

Hämatologische und klinisch-chemische Referenzwerte für adulte Ziegen und Schafe

A. C. Tschuor, B. Riond¹, U. Braun, H. Lutz¹

Klinik für Wiederkäuer und ¹Veterinärmedizinisches Labor der Universität Zürich

Zusammenfassung

In der Schweiz hat die Zucht und Nutzung von Schafen und Ziegen seit jeher einen grossen Stellenwert in der Landwirtschaft. Zunehmend werden diese Tiere auch als Hobbytiere gehalten. Dies eröffnet den behandelnden Tierärzten erweiterte Möglichkeiten, wobei die Bestimmung von hämatologischen und klinisch-chemischen Parametern einen wichtigen diagnostischen und therapeutischen Stellenwert hat. Da für die heute verwendeten Messmethoden keine hämatologischen und klinisch-chemischen Referenzwerte von unter schweizerischen Bedingungen gehaltenen adulten Schafen und Ziegen zur Verfügung standen, wurden in der vorliegenden Studie diese Parameter anhand von je 102 Schafen und Ziegen aus der Schweiz bestimmt. Zwischen den beiden Tierarten Schaf und Ziege konnten betreffend Erythrozytenzahlen, mittlerem Erythrozytenvolumen und Hämoglobingehalt als auch den Leukozytenzahlen signifikante Unterschiede aufgezeigt werden. Bei der Interpretation von Laborbefunden von Schafen und Ziegen müssen die tierartlichen Unterschiede deshalb streng berücksichtigt werden.

Schlüsselwörter: Schaf, Ziege, Hämatologie, klinische Chemie, Referenzwerte

Hematological and clinical biochemical parameters for adult goats and sheep

Sheep and goat husbandry has always played an important role in swiss agriculture, but in recent years these animals are increasingly appreciated as hobby pets. This opens new diagnostic and therapeutic perspectives for veterinary surgeons, notably in the determination of hematological and clinical biochemical parameters. For the current methods used there are no reference range values available for adult sheep and goats kept under swiss conditions. Therefore, the present study was designed to determine haematological and clinical biochemical parameters in 102 goats and 102 sheep from swiss flocks. Significant differences were found between the two species, especially regarding erythrocyte count, mean erythrocyte volume, hemoglobin content as well as leukocyte count. It is therefore of utmost importance to discriminate between sheep and goats when interpreting laboratory findings.

Keywords: sheep, goat, haematology, blood chemistry, reference values

Einleitung

Die Topographie der Schweiz und die Betriebsstrukturen der schweizerischen Landwirtschaft sind seit jeher prädisponierende Faktoren zur Zucht und Haltung von kleinen Wiederkäuern (Stehle, 1999). Nach wie vor ist der grösste Anteil der in der Schweiz gehaltenen Schafe und Ziegen im Landwirtschaftssektor zu finden. Immer mehr werden sie jedoch auch als Hobbytiere gehalten. Obwohl es keine offiziellen Zahlen zu dieser Verteilung gibt, spiegelt sich dies auch im Patientengut unserer Klinik wieder. So stammten in Jahre 1996 etwa 40 % der kleinen Wiederkäuer aus der Hobbytierhaltung und 2006 waren es bereits 56 %. Durch diesen Trend weg vom reinen Nutztier sind auch die wirtschaftlichen Aspekte der Tierhaltung

in den Hintergrund geraten. Dieser Umstand erlaubt es, dem behandelnden Tierarzt diagnostisch und therapeutisch weiter zu gehen als bei wirtschaftlich orientierter Schaf- und Ziegenhaltung. Auch äussern sich die Erkrankungen der kleinen Wiederkäuer oft in einem einheitlichen klinischen Erscheinungsbild (Stehle, 1999). Dadurch gewinnt die Bestimmung von hämatologischen und klinisch-chemischen Blutparametern zur Erkennung und Beurteilung verschiedener Krankheitsbilder beim Schaf und bei der Ziege weiter an Bedeutung. Eine aussagekräftige Beurteilung von Laborparametern setzt laborspezifische Referenzwerte voraus, die je nach Analysegerät, angewandter Methode und Wahl der Probanden (Alter, Rasse, Haltungsbedingungen) von den in der Literatur beschriebenen Referenzwerten abweichen

288 Originalarbeiten

können. Die Blutwerte der Patienten unserer Klinik wurden bis anhin mit Referenzwerten verglichen, die unter anderen als den bei uns heute üblichen Messmethoden bestimmt worden waren (Bianca et al., 1977; Boss und Wanner, 1977a; Boss und Wanner, 1977b; Smith und Sherman, 1994; Bostedt und Dedić, 1996; Behrens et al., 2001; Radostits et al., 2007). Deshalb hatte die vorliegende Untersuchung zum Ziel, hämatologische und klinisch-chemische Referenzwerte von adulten Schafen und Ziegen anhand heutiger Analysemethoden zu erstellen.

