

# Angewandte Sportwissenschaft bei Pferden, die in Deutschland für Distanzrittrennen trainiert wurden

Arno Lindner

Arbeitsgruppe Pferd, Jülich

## Zusammenfassung

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es keine detaillierte Angaben über das Training von Pferden, die bei Distanzrennen eingesetzt werden. Diese Arbeit befasst sich mit Daten aus den Jahren 2001 bis 2003, als Pferde, die in Deutschland für den Distanzrennsport trainierten, sportwissenschaftlich betreut wurden. Die Betreuung bestand aus 3 Teilen: 1) Leistungsdiagnostik bei 13 Pferden während der Trainingsaison; 2) Leistungsdiagnostik bei 18 Pferden während eines Sichtungslehrgangs für eine Europameisterschaft; 3) Auswertung der Trainingsprotokolle von 10 Pferden während einer Trainings- und Wettkampfsaison. Für die Leistungsdiagnostik wurden die  $v_4$  und  $v_{180}$  der Pferde mittels Belastungstests ermittelt ( $v_4$ ,  $v_{180}$ : Geschwindigkeiten, bei denen unter den vorgegebenen Bedingungen bei Pferden im Blut eine Laktatkonzentration im Blut – LA – von 4 mmol/l bzw. eine Herzfrequenz von 180 Schlägen/min berechnet wird). Die Belastungstests hatten verschiedene Vorschriften entsprechend der Trainings- und Wettkampfvorgeschichte der Pferde. Von den Pferden, die am Sichtungslehrgang teilnahmen, wurden zusätzlich die Plasmaglukose- sowie -kortisolgehalte und die -CK-Aktivität nach jedem Intervall der Belastungstests gemessen. Die mittlere  $v_4$  und  $v_{180}$  der erfahrenen Pferde betrug  $9,10 \pm 0,46$  m/s und  $9,41 \pm 1,87$  m/s. Die Werte für die Pferde im Aufbau waren  $9,16 \pm 0,85$  m/s und  $9,20 \pm 0,52$  m/s. Bei keiner der Pferdeguppen gab es eine Beziehung zwischen  $v_4$  und  $v_{180}$  ( $p > 0,05$ ). Insgesamt konnten nur bei 6 der 18 Pferde, die beim Sichtungslehrgang für die Europameisterschaft teilnahmen, die  $v_4$  und  $v_{180}$  berechnet werden. Dies lag daran, dass die bei den Intervallen des Tests tatsächlich gerittenen Geschwindigkeiten bei der Mehrheit der Pferde sehr deutlich von den geforderten Geschwindigkeiten abwichen. Die Werte der Glukose- und Kortisolgehalte sowie der CK-Aktivitäten im Plasma dieser Pferde nahmen im Verlauf der Tests zu ( $p < 0,05$ ). Es ergab sich jedoch für keine der Variablen ein Unterschied zwischen den für die Europameisterschaft nominierten und nicht nominierten Pferden. Der Anteil von Tagen, an denen kein Training stattfand, betrug zwischen 26 und 57 %. An den Tagen, an denen die Pferde belastet wurden, fanden überwiegend Belastungen für die Erhaltung oder Verbesserung der Ausdauer statt: zwischen 17 und 73 % der Tage, wenn eine Trainingseinheit höchstens 60 Minuten lang war, 11 bis 46 % wenn die Belastung mehr als 1 Stunde dauerte. Bei Trainingseinheiten (TE), die zur Erhaltung oder Verbesserung der Ausdauer eingesetzt wurden, gingen die Pferde im Durchschnitt hauptsächlich im Schritt und im Trab. Diese Arbeit bietet eine Übersicht in das in Deutschland übliche Training von Pferden für Distanzritte und legt damit eine Grundlage, um Veränderungen zu prüfen, die eine bessere Vorbereitung der Pferde auf Wettkämpfe erlauben.

**Schlüsselwörter:** Distanzrennen, Herzfrequenz, Laktat Leistungsdiagnostik, Training, Leistungsphysiologie,  $v_4$ ,  $v_{180}$

## Applied sport science for horses trained in Germany for endurance ride races

There is no scientific literature on the training used in practice for horses competing in endurance ride races. This article describes data obtained during 2001 to 2003 while providing sports science services to horses being prepared in Germany to compete in endurance ride races. Three services were given: 1) Performance diagnosis of 13 horses during the training and competition seasons; 2) Performance diagnosis of 18 horses gathered for a training camp to nominate the horses for the European Championships (EC); 3) Evaluation of the training protocols of 10 horses during the training and competition seasons (protocols of a horse were evaluated only when at least 3 months of a training and competition season were available). Performance diagnosis was based on the determination of  $v_4$  and  $v_{180}$  of the horses with standardized exercise tests ( $v_4$ ,  $v_{180}$ : the horse's speed, which produced a blood lactate concentration of 4 mmol/l, and a heart rate of 180 b/min). The standardized exercise test (SET) prescriptions differed according to the history of training and competition of the horses. In addition plasma glucose and cortisol concentration as well as CK activity were measured after each interval of SET in the horses participating in the EC nomination trials. The mean  $v_4$  and  $v_{180}$  of horses tested with the SET for experienced horses (had competed already at least once in a 160 km race and had been in training from March to June of a season without longer interruptions due to disease) were  $9.10 \pm 0.46$  m/s and  $9.41 \pm 1.87$  m/s respectively. The values of the horses tested with the SET for horses in preparation (those not complying with the definition for experienced horses) were  $9.16 \pm 0.85$  m/s and  $9.20 \pm 0.52$  m/s. The horse that won the German Championship in a year of the service had the highest  $v_4$  of the horses measured, while his  $v_{180}$  was average only. Another horse did not have good racing records during the 3 years of service despite of an overall good fitness, high  $v_4$  and being even selected to compete at the EC. However, its  $v_{180}$  values were low. It was assumed that this could have been of disadvantage for the horse during competition because its heart rate failed to recover fast in the vet gates losing time against other horses. The introduction of Individual Recovery Rates in endurance ride races to give such horses a fair competition is suggested. The  $v_4$  and  $v_{180}$  of 6 out of 18 horses that participated in the trials for the EC nomination only could be determined. The reason was that most riders were not able to ride the prescribed speeds of the SET (they were too slow). The mean values of blood lactate, heart rate, plasma glucose and plasma cortisol as well as the median values of plasma CK increased continuously during SET ( $p < 0.05$ ), but did not differ between the 5 horses nominated for the EC and the 13 not nominated horses ( $p > 0.05$ ). The proportion of days where horses were not exercised was between 26% and 57% of the available days. On the days when horses were exercised it was mainly to maintain or improve endurance (17% to 73% of days when the exercise session was up to 60 minutes long, 11% to 46% when it lasted more than 1 hour). During the exercise sessions to maintain or improve endurance horses worked mainly at walk and trot ( $50 \pm 19$  minutes and  $49 \pm 15$  minutes respectively;  $16 \pm 3$  minutes at gallop). The horse, that won the German Championship, was exercised shortest to maintain or improve endurance. This was because it was exercised at a walk for 25 minutes only. These data may indicate that walking does not provide for better endurance. In conclusion the data presented gives insight into the training of horses used for endurance racing in Germany. They provide the basis for examining the effect of changes within the training regimes to improve the preparation of horses for competition.

