMINGS 1958
146,0±0	7	LEWIS 1976
141,6-142,7	130, beide Geschlechter	LÖHLE 1990
142,9±4,7- 152,2±2,0	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
146-152	15, laktierend	MCDOUGALL et al. 1991
134,7±5,8	6 Monate, Zwergziegen	MÜLLER et al. 1993
135,2±3,21	20, männlich	NAZIFI et al 1999
146-169	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
135,0±1,8	20, 2-2,5 Jahre, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
147-157 <sup>1)</sup>	102, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
112,2-152,2	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

#### 2.1.4.1.5 Kalium

Kalium liegt zu 95-98 % im intrazellulären Raum vor und bestimmt den osmotischen Druck in der intrazellulären Flüssigkeit. Es aktiviert eine Reihe von Enzymen und bestimmt wesentlich das Membranpotential. Durch Flüssigkeits- und Elektrolytverschiebungen kann es zu klinischen Symptomen kommen, die vor allem durch die Wirkung von Kalium auf das Membranpotential der Muskelzellen charakterisiert sind. Erhöhte Kaliumkonzentrationen durch Nieren- und Nebenniereninsuffizienz, Hämolyse etc. können zu Arrhythmien des Herzens führen. Eine Hypokaliämie durch Durchfall, Polyurie oder mangelhafte Aufnahme mit der Nahrung führt zu einer Erhöhung des Membranpotentials und die Erregbarkeit der Muskelzellen nimmt ab, was zu Paralysen der glatten und quergestreiften Muskulatur, bis hin zu lebensgefährlichen Herzrhythmusstörungen führen kann (HUISINGA, 2014). Untersuchungen verschiedener Autoren beschreiben Kaliumserumwerte bei der Ziege von 3,22 mmol/l (JANA et al., 1991) bis 5,8 mmol/l (TSCHUOR et al., 2008) (Tabelle 11).

**Tabelle 11: Angaben zur Kaliumkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

<b>Kalium [mmol/l]</b>	<b>Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben</b>	<b>Autor</b>
4,9±0,45	20, laktierend	AKINSOYINU 1982
4,2-5,4	2-4 Jahre	BARAKAT u. EL-GUINDI 1967
4,56±0,34	12, laktierend	BOSS u. WANNER, 1977
5,6±1,2	17, weiblich	CASTRO et al. 1977
5,4±0,21 4,6±0,21	4, Zwergziegen ante partum post partum	DARAMOLA et al. 2004
3,0-6,0	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
3,22±0,08	8, hochträchtig, Bengalen	JANA et al. 1991
4,1±0,5- 4,4±0,3	23, trächtig	KAISER u. CUMMINGS 1958
4,6±0,9	7	LEWIS 1976
4,4 - 4,9	130, beide Geschlechter	LÖHLE 1990
4,02±0,4- 4,40±0,56	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
3,6-5,4	15, laktierend	MCDOUGALL et al. 1991
3,45±0,55	6 Monate, Zwergziegen	MÜLLER et al. 1993
4,27±0,04	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
3,9±0,2	20, 2-2,5 Jahre beide Geschlechter,	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
4,0-5,8 <sup>1)</sup>	102, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
3,48-5,52	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

## **2.1.4.2 Enzymaktivitäten**

### **2.1.4.2.1 Aspartat-Amino-Transferase**

Die Aspartat-Amino-Transferase (AST), früher Glutamat-Oxalacetat-Transaminase (GOT) genannt, katalysiert die Reaktion von  $\alpha$ -Ketoglutarat und L-Aspartat zu L-Glutamat und Oxalacetat. Sie wird in zahlreichen Organen angetroffen und ist somit nicht sehr organspezifisch (NEUMANN, 2014 a). Die höchsten Aktivitäten finden sich in der Herzmuskulatur, gefolgt von Leberzellen und Skelettmuskulatur (KRAMER u. CARTHEW, 1985). Die AST ist als Screeningenzym für Muskelerkrankungen und besonders beim Wiederkäuer auch für Lebererkrankungen geeignet (NEUMANN, 2014 a), ist jedoch aufgrund einer starken physiologischen Schwankungsbreite im Zusammenhang mit weiteren muskel- oder leberspezifischen Enzymen wie der CK oder GLDH zu betrachten (BOSTEDT

et al., 1997). Die Literaturangaben zur AST-Aktivität gesunder Ziegen reichen von 12 IU/l (DARAMOLA et al., 2005) bis 168 (MCDOUGALL et al., 1991) (Tabelle 12).

#### 2.1.4.2.2 Glutamat-Dehydrogenase

Die Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) ist ein leberspezifisches Enzym. Sie katalysiert die Reaktion von  $\alpha$ -Ketoglutarat zu Glutamat. Aufgrund der Lokalisation in den Mitochondrien führen nur schwerwiegende Leberzellschäden zu einer deutlichen Erhöhung der Serumaktivität (NEUMANN, 2014 a). Auch eine erhöhte Stoffwechselaktivität sowie ein hoher Harnstoffumsatz können beim Wiederkäuer zu GLDH- Erhöhungen führen (FÜRL, 2014). TSCHUOR et al. (2008) geben physiologische Werte bis 19,8 U/l an, eine Erhöhung über 25 U/l wird als Indikator für eine Hepatopathie angesehen (BOSTEDT u. DEDIE, 1996 b) (Tabelle 12).

#### 2.1.4.2.3 Gamma-Glutamyl-Transferase

Die Gamma-Glutamyl-Transferase ( $\gamma$ -GT) überträgt den  $\gamma$ -Glutamylrest von L- $\gamma$ -Glutamyl-3-carboxy-4-nitroanilid auf Glycylglycin. Bei Wiederkäuern weist sie besonders in der Leber hohe Aktivitäten auf (BRAUN et al. 1983) und Aktivitätssteigerungen sind bei Hepatopathien, insbesondere mit Cholestase zu finden (NEUMANN, 2014 a). Für Ziegen finden sich in der Literatur  $\gamma$ -GT-Werte bis 67 U/l (MCDOUGALL et al., 1991). Tabelle 12 zeigt eine Übersicht der Literaturangaben zu den Aktivitäten der  $\gamma$ -GT in Ziegenblut.

**Tabelle 12: Angaben zu Aktivitäten der Enzyme AST, GLDH und  $\gamma$ -GT in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

AST [IU/l]	GLDH [IU/l]	$\gamma$ -GT [IU/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
39±11	4±4	-	12, 1 Jahr, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
12-38	-	-	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
32,2±10,0-41,3±7,40	-	-	4, männlich kastriert	GRUNWALDT et al. 1986
67,2±20,4-94,8±25,8	-	-	296, 8-24 Monate, weiblich, verschiedene Reproduktionsstadien	MBASSA u. POULSEN 1991
62-168	0-18	28-67	15, laktierend, Saanen	MCDOUGALL

				et al. 1991
43,6±9,9	-	-	91, laktierend	RIDOUX et al. 1981
29-41	-	18-30	10, 4-6 Wochen, Walliser Schwarzhals	STEFFEN et al. 1996
74,2±6,2	-	42,9±2,7	20, 2-2,5 Jahre, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
43,2-49,3	-	-	163, beide Geschlechter	TIBBO et al. 2008
66-135 <sup>1)</sup>	3,1- 19,8 <sup>1)</sup>	26-63 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
52,88±2,73 53,32±1,11	-	-	Trächtig Nicht trächtig 30, 1,5-2,5 Jahre, Sahelziege	WAZIRI et al., 2010
118,2 <sup>2)</sup>	7,73 <sup>2)</sup>	42,0 <sup>2)</sup>	20, laktierend, 0-20 Tage p. p.	WITTEK u. ELZE 2001

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

<sup>2)</sup> Medianwert

#### 2.1.4.2.4 Alkalische Phosphatase

Die Gruppe der Phosphatasen besteht aus zahlreichen Isoenzymen, welche ihrem pH-Optimum entsprechend in die zwei Gruppen der sauren (Wirkungsoptimum bei pH 5) und der alkalischen Phosphatasen (AP, Wirkungsoptimum bei pH 9 und 10) eingeteilt werden. Die AP ist in fast allen Organen vorhanden, wo sie die Reaktion von p-Nitro-phenylphosphat und H<sub>2</sub>O zu Phosphat und p-Nitrophenol katalysiert. Sie weist besonders in den Osteoblasten, Leberzellen und Gallengangsepithelien höhere Aktivitäten auf, wird jedoch als nicht besonders leberspezifisch angesehen. Ziegen weisen starke individuelle Schwankungen auf (KRAMER u. CARTHEW, 1985; WOSNIK, 1991), was sich in den Literaturangaben zu den Aktivitäten der AP widerspiegelt. Während einige Autoren Maximalwerte von weniger als 100 IU/l beschreiben (TAIWO u. OGUNSANMI, 2003; TIBBO et al., 2008), geben TSCHUOR et al. (2008) und STEFFEN et al. (1996) sogar Werte von 1941 bzw. 1746 IU/l bei gesunden laktierenden bzw. jungen Ziegen an (Tabelle 13).

#### 2.1.4.2.5 Kreatinkinase

Die Kreatinkinase (CK) liegt in drei verschiedenen Isoenzymen vor, die durch die Kombination der Untereinheiten M (muscle) und B (brain) entstehen: Muskel- (CK-MM), Herz- (CK-MB) und Gehirn-CK (CK-BB). Im Gegensatz zum Menschen tritt die CK-BB nicht ins Blut über, weshalb die Kreatinkinase als muskelspezifisches Enzym gilt. Als Marker für einen kardialen Schaden wurde sie durch Troponin I ersetzt (BAUER u. NEUMANN,

2014). Die Kreatinkinase katalysiert die Reaktion von Kreatinphosphat und Adenosindiphosphat (ADP) zu Kreatin und Adenosintriphosphat (ATP) und umgekehrt und dient somit der Energieversorgung in der Muskelzelle (SAKS et al., 1996). Die Höhe der CK-Konzentration hängt unter anderem von der Muskelmasse ab (BRANCACCIO et al., 2007). Stressfaktoren wie vermehrte Beanspruchung der Muskulatur, Vitamin E- und Selenmangel, verkürzte Trockenstehzeit, Einfluss von Schilddrüsenhormonen, Myositis und Traumata, beim Rind Endometritiden und Labmagenverlagerungen führen zur Aktivitätszunahme der CK im Blut (NOCKELS et al., 1996; HINCHCLIFF et al., 2000; RASOOLI et al., 2004; LOCHER, 2007; BAUER u. NEUMANN, 2014). BOSTEDT et al. (1997) verzeichnen bei Ziegen während der Geburt Aktivitätszunahmen von 65 %. Allerdings ist die Halbwertszeit dieses Enzyms sehr kurz, was bei der Beurteilung besonders bei bereits länger vorliegendem Krankheitsgeschehen zu berücksichtigen ist. Tabelle 13 stellt Literaturangaben zur Aktivität der CK in Ziegenblut dar.

**Tabelle 13: Angaben zu Aktivitäten der Enzyme AP und CK in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

AP [IU/l]	CK [IU/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
-	24±7	12, 1 Jahr, laktierend	BOSS u. WANNER 1977
30,8±5,10-55,6±30,7	-	4, männlich kastriert	GRUNWALDT et al. 1986
848±505-1416±1020	175,8±74,4-253,2±105,6	296, 8-24 Monate, weiblich, verschiedene Reproduktionsstadien	MBASSA u. POULSEN 1991
16-108	100-352	15, laktierend, Saanen	MCDUGALL et al. 1991
130,52±19,62	15,55±1,89	20, männlich, 2-3 Jahre	NAZIFI et al. 1999
184±120	-	91, laktierend	RIDOUX et al. 1981
287-1746	17-68	10, 4-6 Wochen, Walliser Schwarzhals	STEFFEN et al. 1996
67,5±2,6	-	20, 2-2,5 Jahre, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
83,7-98,8	-	163, beide Geschlechter	TIBBO et al. 2008
31-1941 <sup>1)</sup>	96-268 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend,	TSCHUOR et al. 2008
46,72±0,76 47,04±0,22	-	Nicht trächtig Trächtig	WAZIRI et al., 2010



		30, 1,5-2,5 Jahre, Sahelziegen	
103,7 <sup>2)</sup>	106,1 <sup>2)</sup>	20, laktierend, 0-20 Tage p. p.	WITTEK u. ELZE 2001

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

<sup>2)</sup> Medianwert

### 2.1.4.3 Stoffwechselmetabolite

#### 2.1.4.3.1 Glukose

Die Bestimmung der Blutglukosewerte kann bei Ziegen als Indikator für den Ernährungszustand während der Trächtigkeit benutzt werden (KHAN u. LUDRI, 2002). Erniedrigte Glukosewerte sind ein Indikator für eine zu geringe Energieversorgung (DUNSHEA et al., 1988). Ziegen sind besonders während der Hochträchtigkeit auf Grund des erhöhten Bedarfs der Feten von der Trächtigkeitstoxikose betroffen (ROOK, 2000). Ziegen mit subklinischer Trächtigkeitstoxämie zeigen signifikant niedrigere Blutglukosewerte als die Kontrolltiere (ISMAIL et al. 2008; HEFNAWY et al., 2011). Durch den erhöhten Bedarf der Feten, besonders bei Mehrlingsträchtigkeit, und durch verminderte Bildung der glukoplastischen Propionsäure aus Futterkohlenhydraten im durch den graviden Uterus volumenverminderten Pansen kommt es zu anhaltender Hypoglycämie (BOSTEDT u. DEDIÉ, 1996). Tabelle 14 enthält Angaben aus der Literatur zum Glukosegehalt in Ziegenblut bei gesunden Tieren.

**Tabelle 14: Angaben zur Glukosekonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Glukose [mmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
2,22-4,0	2-4 Jahre	BARAKAT u. EL GUINDI 1967
4,0±0,6 3,2±0,3	15, 3-4 Monate 15, 2-5 Jahre	BOGIN et al. 1981
3,81±0,56	41, weiblich	CASTRO et al. 1977
3,69±0,37- 4,23±0,49	4, kastriert	GRUNWALDT et al. 1990
2,54-4,14	10, laktierend, 2-3 Jahre	HASSAN et al. 1986
2,0±0,09- 2,4±0,15	8, trächtig	JANA et al. 1991
3,05±0,53	7	LEWIS 1976
2,8±0,6- 3,1±0,4	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
2,0-4,8	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991

3,15±0,25	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
3,67±0,56	<12->35 Monate, weiblich	SAKHA et al. 2009
3,52±0,43 3,97±0,07	10, trächtig 10, nicht trächtig	SANDABE et al. 2004
4,1-5,3	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
2,3-3,6 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
2,1±0,55	80, 0,5-10 Jahre	ŽUBČIĆ 2001

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95%-Quantile

### 2.1.4.3.2 Harnstoff

In der Leber wird Harnstoff aus Ammoniak synthetisiert, welcher durch den Abbau von körpereigenen oder mit der Nahrung aufgenommenen Proteinen entsteht, weshalb der Harnstoffgehalt nahrungsabhängig ist (VALTONEN et al., 1982; ERIKSSON u. VALTONEN, 1982). Die Harnstoffproduktion hängt von der Stickstoffaufnahme ab und geht zu 70 % in das Blut über (HARMEYER u. MARTENS, 1980). Von dort kann es in den Pansen zurückgeführt werden, wenn dort Bedarf der mikrobiellen Flora für die Proteinsynthese besteht (MUSCHER et al., 2010). Erhöhte Harnstoffwerte finden sich z. B. wenige Stunden nach Nahrungsaufnahme, bei Fieber, körperlicher Belastung, Kreislaufproblemen und Niereninsuffizienz. Erniedrigte Konzentrationen können durch proteinarme Ernährung, Hungerzustände und Hepatopathien verursacht werden. ISMAIL et al. (2008) beschreiben bei Ziegen mit subklinischer Trächtigkeitstoxikose erhöhte Harnstoffwerte, ebenso HEFNAWY et al., (2011). SAUVANT et al. (1986) sehen die Harnstoffkonzentrationen im Blut negativ korreliert mit dem Ausmaß der Eiweißmobilisation bei Hungerzuständen. Die Harnstoffwerte unterliegen bei der Ziege starken individuellen Schwankungen (IDE u. KODAIRA-SHI, 1975; FORTAGNE, 1987). Besonders Beduinenziegen sind über eine starke Veränderung der glomerulären Filtrationsrate und somit Resorption bzw. Exkretion von Harnstoff in der Lage, Nahrungs- oder Wasserdefizite zu beeinflussen (SILANIKOVE, 1984). Literaturangaben zu Harnstoffwerten finden sich in Tabelle 15.

**Tabelle 15: Angaben zur Harnstoffkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Harnstoff [mmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
3,5-5,8	2-4 Jahre	BARAKAT u. EL GUINDI

		1967
6,7±1,3 7,2±1,7	15, 3-4 Monate 15, 2-5 Jahre	BOGIN et al. 1981
1,63±0,31 5,08±0,44	4, Zwergziegen ante partum post partum	DARAMOLA et al. 2004
3,69±0,19- 4,06±0,21	8, trächtig	JANA et al. 1991
7,39±1,27 8,01±2,42	14 Tage ante partum 21 Tage post partum	LÖHLE 1990
4,6±2,0- 9,2±2,7	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
2,9-10,9	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
9,44±0,74	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
5,94±0,20- 7,31±0,36	233, trocken, nicht trächtig, 1-6 Jahre, Girgentana	PICCIONE et al. 2010
8,16±2,65	87	RIDOUX et al. 1981
2-9,7	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
3,16±0,22	20, adult, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
2,8-7,2 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
5,1 <sup>2)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001

1) Angabe der 5- und 95-%-Quantile

2) Medianwert

### 2.1.4.3.3 Kreatinin

Kreatinin entsteht endogen im Energiestoffwechsel der Muskelzellen. Es wird in den Nieren glomerulär filtriert und ausgeschieden. Im Vergleich zum Harnstoff ist es nicht abhängig von der Futteraufnahme und vom endogenen Proteinmetabolismus. Erhöhte Konzentrationen im Blut finden sich bei Kreislaufinsuffizienz und Dehydratation, Niereninsuffizienz und Verlegung der ableitenden Harnwege (MORITZ et al., 2014 b). In der Literatur finden sich Angaben zum Kreatiningehalt in Ziegenblut von 33 µmol/l (STEFFEN et al., 1996) bis 122 µmol/l (Barakat u. El Guindi, 1967) (Tabelle 16).

**Tabelle 16: Angaben zur Kreatininkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Kreatinin [µmol/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
76,9-122,0	2-4 Jahre	BARAKAT u. EL GUINDI 1967
106,1±53,0	41	CASTRO et al. 1977

53,0±8,8	7	LEWIS 1976
87,37±12,83 82,40±8,39	14 Tage ante partum 21 Tage post partum	LÖHLE 1990
63,5±13,1- 76,4±22,4	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
53-88	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
63,65±2,65- 83,98±1,77	233, Trocken, nicht trächtig, 1-6 Jahre, Girgentana	PICCIONE et al. 2010
69,8±17,68	69	RIDOUX et al. 1981
79,56±30,06	<12->35 Monate, weiblich	SAKHA et al. 2009
33-66	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
61,88±8,82	20, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
39-67 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
65,9 <sup>2)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001

1) Angabe der 5- und 95%-Quantile

2) Medianwert

#### 2.1.4.3.4 Gesamtprotein

Erhöhte Gesamtproteinwerte finden sich bei Dehydratation, chronischen Infektionskrankheiten und chronischen Entzündungsvorgängen. Erniedrigte Konzentrationen entstehen durch verminderte Synthese aufgrund von chronischen Enteropathien, chronischen Hepatopathien, Unter- und Fehlernährung, Malassimilationssyndrom oder von Proteinverlusten bei Niereninsuffizienz, exsudativer Enteropathie und malignen Tumoren (SCHWENDENWEIN, 2014). ISMAIL et al. (2008) finden erhöhte Gesamtproteinwerte bei 53 iranischen Ziegen mit subklinischer Trächtigkeitstoxikose. Im Gegensatz dazu weisen neun ägyptische Ziegen 20-30 Tage ante partum signifikant niedrigere TP-Werte bei durch Futterreduktion erzeugter klinischer Trächtigkeitstoxikose auf als die gesunde Kontrollgruppe (HEFNAWY et al., 2011). AMER et al. (1999) beschreiben bei Ziegen in Saudi Arabien in den ersten 28 Tagen post partum keine Veränderungen der TP-Konzentration. Literaturangaben zum Gesamtproteingehalt in Ziegenblut zeigt Tabelle 17.

**Tabelle 17: Angaben zur Gesamtproteinkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Gesamtprotein [g/l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
51,6-75,8	2-4 Jahre	BARAKAT u. EL GUINDI 1967
69±3 74±2	15, 3-4 Monate 15, 2-5 Jahre	BOGIN et al. 1981

63-85	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
61,6-77,7	10, laktierend, 2-3 Jahre	HASSAN et al. 1986
61,4±1,68- 62,6±1,44	8, trächtig	JANA et al. 1991
67,0±5,0	7	LEWIS 1976
65,33±4,27 75,19±3,79	14 Tage ante partum 21 Tage post partum	LÖHLE 1990
65,3±5,5- 75,1±5,5	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
84,0±6,8	20, männlich	NAZIFI et al. 1999
78,7±8,2- 89,1±1,5	21, hochträchtig	PACHAR u. VERMA 1988
70,2±6,5	89	RIDOUX et al. 1981
46,3-61,1	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
73±2	20, adult, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
59-82 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
48,16-97,20	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985
73,7 <sup>2)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001
74,8±9,4	80, 0,5-10 Jahre	ŽUBČIĆ 2001

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%- Quantile

<sup>2)</sup> Medianwert

### 2.1.4.3.5 Cholesterol

Cholesterol wird von allen Körperzellen synthetisiert. Es ist Bestandteil der zellulären Membranen, der Steroidhormone, Vitamin D<sub>3</sub> und der Gallensäuren, in Form derer die Ausscheidung erfolgt. Bei Leberfunktionsstörungen sinkt der Cholesterolspiegel durch verminderte Synthese (NEUMANN, 2014 b). Bei der Ziege sind erniedrigte Cholesterolwerte Ausdruck einer relativen Unterernährung in Abhängigkeit von der Milchleistung (ŽUBČIĆ, 2001). In der Literatur werden Normalwerte für den Cholesterolgehalt im Ziegenblut von 1,6 mmol/l (GRUNWALDT et al., 1990; TSCHUOR et al., 2008) bis 7,93 mmol/l (BARAKAT u. EL GUINDI, 1967) angegeben (Tabelle 18).

**Tabelle 18: Angaben zur Cholesterolkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Cholesterol [mmol /l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
4,87-7,93	2-4 Jahre	BARAKAT u.

		EL GUINDI 1967
4,5±1,3 2,1±0,5	15, 3-4 Monate 15, 2-5 Jahre	BOGIN et al. 1981
1,6±0,23- 1,68±0,34	4, kastriert	GRUNWALDT et al. 1990
1,90±0,09 1,88±0,09 1,83±0,14	1 Woche ante partum Tag der Geburt 1 Woche post partum 5, 2-4 Jahre, peripartal	HUSSEIN u. AZAB 1998
1,97±0,14	7	LEWIS 1976
1,80±0,70- 2,36±0,59	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
31,41±0,64 43,98±0,47	21, hochträchtig	PACHAR u. VERMA 1988
1,62±0,37	<12->35 Monate, weiblich	SAKHA et al. 2009
2,06±0,39 1,74±0,03	10, trächtig 10, nicht trächtig	SANDABE et al. 2004
1,88-3,05	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
1,84±0,08	20, adult, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
1,6-3,7 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
2,29 <sup>2)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001
1,74±0,08	80, 0,5-10 Jahre	ŽUBČIĆ 2001

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%- Quantile

<sup>2)</sup> Medianwert

#### 2.1.4.3.6 Triglyzeride

Triglyzeride sind Ester des Glycerins, eines dreiwertigen Alkohols, mit drei Fettsäuren. Sie werden exogen mit der Nahrung zugeführt oder in der Leber synthetisiert. Veränderungen im Triglyzeridstoffwechsel werden durch eine Reihe von Stoffwechselproblemen verursacht, z. B. Diabetes mellitus, Hypothyreose, Morbus Cushing, Lipomobilisationssyndrom (NEUMANN, 2014 b). Die Triglyzeride stellen den größten Energiespeicher des Organismus dar. Im Fettgewebe stehen sie dem Organismus bei Nahrungskarenz zur Energiedeckung zur Verfügung, indem sie durch die hormonsensitive Lipase in Fettsäuren und Glycerin gespalten werden. Diese stehen dann der Ketonkörperbildung für nicht allein auf Glukose angewiesene Gewebe bzw. der Glukoneogenese zur Verfügung. Tabelle 19 zeigt eine Übersicht der Literaturangaben zum Triglyzeridgehalt in Ziegenblut.

**Tabelle 19: Angaben zur Triglyzeridkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Triglyzeride [mmol /l]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
0,41±0,01 0,33±0,01	4, Zwergziegen ante partum post partum	DARAMOLA et al. 2004
0,16-1,60	30, Zwergziegen, beide Geschlechter	DARAMOLA et al. 2005
0,45±0,18- 0,58±0,16	4, kastriert	GRUNWALDT et al. 1990
0,41±0,05 0,17±0,01 0,18±0,01	1 Woche ante partum Tag der Geburt 1 Woche post partum 5, 2-4 Jahre, peripartal	HUSSEIN u. AZAB 1998
0,47±0,13	<12->35 Monate, weiblich	SAKHA et al. 2009
0,77±0,02	20, beide Geschlechter	TAIWO u. OGUNSANMI 2003
0,1-0,5 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
0,15 <sup>2)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001
0,17±0,08	80, 0,5-10 Jahre	ŽUBČIĆ 2001

<sup>1)</sup> Angabe der 5- und 95-%-Quantile

<sup>2)</sup> Medianwert

#### 2.1.4.3.7 Betahydroxybutyrat

Durch mangelhafte Energieaufnahme oder erhöhten Energieverbrauch in Trächtigkeit und Laktation sowie hoher Laktationsleistung kommt es zu vermehrter Freisetzung von Fettsäuren und Entstehung von Acetyl-CoA und Acetacetyl-CoA. Diese Substanzen können bei Mangel an glukoplastischen Verbindungen nicht im Zitratzyklus verwertet werden. Es entstehen die Ketonkörper Acetat, Acetacetat und  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HB) (BOSTEDT u. DEDIÉ b). Die Erhöhung der Ketonkörperkonzentration wird beim Schaf zu 85 % durch  $\beta$ -HB verursacht (BOSTEDT u. HAMADEH, 1989), bei der Ziege fehlen entsprechende Untersuchungen (BOSTEDT u. DEDIE, 1996 b). Hungerzustände während Trächtigkeit und Laktation führen zu erhöhten  $\beta$ -HB-Werten im Blut (CHAIYABUTR et al., 1981; HEFNAWY et al., 2011). SAUVANT et al. (1986) beschreiben bei 29 laktierenden Ziegen  $\beta$ -HB-Werte von 45,4 mg/l. HEFNAWY et al. (2011) beschreiben Werte von 0,74 mmol/l bei Ziegen mit klinischer Trächtigkeitstoxikose sowie von 0,33 mmol/l bei klinisch gesunden Ziegen der Kontrollgruppe. PICCIONE et al. (2010) finden bei gesunden nicht trächtigen, trockenstehenden Ziegen Werte bis 0,42 mmol/l, ZUMBO et al. (2007) bis 5,58 mg/dl. Nach

BOSTEDT u. HAMADEH (1990) liegen pathologische Konzentrationen ab 1,25 mmol/l vor. Eine krankhaft gesteigerte Ketonurie liegt ab 1,153 mmol/l vor, weshalb ketonpositive Reaktionen im Harn von Ziegen als klinisches Frühwarnsystem für eine gefährdete Stoffwechsellage gelten. Nach ISMAIL et al. (2008) liegen pathologische Konzentrationen ab 0,86 mmol/l vor.

#### 2.1.4.3.8 Gesamtbilirubin

Bilirubin entsteht durch den Abbau von Hämoglobin, zu einem geringen Anteil auch von Zytochromen. Durch die Abspaltung von Eisen entsteht im Retikuloendothelialen System primäres, wasserunlösliches Bilirubin I. An Albumin gebunden, wird es in der Leber an Glucuronsäure gebunden und somit zu wasserlöslichem Bilirubin II, welches mit der Galle ausgeschieden wird. Erhöhungen der Bilirubinkonzentration im Blut finden sich bei Hämolyse, Hepatopathien und Cholestasen (NEUMANN, 2014). Bei mangelhafter Energieversorgung kommt es zu einem sogenannten Inanitionsikterus, welcher besonders beim Rind beschrieben ist. Durch das gesteigerte Auftreten freier Fettsäuren, die mit dem Bilirubin an speziellen Transportproteinen konkurrieren, kommt es zur Hyperbilirubinämie mit Werten bis zu 20 µmol/l (FÜLL, 2014). In Tabelle 20 finden sich Literaturangaben zum Gesamtbilirubingehalt in Ziegenblut.

**Tabelle 20: Angaben zur Gesamtbilirubinkonzentration in Ziegenblut (abweichende Einheiten wurden in S. I. umgerechnet, Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

Gesamtbilirubin [ $\mu\text{mol/l}$ ]	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
6,84 $\pm$ 3,42	41	CASTRO et al. 1977
3,59 $\pm$ 1,37- 3,93 $\pm$ 1,54	4, kastriert	GRUNWALDT et al. 1990
2,91 $\pm$ 0,68	7	LEWIS 1976
2,82 $\pm$ 0,98 3,0 $\pm$ 0,96	14 Tage ante partum 21 Tage post partum	LÖHLE 1990
2,7 $\pm$ 0,8- 4,0 $\pm$ 1,4	296, weiblich	MBASSA u. POULSEN 1991
3,1-10,4	15, laktierend	MCDUGALL et al. 1991
4,1 $\pm$ 1,37	89	RIDOUX et al. 1981
1,2-11,2	10, 4-6 Wochen	STEFFEN et al. 1996
0,4-2,2 <sup>1)</sup>	102, 3-5 Jahre, laktierend	TSCHUOR et al. 2008
2,05-11,79	22, 2 Jahre	VRZGULA et al. 1985



4,2 <sup>2)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001
-------------------	----------------	---------------------

1) Angabe der 5- und 95%-Quantile

2) Medianwert

#### 2.1.4.3.9 Nichtveresterte freie Fettsäuren

BENDISCH (1986) bezeichnet die nichtveresterten freien Fettsäuren (NEFA) als den empfindlichsten Indikator im Fettstoffwechsel der Ziege. Sie können als Indikator des Ernährungszustandes bzw. der Energieversorgung benutzt werden (RADLOFF et al., 1966; KHAN u. LUDRI, 2002; FERNÁNDEZ et al., 2007). Hungerzustände bei Britischen Saanenziegen, sowohl während der Trächtigkeit als auch der Laktation, äußern sich in einem Anstieg der freien Fettsäuren (CHAIYABUTR et al., 1981). Diese Aussage findet sich auch bei DUNSHEA et al. (1988), die bei elf murenen Ziegen in einem chronischen Energiemangel einen Anstieg der NEFA-Konzentration zeigen konnten. Erhöhte NEFA- und Ketonkörperkonzentrationen sind bei der Ziege Anzeichen einer Trächtigkeitstoxikose (MARTENIUK u. HERDT, 1988). Während die Messwerte von  $\beta$ -Hydroxybutyrat durch eine Hämolyse nicht maßgeblich beeinflusst werden, steigen die gemessenen NEFA-Konzentrationen mit dem Grad der Hämolyse stark an, was bei der Interpretation der Befunde berücksichtigt werden muss (STOKOL u. NYDAM, 2005). Eine Übersicht der Literaturangaben zu NEFA-Werten zeigt Tabelle 21.

**Tabelle 21: Angaben zur Konzentration nichtveresteter freier Fettsäuren in Ziegenblut (Angabe des kleinsten ( $x_{\min}$ ) und größten ( $x_{\max}$ ) Wertes oder des arithmetischen Mittelwertes mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ ))**

NEFA	Anzahl, Alter, Geschlecht, sonstige Angaben	Autor
0,15-0,3 mmol/l	29, laktierend	BAS et al. 1980
9,12 $\pm$ 0,94 mg/dl 3,54 $\pm$ 0,65 mg/dl 4,47 $\pm$ 0,44 mg/dl	1 Woche ante partum Tag der Geburt 1 Woche post partum 5, 2-4 Jahre, peripartal	HUSSEIN u. AZAB 1998
0,16-0,35 mmol/l		LANGNER 1989
0,36 mmol/l <sup>1)</sup>	20, laktierend	WITTEK u. ELZE 2001
0,23-0,32 mmol/l	60, laktierend	CASAMASSIMA et al. 2007
0,52 $\pm$ 0,08 mmol/l	10, laktierend	KHALED et al. 1999
0,32 $\pm$ 0,02- 0,62 $\pm$ 0,03 mmol/l	233, 1-6 Jahre, trocken, nicht trüchtig	PICCIONE et al. 2010

1) Medianwert

## **2.2 Beeinflussung der labordiagnostischen Parameter**

### **2.2.1 Einfluss durch Umweltfaktoren**

#### **2.2.1.1 Einfluss der Jahreszeit**

Ziegen weisen im Sommer die höchsten Erythrozytenzahlen auf (HOLMANN u. DEW, 1966). Am Ende der Weideperiode im Oktober liegen die Erythrozytenzahlen höher als in der Wintersaison (VRZGULA et al., 1985). PLAUTZ (1990) konnte keine jahreszeitlichen Unterschiede der Erythrozytenzahlen feststellen. Der Hämatokrit ist im Winter höher als im Sommer (VRZGULA et al., 1985; PLAUTZ, 1990), ebenso der Hämoglobingehalt (VRZGULA et al., 1985). POSPÍŠIL et al. (1987) beschreiben im Dezember die niedrigsten Erythrozyten-, Hämatokrit- und Hämoglobinwerte. MCV und MCHC zeigen keine Veränderungen im Wechsel der Jahreszeiten (HOLMAN u. DEW, 1966). In den Sommermonaten weisen Ziegen deutlich höhere Leukozytenzahlen auf als im Winter (HOLMAN u. DEW, 1966; PLAUTZ, 1990), was durch eine Zunahme der Lymphozyten hervorgerufen wird (FORTAGNE, 1987). ABDELATIF et al. (2009) beschreiben keine saisonalen Veränderungen der Gesamtleukozytenzahlen. Auch die prozentualen Anteile der Neutrophilen, Eosinophilen und Basophilen Granulozyten, sowie der Lymphozyten bleiben unverändert. Die Monozytenzahlen liegen im Sommer jedoch höher als im Winter.

In der Winterperiode im Januar weisen 22 weiße, hornlose Milchziegen niedrigere Kalzium- und Natriumwerte im Blut auf. Am Ende der Weideperiode im Oktober sind die Magnesium-, Kalium- und Natriumwerte im Blut höher, jedoch Phosphat- und Kupfergehalt niedriger (VRZGULA et al., 1985). PICCIONE et al. (2007) finden keine saisonalen Veränderungen der Elektrolytwerte. Saisonale Veränderungen der Enzymaktivitäten finden in der Literatur kaum Erwähnung. VRZGULA et al. (1985) beschreiben ein Absinken der AST in der Wintersaison von 46 auf 30 IU/l.

Einen Einfluss der Jahreszeit auf die Bilirubinkonzentration beschreiben VRZGULA et al. (1985). Ihren Untersuchungen zufolge weisen 22 weiße, hornlose Milchziegen im Januar einen höheren Gesamtbilirubingehalt (7,51  $\mu\text{mol/l}$ ) auf, als am Ende der Weidesaison im Oktober (4,44  $\mu\text{mol/l}$ ). LOCHER (2007) bestätigt dies bei der Untersuchung von 53 Weißen Deutschen Edelziegen, bei denen drei bis vier Wochen nach der Lammung im Winterhalbjahr höhere Konzentrationen von Bilirubin gemessen wurden als im Sommerhalbjahr (6,0 +/- 1,88  $\mu\text{mol/l}$  bzw. 4,7 +/- 1,72  $\mu\text{mol/l}$ ). Dies wird mit der geringeren Energieversorgung und der größeren Stoffwechselbelastung der Ziegen im Winterhalbjahr erklärt. Auch PICCIONE et al. (2007) beschreiben eine Saisonalität der Bilirubinwerte bei fünf Malteser Ziegen. Dort finden sich jedoch im Winter niedrigere Werte als im Sommer. Demgegenüber zeigen die Studien

von LÖHLE (1992) bei 130 Afrikanischen Zwergziegen keine Abhängigkeit der Bilirubinwerte von der Jahreszeit. Bei Afrikanischen Zwergziegen liegen die Harnstoffwerte mit 8,88 mmol/l im Frühjahr höher als im Herbst mit 6,37 mmol/l (LÖHLE, 1992). Von LOCHER (2007) werden sechs bis acht Wochen sowie drei bis vier Wochen vor der Geburt im Sommerhalbjahr mit 6,72 (+/- 1,54) mmol/l bzw. 5,93 (+/- 1,27) mmol/l höhere Harnstoffkonzentrationen als im Winterhalbjahr beschrieben, was mit verkürzter oder weggefallener Trockenstehzeit in der untersuchten Tiergruppe des Sommerhalbjahres erklärt wird. Dadurch hatten diese Ziegen eine höhere Stoffwechselbelastung zu tragen und es fand keine wirkliche Beeinflussung durch die Jahreszeit statt. Im Gegensatz dazu weisen adulte, weibliche japanische Shiba-Ziegen im Sommer niedrigere Werte auf als im Herbst und Winter (SUGANO et al., 1980). Jahreszeitliche Einflüsse auf den Kreatininwert sind bei Afrikanischen Zwergziegen nur ansatzweise zu erkennen. Zwar weisen beide Geschlechter im Frühjahr niedrigere Werte auf als im Herbst, allerdings besteht bei den weiblichen Tieren keine signifikante Differenz. Auch hinsichtlich der Gesamtproteinwerte finden sich keine signifikanten jahreszeitlichen Abweichungen (LÖHLE, 1992; ABDELATIF et al., 2009). Bei fünf Saanenziegen im Alter von zwei bis sechs Jahren hat eine zunehmende Hitzeexposition über mehrere Tage keinen Einfluss auf die Glukose- und NEFA-Konzentrationen im Blut (SONO et al., 1985). ALILA-JOHANSSON et al. (2004) beschreiben für sieben finnische Landrasse-Ziegen unter künstlichen Lichtverhältnissen bei konstanten Temperatur- und Fütterungsverhältnissen vom Winter zum Sommer ansteigende NEFA-Werte durch gesteigerte Lipolyse. Auch die  $\beta$ -Hydroxybutyrat-Konzentration unterliegt sowohl bei gütten als auch bei laktierenden Ziegen einer jahreszeitlichen Schwankung (LANGNER, 1989). Von Dezember bis Juni erfolgt ein kontinuierlicher Konzentrationsabfall auf 0,16 mmol/l. Zu Beginn der Zuchtsaison steigen die Werte an und schwanken schließlich zwischen 0,22 und 0,35 mmol/l.

### **2.2.1.2 Einfluss der Fütterung**

Eine Protein-Kalorie-Mangelernährung führt zu ineffizienter Hämatopoese (EL-NAWAWY et al., 2002; BORELLI et al., 2004) Die Fütterung mit frischem Gras kann zu mangelhafter Magnesiumaufnahme führen (BOSTEDT u. DEDIÉ, 1996 b). Ein zu geringer Gehalt an Cobalt im Futter führt bei 73 Omanischen Ziegen zu einem signifikanten Abfall der Erythrozytenzahlen und der Erythrozytenindizes (AL-HABSI et al., 2007).

Ziegen mit freiem Zugang zu Heu, Maissilage und Futterkonzentrat in der Trockenstehzeit weisen im Vergleich zu restriktiv gefütterten Ziegen eine erhöhte Aktivität der AP auf,

wohingegen die Werte von AST und  $\gamma$ -GT nicht von der Fütterung beeinflusst werden (VAN DEN TOP et al., 1995). BLACKWELL u. LIBBY (1982) beschreiben bei acht Ziegen auch für die AP-Konzentration keine Fütterungsabhängigkeit. Ein zu geringer Gehalt an Cobalt im Futter führt bei 73 Omanischen Ziegen zu erhöhten Aktivitäten der AP und AST (AL-HABSI et al., 2007). Obwohl bei vier kastrierten spanischen Ziegen besonders der Rohprotein- und der Trockenmassegehalt der Futterrationen die Serumwerte von AP, ALT und Triglyzeriden tendenziell beeinflusst, halten GRUNWALDT et al. (1990) die Ergebnisse nicht geeignet zur Bewertung des nutritiven Status.

