

# Veränderungen des Blutbildes bei Siberian Huskys in Abhängigkeit vom Trainingszustand

**R. Sassnau**

Aus der Kleintierpraxis Dr. R. Sassnau, Berlin

## Schlüsselwörter:

Schlittenhunde, Training, Hämatologie, rotes Blutbild, Leukozytenzahl, Thrombozytenzahl

## Zusammenfassung:

**Gegenstand und Ziel:** Bei der Interpretation hämatologischer Befunde sind rassespezifische Besonderheiten zu beachten. Ziel dieser Arbeit war, Veränderungen des Blutbildes von Schlittenhunden unter dem Einfluss des Trainings zu untersuchen. **Material und Methode:** Von 15 sportlich aktiven Siberian Huskys wurden jeweils vor Beginn und am Ende der Trainings- und Wettkampfphase Blutproben entnommen. Die hämatologischen Untersuchungen erfolgten mit dem Analysensystem ADVIA 120. **Ergebnisse:** Die Leukozytenzahl, der mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten und das mittlere Erythrozytenvolumen wiesen keine signifikanten Änderungen in Abhängigkeit vom Trainingszustand auf. Im Gegensatz dazu konnten signifikante Anstiege der Erythrozytenzahlen, der Gesamthämoglobingehalte und der Hämatokritwerte festgestellt werden. Dabei fanden sich zum Teil Hämatokritwerte und Erythrozytenzahlen oberhalb des Laborreferenzbereichs, was jedoch nicht bedeutete, dass in diesen Fällen eine Krankheit vorlag. Daneben ergab sich eine signifikante Steigerung der Thrombozytenzahl. **Schlussfolgerung und klinische Relevanz:** Bei sportlich aktiven Schlittenhunden kann durch Ausdauertraining ein Anstieg des Hämatokritwerts und der Erythrozytenzahl über den Referenzbereich auftreten. Daher muss bei der Beurteilung hämatologischer Befunde die Kondition der Tiere berücksichtigt werden.

## Changes in hematological parameters depending on the training status in Siberian Huskys

### Key words:

Sled dogs, training, hematology, red blood cell count, white blood cell count, platelet count

### Summary:

**Objective:** In the assessment of hematologic findings breed-specific specialties must be considered. The purpose of this study was to investigate changes in blood count of sled dogs as a result of training. **Material and methods:** Blood samples were taken from 15 active Siberian Huskys before and after the training and race season. The hematologic parameters were analysed with the system ADVIA 120. **Results:** White blood cell counts, mean corpuscular hemoglobin and mean volume of the erythrocytes showed no significant changes dependent on the training condition. In contrast red blood cell count, hemoglobin and hema-

tocrit increased significantly. In some cases hematocrit and red blood cell count were above the laboratory reference range but without presence of a disease. In addition, an increase of the platelet count was registered. **Conclusion and clinical relevance:** The increase of the hematocrit in active sled-dogs can be seen as a result of physical training. Therefore, the condition of the dog must be considered when interpreting blood results of sled dogs.

## Einleitung

Bei der Beurteilung hämatologischer Befunde von Hunden sind rassetypische Unterschiede zu beachten (Hasler und Giger, 2000; Lassen et al., 1986; Porter und Canada, 1971; Doxey, 1966). Beispielsweise ist ein Hämatokritwert von 0,58 l/l beim Neufundländer schon als Hämokonzentration, beim Dackel oder Windhunden aber noch als unauffällig einzustufen (Kraft und Dürr, 2005). Die vorliegende Untersuchung dokumentiert hämatologische Parameter bei sportlich genutzten Siberian Huskys. Veränderungen hämatologischer Parameter unter dem Einfluss des Ausdauertrainings werden näher dargestellt und diskutiert.

## Material und Methoden

### *Hunde, Trainingsprogramm und Probenentnahmen*

Das Probandenkollektiv bestand aus 15 Siberian Huskys eines im Land Brandenburg ansässigen Mushers. Um den Einfluss der Trainings- und Wettkampfphase auf hämatologische Parameter zu bestimmen, erfolgten im Zusammenhang mit Routineuntersuchungen vor Beginn und am Ende der Trainings- und Wettkampfphase Blutanalysen. Gegenstand dieser Reihenuntersuchungen war eine klinische Untersuchung und eine Laboruntersuchung. Hierzu wurden im Ruhezustand aus der Vena cephalica antebrachii Blutproben entnommen. Auffangbehältnisse für die Vollblutproben waren handelsübliche Kalium-EDTA-Probenröhrchen.