Tiere, Material und Methoden

Tiere

Insgesamt wurden 102 klinisch gesunde Mutterschafe der Rasse Weisses Alpenschaf aus 12 Betrieben und 102 Ziegen der Rasse Bündner Strahlenziege aus 14 Betrieben für die Untersuchung berücksichtigt. Sämtliche Tiere stammten aus dem Bündner Oberland (1200 m ü. M.), waren 3 bis 5 Jahre alt und die letzte Geburt lag mindestens einen Monat zurück. Alle Tiere standen zum Zeitpunkt der Blutentnahme in Laktation und waren vor maximal 2 Monaten entwurmt worden. Die Fütterung setzte sich aus Heu, Emd, Viehsalz und wenig Kraftfutter zusammen. Lediglich zwei Betriebe (18 Schafe) verfütterten zudem Grassilage. Bei der Auswahl der Betriebe wurde speziell darauf geachtet, dass die Tiere in den letzten drei Monaten vor der Blutentnahme ein auf den Bedarf von kleinen Wiederkäuern ausgerichtetes Mineralfuttermittel in ausreichender Menge erhalten hatten. Pro Betrieb wurden höchstens 12 Tiere in die Untersuchung einbezogen. Alle Ziegenbetriebe waren anerkannt frei von Capriner Arthritis Encephalitis (CAE).

Blutentnahme

Die Blutentnahmen erfolgten mittels einer Einmalspritze (B / Braun Omnifix®, Kunststoff, steril, 20 ml) und Kanüle (Terumo, 18 G, 1,2 × 40 mm) aus der Jugularvene. Anschliessend wurde das Blut auf drei verschiedene Probenröhrchen verteilt (mit EDTA-Zusatz für Hämatologie, mit Na-Fluorid für Glukosebestimmung und ohne Zusatz für die Serumgewinnung). Die Serumröhrchen wurden noch auf dem jeweiligen Betrieb während 5 Minuten bei 3000 g zentrifugiert und danach wie die übrigen Röhrchen gekühlt gelagert. Die Messung der Proben erfolgte innerhalb von 4 Stunden nach der Entnahme.

Hämatologie

Vom EDTA-Blut wurden spätestens 6 Stunden nach der Probenentnahme Ausstriche für eine Leukozytendifferenzierung angefertigt und im Haematek Färbeautomat (AMES, Bayer AG, Zürich) mittels Wright-Technik angefärbt. Die Gesamtleukozytenzahl, Erythrozytenzahl,

Erythrozytenindizes sowie die Hämoglobinkonzentration und der Hämatokritwert wurden elektronisch bestimmt (Cell – Dyn 3500®, Abbott AG, Diagnostics Division, Baar). Die Differenzierung des weissen Blutbilds erfolgte mikroskopisch, wobei jeweils zwei verschiedene Laborantinnen je 100 Zellen beurteilten. Als stabkernig wurden diejenigen Granulozyten beurteilt, deren Zellkerne gemäss englischer/amerikanischer Definition parallele Ränder und eine glatte Membran aufwiesen (Schalm et al., 2000). Das Fibrinogen wurde mittels Hitzepräzipitation und danach wie die Plasmaproteine refraktometrisch bestimmt (Schalm et al., 2000). Für die hämatologischen Parameter wurden konventionelle und SI-Einheiten angegeben.

Klinische Chemie

Die Messungen erfolgten im Cobas Integra (Roche Diagnostics, Rotkreuz) unter Bedingungen der International Federation of Clinical Chemistry (IFCC). Die dazu verwendeten Analysemethoden sind in Tabelle 1 zusammengestellt. Die Serumproteinelektrophorese wurde mit einem halbautomatischen Elektrophorese-System auf Agarose Gel nach Vorschrift des Herstellers durchgeführt (Hydragel 7 Protein kit, Sebia PN 4100, Issy-les-Moulineaux, France). Die Auswertung der gefärbten Folien erfolgte densitometrisch mit einem Scanner (Epson Expression 1680 Professional Scanner). Mittels spezieller Software (Phoresis, Sebia) wurde für jede Probe ein Elektropherogramm erstellt und für jede Proteinfraction die relative und absolute Proteinkonzentration berechnet.

Statistische Auswertung

Die Daten wurden in einem Tabellenkalkulationsprogramm (Excel, Microsoft) erfasst. Mit Hilfe dieses Programms wurden der Mittelwert, die 5%-, 50%- und 95%-Quantile berechnet. Die Ergebnisse der Blutanalysen wurden mit Hilfe des Programms StatView 5.0 (SAS Institut, 8602 Wangen, Schweiz) statistisch erfasst und analysiert. Diese kategorischen Daten wurden mittels t-Test verglichen und ein P-Wert von ≤ 0.05 wurde als signifikant angesehen.