Hungerzustände führen sowohl bei trächtigen als auch bei laktierenden Ziegen zu einem Anstieg der Fettmobilisation mit erhöhten Werten der nichtveresterten freien Fettsäuren und  $\beta$ -Hydroxybutyrat (SAUVANT et al., 1979; CHAIYABUTR et al., 1982; EKNAES et al., 2006). Dies bestätigt DÜNDAR (2001) bei sechs Bunten Deutschen Edelziegen, deren  $\beta$ -HB-Werte während einer 24-tägigen restriktiven Fütterungsphase bei etwa 1,2 mmol/l liegen, und die zudem vermehrt Acetonkörper in der Milch aufweisen. Ebenfalls einen signifikanten Anstieg der NEFA zeigen brasilianische Ziegen, die neun Wochen unter Bedarf gefüttert wurden (RONDINA et al., 2005), sowie elf adulte Ziegen nach einer einmonatigen Energiemangelfütterung (DUNSHEA et al., 1988). Bei neun Saanenziegen ist die Konzentration von  $\beta$ -HB umso niedriger, je höher der Gehalt an metabolisierbarer Energie im Futter ist (DRACKLEY et al., 1989). Je weniger Protein im Futter enthalten ist, desto höher sind die NEFA-Konzentrationen bei 44 Alpinen Ziegen während der Trächtigkeit (SAHLU et al., 1992). Keinen Einfluss der Fütterung auf  $\beta$ -HB und NEFA finden BAVA et al. (2001) bei acht Saanenziegen, die entweder mit feinkörnigem, proteinreichem Futterkonzentrat oder auf Silagebasis gefüttert wurden. Ziegen, die schnell verdauliche Kohlenhydrate und Stickstoffverbindungen gefüttert bekamen, weisen höhere Plasmakonzentrationen an Harnstoff auf, als Ziegen mit langsam verdaulicher Diät, was auf eine uneffiziente Ausnutzung im Pansen hinweisen kann (SCHMIDELY et al., 1999). Dieses beschreiben auch BAVA et al. (2001) an acht Saanenziegen, die mit feinkörnigem, proteinreichem Futterkonzentrat gefüttert wurden und höhere Harnstoffwerte aufweisen als acht Kontrollziegen, welche mit Futter auf Silagebasis gefüttert wurden. SAHLU et al. (1992) finden bei 44 Alpinen Ziegen in der 13., 17. und 21. Trächtigungswoche mit zunehmendem Proteingehalt im Futter steigende Plasmaharnstoffkonzentrationen. Ein Anstieg der metabolisierbaren Energie führt zu einem Abfall der Harnstoffwerte im Blut (FUJITA et al., 2006), ebenso ein Anstieg des Gehalts an Futterkonzentrat in der Ration (SERMENT et al., 2011). Niedrige Harnstoffwerte finden sich bei brasilianischen Ziegen, die neun Wochen

unter Bedarf gefüttert wurden (RONDINA et al., 2005). Eine Reduzierung der Proteinaufnahme führt zu einem Abfall der Harnstoff- und Kreatininkonzentration im Blut (ERIKSSON u. VALTONEN, 1982). Für die Triglyzeridkonzentrationen im Blut von Ziegen besteht eine starke Fütterungsabhängigkeit (BAGLIONI et al., 1984). Dies bestätigen die Untersuchungen von DÜNDAR (2001) bei zwölf Milchziegen, bei denen während einer 24-tägigen Restriktionsphase besonders in der milchleistungsstarken Anfangsphase ein Abfall der Triglyzeridkonzentration zu verzeichnen ist. Auch die Proteinkonzentration im Serum nimmt während der Futterrestriktionsphase signifikant ab. Mangelhafte Proteinversorgung führt mit zunehmender Laktationsdauer über katabole Vorgänge zu Proteinmobilisation aus der Muskulatur (CLOWES et al., 2005). VAN DEN TOP et al. (1995) beobachten keine Beeinflussung der Bilirubinkonzentration durch die Fütterung, CHAIYABUTR et al. (1982) beschreiben jedoch eine Erhöhung der Bilirubinwerte bei Futterrestriktion. Während SAHLU et al. (1992) mit zunehmendem Proteingehalt des Futters ansteigende Glukosekonzentrationen im Blutplasma finden, wird in Untersuchungen von VAN DEN TOP et al. (1995) und BAVA et al. (2001) kein derartiger Zusammenhang beobachtet. Nach DÜNDAR (2001) führt eine restriktive Fütterung über 24 Tage von jeweils sechs Bunten Deutschen Edelziegen und Kaschmirziegen zu keinen Veränderungen des Blutglukosespiegels. Der Grund hierfür wird in einer gesteigerten Glukoneogenese aus Propionat aus dem Pansen sowie einer verminderten Laktoseausschüttung über die Milch gesehen. RADLOFF et al. (1966) sehen demgegenüber nach zweitägiger Nahrungskarenz einen starken Abfall der Glukosewerte, der bei laktierenden deutlicher ausgeprägt ist als bei trockenstehenden Ziegen. Futterrestriktion führt bei trächtigen Ziegen zu einem Anstieg des Cholesterolgehaltes im Serum (CHAIYABUTR et al., 1982; ALI et al., 1984). Demgegenüber beeinflusst die restriktive Fütterung von Ziegen vor der Geburt nach VAN DEN TOP et al. (1995) die Cholesterolkonzentration nicht.

## **2.2.2 Einfluss durch Tierfaktoren**

### **2.2.2.1 Einfluss des Alters**

Die Zahl der Erythrozyten bei der Ziege variiert mit dem Alter. Jedoch beschränkt sich diese Altersabhängigkeit auf die ersten 24 Lebensmonate, wie POSPÍŠIL et al. (1987) bei 165 Kamerunziegen beiderlei Geschlechts belegen. HOLMAN u. DEW (1964) beschreiben bei der Untersuchung der Blutbilder von 75 Ziegen im Alter von 30 Minuten bis elf Jahren einen dreiphasigen Verlauf. Nach einem Abfall der Erythrozytenzahl von 9,3 T/l bei der Geburt auf 6,5 T/l nach einer Woche verzeichnen sie einen Anstieg auf 18,2 T/l nach zwei bis drei

Lebensmonaten. Anschließend sinken die Zahlen auf 11,3 T/l mit 30 Monaten und bleiben dann konstant. Auch BOSS u. WANNER (1977) finden bei 14 Saanenziegenlämmern in der dritten und vierten Lebenswoche die niedrigsten Erythrozytenzahlen (8,34 T/l). Bis zum fünften Lebensmonat verzeichnen sie einen Anstieg auf nahezu das Doppelte (16,2 T/l) und im Anschluss einen Abfall der Werte in den Normalbereich der zwölf adulten Muttertiere (14,3 T/l). Diese Ergebnisse bestätigt EDJTEHADI (1978) bei 150 gesunden Iranischen Ziegen. Von 15,00 T/l bei den neugeborenen Lämmern sinkt die Erythrozytenzahl auf 12,25 T/l in der vierten Lebenswoche. Nach einem kontinuierlichen Anstieg mit Höchstwerten im sechsten Monat (18,72 T/l) sinken die Zahlen und bleiben ab einem Alter von einem Jahr (13,60 T/l) konstant. Auch MBASSA u. POULSEN (1993) beschreiben bei 538 männlichen und weiblichen Ziegen der Dänischen Landrasse im Alter von einem Tag bis über fünf Jahre ebenfalls eine Altersabhängigkeit der Erythrozytenzahl. Neugeborene Lämmer weisen die niedrigsten Werte auf (8,51 T/l). Nach Höchstwerten im achten bis zwölften Monat (15,3T/l) fallen sie bis zum Alter von drei bis fünf Jahren wieder ab (10,7 T/l). Dementsprechend sinkt nach der Geburt der Hämatokrit von 0,30 - 0,42 l/l auf Werte zwischen 0,23 - 0,28 l/l in der vierten Lebenswoche (HOLMAN u. DEW, 1964; BOSS u. WANNER, 1977; EDJTEHADI, 1978; MBASSA u. POULSEN, 1993). Nach einem Anstieg mit Höchstwerten von 0,35 l/l im vierten (BOSS u. WANNER, 1977) bzw. 0,37 l/l im achten bis zwölften Monat (MBASSA u. POULSEN, 1993) sinken die Werte bis zu einem Alter von drei bis fünf Jahren auf 0,29 l/l ab (MBASSA u. POULSEN, 1993). Für den HGB-Gehalt weisen HOLMAN u. DEW (1965) ebenfalls einen dreiphasigen Verlauf nach. Der HGB-Wert beträgt in ihrer Studie bei der Geburt 12,25 g/dl und fällt bis zur vierten Lebenswoche auf 8,53 g/dl. Nach einem Anstieg bis zur zehnten Woche auf 12,22 g/dl und einem leichten Abfall auf 10,22 g/dl im 30. Lebensmonat bleiben die Werte konstant. Diesen Verlauf bestätigen BOSS u. WANNER (1977). Nach der Geburt sinken die HGB-Werte von 11,10 g/dl auf 7,70 g/dl nach etwa vier Lebenswochen. Nach Höchstwerten nach vier Monaten (11,40 g/dl) sinken die Werte stetig in den Bereich der adulten Tiere (9,8 g/dl). EDJTEHADI (1978) stellt einen Abfall des HGB-Wertes nach der Geburt in der ersten Lebenswoche fest. Im Anschluss verändern sich die Werte nicht mehr signifikant. Die höchsten MCV-Werte werden bei neugeborenen Ziegenlämmern gemessen; sie sinken im Laufe der ersten Lebensmonate zunehmend ab. BOSS u. WANNER (1977) beschreiben nach der Geburt einen Abfall von 38,0 fl bis zum Alter von drei Monaten auf 20,9 fl. MBASSA u. POULSEN (1993) bestätigen diesen Verlauf. Sie messen bei den Neugeborenen Höchstwerte von 36,1 fl, welche nach acht bis zwölf Monaten auf Tiefstwerte von 24,7 fl abnehmen. In fortgeschrittenerem Alter bleiben die

Werte nahezu unverändert. Auch die MCH-Werte sind bei neugeborenen Ziegenlämmern am höchsten und sinken nach drei Monaten auf stabile Werte im Normalbereich der adulten Tiere. Diesen Trend beschreiben auch BOSS u. WANNER (1977). Von 0,79 fmol nach der Geburt sinkt der MCH-Wert bei 14 Saanenziegenlämmern auf 0,44 fmol nach drei Monaten. Ähnliche Ergebnisse liefern EDJTEHADI (1987) mit einem Abfall von 0,67 fmol auf 0,33 fmol nach zwei Monaten sowie MBASSA u. POULSEN (1993) mit einem Absinken auf 0,53 fmol ab einem Alter von vier Monaten. Im Gegensatz dazu lässt sich für die MCHC keine Altersabhängigkeit nachweisen (BOSS u. WANNER, 1977; EDJTEHADI, 1987; MBASSA u. POULSEN, 1993). Über die Altersabhängigkeit der Thrombozytenzahlen finden sich gegensätzliche Angaben. HOLMAN u. DEW (1965) finden bei 33 Ziegen im Alter von wenigen Minuten bis zu drei Jahren in den ersten beiden Lebenswochen konstante Thrombozytenzahlen von 116,13 G/l. Im Anschluss folgt ein Absinken auf 28,0 G/l nach 1,5 Jahren. Nach einem Anstieg erreichen die Werte nach 2 Jahren 62,5 G/l. Dagegen beschreibt EDJTEHADI (1987) für die Thrombozyten keine Altersabhängigkeit.

Das weiße Blutbild der Ziege weist zahlreiche Altersabhängigkeiten auf. Bei zwölf einjährigen Saanenziegen und ihren 14 Lämmern besitzen die Lämmer in den ersten beiden Lebensmonaten mit 6,56-8,35 G/l die niedrigsten Gesamtleukozytenzahlen (BOSS u. WANNER, 1977). Im Anschluss an einen raschen Anstieg liegen die Mittelwerte zwischen 10,2 und 13,7 G/l. Diese Tendenz findet auch EDJTEHADI (1987) bei 150 gesunden Iranischen Ziegen. Nach einem starken Abfall während der ersten beiden Lebenswochen von 14,5 G/l auf 9,99 G/l werden im vierten Lebensmonat Höchstwerte von 20,95 G/l erreicht. Ziegen ab einem Alter von einem Jahr zeigen konstante Zahlen von 10,75-14,45 G/l. Bei 538 Ziegen der Dänischen Landrasse weisen ebenfalls die unter vier Monate alten Tiere die niedrigsten Zahlen auf, bei älteren Tieren gibt es keine signifikanten Unterschiede mehr (MBASSA u. POULSEN, 1993). HOLMAN u. DEW (1965) beschreiben bei Untersuchungen mit neugeborenen bis dreijährigen Ziegen eine deutliche Veränderung der Lymphozytenzahlen. Von 2,9 G/l bei den Neugeborenen steigen sie schnell auf 14,7 G/l im vierten Lebensmonat. Die Zahlen der Neutrophilen Granulozyten verändern sich weniger ausgeprägt und schwanken zwischen 3,89 und 4,80 G/l. Auch MBASSA u. POULSEN (1993) beschreiben ein lymphozytäres Blutbild bei unter einjährigen Ziegen, bei denen nach der Geburt bis zu einem Jahr die absoluten Zahlen von 3,61 G/l auf 8,75 G/l ansteigen. Die Zahl der Segmentkernigen Neutrophilen Granulozyten steigt nach der Geburt bis zu einem Alter von zwei bis drei Jahren von 2,87 G/l auf 6,89 G/l an. Für die Monozyten, eosinophilen und basophilen Granulozyten ist bei EDJTEHADI (1987) und MBASSA u. POULSEN (1993)

keine Altersabhängigkeit nachweisbar. BOSS u. WANNER (1977) beschreiben jedoch eine Zunahme der eosinophilen Granulozyten bei wachsenden 14 Saanenziegenlämmern.

Die Serumkonzentration von Phosphat und Kalzium ist altersabhängig wie BOSS u. WANNER (1977) bei zwölf Saanenziegen und ihren 14 Lämmern nachweisen. Je älter die Tiere werden, desto niedriger liegen die Werte. Dies bestätigen BOGIN et al. (1981) durch Untersuchungen an 30 Israelischen Ziegen beiderlei Geschlechts im Alter von drei bis vier Monaten und zwei bis fünf Jahren. Die jungen Ziegen weisen signifikant höhere Phosphatwerte (9,3 mg/dl) und Kalziumwerte (10,3 mg/dl) auf als die adulten Tiere (7,0 mg/dl bzw. 9,6 mg/dl). Auch MBASSA u. POULSEN (1993) beschreiben höhere Kalzium- und Phosphatwerte bei Ziegen unter sechs Monaten im Vergleich zu adulten Tieren. Während der Magnesiumspiegel nach CASTRO et al. (1977) bei jungen Ziegen höher liegt als bei alten Tieren, weisen nach Erhebungen von BOGIN et al. (1981) Ziegen in Israel keine altersabhängigen Unterschiede auf. MBASSA u. POULSEN (1993) finden bei Jungtieren niedrigere Natrium- und Magnesiumwerte als bei Adulten. Kalium weist in ihren Untersuchungen keine Unterschiede auf. BOSS u. WANNER (1977) können bei 14 Ziegen im Verlauf der ersten 260 Lebenstage keine altersbedingten Veränderungen der Natrium-, Kalium-, Kalzium- und Magnesiumkonzentrationen feststellen.

BOSS u. WANNER (1977) finden bei 14 Saanenziegenlämmern eine Altersabhängigkeit für die Serumaktivität der CK, welche im Laufe des Wachstums abnimmt. Dies bestätigen BOSTEDT et al. (1997) durch Untersuchungen an 36 Ziegenlämmern unterschiedlicher Rasse. Die Aktivität der CK liegt am Tag der Geburt auf dem Höchstwert von 157 U/l, was als Folge der einsetzenden Muskelaktivität gewertet wird. Fünf Tage nach der Geburt ist sie bereits auf 56,4 U/l abgefallen, nach 25 Tagen sogar auf 43,6 U/l. Zudem wird in dieser Studie auch eine Altersabhängigkeit der  $\gamma$ -GT-Aktivität beschrieben. Am Tag der Geburt liegen die Werte nach erfolgter Kolostrumaufnahme bei 378 U/l. Die Autoren werten dies als Folge der  $\gamma$ -GT-Aufnahme durch die Biestmilch. Bereits am fünften Tag liegen die Werte bei 67,32 U/l und nach 25 Tagen bei 25,48 U/l. Bei der SDH, GLDH, AST und ALT stellen BOSS u. WANNER (1977) keine Altersabhängigkeit fest. Dies bestätigen BOGIN et al. (1981) aufgrund der Untersuchung von jeweils 15 Israelischen Ziegen beiderlei Geschlechts im Alter von drei bis vier Monaten und zwei bis fünf Jahren. MBASSA u. POULSEN (1991) jedoch beschreiben bei Dänischen Ziegen von der Geburt bis zum Alter von zwei Monaten ansteigende AST-Aktivitäten, die in Folge konstant bleiben. Die Aktivität der AP ist bei den



neugeborenen Ziegen am höchsten und nimmt bis zum Alter von einem Jahr stetig ab. An Untersuchungen mit 30 Israelischen Ziegen beobachteten BOGIN et al. (1981) in der Jungtiergruppe eine mit 155 U/l signifikant höhere Aktivität der AP als bei den adulten Tieren mit 70 U/l.

BOGIN et al. (1981) beschreiben bei 30 Israelischen Ziegen höhere Blutglukosewerte bei den drei bis vier Monate alten Ziegen ( $72 \pm 3$  mg/dl) im Vergleich zu den zwei- bis fünfjährigen Tieren ( $57 \pm 2$  mg/dl). Auch in Untersuchungen von 233 Dänischen Zwerg- und Landrasseziegen im Alter von einem Tag bis zwölf Monate nehmen die Blutglukosewerte von 4,8 bzw. 5,4 mmol/l kontinuierlich auf 3,9 bzw. 2,9 mmol/l ab (MBASSA u. POULSEN, 1991). In einer Studie über den Einfluss der Pubertät bei zwölf Japanischen Shiba-Zwergziegen zeigen sich von der zehnten bis 38. Lebenswoche keine Veränderungen der Blutglukosewerte ( $\pm 80$  mmol/l) und der NEFA ( $< 0,125$  mEq/l) (SAKURAI et al., 2004). SAKHA et al. (2009) beschreiben bei Ziegen zwischen  $< 12$  und  $> 35$  Monaten abnehmende Glukosewerte. Der Gehalt an freien Fettsäuren fällt bei Baladiziegenlämmern von 7,60 mg/dl bei der Geburt auf 3,59 mg/dl im Alter von zwei Wochen (HUSSEIN u. AZAB, 1998). Die Konzentration von Acetosäuren (2 - 6 mg/dl) und Ketonkörpern (5 - 15 mg/dl) verändert sich zwischen der zehnten und 38. Woche nicht (SAKURAI et al., 2004). WHEELER (1984) und SIGURDSSON (1988) finden bei Schafen keine altersbedingten Unterschiede der NEFA-Konzentrationen. Bei insgesamt 130 Afrikanischen Zwergziegen steigen die Blutharnstoffwerte vom achten Lebenstag bis zum Alter von sechs Monaten kontinuierlich von 4,28 mmol/l auf 7 mmol/l an. Gleiches ist bei den Kreatininwerten zu beobachten, die von 65,0  $\mu$ mol/l bei den weiblichen und 67,95  $\mu$ mol/l bei den männlichen Jungtieren auf 79,06 bzw. 80,80  $\mu$ mol/l ansteigen (LÖHLE, 1992). Zu ähnlichen Ergebnissen kommen MBASSA u. POULSEN (1991) bei 233 Dänischen Zwerg- und Landrasseziegen, bei denen die Harnstoffwerte ab der zweiten Lebenswoche ebenso wie die Kreatininwerte ansteigen. SAKHA et al. (2009) sehen mit zunehmendem Alter abnehmende Harnstoff- und Kreatininwerte. Die Gesamteiweißkonzentrationen liegen bei mehrjährigen Ziegen über denen von einjährigen (LANGNER, 1989). Auch LÖHLE (1992) sowie BOSS u. WANNER (1977) beschreiben bei Afrikanischen Zwergziegen mit zunehmendem Alter ansteigende Gesamtproteinwerte. Nach ihren Untersuchungen haben neugeborene Lämmer deutlich niedrigere Konzentrationen als ihre Mütter. Ab dem fünften Lebensmonat liegen die Werte innerhalb der Schwankungsbreite für erwachsene Tiere, der adulte Mittelwert wurde mit acht Monaten jedoch nicht erreicht. Auch MBASSA u. POULSEN (1991) beobachten bei

Untersuchungen bei Dänischen Ziegen im Alter bis zu einem Jahr stetig zunehmende Werte. SAKHA et al. (2009) beschreiben bei iranischen Ziegen im Alter von < zwölf bis > 35 Monaten abnehmende Gesamtproteinwerte. Nach der Geburt steigt die Cholesterolkonzentration im Blut von Baladiziegenlämmern von 36,06 mg/dl auf 171,86 mg/dl im Alter von zwei Wochen (HUSSEIN u. AZAB, 1998). Drei- bis viermonatige Israelische Ziegen haben höhere Cholesterolvere als zwei- bis fünfjährige (173 mg/dl bzw. 81 mg/dl) (BOGIN et al., 1981), einjährige höhere Werte als ältere Tiere (LANGNER, 1989). Dies bestätigen MBASSA u. POULSEN (1991), in deren Untersuchungen an Dänische Ziegen im Alter von einer Woche bis zu einem Jahr die jüngeren Tiere höhere Werte als die älteren Tiere aufweisen. Nach einem dezenten Anstieg in den ersten Lebenswochen sinken die Werte in den Bereich adulter Tiere. Auch SAKHA et al. (2009) beschreiben mit zunehmendem Alter abnehmende Cholesterolvere. Nach der Geburt fällt die Triglyzeridkonzentration im Blut von Baladiziegenlämmern signifikant von 91,43 mg/dl auf 39,10 mg/dl nach zwei Wochen ab (HUSSEIN u. AZAB, 1998). Bei LANGNER (1989) lässt sich eine Altersabhängigkeit nicht nachweisen. Bei Afrikanischen Zwergziegen sind nach LÖHLE (1992) die Gesamtbilirubinwerte im Blut am achten Lebenstag am höchsten. Sie fallen nach drei Monaten leicht ab und steigen bis zum sechsten Monat wieder leicht an, anschließend verändern sie sich nicht mehr bedeutend. MEYER (1960) beschreibt die höchsten Bilirubinkonzentrationen bei Altziegen, ebenso wie TUMBLESON u. HUTCHESON (1971) bei Milchkühen. CASTRO et al. (1977) und RIDOUX et al. (1981) finden die höchsten Werte bei Jungtieren. Auch MBASSA u. POULSEN (1991) sehen bei neugeborenen Zwerg- und Landrasseziegen mit 19,3 bzw. 9,6 µmol/l höhere Werte als bei älteren Tieren, bei denen mit einem Jahr die Werte kontinuierlich auf 3,6 bzw. 3,9 µmol abgesunken sind.

#### **2.2.2.2 Einfluss der Trächtigkeit**

In Untersuchungen von FORTAGNE u. SCHÄFER (1989) bei 30 Probstheidaer Kleinziegen nimmt die Zahl der Erythrozyten, der Hämatokrit sowie die Hämoglobinkonzentration im letzten Drittel der Trächtigkeit ab; dies beschreiben auch AZAB u. ABDEL-MAKSOU (1999). Im letzten Trimester der Trächtigkeit steigen die Erythrozyten signifikant von 9,4 T/l auf 12,97 T/l an, ebenso die Gesamtleukozyten von 9,1 G/l auf 13,89 G/l (WAZIRI et al., 2010). Bei POSPÍŠIL et al. (1987) steigt die Gesamtleukozytenzahl, die während der Trächtigkeit nahezu konstant blieb, nach der Geburt deutlich an, was auf einer Zunahme der neutrophilen Granulozyten beruht. Dies beschreiben auch AZAB u. ABDEL-MAKSOU

(1999). Die Zahl der Lymphozyten nimmt bis zum vierten Monat der Trächtigkeit ab, steigt dann aber allmählich wieder an. Während RBC, HGB und HKT in der Trächtigkeit absinken, steigen MCV, MCH, MCHC, Gesamtleukozyten, Neutrophile Granulozyten und Lymphozyten in der Trächtigkeit in Untersuchungen von MBASSA u. POULSEN, (1991) an. POSPÍŠIL et al. (1987) können im roten Blutbild von 16 nichtträchtigen und 30 trächtigen Ziegen keine Unterschiede nachweisen. PLAUTZ (1990) beschreibt im Differentialblutbild von Ziegen während der Trächtigkeit keine Änderungen. Eine Woche vor der Geburt zeigen vier westafrikanische Zwergziegen keine signifikanten Veränderungen des roten Blutbildes (Daramola et al., 2004).

Bei 296 Ziegen der Dänischen Landrasse sinken die Konzentrationen von Kalzium, Magnesium und Phosphat gegen Ende der Trächtigkeit. Auf die Konzentration von Natrium und Kalium haben Trächtigkeit und Laktation keinen signifikanten Einfluss (OLSSON et al., 1982; MBASSA u. POULSEN, 1991; WAZIRI et al., 2010). Auch MICHAŁAK et al. (2010) sehen keinen Unterschied in der Natrium- und Kaliumkonzentration bei trächtigen und nichtträchtigen Ziegen, ebenso AL-SOBAIYL (2010). AZAB u. ABDEL-MAKSOUUD (1999) beschreiben abnehmende Natrium- und Kaliumkonzentrationen bis zur Geburt, sowie sinkende Kalziumkonzentrationen in der Spätträchtigkeit bis drei Wochen post partum. JANA et al. (1991) beobachten ebenfalls erniedrigte Kalzium- und Phosphatkonzentrationen zum Ende der Trächtigkeit. TANRITANIR et al. (2009) sehen eine Woche p. p. signifikant höhere Phosphatwerte als eine Woche a. p. PACHAR u. VERMA (1988) können bei jeweils sieben Ziegen der Rasse Beetal, Schwarze Bengale und ihren Kreuzungen keine signifikanten Veränderungen von Kalzium und Magnesium fünf Tage vor, während und nach der Geburt feststellen. Untersuchungen von JANKOWIAK u. SAREŁO (2002) zeigen keinen signifikanten Anstieg der glomerulären Filtrationsrate, was ein Zurückhalten von Wasser und Natrium im Körper bewirken könnte.

In Untersuchungen von Milchziegen im peripartalen Zeitraum weist die CK zwei Wochen vor der Geburt die niedrigsten Aktivitäten auf (LOCHER, 2007). Gegen Ende der Trächtigkeit fallen die Aktivitäten von ALT, AST und AP bei 296 Dänischen Landrasse-Ziegen ab (MBASSA u. POULSEN, 1991). Während der Geburt steigt die AST um bis zu 20 % an. 72 Stunden p. p. sinken die Werte wieder ab, verbleiben jedoch auf einem höheren Niveau bis vier Wochen nach der Geburt (BOSTEDT et al., 1997). Diese Tendenz beschreibt auch LOCHER (2007) bei 53 Weißen Deutschen Edelziegen, bei denen die Aktivität der AST zwei bis vier Tage post partum signifikant ansteigt, um nach einem Abfall nach drei bis vier Wochen auf höherem Niveau als a. p. zu verbleiben. Bei 20 trächtigen und nichtträchtigen

Sahelziegen unterscheiden sich die ALT und AST nicht (SANDABE et al., 2004). Auch WAZIRI et al. (2010) finden keine trächtigkeitsbedingten Veränderungen der Aktivitäten von ALT, AST und AP. Bis 14 Tage vor der Geburt fällt die Aktivität der GLDH deutlich ab (LOCHER, 2007).

Die Glukosewerte sind bei trächtigen Ziegen niedriger als bei nichtträchtigen, außer zwischen dem 42. und 70. Tag der Trächtigkeit, wo Werte von 60 mg/ml (3,33 mmol/l) gemessen werden. Nach diesem Maximum sinken die Glukosewerte auf 46 mg/ml (2,55 mmol/l) zwischen dem 112. bis 126. Tag. Am Tag der Geburt findet ein weiterer signifikanter Abfall statt (KHAN u. LUDRI, 2002). Dies bestätigen MBASSA u. POULSEN (1991) an 296 Ziegen der dänischen Landrasse. Hier wird ein Abfall der Glukosewerte mit zunehmender Trächtigkeit verzeichnet. Ebenfalls niedrigere Glukosewerte (63,35 mg/dl; 3,52 mmol/l) während der Trächtigkeit im Vergleich zu nichtträchtigen Tieren (71,59 mg/d; 3,97 mmol/l) beschreiben SANDABE et al. (2004) bei jeweils zehn Sahelziegen. Auch JANA et al. (1991) finden bei acht schwarzen bengalischen Ziegen im Endstadium der Trächtigkeit signifikant niedrigere Glukosewerte (36,30 mg/dl; 2,02 mmol/l), ebenso bei 30 Sahelziegen, bei welchen die Blutglukosekonzentration von 68,33 mg/dl (3,79 mmol/l) auf 45,74 mg/dl (3,79 mmol/l) sinkt (WAZIRI et al., 2010). Die Harnstoffwerte fallen während der Früh- und mittleren Trächtigkeit ab, steigen in der Hochträchtigkeit an (PAMBU-GOLLAH et al., 2000), umso stärker, je höher die Laktationsnummer ist (MBASSA u. POULSEN, 1991). Auch LANGNER (1989) beschreibt in der Trächtigkeit niedrigere Werte als in der anschließenden Laktationsphase. Acht bis zwei Wochen vor der Geburt fällt die Harnstoffkonzentration bei Milchziegen verschiedener deutscher Rassen signifikant von 7,4 mmol/l auf 6,2 mmol/l ab (LOCHER, 2007). CELI et al. (2008) beschreiben abnehmende Harnstoffkonzentrationen im Zeitraum drei Tage a. p. bis 28 Tage p. p. FORTAGNE (1987), sowie SANDABE et al. (2004) finden während Trächtigkeit und Laktation keine signifikanten Unterschiede. Bei 296 Ziegen der dänischen Landrasse unterscheiden sich die Kreatininkonzentrationen im Blut nicht zwischen trächtigen und nichtträchtigen Tieren (MBASSA u. POULSEN, 1991). Dies bestätigen SANDABE et al. (2004) durch Untersuchungen an jeweils zehn Sahelziegen. Die Gesamtproteinwerte sind in der Trächtigkeit niedriger als in der Laktation, umso ausgeprägter, je höher die Trächtigkeits- bzw. Laktationsnummer ist (MBASSA u. POULSEN, 1991). Bei 60 afrikanischen Zwergziegen liegen die Gesamtproteinwerte vor der Geburt bei 65,33 g/l. Nach der Geburt steigen sie signifikant auf 75,19 g/l an (LÖHLE, 1992). Im Zeitraum von acht bis zwei Wochen vor der Ablammung sinkt die

Gesamtproteinkonzentration im Blut von Milchziegen signifikant ab (LOCHER, 2007). Dies bestätigt IRIADAM (2007) bei 28 Ziegen, bei denen die Gesamtproteinwerte von 136,5 g/l in der Frühträchtigkeit auf 104,8 g/l in der Hochträchtigkeit und 97,8 g/l zum Geburtszeitpunkt abfallen. Auch VON BREDOW (1986) und LANGNER (1989) beschreiben sinkende Gesamteiweißwerte während der Trächtigkeit, die mit dem Einsetzen der Laktation wieder ansteigen. Hingegen weisen PACHAR u. VERMA (1988) bei 21 Bengalischen Ziegen und Beetalziegen im Zeitraum um die Geburt keine signifikanten Veränderung im Gesamtproteinspiegel nach, was SANDABE et al. (2004) bei jeweils zehn trächtigen und nichtträchtigen Sahelziegen bestätigen. Die Cholesterolverte sind niedrig in der Trächtigkeit, umso mehr, je höher die Trächtigkeitsnummer ist (MBASSA u. POULSEN, 1991). SANDABE et al. (2004) finden jedoch höhere Cholesterolverte bei trächtigen Ziegen (79,48 mg/dl; 2,06 mmol/l) als bei nichtträchtigen Ziegen (67,29 g/l; 1,74 mmol/l). Die Cholesterolkonzentration sinkt bei Milchziegen von acht Wochen vor bis zur Geburt zunehmend ab (LOCHER, 2007). Im Gegensatz dazu beschreibt LANGNER (1989) ein kontinuierliches Ansteigen der Cholesterolverte ab dem vierten Trächtigkeitsmonat. Zu diesen Ergebnissen kommen auch Untersuchungen von WAZIRI et al. (2010) bei 30 Sahelziegen ab dem zweiten Trimester, sowie IRIADAM (2007) bei 28 Ziegen, deren Cholesterolverte von 104 mg/dl (2,69 mmol/l) in der Frühträchtigkeit auf 114,87 mg/dl (2,98 mmol/l) in der Hochträchtigkeit ansteigen. FORTAGNE (1987) findet bei gesunden Ziegen jedoch keine Beeinflussung der Cholesterolkonzentrationen durch die Trächtigkeit. Auch bei 21 Bengalischen und Beetalziegen sind fünf Tage vor, am Tag der Geburt und fünf Tage nach der Geburt keine signifikanten Veränderungen der Cholesterolverte festzustellen (PECHAR u. VARMA, 1988). HUSSEIN u. AZAB (1998) weisen bei Baladiziegen im Zeitraum von vier Wochen vor bis vier Wochen nach der Geburt ebenfalls keine signifikanten Veränderungen der Cholesterolkonzentration nach. Die Plasmakonzentrationen der Triglyzeride bei 21 britischen Saanenziegen steigen in der Mitte der Trächtigkeit an und fallen zum Zeitpunkt der Geburt wieder ab (MABON et al., 1982). Bis eine Woche vor der Geburt steigen die Triglyzeride im Blut von Baladiziegen an, nach der Geburt finden sich keine signifikanten Veränderungen mehr (HUSSEIN u. AZAB, 1998). FORTAGNE (1987) beobachtet bei hochtragenden und laktierenden Ziegen höhere Gesamtbilirubinkonzentrationen im Blut als bei nichtträchtigen Tieren. Auch bei 296 Ziegen der dänischen Landrasse steigen die Gesamtbilirubinwerte während der Trächtigkeit an, umso stärker je höher die Trächtigkeitsnummer liegt. Nach der Geburt und mit einsetzender Laktation sinken die Werte ab (MBASSA u. POULSEN, 1991). Afrikanische Zwergziegen

weisen keine signifikanten Unterschiede der Bilirubinkonzentration vor und nach der Geburt auf (LÖHLE, 1992). KHAN u. LUDRI (2002) beschreiben bei 18 Ziegen der zwei Kreuzungsrassen Saanen sowie Alpin mit Beetal einen höheren NEFA-Wert bei trächtigen im Vergleich zu nichtträchtigen Ziegen. Am Tag der Geburt verzeichnen sie einen Anstieg, gefolgt von einem Abfall mit dem dritten Tag. Auch HUSSEIN u. AZAB (1998) beobachten bei Baladiziegen eine und zwei Wochen vor der Geburt einen Anstieg der NEFA-Konzentration. MABON et al. (1982) finden bei britischen Saanenziegen einen Anstieg der Konzentration von nichtveresterten freien Fettsäuren während des letzten Trimesters der Trächtigkeit mit Höchstwerten zum Zeitpunkt der Geburt und in der Frühlaktation. SANDABE et al. (2004) weisen bei trächtigen und nichtträchtigen Sahelziegen keinen Unterschied der freien Fettsäuren nach, ebenso WAZIRI et al. (2010). JANOSCH (1987) findet bei 36 Zwergziegen im ersten Trächtigkeitmonat einen Abfall der  $\beta$ -HB-Werte, die in der Hochträchtigkeit signifikant ansteigen. Dahingegen kommt es in Untersuchungen von LANGNER (1989) im fünften Trächtigkeitmonat zu einem signifikanten Abfall der  $\beta$ -HB-Konzentrationen, die erst mit dem Einsetzen der Laktation wieder ansteigen. Untersuchungen von CELI et al. (2008) beschreiben im Zeitraum 21 Tage vor bis 28 Tage nach der Geburt keine signifikanten Veränderungen der Konzentrationen von Freien Fettsäuren, Triglyzeriden, Cholesterol und Gesamtprotein.

### **2.2.2.3 Einfluss der Laktationsnummer**

MBASSA u. POULSEN (1991) beschreiben bei Ziegen der Dänischen Landrasse niedrigere Werte von RBC, HKT, HGB, WBC, Neutrophilen Granulozyten und Lymphozyten mit zunehmender Laktationsnummer. Entgegengesetzt verhalten sich die Werte von MCV, MCH und MCHC. Untersuchungen an Kühen zeigen eine abnehmende lymphoproliferative Aktivität bei Tieren mit mehreren Trächtigkeiten im Vergleich zu Färsen (MEHRZAD u. ZHAO, 2008; OHTSUKA et al., 2010).

MBASSA u. POULSEN (1991) stellen mit zunehmender Laktationsnummer einen zunehmend größer werdenden Einfluss auf die Elektrolytkonzentrationen fest. Magnesium und Kalium zeigen während Trächtigkeit und Laktation abnehmende Tendenz mit steigender Laktationsnummer. Diese Tendenz zeigt auch die Kalziumkonzentration (MUNDIM et al., 2007). Während der Trächtigkeit ist die Phosphatkonzentration größer bei Ziegen mit höherer Trächtighkeitsnummer. In Untersuchungen von SAMARDZIJA et al. (2011) weisen Erstgebärende höhere Phosphatwerte auf als Ziegen mit mehreren Geburten. Natrium wird nicht signifikant beeinflusst. AHMED et al. (2000) finden bei 65 Nubischen Milchziegen mit

zunehmender Laktationsnummer sinkende Natriumwerte. Die Magnesiumwerte liegen während der zweiten Trächtigkeit über denen der dritten. Am niedrigsten sind sie während der ersten. Hingegen sind die Kalziumwerte am niedrigsten in der ersten Früh-laktation. Die niedrigsten Phosphatwerte finden sich in der zweiten Laktation. ZUMBO et al. (2007) zeigen keine Altersabhängigkeit der Kalzium- und Phosphatwerte von der Laktationsnummer.

Bei MBASSA und POULSEN (1991) sind Veränderungen der Konzentrationen der Blutparameter Kreatinin, Harnstoff, Bilirubin, Glukose und Gesamtprotein während Trächtigkeit und Laktation umso größer, je höher die Laktationsnummer ist. Bei Ziegen mit niedrigeren Laktationsnummern sind die Aktivitäten von ALT, AST, AP und CK niedriger als bei Tieren mit mehreren durchlaufenen Trächtigkeiten. DJURICIC et al. (2011) beschreiben dies bei der Alkalischen Phosphatase. ZUMBO et al. (2007) zeigen für die Parameter Cholesteroll, Triglyzeride,  $\beta$ -Hydroxybutyrat, Gesamteiweiß und Harnstoff keine Abhängigkeit von der Laktationsnummer.

#### **2.2.2.4 Einfluss der Laktation**

Die Hämoglobinkonzentration bei Ägyptischen Baladiziegen mit hoher Milchleistung liegt deutlich niedriger als bei solchen mit niedrigerer Milchleistung, was z. B. durch den gesteigerten Verlust von Eisen über die Milch erklärt wird. Auf die Zahl der Erythrozyten und den Hämatokrit hat die Milchleistung keine signifikanten Auswirkungen, jedoch werden für beide Parameter während des mittleren Laktationsintervalls niedrigere Werte beschrieben als in der Früh- und Spätlaktation (HASSAN et al., 1986). Es besteht eine negative Korrelation zwischen dem HGB-Gehalt und der Zellzahl der Milch, wohingegen Ziegen mit höherer Milchmenge auch höhere HGB-Werte aufweisen (ATROSHI et al., 1986). Eine positive Korrelation zwischen Zellzahl und RBC sowie HKT finden NIKODÉMUS et al. (1994) bei Kühen. Probstheidaer Kleinziegen haben in der Früh-laktation höhere Gesamtleukozytenzahlen, verursacht durch eine Zunahme der neutrophilen Granulozyten (FORTAGNE u. SCHÄFER, 1989). Eine Studie bei ägyptischen Baladiziegen zeigt niedrigere Gesamtleukozytenzahlen bei Tieren mit einer höheren Milchleistung. Die Milchleistung ist zudem negativ korreliert sowohl mit der Gesamtleukozytenzahl, als auch mit der Zahl der Lymphozyten, Monozyten, neutrophilen und eosinophilen Granulozyten (HASSAN et al., 1986). DAS u. SINGH (2000) sehen zu Beginn der Laktation niedrige Zahlen bei den Neutrophilen Granulozyten und Lymphozyten, welche im weiteren Verlauf ansteigen. Hingegen finden sich abnehmende Zahlen bei den Eosinophilen Granulozyten und Monozyten. PARK et al. (1992) finden die höchsten Monozytenzahlen bei Milchkühen in den

ersten 90 Tagen der Laktation, was dem Zeitraum der größten Milchleistung bei Ziegen entspricht. Die Basophilen Granulozyten bleiben stabil. PLAUTZ (1990) findet im Differentialblutbild von Ziegen keine laktationsbedingten Veränderungen.

In den ersten Wochen der Laktation haben 20 Milchziegen verschiedener Rassen niedrigere Kaliumwerte als in der Hochträchtigkeit (WIEGAND, 1998). Auch bei AKINSOYINU (1982) fallen die Kaliumkonzentrationen im Blut mit zunehmender Laktation von 6,28 mg/dl auf 4,9 mg/dl. KRAJNICA KOVA et al. (2003) sehen in den ersten 40 Tagen p. p. keine signifikanten Veränderungen der Kaliumkonzentration. Die Kalziumkonzentration zeigt nach der ersten Laktationswoche einen ansteigenden Trend von 8,46 mg/dl auf 10,52 mg/dl. WIEGAND (1998) beschreibt keine Änderungen des Serumkalziumgehaltes bis 14 Wochen p. p., AMER et al. (1999) bestätigen dies für die ersten vier Wochen der Laktation. Sieben Tage p. p. finden sich bei AMER et al. (1999) die niedrigsten Phosphatwerte, welche nach drei Wochen ansteigen. Auch bei (AKINSOYINU, 1982) steigt die Phosphatkonzentration nach der ersten Laktationswoche von 6,05 mg/dl auf 7,43 mg/dl an, wohingegen die Magnesiumwerte von 3,74 mg/dl in der ersten Laktationswoche mit zunehmender Laktation auf 2,99 mg/dl abfallen. Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Milchleistung und den Kalzium-, Magnesium- und Phosphatkonzentrationen (MELLADO et al., 2006; AHMED et al., 2000). KRAJNICA KOVA et al. (2003) beschreiben in den ersten 28 Tagen p. p. abnehmende Natriumwerte im Blut. BARRY u. ROWLAND (1953), AKISOYINU u. AKINYELE (1979) sowie PARK u. CHUKWU (1988) beschreiben konstante oder zunehmende Natriumkonzentrationen im Verlauf der Laktation, wodurch in Zeiten der größten Milchproduktion von erhöhtem Bedarf ausgegangen wird. Untersuchungen von HOSSAINI-HILALI und OLSSON (1993) zeigen in der Laktation eine erhöhte renale Natriumausscheidung im Vergleich zu trächtigen Tieren und nichtträchtigen, nichtlaktierenden Tieren.

Die CK fällt nach der Geburt zunächst ab und steigt dann mit fortschreitender Laktationsdauer an (MBASSA u. POULSEN, 1991). Einen Anstieg der CK unter der Geburt verzeichnen BOSTEDT et al. (1997), jedoch führt die Laktation zu keiner Erhöhung der Aktivität im Plasma und ab fünf Tagen p. p. ist ein Großteil des Enzyms bereits wieder eliminiert. Nach LOCHER (2007) steigt die Aktivität der AST zwei bis vier Tage nach der Geburt deutlich an. Vier Wochen später sind die Konzentrationen signifikant abgesunken, liegen aber noch über den Ausgangswerten vor der Geburt. In Untersuchungen von



BOSTEDT et al. (1997) nehmen auch die Aktivitäten von  $\gamma$ -GT und GLDH mit dem Beginn der Laktation durch einen intensivierten Leberstoffwechsel kontinuierlich zu, wobei GLDH-Werte von 16 U/l in der frühen Laktation als physiologisch zu betrachten sind, sofern keine Erhöhungen von Bilirubin und Ketonkörpern sowie eine Hypoglykämie auf das Vorliegen einer Hepatopathie hinweisen. Die  $\gamma$ -GT-Aktivität schwankt in der peripartalen Periode zwischen 13 und 18 U/l. Eine verkürzte oder fehlende Trockenstehzeit führt zu höheren Aktivitäten der CK und der GLDH im Vergleich zu Tieren mit regulärer Trockenstehzeit (LOCHER, 2007). KHALED et al. (1999) beschreiben eine negative Korrelation zwischen dem Proteingehalt der Milch und den Serumaktivitäten von AST und CK, hingegen eine positive Korrelation mit dem Fettgehalt. SAKOWSKI et al. (2012) finden eine negative Korrelation zwischen der Milchleistung und der AST-Aktivität im Serum von Milchkühen.

