

Aus dem Institut für Tierzucht Mariensee
Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft

**Vergleich zweier Trainingsmethoden für 6-jährige
Vielseitigkeitspferde unter besonderer Berücksichtigung
von Bergtraining**

INAUGURAL – DISSERTATION
zur Erlangung des Grades eines
DOCTORS DER VETERINÄRMEDIZIN
(Dr. med. vet.)
durch die Tierärztliche Hochschule Hannover

Vorgelegt von
Michael Dahlkamp
aus Lüdinghausen

Hannover 2003

Wissenschaftliche Betreuung: Prof. Dr. Dr.habil. Dr.h.c. F. Ellendorff

1. Gutachter: Prof. Dr. Dr.habil. Dr.h.c. F. Ellendorff
2. Gutachter: Prof. Dr. Breves

Tag der mündlichen Prüfung: 18.11.2003

In Zusammenarbeit mit der Deutschen Reiterlichen Vereinigung (FN)

**Für
Mama
Papa
Tanja
Marc
Andre
und
Gatsby**

Inhaltsverzeichnis

1.	Einleitung	7
2.	Literaturübersicht	9
2.1	Bergtraining unter dem Sattel	9
2.1.1	Vergleich von Training auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband mit verschiedenen Steigungen und Bergtraining unter dem Sattel	11
2.1.2	Spezielle Belastung des Bewegungsapparates durch Bergtraining	13
2.1.2.1	Einfluss der Steigung auf den Beugesehnenapparat	14
2.1.2.2	Einfluss der Steigung auf die Muskelaktivität	15
2.1.3	Einfluss der Körperposition auf die Herzleistung	17
2.2	Stufentests in der equinen Leistungsdiagnostik	17
2.2.1	Stufenbelastungstests	17
2.2.1.1	Laktatleistungskurven	19
2.2.1.2	Interpretation der Laktatleistungskurven	21
2.3	Trainingsmonitoring	23
2.3.1	Durchführbarkeit von Stufenbelastungstests im Training zur Verbesserung des Trainingsmonitorings	27
2.3.2	Ausblick: Verbesserte Kontrolle von Trainingsintensität und –umfang durch den Einsatz von Global Positioning System (GPS)	28
3.	Eigene Untersuchung	30
3.1	Zielsetzung	30
3.2	Material und Methode	31
3.2.1	Tiere	31
3.2.1.1	Herkunft	31
3.2.1.2	Haltung	33
3.2.1.3	Fütterung	33
3.2.1.4	Trainingsplätze und Freilaufmöglichkeiten	33
3.2.2	Versuchsaufbau	35
3.2.3	Versuchsgruppen	37
3.2.4	Trainingsinhalte der Trainingsabschnitte I-III	38
3.2.4.1	Trainingsabschnitt I	39
3.2.4.2	Trainingsabschnitt II	39
3.2.4.3	Trainingsabschnitt III	40
3.2.5	Trainingsdurchführung	41

3.2.6	Dokumentation der Trainingseinheiten.....	41
3.2.7	Das Trainingsprogramm an den Bergtrainingstagen	42
3.2.8	Organisation, Topografie, Durchführung und Dokumentation des Bergtrainings	43
3.2.9	Trainingsüberprüfung / -monitoring	47
3.2.9.1	Stufenbelastungstest auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband ..	47
3.2.9.2	Körpergewicht	49
3.2.9.3	Herzfrequenzmessung	50
3.2.9.4	Laktatproben.....	50
3.2.10	Turnierstart in Warmeloh	54
3.2.10.1	Anforderungen der Geländepferdeprüfung	54
3.2.10.2	Zeitlicher Ablauf und Organisation der Probengewinnung	55
3.2.11	Statistische Auswertung	55
4.	Ergebnisse	57
4.1	Auswertung aller Trainingseinheiten der Berg- und Vergleichsgruppe hinsichtlich Umfang und Intensität	57
4.1.1	Trainingsumfang	57
4.1.2	Herzfrequenzmessungen während der täglichen Arbeit.....	60
4.2	Auswertung der Bergtrainingseinheiten hinsichtlich Umfang und Intensität....	61
4.2.1	Trainingsumfang der Bergtrainingseinheiten.....	61
4.2.2	Herzfrequenzkurven während der Bergtrainingseinheiten	63
4.2.3	Herzfrequenz in Abhängigkeit vom Steigungsabschnitt (TA II und III) ..	63
4.2.4	Auswertung eines wiederholt berittenen Steigungsabschnittes (16 % Steigung, 400 m Länge).....	68
4.2.5	Laktatmessung am Berg	69
4.3	Stufenbelastungstests.....	71
4.3.1	Auswertung der Stufenbelastungstests: Herzfrequenz.....	71
4.3.1.1	Längs- und Quervergleiche der Herzfrequenz.....	72
4.3.2	Auswertung der Stufenbelastungstests: Laktat.....	75
4.3.2.1	Längs- und Quervergleiche der Laktatwerte	77
4.3.3	Auswertung der Stufenbelastungstests anhand von Verschiebungen der Laktatleistungs- und Herzfrequenzkurven und V2, V4, V6	78
4.4	Überprüfung des Leistungsstandes während eines Turnierstarts in einer Geländepferdeprüfung	82

4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse	87
5. Diskussion.....	90
6. Schlussfolgerungen.....	102
7. Zusammenfassung	104
8. Summary.....	106
9. Literaturverzeichnis	108
10. Abkürzungsverzeichnis	119
11. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis.....	120
12. Anhang	126
12.1Anhang Eigene Untersuchung	126
12.1.1 Inhaltlicher Ausbildungsweg der Versuchspferde.....	126
12.1.2 Turnierstarts	126
12.1.3 Trainingsziele	126
12.1.4 Protokolle für das tägliche Training	130
12.1.5 Topografie der Bergtrainingsstrecken.....	133
12.1.6 Körpergewichtsentwicklung der Versuchspferde	137
12.1.7 Umweltbedingungen an den Stufenbelastungstesttagen	137
12.1.8 Warmeloh.....	138
12.1.8.1 Ausschreibung	138
12.1.8.2 Protokoll zur Probenentnahme während der Geländepferdeprüfung	138
12.2Anhang Ergebnisse	139
12.2.1 Herzfrequenz und Laktatmessung einzelner Pferde beim Training in der Ebene und Bergtraining	139
12.2.2 Erholungswerte (Laktat) und Laktatleistungskurven der Stufenbelastungstests	146

1. Einleitung

Training bedeutet im Sprachgebrauch angewandter Trainingswissenschaften ganz allgemein eine „zielgerichtete, systematisch aufgebaute und organisierte Tätigkeit“ zur „Vervollkommnung bzw. Steigerung der körperlichen und motorischen Leistungsfähigkeit.“ (SCHNABEL et al., 1997)

Physiologisch ließe sich Training als die „gezielte Förderung und Entwicklung von Adaptationsmechanismen des Organismus an höhere Belastungen“ definieren. (SCHNABEL et al., 1997)

Die Trainingswissenschaften haben in den vergangenen Jahrzehnten im Bereich des Humansports einen erheblichen Aufschwung erhalten. Auch im Pferdesport war ein deutlicher Entwicklungsschub zu verzeichnen. Er beschränkte sich jedoch im Wesentlichen auf Rennsportarten (Vollblutrennen und Trabrennen).

Andere Pferdesportarten blieben vergleichsweise unterentwickelt. Dort verlässt man sich weitgehend auf Erfahrung und Intuition. Die angewandten Trainingsmethoden haben einerseits zu beachtlichen Erfolgen geführt, andererseits führen die steigenden, maximalen Anforderungen, die an den Athleten Pferd gestellt werden, zu Verschleißerscheinungen. Vor diesem Hintergrund steigt das Interesse an wissenschaftlich untermauerten Trainingsmethoden im Reitsport, die die Leistungsfähigkeit der Pferde über Jahre hinweg erhalten.

Aus ethischer Sicht ist jeder Reiter und Trainer verpflichtet sein Trainingsprogramm tierschonend aufzubauen. Das „konventionelle“ Training eines Vielseitigkeitspferdes sieht im Winter ein reduziertes Konditionstraining vor. Dieser Umstand beruht auf verschiedenen Gegebenheiten, wie Klimaverhältnisse, psychische und physische Regeneration, Ausheilung von aufgetretenen Verletzungen, mangelndem Turnierangebot, mitunter auch Gewohnheit und vielen anderen Gründen. Im Frühjahr folgt dann eine Intensivierung des Trainings und alsbald stehen die ersten Turnierstarts an.

Unterbrechungen, z.B. in Form von Lahmheiten, sind häufig die Folge falscher Einschätzung des Konditionszustandes eines Pferdes durch den verantwortlichen Reiter oder Trainer. Da die meisten Verletzungen im Training, nicht im Wettkampf, auftreten, ist auf einen pferdeschonenden Trainingsaufbau Wert zu legen. Ein möglicher Ansatz ist früh vor der Saison mit dem Konditionsaufbau zu beginnen.

Daher sollte in der vorliegenden Arbeit mit dem Konditionstraining bereits Monate vor dem ersten Start begonnen werden.

In der Vielseitigkeit spielt neben den disziplinspezifischen technischen Anforderungen das Konditionstraining die Hauptrolle in der Gestaltung eines Trainingsplans. Dies kann in der Praxis allerdings schnell zur Überbelastung des gesamten Organismus, insbesondere des Bewegungsapparates, führen.

Schon immer hat man versucht dem Pferd im Training „so viel wie nötig, aber so wenig wie möglich“ abzuverlangen. Dabei wurden verschiedene Wege eingeschlagen. Als Beispiele seien hier Laufbandtraining, Long-Slow-Distance-Training oder „Training am Berg“ aufgeführt.

„Bergtraining“ wird von den Reitern häufig ins Training integriert. Insbesondere dann wenn die örtlichen geografischen Verhältnisse dies zulassen. Zu welchem Zeitpunkt Bergtraining mit in das Training einbezogen wird, wie viel Steigung akzeptabel ist und in welchem Tempo geritten wird, hängt bislang allein von den persönlichen Erfahrungen des Reiters und seiner Umgebung ab und folgt empirischen Grundsätzen. Genaue Untersuchungen über die Auswirkungen und tatsächliche Leistungsvorteile durch Bergtraining sind nicht bekannt. Dies ist ein Grund in der vorliegenden Arbeit Auswirkungen eines Bergtrainings auf die Belastungsfähigkeit und Leistungsentwicklung des Pferdes zu untersuchen.

Herzfrequenz und Laktat sind allgemein akzeptierte Indikatoren zur Beurteilung von Leistungs- und Konditionszustand eines trainierten Pferdes. Sie wurden schon in früheren Studien der eigenen und zahlreicher anderer Arbeitsgruppen angewandt. Auch in der vorliegenden Arbeit sollen diese Parameter in Stufenbelastungstests, im Training und im Wettkampf bei einer definierten Pferdegruppe als Bewertungskriterien herangezogen werden.

Da Bergtraining unter Reitern, speziell unter Vielseitigkeitsreitern, ein bevorzugtes Instrument im Konditionstraining darstellt, werden in dieser Arbeit Möglichkeiten und Grenzen der Nutzung von Bergtrainingseinheiten aufgezeigt.

2. Literaturübersicht

2.1 Bergtraining unter dem Sattel

Bergtraining unter dem Sattel soll zunächst ganz allgemein definiert werden als das **Reiten in einer hügeligen bis bergigen Landschaft mit flachen (<6 % Steigung) bis steilen Steigungsabschnitten zu Trainingszwecken**. Das Tempo kann frei gewählt werden und richtet sich nach den Zielen des Trainings.

Flache Steigungen werden in allen Grundgangarten bewältigt. Je steiler der Bergabschnitt wird, desto geringer wird das zu reitende Tempo. Steigungen >25 % sind wohl nur noch im Schritt, vielleicht im Trab zu absolvieren. Diese Variante wird von vielen Autoren als Klettern beschrieben (KARSTEN, 1980; SPRINGORUM, 1999) und vorwiegend als Krafttraining interpretiert.

KARSTEN (1980) z.B. stellt Klettern im Schritt und Trab als Krafttraining dar. Im Schritt sollte man die Pferde durchs Genick stellen und bei älteren Pferden senkrecht sitzen bleiben, um die Rücken- und Hinterhandmuskulatur vermehrt zu beanspruchen. Für den Trab favorisiert KARSTEN (1980) lange Strecken (4-5 km) auf nicht zu steilem Terrain.

SPRINGORUM (1999) empfiehlt zur Schonung des Bewegungsapparates, alternativ zum Galopptraining, zwischendurch auf Klettern (Schritt) oder Trab im hügeligen Gelände auszuweichen. Wichtig dabei sei, dass Neigung und Länge der Kletterstellen und Hügel so beschaffen sind, dass der Grenzbereich zur aeroben/anaeroben Schwelle (Anm.: Definition durch SPRINGORUM (1999) : ungefähr bei 150 S/min) über den gewünschten Zeitraum auch im Schritt oder Trab erreicht werden kann. Bei SPRINGORUM (1999) ist es folglich offen, ob das Bergtraining als Krafttraining oder Ausdauertraining angesehen wird.

Weiterhin findet Bergtraining bei TODD (1991) Erwähnung im Rahmen des Ausdauertrainings. TODD (1991) beschreibt, dass er grundsätzlich jede Galopptrainingseinheit (2x pro Woche, 3, 5 oder 7 Minuten) bergauf reitet. Eine Steigungsangabe fehlt. Er betont, dass man durch die Steigung ein niedrigeres Grundtempo wählen kann, um den gleichen Trainingseffekt zu erhalten, und dadurch die Pferdebeine schont.

In den Richtlinien für Reiten und Fahren Band 2 (FN, 1997) wird empfohlen, das Leistungskonditionstraining, insbesondere die schnellere Galopparbeit, an einem möglichst langgezogenen, nicht zu steilen Hang durchzuführen. Dabei soll die Hangneigung taktmäßiges Bergaufreiten in allen Gangarten ermöglichen. Weiterhin

wird dort betont, dass eigentliche Kletterstellen für das Leistungskonditionstraining ungeeignet sind.

Im Rahmen der Vorbereitung auf Vielseitigkeiten der mittleren und schweren Klassen empfiehlt DYSON (1994) Klettern bei geringem und höherem Tempo. Detaillierte Angaben über Intensität und Umfang eines Bergtrainings fehlen bei vorgenannten Autoren.

Etwas differenzierter erläutert CLAYTON (1991) die Integration von Bergtrainingseinheiten in verschiedene Phasen des Trainings.

CLAYTON (1991) baut leichte Steigungen in die späte Phase des Long-Slow-Distance Trainings (1h bei 8 km/h, incl. 2-3 min Galopp bei 350-400 m/min) ein. In dieser frühen Phase des Konditionstrainings sieht CLAYTON (1991) den Vorteil der Stärkung des Herz-Kreislaufsystems durch Steigerung der Herzfrequenz bei gleicher Geschwindigkeit ohne die Belastung der Gliedmaßen zu erhöhen. Wird das Training weiter intensiviert, d.h. die Galopphasen werden länger, brauche nicht auf Steigungen verzichtet zu werden (CLAYTON, 1991). Allerdings sollte die Geschwindigkeit nicht allzu sehr erhöht werden. CLAYTON (1991) empfiehlt bei Nutzung einer Herzfrequenzuhr die Herzfrequenz unter 160 S/min zu halten. Einzelne Steigungen mit bis zu 180 S/min könnten eingebaut werden. In den Ruhephasen sollte die Frequenz wieder unter 100 S/min fallen.

Für das Training der Spitzensportler unter den Vielseitigkeitspferden sieht CLAYTON (1991) innerhalb von 2 Wochen 2-3 kurze Trainingseinheiten mit Sprints (600-700 m/min) auf der Flachen oder am Hang mit Herzfrequenzen zwischen 170 und 190 S/min vor. Dabei wird kurzzeitig im anaeroben Bereich galoppiert.

Mit Blick auf die Große Vielseitigkeit und die darin enthaltene Rennbahnphase sollte das Training weiter intensiviert werden. Die Länge der Galoppeinheiten richtet sich nach den Prüfungsanforderungen. Die Herzfrequenz sollte zwischen 190 und 200 S/min liegen (CLAYTON, 1991). Mit zunehmenden Trainingsanforderungen gewinnt das Galoppieren am Hang in diesem Zusammenhang an Bedeutung. Vollblüter oder andere hoch im Blut stehende Pferde verlangen erfahrungsgemäß weniger intensive Einheiten. Die Warmblüter hingegen verlangen ein größeres Trainingsvolumen, um den gleichen Status zu erreichen (CLAYTON, 1991). Nicht zuletzt zu diesem Zeitpunkt des Trainings lässt sich Entlastung für die Pferdebeine durch Bergtraining schaffen und dadurch eine Grundlage für längere Haltbarkeit des Sportlers legen.

SERRANO (2002) untersuchte Herzfrequenzen und Laktatwerte in der Vorbereitung auf Vielseitigkeitsprüfungen. Er ging dabei von der Hypothese aus, dass ein Vielseitigkeitspferd im Training niemals an maximale Anforderungen, wie sie in den schweren Prüfungen abgerufen werden, herangeführt wird. Für seine Untersuchung begleitete SERRANO (2002) 13 Vielseitigkeitspferde während der Vorbereitung und der Teilnahme an internationalen Vielseitigkeiten. Er fand heraus, dass die Herzfrequenzen und Laktatwerte in normalen Trainingseinheiten (HF: 138 ± 17 S/min, Laktat: $1,0 \pm 0,6$ mmol/l) signifikant niedriger liegen als Prüfungswerte in einem CCI*** (HF: 195 ± 8 S/min, Laktat: $10,2 \pm 4,2$ mmol/l). Damit verbindet SERRANO (2002) eine zu niedrige Trainingsintensität in der Vorbereitung auf Vielseitigkeitsprüfungen. Der einzige Trainingsteil, der in puncto Laktat und Herzfrequenz ausreichend hohe Werte hervorbrachte, war ein Galopptraining eines Pferdes am Berg (Steigung~ 10%, 425 m auf Rennbahngeläuf, 600-650 m/min, HF: 205 ± 5 S/min, Laktat: 9,4 mmol/l). Als weitere Ausführung führt der Autor an, dass das Pferd mit Bergtraining die beste Prüfungsleistung gebracht hat und dort die niedrigsten Werte (HF und Laktat) erreichte.

Mit der Durchführung von Bergtraining ist zwangsläufig ein Bergabreiten nach Bewältigung einer Steigung verbunden. Durch das Bergabreiten wird das Pferd angehalten, Balance zu suchen und die Hinterhand weiter unter den Körperschwerpunkt zu fußen (CLAYTON, 1991).

2.1.1 Vergleich von Training auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband mit verschiedenen Steigungen und Bergtraining unter dem Sattel

Allgemein bietet ein Training auf dem Laufband sowohl Vor- als auch Nachteile (HARKINS et al., 1991). Für wissenschaftliche Zwecke ist der Nutzen unumstritten soweit es um die Möglichkeit geht verschiedene Parameter, z.B. die VO₂max, (maximaler Sauerstoffverbrauch) zu bestimmen oder sonstige laborgebundene Untersuchungen durchzuführen. In diesem Kapitel soll jedoch die Praktikabilität eines Laufbandtrainings mit definierter Steigung dem Bergtraining unter dem Sattel gegenübergestellt werden.

Wesentliche positive Eigenschaften sind auf dem Laufband:

- Überdachtes Areal, Witterungsunabhängigkeit
- Immer gleiche Bedingungen

- Trockene, griffige Oberfläche
- Gleichmäßige Fußung
- Steigungsvariation (bis zu 19% (ROSE et al., 1983))
- Strikte Einhaltung von Trainingsplänen erleichtert.

Ein Trainingsprogramm mit steigenden Anforderungen hinsichtlich der Laufbandsteigung wurde von ART und LEKEUX (1993) mit einer Gruppe Vollblütern durchgeführt. Es bestand aus 3 Wochen leichter Arbeit (20 Minuten Trab und Galopp in einer Reitbahn), 3 Wochen leichter Laufbandarbeit mit 6,67% Steigung und 3 Wochen Intervalltraining bei 8,89% in Woche 7 und 13,33% in den letzten beiden Wochen. Das Intervall bestand aus 3x600 m bei 600m/min in den Wochen 7 und 8 und 1x600 m bei 600 m/min plus 2x660 m bei 660 m/min in der 9. Woche. Intervalltraining und Tage mit geringer Belastung wechselten sich ab. Durch das Intervalltraining stellte sich ein signifikanter Anstieg von VO₂max ein.

In einer anderen Studie (MCCONAGHY et al., 1995) wurden Vollblüter über acht Wochen mit steigenden Anforderungen von 480 m/min bis 600 m/min bei 10% Steigung galoppiert. Über trainingsspezifische Veränderungen wurde keine Aussage getroffen, da es sich um eine Untersuchung über die Zusammensetzung des equinen Schweißes handelte.

Die Vorteile eines Bergtrainings unter dem Sattel:

- Steigung und Gefälle in natürlichen Variationen
- Training unter dem Sattel entspricht Prüfungsbedingungen
- Gruppenausritte oder Einzelausritte
- Keine Langeweile für das Pferd
- Die Pferde lernen sich in hügeligem Gelände auf jedem Boden auszubalancieren.
- Konditionstraining und Techniktraining können fließend ineinander übergehen.

Unter Umständen ist mit regelmäßigem Bergtraining ein erheblicher logistischer Aufwand verbunden, wenn nicht direkt am Stall ein entsprechendes Gelände zur Verfügung steht. Im Normalfall wird ein Bergtraining unter dem Sattel immer mit einem großen Zeitaufwand verbunden sein, denn die Intervalle Bergauf : Bergab nehmen in der Regel sehr viel Zeit in Anspruch, da bergab langsamer geritten wird als bergauf.

Solch ein Rhythmus kann ungefähr dem Verhältnis Arbeit : Erholung eines Intervalltrainings entsprechen. CLAYTON (1991) empfiehlt hier ein Verhältnis von 1:6.

Nachteilig wird für Vollblüter die träge Reaktion der Laufbänder beim Beschleunigen erachtet (EVANS, 1994). Eine schnelle Beschleunigung ist wichtig, um den Schlusssprint in einem Rennen zu simulieren.

Gerade in den Reitsportdisziplinen, in denen der konditionelle Teil des Trainings in seiner Bedeutung nicht überwiegt, wie Springen, Dressur, Vielseitigkeit, wird ein Laufbandtraining vermutlich niemals die direkte Prüfungsvorbereitung ersetzen.

2.1.2 Spezielle Belastung des Bewegungsapparates durch Bergtraining

Das Bergtraining stellt besondere Anforderungen an den Bewegungsapparat des Pferdes. Eine Population, die den speziellen Bedingungen des Bergauf und Bergab in extremer Weise ausgeliefert ist, stellen Tragetiere (Maultiere und Haflinger) im Gebirgseinsatz der Bundeswehr in Bad Reichenhall dar (BRUNNER et al., 2002).

In den Jahren 1980 - 1995 lagen die Abgangsursachen von 159 ausgeschiedenen Tieren zu 42,99% bei altersbedingtem Ausscheiden und Herz- und Kreislaufproblemen (BRUNNER et al., 2002). Eine andere große Gruppe stellten die Gliedmaßenkrankungen mit 40,83% dar. Diese Ergebnisse müssen jedoch tierartspezifisch differenziert werden. Bei den Maultieren dominierten die Späterkrankung (n = 118 davon männlich = 29,63% (n = 61) und weiblich = 31,03% (n = 57)) und andere Gelenkserkrankungen (Schale, Leist, Arthritis, Arthrose, männlich = 14,81%, weiblich = 31,03%).

Während bei den Maultieren der Erkrankungskomplex „lose, hohle Wand, Hornspalten, und Hornwachstumsstörungen“ mit 22,22% (m) und 6,9% (w) relativ niedrig ausfiel, lag dieser bei den Haflingern zwischen 33,33% (w = 11), 50% (Wallache = 23) und 100% (Hengste, n = 7). Diese unterschiedliche Verteilung muss auf eine bessere Eignung des Maultierhufes für bergiges und v.a. steinigtes Gelände zurückzuführen sein. In diesem Sinne sollte auch bei Sportpferden, die viel am Berg trainiert werden, auf die Beschaffenheit der Hufe geachtet werden.

Eine röntgenologische Reihenuntersuchung an diesen Maultieren (n = 32) und Haflingern (n = 17) konzentrierte sich aufgrund des hohen Anteils der Späterkrankungen auf den Tarsus. Röntgenologisch konnten Veränderungen in den

Gelenkspalten (57,1% aller Tiere, n = 49), Veränderungen der Synovialgruben (59,5%) und Veränderungen an den subchondralen Knochenplatten (32%) festgestellt werden. Eine Lahmheit wurde bei keinem der geröntgten Tiere festgestellt.

BRUNNER (2002) zieht aus den Untersuchungen den Schluss, dass die Tragtiere trotz extremer Gliedmaßenbelastung keine höheren Ausfallsraten bezüglich Gliedmaßenerkrankungen im Vergleich zu andersartig genutzten Leistungspferden aufweisen.

Für die Durchführung eines intensiven Bergtrainings kann dies als Hinweis gedeutet werden, dass nicht mit einer abnormen Häufigkeit von Gliedmaßenerkrankungen gerechnet werden muss. Vielmehr ist die Entlastung der Beugesehnenstrukturen der Vordergliedmaßen als positiv zu bewerten.

2.1.2.1 Einfluss der Steigung auf den Beugesehnenapparat

Im Pferdeleistungssport stellt der Komplex der Lahmheiten aufgrund von Erkrankungen der Beugesehnen eine wichtige Rolle (STASHAK, 1987). Verletzungen der oberflächlichen und tiefen Beugesehnen gehören bei Pferden aus dem Renn- und Reitsport zu den häufigsten Lahmheitsursachen. Dies ist auf die ausgesprochen hohe Galoppbelastung zurückzuführen (MEIER, 2002). Folglich gilt es im Training und Wettkampf den Beugesehnenapparat schonend zu trainieren und auf Belastungen vorzubereiten.

Die Hypothese, durch ein Bergtraining auf dem Laufband eine Reduzierung der einwirkenden Kräfte auf die Beugesehnen der Vordergliedmaße zu erzielen und in der Konsequenz Tendinitiden vorbeugen zu können, wurde zuletzt von TAKAHASHI (2002) überprüft. Allerdings hat TAKAHASHI (2002) seine These nur im Schritt überprüft und erhielt keine Reduzierung der Kräfte. Durch Untersuchungen im Trab bei 6% Steigung konnte jedoch schon früher nachgewiesen werden, dass die maximale Fesselgelenksextension an der Vordergliedmaße mit zunehmender Steigung des Laufbands abnimmt, während sie an der Hintergliedmaße zunimmt (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1997). Daraus resultiert eine Reduktion der Sehnenbelastung der Vorderbeine.

Auch in weiteren Studien konnte an der Hinterhand eine zusätzliche Belastung im Schritt und Trab bei Laufbandsteigungen nachgewiesen werden (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1997; ROBERT et al., 2000).

2.1.2.2 Einfluss der Steigung auf die Muskelaktivität

Im Vergleich zur Ebene werden beim Bergaufreiten einige Muskelgruppen anders aktiviert.

In einer Untersuchung mit 3 Warmblütern und einem Traber wurde mittels Elektromyografie (EMG) die Aktivität dreier ausgewählter Rumpfmuskeln bei unterschiedlichen Geschwindigkeiten (3,5; 4; 5; 6 m/s) und Steigungen (0; 3; 6%) ermittelt: M. splenius, M. longissimus dorsi (Rückenmuskel) und M. rectus abdominis (Bauchmuskel) (ROBERT et al., 2000; ROBERT et al., 2001). Dabei wurden Beginn und Ende der Aktivität, die Dauer und die Höhe der Aktivität während des Trabzyklus registriert. Für alle drei Muskeln stellte sich bei erhöhter Geschwindigkeit ein früheres Ein- und Aussetzen der Aktivität während des Trabzyklus ein. Die Dauer der Aktivität variierte stark: Der M. longissimus dorsi war länger aktiv, im Gegensatz zum M. rectus abd., der einen kürzeren Aktivierungszeitraum aufwies. Der M. splenius blieb unverändert lang aktiv gegenüber der Ebene. Bezüglich der Höhe der EMG-Werte der Bauch- und Rückenmuskeln konnte eine lineare Abhängigkeit von der Geschwindigkeit festgestellt werden.

Mit dem Ändern der Steigung von 0 bis 6% setzte die EMG-Aktivität der Bauch und Rückenmuskulatur später ein und endete später. Die Dauer wurde länger. Das EMG lieferte signifikant erhöhte Aktivitätswerte für alle drei untersuchten Muskeln bei erhöhter Laufbandsteigung. Diese Untersuchung zeigt, dass man bestimmte Muskelgruppen spezifisch durch Variation von Steigung und Geschwindigkeit trainieren kann. Der M. splenius sprach offensichtlich mehr auf erhöhte Steigung an, während der M. rectus abd. durch erhöhte Geschwindigkeit aktiver wurde. Aus diesen Erkenntnissen zieht der Autor den Schluss, dass generell durch Geschwindigkeits- und Steigungserhöhungen Muskelaufbau und Konditionstraining betrieben werden können. Allerdings würde das Geschwindigkeitstraining eher für den Einsatz bei Vollblütern auf der Rennbahn sprechen, während Steigungstraining, entsprechend Bergtraining, eher für Pferde, die in langsameren Gangarten gefordert werden geeignet ist. Als Beispiel nennt ROBERT (2001) Dressurpferde.