**Keywords:** Endurance racing, heart rate, lactate, performance diagnosis, training, exercise physiology,  $v_4$ ,  $v_{180}$

## Einleitung

In der wissenschaftlichen Literatur gibt es keine Angaben über das Training von Pferden, die bei Distanzrennen eingesetzt werden. Solche Informationen sind wesentlich, um Untersuchungen durchzuführen, die Trainingsprogramme verbessern könnten. Diese Arbeit soll einen Einblick in das in Deutschland übliche Training von Pferden für den Distanzrennsport geben und damit eine Grundlage für Verbesserungen des Trainings schaffen.

## Material und Methoden

Zwischen 2001 und 2003 erfolgte die sportwissenschaftliche Betreuung von Pferden, die in Deutschland für den Distanzrennsport trainiert wurden. Die Betreuung bestand aus 3 Teilen: 1) Leistungsdiagnostik während der Trainingsaison; 2) Leistungsdiagnostik während eines Sichtungslehrgangs für eine Europameisterschaft; 3) Auswertung der Trainingsprotokolle während Trainings- und Wettkampfsaison.

## Pferde

Für die Leistungsdiagnostik während der Trainings- und Wettkampfsaison wurden die Daten von 13 Pferden ausgewertet (Tab. 1). Diese Pferde absolvierten die vorgeschriebenen Belastungstests ausreichend gut, um ausgewertet zu werden (Tab. 2). Die Pferde kamen bevorzugt aus Mittel- und Süddeutschland. Achtzehn Pferde aus ganz Deutschland wurden bei einem Sichtungslehrgang für eine Europameisterschaft leistungsdiagnostisch untersucht (Tab. 1). Vier dieser Pferde nahmen auch an der Leistungsdiagnostik während der Trainingsaison teil. Trainingsprotokolle wurden von 10 Pferden ausgewertet (Tab. 1). Drei dieser Pferde nahmen auch an der Leistungsdiagnostik während der Trainings- und Wettkampfsaison teil und 4 davon auch am Sichtungslehrgang für die Europameisterschaft.

## Leistungsdiagnostik Belastungstest

Die Tab. 2 zeigt die Testvorschriften, die eingesetzt wurden, um die Pferde zu belasten. Für die Bahn, auf der die Tests während der Trainings- und Wettkampfsaison von März bis

**Tab. 1** Pferde, die in Deutschland für Distanzrennen trainiert wurden und ihre sportwissenschaftlichen Betreuung  
*Horses trained for endurance racing in Germany and the sports science services they received*

Geburtsjahr	Pferde		Daten, die ausgewertet wurden		
	Rasse	Test-vorschrift	Leistungsdiagnostik während Saison	Leistungsdiagnostik während Sichtungslehrgang	Trainingsprotokolle
1992	OX	Erfahren	ja DM, EM-Starter	-	ja
1993	OX	Im Aufbau	ja	-	ja
1992	OX	Im Aufbau	ja	-	ja
1993	OX	Im Aufbau	ja	-	ja
1990	OX	Erfahren	ja	-	ja
1989	Russe	Erfahren	ja EM-Starter	ja EM-Starter	ja
1990	Budjonny	Im Aufbau	ja DJM	ja	ja
1988	AA	Erfahren	ja	-	ja
1993	OX	Im Aufbau	ja	-	ja
1992	Budjonny	Im Aufbau	ja	ja	ja
1991	OX	Erfahren	ja EM-Starter	ja	-
1993	OX	Im Aufbau	ja	-	-
1993	OX	Erfahren	ja	-	-
1988	XX	Erfahren	-	ja	-
1992	OX	Erfahren	-	ja	-
1986	Partbred	Erfahren	-	ja	-
1991	Tersker	Erfahren	-	ja EM-Starter	-
1992	Traber	Erfahren	-	ja	-
1989	OX	Erfahren	-	ja EM-Starter	-
2000	OX	Erfahren	-	ja	-
1988	OX	Erfahren	-	ja	-
1992	OX	Erfahren	-	ja	-
1984	Oldenburger	Erfahren	-	ja	-
1990	OX	Erfahren	-	ja EM-Starter	-
1991	Partbred	Erfahren	-	ja	-
1989	OX	Erfahren	-	ja	-
1987	Budjonny	Erfahren	-	ja EM-Starter	-

**Tab. 2** Vorschriften der Belastungstests / *Standardized exercise test prescriptions*

Intervall	1.024 Meter Bahn						1.192 Meter Bahn			
	Pferde im Aufbau			Erfahrene Pferde			Sichtungslehrgang für Europameisterschaft			
	v (m/s)	Runden (n)	Dauer (Minuten: Sekunden)	v (m/s)	Runden (n)	Dauer (Minuten: Sekunden)	v (m/s)	Runden (n)	Dauer (Minuten: Sekunden)	
1	6,0	2	5:42	6,0	2	5:42	6,0	2	6:22	
2	7,0	2	4:52	7,3	2	4:40	7,3	2	5:11	
3	8,0	3	6:24	8,7	3	5:54	8,7	2	4:24	
4	9,0	3	5:42	10,0	3	5:06	10,0	3	5:38	
5	10,0	3	5:06	11,3	3	4:03	11,3	2	3:22	

September stattfanden, waren es 2 Vorschriften: 1) für Erfahrene Pferde (Pferde, die schon 160 km Ritte absolviert hatten und zwischen März und Juni jedes Jahres ohne langwierigen Verletzungen trainiert werden konnten); 2) für Pferde im Aufbau (alle, die nicht die Bedingungen für die andere Vorschrift erfüllten). Während einer Saison wurden die Testvorschriften für dasselbe Pferd nicht gewechselt.

Für die Belastungstests standen längsovale Sandbahnen zur Verfügung. Die Länge der Bahn, die für die Tests während der Trainings- und Wettkampfsaison benutzt wurde, betrug 1.024 Meter, die Bahn beim Sichtungslehrgang war 1.192 Meter lang.

Vor einem Test wurden die Pferde mindestens je 5 Minuten im Schritt und im Trab aufgewärmt. Die Laufgeschwindigkeit im ersten Intervall und die Erhöhung der Laufgeschwindigkeit von Intervall zu Intervall wurden so gewählt, dass die Laktatkonzentration im Blut (LA) erst nach dem 4. Intervall über 4 mmol/l betrug und möglichst kein Pferd mehr als 5 Intervalle laufen musste, um dies zu erreichen.

Die Dauer jedes Intervalls sollte rund 5 Minuten betragen (Tab. 2). Die Pferde beendeten jedes Intervall an der Stelle, an der sie zu laufen begannen. Da die Laufgeschwindigkeit mit jedem Intervall zunahm, mussten die Pferde eine unterschiedliche Anzahl Runden je Intervall auf den Bahnen drehen, damit die Dauer jedes Intervalls rund 5 Minuten betrug. Die Pause zwischen den Intervallen war 2 Minuten

lang. Während der Pause gingen die Pferde Schritt. Die Blutproben wurden aus der Vena jugularis per Punction mit einer Einmalkanüle in ein mit Lithiumheparin beschichtetes Vakuumröhrchen sobald wie möglich nach dem Ende jedes Intervalls entnommen (in der Mehrheit der Fälle innerhalb von 20 Sekunden).