Während die Glukosewerte bei 296 Dänischen Landrasseziegen während der Laktation ansteigen (MBASSA u. POULSEN, 1991), weisen Ägyptische Baladiziegen in der Frühaktation höhere Blutglukosekonzentrationen auf als am Ende der Laktationsperiode. Zudem liegen die Werte bei den Ziegen mit hoher Milchleistung über denen mit niedrigerer Milchleistung. Sie sinken im Verlauf der Laktation von 74,63 g/dl (4,14 mmol/l) bzw. 74,37 g/dl (4,13 mmol/l) auf 54,40 g/dl (3,02 mmol/l) bzw. 45,75 g/dl (2,54 mmol/l) (HASSAN et al., 1986). WIEGAND (1998) beschreibt bei 20 Milchziegen der Rassen Thüringer Waldziege, Weiße und Bunte Deutsche Edelziege bis 14 Wochen p. p. keine signifikanten Veränderungen der Glukosekonzentration, welche beständig über 2,5 mmol/l liegt. Bei vier Milchziegen führen Hungerzustände während der Laktation zu einem drastischeren Abfall der Glukosewerte als bei trockenstehenden Ziegen (RADLOFF et al., 1966). Die Milchleistung während der frühen und mittleren Laktation beeinflusst die Glukosekonzentration nicht (MELLADO et al., 2006). In der frühen und mittleren Laktationsphase sinken die Harnstoffwerte im Blut von 296 Ziegen der dänischen Landrasse ab, in der Spätaktation steigen sie wieder an (MBASSA u. POULSEN, 1991). LANGNER (1989) beschreibt ein Ansteigen der Harnstoffwerte mit dem Einsetzen der Laktation, wohingegen FORTAGNE (1987) bei Probstheidaer Kleinziegen keinen Einfluss der Laktation feststellt. Ziegen mit höherer Milchleistung weisen niedrigere Blutharnstoffwerte auf (IVEY et al., 1999; CABIDDU et al., 1999). MELLADO et al. (2006) finden in der frühen und mittleren Laktationsphase keinen Einfluss der Milchleistung auf die Harnstoffwerte. KHALED et al. (1999) sehen eine Abhängigkeit verschiedener Blutparameter vom Milchfettgehalt: bei Harnstoff, Glukose und Magnesium liegt eine positive Korrelation vor,

für die Triglyzeride eine negative. Die Laktation hat keinen Einfluss auf die Kreatininwerte (MBASSA u. POULSEN, 1991; MELLADO et al., 2006). Laktierende Ziegen haben höhere Gesamtproteinwerte als trockenstehende, trächtige Ziegen (MBASSA u. POULSEN, 1991). Zum Ende der Laktationsperiode steigt die Gesamtproteinkonzentration bei hochleistenden ägyptischen Baladiziegen von 62,0 g/l auf 77,0 g/l an, wobei jedoch die Milchmenge keinen Einfluss hat (HASSAN et al., 1986). Die Konzentration von Protein in Serum und Milch ist positiv korreliert (AMER et al., 1999; KHALED et al., 1999). Bei Baladiziegen sind im Zeitraum von vier Wochen vor bis vier Wochen nach der Geburt keine signifikanten Veränderungen der Cholesterolkonzentration messbar (HUSSEIN u. AZAB, 1998). MELLADO et al. (2006) weisen keine Abhängigkeit der Cholesterolwerte von der Milchleistung nach. Jedoch beschreiben MBASSA u. POULSEN (1991) bei 296 Dänischen Ziegen in der Frühaktation Cholesterolhöchstwerte. Auch LANGNER (1989) beschreibt ein kontinuierliches Ansteigen der Cholesterolwerte bis zu einem Maximum im zweiten Laktationsmonat. AMER et al. (1999) finden die niedrigsten Cholesterolwerte am siebten Tag p. p., am 21. Tag ist ein Anstieg vorhanden. Vier Wochen vor der Geburt steigen die Triglyzeridkonzentrationen bis eine Woche p. p. an (HUSSEIN u. AZAB, 1998). WIEGAND (1998) jedoch beschreibt mit beginnender Laktation ein Absinken der Triglyzeridkonzentration. Nachdem die Triglyzeridkonzentrationen eine Woche a. p. signifikant erhöht sind (0,32 mmol/l) im Vergleich zu nichtträchtigen Ziegen (0,15 mmol/l), finden sich die niedrigsten Konzentrationen zwei Tage nach der Geburt (0,18 mmol/l). Einen Monat p. p. erreichen die Werte wieder das Niveau der nichtträchtigen Tiere (SKOTNICKA et al., 2011). Die freien Fettsäuren steigen vier Wochen a. p. bis eine Woche a. p. signifikant an, sind jedoch zwei bis vier Wochen p. p. nicht mehr nachweisbar (HUSSEIN u. AZAB, 1998). Bei zehn Ziegen nach Mehrlingsgeburt werden an Tag 10, 38 und 76 der Laktation abnehmende NEFA-Konzentrationen gemessen (DUNSHEA et al., 1990). MABON et al. (1982) beschreiben bei britischen Saanenziegen zum Zeitpunkt der Geburt und in der Frühaktation die höchsten Werte an freien Fettsäuren. Auch WIEGAND (1998) findet bei 20 Milchziegen mit beginnender Laktation ein Ansteigen der freien Fettsäuren, was auf das Einsetzen der Fettmobilisation zurückgeführt wird. Nach der Geburt mit Einsetzen der Laktation kommt es zu einer signifikanten Erhöhung der Serum- $\beta$ -HB-Konzentration (JANOSCH, 1987; WIEGAND, 1998; LOCHER, 2007; RUDOVSKY, 2007). Dies beschreibt auch LANGNER (1989) bei insgesamt 80 Ziegen, bei denen die  $\beta$ -HB-Konzentration im fünften Trächtigkeitmonat zunächst absinkt. Die  $\beta$ -HB-Konzentration ist negativ korreliert mit dem Proteingehalt der Milch (SAUVANT et al., 1986). Während WIEGAND (1998) bei

20 Milchziegen verschiedener Rassen bis 14 Wochen p. p. keine signifikanten Veränderungen der Bilirubinkonzentration findet, steigen bei 296 Ziegen der dänischen Landrasse die Gesamtbilirubinwerte während der mittleren Laktationsphase an und fallen zum Ende der Laktation wieder ab (MBASSA u. POULSEN, 1991).

#### **2.2.2.5 Einfluss der Wurfgröße**

LOCHER (2007) zeigt bei 53 Weißen Deutschen Edelziegen Abhängigkeiten verschiedener Parameter von der Wurfgröße auf. In den letzten beiden Wochen a. p. werden signifikant höhere GLDH-Werte bei Tieren mit einem Lamm (4,35 U/l), als bei Tieren mit zwei (2,5 U/l) oder drei Lämmern (3,4 U/l) gemessen. In diesem Zeitraum weisen die Zwillingsgebärenden somit die niedrigsten Aktivitäten auf. Für die Aktivität von CK und AST ist keine signifikante Abhängigkeit von der Lämmeranzahl nachweisbar. DJURICIC et al. (2011) sehen ebenfalls CK und AST, aber auch AP und  $\gamma$ -GT unbeeinflusst. Die Konzentration des Gesamtproteins liegt bei Ziegen mit ein oder zwei Lämmern drei bis vier Wochen vor der Geburt mit 77,0 g/l signifikant über denen mit drei Lämmern (73,2 g/l). Weniger als zwei Wochen a. p. liegt die Gesamtproteinkonzentration bei Einlingsträchtigen mit 79,9 g/l signifikant über der von Zwillings- (73,4 g/l) und Drillingsgraviden (72,0 g/l). DJURICIC et al. (2011) finden keine Abhängigkeit der Gesamteiweißwerte von der Wurfgröße. Auch die Bilirubinkonzentration zeigt keine signifikante Abhängigkeit (LOCHER, 2007). Einlingsgebärende weisen a. p. höhere Glukose- und niedrigere NEFA-Werte auf als Zwillingsgebärende, umgekehrt verhalten sie sich p. p. (KHAN u. LUDRI, 2002). Auch IVEY et al. (2000) finden bei Zwillingsmüttern höhere NEFA-, aber auch  $\beta$ -HB-Werte. MABON et al. (1982) finden bei britischen Saanenziegen mit Zwillingsträchtigkeit einen deutlich geringeren Anstieg der freien Fettsäuren im letzten Drittel der Trächtigkeit im Vergleich zu Schafen. Unterschiedliche Glomeruläre Filtrationsraten und somit Natrium- und Kaliumclearance beobachten MICHAŁEK et al. (2010) bei Einlings- und Zwillingsträchtigen durch unterschiedliche Aldosteron- und Progesteronkonzentrationen.

Die Milchleistung von Ziegen wird ebenfalls von der Wurfgröße beeinflusst. Ziegen mit Mehrlingsgeburten weisen eine größere Milchmenge auf (BROWNING et al., 1999; BÖMKES et al., 2004). Während GOONEWARDENE et al. (1999) keine Abhängigkeit der Milchinhaltsstoffe von der Wurfgröße beschreibt, finden CABIDDU et al. (1999) die höchsten Milcheiweißgehalte bei Tieren mit der höchsten Milchmenge, BÖMKES et al. (2004) die höchsten Fettmengen. Die Milchleistung wird zudem durch die Grundfutterqualität und Kraftfuttermenge (HUSSEIN et al., 1996; RINGDORFER et al., 2007), sowie die

Laktationsnummer beeinflusst (DULIN et al., 1983; ZENG u. ESCOBAR, 1995; PAAPE u. CAPUCO, 1997; GROENEWOLD u. VILJOEN, 2003).

### **3 Material und Methoden**

#### **3.1 Tiere**

Die Ziegen entstammen einer ca. 100 Tiere umfassenden Milchziegenherde eines seit 1992 nach BIOLAND-Richtlinien geführten und von der Europäischen Gemeinschaft anerkannten Betriebes im Rhein-Main-Gebiet. Die Haltung erfolgt in Gruppen zu jeweils 30 - 40 Milchziegen in geschlossenen Laufställen auf Stroheinstreu aus eigener Produktion. Im Winter haben die Ziegen Zugang zu einem überdachten, mit regulierbarem Seitenschutz ausgestatteten, betonierten Auslauf; im Sommer werden sie zwischen dem morgendlichen und dem abendlichen Melken auf der Weide gehalten.

Die Wasserzufuhr erfolgt über Selbsttränken. Alle Ziegen erhalten Heu aus dem eigenen Betrieb ad libitum sowie zweimal täglich 500 Gramm betriebseigenen Quetschhafer. Zudem erhalten sie ab dem ersten Melktag 500 Gramm zugekaufte Milchleistungsfutterpellets, welche nach BIOLAND-Kriterien hergestellt werden (Kaisermühle Gänheim Otmar Kaiser, Arnstein). Die Pellets sind aus 6,5 % Weizen, 16 % U-Ackerbohnen, 16 % Weizenkleberfutter, 13 % Weizenkleie, 9 % U-Gerste, 6 % U-Hafer, 5 % Grünmehl, 4 % Weizengrieskleie, 4 % Leinkuchen und 3,5 % Calciumcarbonat zusammengesetzt. Als Zusatzstoffe sind je kg 12.500 I. E. Vitamin A, 1.500 I. E. Vitamin D<sub>3</sub> und 50 mg Vitamin E zugesetzt. Der Gehalt an Inhaltsstoffen beträgt 18,0 % Rohprotein, 7,5 % Rohfaser, 4,0 % Rohfett, 9,0 % Rohasche, 1,5 % Kalzium, 0,50 % Phosphor und 0,40 % Natrium. Ergänzend stehen den Ziegen Minerallecksteine („Salvanatur Schafe“, Salvana Tiernahrung GmbH, Kl.O.-Sparrieshoop) zur freien Verfügung. Diese sind aus 36,5 % Natriumchlorid, 22 % Dicalciumphosphat, 19,7 % Calciumcarbonat, 10 % Zuckerrohrmelasse, 7 % Magnesiumoxid und 2,5 % Monocalciumphosphat zusammengesetzt. Dies entspricht Inhaltsstoffen von 13,5 % Calcium, 5 % Phosphor, 3 % Magnesium und 13,5 % Natrium. Als Futtermittelzusatzstoffe sind 4250 mg Zink, 2500 mg Mangan, 2000 mg Eisen, 50 mg Jod, 45 mg Selen und 50 mg Kobalt enthalten.

Das Melken erfolgt zweimal täglich im Abstand von zwölf Stunden maschinell mit einer Melkmaschine der Firma DELAVAL. Nach dem Ablammen wird die Milch der Ziegen an die Lämmer verfüttert, später dient sie der Gewinnung von Lebensmitteln. Über einen Zeitraum von einigen Tagen bis zu einer Woche werden die Trocken zu stellenden Ziegen lediglich einmal täglich gemolken, anschließend wird das Melken ganz eingestellt. Ziegen, die belegt werden sollen, werden mindestens sechs Wochen mit einem Bock der Rasse Thüringer Waldziege zusammen gehalten. Die Belegung erfolgt im Natursprung. Eine genaue

Deckzeitpunktbestimmung wird nicht durchgeführt. Zweimal jährlich vor und nach der Weidesaison werden Untersuchungen von Sammelkotproben durchgeführt und bei Bedarf eine entsprechende antiparasitäre Behandlung, wenn möglich in der Trockenstehzeit, eingeleitet. Die Muttertiere werden vier bis sechs Wochen vor dem Ablammen mit Heptavac P plus (Intervet, Oberschleißheim) gegen *Mannheimia haemolytica*, *Pasteurella trehalosi* und *Clostridium perfringens Typ B, C, D*, *Clostridium septicum*, *tetani*, *chauvvoei*, sowie *novyi Typ B* geimpft. Die Lämmer werden ab der dritten Lebenswoche erstmals mit Heptavac P plus geimpft. Diese Impfung wird nach vier bis sechs Wochen wiederholt. Danach werden jährliche Impfungen durchgeführt. Die zur Beprobung herangezogenen Milchziegen gehören der Rasse Thüringer Waldziege an und sind zwischen zwei und vier Jahre alt. Sie befinden sich dementsprechend zum ersten bis vierten Mal in Trächtigkeit bzw. Laktation. Alle beprobten Tiere sind frei von capriner Arthritis-Encephalitis (CAE).

## **3.2 Methoden**

Alle Untersuchungen erfolgten im Rahmen der tierärztlichen Bestandsbetreuung bzw. Gesundheitsüberwachung der Ziegenherde. Die Daten wurden im Zuge der Dissertation statistisch aufgearbeitet.

### **3.2.1 Klinische Untersuchung**

Die Ermittlung des Alters der Ziegen, der Laktationsnummer und der Anzahl der Lämmer bei der letzten Geburt erfolgte aus den Unterlagen des ziegenhaltenden Betriebes.

Vor der Blutprobenentnahme wurde eine adspektorische Untersuchung der Ziegen in der Gruppe durchgeführt. Eine genauere klinische Untersuchung fand erst im Anschluss an die Blutprobenentnahme statt. Zunächst erfolgte bei allen Ziegen innerhalb der Herde im Laufstall eine adspektorische Bewertung des Ernährungszustandes, des Pflegezustandes, des Verhaltens sowie der Körperhaltung und der Atmung hinsichtlich Atemfrequenz und -typ. Die Bewertung des Ernährungszustandes erfolgte durch Adspektion und Palpation der Wirbelsäulendornfortsätze, der Schulterblätter, Rippen, Hüfthöcker und der Flanke. Der Pflegezustand wurde anhand des Zustandes von Haut und Haarkleid sowie der Klauen beurteilt. Bei der Untersuchung des Allgemeinbefindens wurde das Verhalten in Bezug auf die Anteilnahme an der Umwelt, Vorhandensein von physiologischen Abläufen wie Sozialkontakt, Futter- und Wasseraufnahme, Kot- und Urinabsatz sowie Ausführung von Bewegungsabläufen und Körperhaltung erfasst. Die Körpertemperatur wurde rektal mit einem digitalen Thermometer („mikrolife Vet-Temp“ der Firma Mikrolife, Widnau/Schweiz)

über einen Zeitraum von 25 Sekunden gemessen. Die klinische Untersuchung der Ziegen wurde entsprechend den Standardmethoden der Propädeutik (BOSTEDT und DEDIÉ, 1996 a) nach der Blutprobenentnahme nach topographischer Vorgehensweise durchgeführt und anhand eines standardisierten Befunderhebungsbogens dokumentiert. Durch das Streichen gegen den Strich erfolgte eine Untersuchung der Haut auf entzündliche Veränderungen, Parasitenbefall und Wunden. Bei der Untersuchung des Kopf-Hals-Abschnittes wurde die Symmetrie des Kopfes beurteilt und auf Schwellungen im Augen-, Nasen- und Kieferbereich geachtet. Das Auge wurde auf Ausfluss, Klarheit von Hornhaut und Linse, Zustand der Lider, Lidschluss, Lage des Augapfels, Farbe und Gefäßzeichnung von Binde- und Lederhaut beurteilt, die Nase auf Ausfluss, Atemgeräusche und Farbe der Nasenschleimhaut. Weiterhin wurden die Lippen, die Schneidezähne, die Zunge sowie Farbe und Zustand der Maulschleimhaut untersucht, die kapillare Rückfüllungszeit bestimmt und auf Speicheln und abnormalen Maulgeruch geachtet. Im Kopfbereich wurden die Unterkiefer- und Ohrgrundlymphknoten auf Größe und Konsistenz abgetastet. Durch Druck auf den Kehlkopf-Luftröhrenbereich wurde die Auslösbarkeit des Hustenreflexes überprüft. Im Bereich des Brustkorbes erfolgte die Auskultation der Lunge mit einem Phonendoskop („Littmann Classic II Pediatric“ der Firma 3M Health Care, St. Paul, MN, USA) über einen Zeitraum von ungefähr einer halben Minute, wobei auf Regelmäßigkeit und das Vorliegen von pathologischen Atemgeräuschen beim Ein- und Ausatmen geachtet wurde. Das Abhören des Herzens erfolgte mit oben genanntem Phonendoskop über einen Zeitraum von einer Minute und es wurden die Herzfrequenz sowie die Intensität, Regelmäßigkeit und Abgesetzttheit der Herztöne beurteilt und auf das Vorliegen von Herzgeräuschen geachtet. Gleichzeitig wurde an der Oberschenkelarterie der Puls hinsichtlich Frequenz, Qualität und Rhythmus sowie der Füllungszustand des Gefäßes beurteilt. Die Überprüfung eines Venenpulses und die Venenstauprobe erfolgten bei der Blutprobenentnahme. Im Bauchbereich wurden Umfang und Form betrachtet sowie die Bauchwand auf Spannungszustand und Konsistenz abgetastet. Der Pansenbereich wurde über einen Zeitraum von zwei Minuten auskultiert und die Häufigkeit und Intensität der Pansenkontraktion beurteilt. Die Betrachtung des äußeren Genitales erfolgte im Hinblick auf Verletzungen, Schwellungen, übermäßige Verschmutzung und Ausfluss. Anschließend wurden durch Spreizen der Schamlippen Zustand und Farbe der Scheidenschleimhaut beurteilt. Die Untersuchung des Euters erfolgte durch Adspektion und Palpation. Es wurde auf Verletzungen der Euterhaut, der Zitzen, sowie Form, Farbe und Konsistenz der Euterhälften geachtet.

Anhand der klinischen Untersuchung wurden die Ziegen in die zwei Kategorien „gesund“ und „nicht gesund“ eingeteilt. Als gesund wurden die Ziegen eingestuft, die einen guten Ernährungs- und Pflegezustand und ein ungestörtes Allgemeinbefinden aufwiesen. Der Ernährungszustand wurde als gut bewertet, wenn Muskulatur und subkutanes Fettgewebe soweit ausgebildet waren, dass alle Skelettanteile glatt und abgerundet erschienen. Die einzelnen Rippen waren deutlich zu unterscheiden. Bei physiologisch gewachsenen Klauen und sauberem bis nur geringgradig verschmutztem Fell und fehlenden Hinweisen auf einen Befall mit Ektoparasiten galt der Pflegezustand als gut. Ein ungestörtes Allgemeinbefinden lag vor, wenn die Ziegen aufmerksam an ihrer Umwelt Anteil nahmen und physiologische Abläufe wie Sozialkontakt, Futter- und Wasseraufnahme, Kot- und Urinabsatz zeigten sowie physiologische Bewegungsabläufe und Körperhaltungen vorhanden waren. Als „gesund“ bewertete Ziegen wiesen zudem eine Körperinnentemperatur zwischen 38,3 und 39,5 °C auf, besaßen blassrosa, glatte, feuchte Schleimhäute, zeigten keinen Augen- oder Nasenausfluss, die peripheren palpierbaren Lymphknoten waren nicht vergrößert, es war weder Hustenreflex spontan vorhanden noch auslösbar und die kapillare Rückfüllungszeit lag unter zwei Sekunden. Die Atemfrequenz lag zwischen zehn und 30 Zügen, die Atmung war regelmäßig und beim Abhören der Lunge lag ein geringgradig vesikuläres Atemgeräusch vor. Die Herzfrequenz lag zwischen 60 und 80, die Herztöne waren kräftig, regelmäßig und abgesetzt und es war kein Herzgeräusch zu hören. Bei der Untersuchung der Bauchregion konnten keine abnormalen Umfangsvermehrungen festgestellt werden, die Bauchwand war weich sowie ohne vermehrte Spannung und der Pansen kontrahierte sich dreimal in zwei Minuten kräftig und auslaufend. Das äußere Genitale war frei von Verletzungen und Schwellungen, die Schleimhaut der Scheide war blassrosa, glatt und feucht und Ausfluss konnte nicht nachgewiesen werden. Das Euter und die Striche wurden als unauffällig bewertet, wenn sie symmetrisch, weich und frei von Wunden, Umfangsvermehrungen, Schwellungen, vermehrter Wärme oder abweichender Farbe waren. Bei Abweichungen von diesen Normalbefunden wurden die Ziegen in die Kategorie „nicht gesund“ eingeteilt.

### **3.2.2 Blutuntersuchung**

#### **3.2.2.1 Blutprobenentnahme und Aufbereitung**

Um tageszeitliche Einflüsse auf die Ergebnisse ausschließen zu können (BAS et al., 1980), erfolgte die Blutprobenentnahme einheitlich gegen acht Uhr morgens im Anschluss an den Melkvorgang. Die Fixierung der Ziegen erfolgte durch eine Hilfsperson, wobei die Manipulationen an den Tieren so gering wie möglich gehalten wurden. Die



Blutprobenentnahme erfolgte nach manueller Stauung aus der Vena jugularis externa mit NEOJEKT<sup>®</sup>-Einmalkanülen der Größe 18Gx1½" (DISPOMED, Gelnhausen) in Monovette<sup>®</sup>-Blutentnahmesysteme der Firma Sarstedt, Nürnberg. Bei jeder Ziege wurden eine Serum-Monovette (9 ml), eine Lithium-Heparin-Monovette (9 ml, 16 I. E. Heparin/ml Blut), eine EDTA-Monovette (2,7 ml, 1,6 mg EDTA/ml Blut) sowie eine Glukose-Monovette (2,7 ml, 1,2 mg EDTA/ml Blut und 1,0 mg Fluorid/ml Blut) der Firma Sarstedt, Nürnberg, gewonnen. Anschließend wurden die Probenröhrchen in einer Kühlbox auf Eisakkus gekühlt und lichtgeschützt aufbewahrt. Die Aufbereitung der Proben erfolgte in unmittelbarem Anschluss an die Entnahme nach maximal zwei Stunden. Die Serum- und Lithium-Heparinröhrchen, sowie die Glukoseröhrchen wurden mit einem RCF-Wert von 2150 für zehn Minuten mit einer Zentrifuge PLC Series der Firma Eickemeyer, Tuttlingen, zentrifugiert und in Kunststoffröhrchen ohne Zusatz abpipettiert. Bis zur Verbringung in das Labor erfolgte die Lagerung lichtgeschützt auf Eisakkus in einer Kühlbox. Im Labor wurden die Serum- und Lithium-Heparin-Proben bei -20°C bis zur Bestimmung eingefroren.

### **3.2.2.2 Erstellung des Differentialblutbildes**

Aus den EDTA-Röhrchen erfolgte unmittelbar nach Anlieferung im Zentrallabor des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Giessen, ca. 24 Stunden nach der Blutprobenentnahme, die automatisierte Anfertigung eines roten und weißen Blutbildes sowie eines Differentialblutbildes mittels des Blutanalysegerätes ADVIA 2120 der Firma Siemens Healthcare, Erlangen. Dieses Verfahren wurde durch PÜSCH (2002) im Rahmen einer Dissertation an der JLU Gießen für die Tierarten Schaf und Ziege evaluiert.

### **3.2.2.3 Durchführung der klinisch-chemischen Analysen**

Die klinisch-chemische Untersuchung fand im Labor der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie der Groß- und Kleintiere der Justus-Liebig-Universität Giessen statt. Die Bestimmung der Parameter erfolgte mit dem Fotometer EPAC 6140 der Firma Eppendorf, Hamburg, und Testkits LT-SYS der Firma „Labor + Technik Eberhard Lehmann, Berlin, dem Testkit RANBUT der Firma RANDOX, United Kingdom, sowie einem Testkit der Firma Wako Chemicals, Neuss. Weiterhin wurde das Flammenfotometer EFOX 5053 der Firma Eppendorf, Hamburg verwendet (Tabelle 22).

**Tabelle 22 : Klinisch-chemische Untersuchung von Ziegenblut**

Material	Parameter	Methode	Einheit
Citrat-Plasma	Glucose	GOD-PAP ohne Enteiweißung	mmol/l
Serum	$\beta$ -Hydroxybutyrat	Fotometrische Enzymmethode, Oxidation von $\beta$ -Hydroxybutyrat zu Acetacetat	mmol/l
	Nichtveresterte freie Fettsäuren	Fotometrischer Enzymmethode, (ACS-ACOD-MEHA-Methode)	$\mu$ mol/l
	Triglyzeride	Fotometrische Enzymmethode mit Glycerin-3-Phosphatoxidase (GPO-PAP)	mmol/l
	Cholesterol	Fotometrische Enzymmethode, Cholesterolesterase-Peroxidase (CHOD-PAP)	mmol/l
	Gesamteiweiß	Biuret-Methode, fotometrisch	g/l
	Gesamtbilirubin	Nach Jendrassik und Grof, 1938	$\mu$ mol/l
	Harnstoff	Fotometrische Enzymmethode, Harnstoff durch Urease und GLDH zu L-Glutamat, $\text{NAD}^+$ und $\text{H}_2\text{O}$	mmol/l
	Kreatinin	nach Jaffé, ohne Enteiweißung, fotometrische Messung	$\mu$ mol/l
	Alkalische Phosphatase	Fotometrische Enzymmethode (DGKC), Spaltung von p-Nitrophenyl-phosphat zu Phosphat und p-Nitrophenol	IU/l
	Aspartat-aminotransferase	Fotometrisch (DGKC), Reaktion von L-Aspartat und $\alpha$ -Ketoglutarat über L-Glutamat und Oxalacetat zu L-Malat	IU/l
	Glutamat-dehydrogenase	Fotometrisch (DGKC),	IU/l
	$\gamma$ -Glutamyl-transferase	Fotometrische Enzymmethode nach Szasz 1974, standardisiert nach IFCC	IU/l
	Creatinkinase	photometrische Messung NADPH-Bildung, standardisiert nach IFCC	IU/l
	anorganisches Phosphor	fotometrische Messung, Ammoniummolybdat+Schwefelsäure+Phosphat $\rightarrow$ Phosphormolybdat-Komplex	mmol/l
	Gesamtkalzium	Flammenfotometer	mmol/l
	Natrium	Flammenfotometer	mmol/l
	Kalium	Flammenfotometer	mmol/l
	Magnesium	Fotometrischer Farbttest	mmol/l

### **3.2.3 Milchuntersuchung**

Die Ergebnisse der Milchuntersuchung wurden vom ziegenhaltenden Betrieb zur Verfügung gestellt und entstammen der monatlich durchgeführten Milchleistungsprüfung mit Aufzeichnungen über die Einzelmilchleistungen, durchgeführt durch den Hessischen Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfungen in der Tierzucht e. V. (HVL) in Alsfeld. Betriebseigene Aufzeichnungen über die Tagesmilchmenge der einzelnen Ziegen werden nicht angefertigt.

### **3.2.4 Probenentnahmen**

Von einer Gruppe aus 25 Milchziegen der Rasse Thüringer Waldziege wurden über dreizehn Monate beginnend im März in regelmäßigen Abständen von vier bis fünf Wochen Blutproben genommen. Die erstmalige Auswahl der Ziegen erfolgte nach dem Zufallsprinzip aus zwei Herden mit jeweils ca. 30 Tieren. Sie befanden sich zu Beginn der Probenreihe in der Endphase der Trächtigkeit oder hatten bereits kurz zuvor gelammt. Da zu Beginn der Beprobung die meisten Ziegen noch nicht gelammt hatten, wurden nach Bekanntwerden des Geburtszeitpunkts die vor diesem Termin gewonnenen Daten als Zeitpunkte drei Monate ante partum bis einen Monat ante partum datiert. Die folgenden Daten und die derjenigen Ziegen, die bei Beprobungsbeginn bereits gelammt hatten, wurden auf die Zeitpunkte eins bis zwölf datiert. Auf diese Weise ist der Umstand zu erklären, dass bei 13 Blutentnahmetermenen 15 Untersuchungszeitpunkte vorliegen. Nur die Daten klinisch gesunder Ziegen wurden in die Auswertung aufgenommen. Eine Ziege wurde beim fünften Termin aufgrund einer klinischen Mastitis ausgeschlossen, eine weitere schied zum achten Termin aufgrund einer klinischen Mastitis dauerhaft aus. Insgesamt fünf Blutbilder gesunder Ziegen konnten nicht ausgewertet werden, da die Proben geronnen waren.

### **3.2.5 Statistische Auswertung**

Die Datenbearbeitung erfolgte in Zusammenarbeit mit der Arbeitsgruppe Biomathematik und Datenverarbeitung des Fachbereichs Veterinärmedizin der Justus-Liebig-Universität Gießen unter der Leitung von Dr. Klaus Failing. Die statistische Auswertung wurde mit Hilfe des Statistikprogrammpakets BMDP/Dynamic, Release 8.1 (DIXON, 1993) durchgeführt. Die Überprüfung auf Normalverteilung erfolgte durch Berechnung der Residuen in Bezug auf das jeweilige zu Grunde gelegte lineare Modell sowie deren Beurteilung mit Hilfe des Wahrscheinlichkeitsplots (Q-Q-Plot) mit dem Programm BMDP1R. Bei Vorliegen von rechtsschiefen Verteilungen wurden die Daten entweder mit dem Logarithmus oder mit der

Quadratwurzelfunktion transformiert, um approximativ eine Normalverteilung zu erzeugen. Zur allgemeinen Datenbeschreibung wurden bei annähernd normalverteilten Merkmalen Stichprobenumfang, arithmetische Mittelwerte ( $\bar{x}$ ), Standardabweichungen (s), Minima ( $x_{\min}$ ) und Maxima ( $x_{\max}$ ) genannt. Bei transformierten Daten erfolgte die Datenbeschreibung anhand von geometrischen Mittelwerten ( $\bar{x}_g$ ) und Streufaktoren (SF). Mit dem Programm BMDP5V wurde anhand einer zweifaktoriellen Kovarianzanalyse mit Messwiederholung (Wald-Test) der Einfluss verschiedener Faktoren wie Zeitpunkt, Laktationsnummer, Laktationsleistung und Wurfgröße auf die Blutparameter untersucht. Zudem wurde durch eine einfaktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung bezüglich des Laktationsmonats überprüft, ob die Werte der einzelnen Blutparameter im Zeitraum drei Monate ante partum bis ein Monat post partum im Mittel konstant bleiben.

## 4 Ergebnisse

### 4.1 Rotes Blutbild

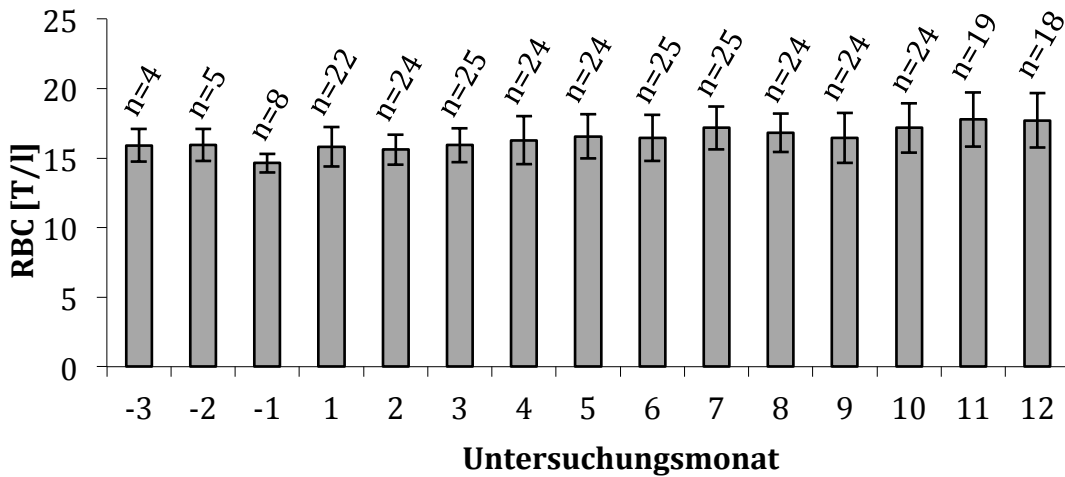
#### 4.1.1 Allgemeine Datenbeschreibung

Insgesamt wurden die Ergebnisse von 295 Blutproben in die Auswertung einbezogen. Die erhaltenen Werte waren annähernd normalverteilt, daher erfolgt ihre Beschreibung anhand ihrer Minimal-, Maximal-, sowie der arithmetischen Mittelwerte mit Standardabweichung (Tabellen 23 - 26, Abbildungen 1 - 8).

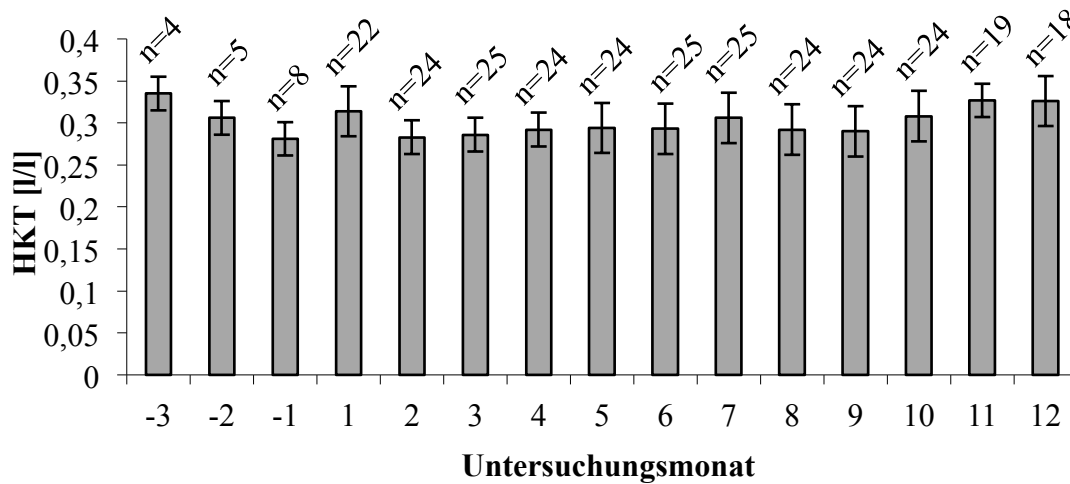
**Tab. 23: Parameter des roten Blutbildes (RBC: Erythrozytenzahl, HKT: Hämatokrit) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und größte ( $x_{\max}$ ) Wert sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

t	n	RBC [T/l]			HKT [l/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	14,15	16,60	15,92 ± 1,19	0,30	0,35	0,335 ± 0,02
-2	5	14,17	16,89	15,93 ± 1,15	0,28	0,33	0,306 ± 0,02
-1	8	13,92	15,71	14,64 ± 0,67	0,27	0,31	0,281 ± 0,02
1	22	13,23	18,18	15,83 ± 1,43	0,25	0,37	0,314 ± 0,03
2	24	12,71	17,21	15,61 ± 1,08	0,24	0,33	0,283 ± 0,02
3	25	13,18	18,56	15,93 ± 1,22	0,25	0,33	0,286 ± 0,02
4	24	13,13	20,29	16,29 ± 1,73	0,26	0,33	0,292 ± 0,02
5	24	12,57	20,30	16,56 ± 1,60	0,23	0,36	0,294 ± 0,03
6	25	13,39	20,83	16,46 ± 1,66	0,24	0,36	0,293 ± 0,03
7	25	13,42	19,74	17,17 ± 1,54	0,25	0,38	0,306 ± 0,03
8	24	13,45	19,67	16,82 ± 1,40	0,25	0,36	0,292 ± 0,03
9	24	12,80	19,37	16,44 ± 1,79	0,235	0,333	0,290 ± 0,03
10	24	13,91	19,72	17,17 ± 1,79	0,257	0,350	0,308 ± 0,03
11	19	14,37	21,60	17,78 ± 1,95	0,290	0,376	0,327 ± 0,02
12	18	14,52	23,35	17,71 ± 1,96	0,288	0,384	0,326 ± 0,03

n=Stichprobengröße; t=Blutprobenmonat



**Abb. 1: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Erythrozytenzahl (RBC) [T/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

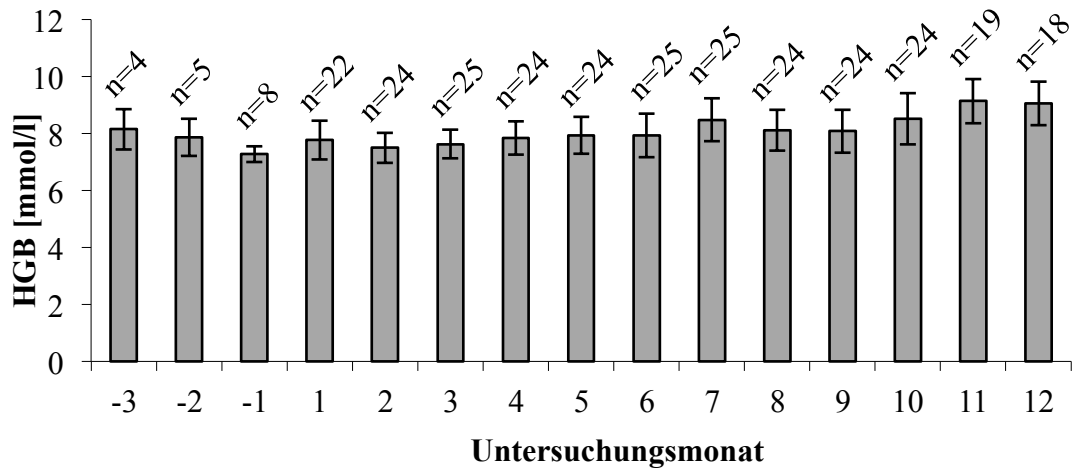


**Abb. 2: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung des Hämatokrit (HKT) [l/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

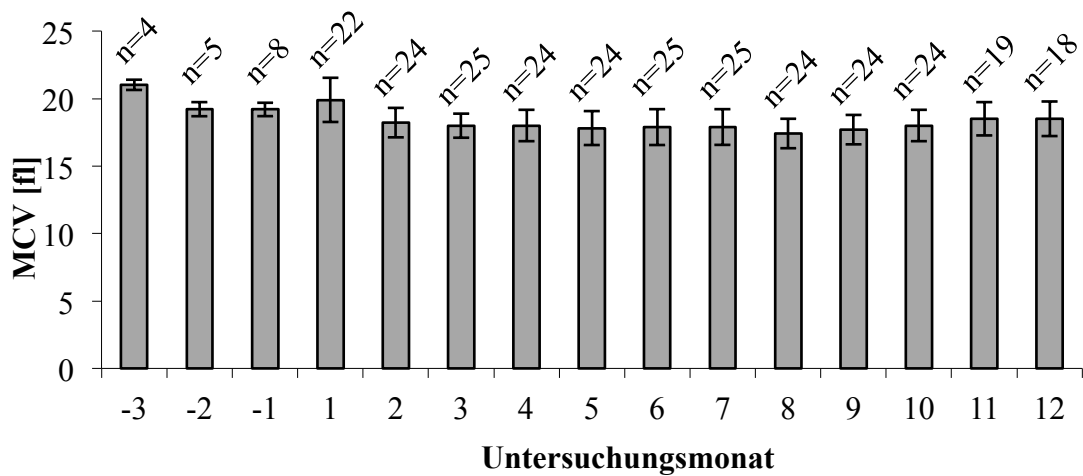
**Tab. 24: Parameter des roten Blutbildes (HGB: Hämoglobingehalt, MCV: mittleres Erythrozytenvolumen) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und größte ( $x_{\max}$ ) Wert sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

t	n	HGB [mmol/l]			MCV [fl]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	7,2	8,9	$8,2 \pm 0,7$	20,5	21,3	$21,0 \pm 0,4$
-2	5	6,9	8,6	$7,9 \pm 0,7$	18,4	19,7	$19,2 \pm 0,5$
-1	8	7,0	7,9	$7,3 \pm 0,3$	18,5	19,9	$19,2 \pm 0,5$
1	22	6,6	8,9	$7,8 \pm 0,7$	17,0	24,1	$19,9 \pm 1,6$
2	24	6,3	8,5	$7,5 \pm 0,5$	16,6	21,2	$18,2 \pm 1,1$
3	25	6,8	8,7	$7,6 \pm 0,5$	16,5	19,9	$18,0 \pm 0,9$
4	24	6,9	9,2	$7,8 \pm 0,6$	16,2	21,4	$18,0 \pm 1,2$
5	24	6,5	9,4	$7,9 \pm 0,7$	16,3	21,7	$17,8 \pm 1,3$
6	25	6,4	9,4	$7,9 \pm 0,8$	16,3	21,8	$17,9 \pm 1,3$
7	25	6,8	10,4	$8,5 \pm 0,8$	16,1	21,2	$17,9 \pm 1,3$
8	24	7,0	10,4	$8,1 \pm 0,7$	15,8	19,8	$17,4 \pm 1,1$
9	24	6,6	9,4	$8,1 \pm 0,8$	16,1	20,0	$17,7 \pm 1,1$
10	24	6,8	10,3	$8,5 \pm 0,9$	16,4	20,4	$18,0 \pm 1,2$
11	19	7,9	10,9	$9,1 \pm 0,8$	16,8	21,1	$18,5 \pm 1,2$
12	18	7,9	10,6	$9,1 \pm 0,8$	16,4	21,0	$18,5 \pm 1,3$