In einer Untersuchung nach dem selben Muster wurden die Aktivitäten der Mm. gluteus medius und tensor fasciae latae an der Hinterhand untersucht (ROBERT et al., 2000). Durch Steigungs- und Geschwindigkeitserhöhungen kamen das Einsetzen und Ende der Aktivität signifikant früher. In beiden Muskeln erhöhte sich die Aktivität im EMG, besonders im M. tensor fasciae latae. Diese Ergebnisse bestätigten die

Erwartungen der Autoren, denn insbesondere der M. gluteus medius ist für den Antrieb der Hinterhand verantwortlich. KAI (1997) kam in seinen Bewegungsanalysen am galoppierenden Pferd zu ähnlichen Ergebnissen. ROBERT (2000) führt die vergrößerte EMG-Aktivität infolge erhöhter Steigung auf eine gesteigerte Anzahl rekrutierter Muskeleinheiten zurück. Die erhöhte Geschwindigkeit hingegen resultiert in einer längeren Kontraktionsphase der Muskeln.

Es lässt sich folgern, dass Steigung und Geschwindigkeit einen direkten Einfluss auf die Aktivität der Hinterhand- und Rumpfmuskulatur besitzen, auch wenn dies durch unterschiedliche Mechanismen umgesetzt wird. Daraus resultieren erhöhte Intensitäten in den verschiedenen Muskelgruppen. Diese linearen Abhängigkeiten kann man sich im Training auch zu Nutzen machen, indem beide Effekte, nämlich Steigung und Geschwindigkeit, kombiniert angewandt werden. Wie oben schon angesprochen, sollte also ein Steigungstraining spezifisch aufgebaut werden, indem Steigung und Geschwindigkeit den Disziplinanforderungen entsprechend gestaltet werden.

Die Untersuchungen zur Einschätzung des Effekts der **Laufbandsteigung** haben zusammengefasst positive und negative Eigenschaften herausgestellt (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1997; COUROUCE et al., 2000; ROBERT et al., 2000; ROBERT et al., 2001).

Vorteile:

- Erhöhte Muskulaturbeanspruchung der Hinterhand
- Erhöhte Muskulaturbeanspruchung der Rumpfmuskulatur
- Entlastung der Sehnen und Bänderstrukturen der Vorderbeine
- Rekrutierung weiterer Muskulatureinheiten

Nachteile:

- Erhöhte Belastung der Sehnen und Bänderstrukturen der Hinterhand
- Erhöhte Belastung der knöchernen Strukturen und Gelenke durch schlechte Federung des Laufbandes.

Es darf angenommen werden, dass die gleichen Mechanismen mit ihren Vor- und Nachteilen auf ein Bergtraining unter dem Sattel übertragen werden können.

2.1.3 Einfluss der Körperposition auf die Herzleistung

Durch die Steigung eines Laufbandes wird die Körperposition des Pferdes entscheidend verändert. Beim Menschen wurde ein geringeres Herzminutenvolumen in Rückenlage gegenüber der aufrechten Position nachgewiesen (KOGA et al., 1999). In der Konsequenz müsste das Herzminutenvolumen eines Pferdes auf einem Laufband ohne Steigung geringer ausfallen als mit Steigung. Dieser Frage sind MCDONOUGH und Mitarbeiter (2002) in einer Studie nachgegangen. Sie unterzogen vier Vollblüter zwei Stufentests ohne und mit Steigung (6°). Das maximale Herzminutenvolumen stieg signifikant in dem Test mit Steigung an.

Diese Erkenntnisse sprechen zum einen für eine größere Herzleistungsfähigkeit am Berg und für einen höheren kardiovaskulären Trainingseffekt unter Einfluss einer Steigung. Andererseits sind Ergebnisse aus Stufenbelastungstests mit definierter Steigung, die die Leistungsfähigkeit aufgrund des Herzminutenvolumens von Pferden beurteilen sollen, hinsichtlich dieser Erkenntnisse zu überdenken.

2.2 Stufentests in der equinen Leistungsdiagnostik

In den letzten Jahren haben sich die Anforderungen im Pferdeleistungssport auf technischer und konditioneller Basis enorm weiterentwickelt. Aufgabe der Trainer, Reiter und Verantwortlicher ist es, das Training zielführend zu gestalten, um höher werdenden Anforderungen, insbesondere auch unter Berücksichtigung der physiologischen Leistungsfähigkeit der Pferde, gerecht zu werden. Daraus entwickelten sich neue Ansprüche an die equine Leistungsdiagnostik.

Der Stufentest bildet einen elementaren Baustein leistungsdiagnostischer Verfahren. In Verbindung mit Laktat- und Herzfrequenzmessungen ist er aus der humanen Leistungsdiagnostik nicht mehr wegzudenken, findet beim Pferd jedoch nach wie vor geringe Beachtung.

2.2.1 Stufenbelastungstests

Ein Stufenbelastungstest zeichnet sich durch mehrere sukzessiv steigende Geschwindigkeitsstufen jeweils gleichbleibender Dauer oder Länge aus. Sofern sie beim Pferd eingesetzt werden, sind unterschiedliche Empfehlungen zur Gestaltung (Anzahl, Geschwindigkeit und Dauer der Stufen) anzutreffen (GALLOUX et al., 1995; LINDNER, 1997; LEWING, 2001; OKONEK et al., 2002). LINDNER (1997) postuliert mindestens 4 Stufen und eine Stufendauer von 5 Minuten. Mit der Steigerung auf 5

Stufen (und jeder weiteren Stufe) im Galopp nimmt die Genauigkeit der Diagnose der Ausdauerleistungsfähigkeit zu. Schnell trifft der Stufentest jedoch an Grenzen, denn der Sportler Pferd soll, u.a. zur Schonung des Bewegungsapparates, in dem Test nicht überproportional lang und schnell belastet werden. Eine regelmäßige maximale Ausbelastung der Probanden in Stufentests ist sicher nicht im Sinne der Pferde und ihrer Trainer, zumal die maximale Herzfrequenz nachweislich nicht durch Training beeinflussbar sein soll (HODGSON et al., 1994) und somit kein Hilfsmittel in der Beurteilung eines Trainingsfortschrittes sein soll. Dieser Umstand führte zur Etablierung submaximaler Belastungstests.

GALLOUX (et al., 1995) arbeitete mit dreiminütigen Stufen. Weitere Empfehlungen sind in der Arbeit von HENNINGS (2001) aufgeführt.

Stufentests sind als Feldtest und als Laufbandtest durchführbar. Vor- und Nachteile von Feld- und Laufbandtests werden kontrovers diskutiert (COUROUCE et al., 1999; SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1999). Der Feldtest hat den Vorteil der größeren Praxisnähe, da die Pferde von ihren Reitern wettkampffählich geritten werden. Nachteilig erscheint die schwierigere Reproduzierbarkeit gleicher Verhältnisse zwischen verschiedenen Tests.

Laufbandtests haben sich durch große Standardisierbarkeit in der Forschung und in der Leistungsdiagnostik als positiv herausgestellt. Leider weicht die Belastung auf dem Laufband (in der Regel mit 3% Steigung) von der Belastung unter dem Reiter durch teilweise unterschiedlich beanspruchte Muskelgruppen ab (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1996). Auch fehlen Belastungen die durch Wendungen und unterschiedliche Oberflächen entstehen. Um einen Reitereinfluss zu simulieren wird ein Laufband generell mit einer leichten Steigung von ungefähr 3% Steigung betrieben. COUROUCE (2000) fand für Traber eine optimale Steigung von 2,4% heraus.

Die Auswahl der Methode des Stufentests sollte den Anforderungen an den Sportler, in diesem Fall das Pferd, bzw. an die Versuchsgruppe entsprechend sein (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1999).

Ein Belastungstest sollte prinzipiell überprüfen, ob die Trainingsbelastung den gewünschten Trainingseffekt erzielt. Beispielhaft sollte sich ein Pferd, dessen Grundlagenausdauer trainiert wird, im aeroben Bereich verbessern.

In der humanen Leistungsdiagnostik werden Laktatleistungskurven im Stufenbelastungstest immer wieder mit Hilfe errechneter Schwellenwerte interpretiert (KEUL et al., 1979; SIMON et al., 1981; STEGMANN et al., 1981; HILLE et al., 1993; CLASING et al., 1994).

2.2.1.1 Laktatleistungskurven

Laktatleistungskurven (LLK) liegen Prinzipien des Energiestoffwechsels zugrunde, die beinhalten, dass ,insbesondere unter Bedingungen einer anaeroben Energiebereitstellung, aus Glykogen vermehrt Laktat als Stoffwechselprodukt entsteht, während unter aeroben Bedingungen, da die Energiebereitstellung vorwiegend aus anderen Energieressourcen erfolgt, eine Laktatbeteiligung nur in sehr geringem Umfang fortläuft. Die anaerobe Energiebereitstellung erfolgt typischer Weise zu Beginn einer Belastung oder während einer hohen Kurzzeitbelastung. Verschiebt sich die Geschwindigkeit bei gleichem Laktat im Laufe eines Trainings oder werden gleiche Geschwindigkeiten bei niedrigeren Laktatwerten erbracht, so lässt sich dies anhand von Laktat/Geschwindigkeitsfunktionen unter Belastungssituationen objektivieren.

Die Schnittpunkte von Laktat und Geschwindigkeit in einer Laktatleistungskurve werden als Schwellenwerte bezeichnet. Ob diese jedoch als aerobe/anaerobe Schwellen interpretiert werden können, wie vielfach postuliert (KEUL et al., 1979; HECK et al., 1986; LINDNER, 1997; HILLE, 2002), bleibt für das Pferd zu klären und lässt sich wohl nur bei gleichzeitiger Ermittlung der Sauerstoffaufnahme definieren.

Damit Laktat/Geschwindigkeitsbeziehungen in einer Laktatleistungskurve dargestellt werden können, muss aus den Einzeldaten eines Stufentests eine mathematisch-biologisch sinnvolle Kurve erstellt werden (siehe auch 2.2.1.1.1). Diese kann wie in Abbildung 1 aussehen und in Kombination mit der Herzfrequenz dargestellt werden.

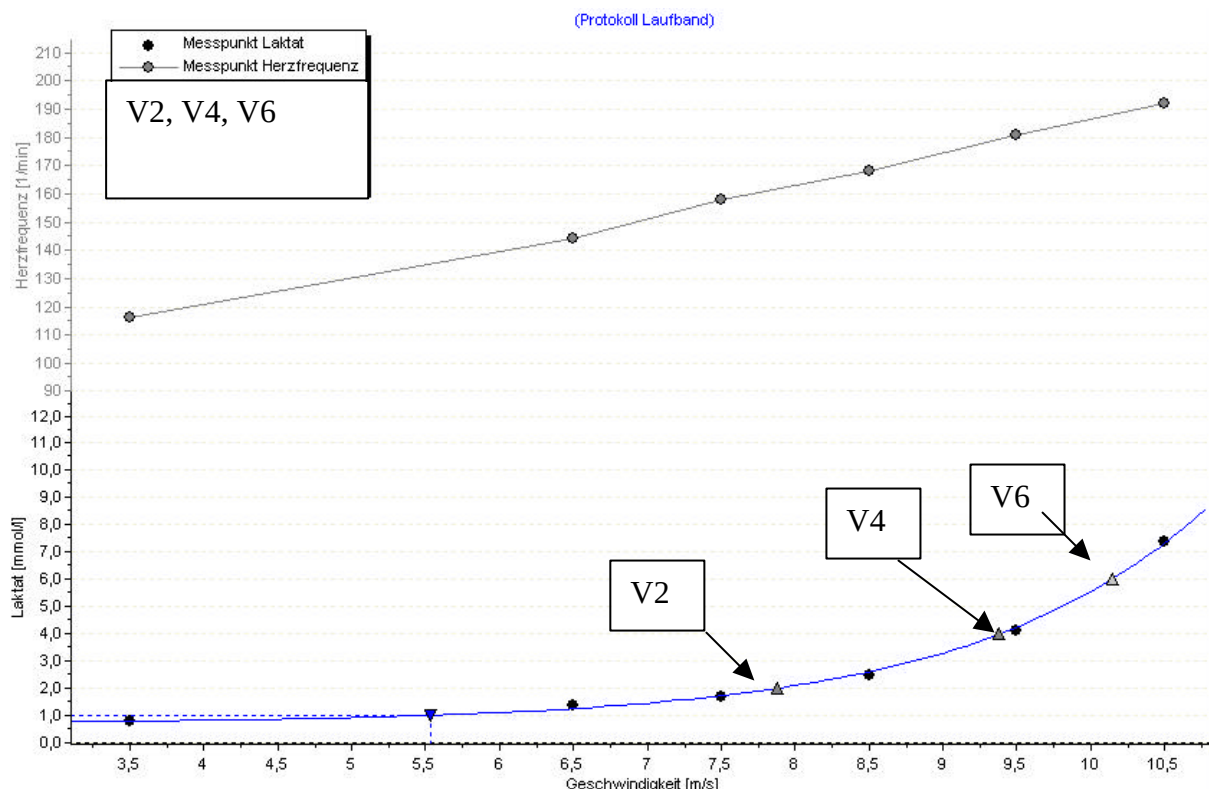


Abbildung 1 Prinzip einer Laktatleistungskurve (unten) und Herzfrequenz (oben) als Ergebnis eines fiktiven Stufenbelastungstests; zusätzlich abgebildet: fixe Schwellen (V2, V4, V6), berechnet mit winlactat®

2.2.1.1.1 Zur Berechnung der Laktatleistungskurve mit winlactat®

Das natürliche Laktateliminations- und –bildungsverhalten entspricht einem natürlichen Logarithmus. Folglich erstellt die in dieser Studie angewandte Software winlactat® (Sportsoftware Hille GbRmbH, Clausthal-Zellerfeld) die Laktatleistungskurven nach einem exponentiellen Algorithmus (HILLE, 2002). Dass eine Laktatleistungskurve nicht nur beim Menschen, sondern auch beim Pferd, exponentiell verläuft ist Voraussetzung und wurde vielfach beschrieben (KRZYWANIEK et al., 1977; GYSIN et al., 1987; KRZYWANIEK, 1999). Auch HINCHCLIFF (2002) konnte Laktat-Geschwindigkeitsbeziehungen in einem Stufenbelastungstest in exponentiellem Verlauf darstellen. Zur Berechnung einer Laktatleistungskurve kommt folgende Exponentialgleichung zur Anwendung (HILLE et al., 1993):

$$LAK(x) = c_1 + c_2 e^{(c_3 \cdot x)}$$

Erläuterung:

LAK:	Laktat (mmol/l)
x:	Leistung (m/s)
c ₁ , c ₂ , c ₃ :	Körperkonstanten

2.2.1.2 Interpretation der Laktatleistungskurven

Die Interpretation einer einzelnen Laktatleistungskurve stellt nicht mehr als eine Momentaufnahme dar. Erst wenn nach einer definierten Trainingsbelastung in einem bestimmten Zeitraum ein weiterer identischer Stufenbelastungstest durchgeführt wird, lässt sich eine Aussage über die Effektivität des Trainings im Zwischenzeitraum treffen.

Eine **Rechtsverschiebung** (Abbildung 2) ist als eine Verbesserung zu bewerten. In diesem Fall liegen gleiche Laktatwerte (oder Schwellenwerte, z.B. V4) im letzten Test auf einer höheren Geschwindigkeitsstufe.

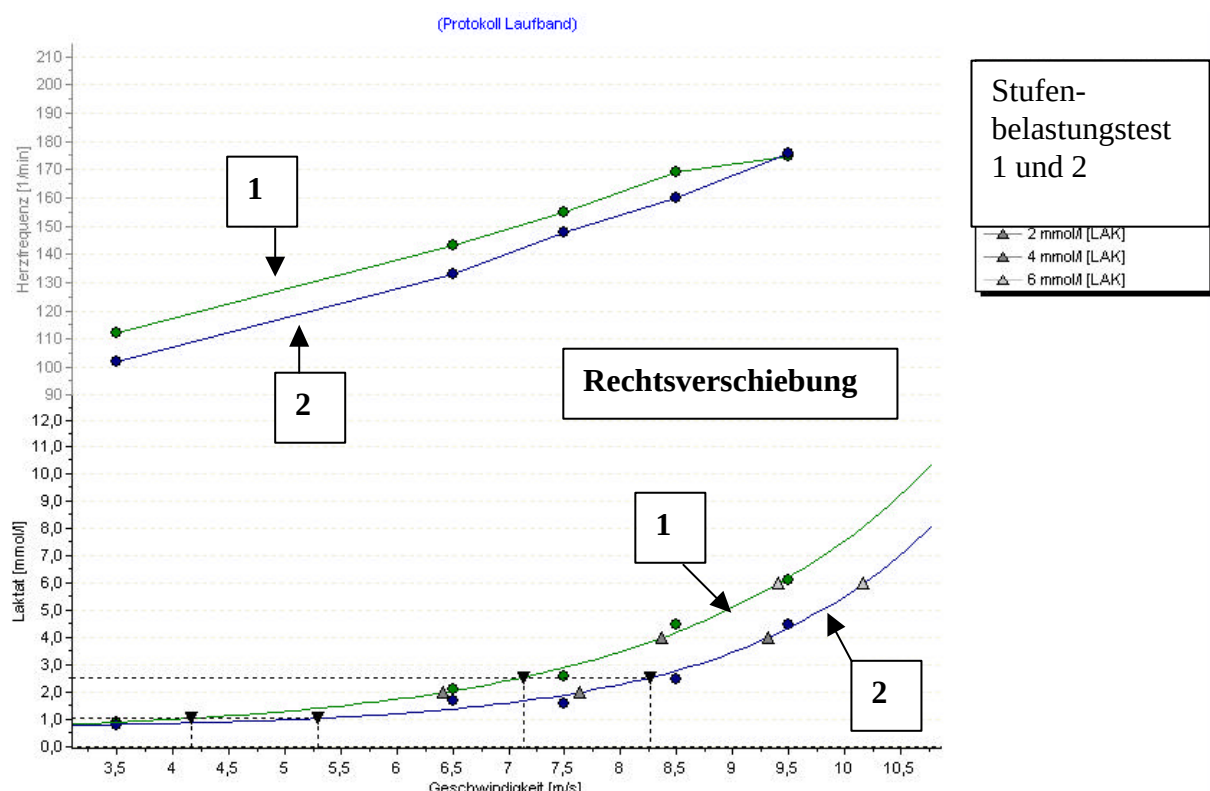


Abbildung 2 Rechtsverschiebung zweier Laktatleistungskurven (unten) und Herzfrequenzkurven (oben) als Ergebnis zweier fiktiver Stufenbelastungstests 1 und 2. Beachte: beim 2. Stufenbelastungstest wird bei gleichem Laktatwert eine höhere Geschwindigkeit erreicht.

Im umgekehrten Fall, der **Linksverschiebung** (Abbildung 3), sinken die Geschwindigkeiten und man muss die Änderung als Verschlechterung interpretieren (HILLE, 2002).

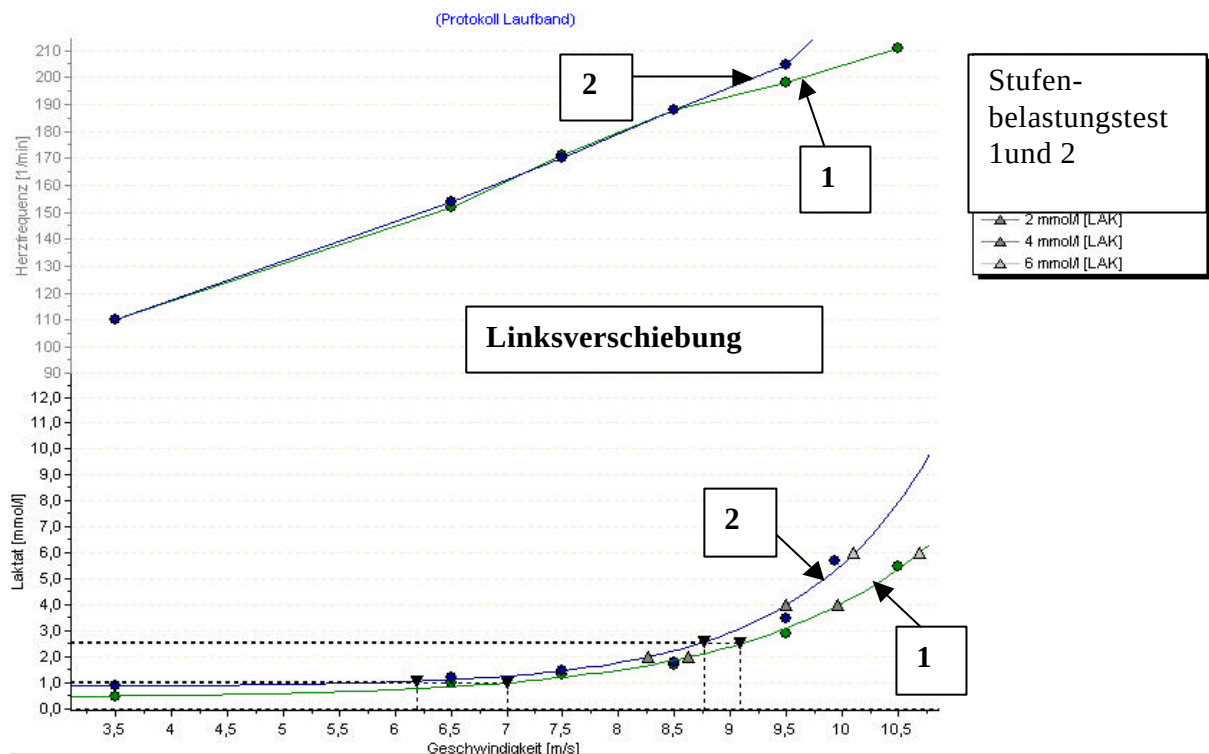


Abbildung 3 Linksverschiebung zweier Laktatleistungskurven (unten) und Herzfrequenzkurven (oben) als Ergebnis zweier fiktiver Stufenbelastungstests 1 und 2. Beachte: beim 2. Stufenbelastungstest wird bei gleichem Laktatwert eine niedrigere Geschwindigkeit erreicht. Die Herzfrequenz verläuft bis zur 3. Galoppstufe nahezu identisch.

Tritt eine Rechtsverschiebung im unteren Kurvenbereich auf, kann man diese als Verbesserung der Grundlagenausdauer verstehen. Häufig ist mit einer solchen Veränderung gleichzeitig ein Steilerwerden der Kurve im oberen Intensitätsbereich verbunden, d.h. es sind Kapazitäten im maximalen Leistungsbereich verloren gegangen (Abbildung 4).

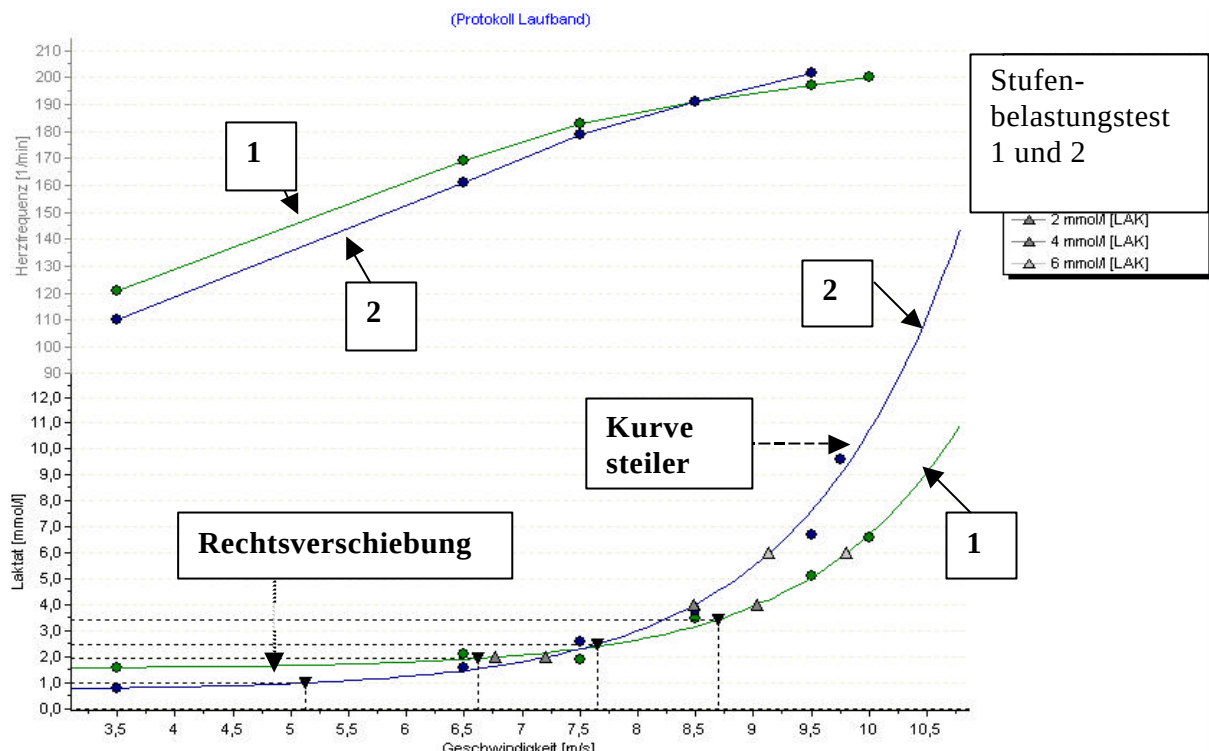


Abbildung 4 Rechts/Linksverschiebung zweier Laktatleistungskurven (unten) und Herzfrequenzkurven (oben) als Ergebnis zweier fiktiver Stufenbelastungstests 1 und 2. Beachte: Rechtsverschiebung im Grundlagenausdauerbereich mit Steilerwerden der Kurve im anaeroben Bereich.

Fällt die Kurve im oberen Leistungsbereich flacher aus, bedeutet dies eine Verbesserung der anaeroben Kapazitäten. Eine gleichzeitige Linksverschiebung im unteren Bereich deutet auf eine Verschlechterung der Grundlagenausdauer hin.

Ein Pferd im Grundlagenausdauertraining sollte somit eine Rechtsverschiebung im unteren Bereich aufweisen.

Wechselt das Trainingskonzept in das Schnelligkeitstraining, sollte man auf eine Verbesserung durch einen flacheren Verlauf im oberen Kurventeil achten.

2.3 Trainingsmonitoring

Die immer höher steigenden Anforderungen und der zunehmende Konkurrenzdruck in den reitsportlichen Disziplinen lassen die Nachfrage nach Optimierungsmöglichkeiten der Trainingsgestaltung steigen.

Während im humanen Leistungssport schon lange trainingsbegleitende Konzepte erarbeitet werden, war der Anspruch im Pferdesport lange gering. Unter einem

Trainingsmonitoring kann man eine **Visualisierung und Objektivierung eines Trainingsverlaufs mit Hilfe geeigneter Leistungsparameter und technischer Instrumentarien** verstehen. Wesentliche Bedeutung erlangt die Erfassung der Trainingsumfänge und entsprechender Intensitäten.

Mögliche Bestandteile eines professionellen und gleichzeitig praktikablen Trainingsmonitorings sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

Die einfachste Methode eines Trainingsmonitorings ist das tägliche Aufzeichnen der geleisteten Arbeit und der Herzfrequenz. Letztere hat den Vorteil eines relativ geringen Kostenaufwandes, verbunden mit einfacher Handhabung. Durch Anlegen zweier Elektroden an der Brustwand kann die Herzfrequenz einfach nach telemetrischer Übertragung auf einer Empfängeruhr abgelesen werden (s. 3.2.9.3). Die Aufzeichnung eignet sich zudem Trainingsintensitäten und –umfänge gleichzeitig zu quantifizieren. Für den Distanzsport hat sich die Herzfrequenzmessung als unentbehrlich erwiesen. Auch in anderen Disziplinen (Vielseitigkeit, Fahren, Dressur, Springen) gewinnt sie an Bedeutung. In der Tabelle 2 sind einige Richtwerte für disziplinspezifische (Vielseitigkeit) Normalwerte angeführt.

Laktatmessungen liefern wertvolle Hinweise auf die Intensität bestimmter Trainingsteile. Soll ein Training die Grundlagenausdauer verbessern, dann dürfen trainingsbegleitende Laktatmessungen möglichst keine hohen Werte hervorbringen, die belegen würden, dass das Training im anaeroben Bereich stattfindet. Andererseits können solche Messungen auch die Ineffektivität, in Form zu geringer Intensität eines Trainings, widerspiegeln. In einer Studie in Australien von Serrano (2002) wurden Vielseitigkeitspferde in der Vorbereitung auf große internationale Prüfungen begleitet. Keines der 13 Pferde erreichte im Training der anschließenden Prüfung entsprechende Herzfrequenz- und Laktatwerte.