Ergebnisse

In den Tabellen 2 und 3 sind die Referenzwerte für die Schafe und in den Tabellen 4 und 5 diejenigen für die Ziegen zusammengefasst. Beim Schaf schwankten die Erythrozytenzahlen zwischen $8.7 \times 10^6/\mu\text{l}$ und $12.9 \times 10^6/\mu\text{l}$, während sie bei der Ziege mit Werten zwischen $13.5 \times 10^6/\mu\text{l}$ und $18.4 \times 10^6/\mu\text{l}$ signifikant ($P < 0.05$) höher lagen. Das Volumen der Ziegenerythrozyten (MCV) war mit durchschnittlich 18 fl signifikant ($P < 0.05$) kleiner als dasjenige der Schaferythrozyten mit durchschnittlich 31 fl. Dies hatte zur Folge, dass auch die mittlere korpuskuläre Hämoglobinmenge (MCH) der Erythrozyten beim

Tabelle 1: Übersicht der klinisch-chemischen Parameter und der Analysemethoden.

Parameter	Methode	Referenz
Bilirubin gesamt (µmol/l)	modifizierte Diazomethode	Malloy H. und Evelyn K., 1937
Glukose (mmol/l)	enzymatisch	Neeley, 1972
Harnstoff (mmol/l)	kinetisch	Talke und Schubert, 1965
Kreatinin (µmol/l)	Jaffé gepuffert, kinetisch	Bartels und Bohmer, 1971
Protein (g/l)	Biuret-Reaktion	Doumas et al., 1981
Albumin (g/l)	Bromkresolgrün	Doumas et al., 1971
Cholesterin (mmol/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	Allain et al., 1974
Triglyzeride (mmol/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	Allain et al., 1974
Alkalische Phosphatase (U/l)	gemäss IFCC ¹	Tietz et al., 1983
Amylase (U/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	Henkel et al., 1984
Lipase (U/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	Verduin et al., 1973
ASAT (GOT) ² (U/l)	gemäss IFCC	Bergmeyer et al., 1986
ALAT (GPT) ³ (U/l)	gemäss IFCC	Bergmeyer et al., 1986
GGT ⁴ (U/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	Persijn und van der Slik, 1976
GLDH ⁵ (U/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	Anonymous, 1972
Kreatinkinase (CK) (U/l)	gemäss IFCC	Holder M. et al., 1991
SDH ⁶ (U/l)	enzymatisch, kolorimetrisch	van der Heiden C. et al., 1994
LDH ⁷ (U/l)	gemäss DGKC ⁸	van der Heiden C. et al., 1994
Natrium (mmol/l)	ionenselektive Elektrode	Kuhn T. et al., 1994
Kalium (mmol/l)	ionenselektive Elektrode	Kuhn T. et al., 1994
Chlorid (mmol/l)	ionenselektive Elektrode	Kuhn T. et al., 1994
Calcium (mmol/l)	kolorimetrisch	Schwarzenbach G., 1955
Magnesium (mmol/l)	kolorimetrisch	Ferguson J. et al., 1964
Phosphat (mmol/l)	direkte Phosphomolybdatmethode	Daly und Ertingshausen, 1972
Eisen (µmol/l)	Guanidin/FerroZine ⁹ - Methode	Eisenwiener H., 1979

¹ IFCC: International Federation of Clinical Chemistry and Laboratory Medicine

² ASAT (GOT): Aspartat-Aminotransferase (früher: Glutamat-Oxalacetat-Transaminase)

³ ALAT (GPT): Alanin-Aminotransferase (früher: Glutamat-Pyruvat-Transaminase)

⁴ GGT: γ -Glutamyl-Transferase = γ -Glutamyl-Transpeptidase = γ -GT

⁵ GLDH: Glutamat-Dehydrogenase

⁶ SDH: Sorbitdehydrogenase

⁷ LDH: Laktatdehydrogenase

⁸ DGKC: Deutsche Gesellschaft für klinische Chemie

⁹ FerroZine[®] = Warenzeichen der Hach Chemical Co., Ames, Iowa, USA

Schaf signifikant ($P < 0.05$) höher lag. In der Analyse des weissen Blutbildes fielen die Ziegen mit aussergewöhnlich hohen Leukozytenzahlen ($7.8\text{--}19.6 \times 10^3/\mu\text{l}$) auf, die beim Schaf ($4.5\text{--}11.4 \times 10^3/\mu\text{l}$) deutlich tiefer lagen. Die klinisch-chemischen Parameter zwischen Schaf und Ziege zeigten nur bei wenigen Messgrössen (Alkalische Phosphatase, ASAT und LDH) Unterschiede, die jedoch nicht signifikant ($P > 0.05$) waren.

Diskussion

Die Erstellung von Referenzwerten für Wiederkäuer wird in besonderem Masse durch Faktoren wie körperliche Anstrengung, Erregung während der Blutentnahme, Alter, Laktation, Höhenlage der Betriebe, Fütterungsbedingungen, Jahreszeit und Parasitenbürde beeinflusst. Dies führt unabhängig von der Sensitivität der verwendeten Methoden zu einheitlich breiten Referenzintervallen (Schalm, 2000). Aufgrund der in unserer Studie verwendeten Anzahl an Einzelproben (je 102 Schafe und Ziegen)

darf davon ausgegangen werden, dass die erstellten Referenzbereiche zuverlässig und repräsentativ für die Blutwerte von in der Schweiz gehaltenen kleinen Wiederkäuern sind.