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 3: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung des Hämoglobin (HGB) [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



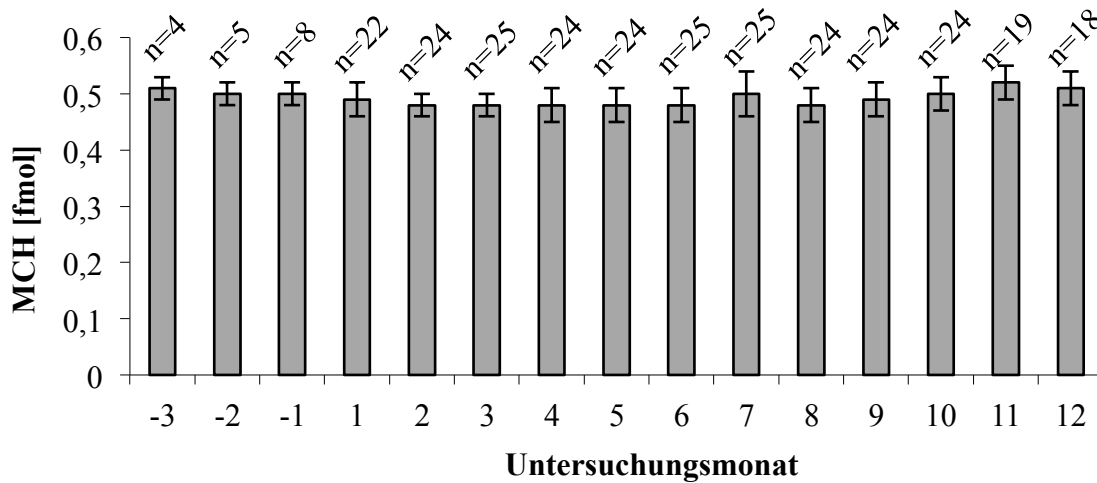
**Abb. 4: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung des mittleren Erythrozytenvolumen (MCV) [fl] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



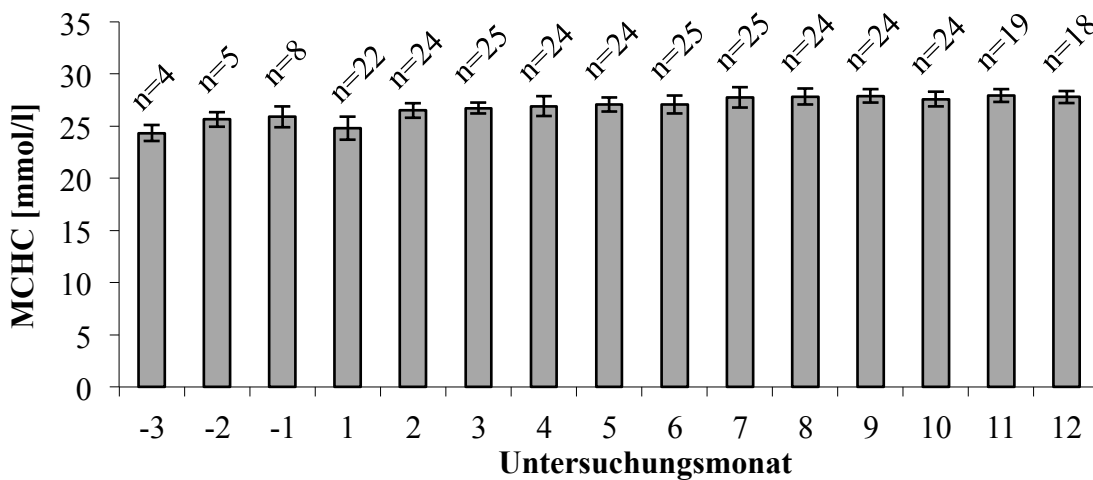
**Tab. 25: Parameter des roten Blutbildes (MCH: mittlerer Hämoglobingehalt der Erythrozyten, MCHC: mittlerer Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und größte ( $x_{\max}$ ) Wert sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{X} \pm s$ )**

t	n	MCH [fmol]			MCHC [mmol/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{X} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{X} \pm s$
-3	4	0,49	0,54	0,51 ± 0,02	23,88	25,48	24,34 ± 0,76
-2	5	0,47	0,51	0,50 ± 0,02	25,01	26,68	25,66 ± 0,71
-1	8	0,46	0,53	0,50 ± 0,02	24,26	27,20	25,89 ± 0,99
1	22	0,44	0,57	0,49 ± 0,03	23,61	27,60	24,81 ± 1,11
2	24	0,44	0,53	0,48 ± 0,02	25,03	27,75	26,51 ± 0,70
3	25	0,44	0,53	0,48 ± 0,02	25,77	27,61	26,73 ± 0,52
4	24	0,43	0,55	0,48 ± 0,03	25,61	29,88	26,90 ± 0,95
5	24	0,44	0,57	0,48 ± 0,03	26,09	28,68	27,08 ± 0,68
6	25	0,43	0,57	0,48 ± 0,03	25,48	28,98	27,07 ± 0,86
7	25	0,44	0,62	0,50 ± 0,04	26,24	29,80	27,77 ± 0,98
8	24	0,44	0,54	0,48 ± 0,03	26,64	29,51	27,84 ± 0,78
9	24	0,45	0,55	0,49 ± 0,03	26,88	29,48	27,91 ± 0,65
10	24	0,46	0,55	0,50 ± 0,03	26,30	29,38	27,59 ± 0,69
11	19	0,47	0,56	0,51 ± 0,03	26,68	29,00	27,93 ± 0,63
12	18	0,46	0,57	0,51 ± 0,03	26,74	28,94	27,80 ± 0,58

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 5:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung des mittleren Hämoglobingehalt der Erythrozyten (MCH) [fmoles] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

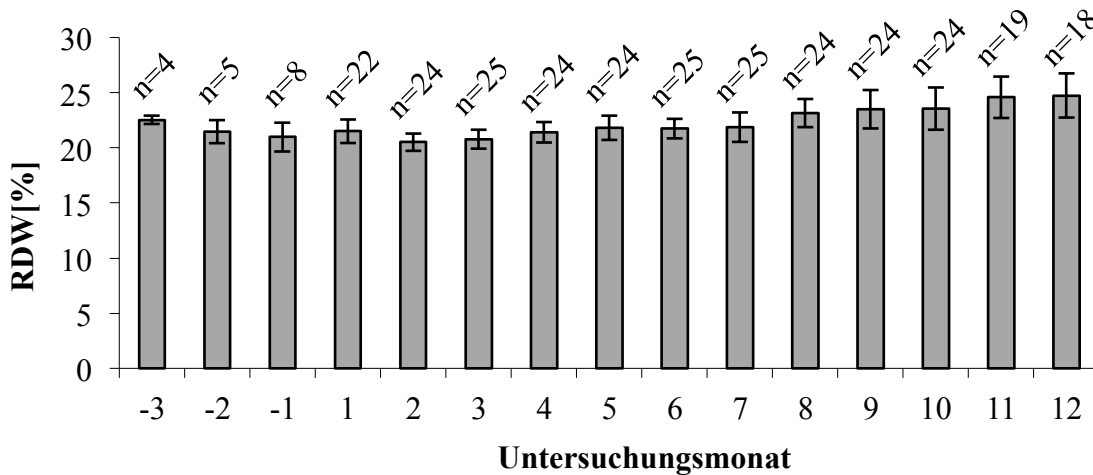


**Abb. 6:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung des mittleren Hämoglobingehalt des Einzelerythrozyten (MCHC) [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

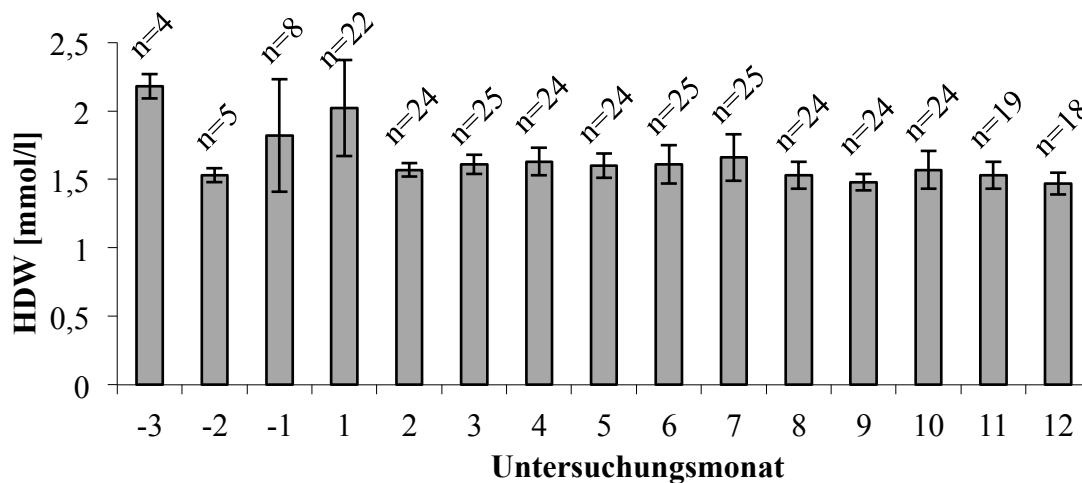
**Tab. 26: Parameter des roten Blutbildes (RDW: Erythrozytenverteilungsbreite, HDW: Hämoglobinverteilungsbreite) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und größte ( $x_{\max}$ ) Wert sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

t	n	RDW [%]			HDW [mmol/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	22,0	22,8	22,53 $\pm$ 0,38	2,07	2,28	2,18 $\pm$ 0,09
-2	5	20,4	23,1	21,48 $\pm$ 1,06	1,47	1,59	1,53 $\pm$ 0,05
-1	8	19,4	22,7	20,98 $\pm$ 1,32	1,47	2,37	1,82 $\pm$ 0,41
1	22	19,3	23,1	21,52 $\pm$ 1,08	1,45	2,39	2,02 $\pm$ 0,35
2	24	18,9	22,2	20,52 $\pm$ 0,79	1,45	1,68	1,57 $\pm$ 0,05
3	25	19,4	22,8	20,80 $\pm$ 0,87	1,50	1,77	1,61 $\pm$ 0,06
4	24	19,8	23,5	21,42 $\pm$ 0,94	1,50	1,93	1,63 $\pm$ 0,10
5	24	20,1	24,9	21,82 $\pm$ 1,10	1,45	1,77	1,61 $\pm$ 0,09
6	25	19,8	24,0	21,76 $\pm$ 0,90	1,33	1,87	1,61 $\pm$ 0,14
7	25	19,7	25,7	21,86 $\pm$ 1,34	1,41	2,10	1,66 $\pm$ 0,17
8	24	20,4	25,7	23,17 $\pm$ 1,29	1,41	1,82	1,53 $\pm$ 0,10
9	24	20,7	27,8	23,50 $\pm$ 1,76	1,40	1,60	1,48 $\pm$ 0,06
10	24	20,9	28,2	23,55 $\pm$ 1,93	1,41	2,11	1,57 $\pm$ 0,14
11	19	20,8	28,2	24,59 $\pm$ 1,88	1,39	1,80	1,53 $\pm$ 0,10
12	18	22,2	28,8	24,74 $\pm$ 2,00	1,39	1,68	1,47 $\pm$ 0,08

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 7:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Erythrozytenverteilungsbreite (RDW) [%] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme



**Abb. 8:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Hämoglobinverteilungsbreite (HDW) [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

#### **4.1.2 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums**

Im Vergleich des Zeitraums drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. bleiben die Mittelwerte der Parameter RBC ( $p = 0,0012$ ), HGB ( $p = 0,0071$ ), HKT ( $p < 0,0001$ ), MCHC ( $p = 0,0017$ ), RDW ( $p < 0,0001$ ) und HDW ( $p < 0,0001$ ) nicht konstant. Allein bei MCV und MCH sind die Veränderungen nicht signifikant. Im weiteren Verlauf des Untersuchungszeitraums verändern sich alle untersuchten Parameter des Roten Blutbildes signifikant ( $p < 0,0001$ ). Die Mittelwerte von RBC, HGB und HKT fallen zur Geburt hin ab und weisen im letzten Monat der Trächtigkeit die niedrigsten Werte des Untersuchungszeitraums auf. Im Geburtsmonat, sowie im weiteren Verlauf der Laktation steigen sie tendenziell an. Die höchsten Mittelwerte liegen bei RBC und HGB in den letzten beiden Monaten des Untersuchungszeitraums vor, bei HKT drei Monate vor der Geburt. MCV und MCH weisen tendenziell in den drei Monaten a. p. die höchsten Mittelwerte auf und sinken während des weiteren Verlaufs der Laktation ab. MCHC zeigt einen entgegen gerichteten Verlauf. Der niedrigste Mittelwert liegt drei Monate a. p. vor, anschließend steigen die Werte tendenziell an. Die Mittelwerte von RDW sinken zur Geburt hin tendenziell ab und steigen im Verlauf der Laktation bis auf Höchstwerte in den letzten beiden Monaten des Untersuchungszeitraums an. Der höchste HDW-Mittelwert liegt drei Monate a. p. vor, in der anschließenden Laktation sinken die Werte ab.

#### **4.1.3 Einfluss der Laktationsnummer**

Im Verlauf des Zeitraums drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Laktationsnummer und dem Niveau der Mittelwerte von RDW ( $p = 0,034$ ) und HDW ( $p = 0,007$ ). Mit steigender Laktationsnummer sinkt RDW um 0,62 % und HDW um 0,24 mmol/l. Ein Einfluss der Laktationsnummer während des Laktationsverlaufs auf die Parameter des Roten Blutbildes lässt sich statistisch nicht nachweisen.

#### **4.1.4 Einfluss der Laktationsleistung**

Durch die Milchmenge wird lediglich RDW signifikant beeinflusst ( $p = 0,026$ ). Mit der Zunahme der Milchmenge um ein kg sinkt der RDW um 0,34 %. Es lässt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt der Milch und den Mittelwerten der Parameter RBC ( $p = 0,0029$ ), HGB ( $p = 0,0006$ ), HKT ( $p = 0,011$ ) und HDW ( $p = 0,027$ ) nachweisen. Mit einer Zunahme des Milchfettgehalts um ein Prozent steigen die Mittelwerte von RBC um 0,46 G/l, von HGB um 0,27 mmol/l und des HKT um 0,008 l/l. Die HDW-

Mittelwerte sinken um 0,04 mmol/l. Durch den Eiweißgehalt der Milch wird lediglich der Parameter RBC beeinflusst ( $p=0,037$ ). Mit Zunahme des Eiweißgehaltes um ein Prozent steigen die Mittelwerte von RBC um 0,84 T/l. Die Zellzahl der Milch hat signifikanten Einfluss auf RBC ( $p = 0,041$ ) und MCV ( $p = 0,049$ ). Mit der Zunahme des Zellgehaltes um  $1 \times 10^3/\text{ml}$  sinkt RBC um 0,48 G/l und MCV steigt um 0,21 fl.

#### 4.1.5 Einfluss der Wurfgröße

Der Verlauf der Mittelwerte der Parameter des roten Blutbildes über die Laktation wird nicht von der Wurfgröße beeinflusst.

## 4.2 Thrombozyten (PLT) und Thrombozytenindizes PDW und MPV

### 4.2.1 Allgemeine Datenbeschreibung

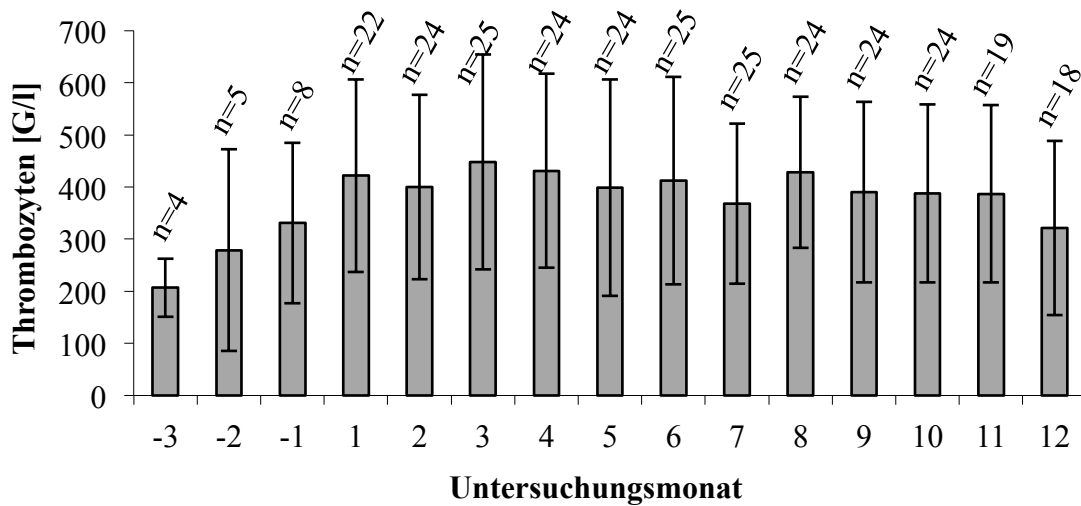
Die Thrombozytenzahl (PLT), sowie die Thrombozytenindizes Thrombozytenverteilungsbreite (PDW) und Mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) wurden von insgesamt 295 Blutproben statistisch ausgewertet. Die Werte von Thrombozytenzahl und PDW waren annähernd normalverteilt, daher erfolgt ihre Beschreibung anhand ihrer Minimal-, Maximal-, sowie arithmetischer Mittelwerte mit Standardabweichung (Tabelle 27; Abbildung 9 - 10). Aufgrund der rechtsschiefen Verteilung von MPV werden die Werte durch geometrisches Mittel und Streufaktor beschrieben (Abbildung 11).

**Tab. 27: Thrombozyten (PLT) und Thrombozytenverteilungsbreite (PDW) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

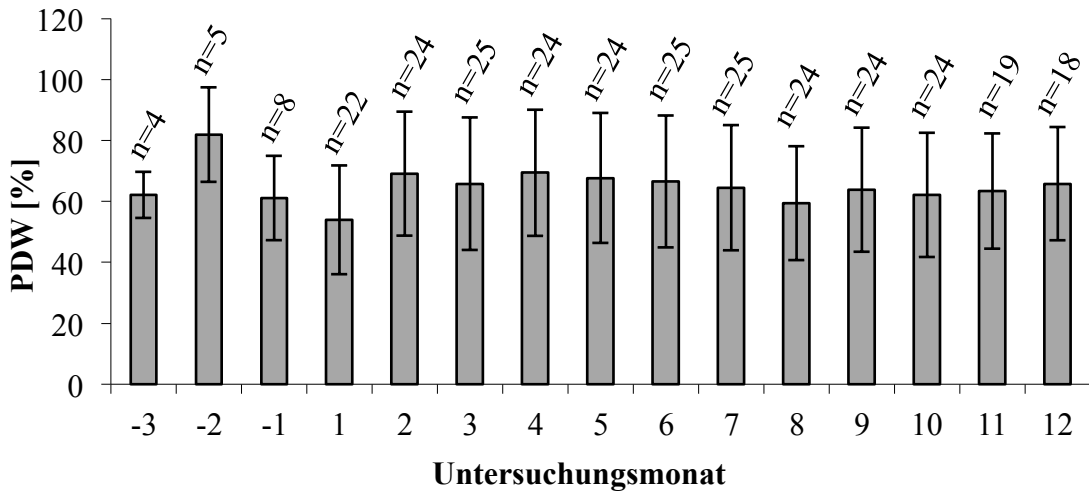
t	n	PLT [G/l]			PDW [%]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	164	288	$207 \pm 56$	51,0	68,3	$62,2 \pm 7,6$
-2	5	113	543	$279 \pm 194$	58,6	96,9	$81,9 \pm 15,5$
-1	8	55	550	$331 \pm 154$	42,2	80,6	$61,1 \pm 13,8$
1	22	104	801	$422 \pm 185$	34,1	96,9	$54,0 \pm 17,8$
2	24	89	719	$400 \pm 177$	41,1	98,4	$69,1 \pm 20,4$
3	25	49	740	$448 \pm 206$	39,0	99,6	$65,8 \pm 21,8$
4	24	37	765	$431 \pm 186$	39,6	106,8	$69,4 \pm 20,8$
5	24	20	740	$399 \pm 208$	39,3	104,8	$67,6 \pm 21,3$

<b>6</b>	25	24	678	412 ± 199	39,9	103,1	66,5 ± 21,7
<b>7</b>	25	56	620	368 ± 154	39,2	98,5	64,5 ± 20,5
<b>8</b>	24	24	677	428 ± 145	38,4	93,2	59,4 ± 18,7
<b>9</b>	24	32	685	390 ± 173	40,8	92,9	63,9 ± 20,4
<b>10</b>	24	54	649	388 ± 171	38,8	94,4	62,1 ± 20,4
<b>11</b>	19	40	710	387 ± 170	42,0	92,6	63,4 ± 19,0
<b>12</b>	18	33	666	321 ± 169	39,3	91,4	65,8 ± 18,5

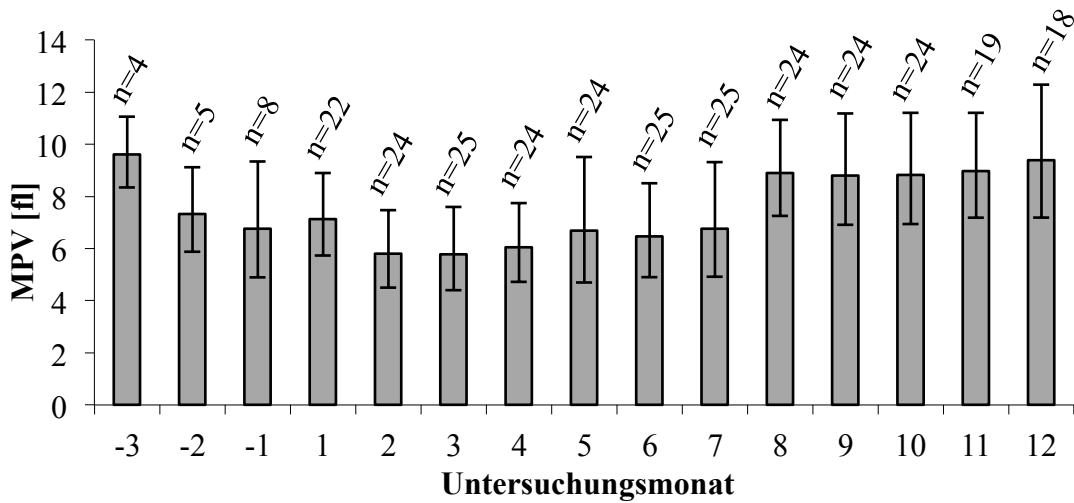
n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 9: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Thrombozytenzahl (PLT) [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 10: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Thrombozytenverteilungsbreite (PDW) [%] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 11: Geometrisches Mittel und Streufaktor des mittleren Thrombozytenvolumens (MPV) [fl] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



#### **4.2.2 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums**

Drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. verändern sich die Mittelwerte der Thrombozytenzahlen signifikant ( $p < 0,0001$ ). Zur Geburt und dem ersten Laktationsmonat hin steigen sie tendenziell an, im weiteren Verlauf der Laktation verändern sie sich nicht signifikant. Das MPV verändert sich im Zeitraum drei Monate a. p. bis zum Geburtsmonat signifikant ( $p < 0,0001$ ). Die Mittelwerte sinken in diesem Zeitraum ab. Auch im weiteren Verlauf der Laktation verändern sich die Mittelwerte signifikant ( $p < 0,0001$ ) und steigen tendenziell an. Der PDW fällt sowohl zur Geburt hin ( $p < 0,001$ ) als auch im weiteren Verlauf der Laktation ( $p < 0,0001$ ) ab.

#### **4.2.3 Einfluss der Laktationsnummer**

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem MPV ( $p = 0,042$ ) und der Laktationsnummer. Mit zunehmender Laktationsnummer steigt das MPV um 0,89 fl. Im weiteren Verlauf der Laktation kann kein signifikanter Einfluss der Laktationsnummer auf die Anzahl der Thrombozyten, MPV und PDW nachgewiesen werden.

#### **4.2.4 Einfluss der Laktationsleistung**

Die Milchmenge hat lediglich auf das MPV einen signifikanten Einfluss ( $p < 0,0001$ ). Mit der Zunahme der Milchmenge um ein kg sinkt MPV um 0,048 fl. Es besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Zellzahl und dem MPV ( $p < 0,0006$ ), PDW ( $p < 0,0013$ ), sowie der Thrombozytenzahl ( $p = 0,0066$ ). Mit der Zunahme der Zellzahl um  $1 \times 10^3/\text{ml}$  steigt das MPV um 0,04 fl und der PDW um 5,9 %, die Thrombozyten sinken um 58,7 G/l. Ein signifikanter Einfluss von Fett- und Eiweißgehalt kann nicht festgestellt werden.

#### **4.2.5 Einfluss der Wurfgröße**

Die Verläufe der Mittelwerte von Thrombozytenzahl, MPV und PDW während der Laktation unterscheiden sich nicht signifikant zwischen Einlings- und Mehrlingsgeburten.

### **4.3 Weißes Blutbild und Differentialblutbild**

#### **4.3.1 Allgemeine Datenbeschreibung**

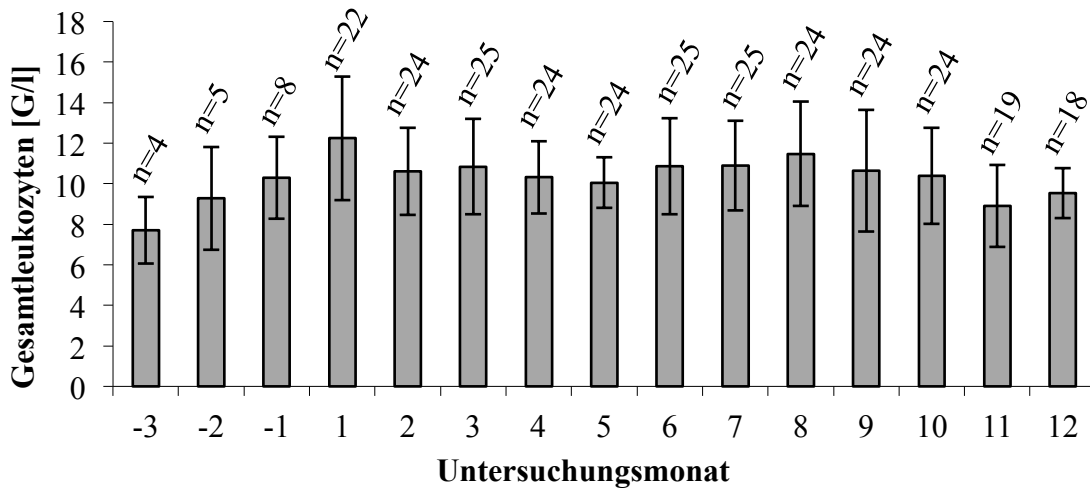
Die Ergebnisse der Weißen Blutbilder und der Differentialblutbilder von 295 Blutproben wurden ausgewertet. Gesamtleukozyten- und Lymphozytenzahlen waren annähernd normalverteilt, ihre Beschreibung erfolgt anhand der Minimal-, Maximal-, sowie der

arithmetischen Mittelwerte mit Standardabweichung (Tabelle 28, Abbildungen 12 - 13). Die Werte der Neutrophilen, Eosinophilen und Basophilen Granulozyten sowie der Monozyten waren rechtsschief verteilt, weshalb die graphische Darstellung anhand geometrischer Mittelwerte und Streufaktoren erfolgt (Abbildungen 14 - 17).

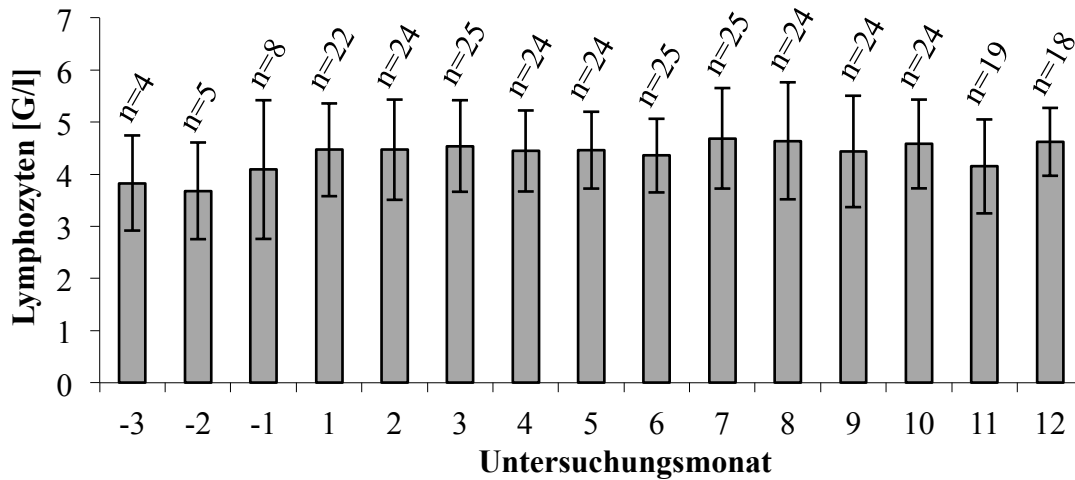
**Tab. 28: Parameter des weißen Blutbildes (Gesamtleukozyten und Lymphozyten) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3). Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

t	n	Gesamtleukozyten [G/l]			Lymphozyten [G/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	6,20	10,03	7,70 ± 1,65	2,70	4,79	3,83 ± 0,91
-2	5	6,86	12,01	9,28 ± 2,54	2,61	4,99	3,68 ± 0,93
-1	8	7,68	12,77	10,30 ± 2,03	1,93	6,34	4,09 ± 1,33
1	22	7,68	18,78	12,24 ± 3,05	2,78	6,21	4,47 ± 0,89
2	24	8,10	15,53	10,60 ± 2,15	2,35	6,15	4,47 ± 0,96
3	25	7,71	16,93	10,84 ± 2,35	2,16	6,53	4,54 ± 0,88
4	24	6,82	13,64	10,32 ± 1,79	2,62	6,46	4,45 ± 0,78
5	24	8,08	12,88	10,05 ± 1,25	2,97	5,88	4,46 ± 0,74
6	25	7,43	17,03	10,85 ± 2,37	3,12	6,59	4,36 ± 0,71
7	25	7,23	14,85	10,90 ± 2,22	2,92	7,28	4,69 ± 0,97
8	24	6,39	16,27	11,47 ± 2,57	2,46	7,26	4,64 ± 1,12
9	24	4,31	20,10	10,63 ± 3,00	2,30	6,65	4,44 ± 1,07
10	24	5,80	16,65	10,39 ± 2,38	3,06	6,22	4,58 ± 0,85
11	19	5,89	13,86	8,91 ± 2,03	2,71	6,79	4,15 ± 0,90
12	18	7,53	12,10	9,53 ± 1,24	3,69	5,87	4,62 ± 0,65

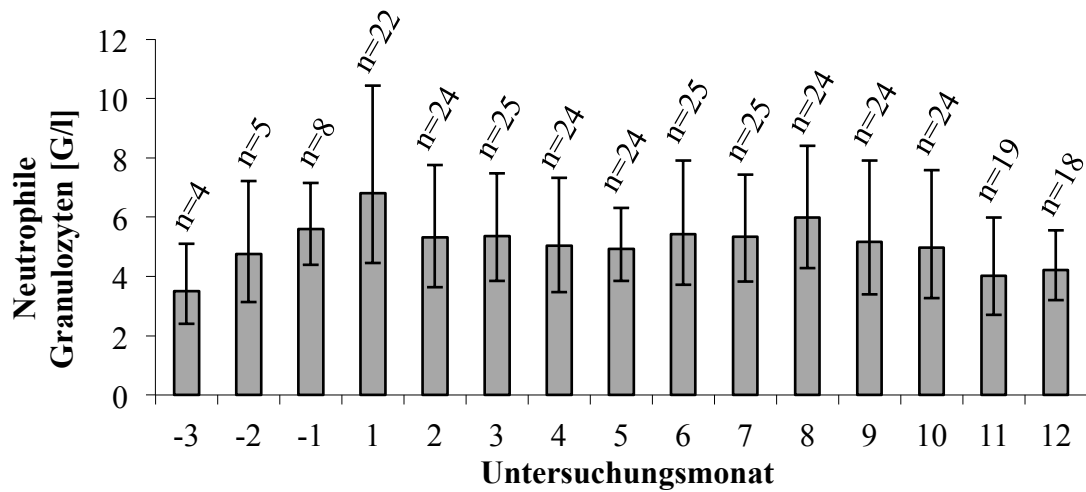
n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



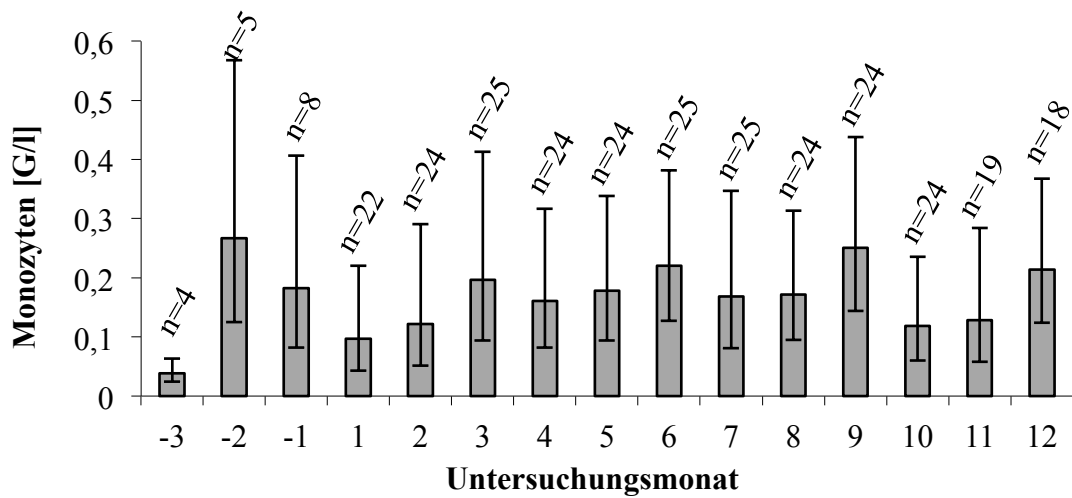
**Abb. 12:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Gesamtleukozyten (WBC) [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme



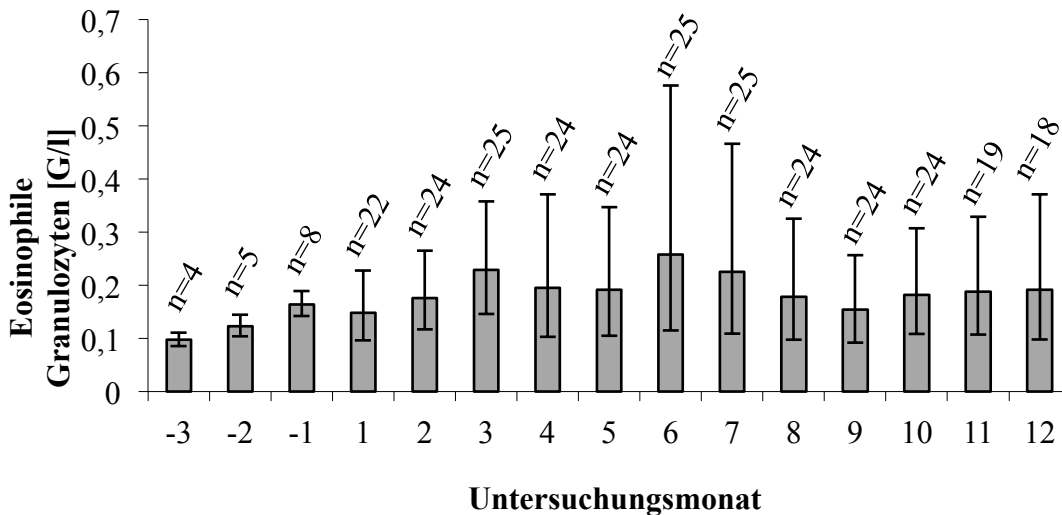
**Abb. 13:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Lymphozyten [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme



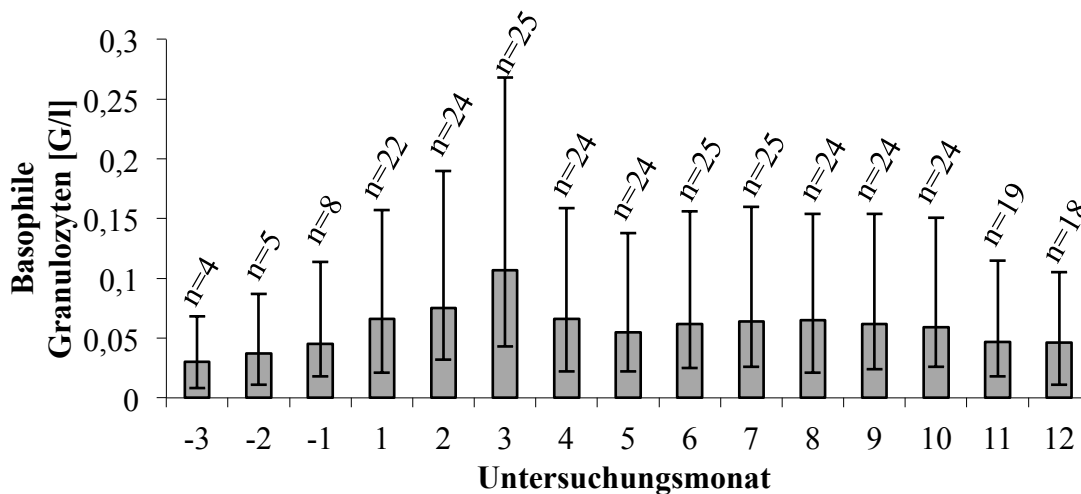
**Abb. 14: Geometrischer Mittelwert und Streufaktor der Neutrophilen Granulozyten [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 15: Geometrischer Mittelwert und Streufaktor der Monozyten [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 16: Geometrischer Mittelwert und Streufaktor der Eosinophilen Granulozyten [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 17: Geometrischer Mittelwert und Streufaktor der Basophilen Granulozyten [G/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

#### 4.3.2 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis zum Geburtsmonat verändern sich die Mittelwerte der Gesamtleukozyten ( $p = 0,0051$ ), Neutrophilen ( $p = 0,0006$ ), Eosinophilen ( $p = 0,0004$ ) und Basophilen ( $p = 0,0005$ ) Granulozyten, sowie Monozyten ( $p < 0,0001$ ) signifikant. Lediglich die Mittelwerte der Lymphozyten bleiben in diesem Zeitraum konstant. Die

Gesamtleukozyten und Neutrophilen Granulozyten steigen zur Geburt hin an und weisen im Geburts- und somit ersten Laktationsmonat die höchsten Mittelwerte des gesamten Untersuchungszeitraums auf. Auch die Eosinophilen und Basophilen Granulozyten nehmen in diesem Zeitraum zu. Lediglich die Monozyten fallen zur Geburt hin tendenziell ab. Die Werte aller untersuchten Parameter des Weißen Blutbilds verändern sich während des weiteren Laktationsverlaufs signifikant. Die Gesamtleukozyten ( $p < 0,0001$ ) und die Neutrophilen Granulozyten ( $p < 0,0001$ ) zeigen in diesem Zeitraum einen leichten Abwärtstrend. Die Lymphozyten ( $p < 0,0001$ ) steigen dezent an, ebenso die Monozyten ( $p < 0,0001$ ). Die Eosinophilen Granulozyten ( $p = 0,0073$ ) zeigen besonders zu Beginn der Laktation eine ansteigende Tendenz. Nach einer weiteren Zunahme bis zum dritten Laktationsmonat fallen die Mittelwerte der Basophilen Granulozyten ( $p < 0,0001$ ) im weiteren Verlauf des Untersuchungszeitraums ab.

#### **4.3.3 Einfluss der Laktationsnummer**

Drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. wird die Zahl der Lymphozyten ( $p = 0,0025$ ) und Monozyten ( $p = 0,001$ ) durch die Laktationsnummer beeinflusst. Mit zunehmender Laktationsnummer nehmen die Lymphozyten im Durchschnitt pro weitere Laktation um 0,67 G/l ab und die Monozyten um den Faktor 1,62 pro weitere Laktation zu. Im weiteren Verlauf der Laktation hat die Laktationsnummer lediglich auf die Anzahl der Lymphozyten einen signifikanten Einfluss ( $p = 0,026$ ). Pro Laktationsnummer nimmt ihre Zahl rechnerisch um 0,4 G/l ab.

#### **4.3.4 Einfluss der Laktationsleistung**

Die Milchmenge weist einen signifikanten Zusammenhang mit der Anzahl der Monozyten ( $p = 0,0005$ ) auf. Mit Zunahme der Milchleistung um ein kg steigt die Monozytenzahl um 0,05 G/l. Zudem beeinflusst der Eiweißgehalt der Milch signifikant die Konzentration der Eosinophilen Granulozyten ( $p = 0,033$ ). Mit Zunahme des Eiweißgehaltes um ein Prozent steigen die Mittelwerte der Eosinophilen Granulozyten um 0,7 G/l.

#### **4.3.5 Einfluss der Wurfgröße**

Ein signifikanter Unterschied zwischen Einlings- und Zwillingsgeburten im Weißen Blutbild konnte nicht festgestellt werden.

#### 4.4 Klinisch-chemische Parameter

##### 4.4.1 Elektrolyte

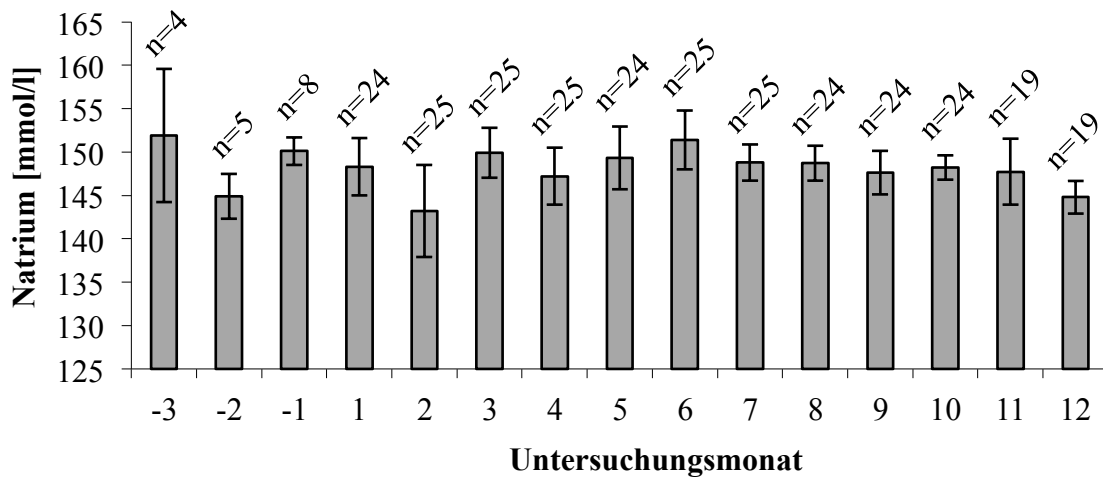
##### 4.4.1.1 Allgemeine Datenbeschreibung

Insgesamt wurden in 300 Serumproben die Konzentrationen der Elektrolyte Natrium, Kalium, Gesamtkalzium, Phosphat und Magnesium ausgewertet. Die Ergebnisse waren annähernd normalverteilt. Ihre Darstellung erfolgt in den Tabellen 29 - 31, sowie in den Abbildungen 18 - 22.