Tabelle 1 Bestandteile eines Trainingsmonitorings

BESTAND- TEIL	ZUR DAR- STELLUNG VON...	AUFWAND	EINSATZ- MÖGLICH- KEITEN	QUELLE
Herzfrequenz- messung	Intensität des Trainings	gering	Alle Disziplinen	(WHITE et al., 1995; PRINCE et al., 2002; SERRANO et al., 2002)
Laktat	Dauer und Intensität des Trainings	mittel	Alle Disziplinen	(KRZYWANIEK et al., 1977; WHITE et al., 1995; SERRANO et al., 2002; TRILK et al., 2002)
Stufen- belastungstest auf dem Laufband	Ausdauer- leistungs- fähigkeit	sehr hoch	Springen, Vielseitigkeit, Distanzreiten, Rennsport	(GALLOUX et al., 1995; LEWING, 2001; OKONEK et al., 2002)
Stufen- belastungstest unter Feld- bedingungen	Ausdauer- leistungs- fähigkeit	gering- hoch	Springen, Vielseitigkeit, Distanzreiten, Rennsport	(COUROUCE, 1999; LANGHORST, 2003)
Blutparameter (außer Laktat)		mittel-hoch	Alle Disziplinen	(MELFSEN-JESSEN, 1999; SCHÄFER, 2000; COUROUCE et al., 2002)
GPS	Dauer und Intensität	mittel	Vielseitigkeit, Distanzreiten, Fahren, Rennsport	(MARTIN et al., 2001; MCCLURE BLACKMER et al., 2001)

Tabelle 2 Herzfrequenz- und Laktatwerte aus der Literatur, gemessen unter Prüfungsbedingungen (Wegestrecke, Rennbahn und Querfeldeinstrecke) und Trainingsbedingungen in der Vorbereitung auf eine Große Vielseitigkeit

	Herzfrequenz S/min	Laktat mmol/L	Quelle
Wegestrecke	120-130		(CLAYTON, 1991)
Rennbahn	170-210		
Querfeldeinstrecke	140-200	6-12	
Long-Slow-Distance	70-140		
Lange, langsame Galoppeinheiten (Sprints)	-160 (-180)		
Bergaufgalopp	170-190		
Rennbahntraining	190-200		
Erholung zwischen Galoppeinheiten	< 100		

Neben Laktat können noch weitere Blutparameter erhoben werden: Hämoglobin, Hämatokrit, pH, Bicarbonat, Gesamteiweiß, Albumin, Creatin-Kinase, Creatinin, Glucose und Maximaler Sauerstoffverbrauch (VO₂max).

Alle Parameter haben einzeln oder im Zusammenhang eine medizinische und mehr oder weniger leistungsdiagnostische Bedeutung. Schäfer (2000) setzte sich mit Reaktionen eines Teils dieser Parameter auf zusätzliches Ausdauertraining auseinander.

Dabei kam es zu einem signifikanten Anstieg der Hämoglobin- und Hämatokritwerte infolge des Ausdauertrainings. Auf Belastung reagierten beide Parameter nicht.

Die Parameter des Säure-Basen-Haushaltes (pH, Bicarbonat) sowie des Eiweißstoffwechsels zeigten keine trainingsbedingten Veränderungen.

Creatinin und Creatin-Kinase zeigten keine Reaktionen auf Training oder Belastung, mit Ausnahme einer belastungsinduzierten, reversiblen Zunahme des Creatiningehaltes.

Die Glucose ließ keine Rückschlüsse auf trainingsbedingte Veränderungen zu.

In vorausgegangenen Untersuchungen (OKONEK, 1998; MELFSEN-JESSEN, 1999) mit den selben Parametern ließen diese keine Rückschlüsse auf trainingsbedingte Veränderungen zu.

Der maximale Sauerstoffverbrauch (VO_{2max}) kann durch wiederholte Übungen gesteigert werden (HINCHCLIFF et al., 2002) und eignet sich nach Erkenntnis des Autors im Gegensatz zu Laktat zur Beurteilung von Trainingsfortschritten im anaeroben Ausdauerbereich. Der Aufwand der VO_{2max} -Bestimmung erscheint jedoch unter Praxisbedingungen nicht gerechtfertigt und verlangt einen hohen Grad an Expertise. Zudem fand EATON (1995) eine direkte Beziehung zwischen der Herzfrequenz und dem Sauerstoffverbrauch, so dass von der Herzfrequenz zumindest partiell auf den Sauerstoffverbrauch rückgeschlossen werden kann.

2.3.1 Durchführbarkeit von Stufenbelastungstests im Training zur Verbesserung des Trainingsmonitorings

Um objektive Aussagen über den Leistungszustand eines Pferdes zu erhalten haben sich Stufentests bewährt (s. 2.2.1).

Die Parameter Laktat, Herzfrequenz und der maximale Sauerstoffverbrauch (VO_{2max}) haben sich in zahlreichen Untersuchungen als aussagekräftig erwiesen (KRZYWANIEK et al., 1977; PERSSON, 1983; KRZYWANIEK, 1999; MELFSEN-JESSEN, 1999; SCHÄFER, 2000; COUROUCE et al., 2002; HINCHCLIFF et al., 2002).

Aufgrund der Praktikabilität bieten sich Laktat und Herzfrequenz für Stufentests im Rahmen eines Trainingsmonitorings an.

Das Vorhandensein eines Hochgeschwindigkeitslaufbandes ist Voraussetzung, um regelmäßige Überprüfungen auf dem Laufband durchführen zu können. Laufbandtests bieten die Vorteile der leichteren Standardisierbarkeit und Wiederholbarkeit. Außerdem unterliegen sie äußeren Einflüssen nur in begrenztem Umfang. Nachteilig bleibt die benötigte Gewöhnungsphase an ein Laufband sowie die von der unter tatsächlichen Feldbedingungen abweichende Belastung des Sportpferdes.

Für Sportpferde bieten sich folglich Feldtests an. Dort werden die Pferde unter disziplinierten Bedingungen geritten oder gefahren. Es ist zudem keine lange Gewöhnung an die Testbedingungen zu erwarten.

Für beide Testverfahren fällt je nach Aufwand ein erheblicher Kosten- und Personalaufwand an, der den Einsatz in der Praxis einschränkt. Andererseits ist es denkbar, dass ein einfacher Feldtest, der sich auf die Messung der Herzfrequenz auf

einer vorgegebenen Strecke beschränkt, in regelmäßigen Abständen von einem Reiter alleine durchgeführt wird.

2.3.2 Ausblick: Verbesserte Kontrolle von Trainingsintensität und –umfang durch den Einsatz von Global Positioning System (GPS)

Die Trainingsüberwachung mittels Global Positioning System (GPS) stellt eine Erweiterung der oben aufgeführten Möglichkeiten dar. Neben der Herzfrequenz- und Belastungsdaueraufzeichnung können zugehörige Geschwindigkeiten, Streckenlängen und Höhenangaben online verfolgt werden.

Das Global Positioning System benutzt Entfernungsdreiecke, die aus Satellitensignalen gebildet werden. Die Satellitensignale werden in einem GPS-Empfänger verarbeitet und ermöglichen die Berechnung der Position eines Objektes mit präziser Angabe von Geschwindigkeit, Entfernungen und Zeitpunkt. Die Quantifizierung von Trainingsmethoden mittels GPS erlaubt einen objektiven Vergleich mehrerer Methoden. Auch innerhalb eines Trainingsabschnittes ist der Vergleich einzelner Trainingseinheiten möglich. Darüber hinaus setzt die Funktion dieses Systems keine ständige Präsenz des Trainers voraus, d.h. es ermöglicht die Kontrolle des Trainings unabhängig vom Aufenthaltsort des Trainers.

Der batteriebetriebene GPS-Empfänger wird von den Reitern auf dem Rücken getragen.

In einer Studie in Los Angeles benutzte eine Trainingsgruppe mit 15 2-jährigen Vollblütern dieses System über einen Zeitraum von 11 Monaten in jeder Trainingseinheit (MARTIN et al., 2001; MCCLURE BLACKMER et al., 2001).

Ziel der Studie war es eine objektive Methode zur Quantifizierung sämtlicher Trainingseinheiten zu entwickeln. Dabei sollte der Einfluss bestimmter Trainingsmethoden auf das Auftreten von Muskel- und Skeletterkrankungen bewertet werden.

Im Verlaufe der Untersuchung gelang es 87% aller Trainingseinheiten erfolgreich aufzuzeichnen. Die Geschwindigkeiten wurden folgendermaßen zugeordnet:

Tabelle 3 Zuordnung mit GPS ermittelter Geschwindigkeiten zu Trainingsteilen
(MARTIN et al., 2001)

GESCHWINDIGKEIT m/s	TRAININGSTEIL
<3	Schritt
3-8	Trab
8-11	Galopp
11-14,5	Mittlerer Galopp („breeze“)
>14,5	Sprint („work“)

Die Pferde gingen im Durchschnitt über 11 Monate täglich 357 m Schritt, 1021 m Trab, 612 m Galopp, 178 m Mittleren Galopp und 22 m Sprint. Dieses stellt nur ein Ergebnis einer trainingsbegleitenden Untersuchung dar und soll beispielhaft für die Integration von GPS in ein Trainingsmonitoring sein. Es erfordert zahlreiche Untersuchungen, um diese und weitere Ergebnisse miteinander zu vergleichen und eventuelle Schlussfolgerungen bezüglich Effektivität einer Trainingsmethode und damit verbundenes Auftreten von Verletzungen zu ziehen.

Des weiteren bietet das System die Möglichkeit eine auffällige Herzfrequenzveränderung einer besonderen Belastung im Wettkampf, z.B. ein Streckenteil oder Hindernis während der Querfeldeinstrecke einer Vielseitigkeit, genau zuzuordnen. Damit können dann Rückschlüsse gezogen werden, ob höhere Belastungen des Organismus auf höhere Geschwindigkeiten, erhöhte Steigungsabschnitte oder sonstige Einflüsse zurückzuführen sind.

3. Eigene Untersuchung

3.1 Zielsetzung

Ziel dieser Studie war es die Auswirkungen zweier Trainingsmodelle für die Vielseitigkeit (Berggruppe: viel Schritt, wenig Galopp und Bergtraining, Vergleichsgruppe: wenig Schritt, viel Galopp und Training nur in der Ebene) auf die Belastungsfähigkeit und Leistungsentwicklung einer Pferdeguppe festzuhalten, die Bedeutung von Bergtraining im Konditionsaufbau zu erörtern, sowie Erkenntnisse zur Gestaltung eines wissenschaftlich fundierten Trainingsplans für Sportpferde, insbesondere Vielseitigkeitspferde, zu gewinnen.

Mit dieser Zielsetzung wurde eine Berggruppe (6 Pferde mit regelmäßigem Bergtraining) einer „konventionell“ trainierten Vergleichsgruppe (6 Pferde) gegenübergestellt.

Es wurde für alle 12 Pferde ein gemeinsamer Trainingsplan erstellt, der das Training der Berggruppe im Wesentlichen durch die Bergtrainingstage von dem Training der Vergleichsgruppe unterschied. An den Bergtrainingstagen wurden beide Gruppen bei gleicher Intensität trainiert. Der Überwachung der Trainingsintensität dienten tägliche Herzfrequenzaufzeichnungen und regelmäßige Laktatmessungen während der Bergtrainingseinheiten.

Stufenbelastungstests auf einem Laufband in 6 bis 7-wöchigen Abständen sollten der Überprüfung und Bewertung des Trainingsfortschritts dienen.

Schließlich sollten alle Pferde 3 Tage vor dem letzten Stufentest einen Turnierstart in einer Geländepferdeprüfung mit den Anforderungen der Klasse A (laut LPO) absolvieren. In diesem Rahmen sollte ein Vergleich mit Fremdpferden gezogen werden. Der Turniereinsatz dient der Kontrolle, ob beide Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining, die Pferde sinnvoll auf die Geländepferdeprüfung vorbereiten. Die Ergebnisse des letzten Stufenbelastungstests können mit dem 3 Tage früher stattfindenden Turniereinsatz bezüglich Übereinstimmung von Rangierung in der Geländepferdeprüfung und Leistungsbild auf dem Laufband überprüft werden.

3.2 Material und Methode

3.2.1 Tiere

3.2.1.1 Herkunft

Die für diese Versuchsreihe zur Verfügung stehenden 12 Pferde stammten aus verschiedenen Zuchtgebieten Deutschlands. Es handelte sich um Warmblüter des Jahrgangs 1996, die im Untersuchungszeitraum sechs Jahre alt wurden (Tabelle 4).

Die Pferde mit den Nummern 11 – 20 wurden im Jahre 1999 als damals Zweijährige erworben und standen seitdem für verschiedene ethologische und leistungsphysiologische Studien im Institut für Tierzucht, Mariensee, zur Verfügung (HENNING, 2001). In dieser Zeit erfolgte Training ausschließlich auf dem Laufband. Im Mai 2001 wurden die Pferde zur Deutschen Reiterlichen Vereinigung nach Warendorf verbracht, dort angeritten und systematisch trainiert.

Zwei Pferde (Nr.21 und 22) wurden im Jahre 2001 zur Ergänzung des Bestandes erworben. Beim Kauf wurde berücksichtigt, dass sie hinsichtlich Alter, Geschlecht, Rassenzugehörigkeit, körperlichem Konditionszustand und Ausbildungsstand den bereits vorhandenen Pferden möglichst ähnlich waren. Beide Pferde hatten bereits Turnierfolge, Gatsby (Nr.21) in Springpferdeprüfungen bis zur Klasse M, Edgar Rakete (Nr.22) in Geländepferdeprüfungen der Klasse A.

Beide Pferde wurden zu Anfang dieser Arbeit behutsam an das Laufband gewöhnt, während alle anderen Pferde bereits über Laufbänderfahrung verfügten.

Die folgende Tabelle gibt Übersicht über die wesentlichsten Charakteristika der Versuchspferde.

Tabelle 4 Vollblut- und Angloaraberanteil im Pedigree der Versuchspferde

PFERD NR.	NAME	GEBURTS-MONAT	RASSE	ABSTAMMUNG	BLUTANTEIL IN %
20	Lorbas	2/96	H	v. Lavauzelle AA M. v. Derrik	62,5
17	Atlas	3/96	H	v. Amerigo Vespucci xx M. v. Espri	50
21	Gatsby	3/96	H	v. Gloster 8 M. v. Wassl xx	50
22	Edgar Rakete	7/96	W	v. Ex Libris M. v. Prinz Miro	43,75
13	Filou	4/96	S	v. Frederick M. v. Veston	31,25
15	Caesar	2/96	B	v. Cincinnati M. v. Glimmer	25
12	Domino	5/96	T	v. Donnerklang M. v. Lesoto	18,25
11	Elliot	4/96	T	v. Eklat M. v. Glistan	12,5
14	Achat	1/96	B	v. Alabaster M. v. Frühlingsbote	12,5
16	Wotan	3/96	H	v. Werther M. v. Weinstern	12,5
18	Earl	12/95	H	v. Espri M. v. World Cup I	0
19	Whisky	3/96	H	v. Wolkenstein M. v. Argentan	0

v.= von (Vater), M. v.= Mutter von (Vater der Mutter), H= Hannoveraner,

B= Brandenburger, S= Sachse, T= Thüringisches Reitpferd, W= Westfale

3.2.1.2 Haltung

Während der Trainingsphasen in Warendorf wurden die Pferde auf dem Gelände der Sportschule der Bundeswehr in einem separaten Stalltrakt mit natürlichem Licht in Stroheinzelnboxen gehalten und erhielten täglichen Gruppenauslauf in einem Paddock (s.u.).

Für die Dauer des Stufenbelastungstestes, für den die Pferde zum Institut für Tierzucht / Mariensee (FAL) gefahren wurden, fand die Haltung der Pferde in Gruppenhaltung in einem Laufstall mit Stroheinstreu statt.

3.2.1.3 Fütterung

Die Fütterung sah täglich drei Mahlzeiten, um 7:00, 12:00 und 17:00 Uhr, vor. Gefüttert wurden ein Hafer(40%)-Gerste(60%)-Gemisch, gewalzt, pro Pferd und Mahlzeit ca. 1,8 kg und 300g Bruchmais. Mittags gab es zusätzlich 1,5-2 Liter Rübenschnitzel/Kleie-Gemisch. Schwerere Pferde (Vergleichsgruppe: Wotan, Achat; Berggruppe: Whisky, Lorbas, Filou) erhielten bis zu 700 g Gerste zusätzlich. Ein Mineralstoffzusatzfuttermittel (Reformin, Firma Höveler) wurde alle zwei Tage gefüttert. Morgens und abends standen jedem Pferd ca. 7,5 kg Heu und/oder Grassilage zur Verfügung.

In der Laufstallhaltung wurden die Pferde mit einer identischen Kraftfütterration versorgt. Heu und Grassilage wurden ad libitum gefüttert.

3.2.1.4 Trainingsplätze und Freilaufmöglichkeiten

In Warendorf befanden sich auf der Anlage der Sportschule der Bundeswehr vielfältige Trainings- und Bewegungsmöglichkeiten für die Pferde: 1 Reithalle (20 x 80m), 1 Paddock (40 x 80m), 2 Außenplätze mit Sand und Grasboden.

Soweit es der Trainingsplan (s.u.) vorsah wurden die Pferde dort trainiert bzw. ins umliegende Gelände (Feld, Wald, Wiese, Straße, Sandwege) ausgeritten.

Zusätzlich zum täglichen Training unter dem Sattel konnten sich die Pferde gruppenweise im Paddock bewegen. An Sonn- und Feiertagen fanden die Pferde in der Halle und im Paddock Auslauf.

Die Durchführung des Trainings erfolgte durch Personal der FN. Es bestand aus einer Pferdewirtschaftsmeisterin und 2 (zeitweise 3) FN - geprüften Reitern.

In Mariensee haben die Pferde auf einer Weide neben dem Laufstall Möglichkeit zur freien Bewegung.

Krankheitsbedingte Trainingsunterbrechungen der Pferde

Earl

Earl hatte am 26.11. 2001 phlegmonös verdickte Beine. Am darauffolgenden Tag erhielt Earl Finadyne® (Wirkstoff: Flunixin 1mg/kg KGW i.v.). Es traten keine weiteren Komplikationen nach Heilung auf.

Wotan

Bei Wotan traten nach dem 2. Stufenbelastungstest vorne angelaufene Sehnen auf. Eine Behandlung mit Antiphlogistika führte zu keiner wesentlichen Besserung. Am 11.2.2002 wurde das Pferd zur Diagnostik in der Tierklinik Telgte vorgestellt. Dort wurde eine Hufgelenksarthrose vorne rechts diagnostiziert. Als Konsequenz wurde Wotan aus dem Training genommen.

Filou

Am 11.2.2002 trat bei Filou eine Lahmheit auf. Diese war am nächsten Tag verschwunden und blieb ohne Diagnose und Behandlung. Hier traten keine weiteren Komplikationen auf.

Lorbas

Bei Lorbas trat nach dem 2. Stufenbelastungstest eine Lahmheit vorne rechts auf. Diese stellte sich später als ein Kronrandgeschwür heraus. Eine einmalige Behandlung mit Finadyne® (Flunixin 1mg/kg KGW i.v.) wurde durchgeführt.

Am 13.4.2002 hatte Lorbas eine Schwellung hinten links, die allerdings nur 2 Tage anhielt und ohne Lahmheit oder Behandlung blieb.

Edgar

Hier trat am 3.4.2002 vorne links eine Phlegmone auf. Die Behandlung (Benzylpenicillin-Procaïn (15.000 I.E./kg KGW) i.m.) und 3 Tage 20 Minuten Schritt führten zur Abschwellung. Es trat keine weitere Komplikation auf.

Tierärztliche Prophylaxe- und Versorgungsmaßnahmen im Zeitraum der Untersuchung

Wurmkuren

Alle Pferde wurden am 23.3.2002 mit Eraquell® (Wirkstoff: Ivermectin, Virbac) entwurmt.

Pilzimpfung mit Insol Dermatophyton® (Boehringer)

Diese fand im September 2001 statt. Die Wiederholungsimpfung am 27.11.2001 hatte für Domino eine Schwellung im Brustbereich zur Folge. Es traten aber nach Heilung keine weiteren Komplikationen auf.

Tetanus, Influenza, Herpes

Eine regelmäßige, halbjährliche Impfung aller Pferde gegen Tetanus, Herpesvirusinfektion und Influenza wurde mit Duvaxyn IE-T Plus®, Duvaxyn IE Plus® und Duvaxyn EHV® (Fort Dodge) fortgeführt.

3.2.2 Versuchsaufbau

Die Studie sah drei Trainingsabschnitte von jeweils 5 (6) Wochen Dauer vor. In diesen Zeiträumen wurden die Versuchspferde reiterlich ausgebildet und auf die Geländepferdeprüfung vorbereitet. Abgeschlossen wurde jeder Trainingsabschnitt durch einen Stufenbelastungstest auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband (Tabelle 5). Trainingsbegleitende Herzfrequenz und Laktatmessungen sind Tabelle 6 zu entnehmen.

Tabelle 5 Einordnung der Stufenbelastungstests in den zeitlichen Versuchsablauf

ZEITRAUM	PHASE	ORT
12.,13.12.2001	Stufenbelastungstest I	Mariensee
17.12.2001-20.01.2002	Trainingsabschnitt I	Warendorf
23.,24.01.2002	Stufenbelastungstest II	Mariensee
28.01.-03.03.2002	Trainingsabschnitt II	Warendorf
06.,07.03.2002	Stufenbelastungstest III	Mariensee
10.03-19.04.2002	Trainingsabschnitt III	Warendorf
20.04.2002	Turnierstart in einer Geländepferdeprüfung	Warmeloh, Niedersachsen
24.,25.04.2002	Stufenbelastungstest IV	Mariensee

Tabelle 6 Bestandteile der Versuchsreihe und darin vorgesehene Herzfrequenz- und Laktatmessungen

TRAINGS-ABSCHNITT	VERSUCHS-WOCHE	BERG-GRUPPE	VER-GLEICHS-GRUPPE	HERZ-FREQUENZ	LAKTAT
I	1	STUFENTEST	STUFENTEST	X	X
	2	SCHRITT*	SCHRITT		
	3	SCHRITT	SCHRITT		
	4	SCHRITT	SCHRITT		
	5	SCHRITT	SCHRITT	X	
	6	SCHRITT	SCHRITT		
II	7	STUFENTEST	STUFENTEST	X	X
	8	BERGTR.		X	
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	9	BERGTR.		X	
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	10	BERGTR.		X	X
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	11	BERGTR.		X	
		SONSTIGE TE	ALLE TE.	X	
	12	BERGTR.		X	X
		Sonstige TE.	Alle TE.	X	
III	13	STUFENTEST III	STUFENTEST III	X	X
	14	BERGTR.		X	X
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	15	BERGTR.		X	
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	16	BERGTR.		X	X
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	17	BERGTR.		X	
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	18	BERGTR.		X	
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
	19	BERGTR.		X	X
		SONSTIGE TE	ALLE TE	X	
		TURNIER	TURNIER	X	X
	20	STUFENTEST IV	STUFENTEST IV	X	X

*2x wöchentlich wurden beide Gruppen im Schritt ausgeritten

TE= Trainingseinheit

3.2.3 Versuchsgruppen

Einteilung der Gruppen

Die Pferde wurden auf Grundlage einer Rangierung im ersten Stufenbelastungstest (12./13.12.2001) eingeteilt.

Ziel war es 2 Gruppen mit ausgeglichenen Ausgangsmittelwerten aus dem 1. Stufenbelastungstest zu erhalten. Die Vorgehensweise sah eine Rangierung der Pferde anhand ihrer Laktatwerte in der vierten Galoppstufe vor, da diese von allen Pferden, außer Edgar Rakete, erreicht wurde.

Zunächst wurden die Pferde mit hohem Vollblutanteil (Tabelle 7, N=4) und die mit niedrigem Vollblutanteil (Tabelle 8, N=8) getrennt. Erstere wurden nach folgendem Modus aufgeteilt: Der 1. und 4. des Rankings wurden der Berggruppe zugeordnet, der 2. und 3. der Vergleichsgruppe. Edgar Rakete konnte noch nicht am ersten Test teilnehmen und wurde an die vierte Stelle gesetzt (Tabelle 7).

Der Modus für die Pferde unter 40% Vollblutanteil sieht folgendermaßen aus: der 1., 3., 6. und 8. vervollständigten die Vergleichsgruppe, der 2., 4., 5. und 7. die Berggruppe (Tabelle 8).

Tabelle 7 Pferde mit >43% Vollblutanteil und ihre Zuordnung zu den Versuchsgruppen

PFERD	LAKTATWERT DER 4. GALOPPSTUFE	RANG	VERSUCHSGRUPPE
Lorbas	3,6	1	Berggruppe
Atlas	4,8	2	Vergleichsgruppe
Gatsby	6,8	3	Vergleichsgruppe
Edgar Rakete	nicht teilgenommen		Berggruppe

Tabelle 8 Pferde mit <40% Vollblutanteil und ihre Zuordnung zu den Versuchsgruppen

PFERD	LAKTATWERT DER 4. GALOPPSTUFE	RANG	VERSUCHSGRUPPE
Cäsar	2,3	1	Vergleichsgruppe
Elliot	3,5	2	Berggruppe
Achat	3,8	3	Vergleichsgruppe
Filou	4,6	4	Berggruppe
Earl	5,1	5	Berggruppe
Domino	6,1	6	Vergleichsgruppe
Whisky	6,2	7	Berggruppe
Wotan	9,1	8	Vergleichsgruppe

Zusammenfassend ergab sich folgende Konstellation der Versuchsgruppen (Tabelle 9):

Tabelle 9 Verteilung der Pferde auf die Versuchsgruppen

BERGGRUPPE		VERGLEICHSGRUPPE	
Nr.11	Elliot	Nr.12	Domino
Nr.13	Filou	Nr.14	Achat
Nr.18	Earl	Nr.15	Cäsar
Nr.19	Whisky	Nr.16	Wotan
Nr.20	Lorbas	Nr.17	Atlas
Nr.22	Edgar	Nr.21	Gatsby

3.2.4 Trainingsinhalte der Trainingsabschnitte I-III

Grundsätzlich wurde ein „konventionelles“ Training für Vielseitigkeitspferde, wie es in der Praxis üblich ist und allgemein gültigen Regeln entspricht (FN, 1997; FN, 2000) durchgeführt (Vielseitige Ausbildung in den Disziplinen Dressur, Springen und Gelände). Alle Pferde bewältigten ein identisches Trainingsprogramm mit lediglich einer Variablen: den Bergtrainingstagen für die Berggruppe (n=6). Das Bergtraining fand zunächst im Schritt, in späteren Phasen auch im Trab, mit steigenden Anforderungen hinsichtlich Gesamtdauer, Frequenz der Bergauf-Phasen und Steigung statt. Parallel dazu wurde eine Vergleichsgruppe (n=6) an diesen Tagen in der Ebene trainiert. An den restlichen Wochentagen trainierten alle 12 Pferde gleich (vgl. Trainingsdurchführung). Die Gesamttrainingsdauer ist in 3 Trainingsabschnitte von jeweils 5 (6) Wochen Dauer eingeteilt.

Das Training fand nach Vorgabe durch einen Trainingsplan statt. Darin vorgesehen waren Trainingseinheiten in den Disziplinen Dressur, Springen, Geländereiten und für die Berggruppe Bergtrainingseinheiten. Jedes Pferd wurde einmal am Tag geritten. Die Dauer dieses Rittes stellt eine Trainingseinheit dar. Nähere Details über die Trainingsgestaltung und Ausbildung der Pferde können dem Kapitel 12.1.1 im Anhang entnommen werden.

3.2.4.1 Trainingsabschnitt I

In den ersten Wochen lag der Schwerpunkt auf der Ausbildung in der Dressur. Zusätzlich sollte einmal pro Woche für die Disziplin Springen oder Geländereiten (Geländesprünge) trainiert werden (Tabelle 10).

Allen 12 Pferden wurde das gleiche Trainingsprogramm vorgeschrieben, das heißt es wurde für die Gesamtheit der Pferde vorgegeben, wieviel disziplinspezifisch in welchen Grundgangarten und auf welchem Terrain trainiert wird. Zweimal pro Woche stand ein 60-minütiger Schrittausritt auf ebenem Terrain (wie man es in Warendorf vorfindet, ohne nennenswerte Steigungen) an.

Die Aufteilung in Berg- und Kontrollgruppe wies folglich im ersten Trainingsabschnitt noch keine Merkmale auf, die das Training der Bergpferde von dem der Vergleichspferde unterschied (Vgl. Wochentrainingspläne).

Tabelle 10 **Identischer Wochentrainingsplan für die Versuchsgruppen in Trainingsabschnitt I**

	BERGGRUPPE	VERGLEICHSGRUPPE
Montag	Schrittausritt	Schrittausritt
Dienstag	Parcours/ Gelände	Parcours/ Gelände
Mittwoch	Dressur	Dressur
Donnerstag	Schrittausritt	Schrittausritt
Freitag	Dressur	Dressur
Samstag	Dressur	Dressur
Sonntag	Freilaufen in Halle/Paddock, Longe	Freilaufen in Halle/Paddock, Longe

*Fettdruck weist auf Variable in TA II und III hin

3.2.4.2 Trainingsabschnitt II

In diesem Trainingsabschnitt erhielten die Versuchsgruppen an 2 Wochentagen unterschiedliche Trainingsinhalte (Tabelle 11), während das konventionelle Training an normalen Trainingstagen für alle 12 Pferde erhalten blieb. Die einzigen Tage, an denen nicht alle Pferde gleich trainiert werden sollten, waren folglich die Bergtrainingstage: Dann absolvierten die Bergpferde ihr Pensum am Berg, während die Vergleichsgruppe ein Training im freien und ebenen Gelände oder ein Dressurtraining durchführte. (vgl. Tabelle 13). Damit die unterschiedlichen Trainingsinhalte (Bergtraining und konventionelles Training in der Ebene) nicht zu

extrem unterschiedlichen Intensitäten beider Versuchsgruppen führten, wurden die Herzfrequenzkurven und ihre Verteilung verglichen. Dies gelang mit Hilfe der Polar Precision Performance Software®.