Beim Vergleich des roten Blutbildes der kleinen Wiederkäuer mit jenem anderer Haustiere (und auch mit dem vom Menschen), fällt auf, dass Schaf und Ziege die höchsten Erythrozytenzahlen aufweisen, wobei sie bei der Ziege signifikant höher sind als beim Schaf, was mit früheren Studien übereinstimmt (Sharma et al., 1973). Da Schafe gegenüber Ziegen jedoch signifikant grössere Erythrozytenvolumina (MCV) haben, unterscheidet sich der Hämatokrit zwischen diesen beiden Tierarten nur leichtgradig. Gegenüber anderen Haustierarten wie Rind, Pferd, Schwein, Hund und Katze ist insbesondere das MCV der Ziegenerythrozyten ausgesprochen tief, weshalb sie als kleinste Erythrozyten bei domestizierten Haustieren gelten (Schalm, 2000). Diese Eigenheit der Ziegenerythrozyten führt dazu, dass sie eine grössere osmotische Stabilität aufweisen, was den Tieren insbesondere in ihrer ursprünglich kargen Umgebung nützt und sie resistenter

290 Originalarbeiten

Tabelle 2: Referenzwerte der Hämatologie bei der Ziege.

	5 %-Quantile	50 %-Quantile	95 %-Quantile	Mittelwert	n
Kleiner Status					
Konventionelle Einheiten					
Hämatokrit manuell (%)	24	29	35	29	101
Hämoglobin (g/dl)	9	10.2	12.1	10.3	101
Erythrozyten ($10^6/\mu\text{l}$)	13.5	16	18.4	16.1	101
MCH ¹⁰ (pg)	6	6	7	6	101
MCHC ¹¹ (g/dl)	32	36	38	36	101
MCV ¹² (fl)	16	18	20	18	101
Leukozyten ($10^3/\mu\text{l}$)	7.8	12.7	19.6	13	101
SI-Einheiten¹³					
Hämatokrit manuell (l/l)	0.24	0.29	0.35	0.29	101
Hämoglobin (mmol/l)	5.6	6.3	7.5	6.4	101
Erythrozyten ($10^{12}/\text{l}$)	13.5	16	18.4	16.1	101
MCH (fmol)	0.4	0.4	0.4	0.4	101
MCHC (mmol/l)	2.3	2.2	2.1	2.2	101
MCV (fl)	16	18	20	18	101
Leukozyten ($10^9/\text{l}$)	7.8	12.7	19.6	13	101
Varia					
Fibrinogen (g/l)	1	3	6	3	101
Plasmaprotein (g/l)	61	72	84	72.7	101
Leukozyten-Differenzierung					
Konventionelle Einheiten					
Neutrophile Segmentkernige ($/\mu\text{l}$)	2550	5230	9910	5596	101
Eosinophile Granulozyten ($/\mu\text{l}$)	0	170	740	260	101
Basophile Granulozyten ($/\mu\text{l}$)	0	90	300	119	101
Monozyten ($/\mu\text{l}$)	0	180	490	218	101
Lymphozyten ($/\mu\text{l}$)	3530	6160	11880	6830	101
Neutrophile Segmentkernige (%)	23.5	41.5	67.5	43	101
Eosinophile Granulozyten (%)	0	1	6	2	101
Basophile Granulozyten (%)	0	1	2.5	0.9	101
Monozyten (%)	0	1.5	4	1.7	101
Lymphozyten (%)	29	53.5	74	52	101
SI-Einheiten					
Neutrophile Segmentkernige ($\times 10^9/\text{l}$)	2.55	5.23	9.91	5.59	101
Eosinophile Granulozyten ($\times 10^9/\text{l}$)	0	0.17	0.74	0.26	101
Basophile Granulozyten ($\times 10^9/\text{l}$)	0	0.09	0.3	0.11	101
Monozyten ($\times 10^9/\text{l}$)	0	0.18	0.49	0.21	101
Lymphozyten ($\times 10^9/\text{l}$)	3.53	6.16	11.88	6.83	101