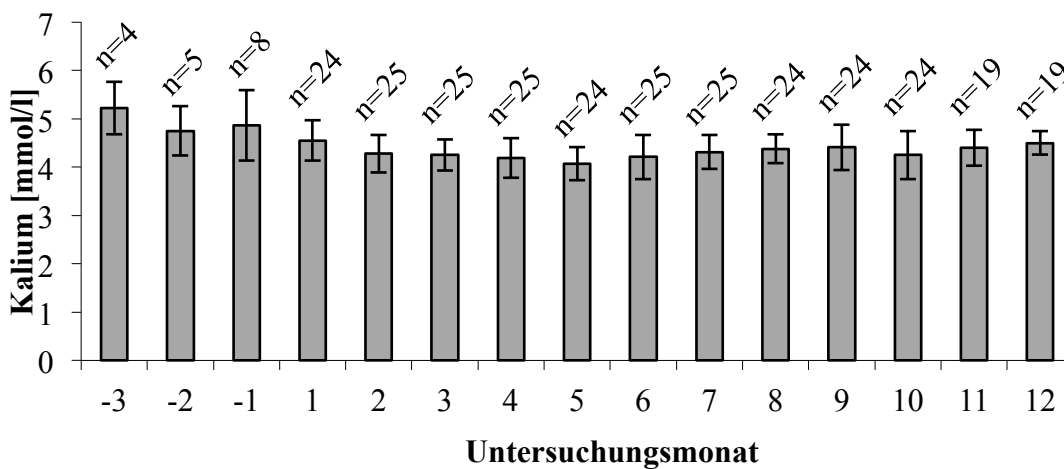
**Tab. 29: Konzentration der Elektrolyte Natrium und Kalium bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{X} \pm s$ )**

t	n	Natrium [mmol/l]			Kalium [mmol/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{X} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{X} \pm s$
-3	4	145,5	163,1	151,9 ± 7,7	4,76	6,00	5,22 ± 0,54
-2	5	140,5	147,3	144,9 ± 2,6	3,92	5,18	4,75 ± 0,51
-1	8	147,9	152,1	150,1 ± 1,6	3,50	5,66	4,86 ± 0,73
1	24	139,1	155,6	148,3 ± 3,3	3,49	5,19	4,55 ± 0,42
2	25	136,3	152,3	143,2 ± 5,3	3,75	5,17	4,28 ± 0,39
3	25	144,4	155,1	149,9 ± 2,9	3,70	5,20	4,25 ± 0,32
4	25	139,0	153,6	147,2 ± 3,3	3,23	5,14	4,19 ± 0,41
5	24	142,4	155,5	149,3 ± 3,6	3,30	4,75	4,07 ± 0,34
6	25	144,1	156,6	151,4 ± 3,4	3,30	5,31	4,21 ± 0,46
7	25	144,5	152,5	148,8 ± 2,1	3,63	4,83	4,31 ± 0,35
8	24	145,1	152,2	148,7 ± 2,0	3,81	5,08	4,38 ± 0,30
9	24	142,0	151,4	147,6 ± 2,5	3,78	5,30	4,41 ± 0,47
10	24	145,8	151,0	148,2 ± 1,4	3,15	5,42	4,25 ± 0,50
11	19	141,0	153,9	147,7 ± 3,8	3,60	4,81	4,40 ± 0,37
12	19	141,5	147,9	144,8 ± 1,9	3,95	4,86	4,50 ± 0,24

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 18: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Natrium [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



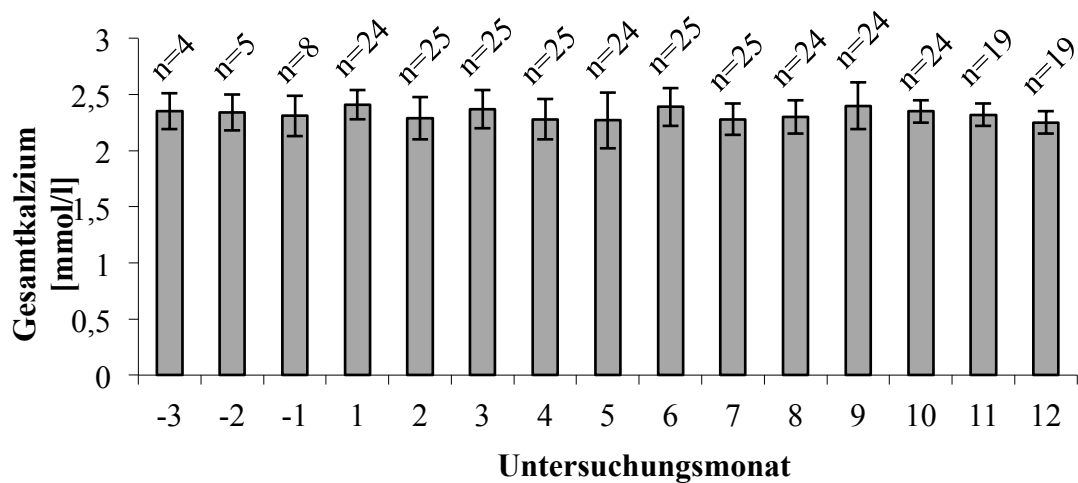
**Abb. 19: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Kalium [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



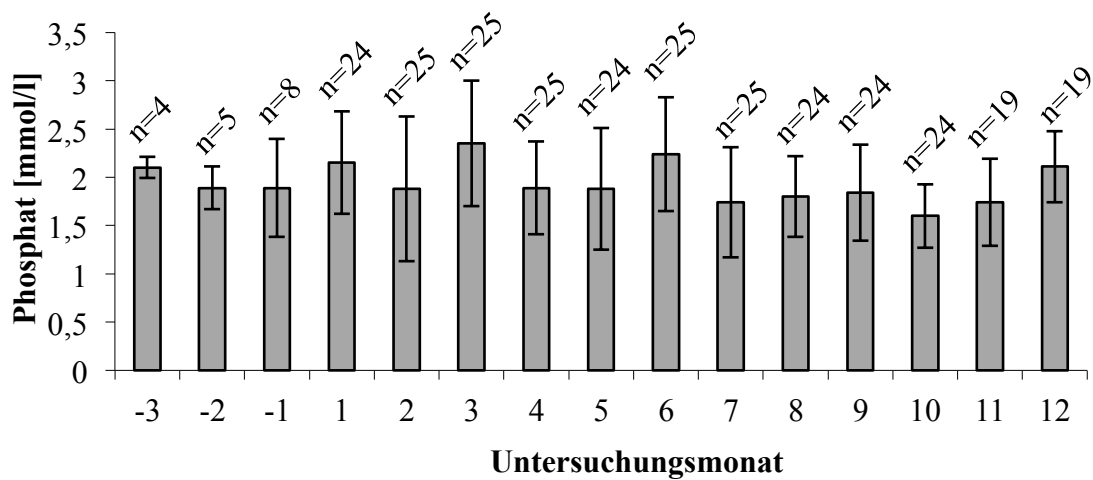
**Tab. 30: Konzentration der Elektrolyte Gesamtkalzium und Phosphat bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

t	n	Gesamtkalzium [mmol/l]			Phosphat [mmol/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	2,11	2,45	2,35 ± 0,16	1,94	2,19	2,10 ± 0,11
-2	5	2,19	2,61	2,34 ± 0,16	1,65	2,16	1,89 ± 0,22
-1	8	1,89	2,44	2,31 ± 0,18	1,11	2,49	1,89 ± 0,51
1	24	2,10	2,64	2,41 ± 0,13	0,91	3,01	2,15 ± 0,53
2	25	1,94	2,56	2,29 ± 0,19	0,79	4,67	1,88 ± 0,75
3	25	1,95	2,65	2,37 ± 0,17	1,26	3,83	2,35 ± 0,65
4	25	1,85	2,51	2,28 ± 0,18	1,09	2,67	1,89 ± 0,48
5	24	1,71	2,56	2,27 ± 0,25	0,68	3,63	1,88 ± 0,63
6	25	2,10	2,85	2,39 ± 0,17	0,89	3,59	2,24 ± 0,59
7	25	2,03	2,55	2,28 ± 0,14	0,93	2,74	1,74 ± 0,57
8	24	2,04	2,80	2,30 ± 0,15	1,16	2,66	1,80 ± 0,42
9	24	1,95	2,84	2,40 ± 0,21	1,03	3,06	1,84 ± 0,50
10	24	2,20	2,64	2,35 ± 0,10	1,07	2,36	1,60 ± 0,33
11	19	2,14	2,52	2,32 ± 0,10	0,84	2,45	1,74 ± 0,45
12	19	2,05	2,41	2,25 ± 0,10	1,60	2,75	2,11 ± 0,37

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 20: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Gesamtkalzium [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

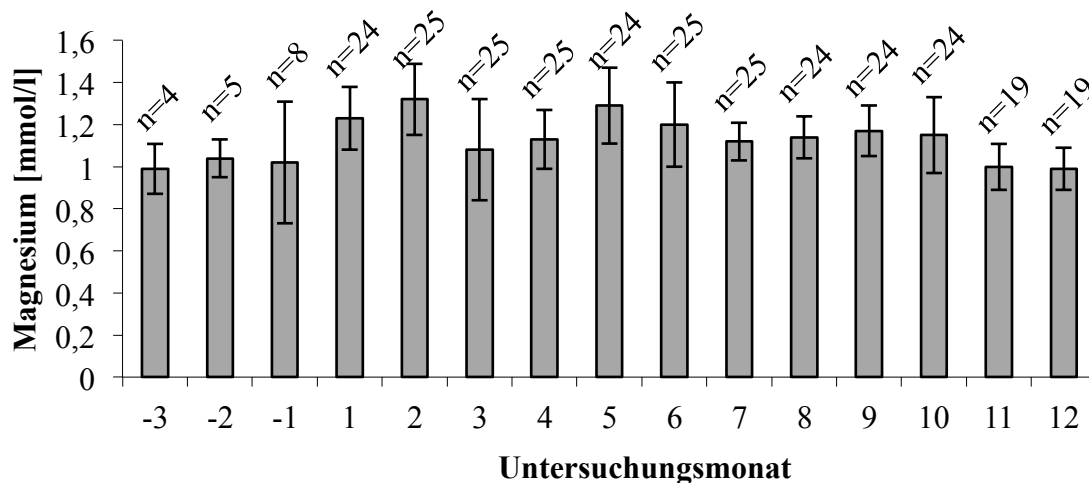


**Abb. 21: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Phosphat [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

**Tab. 31: Konzentration des Elektrolyts Magnesium bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

<b>t</b>	<b>n</b>	<b>Magnesium [mmol/l]</b>		
		<b><math>x_{\min}</math></b>	<b><math>x_{\max}</math></b>	<b><math>\bar{x} \pm s</math></b>
<b>-3</b>	4	0,83	1,09	0,99 ± 0,12
<b>-2</b>	5	0,92	1,16	1,04 ± 0,09
<b>-1</b>	8	0,68	1,57	1,02 ± 0,29
<b>1</b>	24	0,99	1,64	1,23 ± 0,15
<b>2</b>	25	0,99	1,67	1,32 ± 0,17
<b>3</b>	25	0,72	1,48	1,08 ± 0,24
<b>4</b>	25	0,92	1,44	1,13 ± 0,14
<b>5</b>	24	0,93	1,64	1,29 ± 0,18
<b>6</b>	25	0,91	1,64	1,20 ± 0,20
<b>7</b>	25	0,96	1,34	1,12 ± 0,09
<b>8</b>	24	0,90	1,35	1,14 ± 0,10
<b>9</b>	24	0,94	1,41	1,17 ± 0,12
<b>10</b>	24	0,81	1,51	1,15 ± 0,18
<b>11</b>	19	0,80	1,19	1,00 ± 0,11
<b>12</b>	19	0,88	1,19	0,99 ± 0,10

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 22: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Magnesium [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

#### 4.4.1.2 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums

Die Mittelwerte der Konzentration von Natrium verändern sich im Zeitraum drei Monate a. p. bis zur Geburt signifikant ( $p = 0,02$ ), ebenso im weiteren Verlauf der Laktation ( $p < 0,0001$ ). Der niedrigste Mittelwert liegt drei Monate a. p. vor, der höchste Mittelwert sechs Monate a. p. Die Mittelwerte der Kaliumkonzentration bleiben im Zeitraum drei Monate a. p. bis zur Geburt nicht konstant ( $p = 0,018$ ), sondern sinken ab. Im weiteren Laktationsverlauf verändern sie sich ebenfalls signifikant ( $p = 0,03$ ). Einem weiter anhaltenden Absinken bis in den fünften Laktationsmonat folgt ein Anstieg bis zum Ende des Untersuchungszeitraums. Die Phosphatkonzentration weist bis in den Geburtsmonat keine signifikanten Mittelwertveränderungen auf. Im weiteren Verlauf der Laktation verändern sich die Mittelwerte signifikant ( $p < 0,0001$ ). Höchstwerte finden sich in Monat eins, drei und sechs p. p. Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. bleiben auch die Mittelwerte der Magnesiumkonzentration nicht konstant ( $p = 0,028$ ). Einem tendenziellen Anstieg mit Höchstwerten in Laktationsmonat eins und zwei folgen signifikante Veränderungen ( $p < 0,0001$ ). Die Mittelwerte sinken bis zum Ende des Untersuchungszeitraums ab und erreichen in Monat elf und zwölf das vorgeburtliche Niveau. Die Konzentration von Gesamtkalzium verändert sich im Zeitraum bis zum ersten Laktationsmonat nicht signifikant. Im weiteren Laktationsverlauf hingegen bleiben die Mittelwerte nicht konstant ( $p = 0,0002$ ). Zwar liegt kein einheitlicher Trend vor, jedoch liegen die Mittelwerte im fünften Laktationsmonat signifikant ( $p = 0,034$ ) unter, sowie in den Monaten sechs ( $p = 0,015$ ) und neun ( $p = 0,0087$ ) signifikant oberhalb des Gesamtmittelwertes dieses Zeitraums.

#### **4.4.1.3 Einfluss der Laktationsnummer**

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis zum ersten Laktationsmonat besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen den Mittelwerten der Elektrolytkonzentrationen und der Laktationsnummer. Im Verlauf der Laktation unterscheiden sich die Mittelwerte der Gesamtkalziumkonzentration jedoch signifikant zwischen den Laktationsnummern ( $p = 0,045$ ); sie nehmen mit steigender Laktationsnummer um  $0,05 \text{ mmol/l}$  ab.

#### **4.4.1.4 Einfluss der Laktationsleistung**

Die Natriumkonzentration wird durch die Milchmenge signifikant ( $p = 0,0011$ ) beeinflusst; mit steigender Milchleistung um ein Kilogramm sinkt die Natriumkonzentration um  $1,06 \text{ mmol/l}$ . Durch einen steigenden Eiweißgehalt um ein Prozent nimmt Natrium um  $1,87 \text{ mmol/l}$  ab ( $p = 0,038$ ).

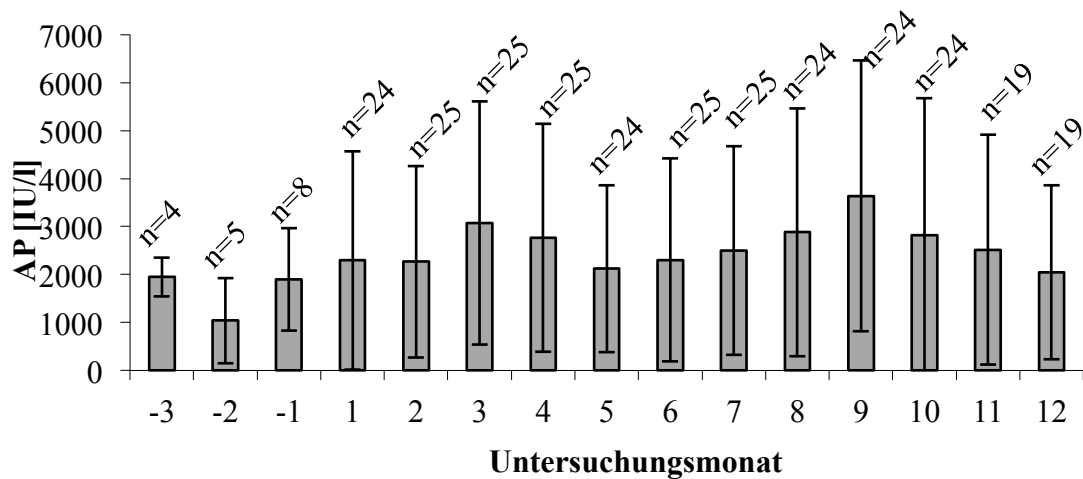
#### **4.4.1.5 Einfluss der Wurfgröße**

Die Natriumkonzentration wird während der Laktation von der Wurfgröße beeinflusst ( $p = 0,044$ ). Bei Einlingsgebärenden liegen die Werte  $0,4 \text{ mmol/l}$  über dem Durchschnitt.

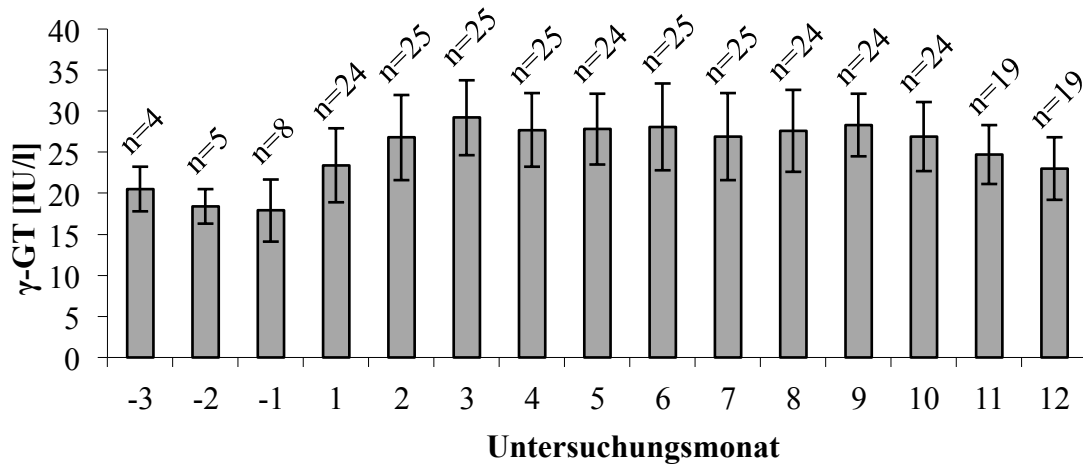
### **4.4.2 Enzymaktivitäten**

#### **4.4.2.1 Allgemeine Datenbeschreibung**

Die Bestimmung der Enzymaktivitäten erfolgte in insgesamt 300 Serumproben. Die Ergebnisse von Alkalischer Phosphatase (AP) und  $\gamma$ -Glutamyl-Transferase ( $\gamma$ -GT) waren normalverteilt (Abbildungen 23 - 24, Tabelle 32). Die Werte der Aspartat-Amino-Transferase (AST), Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) und Kreatinkinase (CK) waren rechtsschief verteilt, ihre Darstellung erfolgt anhand von geometrischem Mittelwert und Streufaktor in den Abbildungen 25 - 27.



**Abb. 23:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Aktivität der Alkalischen Phosphatase (AP) [IU/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

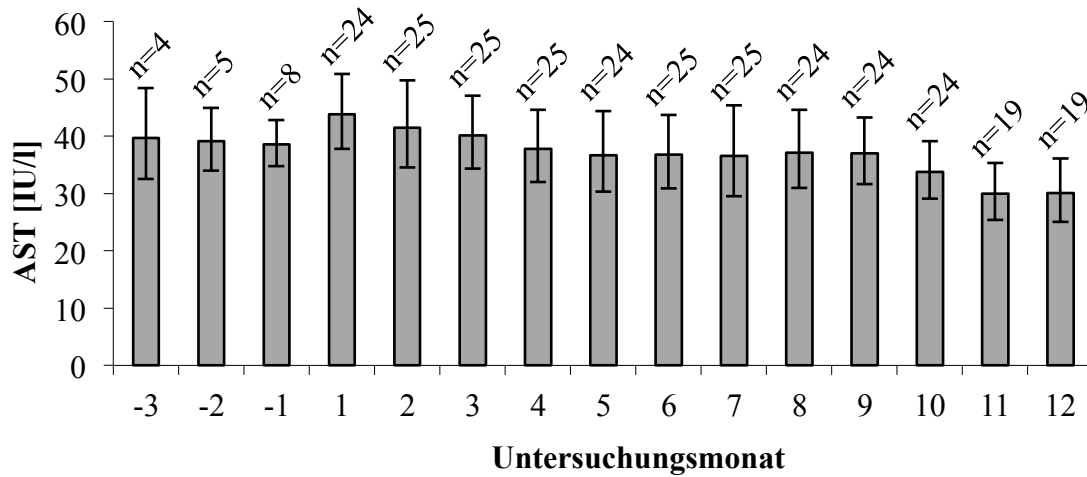


**Abb. 24:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Aktivität der Gamma-Glutamyl-Transferase ( $\gamma$ -GT) [IU/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

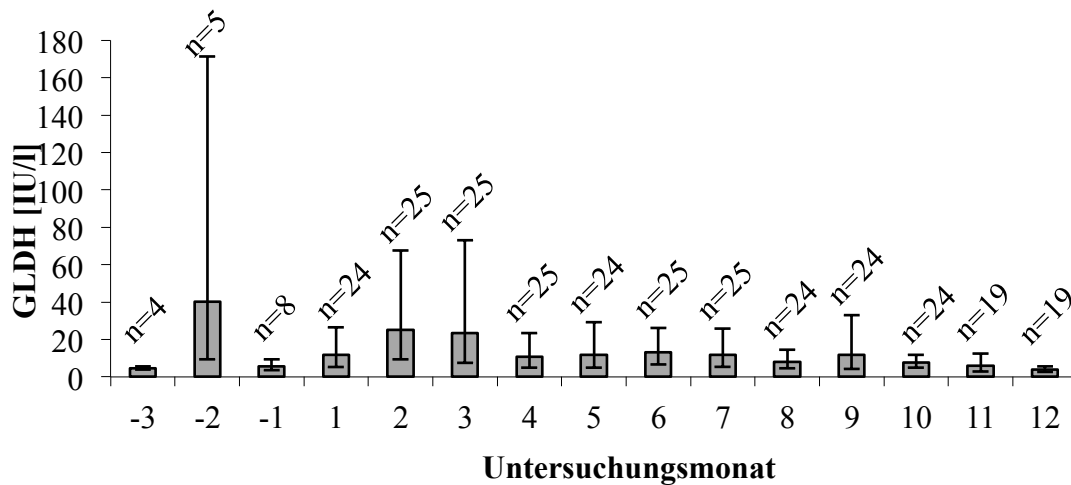
**Tab. 32: Aktivität der Enzyme Gamma-Glutamyl-Transferase ( $\gamma$ -GT) und Alkalische Phosphatase (AP) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

<b>t</b>	<b>n</b>	<b><math>\gamma</math>-GT (IU/l)</b>			<b>AP (IU/l)</b>		
		<b><math>x_{\min}</math></b>	<b><math>x_{\max}</math></b>	<b><math>\bar{x} \pm s</math></b>	<b><math>x_{\min}</math></b>	<b><math>x_{\max}</math></b>	<b><math>\bar{x} \pm s</math></b>
<b>-3</b>	4	17	23	20,5 $\pm$ 2,7	1384	2336	1948 $\pm$ 404
<b>-2</b>	5	17	22	18,4 $\pm$ 2,1	134	2166	1039 $\pm$ 891
<b>-1</b>	8	14	26	17,9 $\pm$ 3,8	106	3780	1894 $\pm$ 1069
<b>1</b>	24	13	31	23,4 $\pm$ 4,5	56	6530	2295 $\pm$ 2277
<b>2</b>	25	19	38	26,8 $\pm$ 5,2	108	5950	2268 $\pm$ 1998
<b>3</b>	25	19	38	29,2 $\pm$ 4,6	124	7870	3075 $\pm$ 2535
<b>4</b>	25	18	38	27,7 $\pm$ 4,5	90	6860	2760 $\pm$ 2376
<b>5</b>	24	18	39	27,8 $\pm$ 4,3	104	5500	2124 $\pm$ 1742
<b>6</b>	25	20	39	28,1 $\pm$ 5,3	100	6860	2301 $\pm$ 2114
<b>7</b>	25	19	44	26,9 $\pm$ 5,3	64	7210	2502 $\pm$ 2176
<b>8</b>	24	20	39	27,6 $\pm$ 5,0	90	8070	2880 $\pm$ 2585
<b>9</b>	24	21	36	28,3 $\pm$ 3,8	120	8030	3636 $\pm$ 2825
<b>10</b>	24	19	38	26,9 $\pm$ 4,2	120	8850	2820 $\pm$ 2849
<b>11</b>	19	19	31	24,7 $\pm$ 3,6	110	7120	2514 $\pm$ 2395
<b>12</b>	19	17	30	23,0 $\pm$ 3,8	130	5820	2044 $\pm$ 1810

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat

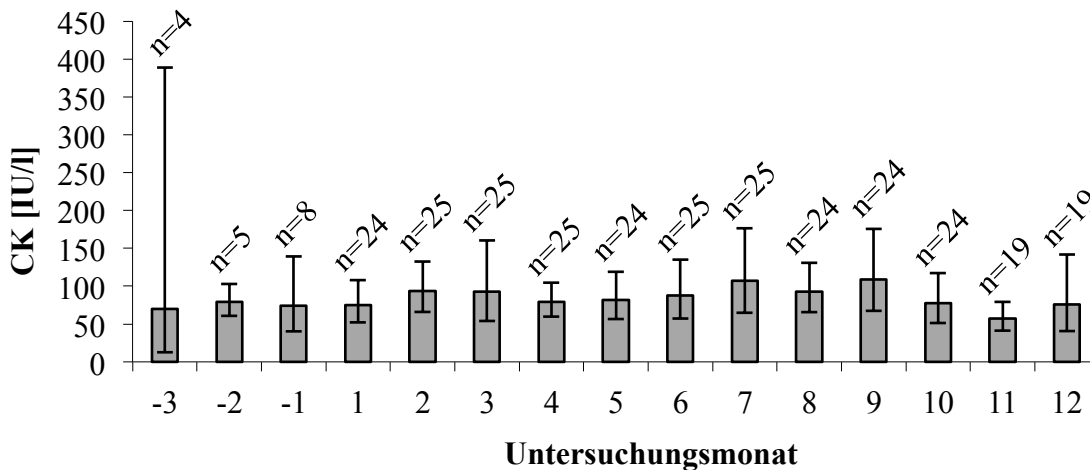


**Abb. 25: Geometrisches Mittel und Streufaktor der Aktivität der Aspartat-Amino-Transferase (AST) [IU/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 26: Geometrisches Mittel und Streufaktor der Aktivität der Glutamat-Dehydrogenase (GLDH) [IU/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**





**Abb. 27: Geometrisches Mittel und Streufaktor der Aktivität der Kreatinkinase (CK) [IU/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

#### 4.4.2.2 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums

Die Mittelwerte der Aktivität der  $\gamma$ -GT verändern sich während des gesamten Untersuchungszeitraums signifikant ( $p < 0,0001$ ). Bis einen Monat vor der Geburt sinken die Werte tendenziell ab, im Geburtsmonat erfolgt ein Anstieg, der bis in den dritten Laktationsmonat anhält. Anschließend nehmen die Mittelwerte bis zum Ende des Untersuchungszeitraums erneut ab. Die Aktivität der AP weist bis zur Geburt keine signifikanten Veränderungen der Mittelwerte auf. Im Laufe der Laktation jedoch bleiben die Mittelwerte nicht konstant ( $p < 0,0001$ ), sondern steigen an. Die Aktivität der AST bleibt bis zur Geburt konstant. Während der anschließenden Laktation verändern sich die Mittelwerte signifikant ( $p < 0,0001$ ) und sinken bis zum Ende des Untersuchungszeitraums ab. Die Mittelwerte der GLDH-Aktivität verändern sich sowohl im Zeitraum bis zur Geburt als auch während der anschließenden Laktation signifikant ( $p < 0,0001$ ). Einem Anstieg bis in den zweiten Laktationsmonat folgt ein Absinken der Werte bis zum Ende des Untersuchungszeitraums. Drei Monate a. p. bis zum ersten Laktationsmonat verändern sich die Mittelwerte der CK-Aktivität nicht. Während der Laktation bleiben sie jedoch nicht konstant ( $p < 0,0001$ ). Ein klarer Trend im Verlauf der CK ist nicht zu erkennen. Höchstwerte finden sich in den Monaten zwei und drei, sowie sieben bis neun.

#### 4.4.2.3 Einfluss der Laktationsnummer

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. hat die Laktationsnummer lediglich auf die Aktivitäten der  $\gamma$ -GT einen Einfluss ( $p = 0,039$ ). Mit zunehmender Laktationsnummer steigt die  $\gamma$ -GT-Aktivität um 2,23 IU/l. Während der Laktation wird die AST-Aktivität von der Laktationsnummer beeinflusst ( $p = 0,0063$ ). Mit steigender Laktationsnummer nimmt ihre Aktivität um 1,1 IU/l zu.

#### 4.4.2.4 Einfluss der Laktationsleistung

Die Milchmenge beeinflusst die Aktivität der CK signifikant ( $p = 0,038$ ). Mit der Zunahme um ein kg sinkt die Aktivität um 10 %. Die Aktivität der AP wird durch die Zellzahl der Milch signifikant beeinflusst ( $p = 0,04$ ). Die Zunahme der Zellzahl um  $1 \times 10^3$ /ml bedingt einen Abfall der AP-Aktivität um 524 IU/l.

#### 4.4.2.5 Einfluss der Wurfgröße

Die Mittelwerte der Enzymaktivitäten unterscheiden sich nicht zwischen Einlings- und Mehrlingsgeburten.

### 4.4.3 Stoffwechselmetabolite

#### 4.4.3.1 Allgemeine Datenbeschreibung

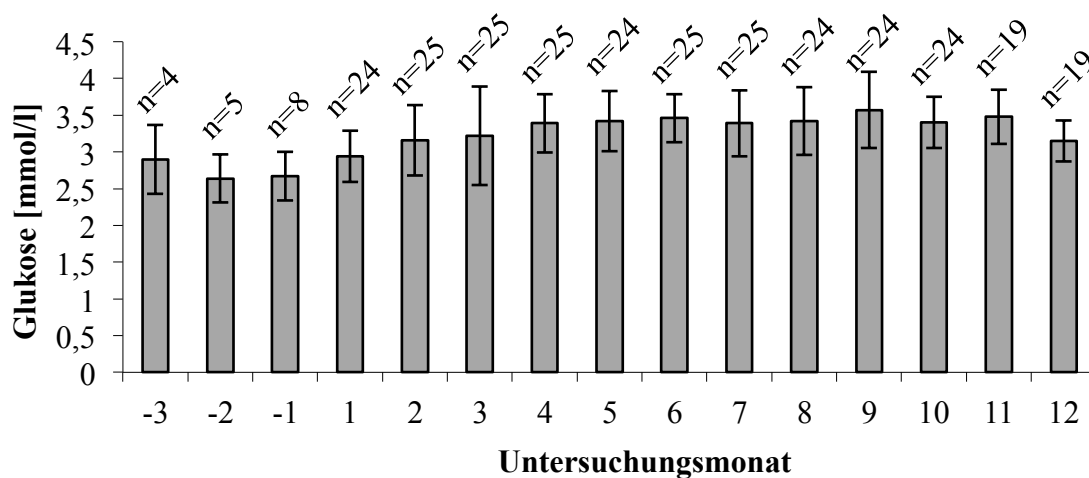
Die Konzentrationen der Stoffwechselmetabolite in insgesamt 300 Blutproben wurden statistisch ausgewertet. Die Werte von Glukose, Harnstoff, Kreatinin, Gesamteiweiß, Cholesterol,  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HB) und Gesamtbilirubin waren normalverteilt (Tabelle 33 - 36, Abbildungen 28 - 34). Die Ergebnisse der Triglyzeride und freien Fettsäuren waren rechtsschief verteilt, weshalb ihre Darstellung anhand des geometrischen Mittelwertes und des Streufaktors erfolgt (Abbildungen 35 - 36).

**Tab. 33: Konzentration von Glukose und Gesamteiweiß bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

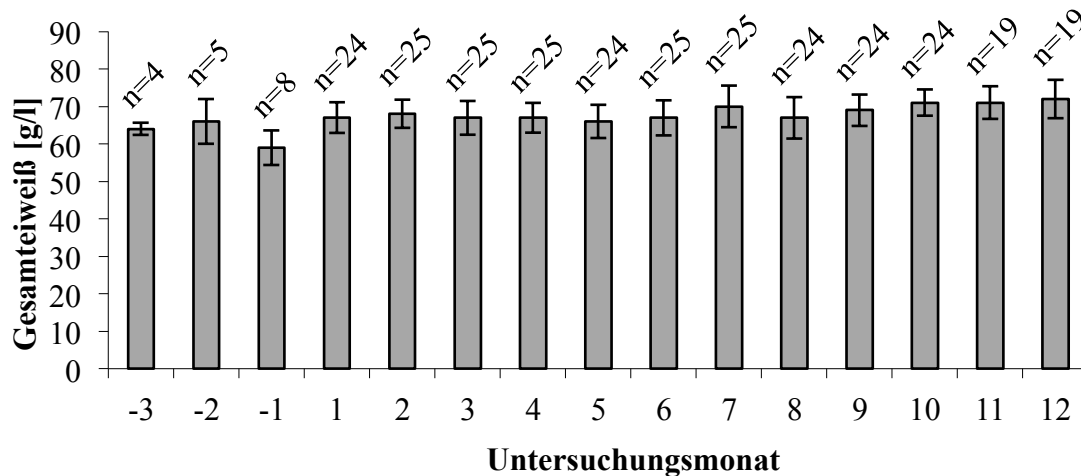
t	n	Glukose [mmol/l]			Gesamteiweiß [g/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	2,40	3,50	$2,90 \pm 0,47$	62	66	$64 \pm 1,6$
-2	5	2,08	2,88	$2,64 \pm 0,33$	60	76	$66 \pm 6,0$

-1	8	2,21	3,20	2,67 ± 0,33	51	64	59 ± 4,7
1	24	2,16	3,54	2,94 ± 0,35	59	74	67 ± 4,1
2	25	2,73	5,23	3,16 ± 0,48	61	76	68 ± 3,8
3	25	2,37	5,72	3,22 ± 0,67	59	77	67 ± 4,5
4	25	2,78	4,38	3,39 ± 0,40	58	73	67 ± 4,0
5	24	2,67	3,98	3,42 ± 0,41	57	75	66 ± 4,4
6	25	2,70	4,13	3,46 ± 0,33	58	76	67 ± 4,7
7	25	2,70	4,40	3,39 ± 0,45	59	82	70 ± 5,6
8	24	2,75	4,33	3,42 ± 0,46	59	77	67 ± 5,6
9	24	2,60	4,37	3,57 ± 0,52	63	78	69 ± 4,2
10	24	2,70	4,11	3,40 ± 0,35	64	79	71 ± 3,5
11	19	2,74	4,16	3,48 ± 0,37	64	78	71 ± 4,4
12	19	2,71	3,93	3,15 ± 0,28	64	81	72 ± 5,1

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 28: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Glukose [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probenahme**



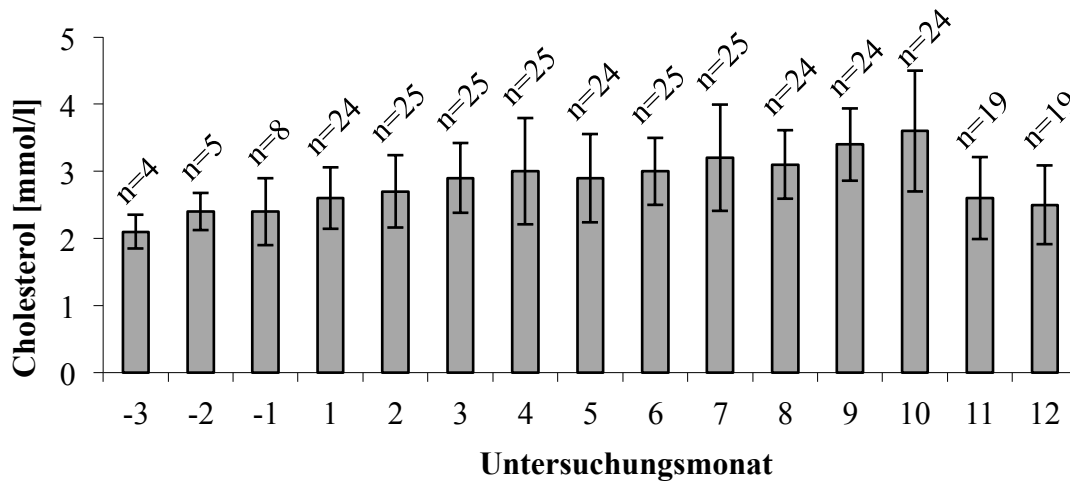
**Abb. 29:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Gesamteiweiß [g/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

**Tab. 34:** Konzentration von Cholesterol und  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $\beta$ -HB) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )

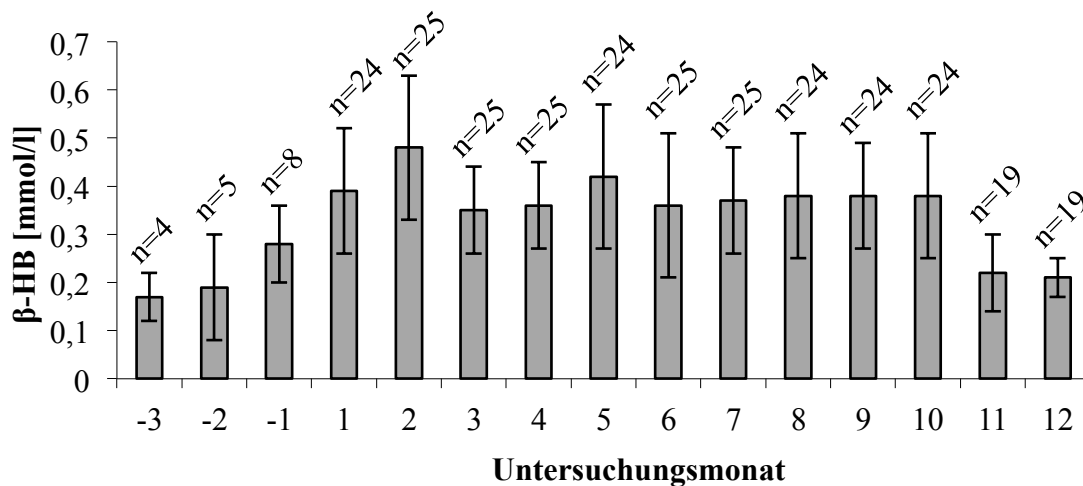
t	n	Cholesterol [mmol/l]			$\beta$ -HB [mmol/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	1,8	2,4	2,1 $\pm$ 0,3	0,10	0,19	0,17 $\pm$ 0,05
-2	5	2,2	2,9	2,4 $\pm$ 0,3	0,10	0,38	0,19 $\pm$ 0,11
-1	8	1,7	3,4	2,4 $\pm$ 0,5	0,19	0,38	0,28 $\pm$ 0,08
1	24	1,8	3,6	2,6 $\pm$ 0,5	0,10	0,67	0,39 $\pm$ 0,13
2	25	1,7	3,9	2,7 $\pm$ 0,5	0,29	0,86	0,48 $\pm$ 0,15
3	25	2,1	4,1	2,9 $\pm$ 0,5	0,19	0,48	0,35 $\pm$ 0,09
4	25	1,9	5,0	3,0 $\pm$ 0,8	0,19	0,58	0,36 $\pm$ 0,09
5	24	1,4	4,8	2,9 $\pm$ 0,7	0,19	0,86	0,42 $\pm$ 0,15
6	25	1,8	4,0	3,0 $\pm$ 0,5	0,10	0,67	0,36 $\pm$ 0,15
7	25	2,1	5,0	3,2 $\pm$ 0,8	0,19	0,77	0,37 $\pm$ 0,11
8	24	2,0	4,4	3,1 $\pm$ 0,5	0,10	0,67	0,38 $\pm$ 0,13
9	24	2,5	5,0	3,4 $\pm$ 0,5	0,29	0,77	0,38 $\pm$ 0,11
10	24	1,8	6,2	3,6 $\pm$ 0,9	0,19	0,67	0,38 $\pm$ 0,13
11	19	1,5	3,6	2,6 $\pm$ 0,6	0,10	0,38	0,22 $\pm$ 0,08

12	19	1,4	3,6	2,5 ± 0,6	0,19	0,29	0,21 ± 0,04
----	----	-----	-----	-----------	------	------	-------------

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 30:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Cholesterol [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

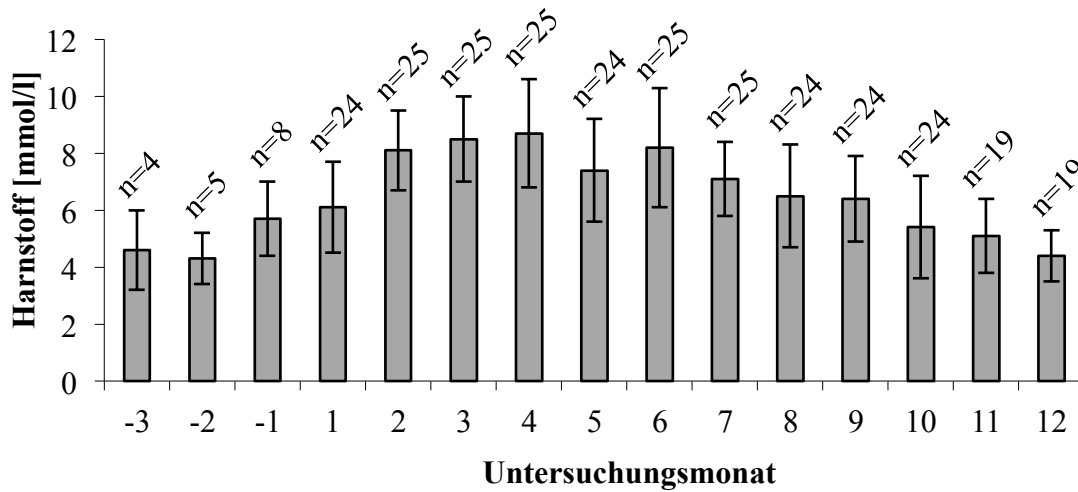


**Abb. 31:** Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von beta-Hydroxybutyrat [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme

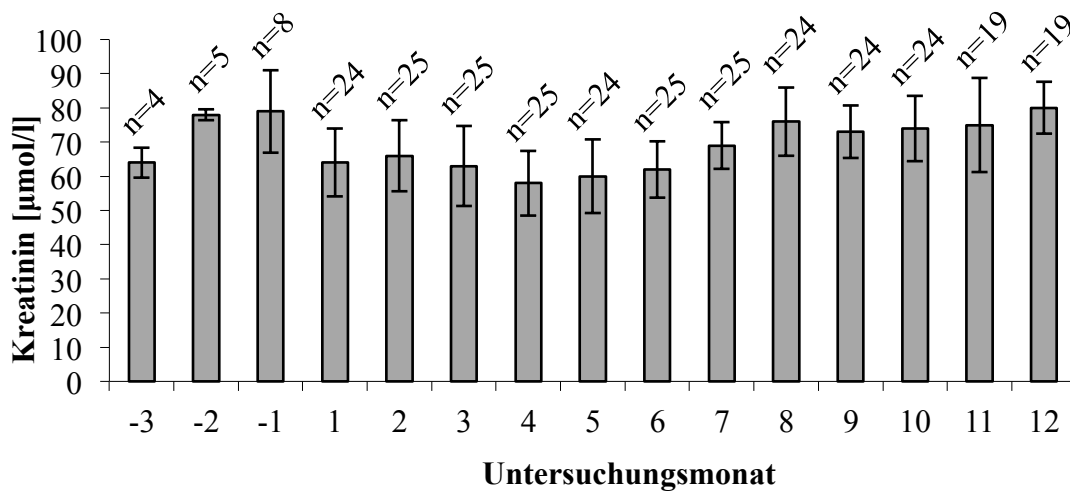
**Tab. 35: Konzentration von Harnstoff und Kreatinin bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

t	n	Harnstoff [mmol/l]			Kreatinin [ $\mu$ mol/l]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	3,5	6,6	4,6 $\pm$ 1,4	59	68	64 $\pm$ 4,4
-2	5	3,0	5,3	4,3 $\pm$ 0,9	76	80	78 $\pm$ 1,6
-1	8	3,9	8,1	5,7 $\pm$ 1,3	68	103	79 $\pm$ 12,1
1	24	3,8	9,9	6,1 $\pm$ 1,6	50	89	64 $\pm$ 9,9
2	25	4,5	10,9	8,1 $\pm$ 1,4	48	90	66 $\pm$ 10,4
3	25	5,8	11,6	8,5 $\pm$ 1,5	43	97	63 $\pm$ 11,7
4	25	3,5	11,8	8,7 $\pm$ 1,9	40	72	58 $\pm$ 9,5
5	24	4,7	10,8	7,4 $\pm$ 1,8	46	80	60 $\pm$ 10,8
6	25	3,0	11,9	8,2 $\pm$ 2,1	47	77	62 $\pm$ 8,3
7	25	4,1	9,4	7,1 $\pm$ 1,3	55	80	69 $\pm$ 6,9
8	24	2,6	11,3	6,5 $\pm$ 1,8	57	95	76 $\pm$ 10,0
9	24	3,8	9,5	6,4 $\pm$ 1,5	61	94	73 $\pm$ 7,7
10	24	2,7	9,3	5,4 $\pm$ 1,8	53	92	74 $\pm$ 9,6
11	19	3,1	8,6	5,1 $\pm$ 1,3	48	96	75 $\pm$ 13,8
12	19	2,3	5,7	4,4 $\pm$ 0,9	65	92	80 $\pm$ 7,6

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat



**Abb. 32: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Harnstoff [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



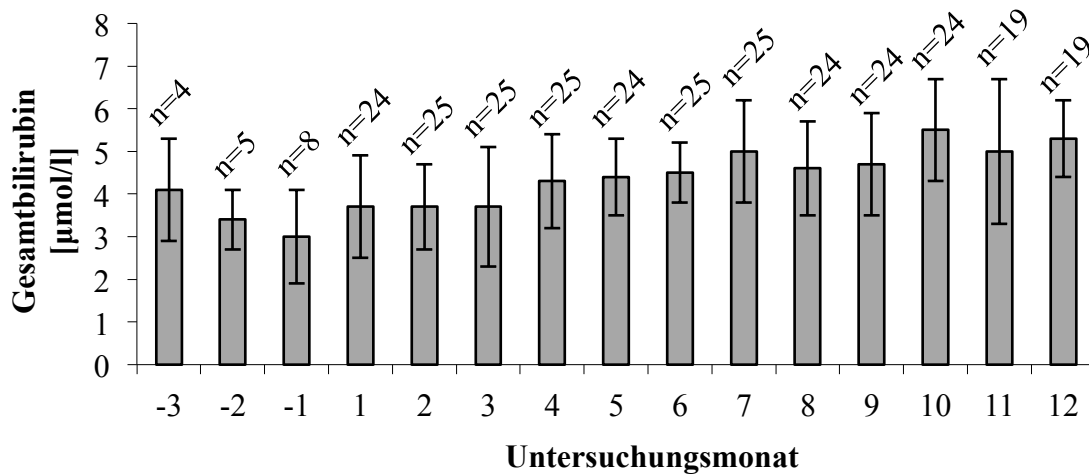
**Abb. 33: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Kreatinin [µmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

**Tab. 36: Konzentration von Gesamtbilirubin bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

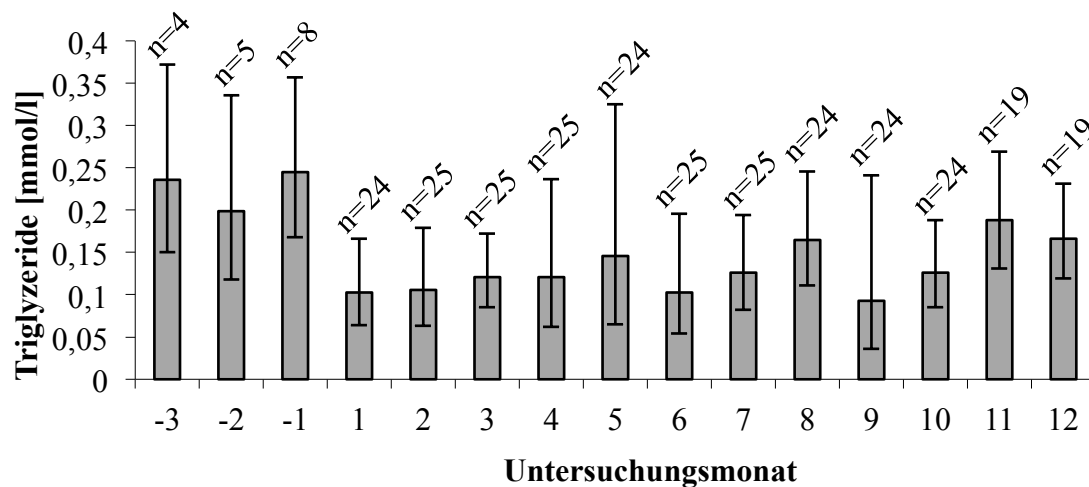
t	n	Gesamtbilirubin [ $\mu\text{mol/l}$ ]		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
-3	4	2,9	5,6	$4,1 \pm 1,2$
-2	5	3,0	4,7	$3,4 \pm 0,7$
-1	8	1,6	4,6	$3,0 \pm 1,1$
1	24	1,7	5,7	$3,7 \pm 1,2$
2	25	1,4	6,1	$3,7 \pm 1,0$
3	25	1,8	6,3	$3,7 \pm 1,4$
4	25	2,4	6,7	$4,3 \pm 1,1$
5	24	2,9	6,0	$4,4 \pm 0,9$
6	25	3,2	5,7	$4,5 \pm 0,7$
7	25	2,8	8,0	$5,0 \pm 1,2$
8	24	1,8	6,1	$4,6 \pm 1,1$
9	24	2,1	7,3	$4,7 \pm 1,2$
10	24	3,6	8,4	$5,5 \pm 1,2$
11	19	3,4	10,7	$5,0 \pm 1,7$
12	19	4,2	6,9	$5,3 \pm 0,9$

n = Stichprobengröße; t = Blutprobenmonat

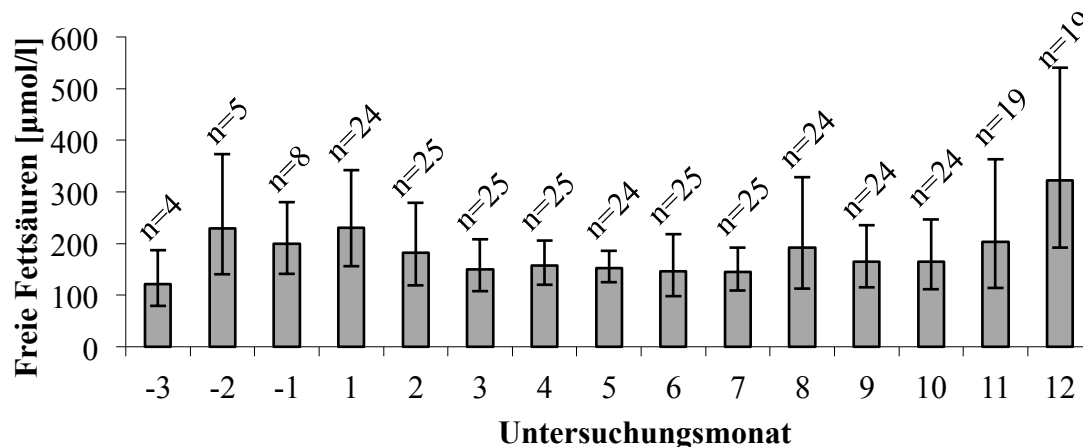




**Abb. 34: Arithmetisches Mittel und Standardabweichung der Konzentration von Gesamtbilirubin [ $\mu\text{mol/l}$ ] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 35: Geometrisches Mittel und Streufaktor der Konzentration der Triglyzeride [mmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**



**Abb. 36: Geometrisches Mittel und Streufaktor der Konzentration der freien Fettsäuren [μmol/l] bei Milchziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums, beginnend drei Monate ante partum (-3) bei monatlicher Probennahme**

#### 4.4.3.2 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums

Die Glukosekonzentration weist sowohl im Zeitraum drei Monate a. p. bis zum ersten Laktationsmonat ( $p = 0,013$ ), als auch im Laktationsverlauf ( $p = 0,0001$ ) signifikante Veränderungen der Mittelwerte auf. Zur Geburt hin sinken die Werte ab und zeigen dann mit dem Einsetzen der Laktation einen Aufwärtstrend, der bis in den neunten Monat anhält. In den letzten drei Monaten des Untersuchungszeitraums sinken die Werte leicht ab. Die Mittelwerte des Gesamteiweißes verändern sich sowohl im Zeitraum vor der Geburt ( $p = 0,0001$ ), als auch im Verlauf der Laktation ( $p < 0,0001$ ). Während sie bis zur Geburt einen Abwärtstrend zeigen, steigen sie im weiteren Verlauf der Laktation bis zum Ende des Untersuchungszeitraums tendenziell an. Während die Mittelwerte der Cholesterolkonzentration bis zum ersten Laktationsmonat konstant bleiben, verändern sie sich im weiteren Verlauf der Laktation signifikant ( $p < 0,0001$ ) und zeigen einen deutlichen Aufwärtstrend. In den letzten beiden Monaten des Untersuchungszeitraums sinken die Mittelwerte wieder auf das Niveau vor der Geburt. Die Konzentration von  $\beta$ -Hydroxybutyrat weist sowohl im Zeitraum a. p. als auch während der Laktation signifikante Veränderungen der Mittelwerte ( $p < 0,0001$ ) auf. Zur Geburt hin und bis zum zweiten Laktationsmonat ist ein deutlicher Aufwärtstrend vorhanden. Anschließend nehmen die Mittelwerte bis zum Ende des Untersuchungszeitraums leicht ab. Die Mittelwerte der Harnstoffkonzentration verändern sich sowohl zur Geburt hin ( $p = 0,3$ ), als auch im weiteren Laktationsverlauf ( $p < 0,0001$ ) signifikant. Sie steigen bis zum vierten Laktationsmonat deutlich an, anschließend ist ein bis zum Ende des Untersuchungszeitraums anhaltender Abwärtstrend zu beobachten. Die

Kreatininkonzentration weist während des gesamten Untersuchungszeitraums signifikante Veränderungen der Mittelwerte auf ( $p < 0,0001$ ). Während sie zur Geburt hin zunächst ansteigen und Höchstwerte zwei und ein Monat a. p. vorhanden sind, liegen im Geburtsmonat deutlich niedrigere Werte vor. Dieser Abwärtstrend hält bis zum vierten Laktationsmonat an, anschließend erfolgt ein bis zum Ende des Untersuchungszeitraums anhaltender Aufwärtstrend bis auf das vorgeburtliche Niveau. Tendenziell sinken die Mittelwerte der Gesamtbilirubinkonzentration im vorgeburtlichen Zeitraum ab, diese Veränderungen sind jedoch nicht signifikant. Im weiteren Verlauf der Laktation verändern sie sich jedoch signifikant ( $p < 0,0001$ ). Mit der Geburt und dem Beginn der Laktation setzt ein Aufwärtstrend ein, der bis zum Ende des Untersuchungszeitraums anhält. Die Triglyzeridkonzentrationen verändern sich drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. signifikant ( $p = 0,001$ ). Während im vorgeburtlichen Zeitraum die höchsten Mittelwerte des gesamten Untersuchungszeitraums vorhanden sind, fallen sie im Geburtsmonat deutlich ab. Im weiteren Verlauf der Laktation verändern sich die Mittelwerte ebenfalls signifikant ( $p = 0,0038$ ) und steigen tendenziell an. Die Konzentration der freien Fettsäuren zeigt im vorgeburtlichen Zeitraum einen tendenziellen, jedoch nicht signifikanten Anstieg. Im weiteren Verlauf der Laktation verändern sich ihre Mittelwerte signifikant ( $p = 0,0022$ ). Einem Absinken der Mittelwerte bis zum siebten Monat der Laktation folgt ein Anstieg bis zum Ende des Untersuchungszeitraums.

#### **4.4.3.3 Einfluss der Laktationsnummer**

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. wird das Niveau der Mittelwerte von Gesamtbilirubin ( $p = 0,031$ ) und der freien Fettsäuren ( $p = 0,029$ ) durch die Laktationsnummer beeinflusst. Die Gesamtbilirubinkonzentration steigt mit zunehmender Laktationsnummer um  $0,338 \mu\text{mol/l}$  an, die freien Fettsäuren sinken um den Faktor  $0,92$  ab. Im weiteren Verlauf des Untersuchungszeitraums werden die Konzentrationen von Harnstoff ( $p = 0,05$ ), Kreatinin ( $p = 0,04$ ), Cholesterol ( $p = 0,04$ ),  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $p = 0,011$ ) und Gesamtbilirubin ( $p = 0,025$ ) beeinflusst. Mit steigender Laktationsnummer nehmen Harnstoff  $0,41 \text{ mmol/l}$ , Kreatinin  $4,12 \mu\text{mol/l}$ , Cholesterol  $0,22 \text{ mmol/l}$ , sowie Gesamtbilirubin  $0,35 \mu\text{mol/l}$  zu,  $\beta$ -Hydroxybutyrat nimmt  $0,05 \text{ mmol/l}$  ab.

#### 4.4.3.4 Einfluss der Laktationsleistung

Die Milchmenge hat einen signifikanten Einfluss auf die Konzentrationen der Triglyzeride ( $p = 0,011$ ) und von  $\beta$ -Hydroxybutyrat ( $p = 0,001$ ). Mit Zunahme der Milchmenge um ein kg nehmen die Triglyzeride um 1,18 mmol/l ab und  $\beta$ -Hydroxybutyrat um 0,056 mmol/l zu. Der Eiweißgehalt der Milch beeinflusst die Gesamtproteinwerte ( $p = 0,032$ ) und die Konzentration der freien Fettsäuren ( $p = 0,012$ ). Bei einem Anstieg des Milcheiweißgehalts um ein Prozent finden sich um 2,49 g/l höhere Gesamtproteinwerte. Die freien Fettsäuren steigen mit der Zunahme des Milcheiweißes um ein Prozent um 1,31  $\mu$ mol/l an.

#### 4.4.3.5 Einfluss der Wurfgröße

Die Konzentration von Harnstoff wird durch die Wurfgröße beeinflusst ( $p = 0,0005$ ). Bei Einlingsgebärenden liegen die Harnstoffwerte 0,46 mmol/l über dem Durchschnitt.

### 4.5 Milchmenge und Milchinhaltsstoffe

#### 4.5.1 Allgemeine Datenbeschreibung

Parallel zu den Blutproben wurden insgesamt 260 Milchproben aus den betriebseigenen Unterlagen der Milchleistungsprüfung durch den Hessischen Verband für Leistungs- und Qualitätsprüfung in der Tierzucht e. V. (HVL) Alsfeld ausgewertet. Die Ergebnisse der Tagesmilchleistung (Milch - kg), Fettgehalt (Fett - %) und Eiweißgehalt (EW - %) waren normalverteilt (Tabelle 37-38), die Ergebnisse der Zellzahlen waren rechtsschief verteilt (Abbildung 37).

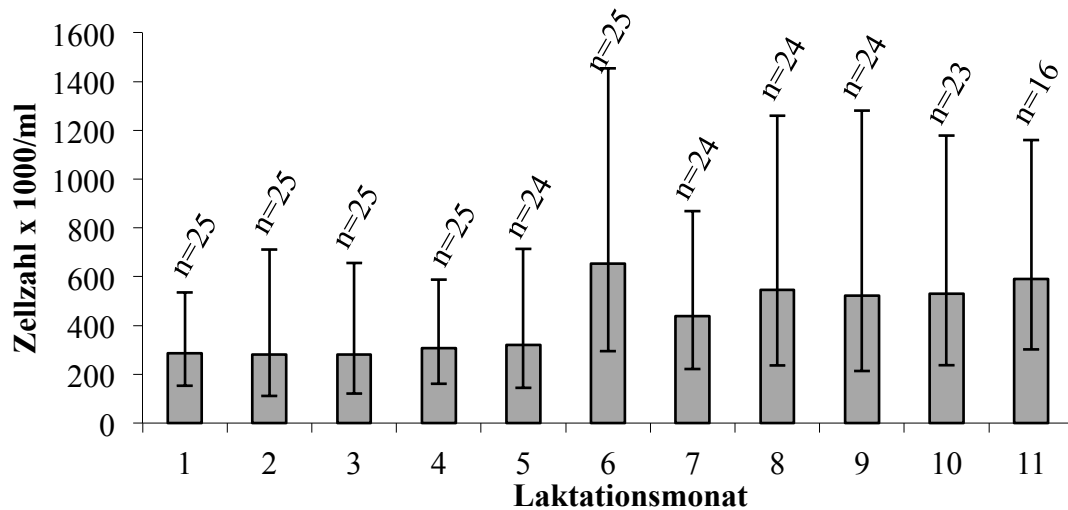
**Tab. 37: Tagesmilchleistung (Milch – kg) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums beginnend im ersten Laktationsmonat bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

Monat der Probenentnahme	Anzahl der Tiere	Milch – kg		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
1	25	1,1	4,8	$2,7 \pm 0,99$
2	25	1,6	5,6	$3,2 \pm 1,14$
3	25	1,9	5,1	$3,2 \pm 0,92$
4	25	2,0	3,8	$2,9 \pm 0,55$
5	24	1,4	3,9	$2,6 \pm 0,56$
6	25	1,1	4,1	$2,6 \pm 0,68$

7	24	0,0	3,6	2,1 ± 0,68
8	24	1,0	3,3	1,9 ± 0,57
9	24	0,9	3,0	1,9 ± 0,58
10	23	0,0	3,4	1,6 ± 0,82
11	16	0,0	2,3	1,2 ± 0,73

**Tab. 38: Tagesmilchleistung (Fett - % und Eiweiß - %) bei Ziegen im Verlauf des Untersuchungszeitraums beginnend im ersten Lakationsmonat bei monatlicher Probennahme. Aufgeführt ist der kleinste ( $x_{\min}$ ) und der größte Wert ( $x_{\max}$ ) sowie der arithmetische Mittelwert mit Standardabweichung ( $\bar{x} \pm s$ )**

Monat der Probenentnahme	Anzahl der Tiere	Fett - %			Eiweiß - %		
		$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$	$x_{\min}$	$x_{\max}$	$\bar{x} \pm s$
1	25	3,40	5,99	4,50 ± 0,63	2,57	4,28	3,28 ± 0,37
2	25	3,04	5,08	3,93 ± 0,56	2,66	3,41	3,00 ± 0,18
3	25	2,57	4,54	3,22 ± 0,40	2,54	3,58	2,89 ± 0,2
4	25	2,43	4,86	3,51 ± 0,57	2,46	3,30	2,84 ± 0,19
5	24	2,46	4,72	3,14 ± 0,54	2,61	3,21	2,93 ± 0,17
6	25	2,72	6,10	3,44 ± 0,74	2,54	3,56	3,04 ± 0,24
7	24	3,25	4,87	4,03 ± 0,43	2,75	3,68	3,23 ± 0,21
8	24	3,02	5,03	4,02 ± 0,55	2,94	4,00	3,39 ± 0,26
9	24	2,34	5,59	3,87 ± 0,67	2,97	3,99	3,49 ± 0,29
10	23	3,02	7,05	4,25 ± 0,81	2,93	4,28	3,56 ± 0,37
11	16	3,00	5,74	4,39 ± 0,72	3,29	4,82	3,78 ± 0,45



**Abb. 37: Geometrisches Mittel und Streufaktor der Zellzahl der Milch [1000/ml] bei Ziegen im Verlauf der Laktation, beginnend im ersten Laktationsmonat bei monatlicher Probennahme**

#### 4.5.2 Veränderungen der Milchleistung im Verlauf der Laktation

Die Milchmenge steigt im Verlauf der Laktation in den ersten drei Monaten und sinkt dann bis zum Ende des Untersuchungszeitraums kontinuierlich ab. Einen entgegengesetzten Verlauf zur Milchmenge zeigen die prozentualen Fett- und Eiweißgehalte (Tab. 37 – 38).

## **5 Diskussion**

### **5.1 Diskussion der Fragestellung**

Durch die Zunahme von Ziegen in der Hobbytierhaltung und ihre wachsende wirtschaftliche Bedeutung als lebensmittellieferndes Tier in größer werdenden Herdenmaßstäben, steigen die Anforderungen an die tierärztliche Betreuung. Der Labordiagnostik kommt im Rahmen des Gesundheitsmonitorings ein besonderer Stellenwert zu. Bisher liegen nach aktuellem Kenntnisstand jedoch keine Verlaufsuntersuchungen an gesunden Milchziegen unter deutschen Bedingungen vor, welche über den Zeitraum eines Jahres mehrere Faktoren in einem Bestand berücksichtigen. Zudem fand die Rasse der „Thüringer Waldziege“ bisher wenig Berücksichtigung, obwohl ihre Bestandszahlen stetig steigen. Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es daher, im Rahmen einer einjährigen Verlaufsuntersuchung das Verhalten labordiagnostischer Parameter bei klinisch gesunden Milchziegen der Rasse Thüringer Waldziege unter deutschen Haltungs- und Umweltbedingungen auf Abhängigkeiten von der Laktationsnummer, Milchleistung und Wurfgröße zu beurteilen, um eine differenzierte Betrachtung von Laborwerten dieser Tiere zu ermöglichen.

### **5.2 Diskussion der Methode**

Bei dem gewählten ziegenhaltenden Betrieb handelt es sich um ein insgesamt 650 ha großes, nach BIOLAND-Richtlinien geführtes, landwirtschaftliches Unternehmen, auf dem unter anderem Ziegen zur Gewinnung von Milch und aus Milch hergestellten Lebensmitteln gehalten werden. Dadurch sind gleichbleibende und repräsentative, moderne Haltungsumstände unter deutschen Bedingungen gewährleistet. Jedoch ist zu berücksichtigen, dass unbekannte individuelle Betriebsbedingungen die Ergebnisse beeinflussen können. Daher ist zu empfehlen, gleiche Untersuchungen in weiteren Betrieben unter ähnlichen Bedingungen durchzuführen und mit den Ergebnissen dieser Arbeit zu vergleichen. Trotz des Umstandes, dass nur 25 Ziegen in die Untersuchungsreihe aufgenommen werden konnten, zeigten sich durch geeignete statistische Untersuchungen signifikante Ergebnisse. Dem Umstand, dass die Blutbilder von Ziegen deutliche tierartige Besonderheiten aufweisen, wurde durch die Verwendung des Hämatologiesystems ADVIA 2120 (Siemens Healthcare, Erlangen) zur Erstellung der Differentialblutbilder Rechnung getragen. Dieses Analysesystem wurde im Rahmen einer Dissertation (PÜSCH, 2002) für die Tierarten Schaf und Ziege evaluiert. Die Bestimmung der Enzymaktivitäten wurde nach den ab dem 1. April 2003 gültigen IFCC-Standardanweisungen bei einer Versuchstemperatur von 37 °C durchgeführt, was dem Temperaturoptimum der meisten relevanten Enzyme entspricht. Vor diesem

Zeitpunkt wurden Enzymbestimmungen in der Veterinärmedizin meist bei 25 °C durchgeführt, so dass Diskrepanzen zu Werten aus älteren Untersuchungen zu erwarten sind. Die ursprünglich geplante Betrachtung des Einflusses des Alters war aus statistischen Gründen nicht möglich, da die parallele Veränderung der Laktationsnummer die Auswirkung des Alters überlagert hätte. Ebenso war unter den vorliegenden Bedingungen eine Betrachtung des Einflusses der Jahreszeit nicht zu verwirklichen. Da nahezu alle Ziegen im März gelammt haben, befanden sie sich zu jeder Jahreszeit etwa im gleichen Laktationsstadium, weshalb die Einflüsse dieser beiden Faktoren statistisch nicht trennbar gewesen sind. Dieses wäre möglich, wenn über das ganze Jahr verteilt gelammt würde, so dass zu jeder Jahreszeit jeder Laktationsmonat vorläge. Durch eine frühe oder verzögerte Zustallung von Böcken konnte RUDOVSKY (2007) eine jahreszeitliche Verschiebung der Ablammung hervorrufen. Einer regelmäßig verteilten, ganzjährigen Ablammung dürften allerdings durch die polyöstrische Saisonalität der Ziegen trotz Maßnahmen der Zyklusbeeinflussung wie frühzeitiger Bockzustallung, Lichtregime und Hormonapplikationen Grenzen gesetzt sein. Da sich in dieser Untersuchung aus betriebsorganisatorischen Gründen eine Einteilung der Ziegen in entsprechende Gruppen mit unterschiedlicher Fütterung nicht durchführen ließ, war eine Analyse eines Fütterungseinflusses nicht möglich. Jedoch muss in Betracht gezogen werden, dass sich Einflüsse des Fütterungsangebotes (Weideaufenthalt) mit denjenigen des zugrunde gelegten Laktationsmonats vermischen. Auch ein Vergleich zweier Gruppen von trächtigen mit nichtträchtigen Tieren kam betriebsbedingt nicht zustande. Stattdessen wurde untersucht, ob sich im Zeitpunkt drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. die Blutparameter signifikant verändern, was somit auch den Vergleich des Zeitraums vor der Geburt mit dem Monat nach der Geburt beinhaltet. Dieser Ansatz bietet den Vorteil, dass ein individueller Einfluss der Ziegen verschiedener Gruppen das Ergebnis nicht beeinflusst, da die Untersuchung durch wiederholte Messungen an denselben Tieren durchgeführt wurde.

### **5.3 Diskussion der Literatur**

Trotz der Fülle an Literatur über Blutuntersuchungen an Ziegen finden sich keine Studien, in denen für Deutschland bedeutende Rassen unter den hierzulande vorherrschenden Umwelt- und Haltungsbedingungen berücksichtigt werden und sich mit einer Vielzahl von Laborparametern über den Zeitraum eines Jahres befassen. Vielfach lagen Werte, die durch aktuelle Untersuchungsmethoden (z. B. ADVIA 2120, Temperaturoptimum der Enzymbestimmung) ermittelt wurden, nicht vor.



## **5.4 Diskussion der Ergebnisse**

### **5.4.1 Veränderungen im Verlauf des Untersuchungszeitraums**

#### **5.4.1.1 Blutbild**

Die Ergebnisse des Roten Blutbildes liegen sämtlich im Rahmen der in der Literatur beschriebenen Bereiche. Lediglich MORITZ (2000) gibt HDW-Werte von 1,41 – 2,0 mmol/l an. Zu zwei Untersuchungszeitpunkten liegen die Mittelwerte der eigenen Untersuchungen geringgradig über diesem Wert. Auch bei FORTAGNE u. SCHÄFER (1989) finden sich vor der Geburt niedrige RBC-, HGB- und HKT-Werte, welche im Laktationsverlauf ansteigen (MBASSA u. POULSEN, 1991). Hingegen zeigen einen gegensätzlichen Verlauf die Erythrozyten in Studien von WAZIRI et al. (2010). HGB und HKT sind im Monat vor der Geburt höher (KHAN et al., 1999) und fallen vier Wochen nach der Geburt ab (AZAB u. ABDEL-MAKSOD, 1999). DARAMOLA et al. (2004) finden keine Veränderungen des roten Blutbildes, untersuchten jedoch lediglich eine Woche vor und nach der Geburt diese Parameter. Unterschiede zwischen den Studien sind durch unterschiedliche Analysemethoden (MBASSA u. POULSEN, 1991), Ziegenalter (MBASSA u. POULSEN, 1991), Umweltbedingungen (HOLMAN u. DEW, 1966; SOMVANSI et al., 1987) und Herdeneinflüsse (MBASSA u. POULSEN, 1991) zu erklären. Abnehmende Werte der Parameter des Roten Blutbilds sowie der Erythrozytenindizes MCV und MCH in der Trächtigkeit können auf eine hypochrome, mikrozytäre Anämie hinweisen, hervorgerufen z. B. durch einen erhöhten Eisenbedarf durch das Wachstum der Feten. Denkbar sind jedoch ebenfalls supprimierende Einflüsse auf die Erythropoese durch ansteigende Östrogenspiegel gegen Ende der Trächtigkeit (MIRAND u. GORDON, 1966; LUSTER et al., 1984).

Die Mittelwerte der Thrombozytenzahlen entsprechen den Angaben der Literatur, welche starke Schwankungen aufweisen. Referenzwerte von PDW und MPV bei der Ziege finden sich in der Literatur nicht. Ansteigende Thrombozytenzahlen zur Geburt und in der frühen Laktation können stressinduziert sein (MISCHLER et al., 2005), ein regeneratives Geschehen nach erhöhtem Verbrauch ist ohne Anstieg von MPV nicht wahrscheinlich (MARTIN et al., 1983).

Die Mittelwerte der Parameter des Weißen Blutbildes liegen innerhalb der im Schrifttum angegebenen Bereiche. Ziegen weisen ein lymphozytäres Blutbild auf (BOSS u. WANNER, 1977; FORTAGNE u. SCHÄFER, 1989). In den eigenen Untersuchungen liegen die Mittelwerte der Neutrophilen Granulozyten fast ausnahmslos über denen der Lymphozyten.

Als Ursache ist der akute Stress durch das Handling bei der Blutprobenentnahme und die durch Ausschüttung von Stresshormonen bedingte vermehrte Freisetzung zu vermuten (FORTAGNE u. SCHÄFER, 1989; MORITZ et al., 2014). Allerdings überwiegen bei einigen Ziegenrassen die Zahlen der Neutrophilen Granulozyten die der übrigen Leukozyten (BIAŁKOWSKI et al., 1988). Ob dies für die Thüringer Waldziege zutrifft oder in der oben genannten Studie durch verschiedene Faktoren beeinflusst wurde, ist in weiteren Untersuchungen zu klären. Der beobachtete Anstieg der Gesamtleukozyten bis zum Laktationsbeginn und die folgende Abnahme im Laktationsverlauf finden sich ebenfalls in Untersuchungen von LOCHER (2007) und MBASSA u. POULSEN (1991). Die Autoren werten dies als Reaktion auf die Uterusinvolutions. WAZIRI et al. (2010) vermuten eine verstärkte Bildung und Freisetzung durch den peripartalen Stress. Niedrigere Lymphozytenzahlen in der Trächtigkeit im Vergleich zur postpartalen Phase und Laktation finden sich auch bei FORTAGNE u. SCHÄFER (1989), POSPÍŠIL et al. (1987) sowie DARAMOLA et al. (2004), welche die Ursache ebenfalls in physischem Stress sehen. Die Mittelwerte der Monozytenzahlen befinden sich während des Untersuchungszeitraums innerhalb der in der Literatur angegebenen Bereiche. Abnehmende Monozytenzahlen in der Trächtigkeit und Frühaktation beschreibt auch IRIADAM (2006). WAZIRI et al. (2010) finden tendenziell ansteigende Monozytenzahlen im Verlauf der Trächtigkeit. DAS u. SINGH (2000) finden hohe Monozytenzahlen zu Beginn der Laktation, welche im weiteren Verlauf abnehmen. Unterschiede im Verlauf der Monozytenzahlen bei den verschiedenen Autoren können durch klimatische Einflüsse (ABDELATIF et al., 2009), unterschiedliche Laktationsleistung (HASSAN et al., 1986) oder physischen und psychischen Stress durch Haltung, Handling oder Krankheiten bedingt sein. Die Mittelwerte der Basophilen Granulozyten stimmen mit den Literaturangaben überein. Untersuchungen zum Verhalten der Basophilen Granulozyten im Verlauf von Trächtigkeit und Laktation sind selten. Der beobachtete Anstieg bis in den dritten Laktationsmonat hinein wurde in anderen Untersuchungen nicht nachgewiesen. MBASSA u. POULSEN (1991), DAS u. SINGH (2000) sowie WAZIRI et al. (2010) beschreiben keine signifikanten Veränderungen. Basophile Granulozyten induzieren die Proliferation, Antikörperproduktion und Plasmazelldifferenzierung von B-Lymphozyten (DENZEL, 2010). Zunehmende Zahlen nach der Trächtigkeit sind durch eine Leistungssteigerung des Immunsystems nach den supprimierenden Belastungen der Trächtigkeit zu erklären. Gestützt wird dies durch das gleichzeitige Vorliegen höherer Lymphozytenzahlen im postpartalen Zeitraum im Vergleich zur Trächtigkeit. Die höchsten Mittelwerte der Eosinophilen Granulozyten finden sich in der

Mitte des Untersuchungszeitraumes, welcher sich studienbedingt mit den Sommermonaten überschneidet, in denen den Ziegen ein Weideaufenthalt möglich war. Möglicherweise bestand dadurch eine größere Belastung durch Umweltallergene und Parasiten. Jedoch liegen auch die Eosinophilenzahlen innerhalb der vorhandenen Referenzwerte. FORTAGNE u. SCHÄFER (1989) finden in ihren Untersuchungen keine signifikanten Veränderungen, MBASSA u. POULSEN (1991) beschreiben hohe Werte in der Frühlaktation, welche im weiteren Laktationsverlauf abnehmen (DAS u. SINGH, 2000).

Insgesamt zeigt sich, dass Trächtigkeit und Laktation zu Veränderungen im Blutbild der Ziegen führen. Trotz dieser Variationen verbleiben die Mittelwerte zu jedem Zeitpunkt innerhalb der in der Literatur angegebenen Referenzwerte.

#### **5.4.1.2 Klinisch-chemische Parameter**

##### **5.4.1.2.1 Elektrolyte**

Die Mittelwerte aller untersuchten Elektrolyte liegen innerhalb der in der Literatur genannten Bereiche. Während OLSSON et al. (1982) und WAZIRI et al. (2010) keine Veränderungen der Natriumwerte in Trächtigkeit und Laktation sehen, beschreiben auch MBASSA u. POULSEN (1991) niedrige Konzentrationen zu Beginn der Laktation, gefolgt von einem Anstieg, der im Gegensatz zu den eigenen Untersuchungen bis zum Ende der Untersuchung anhält. Untersuchungen von HOSSAINI-HILALI u. OLSSON (1993) zeigen unterschiedliche Ansprechbarkeit des Nierengewebes auf Angiotensin II im Verlauf der verschiedenen Reproduktionsstadien. Die unterschiedliche Wirkung auf die Glomeruläre Filtrationsrate und die Natriumclearance führt bei laktierenden Ziegen zu einer geringeren Natriumausscheidung im Vergleich zu trächtigen Tieren, was höhere Werte in der Laktation erklären kann. AKINSOYINU (1982) und WIEGAND (1998) finden ebenfalls abnehmende Kaliumwerte im Vergleich zur Trächtigkeit. Der beobachtete entgegengesetzte Trend bei MBASSA u. POULSEN (1991) ist nicht signifikant. Auch OLSSON et al. (1982) finden keine signifikanten Veränderungen. WIEGAND (1998) beschreibt übereinstimmend mit den eigenen Untersuchungen keine Veränderungen der Kalziumkonzentrationen in den ersten 14 Laktationswochen. Hingegen finden MBASSA u. POULSEN (1991), JANA et al. (1991) und AZAB u. ABDEL-MAKSOUUD (1999) erniedrigte Kalziumwerte zum Ende der Trächtigkeit, sowie AKINSOYINU (1982) ansteigende Werte in den ersten 18 Monaten. Während in den eigenen Untersuchungen im vorgeburtlichen Zeitraum keine Veränderungen der Phosphatkonzentrationen vorliegen, beschreiben MBASSA u. POULSEN (1991) und JANA et al. (1991) eine Abnahme gegen Ende der Trächtigkeit. In den Laktationsmonaten eins, drei

und sechs liegen die höchsten Phosphatkonzentrationen vor. Auch AKINSOYINU (1982) findet in diesem Zeitraum höhere Werte als in der ersten Laktationswoche. TANRITANIR et al. (2009) finden eine Woche p. p. höhere Phosphatkonzentrationen als eine Woche a. p. Übereinstimmung findet sich auch mit MBASSA u. POULSEN (1991), welche zum Ende der Laktation niedrigere Werte als in der frühen und mittleren Laktation nachweisen. Während MBASSA u. POULSEN (1991) relativ konstante Magnesiumwerte in Trächtigkeit und Laktation beschreiben, finden sich bei AKINSOYINU (1982) ebenfalls zu Beginn der Laktation höhere Werte als in der Folgezeit. Veränderungen der Mittelwerte können z. B. durch saisonale Einflüsse (PLAUTZ, 1990), Fütterungseinflüsse (KHALED et al., 1999) und Verluste über die Milch (MUNDIM et al., 2007) zustande kommen und auch Unterschiede zwischen den verschiedenen Studien erklären.

#### **5.4.1.2.2 Enzymaktivitäten**

In den eigenen Untersuchungen liegen die Aktivitäten der Alkalischen Phosphatase größtenteils über den in der Literatur aufgeführten Werten. TSCHUOR et al. (2008) nennen AP-Aktivitäten bis 1941 IU/l bei gesunden laktierenden Milchziegen, STEFFEN et al. (1996) bis 1746 IU/l. Diese Untersuchung wurde allerdings noch bei einer Reaktionstemperatur von 25 °C durchgeführt. Die Mittelwerte weisen im Verlauf des Untersuchungszeitraums Schwankungen auf, die während der Laktation signifikant sind. Auch bei MBASSA u. POULSEN (1991) variiert die Aktivität so stark, dass kein Trend auszumachen ist. Ziegen weisen starke Schwankungen der AP-Aktivität auf (WOSNIK, 1991), weshalb die klinische und diagnostische Bedeutung der AP aufgrund der großen Variation und Unvorhersehbarkeit fraglich ist (KRAMER u. CARTHEW, 1985). Zudem handelt es sich bei der AP um ein nicht leberspezifisches Enzym (NEUMANN, 2014). BOSTEDT u. HAMADEH (1990) empfehlen es nicht als geeigneten Parameter zur Diagnose und Kontrolle von Gestationsketosen. Daher sollten AP-Aktivitäten immer im Zusammenhang mit organspezifischeren Enzymen wie der Glutamatdehydrogenase und Stoffwechselfparametern wie Glukose,  $\beta$ -Hydroxybutyrat und Gesamtbilirubin betrachtet werden, wie es BOSTEDT et al. (1997) auch für die AST fordern. In den Monaten zwei a. p. sowie im zweiten und dritten Laktationsmonat liegen die Aktivitäten der Glutamatdehydrogenase über den als Grenze für das Vorliegen einer Hepatopathie genannten 25 IU/l (BOSTEDT et al., 1997). Jedoch wurden die zu Grunde liegenden Untersuchungen noch bei einer Reaktionstemperatur von 25 °C durchgeführt. Nach der Reaktionsgeschwindigkeitstemperaturregel (Van Hoff'sche Regel) verdoppelt sich bei einer Erhöhung um 10 °C die Reaktionsgeschwindigkeit. Somit sind bei nach den aktuellen

IFCC-Standardanweisungen bestimmten Enzymaktivitäten auch höhere Werte möglich und die Grenzwerte sollten höher gesetzt werden (LOCHER, 2007). Die GLDH gilt als leberspezifisches und sehr empfindliches Enzym. Kurzfristige und isolierte geringgradige Aktivitätserhöhungen gelten als nicht pathologisch. Nur schwerwiegende Leberzellschäden, die auch die Mitochondrienmembran betreffen, führen zu einer deutlichen Erhöhung (NEUMANN, 2014). Die steigenden GLDH-Aktivitäten in den ersten drei Laktationsmonaten sind durch eine höhere Leberbelastung durch die Laktation zu erklären, was durch die ebenfalls in diesem Zeitraum höheren AST-Werte bekräftigt wird (LOCHER, 2007). Die Mittelwerte der Aktivitäten der Aspartat-Amino-Transferase decken sich mit den Literaturangaben. Sie sind vergleichbar mit Untersuchungen von BOSTEDT et al. (1997) und LOCHER (2007), welche ebenfalls einen Anstieg zur Geburt und einsetzender Laktation beschreiben, gefolgt von einem Abfall auf ein Niveau, welches drei bis vier Wochen p. p. noch über den vorgeburtlichen Werten liegt. Da die AST auch besonders in der Muskulatur und der Leber nachzuweisen ist (KRAMER u. CARTHEW, 1985), sehen BOSTEDT et al. (1997) als Ursache der Aktivitätszunahme die verstärkte Beanspruchung der Muskulatur unter der Geburt und die Leberbelastung durch die Laktation. Dies erklärt die hohen AST-Aktivitäten in den ersten drei Laktationsmonaten. BOSTEDT et al. (1997) gehen davon aus, dass es sich um einen Zellzerfall (Zellmauserung) und nicht nur um eine erhöhte Durchlässigkeit der Zellmembran handelt, da zeitgleich die mitochondrial gebundene GLDH verstärkt messbar ist. Diese Zusammenhänge sind auch für die eigene Untersuchung denkbar. Die Mittelwerte der Aktivitäten der  $\gamma$ -Glutamyltransferase liegen unterhalb der Literaturangaben von maximal 67 IU/l (MCDOUGALL et al., 1967). Ein Ansteigen zu Laktationsbeginn, wie es auch BOSTEDT et al. (1997) beschreiben, ist Ausdruck der Stoffwechselbelastung der Leber durch die Milchproduktion. Insgesamt finden sich nur wenige Angaben zu  $\gamma$ -GT-Aktivitäten bei Milchziegen. TSCHUOR et al. (2008) nennen Aktivitäten der Kreatinkinase bis 268 IU/l bei gesunden laktierenden Ziegen. Somit liegen die Ergebnisse der eigenen Untersuchung unter den Angaben in der Literatur. Die Spezifität dieses Enzyms für die Muskulatur erklärt den bei BOSTEDT et al. (1997) beschriebenen abrupten Anstieg unter der Geburt durch die intensive Bauchpresse. Da die CK eine sehr kurze Halbwertszeit aufweist (BICKHARDT et al., 1987), sind fünf bis 29 Tage nach der Geburt bereits wieder vorgeburtliche Werte erreicht. Dies erklärt die Abwesenheit dieses Anstiegs im ersten Laktationsmonat in den eigenen Untersuchungen. Durch die monatliche Probennahme und die unterschiedlichen Abstände zur Geburt wurden die Aktivitäten der CK möglicherweise zu einem Zeitpunkt gemessen, zu dem die Werte bereits wieder abgesunken

waren und ein auch bei den eigenen Ziegen denkbarer Anstieg ist nicht erfasst worden. Im Gegensatz zu MBASSA u. POULSEN (1991) steigen die CK-Aktivitäten in der Früh lactation an, weisen dann aber auch in der späten Lactation besonders hohe Werte auf. Ein klarer Trend im Verhalten der CK ist nicht zu erkennen. Die CK spielt eine zentrale Rolle im Energietransfer (SAKS et al., 1996) und steigt bei physischem Stress bei Rindern (NOCKELS et al., 1996), bei oxidativem Stress bei Schlittenhunden (HINCHCLIFF et al., 2000), sowie Ziegen mit verkürzter Trockenstehzeit (LOCHER, 2007) an. Veränderungen der CK-Aktivität könnten somit durch physischen und psychischen Stress oder vermehrte körperliche Aktivität (KANNAN et al., 2000) durch z. B. Hochträchtigkeit, Lactation, Weideauftrieb, Umstellungen/Gruppenveränderungen und Fixation zur Klauenpflege begründet sein.