Tabelle 11 Wochentrainingsplan für den Trainingsabschnitt II mit der Variablen Bergtraining

	BERGGRUPPE	VERGLEICHSGRUPPE
Montag	Bergtraining	Dressur
Dienstag	Parcours/ Gelände	Parcours/ Gelände
Mittwoch	Dressur	Dressur
Donnerstag	Bergtraining	Dressur
Freitag	Dressur	Dressur
Samstag	Dressur	Dressur
Sonntag	Freilaufen in Halle/Paddock, Longe	Freilaufen in Halle/Paddock, Longe

*Fettdruck weist auf Variable in TA II und III hin

3.2.4.3 Trainingsabschnitt III

Im letzten Trainingsabschnitt wurde die Frequenz der Trainingseinheiten Springen (Parcours) und Geländereiten für beide Gruppen gleichermaßen gesteigert (Tabelle 12). Auch innerhalb einer Trainingseinheit wurden mehr Sprünge getätigt und höhere Anforderungen gestellt.

Tabelle 12 Wochentrainingsplan für den Trainingsabschnitt III mit der Variablen Bergtraining

	BERGGRUPPE	VERGLEICHSGRUPPE
Montag	Bergtraining	Dressur
Dienstag	Dressur	Dressur
Mittwoch	Parcours/ Gelände	Parcours/ Gelände
Donnerstag	Bergtraining	Dressur
Freitag	Parcours/ Gelände	Parcours/ Gelände
Samstag	Dressur	Dressur
Sonntag	Freilaufen in Halle/Paddock, Longe	Freilaufen in Halle/Paddock, Longe

*Fettdruck weist auf Variable in TA II und III hin

3.2.5 Trainingsdurchführung

Das Training fand vormittags zwischen 8 - 12 Uhr und nachmittags zwischen 15 - 18 Uhr statt.

Zu Beginn der Testphase ist jedes Pferd per Los einem Reiter zugewiesen worden. Die vorgesehene Dauer einer jeden Trainingseinheit (Dressur, Springen, Geländereiten) betrug 60 Minuten.

In ihr enthalten waren Aufwärmphase (1), Arbeitsphase (2) und Erholungsphase (3).

Aufwärmphase

Eine Trainingseinheit begann mit dem Aufsitzen und Schrittreiten. Auf Schritt folgte ein Aufwärmen in allen drei Grundgangarten das sich in Dauer und Intensität nach dem/den folgenden Schwerpunkt(en) und Trainingszielen richtete.

Berücksichtigung fand hier auch die Notwendigkeit mal mehr und mal weniger Lösungsarbeit zu leisten. Im Anschluss ging es dann nach einer Aufwärmphase von 10 bis 20 Minuten Dauer in die Arbeitsphase über.

Arbeitsphase

Die Dauer der Arbeitsphase variierte zwischen 30 und 50 Minuten. Hier wurde vornehmlich im Trab und Galopp gearbeitet.

Grundsätzlich fanden im Anhang aufgeführte Grundübungen (12.1.1) Anwendung. Das Absolvieren von Springübungen gehörte ebenfalls in diesen Zeitraum.

Erholungsphase

Abschließend wurden die Pferde mindestens zehn Minuten Schritt geritten bis Puls und Atmung wieder im Normalbereich waren.

3.2.6 Dokumentation der Trainingseinheiten

Dauer, Inhalt und Intensität einer jeden Trainingseinheit wurden auf einem täglich auszufüllenden Protokoll für jedes Pferd dokumentiert (12.1.4). Dieses Protokoll wurde von jedem Reiter persönlich nach dem Reiten ausgefüllt. Zusätzliche Informationen über Belastungsdauer und Intensität boten die täglich aufgezeichneten Herzfrequenzen.

3.2.7 Das Trainingsprogramm an den Bergtrainingstagen

Das Bergtraining wurde ausschließlich während der Trainingsabschnitte II und III und mit den Pferden der Berggruppe durchgeführt. Die Vergleichspferde erhielten eine genaue Vorgabe wieviel sie geritten werden mussten. Diese Vorgabe orientierte sich an der Intensität des Bergtrainings. Angaben darüber finden sich in Tabelle 13.

Tabelle 13 Umfang, Intensität und Inhalt der Trainingseinheiten an den Bergtrainingstagen
(nicht angegeben ist die Steigung am Berg)

TRAININGSABSCHNITT	BERGGRUPPE	KONTROLLGRUPPE
I.1 (17.12.2001 – 17.01.2002)	<u>60 min im Gelände in Warendorf</u> Schritt	<u>60 min Dressur</u> Schritt 40 min Trab 20 min
II.1 (28.1., 30.1., 4.2., 7.2., 13.2.2002)	<u>55 bis 80 min am Berg</u> Schritt	<u>60 min Dressur</u> Schritt 35 min Trab 20 min Galopp 5 min
II.2 (15.2., 20.2., 22.2., 26.2., 28.2.2002)	<u>90 min am Berg</u> Schritt Trab 20-30 min (15 min bergauf)	<u>60 min Dressur</u> Schritt 30 min Trab 20 min Galopp 10 min
III.1 (12.3., 15.3., 18.3., 21.3., 25.3.2002)	<u>85-100 min am Berg</u> Schritt	<u>60 min Dressur</u> Schritt 25 min Trab 20 min Galopp 15 min
III.2 (28.3., 2.4.2002)	<u>90-100 min am Berg</u> Schritt, Trab 5-10 min bergauf	<u>60 min Dressur</u> Schritt 20 min Trab 20 min Galopp 20 min
III.3 (5.4., 8.4., 11.4., 15.4., 18.4.2002)	<u>90-105 min am Berg</u> Schritt, Trab 15 min bergauf	<u>60 min Dressur</u> Schritt 20 min Trab 15 min Galopp 25 min

Die Tabelle 14 vergleicht die Schrittrainingstage in der Ebene (Trainingsabschnitt I) und die Bergtrainingstage in den Trainingsabschnitten II und III.

Tabelle 14 Vergleich der Bedingungen an den Schritttagen im TA I und den Bergtrainingstagen in den TA II und III

TRAININGSABSCHNITT	I	II	III
Steigung Prozent	0	5-11	6-17
Dauer der Trainingseinheiten in Minuten	60	55 - 90	85-105
Intensität	Schritt	Schritt und Trab	Schritt und Trab
Bodenverhältnisse	Asphalt, Sand, Wald	Schotter	Schotter und Wald
Zur Verfügung stehende Streckenlänge km	>10	2,7	2,5
Frequenz x/Woche	2	2	2

3.2.8 Organisation, Topografie, Durchführung und Dokumentation des Bergtrainings

Organisation

Der Transport der Pferde (25-40 Minuten) fand mit einem Lkw, in Ausnahmefällen mit Pkws und Pferdeanhängern statt.

Topografie (siehe auch 12.1.5)

Es wurden schotterbefestigte Wege im Teutoburger Wald (Staatsforst Palsterkamp) ausgewählt, die auch im Winter ein Bereiten zulassen. Eine Ausnahme bildete der letzte Trainingsabschnitt (III): dort führte Route 2 über natürlich gewachsenen Waldboden.

Um die Steigungen zu variieren wurden verschiedene Wege beritten.

Während des Trainingsabschnittes II ging es über den Sahlbrinksweg hinauf zur Steinegge (266 m Höhe). Hier bewältigten die Pferde Steigungsabschnitte von bis zu 11% mittlerer Steigung auf einer Teilstrecke.

Im Trainingsabschnitt III führten die Wege auf eine maximale Höhe von 314 m. Die Steigungen auf den einzelnen Bergteilstrecken reichten von 6 bis 17%.

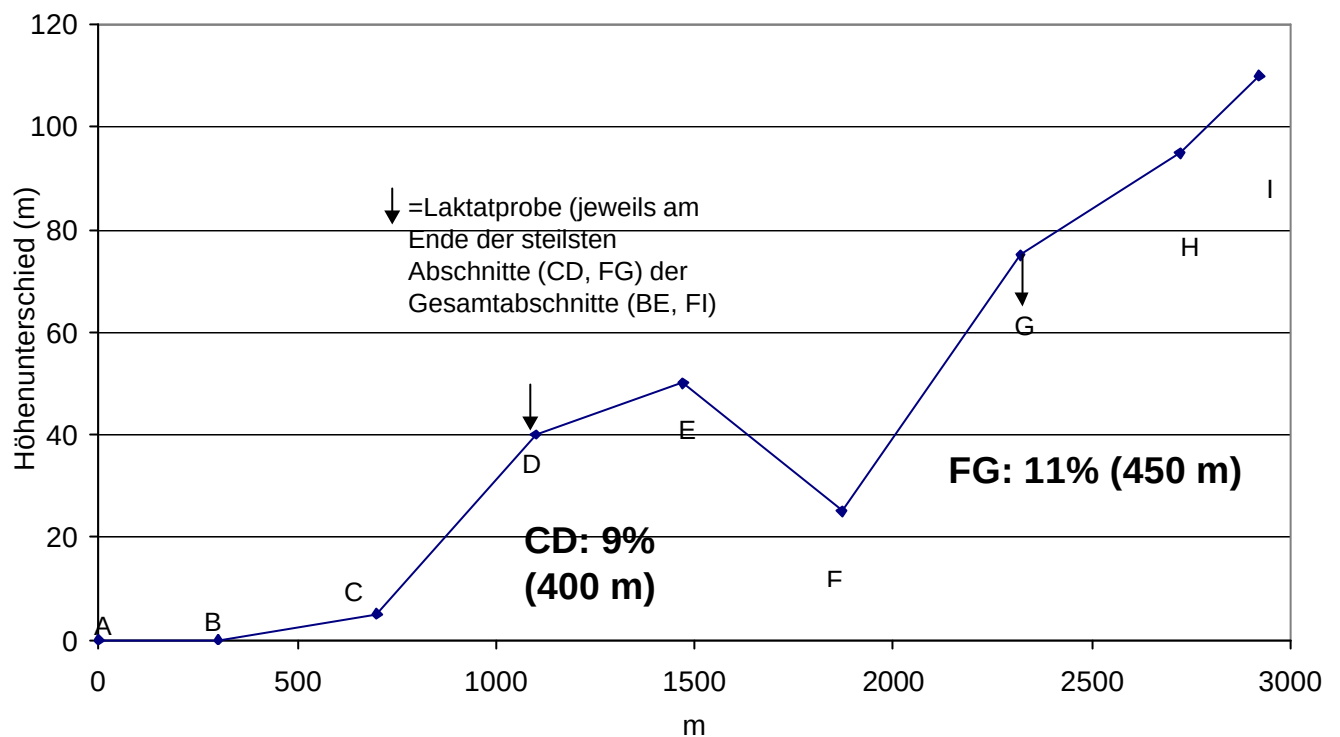


Abbildung 5 Sektion 1 (CD), 2 (FG) und 3 (GH) im Bergprofil, Trainingsabschnitt II, Legende A-I siehe Tabelle 39 und Abbildung 18

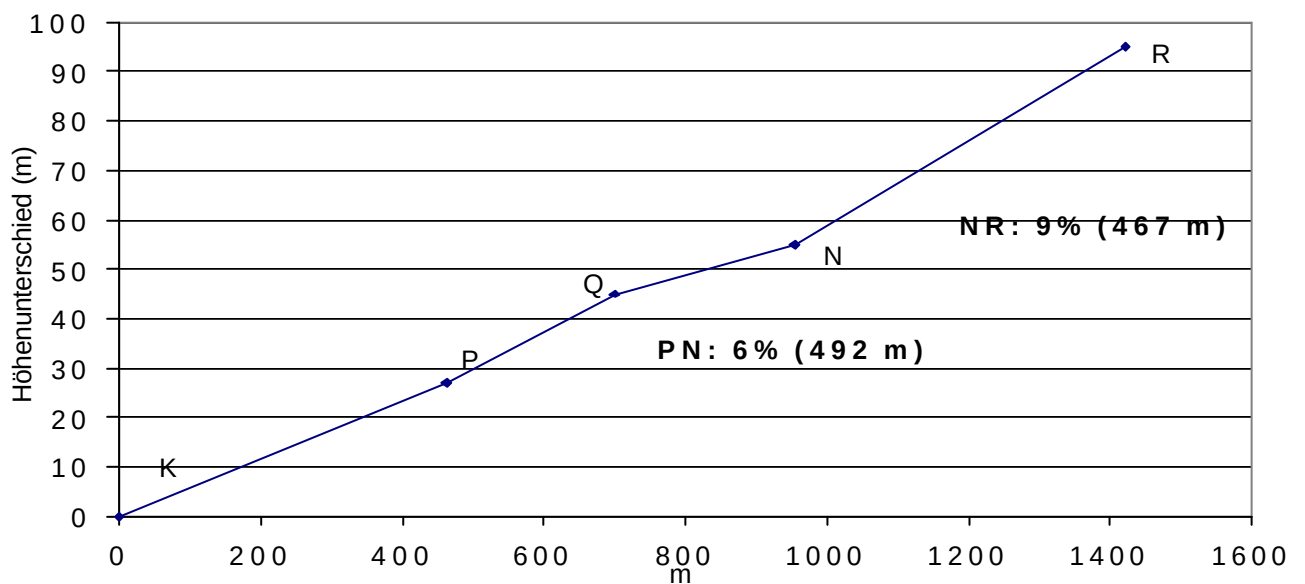


Abbildung 6 Sektion 4 (PN) und 5 (NR) im Bergprofil, Grafensundernweg, Route 1, Trainingsabschnitt III, Legende K-R siehe Tabelle 40 und Abbildung 19.

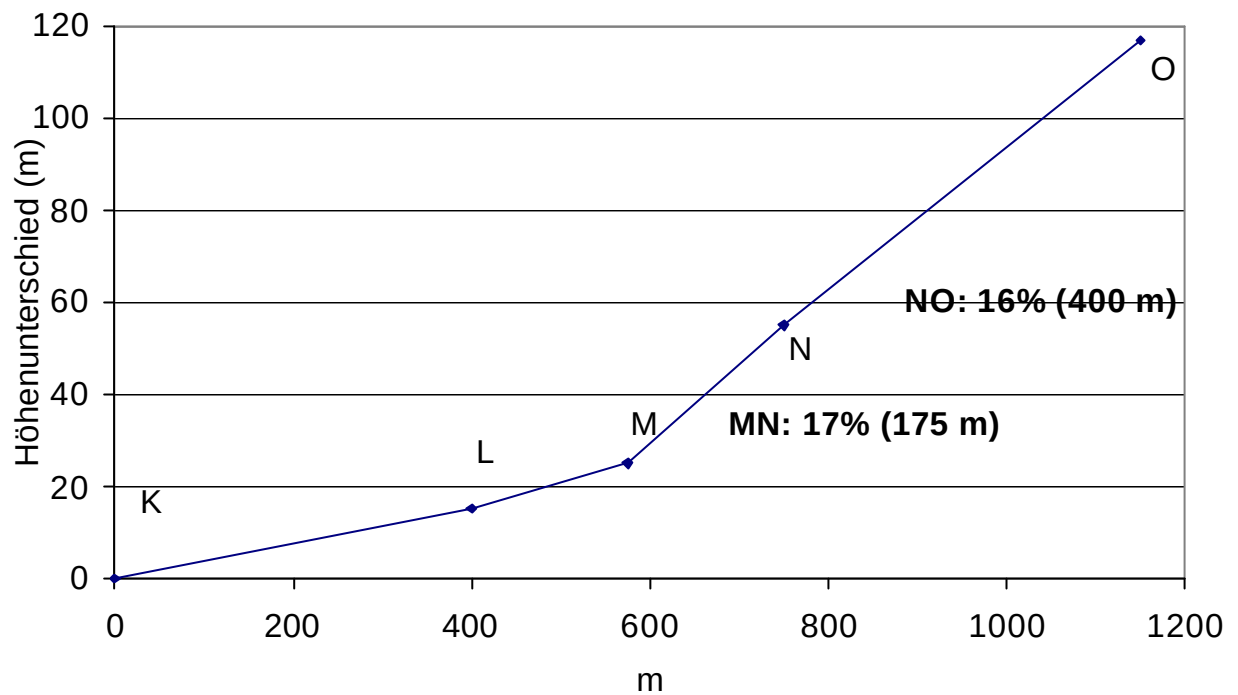


Abbildung 7 Sektion 6 (MN) und 7 (NU) im Bergprofil, Steilweg, Route 2, Trainingsabschnitt III,
Legende siehe Tabelle 41 und Abbildung 19

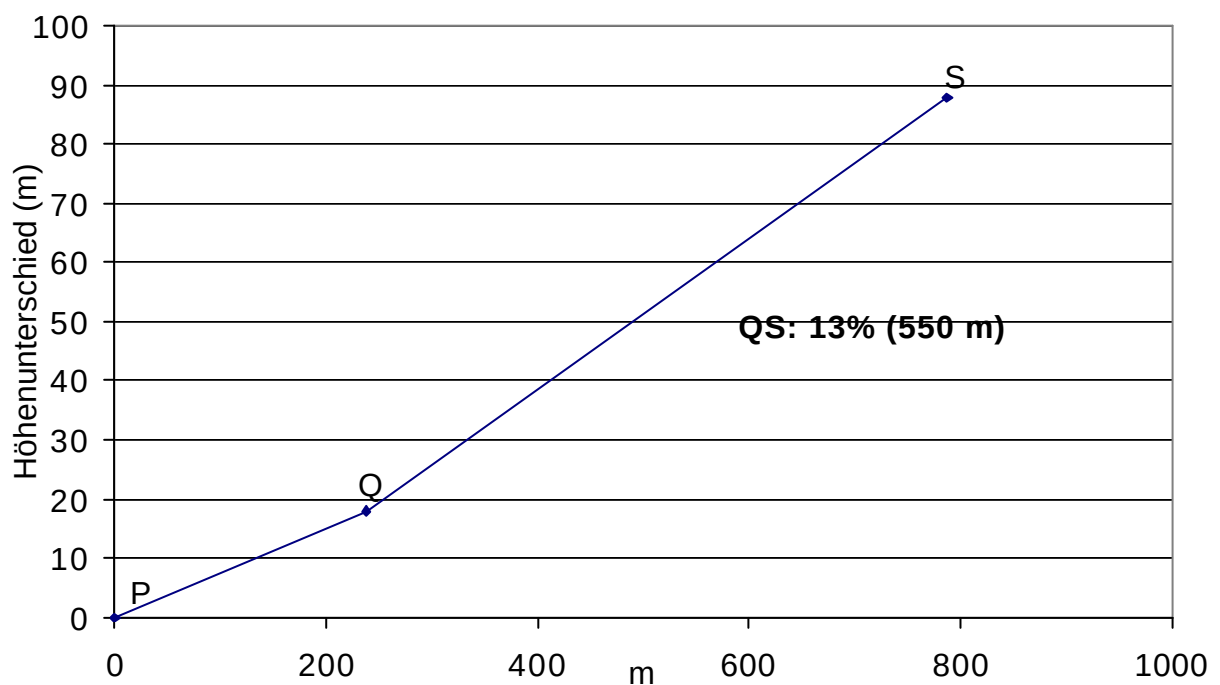


Abbildung 8 Sektion 8 (QS) im Bergprofil, Langengrundweg, Route 3, Trainingsabschnitt III,
Legende siehe Tabelle 41 und Abbildung 19

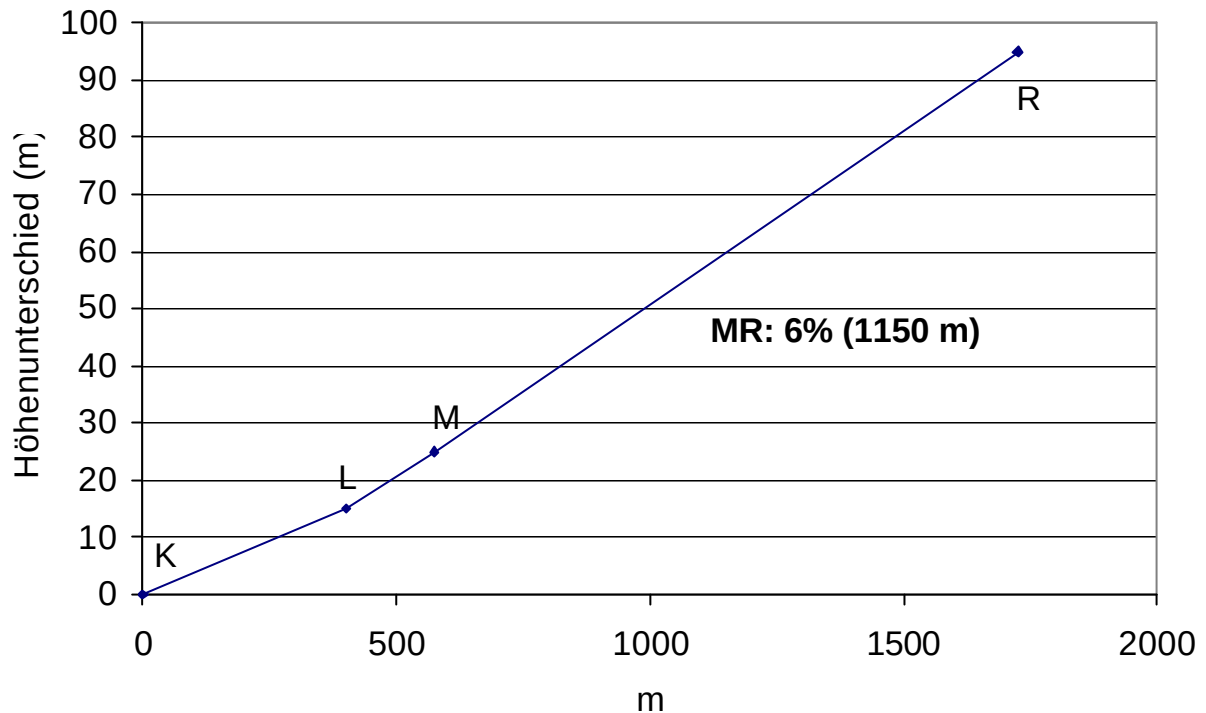


Abbildung 9 Sektion 9 (MR) im Bergprofil, Hermann-Wesseler-Weg, Route 4, Trainingsabschnitt III, Legende siehe Tabelle 41 und Abbildung 19

Weitere Details über die Topografie sind dem Anhang zu entnehmen (Tabelle 40 und folgende).

Durchführung

Das Bergtraining wurde im Schritt und im Trab geritten. Die Anforderungen wurden hinsichtlich Gesamtdauer, Frequenz der Bergauf-Phasen und Steigung der Bergabschnitte kontinuierlich erhöht (Tabelle 13).

Die Pferde wurden immer in einer Gruppe geritten. Dadurch sollte sichergestellt werden, dass alle Pferde im gleichen Tempo eine Bergauf-Phase bewältigten. Außerdem wurde unter diesen Umständen der geringste äußere Einfluss auf die Herzfrequenzmessung erwartet.

Dokumentation des Bergtrainings

Trainingszeiten, Umweltbedingungen und Trainingsintensitäten (Schritt oder Trab) wurden protokollarisch festgehalten. Dieses Protokoll ist zur Veranschaulichung im Anhang abgebildet.

3.2.9 Trainingsüberprüfung / -monitoring

Eine regelmäßige Leistungskontrolle der Pferde im Training erfolgte über

- a) Stufenbelastungstests auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband
- b) Herzfrequenzaufzeichnungen während des Trainings
- c) Laktatmessungen während des Bergtrainings

3.2.9.1 Stufenbelastungstest auf einem Hochgeschwindigkeitslaufband

Vor und nach den Trainingsabschnitten fanden im Abstand von 6 (7) Wochen die Stufenbelastungstests auf dem Hochgeschwindigkeitslaufband (Mustang®, Kagra, Schweiz, maximale Geschwindigkeit des Gerätes: 14,5 m/s, maximale Steigung des Gerätes: 11%) statt. Während des Tests wurden Herzfrequenz und Laktat in Anlehnung an frühere Arbeiten gemessen. (HENNING, 2001; LEWING, 2001) Diese Parameter haben sich in Stufentests als geeignete Mittel zur Überprüfung der Ausdauerleistungsfähigkeit erwiesen.

Stufentest I stellte den Einstieg zu dieser Studie dar. Im Anschluss an die Trainingsabschnitte I bis III folgte jeweils ein Stufentest (II bis IV).

Die Pferde waren durch vorausgegangene Untersuchungen (HELMOLD, unveröffentlicht; Thema: Herzfrequenz und Verhalten von Warmblutpferden in der Anreitphase und zu Beginn der Ausbildung) bereits vertraut mit dem Laufband. Zur Wiedergewöhnung wurde jedes Pferd am Vortag der Tests einmal auf das Laufband gestellt. Dabei liefen die Pferde 4 Minuten Schritt, 4 Minuten Trab und 2 Minuten Galopp.

3.2.9.1.1 Aufbau

Die Vor- und Nachbereitung der Pferde für die Tests entsprach der in Vorgängerarbeiten (SCHÄFER, 2000). Lediglich die Anzahl der Stufen und die Dauer der Galoppstufen wurde variiert: Zum Ende des Untersuchungszeitraumes wurde ein hohes Leistungspotenzial von den Pferden erwartet. Aus diesem Grund wurden die Anforderungen von 3 Galoppstufen à 4 Minuten auf 5 Galoppstufen à 4 Minuten erhöht.

Die Steigerung der Laufgeschwindigkeit von Stufe zu Stufe betrug im Galopp 1m/s. Dies führte zu einer Geschwindigkeit von 10,5 m/s in der letzten (5.) Stufe.

Aufgrund der unterschiedlichen Leistungsfähigkeit und Leistungsbereitschaft wurde nicht von jedem Pferd verlangt die letzte Stufe vollständig zu absolvieren.

Zeigte der Testkandidat nach dreimaligem Auffordern mit Stimme und Gertenhilfen keine Leistungsbereitschaft mehr, stieg die Herzfrequenz überproportional stark an oder fiel das Pferd kontinuierlich auf dem Laufband zurück, wurde der Test abgebrochen.

Detaillierte Informationen über die Zusammensetzung und Anforderungen des Stufentestes veranschaulichen Tabelle 15 und Abbildung 10.

Tabelle 15 Schematischer Aufbau Stufenbelastungstest

	Vorb.	Hauptbelastung						Nach Belastung					
Gangart	Schritt	Trab	Galopp					Schritt					
Steigung %	3							0					
Dauer der Belastungsstufe min	6	4	4	4	4	4	4	15					
Tempo m/s	1,5	3,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	1,5					
Tempo m/min	90	210	390	450	510	570	630	90					
Strecke m	540	840	1560	1800	2040	2280	2520	1350					
m/ Gangart	540	840	10200					1350					
Summe m	540	1380	2940	4740	6780	9060	11580	12900					
Gesamt-minuten	6	10	14	18	22	26	30	32	34	36	38	40	45

Vorb.= Vorbelastung

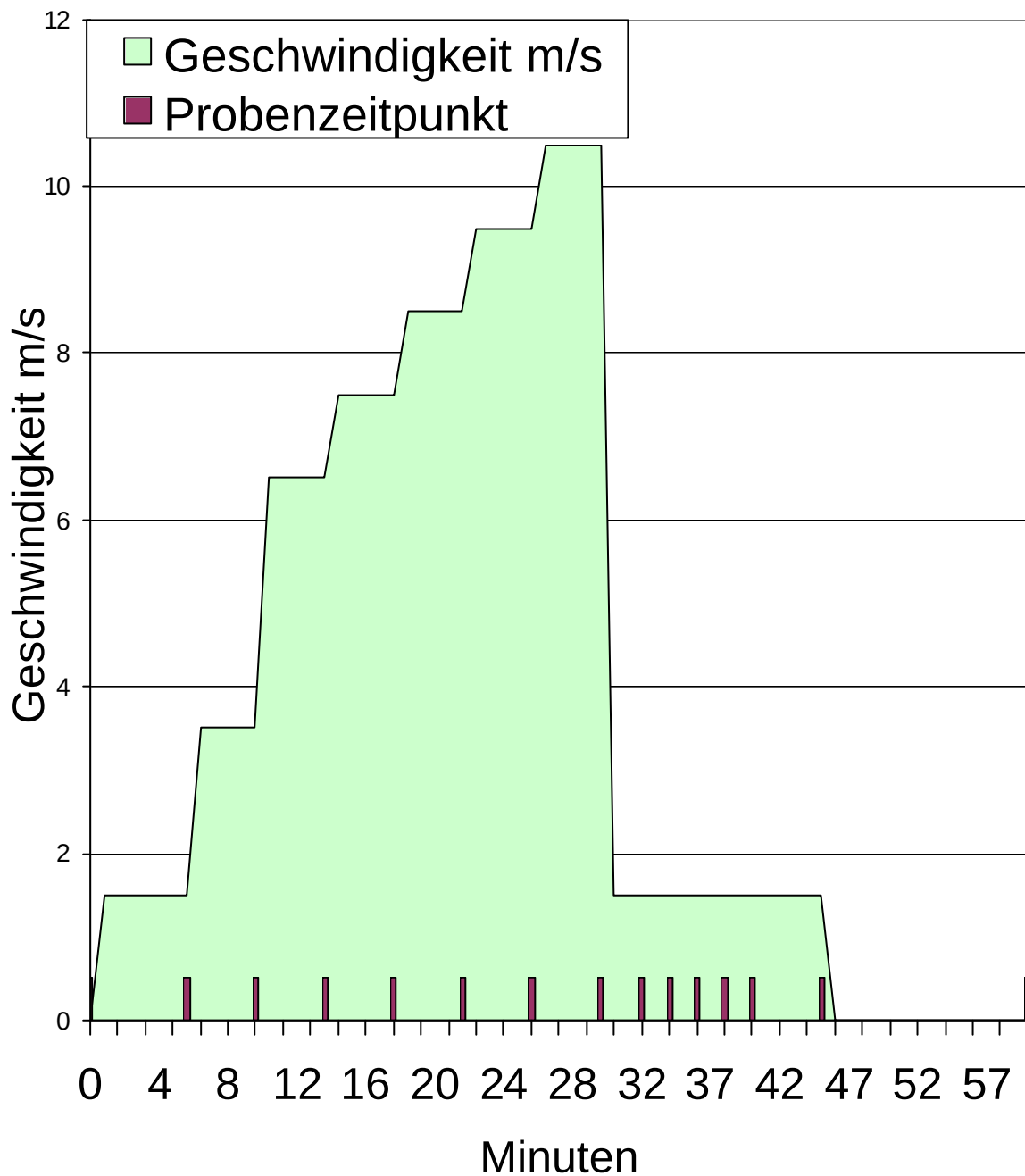


Abbildung 10 Stufenschema und Probenzeitpunkte zur Laktatbestimmung

3.2.9.2 Körpergewicht

Vor und nach jedem Stufentest wurde das Körpergewicht eines jeden Testkandidaten mittels einer im Stall installierten Viehwaage (Modell: AG 500 OL, Fa. TRUTEST, Neuseeland) ermittelt. Die Ergebnisse befinden sich im Anhang (12.1.5).

