

4. ERGEBNISSE

4.1. Blutparameter

4.1.1. Laktat

Es werden die Einzelverläufe der sieben Pferde in Ruhe und nach Belastungsende (Abb. 1) und die daraus errechneten Mediane und MAD (Abb. 1, Tab. 4) dargestellt. Die Analyse der Laktatwerte zeigt sowohl beim Vergleich der Belastungsstufen mit dem Ruhewert als auch zwischen den einzelnen Belastungsstufen keine signifikanten Unterschiede. Insgesamt schwankt der Laktatgehalt nur in einem engen Bereich zwischen 0.59 mmol/l (Pf.5 nach TT) und 1.24 mmol/l (Pf.2 nach TK) und bei den Medianen zwischen 0.83 ± 0.09 mmol/l (RR) und 1.01 ± 0.17 mmol/l (TK). Keiner der gemessenen Werte erreicht annähernd die sogenannte anaerobe Schwelle von 4 mmol/l.

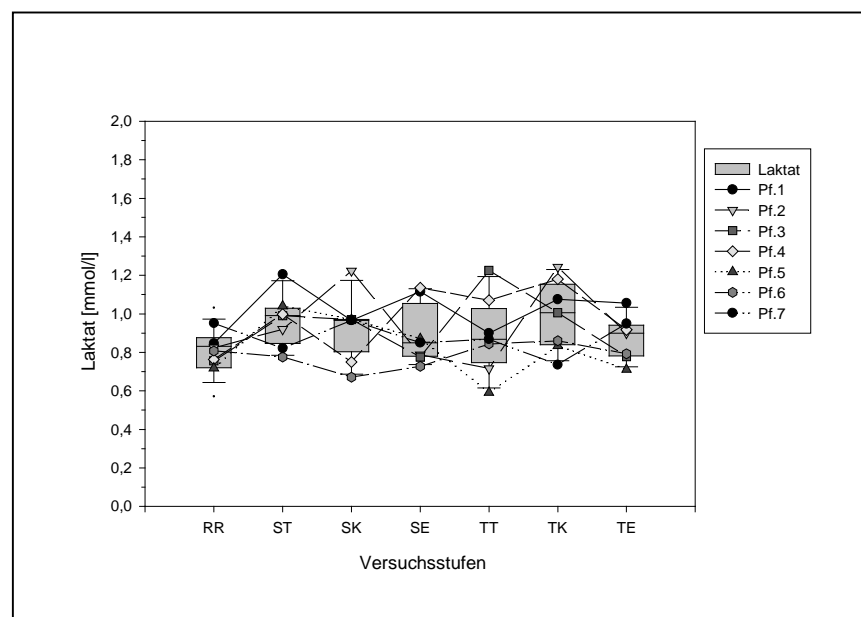


Abbildung 1: Individuelle Laktatgehalte der Pferde in Ruhe und nach Belastungsende (5-Minuten-Werte) und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

Ergebnisse

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
Laktat	0.83	0.99	0.97	0.85	0.87	1.01	0.90
[mmol/l]	± 0.09	± 0.07	± 0.01	± 0.07	± 0.15	± 0.17	± 0.11

Tabelle 4: Mediane und MAD des Laktatgehaltes der sieben Pferde in Ruhe und nach Belastungsende (5-Minuten-Werte).

4.1.2. pH-Wert

Der durchschnittliche Ruhewert aller untersuchten Pferde liegt bei 7.43 ± 0.01 . Infolge der Belastungen treten tendenziell geringe, zum Teil auch signifikante pH-Wert-Erhöhungen auf (Tab. 5).

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
pH	7.43	7.50	7.51	7.48	7.49	7.50	7.47
	± 0.01	± 0.02	± 0.01	± 0.02	± 0.02	± 0.01	± 0.01
	a	b	b		b	b	

Tabelle 5: Mediane und MAD des pH-Wertes in Ruhe und nach Belastungsende (5-Minuten-Werte); unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.1.3. Hämoglobin, Hämatokrit und Erythrozytenzahl

Aufgrund des ähnlichen Verhaltens der drei zueinander in Beziehung stehenden Parameter Erythrozytenzahl, Hämatokrit und Hämoglobingehalt werden in Abbildung 2 exemplarisch nur die Ergebnisse des Hb-Gehaltes graphisch dargestellt. Die Abbildung zeigt die Einzelwerte und die daraus berechneten Mediane \pm MAD in Ruhe und nach den sechs Belastungsstufen. In Tabelle 6 sind die Mediane und MAD des Hämoglobingehaltes, des Hämatokrits und der Erythrozytenanzahl aufgelistet. Es zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen dem jeweiligen Median in Ruhe und denen der vier Belastungstests im Wasser (SK, SE, TK und TE). Die sechs

Ergebnisse

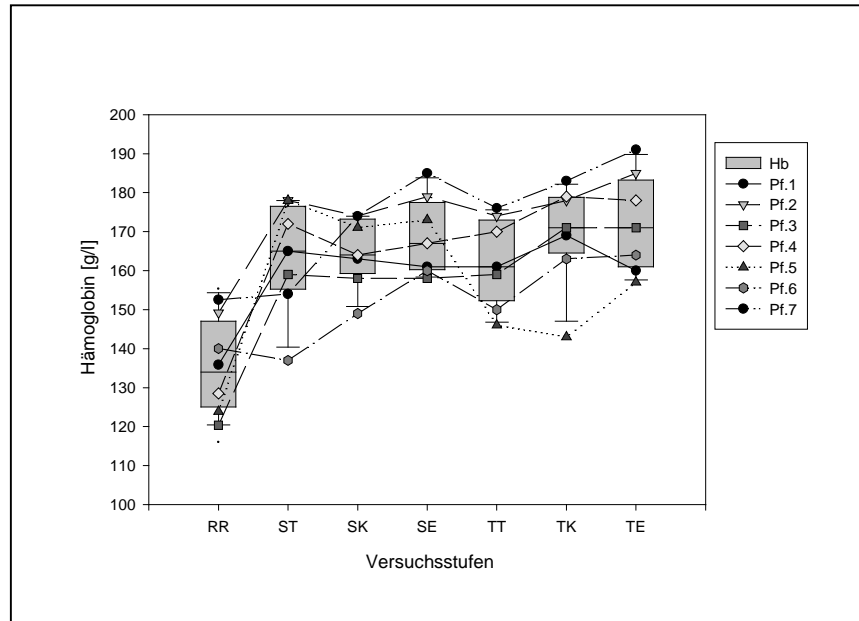


Abbildung 2: individuelle Hb-Gehalte der Pferde in Ruhe und nach Belastungsende (5-Minuten-Werte) und die daraus berechneten Mediane und MAD für die verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
Hb [g/l]	134.0 ± 11.0 a	165.0 ± 11.0	164.0 ± 7.0 b	167.0 ± 7.0 b	161.0 ± 11.0	171.0 ± 8.0 b	171.0 ± 11.0 b
Hkt	0.40 ± 0.03 a	0.49 ± 0.04	0.50 ± 0.04 b	0.49 ± 0.01 b	0.48 ± 0.03	0.53 ± 0.01 b	0.52 ± 0.04 b
Ery [T/l]	8.31 ± 0.66 a	10.10 ± 0.96	10.30 ± 0.84 b	10.10 ± 0.76 b	9.97 ± 0.33	10.50 ± 0.30 b	10.30 ± 0.59 b

Tabelle 6: Mediane und MAD des Hämoglobingehaltes, des Hämatokrits und der Erythrozytenzahl der sieben Pferde in Ruhe und nach Belastungsende (5-Minuten-Werte); unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

Belastungstests unterscheiden sich jedoch nicht signifikant voneinander. Auffällig ist bei allen drei Parametern, daß Pf.5 nach den drei Schrittversuchen jeweils deutlich

höhere Hb-Werte zeigt als nach den drei Trabversuchen, und daß Pf.6 in Ruhe höhere Werte aufweist als nach ST.