Das Alter der Hunde lag zu Beginn der Untersuchung, vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, zwischen einem Jahr und acht Jahren; Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung (MW  $\pm$  SD): 4,1 Jahre  $\pm$  2,7; Minimum 1,3 und Maximum 8,3 Jahre. Die Körpermassen lagen zwischen 13 und 24 kg (MW  $\pm$  SD: 18,9  $\pm$  2,8 kg). Zwölf Hunde waren weiblich (davon fünf ovariektomiert), drei männlich.

Kein Proband erhielt Medikamente oder Futtermittelergänzungstoffe. Die Konstitution und Kondition waren rassetypisch. Zwei Hunde zeigten bei der klinischen Untersuchung eine beidseitige entwicklungsbedingte karpale Hyperextension. Bei den anderen 13 Tieren ergab sich zu beiden Untersuchungszeitpunkten kein auffälliger klinischer Befund.

Während der Ruhephase in den Monaten April bis September wurden die Hunde nicht trainiert. Täglich hatten sie für etwa vier Stunden freien Auslauf. Die Ernährung erfolgte in diesem Zeitraum mit handelsüblichem Futter für adulte Hunde ohne hohe körperliche Aktivität.

In den Monaten Oktober bis März trainierte der Musher die Hunde im Gespann mit einem beräderten Trainingswagen vier- bis fünf Mal in der Woche auf Waldwegen mit Steigungen bis zu 12%. Die Streckenlängen betragen dabei zwischen sechs und zwölf Kilometern. In dieser Zeit nahm das Team an acht internationalen Schlittenhunderennen teil. Den erhöhten Anforderungen an die Ernährung während des Konditions- und Ausdauertrainings sowie der Wettkämpfe wurde mit der Fütterung von Leistungsfutter Rechnung getragen.

Sechs Monate nach der ersten Untersuchungsreihe, am Ende der Trainings- und Wettkampfphase, fand die zweite Untersuchungsreihe statt. Die Körpermassen lagen jetzt zwischen 15,2 und 25,5 kg (MW  $\pm$  SD: 21,4  $\pm$  2,8 kg).

### *Messung der hämatologischen Parameter*

Die Kalium-EDTA-Blutproben wurden unmittelbar nach der Probennahme mit der Post versandt und innerhalb von 24 Stunden nach der Gewinnung mit dem Analysensystem ADVIA 120<sup>1</sup> untersucht. Hierbei wurden die Parameter Erythrozytenzahl, Hämoglobingehalt, Hämatokritwert, mittleres Erythrozytenvolumen (MCV), mittlerer Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH), mittlerer Hämoglobingehalt der Erythrozyten (MCHC); Leukozytenzahl; Thrombozytenzahl und mittleres Thrombozytenvolumen (MPV) bestimmt.

Bei dem Analysensystem ADVIA 120 handelt es sich um ein optoelektrisches, auf Laser-Technologie basierendes Blutanalysegerät mit tierartspezifischer Software. Die Methode wurde von Moritz (2000) für Blutproben von Hunden evaluiert.

### *Statistische Auswertung*

Die Ergebnisse sind als Mittelwert (MW)  $\pm$  Standardabweichung (SD) angegeben. Zum Vergleich der Ergebnisse der Untersuchungsreihen wurde der Zweistichprobentest nach Wilcoxon durchgeführt (Software: S-plus 2000<sup>2</sup>).

## **Ergebnisse**

Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 zusammengefasst. Die in der Tabelle genannten Referenzbereiche beziehen sich auf das untersuchende Labor<sup>3</sup> für das Gerät ADVIA 120 und Moritz et al. (10).

Bei der **Erythrozytenzahl** ergab sich nach dem sechsmonatigen Training ein hochsignifikanter Anstieg ( $p = 0,0006$ ), im Mittelwert um 12% (Abb. 1, 2). Die 95%-Konfidenzintervalle (95%-KI) betragen  $6,4-6,8 \times 10^{12}/l$  und  $7,2-7,6 \times 10^{12}/l$ . In der ersten Untersuchungsreihe wurden Erythrozytenzahlen mit einem Minimum von  $5,6 \times 10^{12}/l$  und einem Maximum von  $7,5 \times 10^{12}/l$  gemessen. Die entsprechenden Werte in der zweiten Untersuchungsreihe lagen bei  $6,9 \times 10^{12}/l$  bzw.  $8,7 \times 10^{12}/l$ .