3.2.9.3 Herzfrequenzmessung

Die Herzfrequenz wurde

- a) grundsätzlich bei jeder Trainingseinheit,
 - b) während des Turnierstarts in der Geländepferdeprüfung
- und darüber hinaus wie in früheren Dissertationen der FAL Mariensee (SCHÄFER, 2000; LEWING, 2001; LANGHORST, 2003)
- c) bei den Stufenbelastungstests gemessen.

Die Herzfrequenzmessungen wurden mit Hilfe der Polar Horsetrainer®-Serie durchgeführt.

Die Ausrüstung bestand aus einem Sender, inklusive zweier Elektroden sowie einem Empfänger in Form einer Armbanduhr (Polar Horsetrainer Advanced™, Polar HorseXTrainer Plus™). Die erste Elektrode wurde auf Widerristhöhe unter den Sattel (beim Stufentest entsprechend unter den Gurt) gelegt, die zweite wurde auf der linken Körperseite auf Herzhöhe unter dem (Sattel-)Gurt befestigt.

Die Signale wurden vom Sender aufgenommen und an den Empfänger telemetrisch weitergeleitet. Während der Bergtrainings- und sonstigen Trainingseinheiten wurde die Herzfrequenz im 15-Sekunden-Intervall, während der Stufenbelastungstests im 5-Sekunden-Intervall aufgezeichnet.

Die Empfänger konnten über ein Interface der Firma Polar auf einem Computer ausgelesen werden. Dort wurden die Daten mit Hilfe einer speziellen Software (Polar Precision Performance™) weiterverarbeitet.

3.2.9.4 Laktatproben

Laktatwerte wurden während

- a) der Stufentests,
- b) des Bergtrainings und
- c) der Turnierprüfung erhoben.

Auf Probenentnahme zur Laktatbestimmung wurde während sonstiger Trainingseinheiten verzichtet.

Blutentnahme- und Analyseverfahren sind im Folgenden näher erläutert.

3.2.9.4.1 *Blutentnahme Bergtraining*

Die Blutentnahme erfolgte durch Punktion der Vena jugularis externa mit sterilen Einmalspritzen (20 ml) und sterilen Einmalkanülen (20 G, 40 mm Stichlänge). Die Proben wurden sofort vor Ort pipettiert.

Die Blutproben wurden stichprobenartig im Verlaufe des Bergtrainings genommen. (13.2., 28.2., 15.3., 28.3., 18.4.2002)

Die erste Probe wurde kurz vor dem Ritt auf dem Parkplatz gezogen. Sie diente als Ausgangswert. Die nächsten Proben wurden immer am höchsten Punkt des zu bewältigenden Bergabschnittes genommen. Zum Zeitpunkt der maximalen Anstrengung sollte der Laktatgehalt im Blut gemessen werden.

Abschließend wurde auf dem Parkplatz die letzte Probe genommen. Die Pfeile in Abbildung 3 kennzeichnen die Blutentnahmepunkte.

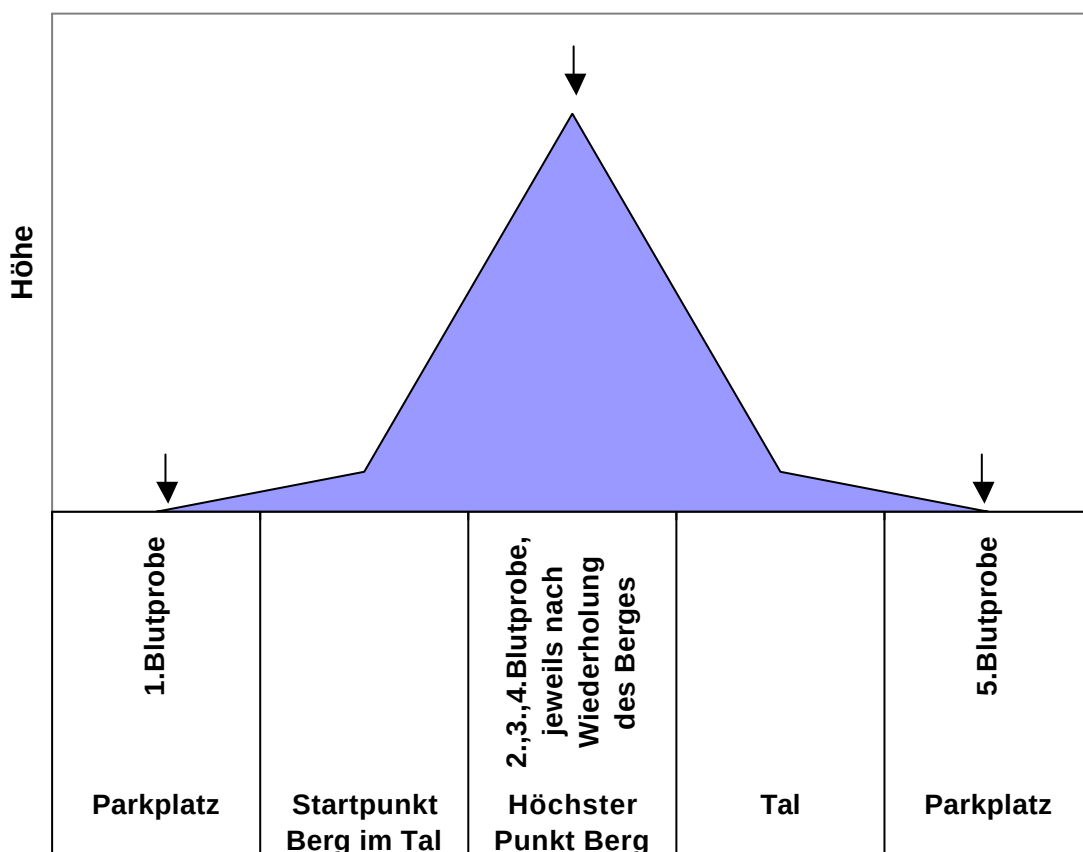


Abbildung 11 Schema zur Blutprobenentnahme während des Bergtrainings

3.2.9.4.2 *Blutentnahme Stufentest*

Jedes Pferd wurde eine Stunde vor Beginn des Testes mit einem Verweilkatheter der Firma Braun (16 G, 70 mm Stichlänge) katheterisiert. Zuvor erfolgten Rasur, Reinigung und Desinfektion der Stichstelle (Vena jugularis externa, rechte Halsseite) mit einem Desinfizienz (Alkohol, 70%). Der Katheter wurde kopfwärts geschoben und mit einem Knopfheft fixiert. Zur Blutentnahme in der Bewegung auf dem Laufband wurde eine 140 cm lange Verbindungsleitung an den Katheter angeschlossen. Die restlichen Proben wurden durch Öffnen und Schließen des Mandrins ohne Verlängerung gewonnen. Bei Entnahme auf dem Laufband wurden die ersten 25 ml einer Probe verworfen; die Probenentnahme selber geschah mit einer sterilen Einwegspritze. Vor und nach Entnahme wurde die Leitung mit 0,9%iger Kochsalzlösung gespült, anschließend Katheter und Schlauch wieder verschlossen. Diese Vorgehensweise hatte sich in diversen Arbeiten in der FAL Mariensee (OKONEK, 1998; SCHÄFER, 2000; LEWING, 2001; LANGHORST, 2003) bewährt und ist dort näher beschrieben.

Die folgende Tabelle 19 gibt einen Überblick wie viel Proben und zu welchen Zeitpunkten die Proben gezogen wurden.

Tabelle 16 Blutentnahmeplan für den Stufentest

Probe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Probenzeitpunkt in Minuten nach Start	0	6	10	14	18	22	26	30	32	34	36	38	40	45	60	90	150
Geschwindigkeit m/s	0	1,5	3,5	6,5	7,5	8,5	9,5	10,5	1,5						0		
		Belastungsphasen															

3.2.9.4.3 *Blutentnahme Turnierprüfung*

Die Blutentnahme entsprach derjenigen anlässlich des Bergrainings durch Punktion.

Vorgesehen waren insgesamt acht Probenzeitpunkte. Die erste Probe fand ausschließlich bei den Forschungspferden morgens im Stall statt.

Die weiteren sieben Proben sollten die Laktatentwicklung im Zeitraum vor, während und nach dem Start beschreiben (3.2.10.2 und Abbildung 20).

3.2.9.4.4 *Analyseverfahren*

Zur Anwendung kamen Fertigtests zur Laktatgehaltsbestimmung (Diaglobal).

Die Bestimmung erfolgte direkt im venösen Blut, welches sofort in Einzelküvetten pipettiert wurde. In den Einzelküvetten war eine Pufferlösung (4-Chlorphenol 1,8 mmol/l, Natriumazid < 0,1%, PIPES-Puffer 20 mmol/l) vorpipettiert. Aus dieser Lösung wurde im Photometer die Extinktion E (0) bestimmt. Anschließend wurde eine Startreagenz (Lactatoxidase (LOD) >450 U/l, Peroxidase (POD) >750 U/l, 4-Aminophenazon 0,23 mmol/l) hinzugegeben. Der Laktatgehalt wurde über ein enzymatisches Verfahren (LOD-PAP-Methode) ermittelt: Laktat wird mit Hilfe von Lactatoxidase in Pyruvat und H₂O₂ umgewandelt. H₂O₂ reagiert mit 4-Aminophenazon und 4-Chlorphenol. Es entsteht Chinoniminfarbstoff unter Vermittlung von Peroxidase (POD). Mittels Laktat-Photometer (Diaglobal, Dr. Lange GmbH, mit einprogrammierten Berechnungsformeln) wurde die optische Dichte der Lösung bei einer Messwellenlänge von 520 nm bestimmt und daraus die Laktatkonzentration in mmol/l rechnerisch ermittelt. Zur Bestimmung der Wiederholbarkeit wurden Doppelmessungen durchgeführt, die einen Korrelationskoeffizienten von $r = 0,98$ ergaben. Jede 20. Probe wurde als Kontrollmessung durchgeführt. Dabei kam eine L-Laktat Standardlösung® (Boehringer, Mannheim, Nr. 125440, Konzentration 4,0 mmol/l) zur Anwendung.

3.2.9.4.5 *Auswertung der Stufentests mit winlactat® 2001 (Version 1.6.2.4)*

Die Software winlactat® 2001 stellt die Laktatwerte der einzelnen Stufen in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit grafisch dar. Als Ergebnis entsteht eine Laktatleistungskurve, anhand deren Verschiebung eine Veränderung abgelesen werden kann. Außerdem wird die Herzfrequenz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit aufgetragen.

Desweiteren berechnet die Software Geschwindigkeiten, bei denen bestimmte Laktatwerte, hier 2, 4, 6 mmol/l Laktat, erreicht werden. Diese werden V2, V4 und V6 genannt.

3.2.10 Turnierstart in Warmeloh

Aufgrund der übergeordneten Zielsetzung, die Pferde Ende des Jahres 2002 in einer Vielseitigkeit Klasse A an den Start zu bringen, fand im Rahmen dieser Arbeit im April 2002 der erste Start in einer Geländepferdeprüfung Klasse A statt.

Die ausgewählte Prüfung war offen ausgeschrieben anlässlich einer Pferdeleistungsschau mit Bezirks- und Kreismeisterschaften. Die offizielle Formulierung der Ausschreibung befindet sich im Anhang (12.1.8).

Die öffentliche Ausschreibung hatte den Hintergrund weitere Pferde aus privatem Besitz und von fremden Reitern für die Untersuchung zu gewinnen. Die Reiter und Besitzer wurden über die Risiken der Probengewinnung aufgeklärt.

Es sollte ein Vergleich der Fremdpferde mit den Forschungspferden erfolgen.

3.2.10.1 Anforderungen der Geländepferdeprüfung

Tabelle 17 Übersicht der Anforderungen in der Geländepferdeprüfung in Warmeloh

Streckenlänge	1400 m
Tempo	450 m/min
Bestzeit	3:07 min
Höchstzeit	6:14 min
Hindernisse / Kombinationen	11 / 1
Bodenverhältnisse	Heidesand / Grasboden

Bei den 11 Hindernissen (Tabelle 17) handelte es sich um einen Wasserkomplex mit Ein- und Aussprung, 2 Oxern und weiteren Naturhindernissen verschiedenen Charakters.

Die Pferde wurden größtenteils von ihren dauerhaft zugeteilten Bereitern geritten. Aus organisatorischen Gründen (jeder Reiter kann nur zwei Pferde an den Start bringen) wurden vier Pferde von externen Reitern geritten.

Herzfrequenzmessungen und Laktatmessungen wurden wie oben beschrieben durchgeführt.

3.2.10.2 Zeitlicher Ablauf und Organisation der Probengewinnung

Die Pferde wurden am Freitag vor dem Start von Warendorf nach Mariensee transportiert und eingestallt.

Samstag morgen 5:00 fand die Fütterung statt, 6:00 die 1. Blutprobe im Stall (nur bei den Forschungspferden). Im Anschluss wurden die Pferde zum Turnierplatz gefahren. Ein Laborbus stand zentral in der Nähe des Abreiteplatzes sowie der Start- und Ziellinie. Bei der Blutprobenentnahme arbeiteten immer 2 Personen (Tierarzt und Assistenz) zusammen. Die zweite Probe wurde zu Beginn der Abreitephase genommen. Die dritte unmittelbar vor dem Start.

Unmittelbar nach Durchreiten der Ziellinie entnahm der verantwortliche Tierarzt die Probe 4. Dann wurden die Pferde ausgetrabt und nach Probe 5 (4 Minuten nach Zieleinlauf) Schritt geritten. Nach Probe 6 (15 Min. nach Zieleinlauf) wurden die Pferde abgesattelt und geführt. In Anschluss an Probe 7 (30 Min. nach Zieleinlauf) wurde eine weitere Viertelstunde geführt. Auf dem Transporter wurde die letzte Probe (8, 60 Min. nach Zieleinlauf) genommen. Zur Vereinfachung wurde ein Protokoll, gleich einem Laufzettel, erstellt (Abbildung 20 im Anhang).

3.2.11 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte mit Hilfe der Programme Excel[®], SAS (Version 8) und winlactat[®] der Sportsoftware Hille GbRmbH, Clausthal-Zellerfeld.

Die erhobenen Daten aus den Herzfrequenz- und Laktatmessungen der Berg- und Vergleichsgruppe wurden mit Hilfe der Shapiro-Wilk-Statistik auf Normalverteilung überprüft. Alle Werte erwiesen sich als annähernd normalverteilt.

Die Mittelwerte (MW) und Standardfehler des Mittelwertes ($\pm$ SEM) dieser Daten wurden mit Hilfe der SAS-Prozeduren PROC MEANS und PROC UNIVARIATE berechnet.

Mittelwertvergleiche wurden mit Hilfe der SAS-Prozedur PROC TTEST durchgeführt.

Die Mittelwertdifferenzen der Trainingsumfänge zwischen der Berg- und Vergleichsgruppe wurden durch den t-Test für unabhängige Stichproben auf Signifikanz geprüft.

Für eine Regressionskurve, die den Herzfrequenzverlauf innerhalb eines Trainingsabschnittes widerspiegelt, wurde das Bestimmtheitsmaß R^2 mit Hilfe von Excel, Version 8.0 berechnet.

Der Vergleich beider Versuchsgruppen innerhalb eines Stufentests anhand der Mittelwertdifferenzen von Herzfrequenz, Laktat und Schwellenwert auf Signifikanz erfolgte durch den t-Test für unabhängige Stichproben.

Der Vergleich der Stufenbelastungstests innerhalb einer Versuchsgruppe wurde mit Hilfe des t-Tests für abhängige Stichproben durchgeführt.

Die grafische Darstellung der Herzfrequenzen und Laktatwerte aus dem Stufenbelastungstest sowie die Berechnung der Laktatleistungskurven, V2, V4 und V6 wurde durch das Programm winlactat® vollzogen.

Eine Aufarbeitung der Daten der Turnierprüfung (Herzfrequenz und Laktat) erfolgte getrennt für beide Versuchsgruppen und die Fremdperdegruppe. Dargestellt werden Mittelwerte (MW) und Standardfehler des Mittelwertes ($\pm$ SEM).

4. Ergebnisse

4.1 Auswertung aller Trainingseinheiten der Berg- und Vergleichsgruppe hinsichtlich Umfang und Intensität

Die Auswertung der Trainingseinheiten erfolgt getrennt von den Bergtrainingseinheiten (4.2), da diese einer besonderen Betrachtung unterzogen werden sollen. Lediglich in die Trainingsumfänge sind die Bergtrainingseinheiten mit einbezogen.

4.1.1 Trainingsumfang

Zunächst erfolgt eine Auswertung der tatsächlich durchgeführten Trainingseinheiten. Um ein vollständiges Bild der täglichen Arbeit aller Forschungspferde zu erhalten, wurde jede Trainingseinheit protokollarisch festgehalten (s. 12.1.4). Auf diesen Protokollen wurde die täglich gerittene Zeit, getrennt nach Grundgangarten, notiert.

Aus diesem Material wurden die Mittelwerte für die beiden Versuchsgruppen getrennt berechnet. Für den Trainingsabschnitt (TA) I erfolgte keine Gruppendifferenzierung, weil beide Gruppen in dem Zeitraum des TA I identisch trainiert wurden. Die Tabellen stellen Mittelwerte und Standardfehler von Trainingstagen, Trainingsumfang und Durchschnittsdauer in Minuten einer Trainingseinheit (TE) in den Trainingsabschnitten II und III dar.

Im Trainingsabschnitt II wurde während der 5 Wochen an insgesamt 30 (Berggruppe) bzw. 29 Tagen (Vergleichsgruppe) trainiert. In den 6 Wochen des dritten Trainingsabschnittes wurde an 32 Tagen trainiert. Ein Trainingstag entspricht einer Trainingseinheit.

Der Gesamttrainingsumfang zeigt für die Berggruppe in beiden Abschnitten einen statistisch signifikant höheren Zeitaufwand mit 1816 gerittenen Minuten (30,3 h) im ersten und 2235 gerittenen Minuten (37,3 h) im zweiten TA. Im Gegensatz dazu weist die Vergleichsgruppe mit 1613 (26,9 h) und 1811 Minuten (30,2 h) weniger Zeitaufwand aus.

Daraus ergibt sich ebenfalls eine statistisch signifikant höhere tägliche Durchschnittsdauer einer Trainingseinheit in beiden TA. Während für die Vergleichsgruppe die Durchschnittstrainingsdauer lediglich von 55 auf 56 Minuten anstieg, stieg die Dauer in der Berggruppe von durchschnittlich 61 auf 70 Minuten an.

Eine Differenzierung nach Grundgangarten verrät weitere Details des Trainingsaufbaus und der Trainingsintensität.

Durch die Aufteilung in die Grundgangarten Schritt, Trab und Galopp werden unterschiedliche Anteile am Gesamttrainingsaufwand verdeutlicht. Mit einer Ausnahme (Trab im TA II) weisen die Gruppen signifikant unterschiedliche Anteile pro Gangart auf.

Tabelle 18 Trainingsumfänge in Trainingsabschnitt II; Mittelwerte (MW) und Standardfehler ($\pm$ SEM)

	TRAININGSTAGE	TRAININGSUMFANG INSGESAMT (MIN)	DURCHSCHN.-DAUER EINER TE	SCHRITT INSGESAMT (MIN)	TRAB INSGESAMT (MIN)	GALOPP INSGESAMT (MIN)	DURCHSCHN.-DAUER SCHRITT/TE	DURCHSCHN.-DAUER TRAB/TE	DURCHSCHN.-DAUER GALOPP/TE
Berggruppe (n=5)	30	1816	61	1105	459	253	37	16	9
$\pm$ SEM	$\pm 0,24$	$\pm 14,9$	$\pm 0,21$	$\pm 22,42$	$\pm 14,19$	$\pm 13,09$	$\pm 0,55$	$\pm 0,44$	$\pm 0,5$
Vergleichsgruppe (n=5)	29	1613	55	781	490	342	27	17	12
$\pm$ SEM	$\pm 0,37$	$\pm 37,68$	$\pm 0,86$	$\pm 13,16$	$\pm 19,58$	$\pm 16,18$	$\pm 0,17$	$\pm 0,49$	$\pm 0,59$
Signifikante Gruppen- unterschiede	n.s.	**	**	***	n.s.	**	***	n.s.	**

n.s.= nicht signifikant, *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$)

Es wird zunächst in beiden Trainingsabschnitten ein großer Anteil Schritt an der Trainingseinheit bei den Bergpferden deutlich (37 und 44 Minuten gegenüber 27 und 21 Minuten in der Vergleichsgruppe). Für den dritten Trainingsabschnitt heißt dies anders ausgedrückt, dass die Berggruppe 110% mehr Schritt geritten wurde als die Vergleichspferdegruppe.

Im Trab zeigt sich im Trainingsabschnitt II kein deutlicher Unterschied zwischen den Gruppen. Im letzten Abschnitt differieren die Gruppen immerhin um 4 Minuten täglich mehr Trabarbeit für die Vergleichspferde.

Der Galoppanteil in den Trainingsabschnitten II und III zeigt eine Steigerung des durchschnittlichen, täglichen Galoppumfangs von 9 auf 11 Minuten in der Berggruppe, sowie von 12 auf 16 Minuten in der Vergleichsgruppe. In beiden TA wurden die Vergleichspferde folglich statistisch signifikant mehr galoppiert als die Bergpferde. In Trainingsabschnitt III bedeutet dies einen Mehraufwand Galopp von 45% für die Vergleichsgruppe gemessen an der Berggruppe. Schließlich bleibt festzustellen, dass das Bergtraining eine Komponente eines Trainingsmodells war, das sich auch in den Umfängen seiner weiteren Einzelkomponenten von dem zum Vergleich stehenden Trainingsmodell unterschied.

Tabelle 19 Trainingsumfänge in Trainingsabschnitt III; Mittelwerte (MW) und Standardfehler ($\pm$ SEM)

	TRAININGSTAGE	TRAININGSUMFANG INSGESAMT (MIN)	DURCHSCHN.-DAUER EINER TE	SCHRITT INSGESAMT (MIN)	TRAB INSGESAMT (MIN)	GALOPP INSGESAMT (MIN)	DURCHSCHN.-DAUER SCHRITT/TE	DURCHSCHN.-DAUER TRAB/TE	DURCHSCHN.-DAUER GALOPP/TE
Berggruppe (n=6)	32	2252	70	1425	485	343	45	15	11
$\pm$ SEM	$\pm 0,32$	$\pm 48,99$	$\pm 1,17$	$\pm 24,47$	$\pm 11,98$	$\pm 28,75$	$\pm 0,71$	$\pm 0,37$	$\pm 0,82$
Vergleichsgruppe (n=5)	32	1811	56	676	605	528	21	19	16
$\pm$ SEM	$\pm 0,24$	$\pm 24,42$	$\pm 1,06$	$\pm 17,69$	$\pm 4,19$	$\pm 7,18$	$\pm 0,67$	$\pm 0,21$	$\pm 0,26$
Signifikante Gruppen- unterschiede	n.s.	***	***	***	***	***	***	***	**

n.s.= nicht signifikant, *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$)

TE= Trainingseinheit

4.1.2 Herzfrequenzmessungen während der täglichen Arbeit

Routinemäßig wurde die Herzfrequenz in den Trainingsabschnitten II und III während jeder Trainingseinheit gemessen. Diese Maßnahme diente der Kontrolle über Trainingsdauer und –intensität. Anhand der aufgezeichneten Herzfrequenzdaten lässt sich die Durchschnittsherzfrequenz für einen bestimmten Trainingsteil ausmessen. Tabelle 44 im Anhang enthält für jedes Pferd errechnete Durchschnittsherzfrequenzen in den drei Grundgangarten und unter unterschiedlichen äußeren Gegebenheiten. Die Mittelwerte für die verschiedenen Trainingssequenzen liegen in Tabelle 20 vor. Für den Schritt wurden durchschnittliche Herzfrequenzen in der Reithalle zwischen 58 und 65 S/min ermittelt, während sie im freien Gelände erheblich mehr variieren und zwischen 67 und 89 S/min liegen.

Im Trab in der Reithalle liegen die Herzfrequenzen zwischen 87 und 111 S/min. Erwartungsgemäß liegen sie im freien Gelände höher und zwar zwischen 104 und 116 S/min.

Der Galopp wurde auf der Rennbahn während eines Trainingsausrittes bei einem ungefähren Tempo von 400 m/min gemessen. Hier variiert der Durchschnitt zwischen 115 und 131 S/min. Die Ergebnisse sind zusätzlich in Abbildung 12 in einer Grafik abgebildet.

Tabelle 20 Mittelwerte (MW) mit Standardfehler ($\pm$ SEM) der Herzfrequenzen (S/min) aller Versuchspferde in ausgewählten Trainingssequenzen beim Training in der Ebene

	Zahl der Pferde	Zahl der HF-Messungen	MW	$\pm$ SEM
Schritt in Halle	12	24	61,4	$\pm 0,8$
Schritt in Gelände	12	48	76,9	$\pm 1,3$
Trab in Halle	12	72	100,5	$\pm 0,9$
Trab in Gelände	12	23	109,4	$\pm 1,0$
Galopp in Gelände (ca. 400 m/min)	12	12	120,3	$\pm 1,6$

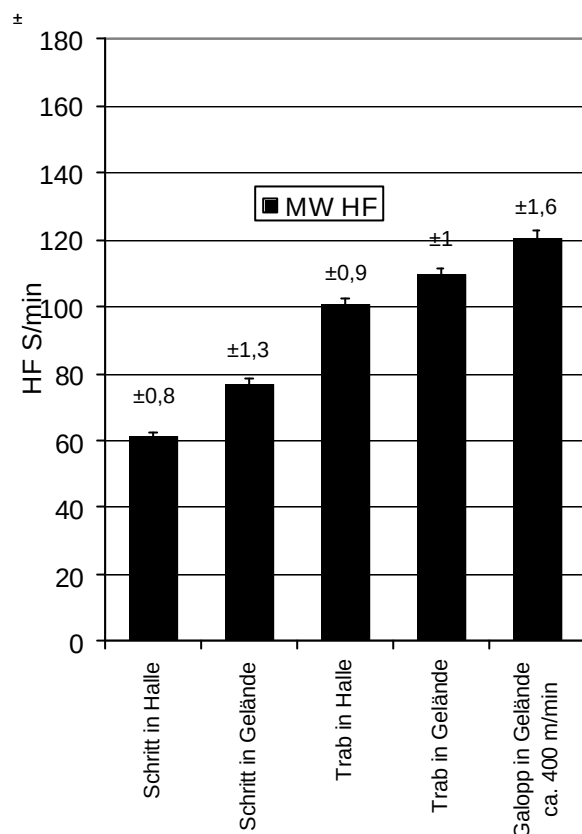


Abbildung 12 Mittlere Herzfrequenzen (MW HF) in verschiedenen Trainingssequenzen in der Ebene; N= 12 Pferde, Zahl in den Säulen= HF-Messungen insgesamt, Standardfehler (±SEM)

4.2 Auswertung der Bergtrainingseinheiten hinsichtlich Umfang und Intensität

4.2.1 Trainingsumfang der Bergtrainingseinheiten

Die Tabelle 21 sowie Abbildung 13 stellen dar, wie lange die Bergpferde im Schritt (Diagramm A) und Trab (Diagramm B) bergauf, bzw. bergab geritten wurden. In beiden Trainingsabschnitten dominiert der Schritanteil, insbesondere der Schritt in der Ebene und bergab. Trotzdem ist der Anteil an Schritt bergauf und in späteren Wochen eines jeweiligen TA der Anteil des Trab bergauf nicht unerheblich. Dies wird durch rund ein Drittel Anteil am Gesamttrainingsaufwand verdeutlicht. Trab wurde beide Male erst ab der 3. Woche geritten, um die Pferde langsam an die Anforderungen zu gewöhnen. Der Trabanteil wurde jeweils ab der dritten Trainingswoche gesteigert.