4.1.4. Gesamteiweiß

Zwischen den in Tabelle 7 aufgelisteten Medianen und MAD des Gesamteiweisses (GE) besteht kein signifikanter Unterschied. Die Einzelwerte der Pferde liegen in Ruhe zwischen 60.5 g/l (Pf.1) und 67.8 g/l (Pf.3) und bei den Belastungstests zwischen 61.0 g/l (Pf.1 nach ST und TE) und 74.0 g/l (Pf.3 nach TK).

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
GE	63.5	66.0	65.0	68.0	66.0	68.0	67.0
[g/l]	± 2.5	± 3.0	± 3.0	± 4.0	± 3.0	± 2.0	± 3.0

Tabelle 7: Mediane und MAD des Gesamteiweisses in Ruhe und nach den sechs Belastungen.

4.1.5. Serumenzyme

Ein Vergleich der Ruhe- und der Belastungswerte (Median ± MAD) der Creatin-Kinase (CK), Aspartat-Amino-Transferase (AST), Laktat-Dehydrogenase (LDH) und Alanin-Amino-Transferase (ALT) ergibt, daß bei keinem dieser vier Serumenzyme signifikante Unterschiede zwischen den sieben Testbedingungen bestehen (Tab. 8).

Ergebnisse

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
CK	64	72	67	69	79	75	75
[U/l]	± 7	± 11	± 21	± 12	± 11	± 7	± 7
AST	131	133	137	134	137	133	137
[U/l]	± 9	± 20	± 15	± 9	± 8	± 9	± 11
LDH	253	271	287	285	274	279	289
[U/l]	± 23	± 17	± 12	± 26	± 11	± 21	± 29
ALT	5	6	6	5	6	6	5
[U/l]	± 1	± 1	± 2	± 1	± 0	± 1	± 1

Tabelle 8: Mediane und MAD der vier Serumenzyme CK, AST, LDH und ALT in Ruhe und nach den sechs Belastungstests.

Für die Ergebnisse des Abklingverhaltens der jeweiligen Blutparameter siehe Abschnitt 4.5. Seite 64 - 70.

4.2. Zeitbereichsparameter der HRV

4.2.1. Herzfrequenz

Die Ergebnisse der Herzfrequenzmessung in Ruhe und während der sechs Belastungstests für die einzelnen Pferde und die daraus berechneten Mediane und MAD sind in Abbildung 3 und Tabelle 9 dargestellt.

Die Herzfrequenz steigt von 32 ± 1.6 bpm in Ruhe auf signifikant höhere Werte (zwischen 69 ± 15.4 (ST) und 96 ± 11.8 (TE)) während aller Belastungstests. Ein Vergleich der sechs Belastungstests ergibt, daß die unterschiedliche Wasserhöhe innerhalb einer Gangart keine signifikanten Unterschiede zur Folge hat. Zwischen den beiden Gangarten (Mittelwert der drei Schrittmediane verglichen mit dem der drei Trabmediane) besteht jedoch ein Unterschied von 18 bpm.

Zusätzlich zeigt sich ein tendenzieller Anstieg der HR im Verlauf von den leichteren Belastungen (ST) zu den anstrengenderen (TK und TE).

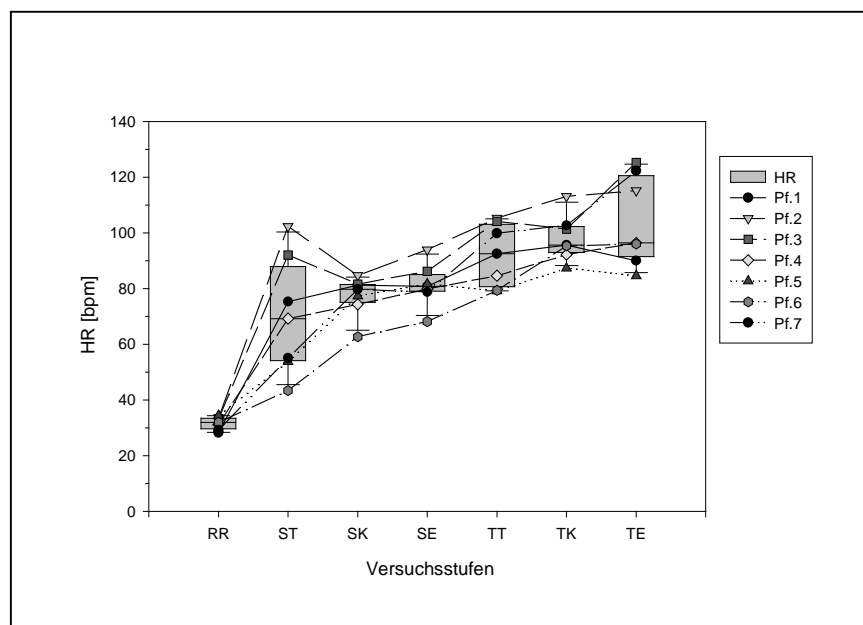


Abbildung 3: Individuelle Herzfrequenz der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
Herz- frequenz [bpm]	32 ± 1.6 *	69 ± 15.4	80 ± 2.4	81 ± 2.0	93 ± 11.7	96 ± 5.7	96 ± 11.8

Tabelle 9: Median und MAD der Herzfrequenz der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen.

4.2.2. Inter-beat-Intervall (IBI)

Wie Abbildung 4 und Tabelle 10 zeigen, haben alle gewählten Belastungen eine signifikante Verkürzung der Intervallängen zwischen den Herzaktionen im Vergleich zur Ruhe zur Folge. Zwischen den Belastungen sind wie bei der HR keine signifikanten Unterschiede festzustellen. Begründet durch das gegensätzliche Verhalten zwischen HR und IBIs ist hier die Tendenz der Werte von den leichteren zu den schwereren Stufen fallend.

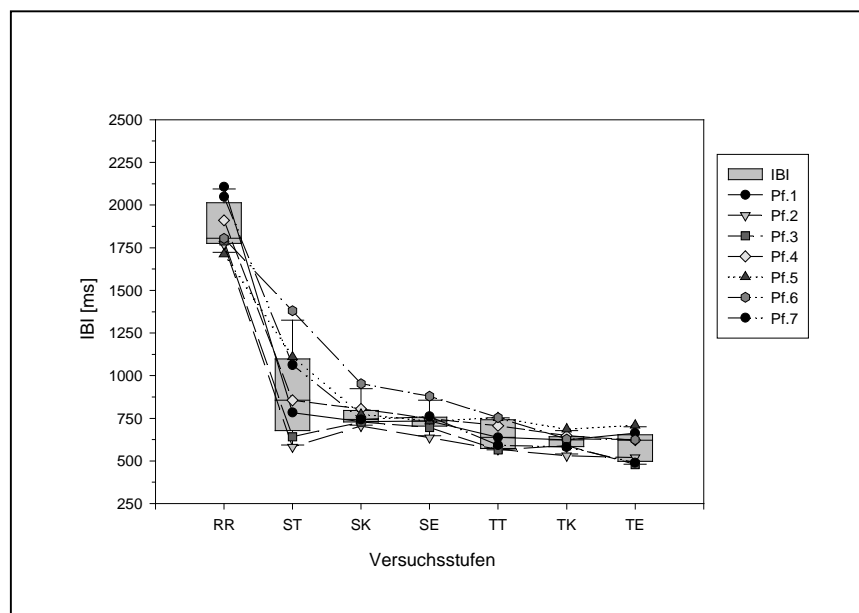


Abbildung 4: Individuelle IBI-Werte der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
IBI	1805	855	743	735	638	623	621
[ms]	± 93 *	± 213	± 30	± 25	± 70	± 33	± 88

Tabelle 10: Median und MAD der IBIs der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen.

4.2.3. SDNN

Bei der Analyse der Standardabweichung der NN-Intervalle (SDNN) zeigen sich, wie bei der HR und den IBIs, signifikante Unterschiede zwischen dem Ruhewert (341.37 ± 84.01 ms) und den sechs Belastungswerten (Abb.5 und Tab.11). Auffällig ist hier die breite Streuung der SDNN-Werte in Ruhe.