---

<sup>1</sup> ADVIA 120, Bayer. Labor: Biocontrol, Mainz

<sup>2</sup> S-Plus 2000, Data Analysis Products Division, MathSoft, Seattle, WA, USA

<sup>3</sup> Biocontrol Mainz

Beim **Hämoglobingehalt** konnte nach der Trainingsphase eine signifikante ( $p = 0,0027$ ) Steigerung dokumentiert werden (Abb. 3).

Der **Hämatokritwert** ließ korrespondierend zur Erythrozytenzahl eine hochsignifikante ( $p = 0,0002$ ) Steigerung erkennen (95%-KI: 0,47-0,52 l/l und 0,55-0,58 l/l). Der Anstieg um 14% des Ausgangswertes ging damit vom mittleren Referenzbereich in der Ruhephase in den oberen Laborreferenzbereich zum Ende der Trainingsphase hinein. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse in der Übersicht. In Abbildung 5 sind die Veränderungen der Hämatokritwerte bei den einzelnen Probanden unter Berücksichtigung des Lebensalters dargestellt. Hierbei fällt auf, dass die Hunde Nr. 5 und 6 keinen Hämatokritanstieg aufwiesen wie die anderen Probanden. Diese Wurfgeschwister nahmen am Training teil, hatten aber aufgrund einer karpalen Hyperextension keine volle Leistungsfähigkeit.

Tab. 1 Übersicht der Ergebnisse zur Darstellung von trainingsbedingten Veränderungen des Blutbilds bei 15 Siberian Huskys (Werte als Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung [MW  $\pm$  SD])

Parameter	Vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase	Am Ende der Trainings- und Wettkampfphase	Referenzbereiche	
			Bio-Control <sup>1</sup>	Moritz et al. (10), [2,5-97,5%-Perzentil]
Erythrozytenzahl ( $10^{12}/l = T/l$ )	6,6 $\pm$ 0,5	7,4 $\pm$ 0,5***	5,5-8,5	5,7-9,1
Hämoglobin (mmol/l)	9,74 $\pm$ 0,81	10,7 $\pm$ 0,6**	8,7-11,8	8,6-12,7
Hämatokritwert (l/l)	0,49 $\pm$ 0,05	0,56 $\pm$ 0,03***	0,40-0,57	0,42-0,62
MCV (fl)	74,3 $\pm$ 4,3	76,2 $\pm$ 3,1	60,0-77,0	62,7-74,6
MCH (fmol)	1,47 $\pm$ 0,06	1,45 $\pm$ 0,06	1,06-1,55	1,27-1,54
MCHC (mmol/l)	19,9 $\pm$ 0,8	19,1 $\pm$ 0,6**	19,2-22,3	19,6-21,4
Leukozytenzahl ( $10^9/l = G/l$ )	11,2 $\pm$ 3,0	11,2 $\pm$ 1,6	6,0-12,0	5,8-20,3
Thrombozytenzahl ( $10^9/l = G/l$ )	244,3 $\pm$ 46,9	293,8 $\pm$ 68,1**	150,0-500,0	173,1-486,5
MPV (fl)	12,6 $\pm$ 1,1	11,5 $\pm$ 0,9*	n. a.	8,6-14,4

Signifikanzniveau für den Vergleich vorher/nachher: \* =  $p < 0,05$ ; \*\* =  $p < 0,01$ ; \*\*\* =  $p < 0,001$   
n. a.: Für ADVIA 120 wird vom untersuchenden Labor<sup>3</sup> kein Referenzbereich angegeben.

Das **mittlere Erythrozytenvolumen (MCV)** zeigte keine signifikante Abhängigkeit vom Trainingszustand ( $p = 0,1706$ ). Sowohl Änderungen nach oben als auch nach unten waren hier ohne Regelmäßigkeit abzulesen. Auch der **mittlere Hämoglobingehalt der Einzelerythrozyten (MCH)** ließ keine signifikante Änderung im Zusammenhang mit dem Training erkennen ( $p = 0,5719$ ). Dagegen fand sich nach dem Training bei der **mittleren Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC)** ein signifikanter ( $p = 0,0061$ ) Abfall (Abb. 6), der im Durchschnitt 4% betrug.

Die **Leukozytenzahl** zeigte keine Beziehung zum Leistungszustand der Hunde. Dagegen war bei der **Thrombozytenzahl** ein signifikanter ( $p = 0,0329$ ) Anstieg um durchschnittlich 20% zu verzeichnen (Abb. 7). Gleichzeitig nahm das **mittlere Thrombozytenvolumen** (MPV) signifikant ( $p = 0,0051$ ) ab (Abb. 8), im Durchschnitt um 9%.