Die Herzfrequenz wurde während allen Testbelastungen während der Trainings- und Wettkampfsaison und beim Sichtungslehrgang mit Herzfrequenzmessgeräten der Firma Polar Electro (Kempele, Finnland) gemessen. Die Auswertung wurde mit der von der gleichen Firma stammenden Software durchgeführt. Dazu wurde am Pferd ein Gurt mit zwei Elektroden so befestigt, dass die eine Elektrode am Brustbein auf Sattelgurthöhe und die andere Elektrode auf der linken Brustseite unter der linken Sattellage lag. Beide Elektroden waren mit einem Transmitter verbunden, der die Herzfrequenz drahtlos auf eine Uhr übertrug, die die empfangenen Daten speicherte. Das Speicherintervall betrug 5 Sekunden. Für die Auswertung wurde die durchschnittliche Herzfrequenz während jedem Intervall verwendet.

Aus der Beziehung zwischen der Blutlaktatkonzentration und der Laufgeschwindigkeit (BLLB = Blutlaktat-Laufgeschwindigkeit-Beziehung) wurde mittels einer exponentiellen Regressionsgleichung die  $v_4$  berechnet. Weiterhin wurde die  $v_{180}$  aus der Herzfrequenz-Laufgeschwindigkeit-Beziehung (HfLB) mittels linearer Gleichung ermittelt.

**Tab. 3** Protokoll für das tägliche Training von Distanzrennpferden / *Form to protocol the daily training of endurance racing horses*

Tag	Trainings-einheit	Trainingsinhalt							Zweck
		Schritt	Trab	Galopp				Sonstiges	
		Dauer Minuten	Dauer Minuten	Dauer Minuten	Distanz Meter	Tempo Minuten/km	Herz- frequenz		
Montag	1.								
	2.								
Dienstag	1.								
	2.								
Mittwoch	1.								
	2.								
Donnerstag	1.								
	2.								
Freitag	1.								
	2.								
Samstag	1.								
	2.								
Sonntag	1.								
	2.								

Besonderheiten:

Erklärung der Kürzel für Zweck:

## Trainingsprotokolle

Von 10 Pferden konnten die Trainingsprotokolle ausgewertet werden. Die Bedingung war, dass das Protokoll für ein Pferd (Tab. 3) lückenlos über mindestens 3 Monate während einer Trainings- und Wettkampfsaison geführt worden war. Die ReiterInnen benutzten zu Beginn der Betreuung eine Vielzahl von Begriffen, um den Inhalt einer Trainingseinheit zu erklären. Damit die Protokolle einfacher ausgewertet werden konnten, musste die Anzahl der Begriffe eingeschränkt werden. Dies geschah, indem die Begriffe der ReiterInnen in Absprache mit ihnen einem von 6 Zwecken zugeordnet wurde:

- Intervall (Stehvermögen oder Ausdauer)
- Gymnastizierung (Gymnastik)
- Klettern (Kraft oder Ausdauer)
- Springen (Ausbildung oder Gymnastik)
- 40 km im ruhigen Tempo (Ausdauer oder Ausbildung)
- Gelände (Erholung oder Ausdauer)
- Langsamer, gleichmäßiger Ritt im Gelände (Ausdauer, Erholung oder Ausbildung)
- Dressur (Gymnastik oder Ausbildung)
- Galopp über lange, flache Anstiege (Ausdauer oder Kraft)
- Klettern im Schritt (Erholung, Ausdauer oder Kraft)
- Galopp auf der Ebene (Ausbildung, Ausdauer oder Erholung)
- Doppellonge (Gymnastik oder Ausbildung)
- Streckentraining (Ausdauer oder Ausbildung)
- Longe (Gymnastik oder Ausbildung)

Die Definition dieser Zwecke war wie folgt:

- Erholung: körperliche Belastungen, die der Regeneration dienen. Dies können sein: Longe, Führmaschine, Ausreiten, Handpferd.
- Gymnastik: körperliche Belastungen, die Verspannungen lösen und verhindern sollen. Dies können sein: Longe, Dressur, besondere Übungen.
- Ausbildung: körperliche Belastungen, die zur Verbesserung der Rittigkeit (Anlehnung, Takt, Losgelassenheit, Versammlung, etc.) dienen. Dies können sein: Longe, Dressur, besondere Übungen.
- Ausdauer: körperliche Belastungen, die die Effizienz des Energiestoffwechsels über die gesamte Wettkampfdauer optimieren. Dies können alle Belastungen mit mehr als 30 Minuten Dauer sein (nachdem mindestens 20 Minuten aufgewärmt wurde).
- Kraft: körperliche Belastungen, die es der Muskulatur erlauben, mehr Gewicht bzw. das gleiche Gewicht mit weniger Anstrengung zu tragen. Dies können sein: Longe, Dressur und besondere Übungen.
- Stehvermögen: körperliche Belastungen, die es erlauben, dass der Stoffwechsel in den letzten 5 bis 10 km eines Distanzrittes über 80 und mehr Kilometer mehr Energie zur Verfügung stellt. Dies müssen Belastungen ausreichender Dauer mit hoher Intensität sein.

## Analysen

Die Messung der LA fand immer unmittelbar nach der Entnahme mit Accusport® statt (Hoffmann-La Roche, Mannheim, Deutschland, Lindner et al. 1995). Dafür wurden 20 µl hepa-

rinisertes Blut mit einer geeichten Mikrokapillare auf einem Teststreifen des Taschenmessgeräts aufgetragen. Innerhalb einer Minute war die LA gemessen und falls diese bei oder über 4 mmol/l lag, wurde der Test beendet. Beim Sichtungslerngang wurden die Blutproben zusätzlich vor Ort zentrifugiert, das Plasma abgetrennt und bei -20°C bis zur Messung der Gehalte von Glukose und Kortisol sowie der CK-Aktivität in einem kommerziellen Labor gelagert (Biocontrol, Ingelheim, Deutschland).

## Auswertung

Die Mehrheit der Daten werden mit ihrem Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung dargestellt. Die Ausnahme bildet die CK-Aktivität im Plasma, da diese Daten nicht normal verteilt waren. Die CK-Aktivitäten werden mit ihrem Median, 10- und 90-Perzentilen aufgeführt.

Die Prüfung der Beziehung zwischen  $v_4$  und  $v_{180}$  der Pferde, die während der Trainings- und Wettkampfsaison getestet wurden, erfolgte mit der Regressionsanalyse nach Pearson. Für den statistischen Vergleich der mittleren Gehalte von LA im Blut, Kortisol und Glukose im Blutplasma sowie der Herzfrequenz zwischen den für die Europameisterschaft nominierten und den nicht nominierten Pferden wurde die Varianzanalyse für wiederholte Messungen eingesetzt. Die medianen CK-Aktivitäten im Plasma nach jedem Intervall der Belastungstests wurden mit dem Mann-Whitney-Rangtest auf signifikante Unterschiede zwischen den beiden Pferdeguppen untersucht.  $p < 0,05$  wurde als signifikant akzeptiert.