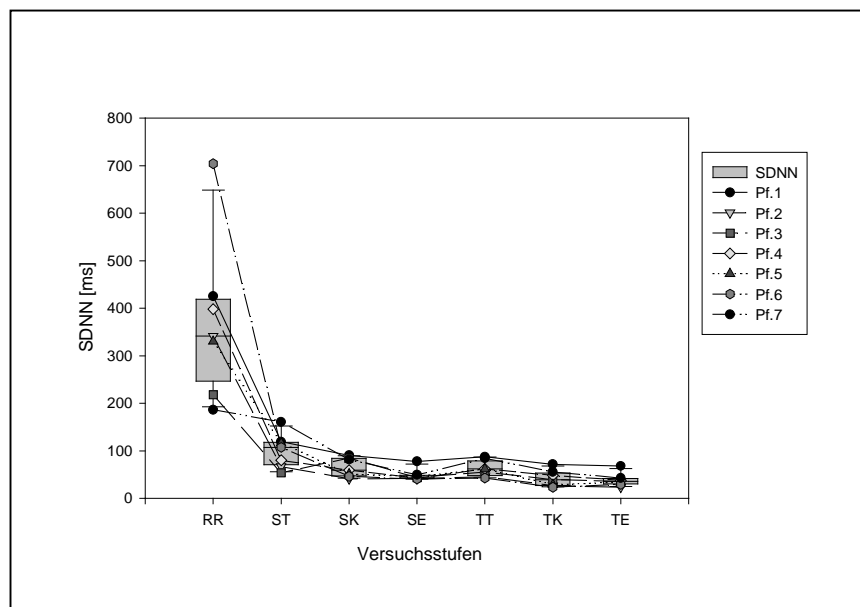


Abbildung 5: Individuelle SDNN der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
SDNN	341.37	107.22	59.27	43.46	61.85	39.30	35.86
[ms]	± 84.01	± 26.99	± 17.91	± 2.55	± 16.37	± 12.75	± 6.47
	*	a		b		b	b

Tabelle 11: Median und MAD der SDNN der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

Im Gegensatz zum ansteigenden Trend der Herzfrequenz im Verlauf von den leichteren (ST) zu den anstrengenderen (TK und TE) Leistungstests zeigt die SDNN einen deutlichen Abfall. Während zwischen Schritt auf trockenem Laufband (ST) und SE, TK sowie TE sogar signifikante Unterschiede bestehen, ist insgesamt ein tendenzielles Absinken der SDNN mit zunehmender Belastung zu verzeichnen. Traben in ellenbogen hohem Wasser (TE) führt hierbei zum kleinsten SDNN-Wert. Etwas gesondert sind die Ergebnisse während des Trab-Trocken-Versuches (TT), da hierbei zwar eine geringere SDNN als bei ST, aber eine tendenziell (keine signifikanten Unterschiede) höhere als während SK und SE zu verzeichnen ist.

4.2.4. SDANN

Die Veränderungen der Standardabweichung der Mittelwerte aller NN-Intervalle für jeweils 5minütige Abschnitte (SDANN) sind in Abbildung 6 und Tabelle 12 dargestellt. Die Berechnung der Mediane und der MAD der SDANN zeigt, daß alle sechs gewählten Belastungen eine signifikant niedrigere SDANN zur Folge haben als die Ruhebedingungen. Beim Vergleich der verschiedenen Belastungsstufen miteinander fällt der tendenziell höhere SDANN-Wert während des TT-Versuches im Vergleich zu den Schrittversuchen auf (kein signifikanter Unterschied).

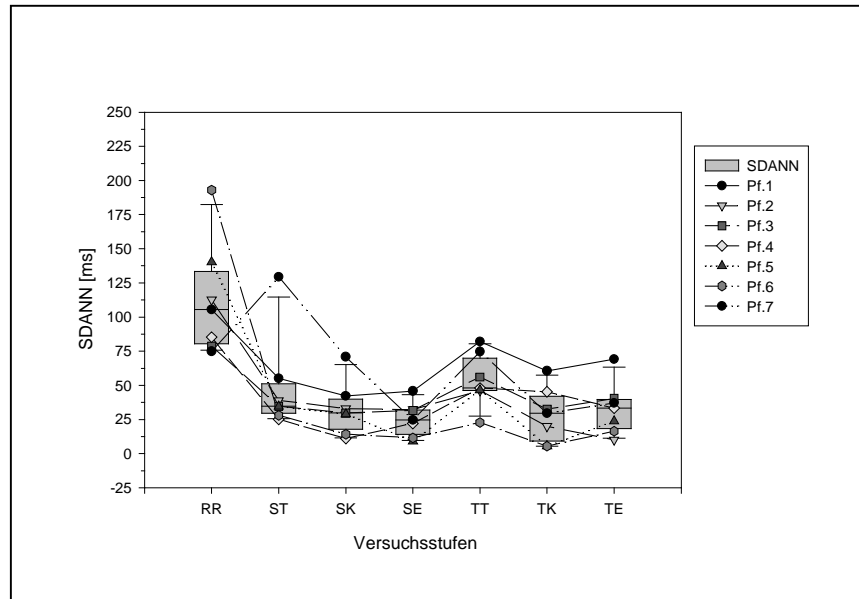


Abbildung 6: Individuelle SDANN der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
SDANN	105.48	34.73	29.78	24.73	48.05	29.54	33.35
[ms]	± 26.69	± 6.64	± 12.55	± 7.51	± 8.09	± 15.72	± 9.42
	*						

Tabelle 12: Median und MAD der SDANN der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen.

4.2.5. RMSSD

Ein Vergleich der Standardabweichung der Differenzen aufeinanderfolgender NN-Intervalle (RMSSD) ergibt einen zu den Belastungen signifikant höheren Ruhewert (Abb. 7 und Tab. 13). Auch hier sinkt also die HRV infolge der Belastungen. Der Ruhewert ist besonders durch eine breite Streuung der Werte gekennzeichnet. Auffällig ist zudem, daß die Trabwerte der RMSSD tendenziell

niedriger liegen als die Schrittwerte und die Streubreiten der Werte in der schnelleren Gangart geringer sind.

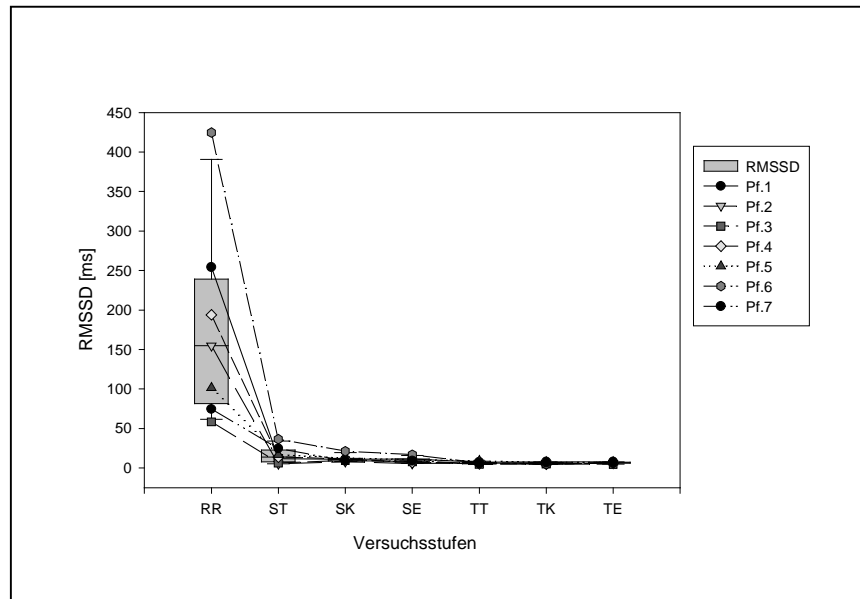


Abbildung 7: Individuelle RMSSD der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
RMSSD	154.70	13.86	10.96	9.01	6.41	6.16	6.41
[ms]	± 80.11	± 7.38	± 1.58	± 2.12	± 0.93	± 1.13	± 0.44
	*						

Tabelle 13: Median und MAD der RMSSD der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen.