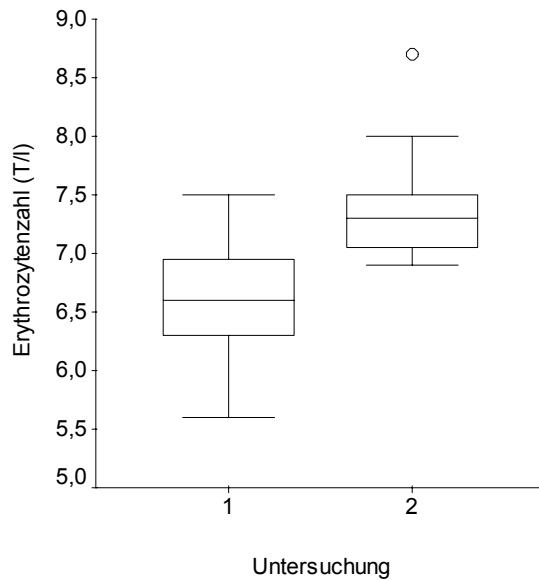


Abb. 1 Erythrozytenzahl ( $\times 10^{12}/l$ ) bei 15 Siberian Huskys im Box-Plot nach Tuckey. Untersuchung 1: vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, Untersuchung 2: am Ende der Trainings- und Wettkampfphase.

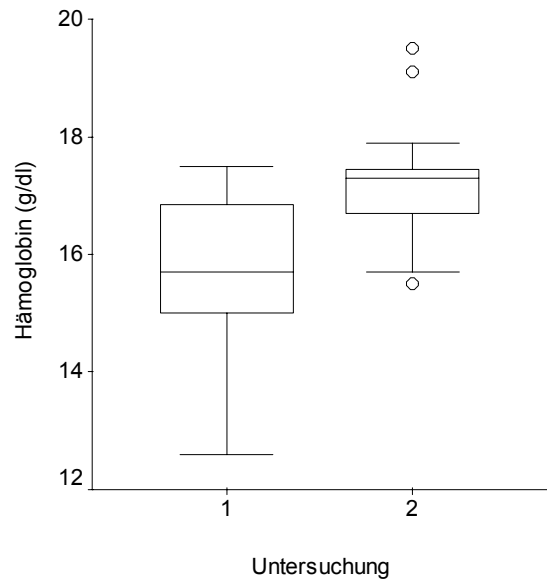


Abb. 3 Hämoglobingehalt (mmol/l) bei 15 Siberian Huskys im Box-Plot nach Tuckey. Untersuchung 1: vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, Untersuchung 2: am Ende der Trainings- und Wettkampfphase.

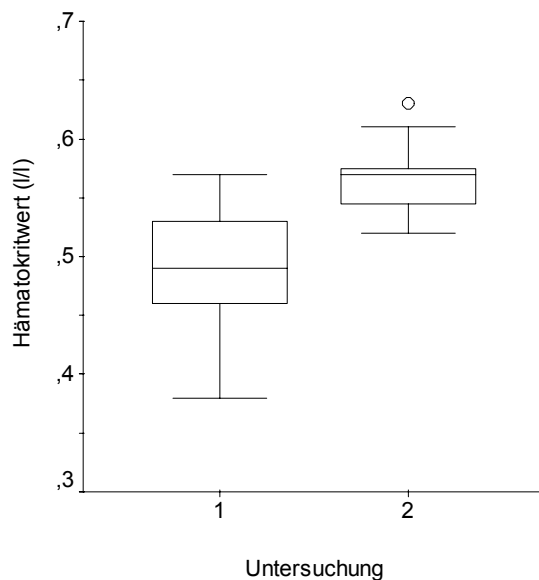


Abb. 4 Hämatokritwert (l/l) bei 15 Siberian Huskys im Box-Plot nach Tuckey. Untersuchung 1: vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, Untersuchung 2: am Ende der Trainings- und Wettkampfphase.