## Ergebnisse

Ein Pferd wurde viermal in einer Trainings- und Wettkampfsaison getestet, 2 wurden dreimal getestet, 7 zweimal und 5 Pferde wurden nur einmal getestet. Die mittlere  $v_4$  und  $v_{180}$  der erfahrenen Pferde betrug  $9,10 \pm 0,46$  m/s und  $9,41 \pm 1,87$  m/s. Die Werte für die Pferde im Aufbau waren  $9,16 \pm 0,85$  m/s und  $9,20 \pm 0,52$  m/s. Bei keiner der Pferdeguppen gab es eine Beziehung zwischen  $v_4$  und  $v_{180}$  ( $p > 0,05$ ). In den Abb. 1 und 2 werden die Verläufe der mittleren LA im Blut nach jedem Intervall und der mittleren Herzfrequenz in jedem Intervall der Tests für erfahrene Pferde und Pferde im Aufbau gezeigt. In beiden Abbildungen ist ein Pferd als Sonderfall aufgeführt, weil seine mittlere Herzfrequenz schon im ersten Intervall über 198 Schläge/Minute betrug und sich die Werte im Verlauf des Tests wenig änderten. In Abb. 1 ist zu erkennen, dass ab dem dritten Intervall die BLLB der erfahrenen Pferde höhere mittlere LA-Werte aufweist als die BLLB der Pferde im Aufbau. Dasselbe trifft auf die mittleren Herzfrequenzen der HFLB zu (Abb. 2).

Insgesamt konnte nur bei 6 der 18 Pferde, die beim Sichtungslerngang für die Europameisterschaft teilnahmen, die  $v_4$  und  $v_{180}$  berechnet werden. Dies lag daran, dass die bei den Intervallen des Tests gerittenen Geschwindigkeiten bei der Mehrheit der Pferde sehr deutlich von den geforderten Geschwindigkeiten abwichen (Abb. 3). Es gab dabei keinen Unterschied zwischen den nominierten und nicht nominierten Pferden ( $p > 0,05$ ). Die Werte aller gemessenen Variablen nahmen im Verlauf des Tests zu ( $p < 0,05$ ). Es ergab sich jedoch für keine der Variablen ein Unterschied zwischen den

**Tab. 4** Entwicklung von Herzfrequenz, Laktat (im Blut), Glukose, Kortisol und CK (alle im Plasma) bei Pferden während eines Belastungstests (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung für Herzfrequenz, Laktat, Glukose und Kortisol; Median, 10- und 90-Perzentile für CK)  
*Heart rate, blood lactate concentration, plasma glucose and cortisol concentration as well as plasma CK activities of horses during a standardized exercise test (mean  $\pm$  std for all but for CK described by median, 10 and 90 percentiles)*

Variable	Pferdegruppe (n)	Nach aufwärmen	1. Intervall	2. Intervall	3. Intervall	4. Intervall
Herzfrequenz	nominiert (5)	-	130 $\pm$ 11	140 $\pm$ 9	167 $\pm$ 11	181 $\pm$ 10
Schläge/Minute	nicht nominiert (13)	-	141 $\pm$ 14	147 $\pm$ 14	163 $\pm$ 20	187 $\pm$ 25
Laktat	nominiert (5)	-	1,5 $\pm$ 0,1	1,6 $\pm$ 0,1	2,6 $\pm$ 0,4	5,1 $\pm$ 2,4
mmol/l	nicht nominiert (13)	-	1,4 $\pm$ 0,2	1,6 $\pm$ 0,3	2,6 $\pm$ 0,8	6,3 $\pm$ 2,9
Glukose	nominiert (5)	4,9 $\pm$ 0,9	4,6 $\pm$ 1,1	4,9 $\pm$ 1,2	5,3 $\pm$ 1,4	6,0 $\pm$ 1,4
mmol/l	nicht nominiert (13)	5,0 $\pm$ 0,9	4,4 $\pm$ 1,0	4,6 $\pm$ 1,0	5,0 $\pm$ 0,9	5,8 $\pm$ 1,2
Kortisol	nominiert (5)	81,6 $\pm$ 4,7	94,6 $\pm$ 5,1	97,6 $\pm$ 13,9	106,4 $\pm$ 10,5	111,2 $\pm$ 19,7
$\mu$ mol/l	nicht nominiert (13)	79,7 $\pm$ 20,3	91,3 $\pm$ 16,9	100,7 $\pm$ 20,8	111,6 $\pm$ 18,8	114,2 $\pm$ 15,9
CK	nominiert (5)	86 (63-90)	96 (69-102)	95 (68-99)	98 (72-101)	105 (77-112)
U/l	nicht nominiert (13)	88 (56-134)	98 (62-166)	99 (64-189)	102 (68-220)	104 (73-152)

**Tab. 5** Häufigkeit der Tage ohne und mit Belastungen sowie der Belastungsinhalte bei Pferden, die in Distanzrennen eingesetzt wurden  
*Frequency of days without and with exercise as well as content of the exercise sessions of horses that were used for endurance racing*

Pferd	Protokolliert		Tage ohne Belastung (%)	Tage mit Belastung (%)	Belastungsinhalte (in % der Tage mit Training)					Starts
	Zeitraum	Tage insgesamt			Ausdauer	Erholung	Gymnastik	Ausbildung	Anderes	
1	12.5.-9.9.	122	43	57	45 <sup>1</sup> 36 <sup>2</sup>	13 <sup>1</sup> 22 <sup>2</sup>	25	0	11	6
2	12.5.-4.10.	147	57	43	73 <sup>1</sup> 46 <sup>2</sup>	10 <sup>1</sup> 37 <sup>2</sup>	6	0	5	6
3	18.3.-29.9.	196	41	59	17 <sup>1</sup> 11 <sup>2</sup>	25 <sup>1</sup> 31 <sup>2</sup>	27	19	10	2
4	1.7.-21.9.	91	26	74	46 <sup>1</sup>	16 <sup>1</sup>	31	0	3	4
5	26.3.-29.9.	187	27	81	30 <sup>1</sup> 22 <sup>2</sup>	32 <sup>1</sup> 40 <sup>2</sup>	20	2	13	3
6	1.4.-29.9.	182	26	74	33 <sup>1</sup> 30 <sup>2</sup>	18 <sup>1</sup> 21 <sup>2</sup>	36	9	2	2
7	26.2.-10.6.	103	27	73	48 <sup>1</sup> 43 <sup>2</sup>	19 <sup>1</sup> 24 <sup>2</sup>	25	4	2	2
8	26.2.-10.6.	103	32	68	56 <sup>1</sup> 46 <sup>2</sup>	16 <sup>1</sup> 26 <sup>2</sup>	14	9	3	2
9	12.3.-25.8.	167	43	57	29 <sup>1</sup> 17 <sup>2</sup>	5 <sup>1</sup> 18 <sup>2</sup>	0	9	63 <sup>3</sup>	3
10	26.2.-10.6.	98	31	69	43 <sup>1</sup> 35 <sup>2</sup>	16 <sup>1</sup> 24 <sup>2</sup>	38	0	2	1
Alle (x $\pm$ s)	-	140 $\pm$ 41	35,4 $\pm$ 10,3	65,6 $\pm$ 11,3	42,0 $\pm$ 15,8 <sup>1</sup> 31,8 $\pm$ 12,8 <sup>2</sup>	17,0 $\pm$ 7,5 <sup>1</sup> 27,0 $\pm$ 7,5 <sup>2</sup>	22,2 $\pm$ 12,4	5,2 $\pm$ 6,3	11,4 $\pm$ 18,6	3,3 $\pm$ 1,7

<sup>1</sup> = alle Ausdauer-Trainingseinheiten, <sup>2</sup> = nur Trainingseinheiten von > 1 Stunde Dauer, <sup>3</sup> = überwiegend Stehvermögen