#### **5.4.1.2.3 Stoffwechselmetabolite**

Die Mittelwerte der untersuchten Stoffwechselmetabolite liegen innerhalb der im Schrifttum vorgefundenen Grenzen. Abnehmende Glukosewerte gegen Ende der Trächtigkeit finden sich auch bei JANA et al. (1991), MBASSA u. POULSEN (1991), KHAN u. LOUDRI (2002) und WAZIRI et al. (2010). Dies ist zurückzuführen auf den erhöhten Bedarf der wachsenden Feten sowie das eingeschränkte Fassungsvermögen des Pansens, was besonders bei Mehrlingsträchtigkeit zur Trächtigkeitstoxikose führen kann (BOSTEDT u. HAMADEH, 1990; ROOK, 2000). Während MBASSA u. POULSEN (1991) ebenfalls ansteigende Konzentrationen im Laufe der Lactation beschreiben, bleiben sie bei WIEGAND (1998) über 14 Wochen unverändert und HASSAN et al. (1986) sowie PAMBU-GOLLAH et al. (2000) finden in der Früh lactation höhere Werte als gegen Ende der Lactationsperiode. Niedrigere Gesamtproteinwerte in der Trächtigkeit im Vergleich zur Lactation finden sich in verschiedenen Studien (VON BREDOW, 1986; LANGNER, 1989; MBASSA u. POULSEN, 1991; LÖHLE, 1992; IRIADAM, 2007; LOCHER, 2007) wieder und werden ebenfalls durch den erhöhten Verbrauch durch die Feten (VON BREDOW, 1986) und die gesunkene Aufnahmekapazität des Pansen erklärt (BOSTEDT u. HAMADEH, 1990). LÖHLE (1992) sieht die Ursache in der Synthesesteigerung für die Lactation. Keine signifikanten Veränderungen beschreiben PACHAR u. VERMA (1988) sowie SANDABE et al. (2004). Einen Anstieg der Cholesterolverwerte in der Lactation finden auch LANGNER (1989), MBASSA u. POULSEN (1991) und LOCHER (2007). Erklärt wird dies durch die gestiegene Futteraufnahmekapazität des Pansen im Vergleich zur Hochträchtigkeit sowie eine erhöhte Synthese für die Milchbildung. SKOTNICKA et al. (2011) finden im ersten Monat sinkende Werte, während HUSSEIN u. AZAB (1998) keine signifikanten Veränderungen finden. Die

$\beta$ -Hydroxybutyratkonzentrationen liegen unterhalb der in der Literatur angegebenen Grenze von 1,25 mmol/l (BOSTEDT u. HAMADEH, 1990) bzw. 0,86 mmol/l (ISMAIL et al. (2008). Ansteigende  $\beta$ -HB-Werte mit zunehmender Trächtigkeitsdauer bzw. Laktation beschreiben auch JANOSCH (1987), LANGNER (1989), WIEGAND (1998) und LOCHER (2007). ZUMBO et al. (2007) beschreiben ab dem 60. Tag der Laktation abnehmende Werte im Vergleich zu Tag 30. Hohe Konzentrationen der freien Fettsäuren in Hochträchtigkeit und Früh-laktation werden von verschiedenen Autoren beschrieben (MABON et al., 1982; DUNSHEA et al., 1992; HUSSEIN u. AZAB, 1998; WIEGAND, 1998; KHAN u. LUDRI, 2002; EKNAES et al., 2006). FERNÁNDEZ et al. (2007) sehen die Konzentration der freien Fettsäuren am stärksten mit der metabolisierbaren Energie korreliert und als geeigneten Indikator zur Beurteilung der Energieversorgung der Ziege. Hohe Triglyzeridkonzentrationen a. p. sowie einen postpartalen Abfall beschreiben auch MABON et al. (1982), WIEGAND (1998) und SKOTNICKA et al. (2011). Bei DARAMOLA et al. (2004) finden sich keine signifikanten Veränderungen. Erhöhte Triglyzeridwerte können Ausdruck einer vermehrten Freisetzung aus Fettgewebe bei negativer Energiebilanz auf Grund erhöhten Verbrauchs durch Fetenwachstum und die Laktation bei begrenzter Futteraufnahmekapazität des Pansens sein (MABON et al., 1982; SAKHA et al., 2009). Durch mangelnde Energieaufnahme oder erhöhten Energieverbrauch werden die Triglyzeride gespalten und es fallen vermehrt freie Fettsäuren (KHAN u. LUDRI, 2002; EKNAES et al., 2006; FERNÁNDEZ et al., 2007) und bei unvollständigem Verbrauch im Zitronensäurezyklus auch  $\beta$ -Hydroxybutyrat (CHAIYABUTR et al., 1981; HEFNAWY et al., 2011) an. MBASSA u. POULSEN (1991) sowie PAMBU-GOLLAH et al. (2000) beschreiben ebenfalls einen Anstieg der Harnstoffkonzentrationen in der Hochträchtigkeit, MBASSA u. POULSEN (1991) allerdings einen Abfall in der frühen und mittleren Laktationsphase. LANGNER (1989) und DARAMOLA et al. (2004) finden p. p. ebenfalls höhere Werte als a. p. Erklärbar wird dies durch eine steigende Futter- und Proteinaufnahme (VALTONEN et al., 1982; ERIKSSON u. VALTONEN, 1982; BOSTEDT u. HAMADEH, 1990) sowie einen erhöhten endogenen Proteinmetabolismus zur Deckung des hohen Bedarfs (MBASSA u. POULSEN, 1991). Bei FORTAGNE u. SCHÄFER (1987) wird kein Einfluss der Laktation beschrieben. VALTONEN et al. (1982) sehen eine Reduktion der Proteinaufnahme und eine dadurch bedingte Abnahme der glomerulären Filtrationsrate als Ursache für hohe Kreatininwerte in der Trächtigkeit. Dieser Zusammenhang ist in der Hochträchtigkeit durch eine reduzierte Aufnahmekapazität des Pansens durch Raumforderung des Uterus auch für die eigene Untersuchung denkbar. Bei JANKOWIAK u. SAREŁO (2002) kommt es während der

Trächtigkeit zu keiner signifikanten Veränderung der glomerulären Filtrationsrate. Auch MBASSA u. POULSEN (1991) stellen keinen Unterschied zwischen trächtigen und laktierenden Ziegen bezüglich der Kreatininwerte fest. LÖHLE (1992) beschreibt entsprechend den eigenen Untersuchungen ebenfalls ante partum höhere Werte als post partum. Untersuchungen zum Verlauf von Gesamtbilirubin liefern variierende Ergebnisse. Während MBASSA u. POULSEN (1991) entgegengesetzt zu den eigenen Untersuchungen einen Anstieg während der Trächtigkeit und eine Abnahme mit Geburt und einsetzender Laktation finden, liefern Untersuchungen von LÖHLE (1992) und WIEGAND (1998) keine Unterschiede zwischen Trächtigkeit und Laktation. Da die Werte unter dem mit  $8 \mu\text{mol/l}$  angegebenen Grenzwert liegen (WIEGAND, 1998), handelt es sich möglicherweise um jahreszeitliche (VRZGULA et al., 1985) oder fütterungsbedingte (BAS et al., 1980) Abweichungen ohne Relevanz.

Unterschiede zwischen den verschiedenen Studien können z. B. durch unterschiedliche Milchleistung (SAUVANT et al., 1986; AMER et al., 1999; KHALED et al., 1999), Futterqualität und -quantität (CHAIYABUTR et al., 1982; SAHLU et al., 1992; DÜNDAR, 2001), Rasse (PACHAR u. VERMA, 1988; CASAMASSIMA et al., 2007; DJURICIC et al., 2011), Ziegenalter (SAUVANT et al., 1979), Jahreszeit (SUGANO et al., 1980; ABDELATIF et al., 2009) und Tageszeit der Blutprobenentnahme (BAS et al., 1980) hervorgerufen sein.

## **5.4.2 Einfluss der Laktationsnummer**

### **5.4.2.1 Blutbild**

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. besteht ein signifikanter Zusammenhang zwischen der Laktationsnummer und dem Niveau der Mittelwerte von RDW und HDW. Mit steigender Laktationsnummer sinkt RDW um 0,62 % und HDW um 0,24 mmol/l. Erythrozyten weisen während ihrer Lebensspanne normalerweise eine konstante Größe und Färbung auf. Eine Erhöhung des RDW-Wertes spiegelt eine größere Variabilität der Erythrozytengröße (Anisozytose) wider und kann hinweisend sein für das Vorliegen einer Anämie. Eine Verringerung des RDW-Wertes weist auf eine stabile Erythrozytengröße hin. Untersuchungen von HOLMAN und DEW (1964) zeigen eine Altersabhängigkeit der Anisozytose, sie nimmt mit zunehmendem Alter ab. Das parallel zur Laktationsnummer ansteigende Alter ist somit als mögliche Ursache für die abnehmenden RDW-Werte zu sehen. MBASSA und POULSEN (1991) beschreiben diesen Trend für die Parameter RBC, HKT, HGB, erwähnen RDW und HDW jedoch nicht. PICCIONE et al. (2010) finden keine Beeinflussung von RDW durch das Alter. Mit steigender Laktationsnummer sinkt die Zahl



der Lymphozyten um 0,67 G/l drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. bzw. 0,4 G/l in der anschließenden Laktation. Auch MBASSA und POULSEN (1991) finden niedrigere Lymphozytenwerte bei Tieren mit mehreren Laktationen, was durch eine schwächere lymphoproliferative Aktivität verursacht worden sein kann (MEHRZAD u. ZHAO, 2008; OHTSUKA et al., 2010).

Untersuchungen zum Zusammenhang zwischen der Laktationsnummer und MPV bei Ziegen finden sich in der Literatur nicht. Eine Zunahme mit steigender Laktationsnummer zeigt sich lediglich im Zeitraum drei Monate a. p. bis zum ersten Laktationsmonat, nicht in der anschließenden Laktation. Dies lässt vermuten, dass nicht allein altersbedingte, sondern auch saisonale und hormonelle Einflüsse die Zunahme des MPV bedingen. Untersuchungen von RANGANATH et al. (1996) zeigen erhöhte MPV-Werte nach Östrogensubstitution. Ansteigende Östrogenwerte in der Trächtigkeit bedingen möglicherweise ebenfalls einen Anstieg des MPV.

#### **5.4.2.2 Klinisch-chemische Parameter**

##### **5.4.2.2.1 Elektrolyte**

Während der Laktation nehmen die Mittelwerte von Gesamtkalzium mit steigender Laktationsnummer ab. AHMED et al. (2000) hingegen finden die niedrigsten Kalziumwerte in der ersten Laktation. ZUMBO et al. (2007) finden keine Unterschiede zwischen Ziegen unterschiedlicher Laktationsnummern, ebenso SAMARDŽIJA et al. (2011). MUNDIM et al. (2007) beschreiben ebenfalls abnehmende Kalziumwerte mit steigender Laktationsnummer und sehen die Ursache in einer größeren Ausscheidung über die Milch durch vermehrte Milchleistung, welche mit steigender Laktationsnummer zunimmt (ZENG u. ESCOBAR, 1995; GROENEWALD u. VILJOEN, 2003). Dieser Zusammenhang ist auch für die eigenen Untersuchungen anzunehmen. Fehlende Übereinstimmungen zwischen Studien zu Elektrolyten sind z. B. durch Unterschiede in Alter (BOSS u. WANNER, 1977; BOGIN et al., 1981), Rasse (TIBBO et al., 2008), Jahreszeit (PLAUTZ, 1990), Fütterung (KHALED et al., 1999) und Blutprobenentnahmezeitpunkt (AKINSOYINU u. AKINYELE, 1979; BAS et al., 1980) erklärbar.

##### **5.4.2.2.2 Enzymaktivitäten**

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. steigt die Aktivität der  $\gamma$ -GT mit zunehmender Laktationsnummer um 2,23 IU/l. Während der Laktation nimmt die Aktivität der AST pro Laktationsnummer um 1,1 IU/l zu, was sich in Untersuchungen von MBASSA u.

POULSEN (1991) bestätigt. Möglicherweise wird das Lebergewebe mit zunehmendem Alter durch Stoffwechselbelastungen während Trächtigkeit und Laktation stärker geschädigt. MUNDIM et al. (2007) postulieren eine stärkere Schädigung der Hepatozytenmembran durch Ketonkörper, was zur erhöhten Freisetzung der AST führt.

#### **5.4.2.2.3 Stoffwechselmetabolite**

Die Konzentration der freien Fettsäuren nimmt mit steigender Laktationsnummer um den Faktor 0,92 ab. Möglicherweise beeinflusst das parallel zur Laktationsnummer ansteigende Alter die Konzentrationen der NEFA. Untersuchungen von PICCIONE et al. (2010) zeigen höhere NEFA-Werte bei drei- bis vierjährigen, nichtträchtigen, trockenstehenden Ziegen im Vergleich zu ein- bis zweijährigen. Bei fünf- bis sechsjährigen Tieren liegen jedoch niedrigere Werte vor. WHEELER (1984) beschreibt bei verschiedenen Schafrassen im Alter von fünf und zehn Jahren keine altersbedingten Unterschiede der NEFA-Konzentrationen, ebenso SIGURDSSON (1988) bei Schafen in der Hochträchtigkeit. Möglicherweise ist die Ursache in Unterschieden in der Stoffwechselkapazität durch genetische, altersbedingte Veränderungen der Enzym- und Hormonausstattung zu sehen, welche Einfluss auf den Energiestatus der Tiere haben. Unterschiede zwischen den Studien können unter anderem rasse- (PICCIONE et al., 2010) oder herdenbedingt (SIGURDSSON, 1988) sein.

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. steigen die Mittelwerte von Gesamtbilirubin mit zunehmender Laktationsnummer um 0,338  $\mu\text{mol/l}$  an. MBASSA u. POULSEN (1991) beschreiben ansteigende TBIL-Werte in der Trächtigkeit, proportional zur Laktationsnummer. Gesamtbilirubinwerte sind bei jungen Ziegen niedriger als bei älteren (MEYER, 1960; MBASSA u. POULSEN, 1993). Auch bei Milchkühen steigen die TBIL-Konzentrationen mit zunehmendem Alter an (TUMBLESON u. HUTCHESON, 1971). Während der Laktation beeinflusst die Laktationsnummer die Werte von TBIL nicht, vermutlich übt erst die Wechselwirkung von Alter und Trächtigkeit Einfluss auf diesen Parameter aus. Möglicherweise sinkt mit zunehmendem Alter besonders unter der Belastung der Trächtigkeit die Verstoffwechslung und Ausscheidung von Bilirubin in der Leber. Da die freien Fettsäuren mit steigender Laktationsnummer abnehmen, ist eine Verdrängung des Bilirubins an Transportproteinen, wie beim Inanitionsikterus beschrieben, unwahrscheinlich.

### **5.4.3 Einfluss der Laktationsleistung**

#### **5.4.3.1 Blutbild**

Sinkende RDW-Werte mit zunehmender Milchmenge zeigen eine abnehmende Varianz der Erythrozytengröße an. Die RDW-Werte in den eigenen Untersuchungen liegen unterhalb des von PICCIONE et al. (2010) angegebenen Bereichs von 36,41 % - 37,37 %, jedoch in den von MORITZ (2000) angegebenen Grenzen von 20,11 – 28,77 %. Die Entwicklungen der Parameter RBC, HKT, MCV und RDW zu Beginn des Untersuchungszeitraums zeigen niedrigere MCV und RDW-Werte zusammen mit niedrigeren RBC- und HKT-Werten und können somit auf hyporegenerative Zustände hinweisen. EL-NAWAWY et al. (2002) sowie BORELLI et al. (2004) beschreiben eine ineffiziente Erythropoese bei Protein-Energie-Unterversorgung, wie es in Zeiten der höchsten Milchleistung denkbar ist. Möglicherweise spielen auch hormonelle Einflüsse eine Rolle. RIIS u. MADSEN (1985) finden bei Ziegen die niedrigsten T4-Konzentrationen in den ersten zwei bis drei Wochen der Laktation. In der Folge steigen sie langsam an und erreichen vier bis fünf Monate p. p. Höchstwerte. Schilddrüsenhormone stimulieren die Bildung der Erythrozytenvorläufer im Knochenmark (POPOVIC et al., 1977). Dieser Zusammenhang zwischen den Parametern des Roten Blutbildes und dem Einfluss von Schilddrüsenhormonen im Verlauf der Laktation ist für die eigenen Untersuchungen denkbar.

Mit der Zunahme der Milchmenge um ein kg sinkt das MPV um 0,048 fl. Da die Werte innerhalb der in der Literatur angegebenen Referenzen liegen und die Anzahl der Thrombozyten und die PDW-Werte sich nicht signifikant verändern, scheint es sich um Schwankungen ohne relevante Bedeutung zu handeln.

Während HASSAN et al. (1986) bei ägyptischen Milchziegen keine signifikante Korrelation zwischen Milchleistung und Monozytenzahlen beobachten, steigen in den eigenen Untersuchungen mit einer Zunahme der Milchleistung um ein kg die Monozytenzahlen um 0,05 G/l an. Unterschiede zwischen den Studien können z. B. durch Unterschiede in der Fütterung, der Umwelt und der Rasse (DAS u. SINGH, 2000) zustande kommen. Erhöhte Werte können durch eine Steigerung des Bedarfs an differenzierten Monozyten im Eutergewebe verursacht werden. PARK et al. (1992) finden die höchsten Monozytenzahlen in den ersten 90 Tagen der Laktation, dem Zeitraum der höchsten Milchmengen bei Ziegen. Entsprechend beobachten NICKERSON u. PANKEY (1983) abnehmende Zahlen von Monozyten im Zitzengewebe mit dem Rückgang der Laktation.

Der mit der Zunahme des Milchfettgehalts um ein Prozent verbundene Anstieg der Mittelwerte von RBC, HGB und HKT, sowie der mit dem Anstieg des Milcheiweißgehalts

verbundene Anstieg der RBC-Werte, sind möglicherweise Ausdruck eines intensivierten Stoffwechsels bei guter Nährstoff- und Energieversorgung, wie es durch das Vorliegen von steigenden Milchproteinwerten bei zunehmenden Serumproteinkonzentrationen gestützt wird. Durch eine ausgeglichene Versorgungslage ist ein Anstieg der Blutbildung möglich, hingegen führt eine Unterernährung zu einer reduzierten Hämatopoese (EL-NAWAWY et al., 2002; BORELLI et al., 2004).

Studien zum Zusammenhang zwischen RBC, MCV, Thrombozyten, MPV sowie PDW und der Zellzahl der Milch finden sich für die Ziege nicht. ATROSHI et al. (1986) beschreiben lediglich eine negative Korrelation zwischen HGB und der Zellzahl der Milch. Mit steigender Zellzahl um 1000/ml nehmen RBC und Thrombozyten ab, MCV, MPV und PDW steigen an. Diese Blutbildveränderungen lassen vermuten, dass Erythrozyten und Thrombozyten über Blutungen verloren gehen, verbraucht oder durch autoimmune Vorgänge zerstört werden. Steigende MCV-, MPV- und PDW-Werte lassen jedoch eine anschließende Regeneration vermuten. Zellzahlerhöhungen sind bei der Ziege in 90 % der Fälle nicht durch intramammäre Infektionen hervorgerufen, sondern durch abnehmende Milchmenge, steigende Laktationsnummer (DULIN et al., 1983), im Östrus, durch Impfungen, sowie bei Futterwechsel (PAAPE et al., 2001). Auch für die eigenen Untersuchungen muss ein Einfluss dieser zahlreichen Faktoren angenommen werden, die sowohl die Zellzahlen als auch die Parameter des Blutbildes beeinflussen können.

### **5.4.3.2 Klinisch-chemische Parameter**

#### **5.4.3.2.1 Elektrolyte**

Mit der Zunahme der Milchmenge um ein kg nimmt die Serumkonzentration von Natrium um 1,06 mmol/l ab. Anzunehmen ist eine erhöhte Ausscheidung über die Milch. Bei gleichbleibenden (PARK u. CHUKWU, 1988) oder zunehmenden (BARRY u. ROWLAND, 1953; AKINSOYINU u. AKINYELE, 1979) Natriumkonzentrationen in der Milch im Laktationsverlauf ist bei zunehmender Milchmenge von einem höheren Natriumbedarf auszugehen, was niedrigere Serumkonzentrationen erklären kann. Mit Zunahme des Eiweißgehalts der Milch um ein Prozent nimmt Natrium im Serum um 1,87 mmol/l ab. BARRY u. ROWLAND (1953) und AKINSOYINU u. AKINYELE (1979) beschreiben steigende Natriumkonzentrationen (g/kg) in der Milch mit Fortschreiten der Laktation. Dieser erhöhte Verbrauch durch Ausscheidung über die Milch verursacht möglicherweise abnehmende Natriumwerte im Blut. Parallel dazu nimmt der Eiweißgehalt der Milch bei den Ziegen der eigenen Untersuchung im Verlauf der Laktation zu, was den Zusammenhang

zwischen zunehmendem Eiweißgehalt der Milch und abnehmender Natriumkonzentration im Blut erklären kann. Untersuchungen von WITTEK und ELZE (2001) zeigen keine Beeinflussung der Natriumhomöostase durch die Ausscheidung über die Milch.

#### **5.4.3.2.2 Enzymaktivitäten**

Als Ursache für die Aktivitätsminderung der CK mit zunehmender Milchmenge ist eine katabole Stoffwechselsituation denkbar. Die Höhe der CK-Aktivität hängt unter anderem von der Muskelmasse ab (BRANCACCIO et al., 2007). Untersuchungen von CLOWES et al. (2005) zeigen niedrigere Proteinsyntheseraten und Proteingehalte in Skelettmuskulatur in der frühen Laktation und nehmen einen Abbau der Proteine der mütterlichen Skelettmuskulatur und somit eine Abnahme der Muskelmasse im Laufe der Laktation zur Deckung des Bedarfs an. Auch mit der Milchproduktion einhergehende Einflüsse hormoneller Schwankungen sind denkbar. Schilddrüsenhormone stimulieren u. a. den Proteinmetabolismus und die Milchproduktion. Die damit einhergehende Abnahme von Muskelmasse könnte abnehmende CK-Aktivitäten erklären. Untersuchungen von RASOOLI et al. (2004) zeigen eine negative Korrelation zwischen den Serumspiegeln von T3 und T4 mit der Aktivität der CK. Entsprechend beschreiben CELI et al. (2008) zwei und vier Wochen p. p., zum Zeitpunkt steigender Milchleistung, signifikant höhere fT3-Konzentrationen als drei Wochen a. p. und eine Woche p. p.

Bei der Ziege ist ein Anstieg der somatischen Zellzahlen in der Milch, welche zu 45-74 % aus Neutrophilen Granulozyten bestehen (DULIN et al., 1983), häufig durch nichtinfektiöse Ursachen wie steigende Laktationsnummer, fortgeschrittenes Laktationsstadium und nachlassende Milchleistung hervorgerufen. Bei infektiösen oder traumatischen Ursachen einer Zellzahlerhöhung kann ein Anstieg der AP erwartet werden (ATHROSHI et al., 1996). Bei der AP handelt es sich um ein unspezifisches Enzym, welches vor allem in Knochen, Hepatozyten, Gallengangsepithel, Niere und Darmepithel vorhanden ist. In den eigenen Untersuchungen weist die Alkalische Phosphatase erhebliche Schwankungen auf. Möglicherweise ist der Zusammenhang zwischen abnehmender AP-Aktivität im Serum und ansteigender somatischer Zellzahl der Milch in Verbindung mit nachlassender Milchleistung, geringerer Leberbelastung und saisonalen Einflüssen zu sehen.

#### **5.4.3.2.3 Stoffwechselmetabolite**

Mit der Zunahme der Milchmenge um ein kg nehmen die Triglyzeride um 1,18 mmol/l ab und  $\beta$ -Hydroxybutyrat um 0,056 mmol/l zu. Die freien Fettsäuren steigen bei einer Zunahme des

Milcheiweißgehalts von ein Prozent um 1,31  $\mu\text{mol/l}$  an. Diese Punkte spiegeln den hohen Energiebedarf sowie die Stoffwechselbelastung durch die hohe Laktationsleistung wider. Durch mangelnde Energieaufnahme oder erhöhten Energieverbrauch werden die Triglyzeride gespalten und es fallen vermehrt freie Fettsäuren (SAUVANT et al., 1979; KHAN u. LUDRI, 2002; FERNÁNDEZ et al., 2007) und bei unvollständigem Verbrauch im Zitronensäurezyklus auch  $\beta$ -Hydroxybutyrat (CHAIYABUTR et al., 1981; HEFNAWY et al., 2011) an.

Bei einem Anstieg des Milcheiweißgehalts um ein Prozent finden sich um 2,49 g/l höhere Gesamtproteinwerte im Serum. Auch KHALED et al. (1999) finden eine positive Korrelation zwischen den Eiweißkonzentrationen in Serum und Milch, ebenso AMER et al. (1999). Als Ursache ist ein intensivierter Proteinstoffwechsel zur Bereitstellung von Aminosäuren für die Milchproteinsynthese zu vermuten (LÖHLE, 1992). Untersuchungen von RINGDORFER et al. (2007) und SERMENT et al. (2011) zeigen, dass ein gesteigerter Kraftfutteranteil und somit eine höhere Energiedichte bei Ziegen zu einem Anstieg des Eiweißgehalts der Milch führt. Eine kurzzeitige Begrenzung des Energie- und Nährstoffangebots führt zu einer Verringerung des Milcheiweißgehalts, welcher bei ausreichender Versorgung wieder ansteigt (DÜNDAR, 2001).

#### **5.4.4 Einfluss der Wurfgröße**

##### **5.4.4.1 Blutbild**

Im Schrifttum finden sich keine Studien zum Einfluss der Wurfgröße auf das Blutbild der Ziege. In den eigenen Untersuchungen wird kein Zusammenhang zwischen Einlings- und Zwillingsgeburten und dem Blutbild festgestellt.

##### **5.4.4.2 Klinisch-chemische Parameter**

###### **5.4.4.2.1 Elektrolyte**

Die Natriumkonzentration liegt bei Einlingsgebärenden 0,4 mmol/l über den Mittelwerten der Gesamtheit aller untersuchten Ziegen, bei den übrigen Elektrolyten Kalium, Magnesium, Kalzium und Phosphat lässt sich kein Einfluss der Wurfgröße nachweisen. Eine mögliche Ursache für Unterschiede der Natriumkonzentration ist eine unterschiedliche renale Ausscheidung. MICHÁLEK et al. (2010) berichten über eine höhere renale Natriumclearance bei zwillingsträchtigen als bei einlingsträchtigen Ziegen. Allerdings bezieht sich diese Untersuchung nicht auf die anschließende Laktation. Entgegengesetzt liegt in Untersuchungen von OLSSON et al. (1982) bei zwillingsträchtigen Ziegen während Trächtigkeit und Anöstrus

grundsätzlich eine höhere Natriumretention als bei einlingsträchtigen Ziegen vor. Während der Laktation sind hingegen keine Unterschiede mehr gemäß der eigenen Untersuchung festzustellen, welche sich jedoch auf den Untersuchungszeitraum nach der Geburt bezieht. WITTEK und ELZE (2001) sehen die Homöostase von u. a. Natrium nicht durch die Ausscheidung über die Milch beeinflusst, sodass ein Verlust durch eine höhere Milchleistung bei Mehrlingsmüttern (BROWNING et al., 1999; BÖMKES et al., 2004) unwahrscheinlich ist.

#### **5.4.4.2.2 Enzymaktivitäten**

Ein Einfluss der Wurfgröße auf die Aktivität der Enzyme AP, AST,  $\gamma$ -GT, GLDH und CK liegt nicht vor. Dies trifft auch in Untersuchungen von LOCHER (2007) für AST und CK zu, jedoch finden sich dort bei Einlingsgebärenden höhere GLDH-Werte als bei Zwillings- und Drillingsgebärenden. Als Ursache werden dort jedoch lediglich individuelle Schwankungen vermutet, wie es auch von BOSTEDT et al. (1997) beschrieben wird.

#### **5.4.4.2.3 Stoffwechselmetabolite**

Die Konzentration von Harnstoff wird durch die Wurfgröße beeinflusst. Bei Einlingsgebärenden liegen die Harnstoffwerte 0,46 mmol/l über den Mittelwerten der Gesamtheit aller untersuchten Ziegen. Ziegen decken den größten Teil ihres Glukosebedarfs durch die Glukoneogenese aus flüchtigen Fettsäuren und glukoplastischen Aminosäuren. Gegen Ende der Trächtigkeit verhindert die Größe des trächtigen Uterus besonders bei mehrlingsgraviden Ziegen die Aufnahme ausreichender Grundfuttermengen (BOSTEDT u. HAMADEH, 1990). Plasmaharnstoff kann rückgeführt in den Pansen als Stickstoffquelle für die Proteinbiosynthese genutzt werden, wenn die Aufnahme über das Futter zu gering ist (HARMEYER u. MARTENS, 1980), was niedrigere Serumwerte bei höherem Bedarf und Aufnahme geringerer Futtermengen durch Mehrlingsträchtigkeit erklären kann. Für den Harnstoffgehalt des Blutes ist eine Abhängigkeit von der Futterraufnahme beschrieben. So führt eine neunwöchige Fütterung unter Bedarf zu niedrigen Harnstoffwerten (RONDINA et al., 2005), mit zunehmendem Proteingehalt des Futters steigen die Harnstoffwerte (SAHLU et al., 1992), mit sinkender Stickstoffaufnahme nehmen sie ab (MUSCHER et al., 2010). Ziegen mit Zwillingsgeburten produzieren signifikant mehr Milch als Einlingsgebärende (BROWNING et al., 1995; GOONEWARDENE et al., 1998; BÖMKES et al., 2004), so dass ein höherer Energieverbrauch auch für den Laktationszeitraum angenommen werden kann.

Nur wenige Untersuchungen berücksichtigen den Einfluss der Wurfgröße auf Stoffwechselmetabolite bei der Ziege. Sie beziehen sich zudem auf den Zeitraum der Trächtigkeit und nicht wie in den eigenen Untersuchungen auf den postpartalen Zeitraum. LOCHER (2007) beschreibt lediglich für die Proteinkonzentration Unterschiede. So liegt weniger als zwei Wochen a. p. die Proteinkonzentration bei Einlingsträchtigen mit 79,9 g/l signifikant über der von zwillings- (73,4 g/l) und drillingsgraviden (72,0 g/l) Ziegen. KHAN u. LUDRI (2002) finden vom 20. Tag a. p. bis zum 20. Tag p. p. signifikant höhere NEFA-Konzentrationen und niedrigere Glukosewerte bei Zwillings- im Vergleich zu Einlingsgebärenden. IVEY et al. (2000) beschreiben ebenfalls höhere NEFA- sowie  $\beta$ -Hydroxybutyratkonzentrationen.

### **5.5 Schlussbemerkung**

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass Blutparameter bei der Ziege durch Faktoren wie Laktationsnummer, Wurfgröße und Milchleistung beeinflusst werden. Der Verlauf der Mittelwerte weist darauf hin, dass Ziegen vor allem in der Hochträchtigkeit, aber auch mit dem Einsetzen der Laktation großen Stoffwechselbelastungen unterliegen. Trotz aller Variationen liegen die gemessenen Werte nicht außerhalb der in der Literatur vorliegenden Referenzbereiche und die Ziegen scheinen diese Belastungen bei geeigneter Fütterung gut kompensieren zu können.

In der Zukunft sollten diese Untersuchungen an größeren Tierzahlen unter ähnlichen Bedingungen durchgeführt werden, um herdenspezifische tier- und umweltbedingte Einflüsse beurteilen zu können.



## 6 Zusammenfassung

Die zunehmende Bedeutung der Ziege als lebensmittellieferndes Tier erfordert differenzierte Blutreferenzwerte zur Sicherung eines gesunden und leistungsfähigen Bestandes bzw. zur individualmedizinischen Betreuung. Obwohl Ziegen einige tierartliche Besonderheiten aufweisen und Referenzwerte von Kühen und Schafen nicht einfach übertragen werden sollten, fanden in der Vergangenheit nur wenige Untersuchungen bei Milchziegen unter modernen deutschen Umwelt- und Haltungsbedingungen statt.

Ziel dieser Arbeit war es, anhand einer einjährigen Verlaufsuntersuchung folgende Fragen zu beantworten:

- Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Milchleistung und ausgewählten labordiagnostischen Parametern bei Milchziegen unter deutschen Bedingungen?
- Werden die erhobenen labordiagnostischen Werte durch Faktoren wie Jahreszeit, Fütterung, Alter, Trächtigkeit, Laktationsnummer und Wurfgröße beeinflusst?

Zu diesem Zweck wurden bei 25 trächtigen bzw. frisch laktierenden, klinisch gesunden Milchziegen der Rasse „Thüringer Waldziege“ aus einem BIOLAND-Betrieb im Rhein-Main-Gebiet beginnend im März 13 Mal Blutproben in monatlichen Abständen untersucht. Es wurden jeweils ein Differentialblutbild erstellt, sowie die Aktivitäten der Enzyme  $\gamma$ -GT, AP, AST, GLDH und CK bestimmt. Zudem erfolgte die Messung der Konzentrationen der Elektrolyte Natrium, Kalium, Kalzium, Magnesium und Phosphat sowie der Stoffwechselmetabolite Glukose, Triglyzeride,  $\beta$ -Hydroxybutyrat, Freie Fettsäuren, Cholesterol, Harnstoff, Kreatinin, Gesamtbilirubin und Gesamteiweiß.

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. lagen signifikante Veränderungen im Verlauf der Mittelwerte der Blutbildparameter RBC, HKT, HGB, MCHC, RDW, HDW, WBC, der Neutrophilen, Eosinophilen und Basophilen Granulozyten, Monozyten, Thrombozyten, von MPV und PDW vor. Ebenso veränderte sich der Verlauf der Mittelwerte der Aktivitäten der Enzyme GLDH und  $\gamma$ -GT, der Konzentration der Elektrolyte Natrium, Kalium und Magnesium, sowie der Stoffwechselmetabolite Glukose, Harnstoff, Kreatinin, Gesamteiweiß, Triglyzeride und  $\beta$ -Hydroxybutyrat.

Im weiteren Verlauf der Laktation lagen signifikante Veränderungen der Mittelwerte bei den Blutbildparametern RBC, HKT, HGB, MCV, MCH, MCHC, RDW, HDW, WBC, den Konzentrationen von Neutrophilen, Eosinophilen und Basophilen Granulozyten, Lymphozyten und Monozyten, MPV und PDW vor. Zudem zeigten die Enzymaktivitäten der AST, GLDH,  $\gamma$ -GT, CK und AP, die Konzentrationen der Elektrolyte Natrium, Kalium,

Phosphor, Magnesium, Kalzium sowie der Stoffwechselmetabolite Glukose, Harnstoff, Kreatinin, Gesamteiweiß, Cholesterol, Triglyzeride,  $\beta$ -Hydroxybutyrat, Gesamtbilirubin und freien Fettsäuren signifikante Veränderungen ihrer Mittelwerte.

Im Zeitraum drei Monate a. p. bis ein Monat p. p. steigen mit zunehmender Laktationsnummer die Mittelwerte von MPV, Monozyten,  $\gamma$ -GT und Gesamtbilirubin signifikant an, die Mittelwerte von RDW, HDW, Lymphozyten und freien Fettsäuren nehmen signifikant ab. Im weiteren Verlauf der Laktation nehmen mit steigender Laktationsnummer die Mittelwerte von Harnstoff, Kreatinin, Cholesterol und Gesamtbilirubin sowie der AST-Aktivität signifikant zu, die Mittelwerte von Kalzium, Lymphozyten und  $\beta$ -Hydroxybutyrat nehmen signifikant ab.

Es besteht ein signifikanter positiver Zusammenhang zwischen der Milchmenge und den Mittelwerten von Monozyten und  $\beta$ -Hydroxybutyrat, sowie ein negativer Zusammenhang zwischen der Milchmenge und RDW, MPV, Natrium, CK und Triglyzeriden.

Es besteht ein positiver Zusammenhang zwischen dem Fettgehalt der Milch und den Mittelwerten von RBC, HGB und HKT, sowie ein negativer Zusammenhang mit HDW.

Mit steigendem Eiweißgehalt steigen die Mittelwerte von RBC, Eosinophilen Granulozyten, Gesamteiweiß und freien Fettsäuren signifikant an, die Mittelwerte von Natrium nehmen ab. Mit zunehmender Zellzahl steigen die Mittelwerte von MCV, MPV und PDW an, die Mittelwerte von RBC und Thrombozyten nehmen signifikant ab.

Die Wurfgröße hat einen Einfluss auf die Mittelwerte von Natrium und Harnstoff. Bei Einlingsgebärenden liegen sie signifikant über dem Durchschnitt.

Die erhaltenen Ergebnisse liefern einen Beitrag zur Beurteilung von Blutwerten von gesunden Milchziegen unter modernen deutschen Umwelt- und Haltungsbedingungen. Trotz der Beeinflussung verschiedener labordiagnostischer Parameter durch die Faktoren Laktationsnummer, Wurfgröße und Milchleistung liegen die gemessenen Werte nicht außerhalb der derzeit etablierten Referenzbereiche und die Ziegen scheinen dies Belastungen durch Trächtigkeit und Laktation bei geeigneter Fütterung gut kompensieren zu können.

Zur Bewertung herdenspezifischer tier- und umweltbedingter Einflüsse sind weitere Studien unter vergleichbaren Umständen notwendig.

## 7 Summary

The increasing significance of goats for food production requires differentiated blood reference values to protect a healthy and highly productive livestock as well as for individual medical care. Even though goats show some specific characteristics and the reference values of cows and sheep should not be transferred, only a couple of studies were performed on dairy goats under German environmental and husbandry conditions.

The aim of this study was to respond to the following questions by performing a one-year survey:

- Is there a relationship between milking performance and selected laboratory parameters of dairy goats under German husbandry conditions?
- Are the achieved laboratory values influenced by season, feeding, age, pregnancy, lactation number and litter size?

For this purpose blood samples of 25 healthy dairy goats of the breed Thüringer Waldziege, pregnant respectively on the onset of lactation, from a BIOLAND-organic farm in the Rhine-Main-Area were analyzed 13 times in monthly intervals starting in March. At any time hematological examinations were generated and the activities of the enzymes  $\gamma$ -GT, AP, AST, GLDH and CK were determined. In addition the concentrations of the electrolytes sodium, potassium, calcium, magnesium and phosphate as well as the concentrations of the metabolic factors glucose, triglycerides,  $\beta$ -HBA, free fatty acids, cholesterol, urea, creatinine, total bilirubin and total protein were measured.

In the period three months before until one month after parturition there were significant changes of the mean values of RBC, HCT, HGB, MCHC, RDW, HDW, WBC, neutrophils, eosinophils and basophils, monocytes, platelets, MPV and PDW.

Significant alterations of the activities of the enzymes GLDH,  $\gamma$ -GT, the concentrations of the electrolytes sodium, potassium and magnesium and of the metabolites glucose, urea, creatinine, total protein, triglycerides and  $\beta$ -HBA were observed as well.

In the course of the subsequent lactation period there were significant alterations of the mean values of the haematological parameters RBC, HCT, HGB, MCV, MCH, MCHC, RDW, HDW, WBC, neutrophils, eosinophils and basophils, lymphocytes and monocytes, MPV and PDW. Furthermore the activities of the enzymes AST, GLDH,  $\gamma$ -GT, CK and AP, as well as the concentrations of the electrolytes sodium, potassium, phosphate, calcium and the metabolites glucose, urea, creatinine, total protein, cholesterol, triglycerides,  $\beta$ -HBA, total bilirubin and free fatty acids exhibit significant changes of their mean values. During the period from three months before until one month after parturition with increasing lactation

number the mean values of MPV, monocytes,  $\gamma$ -GT and total bilirubin increase significant, mean values of RDW, HDW, lymphocytes and free fatty acids decrease significant. During the course of lactation period with increasing lactation number the mean values of urea, creatinine, cholesterol, total bilirubin and the activity of AST increase significant, the mean values of lymphocytes, calcium and  $\beta$ -HBA decrease.