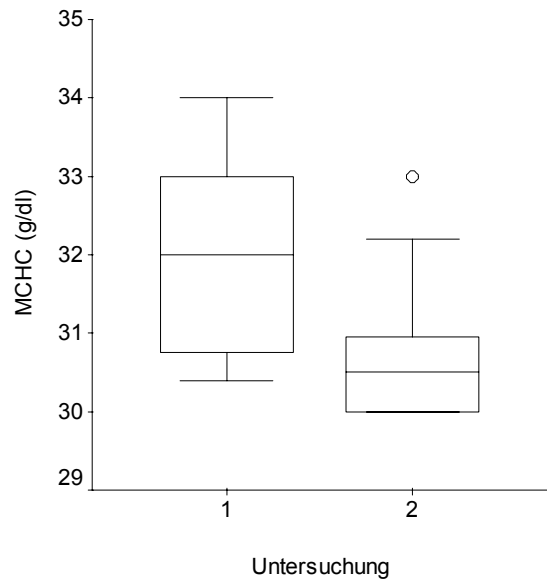


Abb. 6 MCHC (mmol/l) bei 15 Siberian Huskys im Box-Plot nach Tuckey. Untersuchung 1: vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, Untersuchung 2: am Ende der Trainings- und Wettkampfphase.

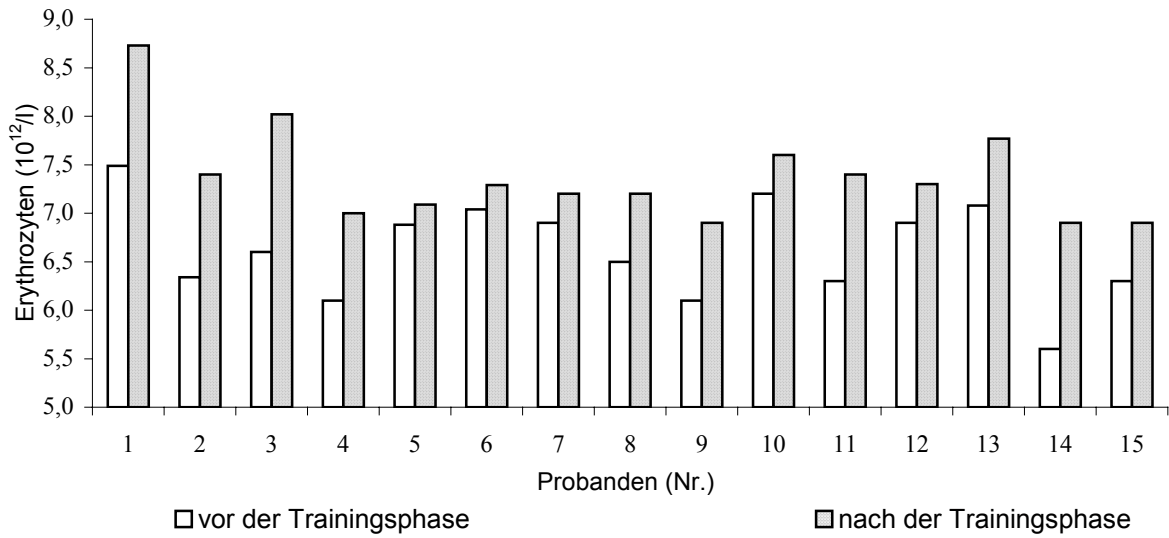


Abb. 2 Erythrozytenzahl ( $\times 10^{12}/l$ ) bei 15 Siberian Huskys vor der Trainingsphase und nach der Trainingsphase. Anordnung der Probanden aufsteigend nach dem Lebensalter.