¹⁰ MCH: mean corpuscular hemoglobin = mittlere korpuskuläre Hämoglobinmenge¹¹ MCHC: mean corpuscular hemoglobin concentration = mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration¹² MCV: mean corpuscular volume = mittleres Zellvolumen¹³ SI-Einheiten: Einheiten des Système International d'unités

gegen Dehydratation macht (Engelhardt et al., 2005). Zudem erreicht die Ziege durch zahlenmässig ausserordentlich viele und volumenbezogen ausserordentlich kleine Erythrozyten eine proportional sehr grosse Oberfläche für den Gasaustausch, wodurch dieser auch in hoher Meereshöhe effizient bleibt. Als Folge des kleinen MCV ist auch die MCH (mittlere korpuskuläre Hämoglobinmenge) bei den Ziegen signifikant tiefer als beim Schaf, wobei die MCHC (mittlere korpuskuläre Hämoglobin-Konzentration) bei beiden Tierarten nahezu identisch ist. Dies lässt sich damit erklären, dass Ziegen pro Erythro-

zyt zwar weniger Hämoglobin aufweisen, dies jedoch mit einer signifikant höheren Anzahl an Erythrozyten kompensieren. Deshalb dürfte sich die Sauerstoff-Transportkapazität bei beiden Tierarten nicht stark unterscheiden. Wie bei den Erythrozyten waren auch die Leukozytenzahlen bei kleinen Wiederkäuern im Vergleich zu anderen Haustieren wesentlich höher. Insbesondere waren die 95 %-Intervalle von Schaf und Ziege signifikant höher als beim Rind ($P < 0.05$). Da kleinere Tiere eine höhere Passagegeschwindigkeit im Verdauungstrakt aufweisen und demzufolge einer grösseren Keimbelastung ausgesetzt

Tabelle 3: Referenzwerte der Hämatologie beim Schaf.

	5 %-Quantile	50 %-Quantile	95 %-Quantile	Mittelwert	n
Kleiner Status					
Konventionelle Einheiten					
Hämatokrit manuell (%)	27	33	38	33	100
Hämoglobin (g/dl)	9.8	11.5	13.2	11.5	100
Erythrozyten (10 ⁶ /μl)	8.7	10.6	12.9	10.6	100
MCH (pg)	10	11	12	11	100
MCHC (g/dl)	34	35	37	35	100
MCV (fl)	27	31	34	31	100
Leukozyten (10 ³ /μl)	4.5	7.2	11.4	7.3	100
SI-Einheiten					
Hämatokrit manuell (l/l)	0.27	0.33	0.38	0.33	100
Hämoglobin (mmol/l)	6.1	7.1	8.2	7.1	100
Erythrozyten (10 ¹² /l)	8.7	10.6	12.9	10.6	100
MCH (fmol)	0.7	0.7	0.6	0.7	100
MCHC (mmol/l)	2.3	2.2	2.2	2.2	100
MCV (fl)	27	31	34	31	100
Leukozyten (10 ⁹ /l)	4.5	7.2	11.4	7.3	100
Varia					
Fibrinogen (g/l)	1	3	7	3	49
Plasmaprotein (g/l)	62	68	75	68	49
Leukozyten-Differenzierung					
Konventionelle Einheiten					
Neutrophile Segmentkernige (/μl)	1070	2320	6738	2771	100
Eosinophile Granulozyten (/μl)	40	335	1041	411	100
Basophile Granulozyten (/μl)	0	90	1500	400	100
Monozyten (/μl)	30	140	585	212	100
Lymphozyten (/μl)	2050	3685	6403	3839	100
Neutrophile Segmentkernige (%)	18	36	62	37	100
Eosinophile Granulozyten (%)	0.5	5	13.6	5.7	100
Basophile Granulozyten (%)	0	0.5	1.5	0.5	100
Monozyten (%)	0.5	2.5	8.5	3	100
Lymphozyten (%)	34	55	75	54	100
SI-Einheiten					
Neutrophile Segmentkernige (× 10 ⁹ /l)	1.07	2.32	6.74	2.77	100
Eosinophile Granulozyten (× 10 ⁹ /l)	0.04	0.34	1.04	0.41	100
Basophile Granulozyten (× 10 ⁹ /l)	0	0.09	1.5	0.4	100
Monozyten (× 10 ⁹ /l)	0.03	0.14	0.59	0.21	100
Lymphozyten (× 10 ⁹ /l)	2.05	3.69	6.40	3.84	100

sind, könnte dies ein Grund sein für die bei den kleinen Wiederkäuern im Verhältnis zum Rind hohen Leukozytenzahlen (Engelhardt et al., 2005). Das für den adulten Wiederkäuer (wie auch für Schweine, Hühner, Ratten, Mäuse und Kaninchen) charakteristische lymphozytäre Blutbild mit einem Lymphozytenanteil von mehr als 50 % war auch in unseren Ergebnissen deutlich erkennbar. Dem gegenüber steht das granulozytäre Blutbild bei Hund, Katze, Pferd und Mensch, bei dem die Granulozyten anteilmässig überwiegen.

Grundsätzlich sind die unter hiesigen Bedingungen erhobenen Werte der klinisch-chemischen Parameter mit den in der Literatur angegebenen vergleichbar (Smith und Sherman, 1994; Bostedt und Dedić, 1996; Behrens et al., 2001; Radostits et al., 2007). Im Vergleich zum Rind

hatten die Ziegen signifikant höhere Aktivitäten von Alkalischer Phosphatase, GGT, SDH und CK. Bei Schafen war im Vergleich zum Rind nur die GLDH-Aktivität signifikant höher ($P < 0.05$). Bei der Interpretation dieser Werte muss aber der Einfluss unterschiedlicher (subklinisch verlaufender?) Parasitenbürden in Betracht gezogen werden.