**Tab. 6** Dauer, Geschwindigkeit und Herzfrequenz der Leistungspferde, die bei Distanzrennen eingesetzt wurden, bei Ausdauer-Trainingseinheiten  
*Duration, speed and heart rate of horses used for endurance racing during endurance exercise sessions*

Pferd	Gesamtzeit (Minuten)	Schritt (Minuten)	Trab (Minuten)	Galopp (Minuten)	Galopp (m/s)	Galopp	
						Minimale Herzfrequenz (Schläge/Minute)	Maximale Herzfrequenz (Schläge/Minute)
1	88	25	45	18	-	115	170
2	73	19	41	13	-	-	-
3	141	77	51	15	-	-	-
4	99	53	32	14	-	-	-
5	111	50	47	14	-	-	-
6	114	66	36	12	5,28	-	-
7	139	54	67	18	-	-	-
8	144	60	67	17	-	-	-
9	121	64	35	22	6,11	-	-
10	121	34	73	14	-	-	-
Alle (x $\pm$ s)	115 $\pm$ 23	50 $\pm$ 19	49 $\pm$ 15	16 $\pm$ 3	5,7 $\pm$ 0,6	-	-

**Tab. 7** Anzahl der Trainingsinhalte bei 2 Pferden zwischen Belastungstests  
 Number of days with and without different exercise content between consecutive standardized exercise tests of 2 horses used for endurance racing

Trainingsinhalt	Pferd A		Pferd B	
	Tage zwischen Test 1 und 2	Tage zwischen Test 2 und 3	Tage zwischen Test 1 und 2	Tage zwischen Test 2 und 3
Ohne Training	10	33	16	36
Ausdauer	6	4	12	2
Kraft	2	2	2	1
Ausbildung	16	0	10	1
Erholung	7	13	8	12
Gymnastik	7	10	0	11
Rennen	1	1	1	0
Insgesamt	49	63	49	63

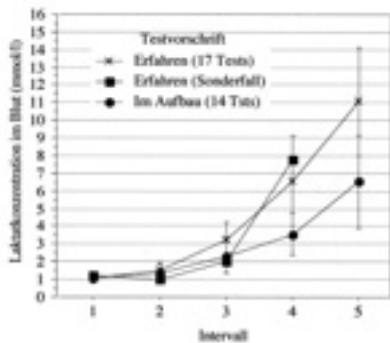
nominierten und den nicht nominierten Pferden ( $p > 0.05$  für jede Variable; Tab. 4).

Der Anteil von Tagen, an denen kein Training stattfand, belief sich auf 26 bis 57 % (Tab. 5). An den Tagen, an denen die Pferde belastet wurden, fanden überwiegend Belastungen für die Erhaltung oder Verbesserung der Ausdauer statt (zwischen 17 und 73 % der Tage, wenn eine Trainingseinheit höchstens 60 Minuten lang war, 11 bis 46 % wenn die Belastung länger als 1 Stunde dauerte; Tab. 5).

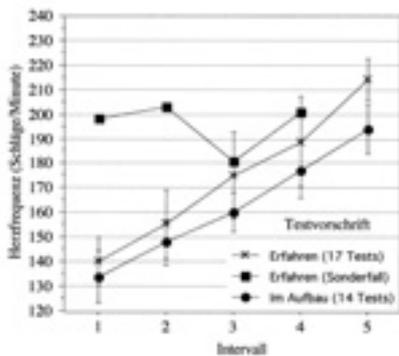
Bei Trainingseinheiten (TE), die zur Erhaltung oder Verbesserung der Ausdauer eingesetzt wurden, gingen die Pferde hauptsächlich im Schritt und im Trab (Tab. 6). Nur die Pferde 1, 2 und 10 trabten deutlich länger als sie Schritt gingen.

**Diskussion**

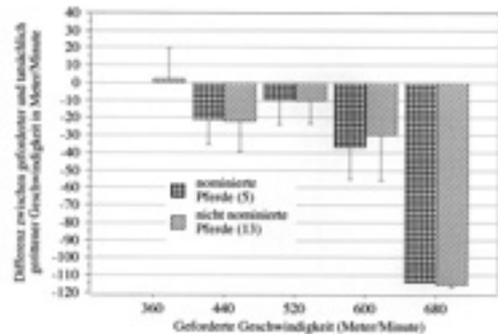
Die sportwissenschaftliche Betreuung von Athleten hat vordergründig das Ziel festzustellen, ob das durchgeführte Training wirkungsvoll ist oder nicht. Häufig verwendete Parameter, um



**Abb. 1** Laktatkonzentration im Blut von Pferden während Belastungstests mit verschiedener Vorschrift (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung)  
 Blood lactate concentration of horses during standardized exercise tests with different prescriptions (mean  $\pm$  std)



**Abb. 2** Herzfrequenz von Pferden während Belastungstests mit verschiedener Vorschrift (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung)  
 Heart rate of horses during standardized exercise tests with different prescriptions (mean  $\pm$  std)



**Abb. 3** Differenz zwischen geforderten und gerittenen Geschwindigkeiten in den Intervallen des Belastungstests während der Sichtung für die Europameisterschaft (Lesebeispiel: Im Testintervall, in dem von den Pferden eine Geschwindigkeit von 440 m/min gefordert war, wurden die nominierten EM-Starter im Mittel 21 m/min langsamer geritten)  
 Difference between prescribed and ridden speeds in the intervals of a standardized exercise test (Reading example: In the interval where horses nominated for the European Championship should have been ridden at 440 m/min they were galloped at a speed which was on average 21 m/min slower)

die Entwicklung der Ausdauer von Pferden zu objektivieren, sind die von der BLLB und HfLB abgeleiteten  $v_4$  und  $v_{200}$  oder  $v_{180}$  (Casini und Greppi 1996, Lindner 2009). Um die  $v_4$  und die  $v_{180}$  zu bestimmen, belastet man Pferde mit einem standardisierten Test. Am sinnvollsten sind diese Tests in den Zeiträumen der Trainings- und Wettkampfsaison in denen die Grundlage für die Ausdauer gelegt wird, also in den ersten 6 bis 10 Wochen, und wenn es genügend Zeit zwischen 2 wichtigen Wettkämpfen gibt. Trilk et al. (2002) zeigten, dass es angebracht ist, Pferde alle 2 Wochen zu testen, um frühzeitig die Trainingsintensität der verbesserten Leistungsfähigkeit anzupassen und so zu verhindern, dass der Trainingsreiz zu

gering wird und damit das Training keine Wirkung mehr hat. Die Ergebnisse der Untersuchung von *Trilk et al.* (2002) basieren zwar auf Belastungen, deren Geschwindigkeit mittels bestimmter LA aus Testergebnissen vorgegeben wurden, aber es ist anzunehmen, dass diese auch für anders gesteuerte Belastungen zutreffen. Außerhalb dieser Zeiträume reicht es, die Pferde alle 4 bis 8 Wochen zu testen, um zu prüfen, ob die Entwicklung der  $v_4$  anhält oder zumindest stabil ist.