4.2.6. HRV tr Index

Bei der Analyse des HRV tr Index ist wie bei der SDNN ein signifikanter Abfall der Werte infolge der Belastungen festzustellen (Abb. 8 und Tab. 14). Zusätzlich sind die Belastungswerte zueinander signifikant unterschiedlich. Der ST-Versuch zeigt im Unterschied zu allen anderen Belastungsstufen signifikant höhere Werte. Während

der beiden Trabversuche im Wasser (TK und TE) sinken die Werte noch weiter signifikant im Vergleich zu SK, SE und TT ab. Im Vergleich zur SDNN zeigen sich hier also nicht nur tendenzielle, sondern sogar signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Belastungen. Für Pf.7 fällt der während des TT-Versuches relativ hohe HRV tr Index auf.

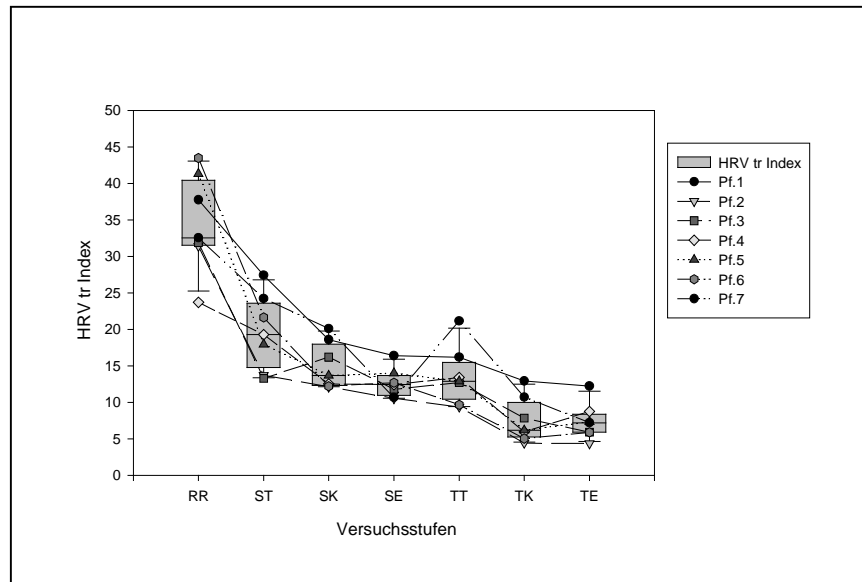


Abbildung 8: Individueller HRV tr Index der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
HRV tr Index	32.55	19.26	13.67	12.43	12.89	6.18	7.19
	± 5.19	± 4.95	± 1.56	± 1.57	± 3.23	± 1.65	± 1.31
	*	a	b,c	b,e	b,g	b,d,f,h	b,d,f,h

Tabelle 14: Median und MAD des HRV tr Index der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b, c verglichen mit d, e verglichen mit f und g verglichen mit h) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.3. Frequenzbereichsparameter

4.3.1. Total Power

Bei den Ergebnissen der TP in Abbildung 9 und Tabelle 15 zeigen sich zwar einige signifikante Unterschiede zwischen den sieben verschiedenen Testbedingungen, insgesamt kann man aber sagen, daß die TP während der sieben Versuchsbedingungen (RR bis TE) auf annähernd gleichem Niveau liegt. Auffällig ist die relativ breite Streuung der TP-Werte während des Schritt-Trocken-Versuches.

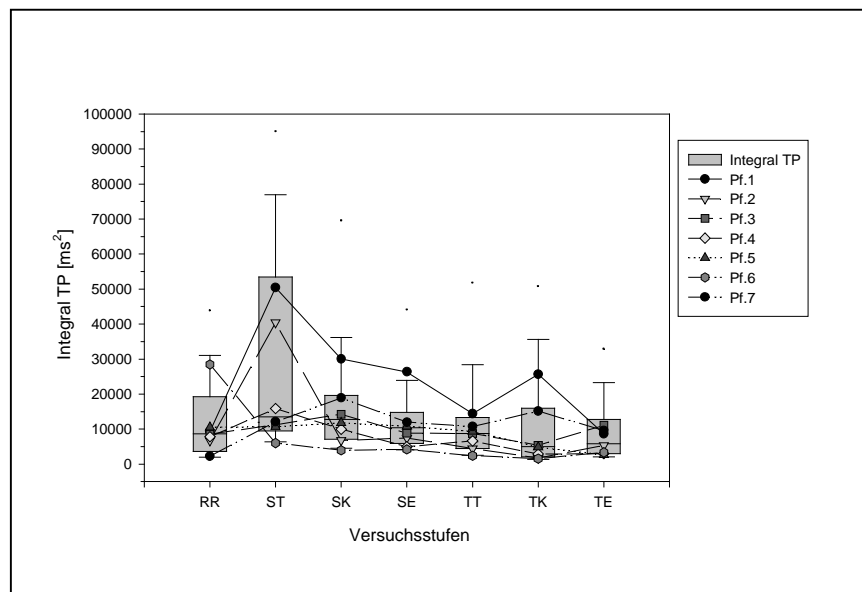


Abbildung 9: Individuelle TP der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
TP [ms ²]	8680	13480	12780	10410	8720	5020	5790
	± 5830	± 7860	± 5970	± 4500	± 4500	± 3640	± 3380
	a	b,c	b,e	d,g	d,f,h	b,d,f,h	b,d,f,h

Tabelle 15: Median und MAD der TP der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b, c verglichen mit d, e verglichen mit f und g verglichen mit h) bedeuten signifikante Unterschiede mit P<0.01.

4.3.2. LF_{NORM} und HF_{NORM}

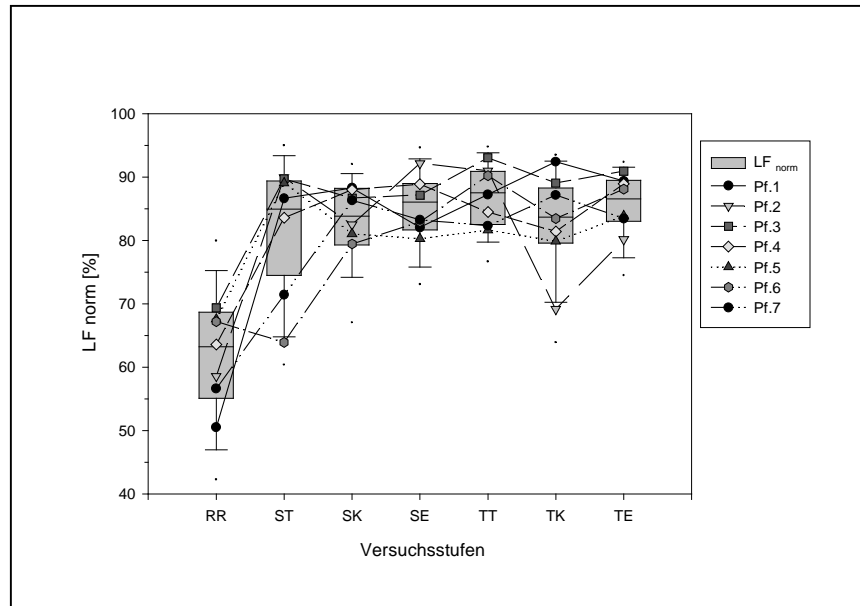


Abbildung 10: Individuelle LF_{NORM} der Versuchstiere in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