Nach unserem Kenntnisstand wurden in der vorliegenden Arbeit erstmals auch Referenzwerte für die Serumproteinelektrophorese bei Schaf und Ziege ermittelt. Die dazu verwendete Methode ist bei anderen Haustieren bereits etabliert und im Vergleich zu anderen Tierarten (Rind, Pferd, Schwein, Hund und Katze) konnten bei den einzelnen Proteinfractionen keine signifikanten Unterschiede gefunden werden. Unsere Studie hat deutlich gezeigt, dass

292 Originalarbeiten

Tabelle 4: Referenzwerte der klinischen Chemie und Serum-Protein-Elektrophorese bei der Ziege.

Substrate	5 %-Quantile	50 %-Quantile	95 %-Quantile	Mittelwert	n
Bilirubin gesamt ($\mu\text{mol/l}$)	0.4	1.3	2.2	1.3	99
Glukose aus Fluoridplasma (mmol/l)	2.3	3	3.6	3	102
Harnstoff (mmol/l)	2.8	4.6	7.2	4.8	102
Kreatinin ($\mu\text{mol/l}$)	39	50	67	52	98
Protein (g/l)	59	72	82	72	102
Albumin (g/l)	29	35	40	3.2	102
Cholesterin (mmol/l)	1.6	2.3	3.7	2.4	99
Triglyzeride (mmol/l)	0.1	0.2	0.5	0.2	101
Enzyme					
Alkalische Phosphatase (U/l)	31	232	1941	508.4	97
Amylase (U/l)	18	29	58	32	102
GLDH (U/l)	3.1	7	19.8	8.4	95
ASAT (GOT) (U/l)	66	95	135	98.5	102
ALAT (GPT) (U/l)	14	21	32	22	101
GGT (U/l)	26	43	63	44	102
CK (U/l)	96	167	268	182	97
Lipase (U/l)	11	16	25	16.5	101
SDH (U/l)	20.4	36.5	68.7	38.8	90
LDH (U/l)	522	679	972	710	97
Elektrolyte					
Natrium (mmol/l)	147	151	157	152	102
Kalium (mmol/l)	4	4.6	5.8	4.7	102
Chlorid (mmol/l)	102	107	114	108	102
Calcium (mmol/l)	2.2	2.5	2.7	2.5	102
Magnesium (mmol/l)	0.9	1.2	1.4	1.1	102
Phosphat (mmol/l)	1.2	1.9	2.9	2	102
Eisen ($\mu\text{mol/l}$)	11.6	24	38.1	24.3	102
Varia					
Fruktosamin ($\mu\text{mol/l}$)	169	208	251	210	102
Serum-Protein-Elektrophorese					
Albumin (g/l)	33.1	39.1	44	38.7	103
Alpha-1-Globuline (g/l)	2.9	4.2	5.4	4.2	103
Alpha-2-Globuline (g/l)	7.5	9	10.8	9.1	103
Beta-Globuline (g/l)	2.5	3.3	3.5	5.2	103
Gamma-Globuline (g/l)	10.1	16.3	23.4	16.4	103
A/G-ratio	0.87	1.18	1.49	1.18	110

bei der Interpretation von Laborbefunden von Schafen und Ziegen unbedingt zwischen beiden Tierarten unterschieden werden muss.

Dank

Dank gilt den Mitarbeiterinnen des Veterinärmedizinischen Labors der Universität Zürich für ihren grossen Einsatz bei der Entnahme und Auswertung der Blutproben: E. Rogg, E. Schuler, U. Egger, J. Wälchli, E. Grässli, B. Lange, Y. Bosshard, M. Huder, Y. Gahler, T. Meili-Prodan. Weiter bedanken wir uns bei den Tierhaltern, deren Schafe und Ziegen wir für diese Studie benutzen durften.

Tabelle 5: Referenzwerte der klinischen Chemie und Serum-Protein-Elektrophorese beim Schaf.