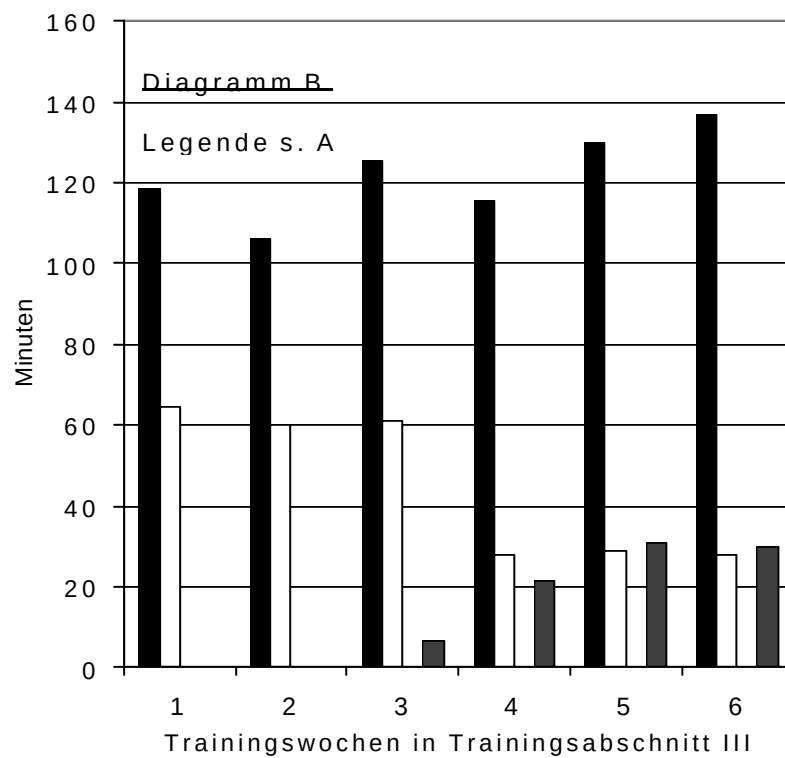
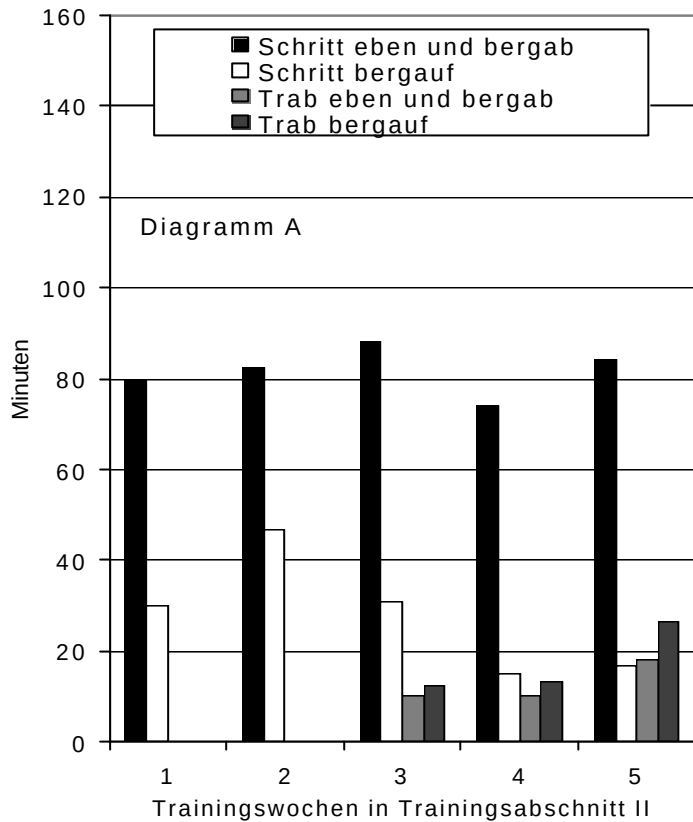


Abbildung 13 Umfang der Schritt- und Trab- sowie Bergauf- und Bergabanteile in Minuten während des Bergtrainings in Trainingsabschnitt II (Diagramm A) und III (Diagramm B)

Tabelle 21 Trainingsumfang (Minuten) der Bergtrainingseinheiten; Schritt- und Trabanteile getrennt nach Bergphasen (bergab, eben, bergauf)

TRAININGSABSCHNITT	WOCHE	SCHRITT EBEN UND BERGAB	SCHRITT BERGAUF	TRAB EBEN UND BERGAB	TRAB BERGAUF
II 28.01.-03.03.2002	1	80	30	-	-
	2	83	47	-	-
	3	88	31	10	13
	4	74	15	10	13
	5	84	17	18	27
III 10.03.-20.04.2002	1	119	65	-	-
	2	106	60	-	-
	3	125	61	-	7
	4	115	28	-	22
	5	130	29	-	31
	6	137	28	-	30

4.2.2 Herzfrequenzkurven während der Bergtrainingseinheiten

Die Herzfrequenzkurven am Berg sind durch die sofortige Reaktion der Herzfrequenz auf eine Steigungsänderung gekennzeichnet. Ein Anstieg der Herzfrequenz folgt innerhalb von Sekunden bei dem Wechsel von bergab zu bergauf und umgekehrt. Bei der Auswertung der Bergtrainingseinheiten fiel besonders auf, dass die Pferde in hintereinander folgenden Trainingseinheiten nahezu identische Herzfrequenzkurven an gleichen Steigungsabschnitten aufweisen konnten. Diese Ähnlichkeit der Kurven zeigt sich auch im Vergleich mehrerer Trainingseinheiten am gleichen Berg und unterschiedlichen Trainingstagen. Dies wird beispielhaft in Abbildung 14 dargestellt (im Anhang sind weitere Herzfrequenzverläufe an unterschiedlichen Steigungen abgebildet).

4.2.3 Herzfrequenz in Abhängigkeit vom Steigungsabschnitt (TA II und III)

Beim Bergtraining wurden verschiedene Steigungsabschnitte beritten (siehe 3.2.8). Die Auswertung der einzelnen Abschnitte erfolgt getrennt nach Steigungen, Streckenlänge und Tempo (Schritt in Tabelle 22 oder Trab in Tabelle 23). Einzelwerte sind in den Tabellen im Anhang (Tabelle 45 und folgende) aufgeführt.

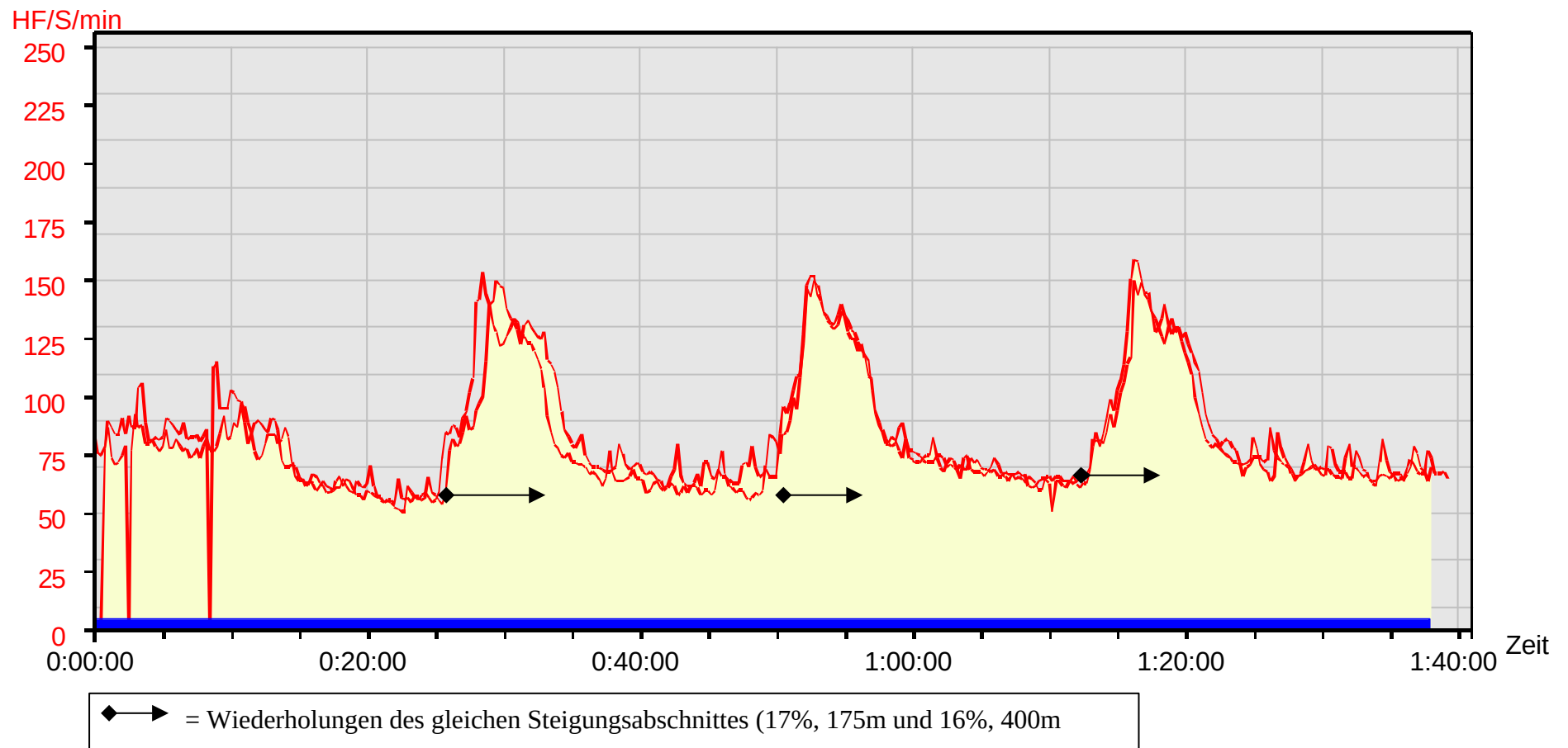


Abbildung 14 Zwei Herzfrequenzkurven an unterschiedlichen Trainingstagen des gleichen Pferdes (Earl am 18.03 und 21.03.2002). Beachte die große Übereinstimmung in den Bergphasen.

Tabelle 22 Mittelwerte (MW) der Herzfrequenzen (S/min) im Schritt an verschiedenen Steigungen mit unterschiedlicher Streckenlänge; Standardfehler ($\pm$ SEM)

STEIGUNG %	STRECKE m	Zahl der Pferde	Zahl der HF- Messungen	MW	$\pm$ SEM
5	400	6	14	87,9	$\pm$ 2,3
6	492	6	19	85,5	$\pm$ 1,9
6	1150	6	10	85,3	$\pm$ 2,3
9	400	6	61	95,1	$\pm$ 1
9	467	6	19	89	$\pm$ 2,5
11	450	6	42	97,2	$\pm$ 1,2
13	550	6	11	111,8	$\pm$ 2,1
16	400	6	114	121,5	$\pm$ 1,1
17	175	6	111	131,8	$\pm$ 1,1

Tabelle 23 Mittelwerte (MW) der Herzfrequenzen (S/min) im Trab (ca. 200 m/min) an verschiedenen Steigungen mit unterschiedlicher Streckenlänge; Standardfehler ($\pm$ SEM)

STEIGUNG %	STRECKE m	Zahl der Pferde	Zahl der HF- Messungen	MW	$\pm$ SEM
5	400	6	24	140,4	$\pm$ 2,7
6	492	6	48	134,1	$\pm$ 1,4
9	400	6	30	132,6	$\pm$ 2,1
11	450	6	32	141,6	$\pm$ 2,2
16	400	6	48	154,3	$\pm$ 1,6
16	400*	6	47	158,1	$\pm$ 1,8
17	175	6	47	153,8	$\pm$ 1,4

*vorheriges Stück wurde im Trab bewältigt, allen anderen Steigungen ging eine Erholungsphase im Schritt voraus

±

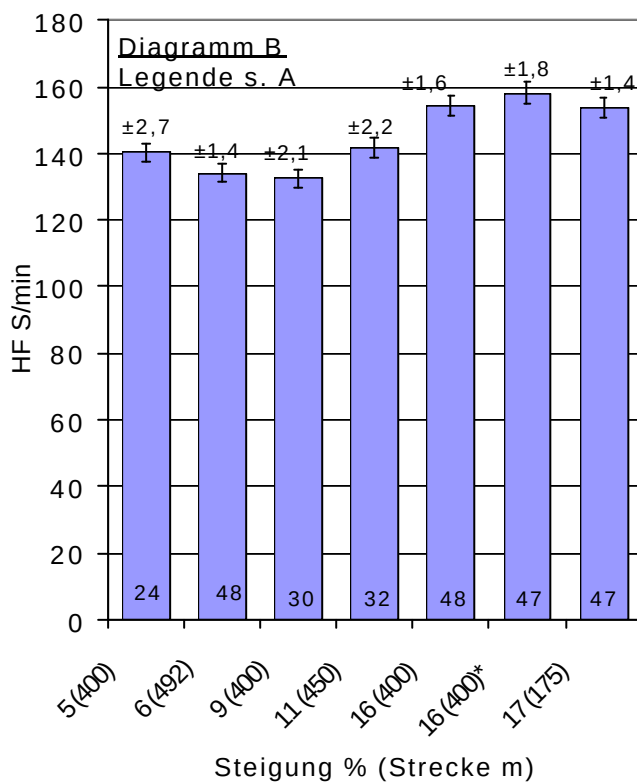
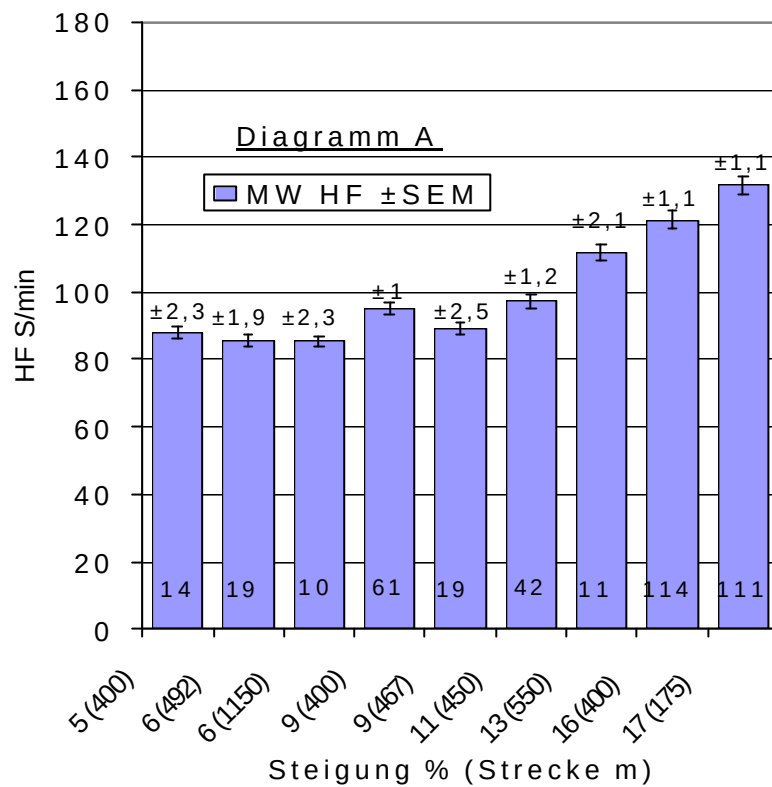


Abbildung 15 Mittlere Herzfrequenzen an verschiedenen Steigungen mit unterschiedlicher Streckenlänge im Schritt (Diagramm A) und im Trab (Diagramm B, Tempo ca. 200 m/min); N= 6 Pferde, Zahl in den Säulen= Stichproben insgesamt; *vorheriges Stück wurde im Trab bewältigt, allen anderen Steigungen ging eine Erholungsphase im Schritt voraus

Das Diagramm A der Abbildung 15 verdeutlicht die Veränderung der Herzfrequenz im Schritt in Abhängigkeit von der Steigung und Streckenlänge eines Steigungsabschnittes. Eine statistische Absicherung der linearen Abhängigkeit war aufgrund der Unterschiedlichkeit der einzelnen Steigungsabschnitte nicht möglich. Der Verlauf des Diagramms verdeutlicht jedoch eine progressive Zunahme der Herzfrequenz. Die niedrigsten Herzfrequenzen liegen bei 5 und 6 % Steigung im Durchschnitt zwischen 85,3 und 87,9 S/min. Die höchste Durchschnittsherzfrequenz wird bei 17 % Steigung gemessen (131,8 S/min).

Im Trab (Diagramm B der Abbildung 15) liegen die Herzfrequenzen erwartungsgemäß höher als an vergleichbaren Steigungsabschnitten im Schritt. Die niedrigste Durchschnittsherzfrequenz wird bei 9 % mit 132,6 S/min gemessen, die höchste Durchschnittsherzfrequenz bei 16 % (400 m) mit 158,1 S/min. In diesen Wert fließt noch der Umstand ein, dass vorher keine Erholungsphase eingebaut wurde, wie bei allen anderen Sequenzen, sondern der Steigungsabschnitt mit 17 % direkt vorher getrabt wurde. Allerdings liegen die Durchschnittswerte der vergleichbaren Steigungsabschnitte mit 16 und 17 % nicht weit entfernt (154,3 und 153,8 S/min).

Ein Vergleich der mittleren Herzfrequenzen, gemessen während definierter Trainingssequenzen in der Ebene (Abbildung 12), mit den Bergherzfrequenzen reiht den Schritt bei geringer Steigung von 5 bis 6 % (85,3-87,9 S/min) zwischen Schritt im freien Gelände (76,9 S/min) und Trab während der Dressurarbeit in der Halle ein. Die durchschnittlichen Herzfrequenzen auf den mittleren Steigungen von 9-13 % bringen im Schritt 89-111,8 S/min hervor. Damit entsprechen sie der Intensität einer Trabarbeit in der Halle oder in freiem Gelände (100,5 –109,4 S/min). Ein Schrittempo auf Steigungen von 16 und 17 % brachte durchschnittlich Herzfrequenzen hervor (121,5 und 131,8 S/min), die über denen eines Galopps im ebenen Gelände (120,3) liegen. Folglich liegt das Schrittraining bei 16 % Steigung auf 400 m und 17 % auf 175 m auf dem Niveau des Galopptrainings in der Ebene im unteren bis mittleren Tempo (hier ungefähr 400 m/min). Im Trab wurden an den Steigungen von 5-17 % durchschnittliche Herzfrequenzen zwischen 132,6 und 158,1 S/min ermittelt. Diese liegen also deutlich über dem Galopp in der Ebene (bei ungefähr 400 m/min).

4.2.4 Auswertung eines wiederholt berittenen Steigungsabschnittes (16 % Steigung, 400 m Länge)

Auf der Sektion 7 mit 16 % Steigung ließ sich ein signifikanter Rückgang der Herzfrequenz innerhalb des zweiten Trainingsabschnitts nachweisen (Abbildung 16). Der Trainingsplan sah für keinen anderen Steigungsabschnitt Wiederholungen in einem vergleichbar langen Zeitraum vor.

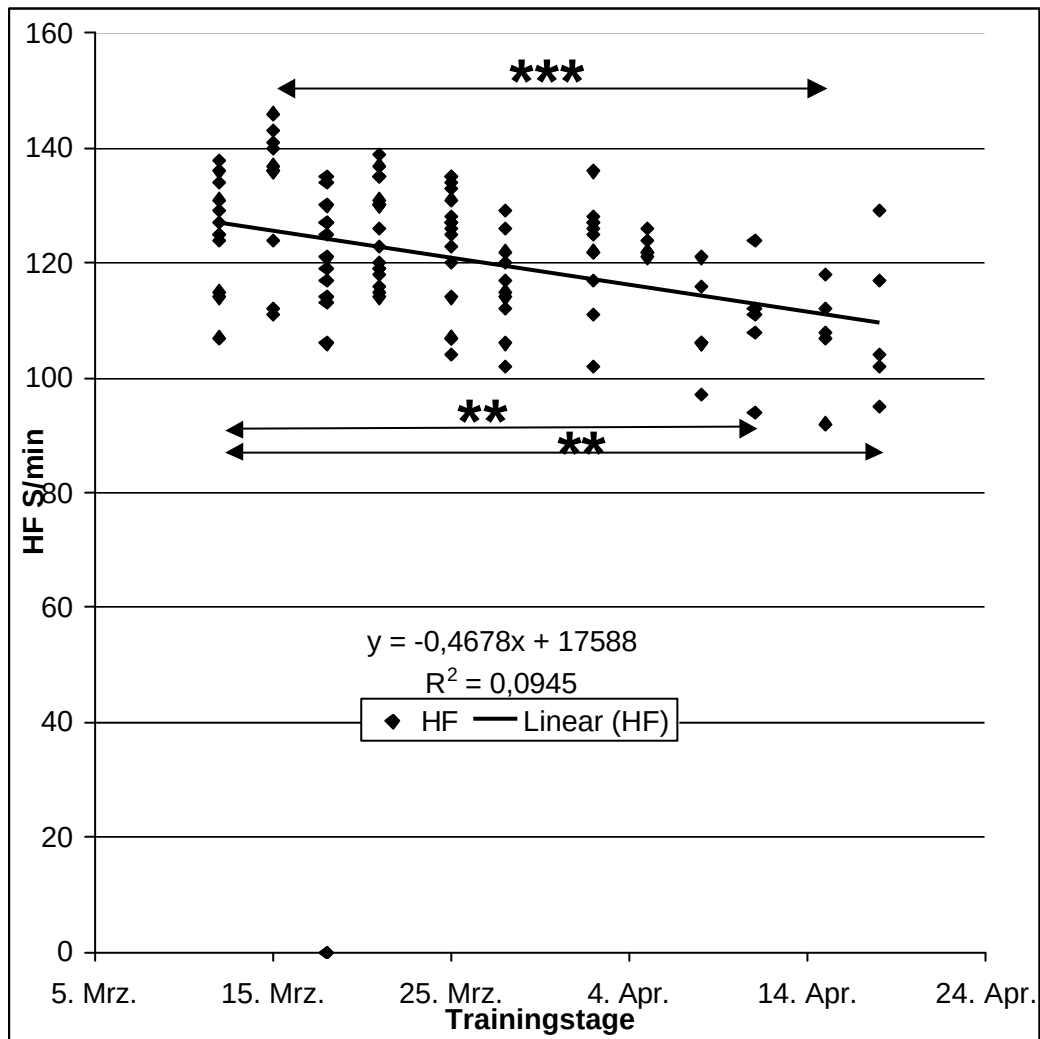


Abbildung 16 Herzfrequenzentwicklung während des Trainings bei gleichem Tempo (Schritt) und gleicher Streckenlänge (Sektion 7 mit 16 % Steigung, 400 m Länge), N= 6 Pferde, n= 114 Stichproben insgesamt; $\longleftrightarrow$ und * kennzeichnen signifikante Herzfrequenzabnahmen, **= $p < 0,01$, ***= $p < 0,001$

4.2.5 Laktatmessung am Berg

In regelmäßigen Abständen wurden die Bergtrainingseinheiten von Laktatmessungen begleitet. Zu Anfang der Versuchsperiode, in der die Bergbelastung geringgradig einzustufen war, sollte die Laktatmessung nur explorativen Charakter haben, weshalb in den ersten Wochen auf eine komplette Messung aller Bergpferde verzichtet wurde. Mit dem weiteren Verlauf des Bergtrainings stieg die Trainingsbelastung am Berg an. Daraufhin wurde die Anzahl der Stichproben erhöht. Die Ergebnisse der Einzelpferdmessungen sind in Tabelle 47 im Anhang dargestellt. Eine Differenzierung nach unterschiedlichen Steigungsabschnitten ist der Tabelle 24 zu entnehmen.

Tabelle 24 Mittelwerte (MW) für Laktat (mmol/l) an verschiedenen Steigungsabschnitten, Standardfehler ($\pm$ SEM), N= Anzahl der Pferde, n= Stichproben insgesamt

Steigungsabschnitt	Gangart	N	n	MW Laktat mmol/l	$\pm$ SEM
Ankunft*	-	6	22	1,4	$\pm 0,1$
9% (450 m)	Schritt	2	2	1,2	$\pm 0,1$
11% (400 m)	Schritt	4	8	1,3	$\pm 0,1$
6% (492 m) 9% (467 m)	Schritt	6	10	1,2	$\pm 0,1$
13% (550 m)	Schritt	4	4	1,1	$\pm 0,1$
17% (175 m) 16% (400 m)	Schritt	6	26	1,4	$\pm 0,1$
11% (400 m)	Trab	4	7	2,1	$\pm 0,2$
6% (492 m) 16% (400 m)	Trab	6	12	2,5	$\pm 0,2$
17% (175 m) 16% (400 m)	Trab	6	12	4,0	$\pm 0,6$
Ende**	-	6	20	1,3	$\pm 0,1$

*nach Transport und vor Start des Bergtrainings

**Die jeweils letzte Probe wurde auf dem Transporterparkplatz unmittelbar nach Beendigung der Trainingseinheit genommen.

Statistisch signifikante Unterschiede sind in Tabelle 24 gekennzeichnet.

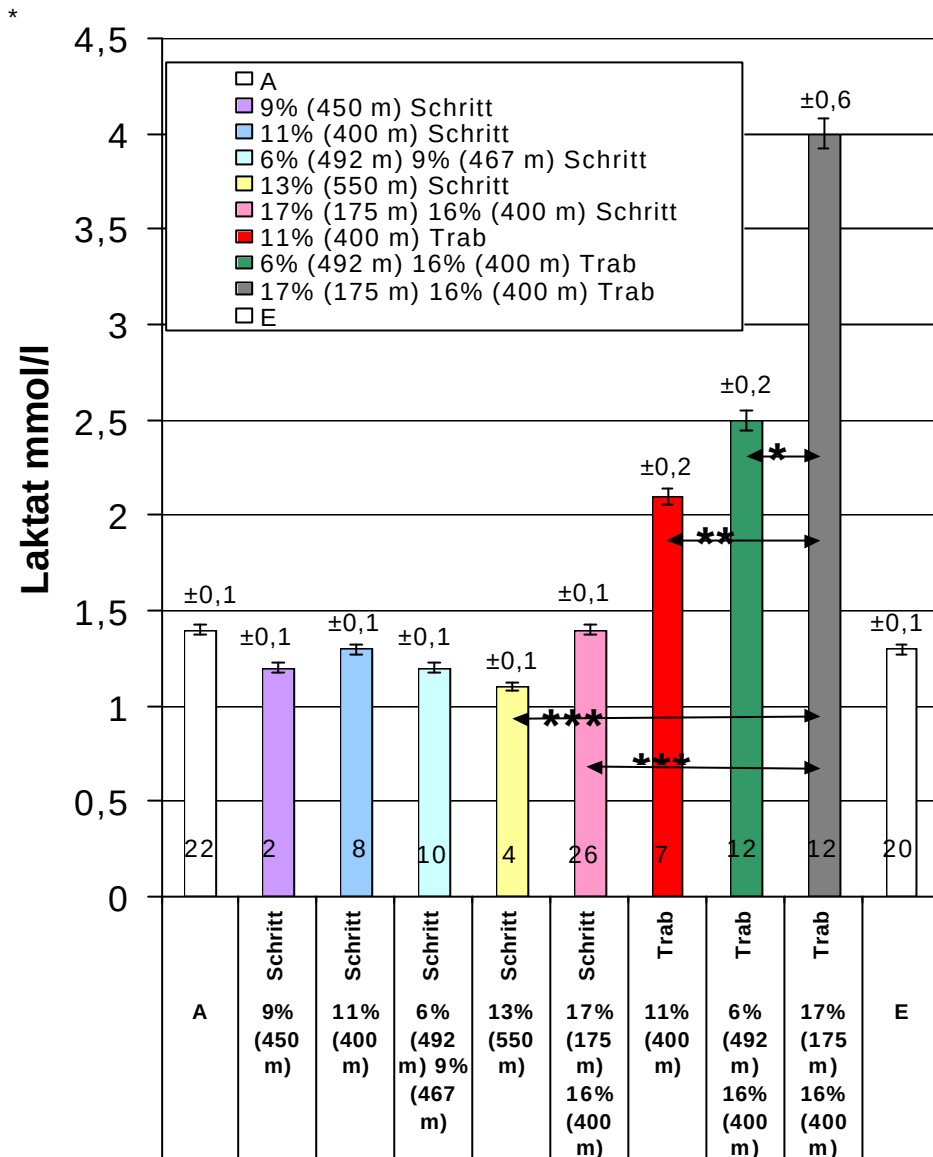


Abbildung 17 Laktat nach verschiedenen Steigungen und Tempi, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), N= 6 (Ausnahmen s. Tabelle 24), Zahl in Säule= Stichproben insgesamt, A= Ankunft auf Parkplatz, E= Ende der TE, signifikante Unterschiede durch Pfeile ($\blacktriangleleft\blacktriangleright$) und *= $p<0,05$, **= $p<0,01$ und *= $p<0,001$ gekennzeichnet**

Die Laktatwerte bei Ankunft auf dem Parkplatz nach dem Transport, nach Beendigung der Trainingseinheit und sämtliche im Schritt an verschiedenen Steigungsabschnitten gemessenen Laktatwerte liegen zwischen 1,1 und 1,4 mmol/l. Sie entsprechen damit Laktatwerten, die in Ruhe erwartet werden können. Auch die Ruhelaktatwerte anlässlich des Turnierstarts liegen in diesem Bereich (Tabelle 35). Statistisch signifikante Erhöhungen der Laktatspiegel sind in Abbildung 17

gekennzeichnet. Der höchste Durchschnittswert, 4,0 mmol/l Laktat, wird auf der Steigung mit 17 % (175 m) plus 16 % (400 m) im Trab ermittelt.