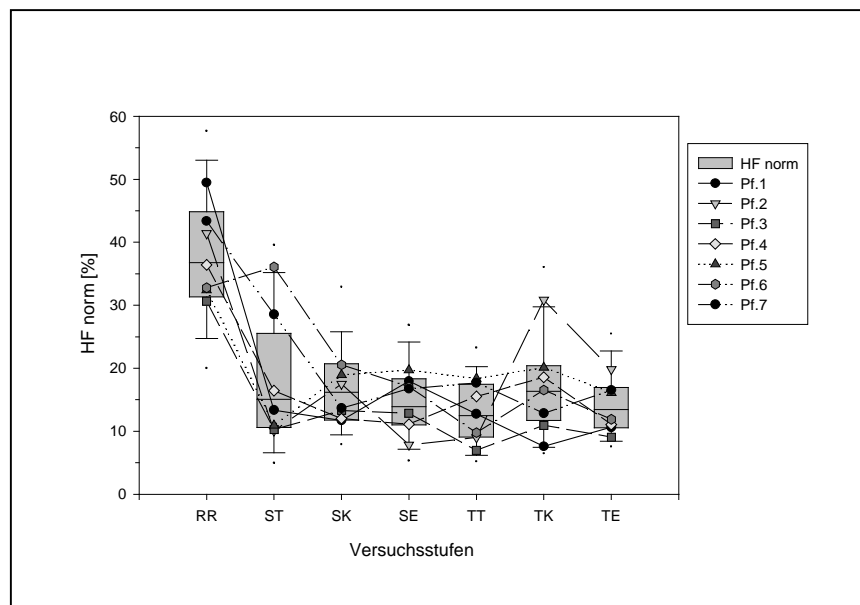


Abbildung 11: Individuelle HF_{NORM} der Versuchstiere in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

Sowohl die Abbildungen 10 und 11 als auch die Tabelle 16 zeigen deutlich das gegensätzliche Verhalten der beiden HRV-Parameter LF_{NORM} und HF_{NORM} . Während die LF_{NORM} bei Belastung signifikant zunimmt, sinkt die HF_{NORM} im gleichen Maße ab. Bei beiden Parametern sind alle Belastungswerte signifikant unterschiedlich zum Ruhewert. Zudem unterscheiden sich die Ergebnisse beim Traben auf trockenem Laufband (TT) auch noch signifikant vom Schritt (ST). Auffällig ist auch der während des TT-Versuches besonders niedrige Wert der LF_{NORM} bzw. der hohe Wert der HF_{NORM} von Pf.2.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
LF_{NORM} [%]	63.26 ± 6.48 *	84.94 ± 5.43 a	83.82 ± 4.46	86.09 ± 3.89	87.52 ± 3.99 b	83.68 ± 4.42	86.59 ± 3.13
HF_{NORM} [%]	36.74 ± 6.48 *	15.07 ± 5.43 a	16.18 ± 4.46	13.91 ± 3.89	12.48 ± 3.99 b	16.32 ± 4.42	13.41 ± 3.13

Tabelle 16: Mediane und MAD der LF_{NORM} und HF_{NORM} der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.3.3. LF/HF ratio

Tabelle 17 zeigt die aus dem Verhältnis LF_{NORM} zu HF_{NORM} berechneten Ergebnisse der LF/HF ratio. Sie verdeutlichen noch einmal die Verschiebung des Verhältnisses zwischen LF_{NORM} und HF_{NORM} infolge der von den Pferden verlangten Arbeit. Alle sechs gewählten Belastungsstufen führen zu einer signifikant höheren LF/HF ratio im Vergleich zum Ruhewert. Zudem zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen dem Trab-Trocken-Versuch (TT) und ST, SK und TK.

Ergebnisse

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
LF/HF- ratio	1.72	5.64	5.18	6.19	7.31	5.13	6.46
	± 0.48	± 2.80	± 1.62	± 1.85	± 2.43	± 1.80	± 1.90
	*	a	a		b	a	

Tabelle 17: Mediane und MAD der LF/HF ratio der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.4. Recurrence plot Parameter der HRV

4.4.1. %recurrence

Die Ergebnisse für die %recurrence sind in Abbildung 12 und Tabelle 18 dargestellt. Hier zeigen sich signifikante Unterschiede zwischen dem Ruhewert und Schritt auf trockenem Laufband (ST) sowie Trab in ellenbogen hohem Wasser (TE). ST ist zudem auch von allen anderen Teststufen und TE von SK und TT signifikant unterschiedlich.

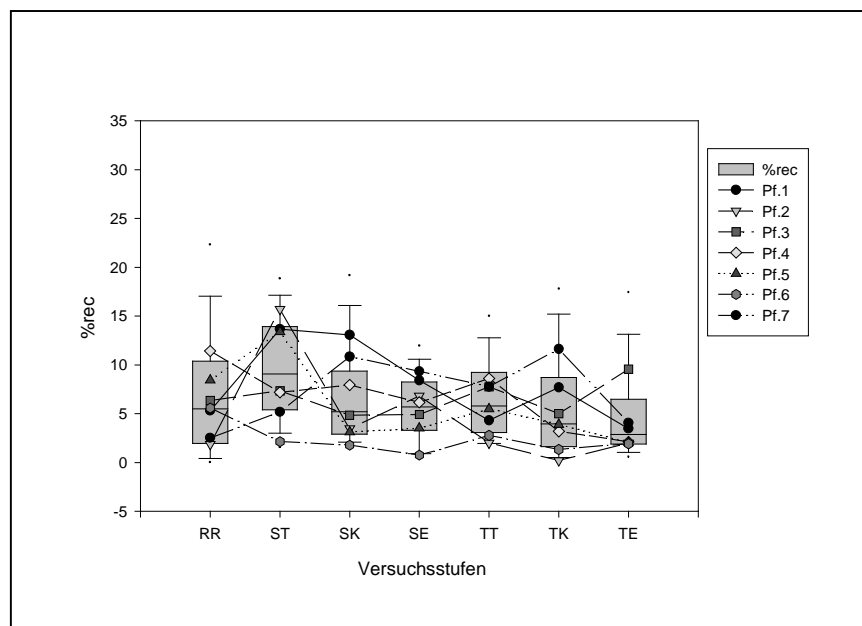


Abbildung 12: Individuelle %rec der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
%rec	5.50	9.09	5.20	5.71	5.79	3.95	2.88
[%]	± 4.00	± 4.13	± 2.67	± 2.42	± 2.92	± 2.78	± 1.39
	a	b,c	d,f	d	d,f	d	b,d,e

Tabelle 18: Median und MAD der %rec der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b, c verglichen mit d, e verglichen mit f) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.4.2. %determinism

Im Gegensatz zur %rec sind bei der %det (Abb. 13 und Tab. 19) alle Belastungstests signifikant unterschiedlich zum Ruhewert. Außerdem unterscheidet sich TK signifikant von ST, SE und TT.

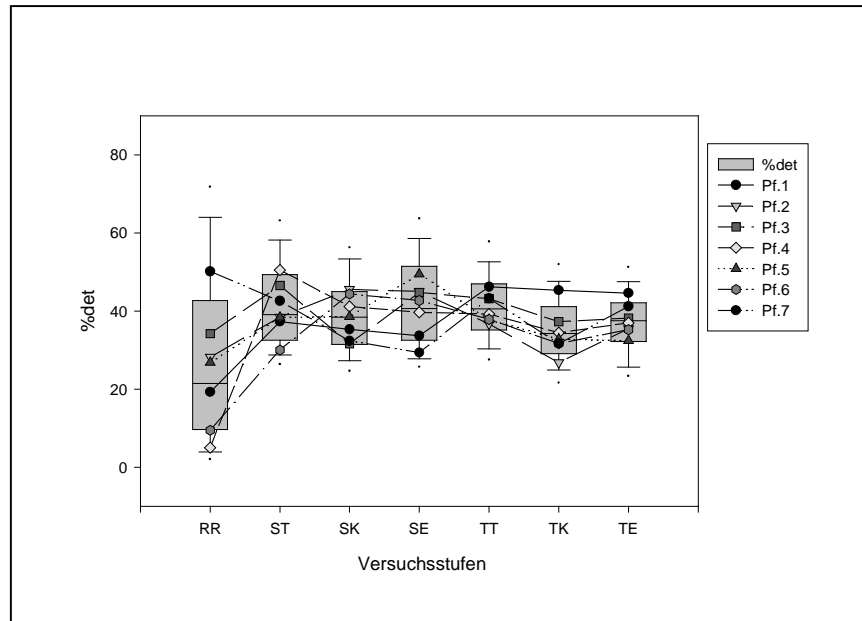


Abbildung 13: Individuelle %det der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
%det	21.47	39.14	38.45	40.69	40.54	34.25	37.58
[%]	± 14.26	± 7.79	± 6.78	± 8.86	± 6.00	± 5.85	± 4.93
	*	a		a	a	b	