There is a significant positive relationship between milk yield and the mean values of monocytes and  $\beta$ -HBA, as well as a negative relationship with RDW, MPV, sodium, triglycerides and the activity of CK.

It exists a positive correlation between the fat content of the milk and the mean values of RBC, HCT, HGB as well as a negative correlation with HDW. With increasing protein content of the milk mean values of RBC, eosinophiles, total protein and free fatty acids increase as well, mean values of sodium decrease. With increasing cell content of the milk mean values of MCV, MPV and PDW increase, mean values of RBC and platelets decrease.

Litter size affects the averages of sodium and urea. Mean values of goats with singletons lie significant above average.

The observed results contribute to evaluation of blood values of healthy dairy goats under modern german environmental and husbandry conditions. In spite of the influence of the factors lactation number, litter size and milk yield on several laboratory parameters, the measured results were not outside the established reference values. Goats apparently could compensate burdens of pregnancy and lactation when feeding conditions are adequate.

To evaluate flock specific influences, further observations under comparable conditions are required.

## 8 Literaturverzeichnis

Abdelatif AM, Ibrahim MY, Hassan YY  
Seasonal variation in erythrocytic and leukocytic indices and serum proteins of female Nubian goats  
Middle-East J Sci Res 2009; 4(3):168-174

Ahmed MM, Siham AK, Barri ME  
Macromineral profile in plasma of Nubian goats as affected by the physiological state  
Small Rum Res 2000; 38(3):249-254

Akinsoyinu AO  
Major minerals in blood of West African dwarf goats during lactation  
J Dairy Sci 1982; 65(5):874-877

Akinsoyinu AO, Akinyele IO  
Major elements in milk of the West African dwarf goats as affected by stage of lactation  
J Dairy Sci 1979; 46(3):427-431

Al-Habsi K, Johnson EH, Kadim IT, Srikandakumar A, Annamalai K, Al-Busaidy R, Mahgoub O  
Effects of low concentrations of dietary cobalt on liveweight gains, haematology, serum vitamin B12 and biochemistry of Omani goats  
Vet J 2007; 173(1):131-137

Ali GH, Hassan T, Musa N  
The effect of feed restriction on certain haematological indices, enzymes and metabolites in Nubian goats  
Comp Biochem Physiol A 1984; 79(3):325-328

Alila-Johansson A, Eriksson L, Soveri T, Laakso ML  
Daily and annual variations of free fatty acid, glycerol and leptin plasma concentrations in goats under different photoperiods  
Comp Biochem Physiol A 2004; 138(2):119-131

Al-Sobaiyl KA  
Effect of breeding season and pregnancy status on serum progesterone, sodium, potassium, copper and iron of estrous synchronized Aradi goat does  
Saudi J Biol Sci 2010; 17:259-263

Amer HA, Salem HAH, Al-Hozab AA  
Biochemical changes in serum and milk constituents during postpartum period in Saudi Ardy goats  
Small Rum Res 1999; 34(2):167-173

Apfel F  
Der intravasale Elektrolytstatus beim Merinolandschaf, deutschem Milchschaaf und Deutscher Edelziege unter Berücksichtigung des Geburtsgeschehens und der beginnenden Laktation  
Diss med vet, Giessen, 1994

Assenza A, Fazio F, Marceno G, Piccione G, Caola G  
Daily rhythms of serum and salivary parameters in goats  
Aust Vet J 2009; 87(10):397-401

Azab ME, Abdel-Maksoud HA  
Changes in some hematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female Baladi goats  
Small Rum Res 1999; 34(1):77-85

Baglioni T, Agnes F, Locatelli JC  
Influenza del cambiamento improvviso di alimentazione su taluni parametric amatochimici nella carpra  
Riv Zoot Vet 1984; 3:171-174

Barakat MZ, el Guindi MM  
Biochemical analysis of normal goat blood  
Zentralbl Veterinärmed A. 1967; 14(7):589-596

Barry JM, Rowland SJ  
Variations in the ionic and lactose concentrations in milk  
Biochem J 1953; 54(4):575-578

Bas P, Rouzeau A, Morand-Fehr P  
Variations in the concentrations of certain blood constituents during the day and from day to day in alpine goats in mid lactation  
Ann Rech Vet 1980; 11(4):409-420

Bauer N, Neumann S  
Skelettmuskulatur, Knochen, Kalzium-, Phosphor-, Magnesiumstoffwechsel  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7. Auflage, 2014, 319-335  
Schattauer GmbH, Stuttgart

Bava L, Rapetti L, Crovetto GM, Tamburini A, Sandrucci A, Galassi G  
Effects of a nonforage diet on milk production, energy and nitrogen metabolism in dairy goats throughout lactation  
J Dair Sci 2001; 84(11):2450-2459

Bendisch K  
Energiemetabolite im Blutplasma von Zwergziegen unter verschiedenen katabolen Stoffwechselbedingungen  
Diss med vet, München, 1986

W, Kunz P, Hellmann U, Schellenberg M  
Einige physiologische Normalwerte von Ziegen  
Schweizer Arch Tierheilkd 1977, 119:197-199

Blackwell JG, Libby DW  
Metabolic and cellular profile of wether goats: protein fractions and lactate dehydrogenase isoenzymes-reference values  
Am J Vet Res 1982; 43(6):1060-1067

Blum JW, Kunz P, Leuenberger H, Gautschi K, Keller M  
Thyroid hormones, blood plasma metabolites and haematological parameters in  
relationship to milk yield in dairy cows  
Cambridge J Anim Sci 1983; 36(1):93-104

Bömkes D, Hamann H, Distl O  
Einfluss systematischer Umwelteffekte auf die Milchleistungsmerkmale bei Bunten  
Deutschen Edelziegen  
Arch Tierz Dummerdorf 2004; 47(3):275-285

Bogin E, Shimshony A, Avidar Y, Israeli B  
Enzymes, metabolites and electrolytes levels in the blood of local Israeli goats  
Zentralbl Vetrinarmed A 1981; 28(2):135-140

Borelli P, Blatt SL, Rogero MM, Fock RA  
Haematological alterations in protein malnutrition  
Rev Bras Hematol Hemoter 2004; 26(1):49-56

Boss PH, Wanner M  
Das Blutbild der Saanenziege  
Schweiz Arch Tierheilkd 1977a; 119:111-119

Boss PH, Wanner M  
Klinisch-chemische Parameter im Serum der Saanenziege  
Schweiz Arch Tierheilkd 1977b; 119:293-300

Bostedt H, Dedié K a  
Klinische Untersuchung des adulten Schafes und der adulten Ziege  
In: Schaf- und Ziegenkrankheiten  
2. Auflage, 1996, 17-23  
Ulmer Verlag Stuttgart

Bostedt H, Dedié K b  
Stoffwechsel- und Mangelkrankheiten  
In: Schaf- und Ziegenkrankheiten  
2. Auflage, 1996, 133-168  
Ulmer Verlag Stuttgart

Bostedt H, Hamadeh ME.  
Zur Bedeutung der graviditätsbedingten Ketonurie bei Schaf und Ziege  
Tierärztl Prax 1990; 18(2):125-129

Bostedt H, Wosnik M, Hospes R  
Einfluß der normalen Geburt auf klinisch relevante Enzymaktivitäten im Plasma von  
Ziegen und deren Lämmern  
Dtsch Tierärztl Wochenschr 1997; 104(9):350-354

Brancaccio P, Maffulli N, Limongelli FM  
Creatine kinase monitoring in sport medicine  
Br Med Bull 2007; 81-82(1):209-230

- Braun JP, Benard P, Burgat V, Rico AG  
Gamma Glutamyl Transferase in domestic animals  
Vet Res Commun 1983; 6(2):77-90
- Browning Jr. R, Leite-Browning ML, Sahlu T  
Factors affecting standardized milk and fat yields in Alpine goats  
Small Rum Res 1995; 18(2):173-178
- Cabiddu A, Branca A, Decandia M, Pes A, Santucci PM, Masoero F, Calamari L  
Relationship between body condition score, metabolic profile, milk yield and milk composition in goats browsing a Mediterranean shrubland  
Livest Prod Sci 1999; 61(2-3):267-273
- Casamassima D, Palazzo M, Pizzo R  
Evaluation of milk production and some blood parameters in lactating autochthonous goat extensively reared in Molise region  
Ital J Anim Sci 2007 ; 6(1):615-617
- Castro A, Dhindsa DS, Hoversland AS, Villa L, Rosenthal C, Metcalfe J  
Hematologic values in normal pygmy goats  
Am J Vet Res 1977; 38(12):2089-2090
- Castro A, Dhindsa DS, Hoversland AS, Malkus H, Metcalfe J  
Serum electrolytes in normal pygmy goats  
Am J Vet Res 1977; 38(5):663-664
- Castro A, Dhindsa DS, Hoversland AS, Malkus H, Rosenthal C, Metcalfe J  
Serum biochemistry values in normal pygmy goats  
Am J Vet Res 1977; 38(12):2085-2087
- Celi P, Di Trana A, Quaranta A  
Metabolic profile and oxidative status in goats during the peripartum period  
Aust J Exp Agr 2008; 48(7):1004-1008
- Chaiybutr N, Faulkner A, Peaker M  
Glucose metabolism in vivo in fed and 48 h starved goats during pregnancy and lactation  
Br J Nutr 1982; 47(1):87-94
- Clowes EJ, Aherne FX, Baracos VE  
Skeletal muscle protein mobilization during the progression of lactation  
AJP-Endo 2005; 288(3):564-572
- Daramola JO, Adeloye AA, Soladoye AO  
Changes in some haematological and biochemical parameters during prepartum and postpartum periods in female West African Dwarf goats  
J Agric Res & Dev 2004; 3:119-128
- Daramola JO, Adeloye AA, Fatoba TA, Soladoye AO  
Haematological and biochemical parameters of West African Dwarf goats  
<http://www.lrrd.org/lrrd17/8/dara17095.htm>



Das M, Singh M  
Variation in blood leucocytes, somatic cell count, yield and composition of milk of crossbred goats  
Small Rum Res 2000; 35:169-174

Denzel AJ  
Bedeutung basophiler Granulozyten für das Zustandekommen einer humoralen Gedächtnisimmunantwort  
Diss 2010, Uni Regensburg, urn:nbn:de:bvb:355-epub-147884

Dixon WJ  
BMDP Statistical Software Manual  
Volume 1 and 2  
University of California Press, Berkeley, Los Angeles, London

Djuricic D, Dobranic T, Grizlj J, Gracner D, Harapin I, Stanin D, Folnozic I, Getz I, Cvitkovic D, Samardzija M  
Concentrations of total proteins and albumins and AST, AP, CK and GGT activities in the blood serum of Boer and Saanen goats during puerperium  
Reprod Domest Anim 2011; 46(4):674-677

Dorr L, Pearce PC, Shine T, Hawkey CM  
Changes in red cell volume distribution frequency after acute blood loss in goats (*capra hircus*)  
Res Vet Sci 1986; 40(3):322-327

Drackley JK, Kim YK, Strang BD, Young JW  
Metabolic responses of lactating goats to feed restriction and dietary 1,3-Butanediol  
J Dairy Sci 1989; 72:3204-3211

Dulin AM, Paape MJ, Schultze WD, Weinland BT  
Effect of parity, stage of lactation and intramammary infection on concentration of somatic cells and cytoplasmatic particles in goat milk  
J Dairy Sci 1983; 66(11):2426-2433

Dündar S  
Auswirkungen eines wechselnden Energie- und Nährstoffversorgungsniveaus auf die zootechnischen Leistungen sowie auf einige Kenndaten des Pansen- und Intermediärstoffwechsels im Wachstums- und Laktationsbereich von Ziegen  
Diss rer agr, HU Berlin, 2001

Dunshea FR, Bell AW, Trigg TE  
Relations between plasma non-esterified fatty acid metabolism and body tissue mobilization during chronic undernutrition in goats  
Br J Nutr 1988; 60(3):633-644

Dunshea FR, Bell AW, Trigg TE  
Non-esterified fatty acid and glycerol kinetics and fatty acid reesterification in goats during early lactation  
Br J Nutr 1990; 64(1):133-145

- Edjtehadi M  
Age-associated changes in the blood picture of the goat  
*Zentralbl Veterinarmed A*, 1978; 25(3):198-206
- Egbe-Nwiyi TN, Nwaosu SC, Salami HA  
Haematological Values of apparently healthy sheep and goats as influenced by age and sex in arid zone of Nigeria  
*Afr J Biomed Res* 2000; 3:109-115
- Eknaes M, Kolstad K, Volden H, Hove K  
Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats  
*Small Rum Res* 2006; 63(1-2):1-11
- El-Nawawy A, Barakat S, Elwalily T, Abdel-Moneim Deghady A, Hussein M  
Evaluation of erythropoiesis in protein energy malnutrition  
*East Mediterr Health J* 2002; 8(2-3):281-289
- Eriksson L, Valtonen M  
Renal urea handling in goats fed high and low protein diets  
*J Dairy Sci* 1982; 65(3):385-389
- Fenwick DC, Blackshaw JK, Beattie AW  
The effects of "holding" on some blood parameters in goats  
*Vet Res Commun* 1985; 9(2):127-133
- Fernandes JR, Ramos E, de la Torre G, Hermoso R, Gil Extremera F, Sanz Sampelayo MR  
Blood metabolites as indicators of energy status in goats  
*Options Mediter. A* 2007; 74:451-455
- Fortagne M  
Das Verhalten hämatologischer und ausgewählter klinisch-chemischer Parameter bei gesunden nichtgraviden, graviden und laktierenden Ziegen  
*Diss med vet, Leipzig*, 1987
- Fortagne M, Schäfer M  
Hämatologische Parameter der Probstheidaer Kleinziege in Abhängigkeit von Gravidität und Laktation  
*Arch Exp Veterinarmed* 1989; 43(2):223-230
- Fowler PA, Knight CH, Foster MA  
Omitting the dry period between lactations does not reduce subsequent milk production in goats  
*J Dairy Res* 1991; 58(1):13-19
- Fuchs A, Eder H  
Zahl und Reifegradverteilung der Retikulozyten von sechs Tierarten  
*J Vet Med A* 1991; 38:749-754

- Fürll M  
 Spezielle Untersuchungen beim Wiederkäuer  
 In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
 7. Auflage, 2014, 726-777
- Fujita T, Kajita M, Sano H  
 Responses of whole body protein synthesis, nitrogen retention and glucose kinetics to supplemental starch in goats  
 Comp Biochem Physiol B Biochem Mol Biol 2006; 144(2):180-187
- Goonewardene LA, Okinea E, Patrick N, Scheer HD  
 The relationship between multiple births and milk yields in non-suckled intensively managed dairy goats  
 Small Rum Res 1999; 32(2):181-185
- Grenn HH, Atkinson SM, Carlos B, Sobol B  
 Investigational studies of selected haematological parameters in fresh and mailed blood of six species of domestic animals  
 Can Vet J 1976; 17(8):213-215
- Groenewald PCN, Viljoen CS  
 A bayesian model for the analysis of lactation curves of dairy goats  
 J Agr Biol Envir St 2003; 8(1):75-83
- Grunwaldt EG, Bianchi GR, Corvalan M  
 Effect of intake level on chemical composition of goat blood plasma  
 Dairy Goat J 1990; 68:10-12
- Harmeyer J, Martens H  
 Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat  
 J Dairy Sci 1980; 63(10):1707-1728
- Hassan GA, el Nouty FD, Samak MA, salem MH  
 Relationship between milk production and some blood constitutions in Egyptian Baladi goats  
 Beitr Trop Landwirtsch Veterinärmed 1986; 24(2):213-219
- Hefnawy A, Shousha S, Youssef S  
 Hematobiochemical profile of pregnant and experimentally pregnancy toxemic goats  
 J Basic Appl Chem 2011; 1(8):65-69
- Hesse N  
 Milchziegenhaltung in Deutschland  
 Diplomarbeit, Kassel, 2002
- Hinchcliff KW, Reinhart GA, Di Silvestro R, Reynolds A, Fujii AB, Swenson RA  
 Oxidant stress in sled dogs subjected to repetitive endurance exercise  
 Am J Vet Res 2000; 61(5):512-517

Holman HH, Dew SM  
The blood picture of the goat I  
The two-year-old female goat  
Res Vet Sci 1963; 4:121-130

Holman HH, Dew SM  
The blood picture of the goat II  
Changes in erythrocyte shape, size and number associated with age  
Res Vet Sci 1964; 5:274-286

Holman HH  
The blood picture of the goat III  
Changes in Hb concentrations and physical measurements occurring with age  
Res Vet Sci 1965; 6:245-253

Holman HH, Dew SM  
The blood picture of the goat IV  
Changes in coagulation time, platelet counts and leukocytes numbers associated with age  
Res Vet Sci 1965; 6:510-521

Holman HH, Dew SM  
The blood picture of the goat V  
Variations due to season, sex and reproduction  
Res Vet Sci 1966; 7:276-286

Hossaini-Hilali J, Olsson K  
Lactation affects pressor, volumetric and natriuretic responses to Angiotensin II in goats  
Act Physiol Scand 1993; 147(4):449-456

Huisinga E  
Elektrolyte  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7. Auflage, 2014, 336-354  
Schattauer GmbH, Stuttgart

Hussain Q, Havrevoll Ø, Eik LO  
Effect of type of roughage on feed intake, milk yield and body condition of pregnant goats  
Small Rum Res 1996; 22(2):131-139

Hussein S, Azab M  
Plasma concentrations of lipids and lipoproteins in newborn kids and female baladi goats during late pregnancy and onset of lactation  
Dtsch Tierärztl Wochenschr.1998; 105(1):6-9

Ide YO, Kodaira-Shi  
Quantitative aspects of the endogenous urea cycle in goats  
Jap J Veter Sci 1975; 4:327-333

- Igbokwe IO, Mohammed A  
The reticulocyte response to the anaemia in goats caused by experimental trypanosome brucei infection  
Vet Res Commun 1991; 15:373-377
- Ihedioha JI, Onwubuche RC  
Artificial changes in PCV, haemoglobin concentration and cell counts in bovine, caprine and porcine blood stored at room and refrigerator temperatures  
Vet Clin Pathol 2007; 36(1):60-63
- Iriadam M  
Variation in certain haematological and biochemical parameters during the peripartum period in Kilis does  
Small Rum Res 2007; 73(1):54-57
- Ismail ZA, Al-Majali AM, Amireh F, Al-Rawashdeh OF  
Metabolic profiles in goat does in late pregnancy with and without subclinical pregnancy toxemia  
Vet Clin Pathol 2008; 37(4):434-437
- Ivey DS, Owens FN, Sahlu T, The TH, Dawson LJ, Campbell GA, Goetsch AL  
Influences of the number of fetuses and levels of CP and ME in gestation and lactation supplements on performance of Spanish does and kids during suckling and post-weaning  
Small Rumin Res 2000; 35(2):123-132
- Jana S, Bhattaacharyya GR, Duttagupta R, Moitra DN  
A note of some biochemical constituents of blood in pregnant goats reared on extensive management system  
Indian Vet J, 1991; 68:592-594
- Janosch H  
Verhalten der Stoffwechselfparameter Glucose und Betahydroxybutyrat bei trächtigen und laktierenden Zwergziegen  
Dipl med vet, Leipzig, 1987
- Kaiser IH, Cummings JN  
pH, carbon dioxide, oxygen, hemoglobin and plasma electrolytes in blood of pregnant goats and their fetuses  
Am J Physio 1958; 195(2):481-486
- Kannan G, Terril TH, Kouakou B, Gazal OS, Gelaye S, Amoah EA, Samaké  
Transportation of goats: effects on physiological stress responses and live weight loss  
J Anim Sci 2000; 78(6):1450-1457
- Kengeter B  
Die Bedeutung von Ziegenmilch für die menschliche Ernährung unter Berücksichtigung des Angebotes auf dem Bio-Markt  
Schriftenreihe des Arbeitskreises für Ernährungsforschung Bad Vilbel 2003; 1:1-80

- Khaled NF, Illek J, Gajdušek S  
Interactions between nutrition, blood metabolic profile and milk composition in dairy goats  
Acta Vet Brno 1999; 68:253-258
- Khan JR, Ludri RS  
Changes in blood glucose, plasma non-esterified fatty acids and insulin in pregnant and non-pregnant goats  
Trop Anim Health Prod 2002; 34(1):81-90
- Khan JR, Ludri RS  
Changes in maternal blood glucose and plasma non-esterified fatty acid during pregnancy and around parturition in twin and single fetus bearing Crossbred goats  
Asian-Aust J Anim Sci 2002; 15(4):504-508
- Krajnicakova M, Kovac M, Kostecky M, Valocky I, Maracek I, Sutiakova I, Lenhardt L  
Selected clinico-biochemical parameters in the puerperal period of goats  
Bull Vet Res Inst Pulawy 2003; 47(1):177-182
- Kramer JW, Carthew GC  
Serum and tissue enzyme profiles of goats  
N Z Vet J.1985; 33(6):91-93
- Kurtz A  
Funktion der Niere und Regulation des Wasser- und Elektrolythaushaltes  
In: Löffler G, Petrides PG, Heinrich PC  
Biochemie und Pathobiochemie  
8. Auflage, 2006, Springer Verlag Heidelberg, 909-968
- Langner A  
Der Einfluss der Trächtigkeit und Laktation auf ausgewählte klinisch-chemische Parameter des Fettstoffwechsels und der Leberfunktion bei Ziegen unter den Bedingungen eines Spurenelementmangels  
Diss med vet, Leipzig, 1989
- Lewis JH  
Comparative Hematology: studies in goats  
Am J Vet Res 1976b; 37:601-607
- Liebich HG  
Blut und Blutzellbildung  
In: Funktionelle Histologie der Haussäugetiere  
4. Auflage, 2004, Schattauer Verlag Stuttgart, 143-156
- Löhle K  
Untersuchung über den Gehalt von Harnstoff, Gesamtbilirubin, Gesamteiweiß und Kreatinin im Blutplasma afrikanischer Zwergziegen  
Monatsh Vetmed 1992; 47:487-493

- Löhle K  
Klinisch-chemische Untersuchung ausgewählter Blutparameter Afrikanischer  
Zwergziegen im Vergleich zu Literaturergebnissen anderer Ziegenrassen sowie Schafe  
Diss med vet, Berlin, 1990
- Locher L  
Untersuchungen zum antioxidativen Status bei Milchziegen im peripartalen Zeitraum  
Diss med vet, Leipzig, 2007
- Luster MI, Boorman GA, Korach KS, Dieter MP, Hong L  
Mechanisms of estrogen-induced myelotoxicity: Evidence of thymic regulation  
Int J Immunopharm 1984; 6(4):287-297
- Mabon RM, Brechany EY, Vernon RG  
Plasma unesterified fatty acid and triacylglycerol concentration of the goat (*Capra  
hircus*) during pregnancy and lactation  
Comp Biochem Physiol B 1982; 72(3):453-455
- Marteniuk JV, Herdt TH  
Pregnancy toxemia and ketosis of ewes and does  
Vet Clin North Am Food Anim Pract 1988; 4(2):307-315
- Martin JF, Trowbridge EA, Salmon G, Plumb J  
The biological significance of platelet volume: its relationship to bleeding time,  
platelet thromboxane B2 production and megakaryocyte nuclear DNA concentration  
Thromb Res 1983; 32(5):443-460
- Mbassa GK, Poulsen JSD  
Reference ranges for hematological values in landrace goats  
Small Rum Res 1993; 9(4):367-376
- Mbassa GK, Poulsen JSD  
Reference ranges for clinical chemical values in Landrace goats  
Small Rum Res 1993; 10(2):133-142
- Mbassa GK, Poulsen JSD  
Influence of pregnancy, lactation and environment on haematological profiles in Danish  
landrace dairy goats of different parity  
Comp Biochem Physiol B, 1991; 2:403-412
- Mbassa GK, Poulsen JSD  
Profiles of some clinical chemical parameters in growing dwarf and landrace kids  
J Vet Med A 1991; 38:676-690
- McDougall S, Lephherd EE, Smith S  
Haematological and biochemical reference values for grazing Saanen goats  
Austr Vet J 1991; 68(11):370-372

Mehrzahl J, Zhao X  
T-lymphocyte proliferative capacity and CD4+/CD8+ ratio in primiparous and pluriparous lactating cows  
J Dairy Res 2008; 75(4):457-465

Mellado M, Rodríguez S, Lopez R, Rodríguez A  
Relation among milk production and composition and blood profiles and fecal P and nitrogen in goats on rangeland  
Small Rum Res 2006; 65(3):230-236

Meyer W  
Bestimmung des Bilirubin- und Reststickstoffgehaltes im Blutserum und des Blutzuckergehaltes bei Ziegen  
Diss med vet, Hannover, 1960

Michałek K, Jankowiak D, Ozgo M, Skrzypczak WF  
Renal regulation of sodium, potassium and chloride balance in single- and twin-pregnant goats  
Acta Vet Hung 2010; 58(2):199-209

Mirand EA, Gordon AS  
Mechanism of estrogen action in erythropoiesis  
Endocrinology 1966; 78(2):325-332

Mischke R  
Hämostase  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7. Auflage, 2014, 197-242  
Schattauer GmbH, Stuttgart

Mischler K, Fischer JE, Zraggen L, Kudielka BM, Preckel D, von Könel R  
The effect of repeated acute mental stress on habituation and recovery responses in hemoconcentration and blood cells in healthy men  
Life Sci 2005; 77(10):1166-1179

Moritz A  
Der Einsatz lasergestützter Multiparameter-Hämatologiesysteme in der Veterinärmedizin  
Habilitation, Giessen, 2000

Moritz A, Schwendenwein I, Kraft W a)  
Hämatologie  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7., Auflage, 2014, 79-159  
Schattauer GmbH, Stuttgart

Moritz A, Schwendenwein I, Kraft W b)  
Harnapparat  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7., Auflage, 2014, 420-487  
Schattauer GmbH, Stuttgart



Müller B, Kolb E, Dittrich H, Leo M  
Untersuchungen über den Gehalt an Hämoglobin im Blut sowie an Mengen- und Spurenelementen in Blutplasma und Erythrozyten von Schafen, Damhirschen, Zwergziegen und Rentieren  
Tierärztl Prax 1993; 21:125-133

Mundim AV, Costa AS, Mundim SAP, Guimarães EC, Espindola FS  
Influence of parity and stage of lactation on the blood biochemical profile of Saanen goats  
Arq Bras Med Vet Zootec 2007; 59(2):306-312

Muscher AS, Schröder B, Breves G, Huber K  
Dietary nitrogen reduction enhances urea transport across goat rumen epithelium  
J Anim Sci 2010; 88(10):3390-3398

Nazifi S, Dehghani S, Gheisari HR  
Biochemical and cytologic properties of blood and peritoneal fluid in clinically normal adult goats  
Vet arhiv 1999; 69:221-227

Neumann S a)  
Leber  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7. Auflage, 2014, 250-275  
Schattauer GmbH, Stuttgart

Neumann S b)  
Serumlipide  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7. Auflage, 2014, 312-318  
Schattauer GmbH, Stuttgart

Nickerson SC, Pankey JW  
Cytologic observations of the bovine teat end  
Am J Vet Res 1983; 44(8):1433-1441

Nikodémus E, Bedö S, Pickler A, Szép P  
Variations in milk somatic cell count and haematologic values of dairy cows during lactation  
Acta Vet Hung 1994; 42(1):131-139

Nockels CF, Odde KG, Craig AM  
Vitamin E supplementation and stress affect tissue alpha-tocopherol content of beef heifers  
J Anim Sci 1996; 74(3):672-677

Ohtsuka H, Terasawa S, Watanabe C, Kohiruimaki M, Mukai M, Ando T, Petrovski KR, Morris S  
Effect of parity on lymphocytes in peripheral blood and colostrum of healthy Holstein dairy cows  
Can J Vet Res 2010; 74(2):130-135

- Olsson K, Benlamlih S, Dahlborn K, Orberg J  
A serial study of fluid balance during pregnancy, lactation and anestrus in goats  
*Acta Physiol Scand* 1982; 115(1):39-45
- Paape MJ, Poutrel B, Contreras A, Marco JC, Capuco AV  
Milk somatic cells and lactation in small ruminants  
*J Dairy Sci* 2001; 84(E):237-244
- Pachar RS, Verma SK  
Biochemical variations during periparturient period in goats  
*Arch Exp Veterinarmed* 1988; 42(2):267-273
- Pambu-Gollah R, Cronje PB, Casey NH  
An evaluation of the use of blood metabolite concentrations as indicator of nutritional status in free-ranging indigenous goats  
*S Afr J Anim Sci* 2000; 30(2):115-120
- Park YW, Chukwu HI  
Macro-mineral concentrations in milk of two goat breeds in different stages of lactation  
*Small Rum Res* 1988; 1(2):157-166
- Park YH, Fox LK, Hamilton MJ, Davis WC  
Bovine mononuclear leukocyte subpopulations in peripheral blood and mammary gland secretion during lactation  
*J Dairy Sci* 1992; 75:998-1006
- Piccione G, Caola G, Refinetti R  
Annual rhythmicity and maturation of physiological parameters in goats  
*Res Vet Sci* 2007; 83:239-243
- Piccione G, Casella S, Lutri L, Vazzana I, Ferrantelli V, Caola G  
Reference values for some haematological, haematochemical and electrophoretic parameters in the Girgentana goat  
*Turk J Vet Anim Sci* 2010; 34(2):197-204
- Plautz W  
Verlaufsuntersuchungen über Blutparameter bei Schafen und Ziegen in Niederösterreich  
Diss med vet, Wien, 1990
- Popovic WJ, Brown JE, Adamson JW  
The influence of thyroid hormones on in vitro erythropoiesis  
*J Clin Invest* 1977; 60:907-913
- Pospíšil J, Kase F, Vahala J  
Basic haematological values in the Cameroon goat  
*Comp Biochem Physiol* 88 A 1987:451-454

Püsch M  
Hämatologiesystem ADVIA 120, Softwareadaptation und Evaluation bei den Tierarten  
Schaf und Ziege  
Diss med vet, Gießen, 2002

Pyne AK, Duttagupta R, Maitra DN  
Physiological studies on blood of goats  
Ind Vet J 1982; 59:597-599

Radloff HD, Schultz LH, Hoekstra WG  
Relationship of plasma free fatty acids to other blood components in ruminants under  
various physiological conditions  
J Dair Sci 1966; 49(2):179-182

Ranganath LR, Christofides J, Semple MJ  
Increased mean platelet volume after oestrogen replacement therapy  
Ann Clin Biochem 1996; 33(6):555-560

Ranitovic M  
Das normale Blutbild der Ziege  
Wien Tierärztl Mschr 1926, 44-45

Rasooli A, Nouri M, Khadjeh GH, Rasekh A  
The influences of seasonal variations on thyroid activity and some biochemical  
parameters of cattle  
Iran J Vet Res 2004; 5(2):1383-1390

Ridoux R, Siliart B, Andre F  
Parametres biochimiques de la chevre laitiere I  
Rec med vet 1981; 157(5): 357-361

Riis PM, Madsen A  
Thyroxine concentrations and secretion rates in relation to pregnancy, lactation and  
energy balance in goats  
J Endocrinol 1985; 107:421-427

Ringdorfer F, Gruber L, Pöckl E, Maierhofer G  
Futteraufnahme und Milchleistung von Schafen und Ziegen in Abhängigkeit von der  
Grundfutterqualität und dem Kraftfutterniveau in der Ration  
Proceedings of the 16th International Science Symposium on Nutrition of Domestic  
Animals, 2007:177-183

Rondina D, Freitas VJ, Spinaci M, Galeati G  
Effect of nutrition on plasma progesterone levels, metabolic parameters and small  
follicles development in unstimulated goats reared under constant photoperiod regimen  
Reprod Domest Anim 2005; 40(6):548-552

Rook JS  
Pregnancy toxemia of ewes, does and beef cows  
Vet Clin North Am Food Anim Pract 2000; 16(2):293-317

- Rudovsky A  
 Untersuchungen zum Einfluss des Durchmelkens und der Verlängerung der  
 Ablammperiode auf die Reproduktionsleistung und die Milchezusammensetzung bei  
 Ziegen  
 Diss med vet Leipzig, 2008
- Sahlu T, Fernandez JM, Lu CD, Potchoiba MJ  
 Influence of dietary protein on performance of dairy goats during pregnancy  
 J Dairy Sci 1992; 75:220-227
- Sakha M, Shamesdini M, Mohamad-zadeh F  
 Serum biochemistry values in Raini Goats of Iran  
<http://ispub.com/IJVM/6/1/9889>
- Saks VA, Ventura-Clapier R, Aliev MK  
 Metabolic control and metabolic capacity: Two aspects of creatine kinase functioning in  
 the cells  
 Biochim Biophys Acta 1996; 1274(3):81-88
- Sakowski T, Kuczyńska B, Puppel K, Metera E, Słoniewski K, Barszczewski J  
 Relationships between physiological indicators in blood, and their yield, as well as  
 chemical composition of milk obtained from organic dairy cows  
 J Sci Food Agric 2012; 92(14):2905-2912
- Sakurai K, Ohkura S, Matsuyama S, Katoh K, Obara Y, Okamura H  
 Body growth and plasma concentration of metabolites and metabolic hormones during  
 the pubertal period in female Shiba goats  
 J Reprod Dev 2004; 50(2):197-205
- Samardžija M, Dobranić T, Lipar M, Harapin I, Prvanović N, Grizelj J, Gračner GG,  
 Dobranić V, Radišić B, Duričić D  
 Comparison of blood serum macromineral concentrations in meat and dairy goats  
 during puerperium  
 Vet Arhiv 2011; 81:1-11
- Sandabe UK, Mustapha AR, Sambo EY  
 Effect of pregnancy on some biochemical parameters in Sahel goats in semi-arid zones  
 Vet Res Commun 2004; 28(4):279-285
- Sauvant D, Chilliard Y, Bas P, Morand-Fehr P  
 Goat adipose tissue mobilization and milk production level  
 Ann Rech Vet 1979; 10(2-3):404-407
- Sauvant D, Robert JC, Legendre D, Ternois F, Hervieu J, Duron M  
 The relationship between udder secretion and the content of blood energy nutriment  
 and nitrogen in the goat at the onset of lactation in the dairy goat  
 Reprod Nutr Dev 1986; 26(2b):589-595

Schmidely P, Lloret-Pujol M, Bas P, Rouzeau A, Sauvant D  
Influence of feed intake and source of dietary carbohydrate on milk yield and composition, nitrogen balance and plasma constituents of lactating goats  
J Dairy Sci 1999; 82(4):747-755

Schwendenwein I  
Serumproteine – Plasmaproteine  
In: Klinische Labordiagnostik in der Tiermedizin  
7. Auflage, 2014, 292-303

Serment A, Schmidely P, Giger-Reverdin S, Chapoutot P, Sauvant D  
Effects of the percentage of concentrate on rumen fermentation, nutrient digestibility, plasma metabolites and milk composition in mid-lactation goats  
J Dairy Sci 2011; 94(8):3960-3972

Sigurdsson H  
The effect of flock, number of fetuses and age on some biochemical blood constituents in ewes in late pregnancy under field conditions  
J Vet Med A 1988; 35(1-10):417-423

Silanikove N  
Renal excretion of urea in response to the changes in nitrogen intake in desert black Bedouin and non-desert Swiss Saanen goats  
Comp Biochem Physiol A 1984; 4:651-654

Skonicka E, Muszczyński Z, Suska M  
Effect of the periparturient period on serum lipid and cholesterol lipoprotein concentrations in goats (*capra hircus*)  
Acta Vet Hung 2011; 59(4): 445-454

Somvanshi R, Biswas JC, Sharma B, Koul GL  
Haematological studies on Indian pashmina goats  
Res Vet Sci 1987; 42(1):124-126

Sono H, Ambo K, Tsuda T  
Blood glucose kinetics in whole body and mammary gland of lactating goats exposed to heat  
J Dairy Sci 1985; 68(10):2557-2564

Steffen F, Jaggy A, Gaillard C, Fatzer R, Aeschbacher G, Blum J, Tontis A  
Referenzbereiche von elektrodiagnostischen und Laboruntersuchungen bei jungen Walliser Schwarzhalsziegen  
Tierärztl Praxis 1996; 24(1):22-28

Stokol T, Nydam DV  
Effects of anticoagulant and storage conditions on bovine nonesterified fatty acids and  $\beta$ -Hydroxybutyrate concentrations in blood  
J Dairy Sci 2005; 88:3139-3144

- Sugano S, Sudo Y, Sawazahi H, Sawasaki T, Kano Y, Matsui K, Mori Y  
The clinical values for chemical constituents of blood in normal miniature Shiba goats  
*Jikken Dobutsu* 1980; 29(4):433-439
- Taiwo VO, Ogunsanmi AO  
Haematology, plasma, whole blood and erythrocyte biochemical values of clinically healthy captive-reared grey duiker (*Sylvicapra Grimmia*) and West African dwarf sheep and goats in Ibadan, Nigeria  
*Israel Jour Vet med* 2003; 58(2-3), <http://www.isrvma.org/textPage.aspx?ID=25>
- Tanritanir P, Dede S, Ceylan E  
Changes in some macro minerals and biochemical parameters in female healthy Siirt Hair Goats before and after parturition  
*J Anim Vet Adv* 2009; 8(3):530-533
- Tibbo M, Jibril Y, Woldemeskel M, Dawo F, Aragaw K, Rege JEO  
Serum enzymes levels and influencing factors in three indigenous Ethiopian goat breeds  
*Trop Anim Health Prod* 2008; 40:657-666
- Tschuor AC, Riond B, Braun U, Lutz H  
Hämatologische und klinisch-chemische Referenzwerte für adulte Ziegen und Schafe  
*Schweiz Arch Tierheilk*, 2008; 150(6):287-295
- Tumbleson ME, Hutcheson DP  
Age related serum cholesterol, glucose and total bilirubin concentrations of female dairy cattle  
*Exp Biol Med* 1971; 138(3):1083-1085
- Valtonen MH, Uusi-Rauva A, Eriksson L  
The effect of protein deprivation on the validity of creatinine and urea in evaluation of renal function. An experimental study in the goat.  
*Scand J Clin Lab Invest* 1982 ; 42(6):507-512
- Van den Top AM, van't Klooster AT, Wensing T, Wntink GH, Beynen AC  
Liver triacylglycerol concentrations around parturition in goats with either pre-partum restricted or free access to feed  
*Vet Q* 1995; 17(2):54-59
- Von Bredow M  
Untersuchungen zur Eiweißkonzentration und den Eiweißfraktionen im Blut nicht gravider, gravider und laktierender Zwergziegen  
Dipl med vet, Leipzig, 1986
- Vrzgula L, Seidel H, Gardas J  
Yearly dynamics of haematological and biochemical indices in the blood serum of goats  
*Folia Vet Chech* 1985; 29:53-69
- Waziri MA, Ribadu AY, Sivachelvan N  
Changes in the serum proteins, hematological and some serum biochemical profiles in the gestation period in the Sahel goats  
*Vet arhiv* 2010; 80(2):215-224

Wheeler AG

Seasonal, genetic and age variation in non-esterified fatty acid concentrations in the ewe  
Comp Biochem Physiol B 1984; 79(2):157-160

Wilkins JH, Hodges REDH

Observations on normal goat blood  
Royal Army Vet Corp J 1962; 33:7-10

Wiegand M

Stoffwechseluntersuchungen bei hochleistenden Milchziegen im peripartalen  
Zeitraum, 1998

6. DVG-Tagung Schaf- und Ziegenkrankheiten 1998, 118-119

Wittek T, Elze K.

Beitrag zum klinischen Verlauf des Puerperiums und zu ausgewählten  
Blutserumparametern bei der Milchziege im Frühpuerperium  
Tierärztl Umsch 2001; 56(7):369-375

Wosnik M

Einfluss der normalen Geburt auf Enzymaktivitäten und Selenkonzentration im  
Blutplasma von Ziegen und ihren Lämmern  
Diss med vet, Giessen, 1991

Zeng SS, Escobar EN

Effect of parity and milk production on somatic cell count, standard plate count and  
composition of goat milk  
Small Rum Res 1995; 17(3):269-274

Žubčić D

Some biochemical parameters in the blood of grazing German improved fawn Goats  
from Istria, Croatia  
Vet Arhiv 2001; 71(5):237-244

Zumbo A, Di Rosa AR, Casella S, Piccione G

Changes in some blood haematological parameters of Maltese goats during lactation  
J Anim Vet Adv 2007; 6(5):706-711

## **Erklärung**

Ich erkläre: Ich habe die vorgelegte Dissertation selbständig und ohne unerlaubte fremde Hilfe und nur mit den Hilfen angefertigt, die ich in der Dissertation angegeben habe. Alle Textstellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, und alle Angaben, die auf mündlichen Auskünften beruhen, sind als solche kenntlich gemacht. Bei den von mir durchgeführten und in der Dissertation erwähnten Untersuchungen habe ich die Grundsätze guter wissenschaftlicher Praxis, wie sie in der „Satzung der Justus-Liebig-Universität Gießen zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ niedergelegt sind, eingehalten.



## **Danksagung**

Herrn Prof. Dr. A. Wehrend für die Überlassung des Themas und die Betreuung dieser Arbeit

Herrn Prof. Dr. A. Moritz, sowie den Mitarbeitern des Zentrallabors der Klinik für Kleintiere für die Erstellung der Blutbilder

Herrn Dr. Failing und Frau Sparenberg, AG Biomathematik und Datenverarbeitung am Fachbereich Veterinärmedizin der JLU Gießen, für die Unterstützung bei der statistischen Auswertung

Den Mitarbeitern des Labors der Klinik für Geburtshilfe, Gynäkologie und Andrologie für die Durchführung der klinisch-chemischen Analysen

Frau Euler und Herrn Bourgett, Domäne Mechthildshausen für die freundliche Bereitstellung der Ziegen und Überlassung des Datenmaterials

Den Mitarbeitern der „Milchziegenabteilung“ der Domäne Mechthildshausen, Hofgut Gassenbach, Idstein für die Hilfe bei der Blutprobenentnahme

Meiner Familie, ohne deren immerwährende Unterstützung von Studienbeginn bis Disputation dieses Ziel nicht erreicht worden wäre (<3!)

Andrea Müller-Janßen, Dr. Anne Fröhlke und Heike Köster

Meinem Mann und meinen Kindern - "...that's how winning is done!"



*edition scientifique*  
**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**



**VVB LAUFERSWEILER VERLAG**  
STAUFENBERGRING 15  
D-35396 GIESSEN

Tel: 0641-5599888 Fax: -5599890  
redaktion@doktorverlag.de  
www.doktorverlag.de

ISBN: 978-3-8359-6411-2



9 783835 196412

Photo cover: © Birgit Lumma