Subjektive Einschätzung des Bergtrainingsverlaufs durch die Reiter

Die subjektiven Beobachtungen der Reiter sind für rein wissenschaftliche Ausarbeitungen von geringem Wert. Trotzdem finden sie in dieser Studie Erwähnung, da es sich um eine Feldstudie handelt und unter anderem die Durchführbarkeit regelmäßigen Bergtrainings im Feld untersucht wird.

In dem ersten Bergtrainingsabschnitt kamen die Pferde mit den Steigungen bis 11 % und den Bodenverhältnissen, mit Ausnahme eisglatter Flächen, sehr gut zurecht. Zu keinem Zeitpunkt gab es Hinweise darauf, dass ein Pferd stark gefordert sei. Insbesondere nach dem zweiten Bergtrainingstag hatten sich die Pferde an die Steigung gewöhnt.

Im zweiten Bergtrainingsabschnitt war eine erhöhte Beanspruchung der Pferde auf den höchsten Steigungen bereits im Schritt bemerkbar. Aber auch hier stellte sich anscheinend eine Gewöhnung ein. Diese kann sogar objektiviert werden durch den sukzessiven Rückgang der Herzfrequenz auf der Sektion 7.

Ein positiver Eindruck war für die Reiter, dass die Pferde durch die Wiederholungen der Steigungsabschnitte immer mehr „Zug nach vorne“ entwickelten. Eine Eigenschaft, die gerade bei Vielseitigkeitspferden, gewünscht ist. Weiterhin stellte sich bei den Pferden eine zunehmende Balance und Geschicklichkeit beim Bergauf und Bergab ein.

4.3 Stufenbelastungstests

4.3.1 Auswertung der Stufenbelastungstests: Herzfrequenz

Tabelle 25 stellt die Herzfrequenzen aller vier Stufenbelastungstests in einer Gegenüberstellung beider Versuchsgruppen dar. Es wurden die mittleren Herzfrequenzen der letzten 30 Sekunden einer Stufe von der Schrittphase vor der Belastung (1,5 m/s) bis zur letzten Galoppstufe (10,5 m/s) ermittelt. Eine Betrachtung der Herzfrequenzabnahme nach Ende der Belastung erfolgt nicht im Gruppenmittel, da niemals alle Pferde einer Versuchsgruppe einheitlich lang gelaufen sind.

Einem Längsvergleich (Betrachtung der Leistungsentwicklung innerhalb der Versuchsgruppen) folgt ein Quervergleich (Vergleich beider Versuchsgruppen innerhalb eines Testtages) in Kapitel 4.3.1.1.

Prinzipiell liegen die Herzfrequenzverläufe der 4 Stufenbelastungstests in einem Rahmen, der aus vergleichbaren Stufenbelastungstests mit diesen und anderen Pferden der Forschungsgruppe bekannt ist. Die mittleren Herzfrequenzen der Gruppen liegen im Schritt zwischen 62,25 und 79,83, im Trab zwischen 102,4 und 113,4 S/min. Die unterste Galoppstufe bei 6,5 m/s wird mit Herzfrequenzen zwischen 139,5 und 154,17 S/min absolviert. Die Herzfrequenz steigt dann entsprechend den Anforderungen der Galoppstufen sukzessive an. Die maximale Galopp Anforderung von 10,5 m/s fordert Herzfrequenzen zwischen 189,2 und 216 S/min. Bemerkenswert ist, dass sämtliche numerisch höchsten Galopp Herzfrequenzen aller Gruppenmittelwerte im zweiten Stufenbelastungstest in der Vergleichsgruppe gemessen wurden. Die numerisch niedrigsten Gruppenmittelwerte der Galoppstufen wurden von der Berggruppe im Abschlusstest gemessen. Eine Ausnahme bildet nur die höchste Stufe, dessen niedrigste Herzfrequenz aber auch von der Berggruppe im ersten Stufenbelastungstest erbracht wurde.

4.3.1.1 Längs- und Quervergleiche der Herzfrequenz

Zur Berggruppe: Test I (Tabelle 25) erreicht mit 113 S/min in der Trabstufe (3,5 m/s) den höchsten Wert dieser Stufe in allen Stufentests der Berggruppe. Die nächsten drei (Galopp-) stufen fallen mit 150, 164 und 173 S/min ebenfalls hoch gegenüber den entsprechenden Stufen aus. Die Werte bei 9,5 m/s und 10,5 m/s-Stufengeschwindigkeit liegen bei 181 S/min und 189 S/min.

Die Herzfrequenzen in den Belastungsstufen fallen in Test II niedriger aus als im Vortest, die numerischen Unterschiede ließen sich aber nicht statistisch absichern. Lediglich der Abfall der Schrittherzfrequenz ist signifikant ($p < 0,01$).

In Test III steigen die Herzfrequenzen insgesamt deutlich an, eine statistische Absicherung gilt jedoch nur bei der Geschwindigkeit 9,5 m/s ($p < 0,05$). Von einem statistisch abgesicherten Trainingsrückschritt kann nicht gesprochen werden.

Im Abschlusstest erreichen die Herzfrequenzen in allen Stufen von 1,5 bis 9,5 m/s die absolut niedrigsten Werte im Längsvergleich der Berggruppe. Dabei sind die Herzfrequenzen bei 6,5 m/s ($p < 0,05$), 7,5 m/s ($p < 0,01$) und 8,5 m/s ($p < 0,05$) signifikant gefallen gegenüber dem Test III. Aufgrund der Signifikanz des Herzfrequenzabfalls in drei Galoppstufen und entsprechender Tendenzen in weiteren Stufen kann von einem Trainingsfortschritt der Berggruppe durch den letzten TA ausgegangen werden.

Tabelle 25 Herzfrequenzen (S/min) in den Belastungstests, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), TA= Trainingsabschnitt I-III

STUFEN-BE- LASTUNGS- TEST	GESCHWINDIGKEIT DER BELASTUNGSSTUFE m/s	BERG			VERGLEICH		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
I	1,5	5	78,60	$\pm 3,37$	6	79,83	$\pm 4,00$
	3,5	5	113,40	$\pm 2,58$	6	112,67	$\pm 2,68$
	6,5	5	150,40	$\pm 5,76$	6	148,17	$\pm 3,12$
	7,5	5	164,80	$\pm 5,70$	6	164,00	$\pm 3,43$
	8,5	4	173,00	$\pm 7,95$	6	177,50	$\pm 3,02$
	9,5	5	181,80	$\pm 5,89$	6	186,67	$\pm 4,23$
	10,5	5	189,20	$\pm 5,20$	3	200,67	$\pm 10,27$
II nach TA I	1,5	6	68,17^{ab}	$\pm 3,20$	6	68,17^a	$\pm 2,02$
	3,5	6	109,00	$\pm 1,48$	6	110,83	$\pm 2,73$
	6,5	6	145,50	$\pm 4,78$	6	154,17	$\pm 4,00$
	7,5	6	158,67	$\pm 6,20$	6	172,17^a	$\pm 4,64$
	8,5	6	169,33	$\pm 6,21$	6	184,17	$\pm 4,58$
	9,5	5	182,00	$\pm 6,94$	6	194,67	$\pm 4,84$
	10,5	5	189,60*	$\pm 3,16$	3	216,00*	$\pm 2,65$
III nach TA II	1,5	5	75,00	$\pm 3,95$	4	76,00^a	$\pm 1,77$
	3,5	5	111,40	$\pm 5,81$	5	112,20	$\pm 1,02$
	6,5	5	153,00	$\pm 5,68$	5	149,40	$\pm 2,46$
	7,5	5	165,80	$\pm 6,73$	5	166,00^a	$\pm 3,97$
	8,5	5	177,40	$\pm 6,54$	5	179,60	$\pm 4,55$
	9,5	5	187,60^a	$\pm 5,83$	5	189,00	$\pm 4,62$
	10,5	4	199,25	$\pm 4,52$	3	202,67	$\pm 5,61$
IV nach TA III	1,5	6	64,50	$\pm 3,73$	4	62,25^a	$\pm 1,70$
	3,5	6	105,17	$\pm 3,71$	5	^c102,40^a	$\pm 3,61$
	6,5	6	139,50^a	$\pm 5,88$	5	145,00	$\pm 3,67$
	7,5	6	152,17^{ab}	$\pm 6,17$	5	^c160,40	$\pm 3,70$
	8,5	6	165,67^a	$\pm 6,44$	5	^c175,00	$\pm 4,55$
	9,5	6	178,83	$\pm 6,36$	5	189,20	$\pm 4,85$
	10,5	4	193,00	$\pm 7,20$	3	208,00	$\pm 7,37$

*Signifikanter Gruppenunterschied in Test II bei 10,5 m/s *($p < 0,05$)

^a und ^{ab}: gegenüber dem vorigen Test signifikant verändert, ^a= $p < 0,05$, ^{ab}= $p < 0,01$

^c: signifikant verändert von Test II auf IV, $p < 0,05$

Im Eingangstest der Vergleichsgruppe (Tabelle 25, Test I) steht zunächst ein hoher Wert (79,83 S/min) in der Schrittstufe bei 1,5 m/s. Der Trabwert ist numerisch der höchste gemessene Durchschnittswert für die Vergleichsgruppe auf dieser Stufe. Die Galoppstufen werden bei Herzfrequenzen zwischen 148 und 200 S/min absolviert.

Mit Ausnahme der ersten Stufe bei 1,5 m/s, die einen signifikanten Herzfrequenzabfall ($p < 0,05$) aufweist, vollzieht sich von Test I auf II ein numerischer Anstieg der Herzfrequenzen in den Stufengeschwindigkeiten 6,5 bis 9,5 m/s, der zwar nur bei 7,5 m/s statistisch abgesichert werden kann ($p < 0,05$), der aber auch in den höchsten Gruppenmittelwerten der Berg- und Vergleichsgruppe resultiert. Die Gleichmäßigkeit des Anstieges der Herzfrequenz in allen Galoppstufen, statistisch nur vereinzelt abgesichert, lässt einen Trainingsrückschritt der Vergleichsgruppe durch den TA I vermuten.

Im Anschluss an den Trainingsabschnitt II sinkt die Herzfrequenz in Test III gegenüber dem zweiten Test wieder in allen Stufen, wenn auch nur bei 7,5 m/s signifikant ($p < 0,05$). Lediglich die Schrittstufe zeigt einen signifikanten Herzfrequenzanstieg ($p < 0,05$).

Der Trend zum Herzfrequenzabfall bleibt auch in Test IV erhalten, so dass die Herzfrequenz nochmals numerisch gegenüber dem vorigen Test abfällt. Signifikant erwiesen sich die Herzfrequenzveränderungen von Test III auf IV in den Schritt- und Trabstufen ($p < 0,05$).

Der Vergleich von Test II mit Test IV offenbart signifikante Herzfrequenzabnahmen der Trabstufe ($p < 0,05$), sowie der Galoppstufen bei 7,5 und 8,5 m/s (beide $p < 0,05$).

Zusammenziehend macht die Vergleichsgruppe Trainingsfortschritte im Laufe der TA II und III. Diese manifestieren sich verteilt auf die Stufenbelastungstests III und IV in den Schritt-, Trab-, 7,5- und 8,5 m/s-Galoppstufen.

Der Quervergleich zeigt, dass sich beide Gruppen nur in Test II in der letzten Galoppstufe bei 10,5 m/s signifikant ($p < 0,05$) unterscheiden (Tabelle 25). Ansonsten sind keine Gruppenunterschiede für einzelne Testtermine statistisch manifestierbar. Es konnte folglich kein statistisch signifikant unterschiedlicher Trainingseffekt der beiden Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining, in den TA II und III auf die Gruppen ausgemacht werden.

4.3.2 Auswertung der Stufenbelastungstests: Laktat

Die Tabellen (Tabelle 26 und folgende) stellen die Laktatwerte aller vier Stufenbelastungstests jeweils in der Gegenüberstellung beider Versuchsgruppen dar. Dem Längsvergleich (Betrachtung der Entwicklung innerhalb der Versuchsgruppen) folgt auch hier ein Quervergleich (Vergleich beider Versuchsgruppen innerhalb eines Testtages) in Kapitel 4.3.2.1.

Der grundsätzliche Verlauf von Berg- und Vergleichsgruppe innerhalb der Stufenbelastungstest I-IV entspricht dem von vergleichbaren Stufenbelastungstests bekannten Musters. Ausgehend von mittleren Ruhewerten, die sich in den 4 Tests unabhängig von der Gruppenzugehörigkeit zwischen 0,71 und 1,03 mmol/l Laktat bewegen, steigen die Laktatwerte sukzessive mit der Geschwindigkeitserhöhung auf mittlere Maximalwerte nach 10,5 m/s, 4 min von 6,97 bis 12,66 mmol/l Laktat. Die Nachbelastungswerte sind im Anhang tabellarisch aufgeführt. Bei keinem Pferd stellte sich ein verzögerter Laktatpeak nach Belastungsende ein. Der Abbau verlief ohne Ausnahme kontinuierlich und die mittleren Laktatwerte kehrten auf Werte zwischen 0,87 und 1,35 mmol/l Laktat 60 min nach Belastungsende zurück und lagen damit nahe den Ausgangswerten.

Tabelle 26 Stufenbelastungstest I: Laktat (mmol/l, MW $\pm$ SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
Ruhe	-	4	0,94	$\pm 0,09$	5	1,02	$\pm 0,07$
6 min VB	1,5	5	0,94	$\pm 0,09$	6	0,90	$\pm 0,08$
4 min HB	3,5	5	1,04	$\pm 0,13$	6	1,17	$\pm 0,13$
4 min HB	6,5	5	1,37	$\pm 0,20$	6	1,73	$\pm 0,09$
4 min HB	7,5	5	1,62	$\pm 0,07$	6	2,20	$\pm 0,23$
4 min HB	8,5	5	2,60	$\pm 0,29$	6	2,97	$\pm 0,49$
4 min HB	9,5	5	4,59	$\pm 0,50$	6	5,46	$\pm 0,98$
4 min HB	10,5	5	7,03	$\pm 1,18$	3	8,69	$\pm 4,02$

VB= Vor Belastung, HB= Hauptbelastung

Keine signifikanten Gruppenunterschiede innerhalb Test I

Tabelle 27 Stufenbelastungstest II: Laktat (mmol/l, MW $\pm$ SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
Ruhe	-	5	^a 0,73**	$\pm 0,06$	6	1,03**	$\pm 0,06$
6 min VB	1,5	4	0,72	$\pm 0,05$	6	0,87	$\pm 0,10$
4 min HB	3,5	6	0,75*	$\pm 0,03$	5	0,95*	$\pm 0,07$
4 min HB	6,5	6	1,44	$\pm 0,15$	6	1,43^a	$\pm 0,09$
4 min HB	7,5	6	1,80	$\pm 0,26$	6	2,19	$\pm 0,21$
4 min HB	8,5	6	2,98	$\pm 0,41$	6	3,28	$\pm 0,34$
4 min HB	9,5	5	4,74	$\pm 0,55$	6	6,07	$\pm 0,86$
4 min HB	10,5	5	8,88	$\pm 0,74$	3	12,66^a	$\pm 3,82$

VB= Vor Belastung, HB= Hauptbelastung

Signifikante Gruppenunterschiede innerhalb Test II: *(p<0,05), **(p<0,01)

^a: gegenüber dem vorigen Test (I) signifikant verändert, p<0,05

Tabelle 28 Stufenbelastungstest III: Laktat (mmol/l, MW $\pm$ SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
Ruhe	-	5	^a 0,71**	$\pm 0,03$	5	0,88**	$\pm 0,03$
6 min VB	1,5	4	0,68	$\pm 0,05$	5	0,77	$\pm 0,04$
4 min HB	3,5	5	0,77	$\pm 0,05$	5	0,73	$\pm 0,06$
4 min HB	6,5	5	1,40	$\pm 0,13$	5	1,42	$\pm 0,18$
4 min HB	7,5	5	1,82	$\pm 0,16$	5	1,97	$\pm 0,23$
4 min HB	8,5	5	3,09	$\pm 0,28$	5	3,17	$\pm 0,51$
4 min HB	9,5	5	5,40	$\pm 0,30$	5	4,98	$\pm 0,63$
4 min HB	10,5	4	8,41	$\pm 0,35$	3	7,14	$\pm 0,86$

VB = Vor Belastung, HB = Hauptbelastung

Signifikante Gruppenunterschiede innerhalb Test III: **(p<0,01)

^a: gegenüber dem vorigen Test (II) signifikant verändert, p<0,05

Tabelle 29 Stufenbelastungstest IV: Laktat (mmol/l, MW $\pm$ SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
Ruhe	-	6	0,75	$\pm 0,02$	5	0,74	$\pm 0,06$
6 min VB	1,5	6	0,70	$\pm 0,03$	4	0,68	$\pm 0,03$
4 min HB	3,5	6	0,75	$\pm 0,03$	5	0,78	$\pm 0,04$
4 min HB	6,5	6	1,21	$\pm 0,07$	5	1,23^d	$\pm 0,12$
4 min HB	7,5	6	1,71	$\pm 0,22$	5	1,54	$\pm 0,04$
4 min HB	8,5	6	2,55^a	$\pm 0,38$	5	2,49^c	$\pm 0,19$
4 min HB	9,5	6	4,49	$\pm 0,65$	5	4,24	$\pm 0,20$
4 min HB	10,5	4	7,62	$\pm 1,14$	3	6,97	$\pm 0,64$

VB= Vor Belastung, HB= Hauptbelastung

Keine signifikanten Gruppenunterschiede innerhalb Test IV

^a: gegenüber dem vorigen Test (III) signifikant verändert, $p < 0,05$

^c: gegenüber Test II signifikant verändert, $p < 0,05$

^d: gegenüber Test I signifikant verändert, $p < 0,05$

4.3.2.1 Längs- und Quervergleiche der Laktatwerte

Bei der Berggruppe zeigen die Laktatwerte (Tabelle 26 und folgende) in den Galoppstufen numerisch niedrigere Werte zwischen Test II und IV, diese Tendenz lässt sich aber nur nach dem dritten Trainingsabschnitt bei 8,5 m/s statistisch absichern ($p < 0,05$). Der Abfall der Laktatwerte der Höchstbelastung lässt sich hingegen zu keinem Zeitpunkt statistisch absichern. Da die Laktatwerte der Galoppstufen jedoch nach dem letzten Trainingsabschnitt einheitlich tendenziell fallen, kann zumindest für den dritten Trainingsabschnitt, trotz nur teilweiser statistischer Absicherung, von einem Trainingseffekt ausgegangen werden.

Die Vergleichsgruppe zeigt nach dem ersten Trainingsabschnitt einen statistisch signifikanten Anstieg der Laktatwerte auf 12,66 mmol/l Laktat in der höchsten Belastungsstufe (Tabelle 27). Anzumerken bleibt aber, dass bei 6,5 m/s ein statistisch signifikanter Abfall nachzuvollziehen ist.

Die beiden folgenden Trainingsabschnitte bewirken beide jeweils statistisch nicht abgesicherte Abfälle der Laktatwerte in den Galoppstufen, im letzten Test sogar

einheitlich in allen Galoppstufen vertreten. Der direkte Vergleich von Test 2 und 4 ergibt infolgedessen größere Differenzen, wobei der Laktatwert der dritten Galoppstufe (8,5 m/s, $p < 0,05$) signifikant niedriger liegt (Tabelle 29). Dieser tendenzielle, teilweise statistisch abgesicherte Laktatabfall lässt einen Trainingseffekt der beiden Trainingsabschnitte II und III für die Vergleichsgruppe vermuten.

Die Berggruppe weist signifikant niedrigere Laktatwerte in Ruhe ($p < 0,01$) sowie im Trab ($p < 0,05$) gegenüber der Vergleichsgruppe in Test II auf (Tabelle 27). Test III (Tabelle 28) ergibt wieder einen signifikant niedrigeren Laktatwert der Berggruppe in Ruhe ($p < 0,01$).

In den Tests III und IV treten sonst keine statistisch signifikanten Gruppenunterschiede auf. Es ist sogar eine Annäherung der Werte gleicher Stufengeschwindigkeiten nachzuvollziehen. Die Versuchsgruppen weisen am Ende des letzten Trainingsabschnitts somit ähnliche Laktatergebnisse im Stufenbelastungstest auf. Folglich muss davon ausgegangen werden, dass die Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining, einen annähernd gleichen Trainingseffekt auf die Versuchsgruppen ausübten.

4.3.3 Auswertung der Stufenbelastungstests anhand von Verschiebungen der Laktatleistungs- und Herzfrequenzkurven und V2, V4, V6

Mit Hilfe der winlactat®-Software und den Laktat- und Herzfrequenzergebnissen der Stufenbelastungstests können Laktatleistungskurven berechnet und die Herzfrequenz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit im Stufenbelastungstest dargestellt werden.

Im Anhang sind die entsprechenden Grafiken mit den Laktatleistungskurven und Herzfrequenzen für jedes Versuchspferd abgebildet (Abbildung 25 bis Abbildung 36). Test I und II sind jeweils in der oberen Grafik, Test III und IV in der unteren Grafik dargestellt. Zusammengefasst sind die Verschiebungen der Laktatleistungskurven in Tabelle 30.

Die Grafiken enthalten zusätzlich die berechneten Schwellenwerte V2, V4, und V6. Deren Mittelwerte für Berg- und Vergleichsgruppe können der Tabelle 31 entnommen werden.

Zur Zusammenfassung der Laktatleistungskurven und Herzfrequenzkurven in Tabelle 30: Verschiebt sich eine LLK (oder Herzfrequenzkurve) im Laufe sukzessiver Stufenbelastungstests nach rechts, so bedeutet dies einen Trainingsfortschritt, da bei gleichem Laktatwert (oder HF) größere Geschwindigkeiten gelaufen werden. Verschiebt sich eine Kurve nach links, wurden geringere Geschwindigkeiten bei gleichen Laktat-, bzw. HF-werten gelaufen. Folglich ist ein Trainingsrückschritt zu verzeichnen.

Finden sich nur im unteren Bereich der Kurve Verschiebungen nach rechts und gleichzeitig im oberen Bereich Verschiebungen nach links, wird dies als Rechts/Linksverschiebung interpretiert, entsprechend einer Verbesserung der Ausdauerleistung im aeroben Bereich und einer Verschlechterung im anaeroben Bereich. Eine Links/Rechtsverschiebung ist entsprechend umgekehrt zu interpretieren. Als indifferent wird eine Kurvenentwicklung bezeichnet, wenn die Kurven fast übereinander liegen und keine Verschiebung im Sinne oben aufgeführter Interpretationen festzustellen ist.

Nach dem ersten Trainingsabschnitt (I→II in Tabelle 30) war bei 55% der Pferde eine Rechts/Linksverschiebung, bei 27% eine Rechtsverschiebung und 18% eine Linksverschiebung der LLK zu verzeichnen. Entsprechend ungleichmäßig verteilt zeigt sich auch die Veränderung der Herzfrequenzkurven: 46% der Pferde weisen Linksverschiebungen, 36% Rechtsverschiebungen und 18% Rechts/Linksverschiebungen. Die Einzelbetrachtung (Abbildung 25 und folgende) der Rechts/Linksverschiebungen von LLK und HF-Kurven zeigt, dass die Verschiebungen im anaeroben Bereich (Linksverschiebung= Trainingsrückschritt) wesentlich extremer erscheinen als im aeroben (Rechtsverschiebung= Trainingsfortschritt). Es muss also für den ersten Trainingsabschnitt festgehalten werden, dass neben leichten Fortschritten im aeroben Bereich vor allem Defizite im anaeroben Bereich resultierten.

Die Veränderungen der LLK und HF-Kurven sind im Anschluss an den zweiten TA vielfältig. Die LLK zeigen Linksverschiebungen (10%), Rechtsverschiebungen (30%) und jeweils 20% Rechts/Links-, bzw. Links/Rechtsverschiebungen. Trainingsfortschritte und –rückschritte sind folglich ungefähr gleich stark repräsentiert. Ebenso verteilen sich 40% der Herzfrequenzveränderungen auf Rechtsverschiebungen und 50% auf Linksverschiebungen. Bei näherer Betrachtung

Tabelle 30 Zusammenfassung der Laktatleistungskurven in vier Stufenbelastungstests, die in 6-, bzw. 7-wöchigen Abständen stattfanden, (R= Rechtsverschiebung der LLK, d.h. Trainingsfortschritt, L= Linksverschiebung, d.h. Trainingsrückschritt, RL= Rechts/Linksverschiebung, LR= Links/Rechtsverschiebung, RL und LR kennzeichnen unterschiedliche Veränderungen in 1. und 2. Hälfte der LLK, indifferent= keine auswertbare Verschiebung im Sinne von R, L, RL oder LR)

		ANZAHL DER VERÄNDERUNGEN DER LAKTATLEISTUNGSKURVEN			ANZAHL DER VERÄNDERUNGEN DER HERZFREQUENZKURVE		
TEST→ TEST	VERÄN- DERUNG i.S. EINER...	B	V	GESAMT	B	V	GESAMT
I→II B: N=5 V: N=6	R	1	2	3 (27%)	3	1	4 (36%)
	L	-	2	2 (18%)	1	4	5 (46%)
	RL	4	2	6 (55%)	1	1	2 (18%)
	LR	-	-	-	-	-	-
	indifferent	-	-	-	-	-	-
II→III B: N=5 V: N=5	R	2	1	3 (30%)	1	3	4 (40%)
	L	1	-	1 (10%)	4	1	5 (50%)
	RL	-	2	2 (20%)	-	-	-
	LR	-	2	2 (20%)	-	1	1 (10%)
	indifferent	2	-	2 (20%)	-	-	-
III→IV B: N=5 V: N=5	R	3	3	6 (60%)	4	3	7 (70%)
	L	1	1	2 (20%)	-	1	1 (10%)
	RL	1	1	2 (20%)	1	-	1 (10%)
	LR	-	-	-	-	-	-
	indifferent	-	-	-	-	1	1 (10%)
II→IV B: N=5 V: N=5	R	3	3	6 (60%)	4	4	8 (80%)
	L	1	-	1 (10%)	1	-	1 (10%)
	RL	-	1	1 (10%)	-	-	-
	LR	-	1	1 (10%)	-	-	-
	indifferent	1	-	1 (10%)	-	1	1 (10%)

B= Berggruppe, V= Vergleichsgruppe, N= Anzahl Pferde, die zum Vergleich ausgewertet wurden

I-IV= Stufenbelastungstest I-IV

LLK= Laktatleistungskurve

der HF in der Einzelpferddarstellung ist jedoch erkennbar, dass die Rechtsverschiebungen der HF zu 75% (N=3) auf die Vergleichspferde und die Linksverschiebungen zu 80% (N= 4) auf die Bergpferde zurückzuführen sind, weshalb auf Basis der Herzfrequenzkurvenveränderungen von einem Überhang von Trainingsfortschritt für die Vergleichsgruppe gesprochen werden kann, während in der Berggruppe ein Trainingsrückschritt dominiert. Eine Dominanz einer Verschiebung der LLK hingegen ist in diesem Zeitraum für keine Gruppe erkennbar.

Der dritte TA resultiert in Überhängen von Rechtsverschiebungen der LLK (60%) und HF-Kurven (70%) im abschließenden Stufenbelastungstest. Die Trainingsfortschritte verteilen sich auf beide Gruppen gleichmäßig.

Ein Vergleich des zweiten Stufenbelastungstest mit dem vierten (II→IV) zeigt ein ähnliches Bild wie der vorangegangene Vergleich (III→IV): 60% Rechtsverschiebungen der LLK gehen mit 80% Rechtsverschiebungen der HF-Kurven einher. Auch hier ist die Verteilung auf beide Gruppen absolut gleichmäßig.

Aufgrund der Trainingsfortschritte, die beide Gruppen im Stufenbelastungstest IV gezeigt haben, ist davon auszugehen, dass beide zugehörigen Trainingsmodelle die Leistungssteigerung ermöglicht haben. Der Einfluss einzelner Komponenten, insbesondere der Bergtrainingseinheiten, ist nicht berechenbar.