Die Bestimmung der  $v_4$ , dem in der Praxis bewährtesten Parameter (*Lindner 2000, Lindner 2009*), muss genau sein. Im Prinzip geht es darum, das exponentielle Verhalten der LA im Blut während Belastung vom Vorbelastungswert (in der Regel 0,5 bis 1,5 mmol/l) bis über 4 mmol/l genau zu beschreiben. Drei Intervalle sind dafür das rechnerische Minimum. Präziser wird die Berechnung der  $v_4$  allerdings mit mehr Punkten der BLLB. Deshalb hatten die leistungsdiagnostischen Tests für die Pferde mindestens 4 Intervalle. Falls bei einem Pferd im Aufbau nach dem vierten Intervall noch keine 4 mmol/l erreicht waren, lief es ein weiteres Intervall (Tab. 2). Die Laufgeschwindigkeit im ersten Intervall und die Zunahme der Geschwindigkeit von Intervall zu Intervall wurden durch Vortests ermittelt. Kamen Pferde zum testen, die aufgrund ihres sportlichen Vorbereichts eine ausgeprägtere Ausdauer erwarten ließen als die Pferde im Aufbau, dann wurde die Geschwindigkeit von Intervall zu Intervall um 20 m/min mehr gesteigert als bei den Pferden im Aufbau (Testvorschrift für erfahrene Pferde; Tab. 2). Unter diesen Voraussetzungen kam es sehr selten vor, dass ein Pferd ein sechstes Intervall von einer der Testvorschriften gehen musste. Um Zeit zu sparen, wurden die Laufgeschwindigkeiten so gewählt, dass die Pferde in der Regel nicht mehr als 5 Intervalle liefen, bevor die 4 mmol/l LA gemessen wurden.

Die Dauer der Intervalle sollte rund 5 Minuten betragen. Kürzere Belastungen haben für das Testen im Feld den großen Nachteil, dass sie bei den für die Tests gewählten Geschwindigkeiten niedrigere LA hervorrufen würden. Dies zwänge dazu, die Pferde am Ende des Tests bei höheren Geschwindigkeiten laufen zu lassen, um die 4 mmol/l LA zu erreichen. Höhere Geschwindigkeiten aber lassen die Verletzungsgefahr ansteigen, besonders auf Feldbahnen mit Unebenheiten und Kurven, die häufig nicht optimal für das Laufen bei höheren Geschwindigkeiten angelegt sind. Beide für das Testen benutzte Bahnen waren bis zu den geforderten höheren Geschwindigkeiten gut geeignet. In den 3 Jahren der Betreuung gab es nur eine Verletzung während des Tests (Zerrung der oberflächlichen Beugesehne einer Vordergliedmaße) bei mehr als 20 Pferden, die mehr oder weniger regelmäßig getestet wurden (nicht alle davon absolvierten die Tests mit den vorgeschriebenen Geschwindigkeiten, weshalb  $v_4$  und  $v_{180}$  nicht bestimmt wurden und auch in der Auswertung nicht vorkommen). Auch bei den Tests während des Sichtungslerngangs gab es keine Verletzungen bei den Pferden.

Sollten die Bahnbedingungen weniger gut sein (enge Kurven zum Beispiel), dann kann durch verlängern der Intervalle die höchste Laufgeschwindigkeit, die notwendig ist, um die 4 mmol/l zu erreichen, noch niedriger gehalten werden als bei den in dieser Arbeit eingesetzten Testvorschriften.

Die  $v_4$  hat in vielen Untersuchungen ihren Wert für die Leistungsdiagnostik von Renn- und Sportpferden gezeigt (*Lindner*

2000, *Lindner 2009*). Niedrigere Kennwerte der BLLB haben dies nicht vermocht. Der Hauptgrund dafür, ist die geringere Wiederholbarkeit dieser Kennwerte im Vergleich zu  $v_4$  (*Guhl et al. 1996, Köster 1996*).

Die höchste in dieser Studie gemessene  $v_4$  hatte das Pferd, das die Deutsche Meisterschaft gewann. Die  $v_{180}$  dieses Pferdes war dagegen im Mittelfeld der bestimmten Werte. Ein Zusammenhang zwischen  $v_4$  und  $v_{180}$  konnte für die Werte der Pferde in dieser Arbeit nicht festgestellt werden. Dies entspricht den Angaben von *Lindner (2009)* für Trabrennpferde. Es ist zudem bekannt, dass die  $v_4$  ein viel präziserer Parameter für die Vorhersage der Wettkampfleistung ist als HFLB-abgeleitete Kennwerte wie die  $v_{180}$  und  $v_{200}$  (*Couroucé 1997, Leleu et al. 2004, Lindner 2009*). Somit ist klar, dass  $v_4$  und  $v_{180}$  (oder  $v_{200}$ ) unterschiedlich bewertet werden müssen, die HFLB-basierten Kennwerte aber nur einen sehr eingeschränkten Wert für die Leistungsdiagnostik haben können.

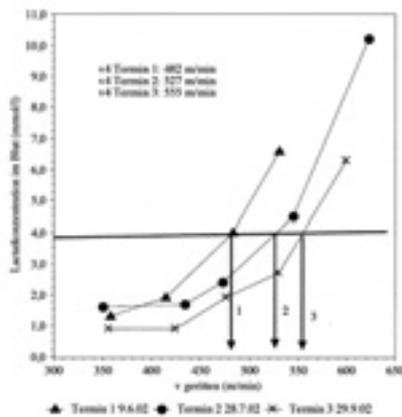
In den Abb. 1 und 2 wurden die Verläufe der LA und der Herzfrequenz eines Pferdes getrennt von den Verläufen der mittleren LA im Blut nach jedem Intervall und der mittleren Herzfrequenz in jedem Intervall der Tests der anderen Pferde gezeigt. Dies lag an seinen ungewöhnlich hohen Herzfrequenzen in den ersten Intervallen des Tests. Die Aufzeichnung der Herzfrequenz gab keinen Anhalt für technische Fehler. Dieses Pferd wurde in den 3 Jahren siebenmal getestet. Seine  $v_4$  verbesserte sich innerhalb der Saisons und war am Ende eine der höchsten von den getesteten Pferden. Bei keinem weiteren Test erreichte es wieder so hohe Herzfrequenzen in den ersten drei Intervallen des Tests, gehörte aber immer zu den Pferden mit den höheren Herzfrequenzen und somit niedrigeren  $v_{180}$ -Werten. Eine detaillierte kardiologische Untersuchung wurde nicht durchgeführt, da das Pferd klinisch ohne besonderen Befund war. Dieses Pferd wurde auch für die Europameisterschaft nominiert (keine Platzierung). In Wettkämpfen erreichte es trotz der augenscheinlich guten Kondition und positiven Entwicklung der  $v_4$ -Werte keine guten Platzierungen. Ein möglicher Grund dafür könnten die starren Herzfrequenzgrenzwerte sein, die bei Distanzritten nach den Regeln des Weltverbands (FEI) gelten (*Sloet 2004*). Die Messung der Erholung der Herzfrequenz (HF Erholung) ist eine der Variablen, um die Gesundheit der Pferde einzuschätzen. Die Pferde müssen innerhalb von 20 Minuten in den verschiedenen Halteboxen eines Rittes in der Regel eine Herzfrequenz von 64 oder weniger Schläge/Minute erreichen, um den Ritt fortsetzen zu dürfen. Diese Regel hat dazu geführt, dass weltweit Pferde gesucht werden, die niedrige Ruheherzfrequenzen haben, da angenommen wird, dass die Herzfrequenz dieser Pferde schneller nach körperlicher Beanspruchung sinkt. Diese Grenzen sind außerdem einfach zu kontrollieren, und in Ermangelung anderer klinischer Auffälligkeiten gilt das Erreichen bzw. Unterschreiten derselben als Startpunkt für die nächste Etappe des Rittes. *Lindner et al. (2007)* beschrieben zum ersten Mal eine Beziehung zwischen der Herzfrequenz in Ruhe und den Erholungswerten von Pferden. Die Reiterin des Pferdes bestätigte, dass der Ruhepuls ihres Pferdes selten unter 40 Schlägen/min lag. Für den beschriebenen Fall und alle anderen Pferde mit genetisch bedingten höheren Herzfrequenz-Ruhewerten sind die starren Grenzen möglicherweise ein Hindernis, um frühzeitig die Kontrollstellen während eines Rittes zu verlassen, weil deren Herzfrequenz länger braucht, um unter die vorgegebene Grenze zu kommen. Dies