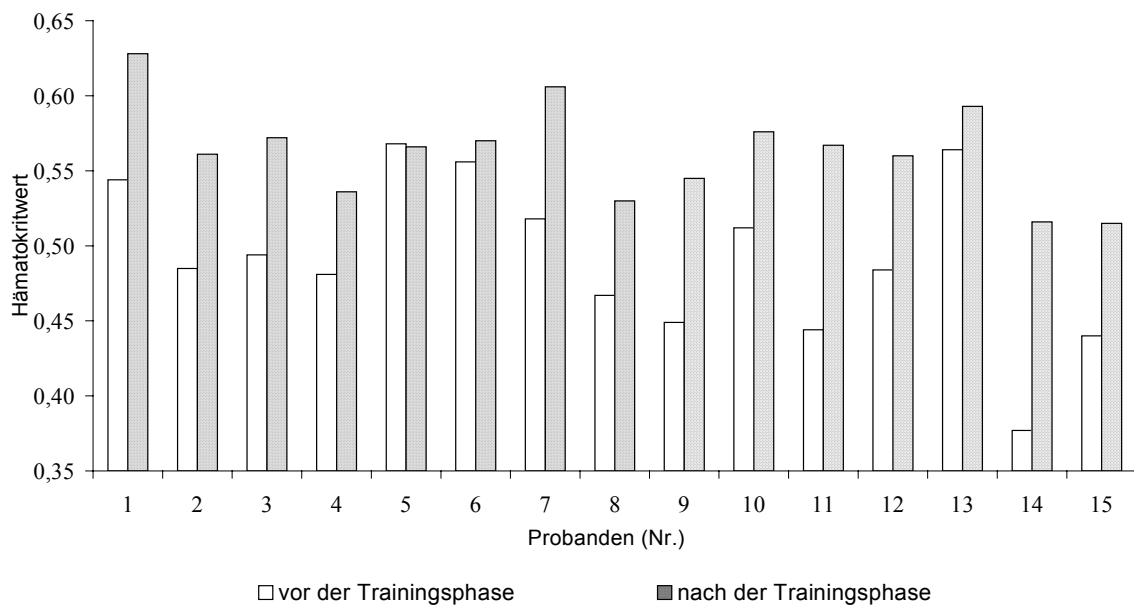


Abb. 5 Hämatokritwert (l/l) bei 15 Siberian Huskys am Ende der Ruhephase und am Ende der Trainingsphase. Anordnung der Probanden aufsteigend nach dem Lebensalter.

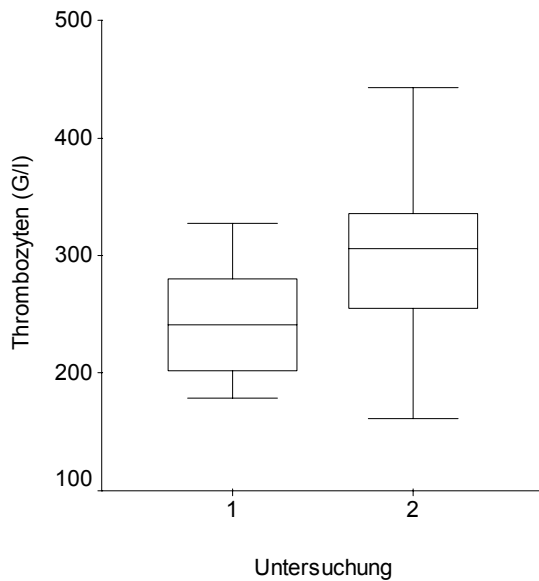


Abb. 7 Thrombozytenzahl ( $\times 10^9/l$ ) bei 15 Siberian Huskys im Box-Plot nach Tuckey. Untersuchung 1: vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, Untersuchung 2: am Ende der Trainings- und Wettkampfphase.

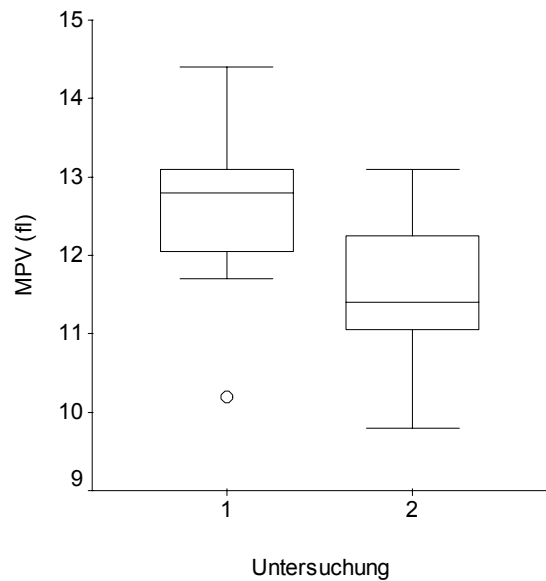


Abb. 8 Mittleres Thrombozytenvolumen (MPV; fl) bei 15 Siberian Huskys im Box-Plot nach Tuckey. Untersuchung 1: vor Beginn der Trainings- und Wettkampfphase, Untersuchung 2: am Ende der Trainings- und Wettkampfphase.

## Diskussion

Im Normalfall werden neue Blutkörperchen im Knochenmark entsprechend der Abbaurate gealterter Zellen gebildet, die von deren Lebensdauer bestimmt ist. Die Anzahl der Erythrozyten sowie der Thrombozyten wird so konstant gehalten.