Tabelle 19: Median und MAD der %det der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen; * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.4.3. ratio_{KORR}

Für die ratio_{KORR} (Tab. 20), berechnet aus dem Verhältnis %det zur %rec, ist ein signifikanter Anstieg der Mediane infolge der SK-, SE-, TT-, TK- und TE-Belastung verglichen mit dem Ruhewert zu verzeichnen. Der Schritt-Trocken-Versuch (ST) weist signifikant niedrigere Werte auf als TT, TK und TE. Der Trab-Ellenbogen-Versuch (TE) führt neben den schon erwähnten Unterschieden zu RR und ST auch noch zu signifikant höheren Werten als SK und SE.

Infolge der Belastungen kommt es also, mit Ausnahme bei ST (hier nur tendenziell), bedingt durch den signifikanten Anstieg der %det, und bei den beiden Trab-Versuchen im Wasser (TE, tendenziell aber auch TK) zusätzlich durch die geringer werdende %rec, zu einem signifikanten Anstieg der ratio_{KORR} im Vergleich zum Ruhewert. Zudem zeichnet sich auch bei der ratio_{KORR} ein Trend beim Vergleich der Belastungsstufen ab. Die Werte steigen tendenziell und teilweise sogar signifikant im Verlauf von den leichteren (ST) zu den anstrengenderen Versuchen (TE) an.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
ratio _{KORR}	3.02	4.56	6.95	7.01	7.01	8.23	12.97
	± 2.49	± 2.54	± 4.34	± 3.63	± 2.80	± 4.38	± 6.70
	a	c	b,e	b,e	b,d	b,d	b,d,f

Tabelle 20: Median und MAD der ratio_{KORR} der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen.

4.4.4. entropy_{KORR}

Bei der entropy_{KORR} (Abb. 14 und Tab. 21) sind Anstiege des Ruhewertes auf signifikant höhere Werte während aller sechs Belastungstests zu finden. Zusätzlich ergeben sich signifikante Unterschiede zwischen ST und SK, SE, TK und TE, zwischen SE und TK, sowie zwischen TT und TK und TE.

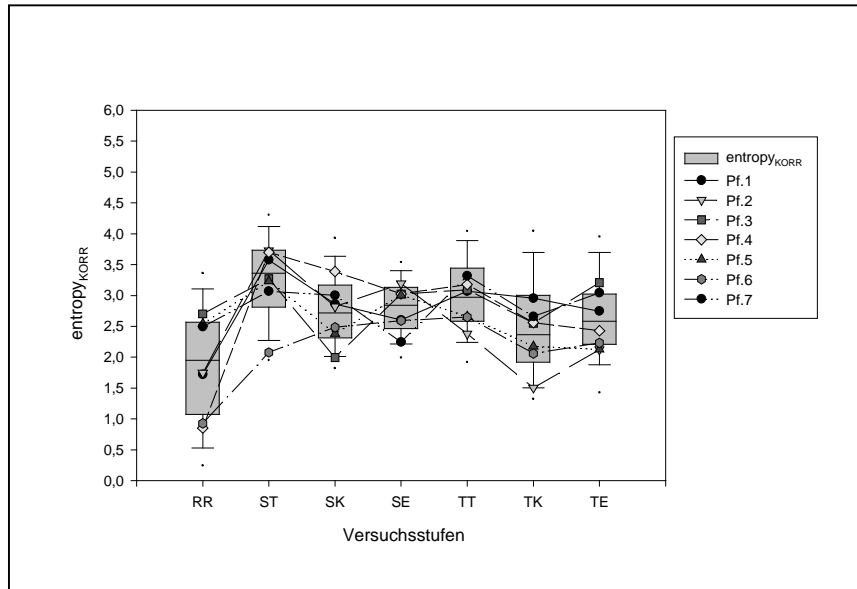


Abbildung 14: Individuelle $entropy_{KORR}$ der Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen und die daraus berechneten Mediane und MAD für die sieben verschiedenen Testbedingungen.

	RR	ST	SK	SE	TT	TK	TE
$entropy_{KORR}$	1.95	3.36	2.72	2.84	2.97	2.37	2.58
[bits]	± 0.72	± 0.45	± 0.42	± 0.32	± 0.41	± 0.50	± 0.42
	*	a	b	b,c	e	b,d,f	b,f

Tabelle 21: Median und MAD der $entropy_{KORR}$ der sieben Pferde in Ruhe und während der 20minütigen Belastungsphasen. * = signifikanter Unterschied mit $P < 0.01$ zu allen Belastungsstufen; unterschiedliche Buchstaben (a verglichen mit b, c verglichen mit d, e verglichen mit f) bedeuten signifikante Unterschiede mit $P < 0.01$.

4.5. Abklingverhalten der Blutparameter

4.5.1. Laktat

Tabelle 22 gibt die für die verschiedenen Belastungstests gemessenen Laktatwerte unter Ruhebedingungen sowie 5 Minuten und 30 Minuten nach Belastungsende wieder. Ein Vergleich zeigt, daß keine der Belastungen zu einer signifikanten Zunahme der Laktatkonzentrationen zum Zeitpunkt der ersten Blutprobe nach Belastungsende (5-Minuten-Wert) führt, und daß auch 25 Minuten später (30-Minuten-Wert) keine erhöhten Laktatgehalte im Blut meßbar sind.

Laktat [mmol/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	0.81 ± 0.09	0.83 ± 0.13	0.89 ± 0.08	0.75 ± 0.16	0.79 ± 0.19	0.79 ± 0.17
5 min	0.96 ± 0.14	0.93 ± 0.18	0.90 ± 0.17	0.89 ± 0.21	0.99 ± 0.19	0.87 ± 0.12
30 min	0.97 ± 0.18	0.98 ± 0.11	0.94 ± 0.15	0.97 ± 0.13	0.88 ± 0.13	0.91 ± 0.20

Tabelle 22: Ruhe-, 5-Minuten- und 30-Minutenwerte ($\bar{x} \pm SD$) des Laktatgehaltes für die sechs verschiedenen Belastungstests.

4.5.2. pH-Wert

pH	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	7.43 ± 0.02 *	7.44 ± 0.02 *	7.43 ± 0.02 *	7.43 ± 0.02 *	7.43 ± 0.02 *	7.43 ± 0.01 *
5 min	7.50 ± 0.03	7.50 ± 0.03	7.48 ± 0.02	7.49 ± 0.03	7.49 ± 0.02	7.47 ± 0.03
30 min	7.48 ± 0.02	7.48 ± 0.02	7.48 ± 0.02	7.48 ± 0.02	7.47 ± 0.02	7.46 ± 0.01

Tabelle 23: Ruhe-, 5-Minuten- und 30-Minutenwerte ($\bar{x} \pm SD$) des pH-Wertes für die sechs verschiedenen Belastungstests; * = signifikanter Unterschied des Ruhewertes zum 5-Minuten-Wert und 30-Minuten-Wert.

Beim pH-Wert (Tab. 23) führen alle sechs Belastungen zu einer signifikanten Erhöhung des pH-Wertes 5 Minuten nach Belastungsende (5-Minuten-Wert). Auch nach 25 weiteren Minuten (30-Minuten-Wert) sind im Vergleich zum Ruhewert noch signifikant erhöhte Werte nachweisbar.