Substrate	5 %-Quantile	50 %-Quantile	95 %-Quantile	Mittelwert	n
Bilirubin gesamt (µmol/l)	1	1.9	2.8	1.9	82
Glukose aus Fluoridplasma (mmol/l)	2.3	3	4.2	3	101
Harnstoff (mmol/l)	2.1	5	7.2	4.9	101
Kreatinin (µmol/l)	60	78	104	80	101
Protein (g/l)	63	71	83	71	101
Albumin (g/l)	26	31	35	31	101
Cholesterin (mmol/l)	1.2	1.7	2.4	1.7	101
Triglyzeride (mmol/l)	0.1	0.2	0.4	0.2	101
Enzyme					
Alkalische Phosphatase (U/l)	46	142	359	161	84
Amylase (U/l)	9	25	118	47.6	101
GLDH (U/l)	5.9	16.2	76	24.8	101
ASAT (GOT) (U/l)	72	97	126	98.4	101
ALAT (GPT) (U/l)	15	23	33	23	101
GGT (U/l)	19	40	63	41	86
CK (U/l)	86	132	208	147	86
Lipase (U/l)	7	12	20	13	101
SDH (U/l)	15.1	23.6	56.5	27	84
LDH (U/l)	743	981	1325	995	86
Elektrolyte					
Natrium (mmol/l)	149	154	159	154	101
Kalium (mmol/l)	4.6	5.3	6.5	5.4	101
Chlorid (mmol/l)	104	111	117	110	101
Calcium (mmol/l)	2.3	2.6	2.8	2.6	101
Magnesium (mmol/l)	0.8	1	1.1	1	101
Phosphat (mmol/l)	1.2	1.7	2.3	1.7	101
Eisen (µmol/l)	18.8	25.9	34.3	26.1	101
Varia					
Fruktosamin (µmol/l)	177	204	242	205	101
Serum-Protein-Elektrophorese					
Albumin (g/l)	31.4	37.4	42.5	37.1	102
Alpha-1-Globuline (g/l)	2.6	3.3	4.2	3.3	102
Alpha-2-Globuline (g/l)	6.7	7.6	8.8	7.6	102
Beta-Globuline (g/l)	2.5	3.3	5.7	3.6	102
Gamma-Globuline (g/l)	11.8	19	29.7	19.5	102
A/G ratio	0.73	1.12	1.49	1.11	105

Valeurs de références hématologiques et clinicochimiques des chèvres et moutons adultes

L'élevage et l'utilisation des chèvres et des moutons ont de longue date une grande importance dans l'agriculture suisse. De plus en plus ces animaux sont aussi détenus à titre de hobby. Cette situation ouvre au vétérinaire traitant de nouvelles possibilités dans le cadre desquelles la mesure de paramètres hématologiques et clinicochimiques joue un rôle diagnostique et thérapeutique important. Comme avec les méthodes d'analyses hématologiques et clinicochimiques actuelles, des valeurs de référence pour les chèvres et moutons adultes détenues dans les conditions indigènes manquent, les dits paramètres ont été déterminés dans la présente étude sur la base de 102 moutons, respectivement chèvres provenant de Suisse. Des différences significatives ont été constatées entre les deux espèces en ce qui concerne la numération érythrocytaire, le volume érythrocytaire moyen et la charge en hémoglobine de même que dans la numération leucocytaire. Il est donc nécessaire, dans l'interprétation des résultats de laboratoire de chèvre et de moutons de tenir compte de ces différences d'espèce.

Valori ematologici e chimico-clinici di referenza per capre e pecore adulte

In Svizzera le pecore e le capre d'allevamento e da reddito sono di grande importanza nell'agricoltura. E' in aumento anche la tenuta di questi animali come hobby. Questo apre altre prospettive ai veterinari anche se la determinazione di parametri ematologici e chimico-clinici assume una grande importanza nella diagnosi e terapia. Poiché nell'utilizzo degli odierni metodi di misura mancano valori di referenza ematologici e chimico-clinici per la detenzione di pecore e capre sotto condizioni svizzere, questi parametri sono stati determinati in questo studio sulla base di 102 pecore e 102 capre provenienti dalla Svizzera. Si sono osservate differenze significative in entrambe le specie di pecore e capre riguardo al numero degli eritrociti, al volume medio degli eritrociti e al contenuto di emoglobina come anche al numero dei leucociti. Nell'interpretazione dei risultati delle analisi di laboratorio delle pecore e delle capre si è dovuto fare molta attenzione alle differenze veterinarie.

Literatur

Allain C. C., Poon L. S., Chan C. S., Richmond W., Fu P. C.: Enzymatic determination of total serum cholesterol. *Clin. Chem.* 1974, 4: 470–475.

Anonymous: Recommendations of the German Society for Clinical Chemistry. Standardisation of methods for the estimation of enzyme activities in biological fluids. Experimental basis for the optimized standard conditions. *Z. Klin. Chem. Klin. Biochem.* 1972, 6: 281–291.

Bartels H., Bohmer M.: Erkennung von Kreatinin. *Clin. Chim. Acta.* 1971, 1: 81–85.

Behrens H., Ganter M. und Hiepe T.: Referenzwerte. In: Lehrbuch der Schafkrankheiten, Blackwell Wissenschafts-Verlag, 2001, 457.

Bergmeyer H. U., Horder M. und Rej R.: International Federation of Clinical Chemistry (IFCC) Scientific Committee, Analytical Section: approved recommendation (1985) on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 2. IFCC method for aspartate aminotransferase (L-aspartate: 2-oxoglutarate aminotransferase, EC 2.6.1.1). *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1986, 7: 497–510.