Die mittlere Lebensdauer reifer Erythrozyten von Hunden ist rasseabhängig. Nøvinger et al. (1996) ermittelten beim Beagle eine mittlere Lebensdauer der reifen Erythrozyten von  $104,4 \pm 2,2$  Tagen und beim Windhund von  $53,6 \pm 6,5$  Tagen. Während dieser Zeit laufen vor allem an der Erythrozytenmembran Alterungsprozesse ab (Christian, 2000). Die Aufrechterhaltung der Erythrozytenzahl wird vor allem hormonell über die Regulation der Erythropoese gesteuert (Hasler, 2000; Silbernagl, 1983; Eder, 1976). Hierbei wird die Erythrozytenzahl, und damit die Sauerstofftransportkapazität, den jeweiligen Anforderungen angepasst, wobei der Sauerstoffpartialdruck in den Geweben der entscheidende Faktor ist. Unabhängig von der Ursache führt eine erniedrigte Sauerstoffspannung im Körpergewebe zu einer Steigerung der Erythropoese, die durch eine erhöhte Inkretion des Hormons Erythropoetins vermittelt wird. Die Erythropoetininkretion kann dabei auf das Hundertfache gesteigert werden. Das an Erythroblasten-Rezeptoren gebundene Erythropoetin löst die Differenzierung zum reifen Erythrozyten aus (Gasper, 2000; Alexander, 1998).

Der körperliche Einsatz während des Trainings und die teilweise extremen physischen Belastungen bei Schlittenhunderennen verursachen infolge einer gesteigerten anaeroben Glykolyse eine hochsignifikante Erhöhung des Laktatspiegels ( $p < 0,001$ ) und einen signifikanten Anstieg der Glukosekonzentration im Blut ( $p < 0,05$ ) (Stohrer, 2002). Die hiermit verbundene Sauerstoffschuld führt

über eine erhöhte Sekretion an Erythropoetin zu einer gesteigerten Erythropoese, um die Sauerstofftransportkapazität des Blutes zu erhöhen.

Bei der in dieser Untersuchung herangezogenen Auswahl sportlich genutzter Schlittenhunde wurden am Ende der Ruhephase für die Parameter Erythrozytenzahl, Hämoglobingehalt und Hämatokritwert Messwerte ermittelt, die im mittleren Laborreferenzbereich lagen. Zum Ende der Trainings- und Wettkampfphase, also sechs Monate später, konnte im Mittel bei diesen Parametern mit mindestens 10% ein signifikanter Anstieg der Messwerte nachgewiesen werden. Die Zunahme dieser Messgrößen erlaubt damit eine objektivierbare Beurteilung der trainingsvermittelten körperlichen Leistungsfähigkeit bei Siberian Huskys.

Bei der Betrachtung der einzelnen Probanden (Abb. 2 und 5) fallen die Hunde Nr. 5 und 6 auf. Hierbei handelt es sich um Wurfgeschwister, die aufgrund einer karpalen Hyperextension nur bedingt am Training und nicht an Wettkämpfen teilnehmen konnten. Im Unterschied zu allen anderen Probanden kam es bei Proband Nr. 5 in der Trainingszeit zu einem dezenten Abfall des Hämatokritwerts (von 0,58 auf 0,57 l/l) bei leicht angestiegener Erythrozytenzahl (von 6,9 auf  $7,1 \times 10^{12}/l$ ) und praktisch gleich bleibender Hämoglobinkonzentration (10,7 bzw. 10,8 mmol/l). Trotz identischer Haltungsbedingungen und Aufnahme in das Training war die Leistungseinschränkung durch die karpale Hyperextension hier deutlich objektivierbar. Trotzdem erreichten die Probanden Nr. 5 und 6 Hämatokritwerte um das Maximum der Referenzwerte. Hierin unterschieden sich diese Hunde deutlich von den Probanden Nr. 14 und 15, zwei achtjährige Schlittenhunde, die ihr physisches Leistungsmaximum bereits hinter sich hatten. Das Training führte zwar zu einem Anstieg der Werte bei den Parametern Erythrozytenzahl, Hämoglobingehalt und Hämatokritwert, doch fiel diese Steigerung nicht annähernd so deutlich aus wie bei den jüngeren Tieren (Abb. 2 und 5). Mit Hämatokritwerten von 0,63; 0,61 und 0,59 lagen die Probanden 1, 7 und 13 am Ende der Trainingsphase deutlich über dem oberen Laborreferenzbereich von 0,57.