wäre ein sportlicher Nachteil für die Pferde und weist auch darauf hin, dass fixe Werte für die HF-Erholung nicht so geeignet sind zur Beurteilung der Gesundheit von Pferden wie individuelle Werte der HF-Erholung (Ridgway 1991). Deshalb wird seit geraumer Zeit dafür plädiert die individuelle HF-Erholung als Maßstab einzuführen (Robert et al. 2002).

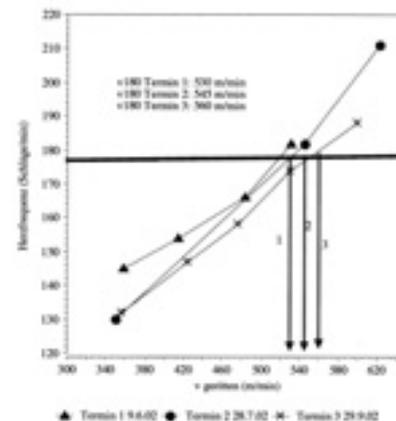
Die Belastungstests während des Sichtungslerngangs für die Europameisterschaft offenbarten, dass das Reiten von vorgegebenen Geschwindigkeiten die Mehrheit der ReiterInnen überforderte. Dies muss geübt sein und setzt eine ausreichende körperliche Fitness der ReiterInnen voraus. Heutzutage ist es zudem mit den handlichen GPS-Geräten viel einfacher geworden, vorgegebene Geschwindigkeiten einzuhalten. Dies ist notwendig, um eine gute Wiederholbarkeit der Werte zu sichern. Feldtests sind zwar mühsamer zu standardisieren, aber die Wiederholbarkeit der Werte kann genauso hoch sein wie die auf Laufbändern ermittelten Werte (Guhl et al. 1996, Köster 1996). Alle während der Tests gemessenen Variablen verhielten sich wie in der Literatur beschrieben (Evans 1994, Rose und Hodgson 1994). Es bleibt unklar, ob es möglich gewesen wäre, zwischen den nominierten und nicht nominierten Pferde Unterschiede zu erkennen, wenn die vorge-

Der Abgleich der Veränderungen der  $v_4$  und  $v_{180}$  mit dem aufgezeichneten Training aber ist ohnehin interessanter für jeden einzelnen Athleten als für die gesamte Gruppe. Das Potential dieser sportwissenschaftlichen Betreuung soll an zwei Beispielen von Pferden, die dreimal während einer Saison getestet wurden, beschrieben werden.

Bei dem Pferd 1 fällt auf (Abb. 4), dass die Zunahme der  $v_4$  vom 1. zum 2. Test ausgeprägter ist als vom 2. zum 3. Test. Das unterschiedliche Ausmaß der  $v_4$ -Veränderung ist wohl hauptsächlich darauf zurückzuführen, dass das Pferd zwischen den ersten beiden Belastungstests im Vergleich zu dem Zeitraum zwischen dem 2. und 3. Test viel häufiger trainiert wurde (Tab. 7). Die  $v_{180}$  nimmt im selben Zeitraum auch zu, aber deutlich weniger ausgeprägt und weitgehend im gleichem Ausmaß (Abb. 5). Beim zweiten Beispiel (Abb. 6, 7) nimmt die  $v_4$  zwischen dem 1. und dem 2. Belastungstest zu, um dann zwischen dem 2. und 3. Test wieder abzunehmen. Zwischen den ersten beiden Tests wurde an 67 % der Tage trainiert (inklusive eines Rittes), zwischen dem 2. und dem 3. Test dagegen nur an 43 % der Tage, wobei an den meisten der Trainingstage Belastungen zur Gymnastizierung und zur Erholung des lahmen Pferdes durchgeführt wurden (Tab. 7). Die Abnahme der  $v_4$  im



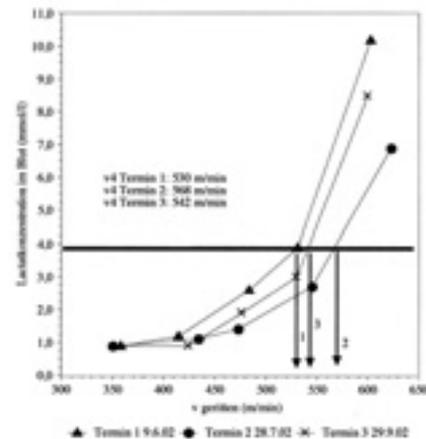
**Abb. 4** Entwicklung der  $v_4$  von Pferd A im Verlauf einer Trainings- und Wettkampfsaison  
Development of  $v_4$  of horse A during a training and competition season



**Abb. 5** Entwicklung der  $v_{180}$  von Pferd A im Verlauf einer Trainings- und Wettkampfsaison  
Development of  $v_{180}$  of horse A during a training and competition season

schriebenen Geschwindigkeiten eingehalten worden wären, denn sie lagen zum Teil deutlich unter den geforderten, womit möglicherweise eine ausreichende Beanspruchung nicht gegeben war, um mögliche Unterschiede hervorzurufen.

Ein weiteres Ziel einer sportwissenschaftlichen Betreuung ist die Verbesserung des Trainings. Dazu braucht man neben den Ergebnissen von Belastungstests und Wettkämpfen Protokolle über das Training der Pferde. In dieser Arbeit wurde darauf verzichtet, die Veränderungen der  $v_4$ - und  $v_{180}$ -Werte zwischen den Tests und den Angaben aus den Trainingsprotokollen für alle Pferde zusammen auszuwerten. Dafür gab es drei Gründe: 1) die sehr unterschiedlichen Zeiträume zwischen Tests bei den einzelnen Pferden; 2) die insgesamt relativ geringe Zahl von Pferden, die mehr als zweimal während einer Saison getestet wurden; 3) die unterschiedliche Verwendung der Begriffe durch die ReiterInnen zur Charakterisierung der Trainingsinhalte.