4.5.3. Hämoglobin, Hämatokrit und Erythrozythenzahl

Hb [g/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	140.6 ± 11.3	139.0 ± 11.0	136.3 ± 14.9	146.9 ± 15.4	133.3 ± 17.2	132.0 ± 13.9
5 min	163.3 ± 14.8	164.7 ± 9.2 *	169.0 ± 10.3 *	162.3 ± 11.6 *	169.4 ± 13.5 *	172.3 ± 12.9 *
30 min	149.3 ± 10.1	146.0 ± 13.7	146.9 ± 15.4	144.1 ± 11.7	142.6 ± 13.2	142.9 ± 12.3

Hkt	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	0.42 ± 0.03	0.44 ± 0.05	0.41 ± 0.05	0.40 ± 0.04	0.40 ± 0.05	0.39 ± 0.04
5 min	0.49 ± 0.05	0.52 ± 0.07 *	0.50 ± 0.03 *	0.48 ± 0.03 *	0.51 ± 0.04 *	0.51 ± 0.04 *
30 min	0.45 ± 0.03	0.46 ± 0.07	0.44 ± 0.05	0.42 ± 0.03	0.43 ± 0.04	0.43 ± 0.04

RBC [T/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	8.61 ± 0.70	8.79 ± 0.93	8.36 ± 0.92	8.18 ± 0.68	8.18 ± 0.95	8.08 ± 0.86
5 min	10.06 ± 1.21	10.49 ± 1.39 *	10.37 ± 0.79 *	9.93 ± 0.65 *	10.36 ± 0.71 *	10.60 ± 0.79 *
30 min	9.21 ± 0.96	9.20 ± 1.34	9.07 ± 1.22	8.77 ± 0.58	8.74 ± 0.82	8.78 ± 0.81

Tabelle 24: Ruhe-, 5-Minuten- und 30-Minutenwerte ($\bar{x} \pm SD$) des Hb-Gehaltes, des Hkt und der Erythrozytenzahl für die sechs verschiedenen Belastungstests; * = signifikanter Unterschied des 5-Minuten-Wertes zum Ruhewert und 30-Minuten-Wert.

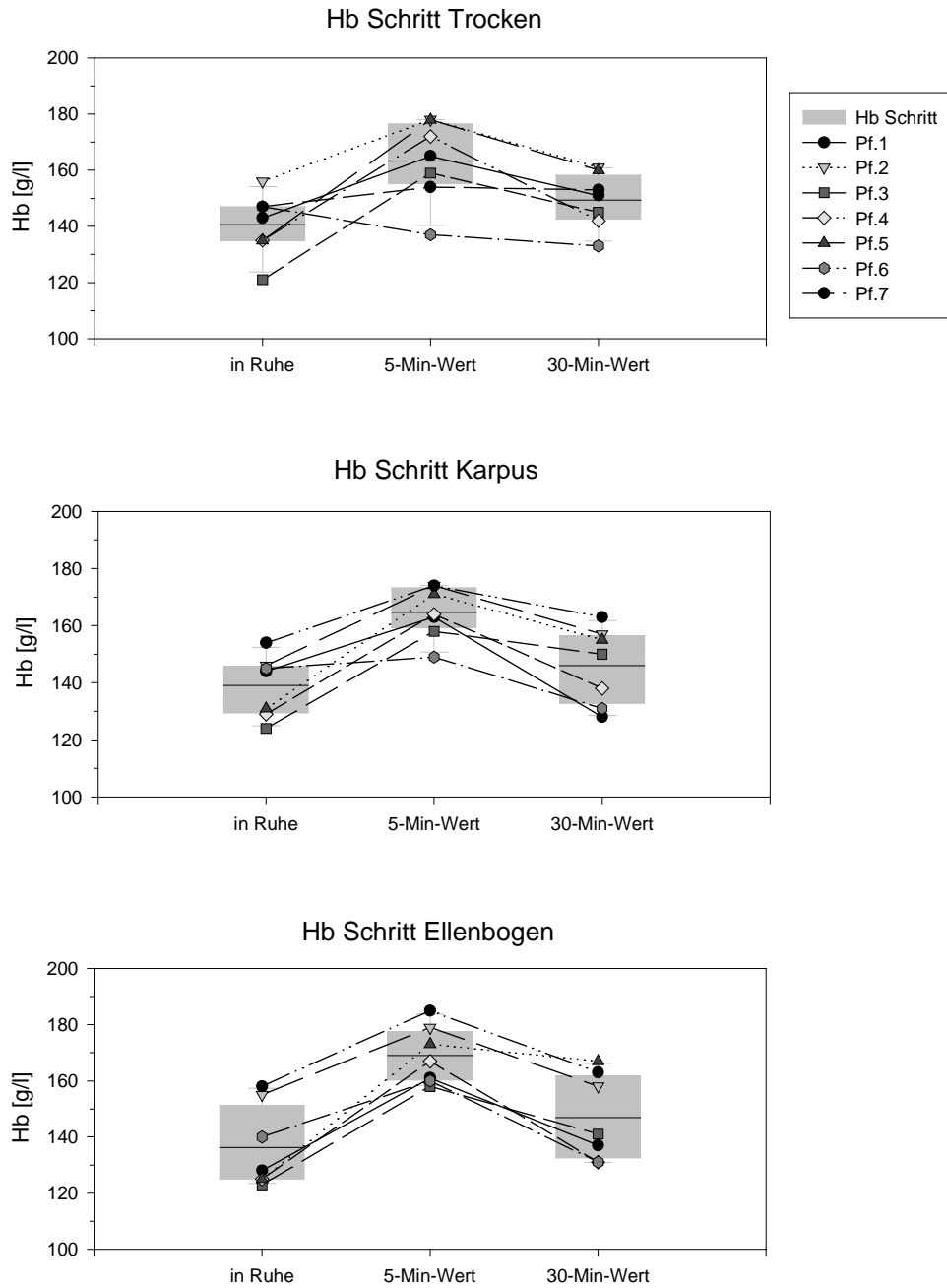


Abbildung 15: Hämoglobingehalte in Ruhe sowie 5 Minuten und 30 Minuten nach Belastungsende der Schritt-Trocken-, Schritt-Karpus- und Schritt-Ellenbogen-Versuche (ST, SK und SE).