Während sich bei der Erythrozytenzahl und dem Hämoglobingehalt signifikante Zuwachsraten im Zusammenhang mit dem Training nachweisen ließen, blieb das mittlere Erythrozytenvolumen (MCV) im Ergebnis, mit Veränderungen nach oben wie nach unten, vom Training unbeeinflusst. Eine ähnliche Situation ergab sich bei der Betrachtung des Maßes für die Relation des Hämoglobins zur Erythrozytenzahl, des mittleren Hämoglobingehalts der Einzelerythrozyten (MCH). Im Gegensatz dazu fiel das Verhältnis des Hämoglobins zum Hämatokritwert, die mittlere Hämoglobinkonzentration der Erythrozyten (MCHC), als Folge des Trainings signifikant ab. Hier macht sich der im Verhältnis zum Hämoglobin überproportionale Anstieg des Hämatokritwerts bemerkbar.

Die Leukozytenzahl zeigte sich in dieser Untersuchung vom Trainings- und Leistungszustand der untersuchten Siberian Huskys unabhängig und blieb im Referenzbereich.

Der mittlere Anstieg der Thrombozytenzahl um 20% bei Absinken des mittleren Thrombozytenvolumens (MPV) um 9% kann nicht erklärt werden und bedarf weiterer Untersuchungen.

## Fazit für die Praxis

Bei der Beurteilung von Blutbildern sind rassespezifische Unterschiede zu berücksichtigen. Daneben ergeben sich Veränderungen des roten Blutbildes und der Thrombozytenzahl in Abhängigkeit von der Kondition, was bei sportlich genutzten Hunden beachtet werden muss.

## Danksagung

Der Autor bedankt sich bei dem Musher Torsten Pelz für seine engagierte Mitarbeit an dieser Studie.

## Literatur

1. Alexander WS. Cytokines in hematopoiesis. *Int Rev Immunol* 1998; 16: 651-667.
2. Christian JA. Red blood cell survival and destruction. In: Schalm's Veterinary Hematology, 5th ed. Feldman BV, Zinkl JG, Nemi CJ, eds. Baltimore, Philadelphia: Lippincott Williams & Williams 2000; 117-124.
3. Doxey DL. Cellular changes in the blood as an aid to diagnosis. *J Small Anim Pract* 1966; 7: 77-89.
4. Eder H. Blut, Lymphe und andere Körperflüssigkeiten. In: Lehrbuch der Veterinär-Physiologie. Scheunert A, Trautmann A, Hrsg. Berlin, Hamburg: Parey 1976.
5. Gasper PW. Stem cell biology. In: Schalm's Veterinary Hematology, 5th ed. Feldman BV, Zinkl JG, Nemi CJ, eds. Baltimore, Philadelphia: Lippincott Williams & Williams 2000; 69-73.
6. Hasler AH, Giger U. Polycythemia. In: Textbook of Veterinary Internal Medicine, 5th ed. Ettinger, SJ, Feldmann EC, eds. Philadelphia: Saunders 2000; 203-210.
7. Kraft W, Dürr U. Klinische Labordiagnostik in der Veterinärmedizin, 6. Aufl. Stuttgart New York: Schattauer 2005; 52.
8. Lassen D, Craig AM, Blythe LL. Effects of racing on hematologic and serum biochemical values in greyhounds. *J Am Vet Med Assoc* 1986; 188: 1299-1303.
9. Moritz A. Der Einsatz lasergestützter Multiparameter-Hämatologiesysteme in der Veterinärmedizin. Habilitationsschrift, Justus-Liebig-Universität Gießen 2000.
10. Moritz A, Fickenscher Y, Meyer K, Failing K, Weiss DJ. Canine and feline reference values for the ADVIA 120 hematology system. *Vet Clin Pathol* 2004; 33 (1): 32-38.
11. Novinger MS, Sullivan PS, McDonald TP. Determination of the lifespan of erythrocytes from greyhounds, using an in vitro biotinylation technique. *Am J Vet Res* 1996; 57: 739-742.
12. Porter JA, Canaday WR. Hematologic values in mongrel and greyhound dogs being screened for research use. *J Am Vet Med Assoc* 1971; 159: 1603-1606.
13. Silbernagl S, Despopoulos A. Taschenatlas der Physiologie, 2. Aufl. Stuttgart, New York: Thieme 1983; 60.
14. Stohrer M, Hammer B, Hammer R, Brincker B, Stangassinger M. Oxidativer Stress infolge extremer physischer Belastung. *Tierärztl Prax* 2002; 30 (K): 266-270.

Dr. Reinhold Sassnau  
Südstern 2  
10961 Berlin