Bianca W., Kunz P., Hellmann U. und Schellenberg M.: Einige physiologische Normalwerte von Ziegen. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1977, 199: 197–199.

Boss P. H., Wanner M.: Das Blutbild der Saanenziege. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1977a, 119: 111–119.

Boss P. H., Wanner M.: Klinisch-chemische Parameter im Serum der Saanenziege. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 1977b, 119, 293–300.

Bostedt H., Dedié K.: Klinische Labordiagnostik. In: Schaf- und Ziegenkrankheiten, Eugen Ulmer GmbH & Co, 1996, 28–29.

Daly J. A., Ertingshausen G.: Direct method for determining inorganic phosphate in serum with the «CentrifChem». *Clin. Chem.* 1972, 3: 263–265.

Doumas B. T., Bayse D. D., Carter R. J., Peters T., Jr., Schaffer R.: A candidate reference method for determination of total protein in serum. I. Development and validation. *Clin. Chem.* 1981, 10: 1642–1650.

Doumas B. T., Watson W. A., Biggs H. G.: Albumin standards and the measurement of serum albumin with bromocresol green. *Clin. Chim. Acta.* 1971, 1: 87–96.

- Eisenwiener H.*: Die Bestimmung des Eisens mit der Guanidini-umchloride/Ferrozine-Methode. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1979, 17: 149.
- Engelhardt W., Breves G.*: Physiologie der Haustiere, 2. Auflage, Enke Verlag, Stuttgart, 2005: 201.
- Ferguson J., Richard J., O'Laughlin J., Banks C.*: Simultaneous spectrometric determination of calcium and magnesium with Chlorophosphonazo III *Anal. Chem.* 1964, 36: 796–799.
- Henkel E., Morich S., Henkel R.*: 2-Chloro-4-nitrophenyl-beta-D-maltoheptaoside: a new substrate for the determination of alpha-amylase in serum and urine. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1984, 7: 489–495.
- Holder M., Elser R. C., Gerhardt W., Mathieu M., Sampson E. J.*: International Federation of Clinical Chemistry, Scientific Division Committee on Enzymes: approved recommendation on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 7. IFCC method for creatine kinase (ATP: creatine N-phosphotransferase, EC 2.7.3.2). *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1991, 7: 435–456.
- Kuhn T., Blum R., Hildner H., Wahl H.*: Performance of the Cobas Integra direct ISE mode. *Clin. Chem.* 1994, 40: 1059.
- Malloy H., Evelyn K.*: The determination of bilirubin with the photoelectric colorimeter. *J. Biol. Chem.* 1937, 119: 481–490.
- Neeley W. E.*: Simple automated determination of serum or plasma glucose by a hexokinase-glucose-6-phosphate dehydrogenase method. *Clin. Chem.* 1972, 6: 509–515.
- Persijn J. P., Van Der Slik W.*: A new method for the determination of gamma-glutamyltransferase in serum. *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1976, 9: 421–427.
- Schalm O., Jain N., Carroll E.*: *Veterinary Hematology*, 5th edition, Lea & Febiger, Philadelphia, 2000: 584.
- Schwarzenbach G.*: The complexones and their analytical application. *Analyst.* 1955, 80: 713–729.
- Sharma D. P., Malik P.D., Sapra K. L.*: Age-wise and species-wise haematological studies in farm animals. *Indian J. Anim. Sci.* 1973, 43: 289–295.
- Smith M. C., Sherman D. M.*: Blood, Lymph and Immune Systems. In: *Goat Medicine*, 1994, 141–144.
- Stehle C.*: Neurologischer Untersuchungsgang und neurologische Befunde bei Schafen und Ziegen mit Erkrankungen des zentralen Nervensystems. Dissertation, Universität Zürich, 1999.
- Talke H., Schubert G. E.*: Enzymatische Harnstoffbestimmung in Blut und Serum im optischen Test nach Warburg. *Klin. Wochenschr.* 1965, 174–175.
- Tietz N. W., Rinker A. D., Shaw L. M.*: IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes Part 5. IFCC method for alkaline phosphatase (orthophosphoricmonoester phosphohydrolase, alkaline optimum, EC 3.1.3.1). *J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1983, 11: 731–748.
- Van Der Heiden C., Bais R., W. G., Lorentz K.*: Approved recommendation on IFCC methods for the measurement of catalytic concentration of enzymes. Part 8. IFCC method for lactat dehydrogenase. *Eur. J. Clin. Chem. Clin. Biochem.* 1994, 32: 639–655.
- Verduin P. A., Punt J. M., Kreutzer H. H.*: Studies on the determination of lipase activity. *Clin. Chim. Acta.* 1973, 1: 11–19.

Korrespondenzadresse

Andreas Chr. Tschuor
Departement für Nutztiere
Universität Zürich
Winterthurerstrasse 260
8057 Zürich
E-mail: atschuor@vetclinics.uzh.ch, Fax 044 635 89 04

Manuskripteingang: 25. September 2007
Angenommen: 12. November 2007