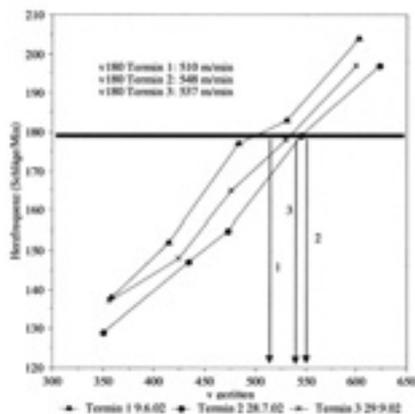


**Abb. 6** Entwicklung der  $v_4$  von Pferd B im Verlauf einer Trainings- und Wettkampfsaison  
Development of  $v_4$  of horse B during a training and competition season

zweiten Zeitraum ist also gut erklärbar. Betrachtet man nun die Entwicklung der  $v_{180}$ , dann stellt man fest, dass auch hier der Wert beim 3. Test unter dem Wert nach dem 2. Test liegt, aber der Rückgang deutlich weniger ausgeprägt ist als der vom  $v_4$ -Wert (-2,0 % zu -4,6 % für  $v_{180}$  und  $v_4$  jeweils). Anhand dieser Beispiele lässt sich feststellen, dass die Herzfrequenz für die Leistungsdiagnostik einen geringeren Nutzen als LA hat.

Die Veränderungen der  $v_4$  und der  $v_{180}$  zeigen deutlich, dass das eingesetzte Training bei diesen Pferden während der Trainings- und Wettkampfsaison teilweise wirkungsvoll war. Diese Erkenntnis ist nützlich, um in Folgesaisons die Werte durch Training weiter zu erhöhen und so eine bessere Leistung zu erzielen. Der Maßstab ist in diesem Fall vorhanden: die  $v_4$  des Pferdes, das die Deutsche Meisterschaft gewann. Dieses Pferd wurde auf derselben Bahn und Testvorschrift getestet und somit können die Werte verglichen werden.

Die Ergebnisse der Auswertung der Trainingsprotokolle lassen sich nicht beurteilen, da Vergleichsdaten fehlen und es zudem nur 10 Pferde sind. Auffällig ist, dass die Trainingseinheiten für die Ausdauer des Pferdes, das die Deutsche Meisterschaft gewann, kürzer waren als die der anderen Pferde. Die Verkür-



**Abb. 7** Entwicklung der  $v_{180}$  von Pferd B im Verlauf einer Trainings- und Wettkampfsaison  
Development of  $v_{180}$  of horse B during a training and competition season

zung ging auf Kosten der Schritzeit, was darauf hinweist, dass diese Gangart nicht so bedeutend für die Wettkampfleistung ist.

Da die Pferde anderer Nationen seit Jahren die Europa- und Weltmeisterschaften dominieren, wäre es sehr interessant auch von diesen Pferden Trainingsaufzeichnungen zu kennen, um daraus Verbesserungen für das Training der hiesigen Pferde abzuleiten.

Die vorliegende Arbeit bietet einen Einblick in die Trainingspraxis von Pferden, die in Deutschland in Distanzrennen eingesetzt wurden. Darüber hinaus aber bietet die Arbeit eine Übersicht über die Möglichkeiten und Grenzen der sportwissenschaftlichen Betreuung von Sportpferden. Beides erlaubt den Betreuern einzelner Pferde oder Pferden in Rennställen über den Vergleich von Trainingsplänen und deren Wirkung auf  $v_4$  das Training effizienter zu gestalten und so die Chance zu vergrößern, dass auch die in Deutschland trainierten Pferde in Zukunft mit der Weltspitze konkurrieren können.

## Danksagung

Andrea Hassel, Dr. Juliette Mallison, Jutta Werkmann und Reinhard Knittel trugen entscheidend zur organisatorischen Umsetzung dieser Arbeit bei. Ohne die finanzielle Unterstützung von Lohmann Animal Health wäre die Zusammenarbeit mit einer Gruppe ReiterInnen des Verbands Deutscher Distanzreiter und -Fahrer e. V. nicht möglich gewesen. Den ReiterInnen sei für ihre Mitarbeit herzlich gedankt.

## Literatur

- Casini L. und Grepp G. F. (1996) Beziehungen zwischen der Rennleistung und Fitnessparametern bei Trabrennpferden nach Belastungstests auf dem Laufband und der Rennbahn. *Pferdeheilkunde* 12, 466-469
- Couroucé A. (1997) Epreuve d'effort standardise de terrain apliquee au cheval trotteur. Diss. Med. Vet. Universität Jean Monnet Saint Etienne, Frankreich
- Evans D. L. (1994) The cardiovascular system: Anatomy, physiology and adaptations to exercise and training. In: Hodgson D. R. und Rose R. J. (Hrsg.): *The Athletic Horse*. WB Saunders Company, Philadelphia, USA, 129-144
- Guhl A., Lindner A. und von Wittke P. (1996) Reproducibility of the blood lactate-running speed curve in horses under field conditions. *Am. J. Vet. Res.* 57, 1059-1062
- Köster A. (1996) Reproduzierbarkeit von in Belastungstests ermittelten Leistungskennwerten ( $V_2$ ,  $V_3$ ,  $V_4$ ,  $V_{12}$ , und  $V_{150}$ ,  $V_{180}$ ,  $V_{200}$ ) und deren Beeinflussbarkeit durch die Stufendauer bzw. Streckenlänge bei Pferden auf dem Laufband. Diss. Med. Vet. Giessen.
- Leleu C., Cotrel C. und Barrey E. (2004) Predictive interest of physiological and gait variables in French trotters. In: Lindner A. (Hrsg.): *The Elite Race and Endurance Horse*. Arbeitsgruppe Pferd Verlag, Deutschland, 189-193
- Lindner A., Guhl A und Mallison J. (1995) Messung der Blut-Laktatkonzentrationen beim Pferd während Distanzritten mittels Accusport. *Pferdeheilkunde* 11, 393-398
- Lindner A. (2000) Use of blood biochemistry for positive performance diagnosis of sport horses in practice. *Rev. Med. Vet.* 151, 611-618
- Lindner A. (2009) Relationships between racing times of Standardbreds and  $v_4$  and  $v_{200}$ . *J. Anim. Sci. in press*. doi:10.2527/jas.2009-2241
- Lindner A., Esser M., Lopez R. und Boffi F. (2007) Relation between resting heart rate and heart rate during exercise and recovery. In: *Proc. Eq. Sci. Soc. 27th Symposium*, Hunt Valley, USA, 87-88
- Ridgway K. J. (1991) Inride veterinary examination, poststride examination, and judging of best condition. In: *Proc. Am. Assoc. Eq. Pract.*, 815-826
- Robert C., Benamou-Smith A. und Leclerc J.-L. (2002) Investigation into recovery in long distance endurance rides. In: Lindner A. (Hrsg.): *The elite Dressage and Three Day Event horse – CESMAS*. Arbeitsgruppe Pferd Verlag, Deutschland, 195-198
- Rose R. J. und Hodgson D. R. (1994) Hematology and biochemistry. In: Hodgson D. R. und Rose R. J. (Hrsg.): *The Athletic Horse*. WB Saunders Company, Philadelphia, USA, 63-79
- Sloet M. (2004) Does heart rate indicate the health status of endurance horses during competition? In: Lindner A. (Hrsg.): *The Elite Race and Endurance Horse*. Arbeitsgruppe Pferd Verlag, Deutschland, 91-97
- Trilk J. L., Lindner A., Greene H. M., Alberghina D. und Wickler S. J. (2002) A lactate-guided conditioning program to improve endurance performance. *Equine Vet. J. Suppl.* 34, 122-125

Dr. Arno Lindner  
Arbeitsgruppe Pferd  
Heinrich-Röttgen-Str. 20  
52428 Jülich  
arnolindner@t-online.de