Ergebnisse

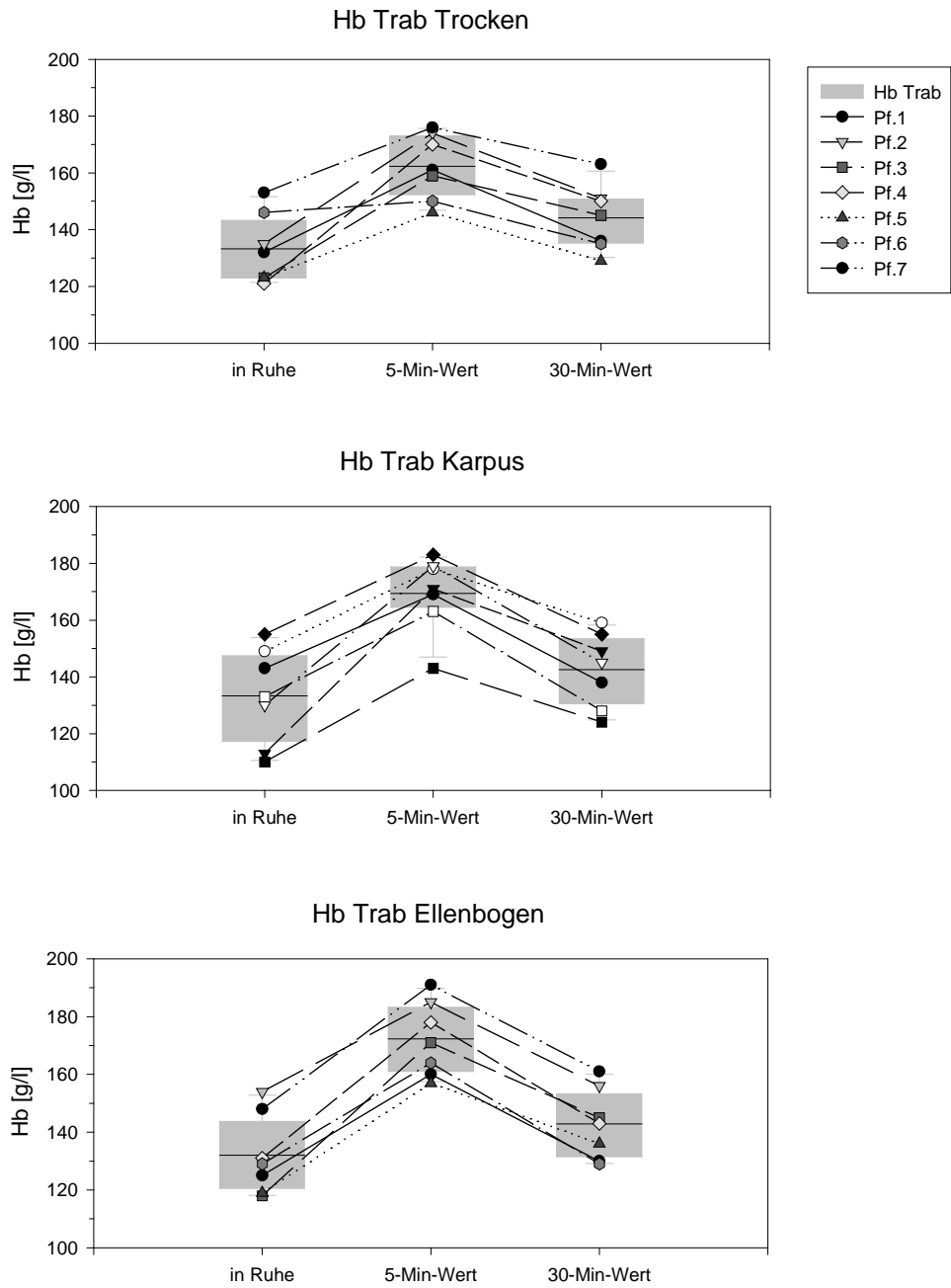


Abbildung 16: Hämoglobingehalte in Ruhe sowie 5 Minuten und 30 Minuten nach Belastungsende der Trab-Trocken-, Trab-Karpus- und Trab-Ellenbogen-Versuche (TT, TK und TE).

Die Ergebnisse ($\bar{x} \pm SD$) des Hb-Gehaltes, des Hämatokrits und der Erythrozytenzahl in Ruhe sowie 5 Minuten und 30 Minuten nach Belastungsende für die sechs Belastungstests sind in Tabelle 24 aufgelistet. Exemplarisch für diese drei Parameter wird das Abklingverhalten des Hämoglobins für die sechs verschiedenen Versuchsbedingungen graphisch in Abbildung 15 und 16 dargestellt.

Da es beim Vergleich der jeweils drei zur Bestimmung des Abklingverhaltens genommenen Blutproben (Ruhewert, 5-Minuten-Wert, 30-Minuten-Wert) möglich war, die einzelnen Tageswerte in Beziehung zueinander zusetzen, ergeben sich für einige zuvor nur tendenzielle Anstiege jetzt auch signifikante Unterschiede. So zeigt sich hier, daß nicht nur die 5-Minuten-Werte von SK, SE, TK und TE, sondern auch der von TT signifikant unterschiedlich zum Ruhewert ist. Diese fünf 5-Minuten-Werte sind zusätzlich auch signifikant unterschiedlich zu ihrem jeweiligen 30-Minuten-Wert. Keine signifikanten Unterschiede bestehen hingegen zwischen den Ruhewerten und den jeweiligen 30-Minuten-Werten. Die Meßwerte nach dem Schritt-Trocken-Versuch zeigen, wenn auch nur tendenziell, das gleiche Abklingverhalten.

4.5.4. Gesamteiweiß

Tabelle 25 zeigt die gemessenen GE-Konzentrationen in Ruhe sowie 5 Minuten und 30 Minuten nach Belastungsende für die Belastungsstufen ST bis TE.

Es bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ruhe-, den 5-Minuten- und den 30-Minuten-Werten des jeweiligen Belastungstestes. Keine der gewählten Belastungen führte also zu einer deutlichen Erhöhung des Gesamteiweißgehaltes im Blut.

GE [g/dl]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	6.37 ± 0.28	6.37 ± 0.33	6.36 ± 0.30	6.44 ± 0.34	6.36 ± 0.24	6.39 ± 0.31
5 min	6.60 ± 0.36	6.54 ± 0.32	6.69 ± 0.41	6.69 ± 0.34	6.81 ± 0.34	6.71 ± 0.44
30 min	6.37 ± 0.26	6.44 ± 0.42	6.47 ± 0.44	6.59 ± 0.43	6.59 ± 0.33	6.53 ± 0.39

Tabelle 25: Ruhe-, 5-Minuten- und 30-Minuten-Werte ($\bar{x} \pm SD$) des Gesamteiweiß für die sechs verschiedenen Belastungstests.

4.5.5. Serumenzyme

Tabelle 26 gibt die für die verschiedenen Belastungstests gemessenen Aktivitäten der CK, der AST, der LDH und der ALT unter Ruhebedingungen sowie 5 Minuten, 30 Minuten und 24h nach Belastungsende wieder. Auch hier bestehen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Ruhe- und den Belastungswerten. Sowohl 5 Minuten, 30 Minuten als auch 24h nach Belastungsende treten bei keinem der vier Enzyme deutlich erhöhte Enzymaktivitäten im Blut im Vergleich zu den Ruhewerten auf.

CK [U/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	78 ± 30	73 ± 18	70 ± 16	67 ± 15	68 ± 15	66 ± 16
5 min	74 ± 18	76 ± 21	75 ± 18	82 ± 24	79 ± 19	79 ± 17
30 min	74 ± 18	75 ± 18	76 ± 23	73 ± 18	76 ± 21	70 ± 16
24h	74 ± 18	71 ± 14	74 ± 16	75 ± 18	67 ± 15	66 ± 14

AST [U/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	141 ± 27	142 ± 26	138 ± 22	136 ± 23	135 ± 18	134 ± 20
5 min	147 ± 29	146 ± 28	147 ± 27	144 ± 23	143 ± 24	144 ± 23
30 min	142 ± 27	144 ± 30	141 ± 28	139 ± 24	139 ± 23	138 ± 22
24h	146 ± 30	141 ± 25	139 ± 24	140 ± 23	137 ± 19	134 ± 21

LDH [U/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	279 ± 46	281 ± 66	275 ± 52	266 ± 56	265 ± 47	275 ± 88
5 min	295 ± 72	289 ± 65	289 ± 58	294 ± 67	290 ± 57	294 ± 64
30 min	286 ± 61	282 ± 67	278 ± 61	280 ± 58	276 ± 58	279 ± 61
24h	298 ± 49	284 ± 48	287 ± 60	279 ± 68	269 ± 45	269 ± 38

Ergebnisse

ALT [U/l]	ST	SK	SE	TT	TK	TE
in Ruhe	5 ± 1	5 ± 2	5 ± 1	4 ± 1	5 ± 1	5 ± 1
5 min	5 ± 1	6 ± 2	5 ± 1	6 ± 1	6 ± 1	5 ± 1
30 min	6 ± 1	6 ± 1	6 ± 1	5 ± 1	5 ± 2	5 ± 1
24h	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1	5 ± 1

Tabelle 26: Ruhe-, 5-Minuten- und 30-Minuten-Werte ($\bar{x} \pm SD$) der CK, der AST, der LDH und der ALT für die sechs verschiedenen Belastungstests.