Tabelle 31 beinhaltet die Geschwindigkeiten V2, V4 und V6, die mit Hilfe der Software winlactat® berechnet wurden. Die mittleren V2-Werte liegen zwischen 7,27 und 8,00 m/s. Signifikante Anstiege sind im letzten Stufenbelastungstest für die Berggruppe im Vergleich mit dem dritten Stufenbelastungstest und für die Vergleichsgruppe im Vergleich mit dem zweiten Stufenbelastungstest zu verzeichnen. Dies bedeutet für beide Gruppen einen Trainingsfortschritt im aeroben Ausdauerbereich nach dem dritten TA.

Die V4-Werte liegen zwischen 8,85 und 9,46 m/s. Signifikante Unterschiede sind dabei ebenso wenig feststellbar wie bei den V6-Werten, die zwischen 9,63 und 10,2 m/s liegen.

Tabelle 31 V2, V4, V6 (alle in m/s) aus den Stufenbelastungstests IV; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), berechnet mit winlactat®

SCHWELLEN- WERT- MODELL	TEST	BERG			VERGLEICH		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
V2	I	5	7,84	0,29	6	7,27	0,35
	II	6	7,70	0,29	6	7,32	0,19
	III	5	7,56	0,19	5	7,48	0,37
	IV	6	8,00^a	0,25	5	7,96^c	0,12
V4	I	5	9,46	0,24	6	9,08	0,40
	II	6	9,02	0,21	6	8,85	0,21
	III	5	9,00	0,13	5	9,08	0,28
	IV	6	9,33	0,22	5	9,34	0,04
V6	I	5	10,20	0,29	6	9,90	0,42
	II	6	9,73	0,20	6	9,63	0,24
	III	5	9,74	0,09	5	9,88	0,24
	IV	6	10,00	0,21	5	10,04	0,06

Keine signifikanten Unterschiede zwischen Gruppen innerhalb einzelner Stufenbelastungstests

^a: gegenüber dem vorigen Test signifikant verändert, $p < 0,05$

^c: signifikant verändert von Test II auf IV, $p < 0,05$

4.4 Überprüfung des Leistungsstandes während eines Turnierstarts in einer Geländepferdeprüfung

Der Turniereinsatz galt als Überprüfung, ob beide Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining, den späteren Einsatz der Pferde unter Turnierbedingungen erlauben. Außerdem sollten die Ergebnisse des letzten Stufenbelastungstests mit dem 3 Tage früher stattgefundenen Turniereinsatz hinsichtlich Übereinstimmung von Rangierung in der Geländepferdeprüfung und Leistungsbild auf dem Laufband überprüft werden.

Von den 12 Versuchspferden konnten 11 an den Start gebracht werden. Weiterhin aufgeführt sind 7 Fremdpferde (nachfolgend mit A-G bezeichnet), die an dieser Prüfung teilnahmen und dessen Besitzer sich bereit erklärten ihre Pferde mit in die Messungen einzubeziehen. Diese Pferde wurden zufällig ausgesucht. Sie sind unterschiedlichen Alters (5- und 6-jährig) und hatten zum Teil mehr Turniererfahrung

als die Versuchspferde, welche mit Ausnahme von Gatsby und Edgar Rakete keine Turnierfahrung aufweisen konnten. Die Rangierung (Tabelle 18) basiert auf einer Wertnote (nicht aufgeführt) und Abzügen derselben bei Zeitüberschreitung oder Verweigerungen, die von einem Richter ermittelt wurde. Näheres über den Modus dieser Prüfung kann in der Leistungsprüfungsordnung (LPO) der FN nachgelesen werden.

In dem 21 Starter umfassenden Feld konnten sich die Fremdperde auf den vorderen Rängen platzieren (Tabelle 32). Die Berg- und Vergleichspferde verteilen sich gleichmäßig auf Rang 10 bis 20. Drei Pferde der Vergleichsgruppe kamen ohne eine Verweigerung ins Ziel. Zwei weitere verweigerten einmal (Domino) bzw. zweimal (Achat).

Für die Berggruppe beendeten drei Pferde mit einer Verweigerung die Prüfung, Filou mit zwei Verweigerungen. Lorbas und Earl sind nach drei Verweigerungen ausgeschieden.

Betrachtet man nur die Anzahl der Verweigerungen schneidet die Vergleichsgruppe (3 Verweigerungen) besser ab als die Berggruppe (10 Verweigerungen). Da jedoch der größte Teil der Pferde die Prüfung beendet hat, kann davon ausgegangen werden, dass die Trainingsmodelle eine sinnvolle Vorbereitung der Pferde auf die Geländepferdeprüfung ermöglichten.

Die Versuchspferde mit eindeutigen Leistungssteigerungen im letzten Stufenbelastungstest, Gatsby, Atlas, Domino (alle Vergleichsgruppe), Edgar, Elliot, Filou (alle Berggruppe) konnten sich mit Ausnahme von Filou in der versuchspferdeinternen Rangierung vorne platzieren. Eine weitere Ausnahme bildet Whisky, der eine Verschlechterung im letzten Stufentest erfuhr und als drittbestes Versuchspferd abschneidet. In die Bewertung der Prüfung flossen neben Zeit und Verweigerungen noch eine subjektive Benotung durch einen Richter ein. Insofern kann die Rangierung nicht als objektiv betrachtet werden.

Tabelle 32 Platzierungsliste der Geländepferdeprüfung, zusätzlich angeführt sind die Verweigerungen pro Pferd und die für die Geländestrecke gebrauchte Zeit

PFERD	GRUPPE	RANG	VER- WEIGERUNGEN	ZEIT
A	FREMD	1	0	03:05
B	FREMD	2	0	03:05
C	FREMD	3	0	03:11
D	FREMD	5	0	02:52
E	FREMD	8	0	03:07
F	FREMD	9	0	-
Gatsby	VERGLEICH	10	0	03:11
Atlas	VERGLEICH	11	0	03:01
Whisky	BERG	12	1	03:15
Edgar Rakete	BERG	13	1	03:26
G	FREMD	14	1	03:28
Elliot	BERG	15	1	03:32
Domino	VERGLEICH	16	1	03:35
Achat	VERGLEICH	17	2	03:54
Caesar	VERGLEICH	17	0	03:38
Filou	BERG	19	2	03:42
Lorbas	BERG	20	3	ausgeschieden
Earl	BERG	20	3	ausgeschieden

Bestzeit in der Geländestrecke war 3:07, entsprechend einem Tempo von 450 m/min auf 1400 m

Die HF-Mittelwerte (Tabelle 33) der einzelnen Pferde variieren von 164 bis 216 S/min. Ein ähnliches Bild geben die maximal gemessenen Herzfrequenzen (HFpeak) mit Werten zwischen 179 und 232 S/min. Die Gruppenmittelwerte von HFpeak und HF MW der Berg- und Fremdgruppe sind fast identisch. Die Vergleichsgruppe zeigt etwas höhere Werte. Ein signifikanter Gruppenunterschied konnte nicht festgestellt werden.

Tabelle 33 Herzfrequenzen (S/min) der Versuchs- und Fremdpferde in der Geländepferdeprüfung; MW $\pm$ SEM, N= Anzahl Pferde

GRUPPE	PFERD	HF PEAK	HF MW
Berg	Earl	(188)	(181)
	Edgar Rakete	179	164
	Elliot	216	181
	Filou	214	207
	Lorbas	(211)	(176)
	Whisky	223	216
	MW $\pm$ SEM, N= 4	208 $\pm$ 9,9	192 $\pm$ 11,9
Vergleich	Achat	210	201
	Atlas	207	203
	Caesar	223	207
	Domino	226	175
	Gatsby	213	208
	MW $\pm$ SEM, N= 5	215,8 $\pm$ 4,2	196,8 $\pm$ 7,4
Fremd	D	232	211
	B	201	188
	C	197	182
	G	205	190
	MW $\pm$ SEM, N= 4	208,8 $\pm$ 7,9	192,6 $\pm$ 6,3

In Klammern aufgeführte Werte: Pferde sind aufgrund von 3 Verweigerungen ausgeschieden und fließen nicht in Mittelwerte ein

Zu Tabelle 34: Bei den Versuchspferden wurde bereits morgens im Stall eine Probe gezogen, um einen Ruhewert zu erhalten. Die Werte liegen im Normbereich zwischen 0,8 und 1,4 mmol/l. Auch zu Beginn der Aufwärmphase steigen die Werte nicht höher. Vereinzelt steigen die Werte zum Start hin an. Der höchste Wert liegt bei 1,7 mmol/l. Die Geländestrecke selber verursacht ganz unterschiedliche Reaktionen des Laktatstoffwechsels. Die Werte reichen von 1,5 bis 10,9 mmol/l Laktat. Weder Versuchs- noch Fremdpferde weisen hierbei ein einheitliches Bild auf. Auffällig sind aber die Werte über 10,0 mmol/l von Filou, Atlas und Fremdpferd E. Die restlichen Pferde weisen Laktatwerte zwischen 3 und 8 mmol/l auf.

Der Abbau des akkumulierten Laktats erfolgt abhängig von der Höhe des Ziellaktatgehaltes. Pferde mit niedrigem Ziellaktat erreichen bereits nach 4 Minuten Erholung Werte unter 2 mmol/l, spätestens nach 30 Minuten aber liegen alle Werte

unter 1,7 mmol/l. Die physiologischen Ruhewerte sind ausnahmslos nach 60 Minuten erreicht.

**Tabelle 34 Laktatwerte (nmol/l) der Versuchs- und Fremdpferde während des Turniertags;
Mittelwerte sind der Tabelle 35 zu entnehmen**

PFERD	RUHE- LAKTAT STALL	RUHE- LAKTAT VOR AUF- WÄRMEN	START	ZIEL	4 MIN POST	15 MIN POST	30 MIN POST	60 MIN POST
Earl (BG)	1,0	-	-	-	-	-	-	-
Edgar (BG)	1,0	1,1	1,2	3,7	2,2	1,4	1,1	1,2
Elliot (BG)	0,8	0,9	1,3	3,2	1,7	1,2	1,0	0,8
Filou (BG)	0,9	1,4	1,0	10,0	6,7	5,1	1,7	1,3
Lorbas (BG)	0,9	1,3	1,0	(1,5)	(1,3)	(1,0)	(0,9)	(1,1)
Whisky (BG)	0,9	1,3	1,2	8,0	6,3	2,1	1,2	0,8
Achat (VG)	1,0	1,0	1,2	7,6	4,2	2,2	1,6	1,0
Atlas (VG)	1,1	-	0,9	10,5	7,1	3,4	-	1,3
Caesar (VG)	1,1	-	-	-	-	-	-	-
Domino (VG)	1,4	1,3	1,7	3,0	1,8	-	1,5	1,5
Gatsby (VG)	1,0	1,3	1,2	7,0	2,8	1,6	1,0	1,2
D	-	1,2	1,0	5,7	-	1,5	-	-
B	-	1,0	1,5	3,5	2,3	1,2	0,8	-
C	-	0,8	0,8	3,1	1,7	1,4	-	-
G	-	0,9	1,4	4,8	2,8	-	-	-
F	-	0,7	0,9	-	-	-	-	-
E	-	0,8	1,4	10,9	5,0	2,6	1,7	-
A	-	1,3	-	5,0	4,3	2,0	-	-

BG= Berggruppe, VG= Vergleichsgruppe, A-G= Fremdpferde

In Klammern aufgeführte Werte: Pferde sind aufgrund von 3 Verweigerungen ausgeschieden und fließen nicht in Mittelwerte ein

Earl und Lorbas sind ausgeschieden (3 Verweigerungen), Caesar und Earl: Proben konnten nicht ausgewertet werden, alle anderen fehlenden Proben wurden nicht durchgeführt

Tabelle 35 sind die Mittelwerte der Gruppen zu entnehmen. Die Ruhelaktatwerte bis zum Start unterscheiden sich nicht wesentlich in den Gruppenmitteln. Im Ziel liegt die Fremdpferdegruppe mit 5,5 mmol/l am niedrigsten. Die Versuchsgruppen liegen zwar höher (Berg: 6,2 mmol/l, Vergleich: 7 mmol/l), aber es entsteht kein signifikanter Gruppenunterschied. Der Laktatabfall verläuft in allen drei Gruppen gleichmäßig und ohne Besonderheit, bis die Laktatwerte 60 Minuten nach dem Zieleinlauf wieder auf ihr Ausgangsniveau (Ruhelaktat Stall) gefallen sind.

**Tabelle 35 Laktat (mmol/l) der Versuchsgruppen und Fremdperdegruppe am Turniertag;
Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), N= Pferde**

		BERG	VERGLEICH	FREMD
Ruhelaktat Stall	N	5	5	-
	MW	0,9	1,1	-
	$\pm$ SEM	0,0	0,1	-
Ruhelaktat Vor Aufwärmen	N	4	4	7
	MW	1,1	1,2	0,9
	$\pm$ SEM	0,1	1,0	0,1
Start	N	4	4	6
	MW	1,2	1,3	1,2
	$\pm$ SEM	0,1	0,2	0,1
Ziel	N	4	4	6
	MW	6,2	7	5,5
	$\pm$ SEM	1,7	1,6	1,2
4 min post	N	4	4	5
	MW	4,2	4	3,2
	$\pm$ SEM	1,3	1,2	0,6
15 min post	N	4	3	5
	MW	2,4	2,4	1,7
	$\pm$ SEM	0,9	0,5	0,3
30 min post	N	4	4	2
	MW	1,3	1,4	1,2
	$\pm$ SEM	0,2	1,4	0,4
60 min post	N	4	4	-
	MW	1,0	1,2	-
	$\pm$ SEM	0,1	0,1	-

4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining

Das Bergtraining stellt eine wesentliche Komponente des Trainingsmodells für die Berggruppe dar. Die Trainingsmodelle für Berg- und Vergleichsgruppe unterscheiden sich aber auch bezüglich der Trainingsumfänge in den drei Grundgangarten auf das gesamte Trainingsprogramm bezogen. Entscheidend ist der statistisch signifikant höhere Trab- und Galoppumfang der Vergleichsgruppe gegenüber der Berggruppe, die zwar einen insgesamt höheren Trainingsaufwand in Minuten absolvierte, der aber aus dem hohen Schritanteil während der Bergtrainingseinheiten resultiert.

Bergtraining

Herzfrequenzkurvenverläufe einzelner Pferde während der Bergtrainingseinheiten weisen unter gleichen Bedingungen (gleiche Strecke, Steigung und zeitlicher

Zusammenhang) große Übereinstimmungen auf. Dieser Umstand kann im Training zum Vergleich durchgeführter Trainingseinheiten benutzt werden. Eine kontinuierliche, signifikante Herzfrequenzabnahme durch eine kardiovaskuläre Anpassungsreaktion konnte für einen Steigungsabschnitt nachgewiesen werden, der über einen Zeitraum von 5 ½ Wochen wiederholt beritten wurde.

Herzfrequenzen, die in der Ebene im Trab (ca. 200 m/min) und Galopp (ca. 400 m/min) erreicht wurden, entsprechen annähernd denen, die am Berg bei Steigungen ab 9% im Schritt und Trab (ca. 200 m/min) erreicht wurden. Die Herzfrequenzen im Trab am Berg gingen sogar weit über Galopp Herzfrequenzen in der Ebene bei 400 m/min hinaus. Eine Intensitätssteigerung um das Herz-Kreislaufsystem zu trainieren, lässt sich folglich anhand gemessener Herzfrequenzen anstelle von Galopptrainingseinheiten auch durch Bergtrainingseinheiten erreichen.

Laktatmessungen während der Bergtrainingseinheiten zeigten, dass signifikante Anstiege des Blutlaktatgehaltes infolge von Trabelastungen am Berg bei 6-17 % Steigung erfolgen. Diese Ergebnisse unterstreichen die aufgezeigte Möglichkeit der Intensitätssteigerung der Trainingseinheiten durch Steigungen und zeigen, dass der anaerobe Ausdauerbereich durch Trabelastung erreicht wird.

Stufenbelastungstest

Ein Trainingsrückschritt der Vergleichsgruppe nach dem ersten TA konnte zwar nur in einzelnen Stufen statistisch signifikant (HF 1,5 und 7,5 m/s: $p < 0,05$, Laktat 10,5 m/s: $p < 0,05$) abgesichert werden, da der Herzfrequenzanstieg jedoch in allen Stufen ersichtlich war, ist ein Trainingsrückschritt zu vermuten. Die Betrachtung der Kurvenverschiebung (Laktatleistungskurve und Herzfrequenz, keine statistische Absicherung) ergab neben leichten Trainingsfortschritten im aeroben Bereich, die durch einen signifikanten Laktatabfall bei 6,5 m/s ($p < 0,05$) gestützt werden, Trainingsrückschritte im anaeroben Bereich, die sich mit oben beschriebenen Trainingsrückschritten der HF- und Laktateinzelwerte decken.

Auf der Basis der Herzfrequenzkurvenveränderung macht die Vergleichsgruppe Trainingsfortschritte nach TA II, die Berggruppe weist überwiegend Linksverschiebungen auf, die als Trainingsrückschritte zu verstehen sind. Trotz fehlender statistischer Absicherung letztgenannter Entwicklungen, decken sie sich

doch mit denen der Einzelwerte von HF und Laktat, denn im Laufe der Stufenbelastungstests III und IV stellen sich für die Vergleichsgruppe statistisch signifikante Herzfrequenzabnahmen ($p < 0,05$) auf mehreren Stufen und ein Laktatabfall bei 8,5 m/s ($p < 0,05$) ein. Es kann folglich von einem sukzessiven Trainingsfortschritt für die Vergleichsgruppe ausgegangen werden, der aus den TA II und III resultiert.

Ein Trainingsfortschritt für die Berggruppe konnte ausschließlich im abschließenden Stufenbelastungstest ermittelt werden, er basiert auf Übereinstimmung von Herzfrequenz- ($p < 0,05$ und $p < 0,01$) und Laktatrückgängen ($p < 0,05$) bei Stufen gleicher Geschwindigkeit. Beide Gruppen weisen in der Einzelbetrachtung der Kurvenverläufe eindeutige Trainingsfortschritte durch Rechtsverschiebungen der LLK (60 %) und HF-Kurven (80 %) auf. Wenn auch für letztgenannte Entwicklung keine statistische Absicherung erfolgte, deckt sie sich doch mit den oben beschriebenen statistisch signifikanten Verbesserungen der Einzelstufenwerte.

Statistisch signifikante Anstiege der V2 konnten im letzten Stufenbelastungstest für beide Gruppen festgestellt werden ($p < 0,05$). Diese sind als Trainingsfortschritte im aeroben Ausdauerbereich zu verstehen.

Es konnte zu keinem Zeitpunkt auf Basis der Herzfrequenz- und Laktatwerte ein unterschiedlicher Trainingseffekt der beiden Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining, bewiesen werden.

Turnierstart

Die überwiegende Anzahl der Berg- und Vergleichspferde beendete die Geländepferdeprüfung fehlerfrei oder mit einzelnen Abzügen, wenn auch teilweise unterschiedliche technische Fähigkeiten der einzelnen Pferde aufgedeckt wurden. Die höhere Anzahl Verweigerungen in der Berggruppe könnte auf ein technisches Defizit gegenüber der Vergleichsgruppe und insbesondere gegenüber den Fremdpferden hinweisen. Da jedoch viele andere Einflussfaktoren, z.B. die reiterlichen Fähigkeiten, die gebrachte Leistung beeinflussen, kann nur von einer bedingten Aussagekraft ausgegangen werden. Die mittleren Laktatwerte und Herzfrequenzen brachten keine signifikanten Gruppenunterschiede hervor. Bemerkenswert erscheinen aber einzelne hohe Laktatwerte (> 10 mmol/l) und Herzfrequenzen (bis 232 S/min). Sie zeigen, dass die Anforderungen in dieser Geländepferdeprüfung (1400 m, 450 m/min, 11 Hindernisse) teilweise Höchstbelastungen für die Pferde darstellen.

5. Diskussion

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass ein Trainingsmodell mit wenig Galopp und viel Schritt, welches Bergtrainingseinheiten einbindet, die gleichen Trainingsfortschritte bewirken kann wie ein Trainingsmodell mit viel Galopp und weniger Schritt und wahrscheinlich durch verringerte Galoppbelastung ein tierschonenderes Modell darstellt.

Der unterschiedliche Trainingsaufbau an den Bergtrainingstagen führte keine der beiden Versuchsgruppen zuletzt zu einem Trainingsvorteil gegenüber der anderen. Dieser Umstand kann darauf zurückgeführt werden, dass beide Gruppen annähernd identisch intensiv trainiert wurden. Nach dem ersten Bergtrainingsabschnitt (TA II) noch schnitt die Vergleichsgruppe besser im Stufenbelastungstest ab als die Berggruppe. Dies ist wahrscheinlich auf zu geringe Intensitäten der Bergtrainingseinheiten zurückzuführen, weswegen die Vergleichsgruppe intensiver trainiert wurde. Der letzte Trainingsabschnitt erfuhr eine deutliche Intensitätssteigerung der Bergtrainingseinheiten, auf die die signifikante Leistungssteigerung der Berggruppe im Abschlusstest zurückzuführen sein könnte. Statistisch absichern lässt sich diese Aussage jedoch nicht. Für diese Aussage wäre der Anteil der Bergtrainingseinheiten (2 x pro Woche) am Gesamttrainingsaufwand zu gering. Allerdings ist eine signifikante Besserung der Leistungsfähigkeit bei der Berggruppe eingetreten, obwohl sie signifikant weniger intensiv im Galopp trainiert wurde. Dieser Fortschritt ist deshalb so bedeutend, weil er beweist, dass Galopptrainingseinheiten oder intensive Trainingseinheiten in der Ebene durch Bergtraining ersetzt werden können, dann eben in geringerem Tempo als in der Ebene, womit eine Trainingsintensitätssteigerung verbunden ist, die aus erhöhter Aktivität der Rumpf- und Hinterhandmuskulatur resultiert (ROBERT et al., 2000; ROBERT et al., 2001) ohne Bänder-, Sehnen- und Knochenapparat der Vordergliedmaße mehr zu belasten (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1997).

Trainingsgestaltung und Trainingsmonitoring zweier Versuchsgruppen

Um Aussagen über die Gründe für eine Leistungsentwicklung eines Individuums oder einer Trainingsgruppe treffen zu können, müssen Trainingsumfänge und -Intensitäten in einem Trainingszeitraum festgehalten werden. Dies geschah in dieser

Studie mit Hilfe von täglichen Trainingsprotokollen, Herzfrequenzmessungen und Trainingslaktatkontrollen. Diese Parameter gelten als anerkannte Indikatoren zur Beschreibung von Trainingsintensitäten (WHITE et al., 1995; PRINCE et al., 2002; SERRANO et al., 2002). Die Auswertung der Trainingseinheiten ergab in dieser Studie einen unterschiedlichen Aufbau der beiden Trainingsmodelle hinsichtlich Trainingsumfängen in Schritt, Trab und Galopp in den Trainingsabschnitten II und III. Aus praktischen Gründen ist es wohl unter Feldbedingungen nicht möglich eine Gruppe von 12 Pferden über einen Zeitraum von mehreren Monaten identisch zu trainieren, wenn zugleich technische und konditionelle Trainingsziele erreicht werden sollen.

Trainingsumfänge und –Intensitäten der gesamten Versuchsgruppe

Die ermittelten Trainingsumfänge ergaben für die Berggruppe sehr hohe Umfänge im Schritt, dafür geringere Umfänge in Trab und Galopp. Die Vergleichsgruppe hingegen wurde signifikant weniger Schritt geritten dafür aber signifikant mehr Trab und Galopp.

Die signifikanten Unterschiede der Trainingsumfänge resultieren für die Berggruppe aus den zeitlich aufwendigen Bergtrainingseinheiten (lange Schrittphasen).

Zum anderen fiel ein signifikant höherer Galoppanteil in der Vergleichsgruppe auf. Dieser ist auf die Trainingseinheiten zurückzuführen, die die Vergleichsgruppe anstelle der Bergtrainingseinheiten leistete.

Durch die Konstellation Berggruppe mit viel Schritt und wenig Galopp gegenüber der Vergleichsgruppe mit wenig Schritt und viel Galopp werden zwei Extreme getestet. Mit Hilfe des durchgeführten Versuchsansatzes konnte zwar nicht bewiesen werden, dass zusätzliches Ausdauertraining in Form von Bergtraining einen Trainingseffekt hervorbringt. Den Beweis, dass zusätzliches Ausdauertraining im Rahmen der reiterlichen Ausbildung sinnvoll ist, erbrachte bereits SCHÄFER (2000). Vielmehr sollte überprüft werden, ob Galoppanteile eines Konditionstrainingsprogramms durch Bergtraining ersetzt werden können. Entsprechende Ansätze wurden von vielen Trainern und erfolgreichen Reitern, die sich als Autoren betätigten, bereits als sinnvolle Maßnahme für die Trainingspraxis beschrieben (KARSTEN, 1980; CLAYTON, 1991; TODD, 1991; DYSON, 1994; FN, 1997; SPRINGORUM, 1999). Diese beschränken sich jedoch auf persönliche und empirische Erfahrungen. Ein wissenschaftlicher Beitrag konnte diesbezüglich nicht ermittelt werden.

Das Bergtraining

In den beiden Trainingsabschnitten II und III fanden wöchentlich 2 Bergtrainingseinheiten statt. Die Anzahl der bewältigten Steigungen und das Tempo wurden von Woche zu Woche erhöht. Um dem Training noch mehr Einfluss durch das Bergtraining zu geben, hätte die Anzahl der Bergtrainingseinheiten höher sein müssen. Dies ließ sich jedoch aus logistischen Gründen nicht verwirklichen. Darüber hinaus erschien es auch nicht sinnvoll weitere Einheiten einzubauen vor dem Hintergrund die Pferde auf die Turnierprüfung vorbereiten zu müssen, in der auch technische Fähigkeiten abgerufen werden. Ein älteres, ausgebildetes Pferd, bei dem der Konditionsaufbau im Training dominiert, kann sicher mehr Bergtrainingseinheiten vertragen ohne Defizite im Techniktraining aufzuweisen. Diese Auffassung vertritt auch DYSON (1994).

Physiotherapeutische Aspekte von Bergtraining

Der Literatur konnte entnommen werden, dass Bergtraining positive Auswirkungen auf den Aufbau von Rumpf- und Hinterhandmuskulatur (ROBERT et al., 2000; ROBERT et al., 2001) hat und zur Entlastung der Vordergliedmaße (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1997; TAKAHASHI et al., 2002) im Training beiträgt.

Untersuchungen im Trab bei 6 % Steigung auf dem Laufband (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1997) ergaben eine Reduktion der einwirkenden Kräfte auf die Sehnen der Vordergliedmaße. Ein Aspekt, der vor dem Hintergrund hoher Ausfallquoten von Vielseitigkeitspferden, und anderen auf Schnelligkeit trainierten Pferden (STASHAK, 1987), aufgrund von Sehnenerkrankungen sehr wichtig erscheint. Auch TAKAHASHI (2002) untersuchte die einwirkenden Kräfte auf die Beugesehnen der Vordergliedmaße und ihren Einfluss bei der Entstehung von Tendinitiden, da er allerdings seine Untersuchungen auf den Schritt beschränkte, erhielt er keine reduzierenden Kräfte bei erhöhter Laufbandsteigung.

Die Arbeiten von ROBERT (2000; 2001) begründen die Kräftigung bestimmter Muskelpartien durch Bergtraining: In diesen wurde der Einfluss der Steigung eines Laufbandes auf die Aktivität bestimmter Rumpfmuskeln und Hinterhandmuskeln bestimmt. Die nachgewiesenen linearen Abhängigkeiten dieser Muskelaktivitäten von Geschwindigkeit und Steigung lassen eine Übertragbarkeit auf das Bergtraining unter

dem Sattel vermuten. Insbesondere KARSTEN (1980) hatte schon betont, dass gerade die Rückenmuskulatur durch ein Bergtraining trainiert wird. Dessen wissenschaftlich nicht abgedeckten Behauptungen decken sich folglich mit den Beobachtungen von ROBERT (2001). Im Detail betrachtet kam ROBERT (2000; 2001) nach seinen Untersuchungen über die Aktivität bestimmter Muskeln zu der Erkenntnis, dass ein reines Geschwindigkeitstraining eher bei Vollblütern im Renneinsatz wertvoll ist, während ein reines Steigungstraining eher für Dressurpferde, bei denen eine Symbiose von Kraft und Ästhetik gefordert wird, geeignet ist. Eine Kombination beider Effekte, Geschwindigkeit und Steigung, sollte gerade für das Vielseitigkeitspferd erarbeitet werden. Mögliche Ansätze wurden in dieser Arbeit durchgeführt, indem verschiedene, natürlich vorgegebene, Steigungsabschnitte mit unterschiedlicher Steigung und Länge im Schritt und Trab bewältigt wurden.

Wird ein Pferd sehr intensiv am Berg geritten, könnte die Frage nach gesundheitlichen Schäden infolge des ständigen Bergauf und Bergab aufgeworfen werden. BRUNNER (2002) zieht aus seinen Untersuchungen an Tragetieren im Einsatz der Bundeswehr in Bad Reichenhall die Erkenntnis, dass keine höhere Ausfallsrate bezüglich Gliedmaßenkrankungen im Vergleich mit anderen Leistungspferden vorliegt. Dies kann wahrscheinlich auf Vielseitigkeitspferde im Bergtraining übertragen werden.

Ein positiver Effekt im Sinne der oben beschriebenen Vorteile konnte zwar in dieser Studie nicht nachgewiesen werden, weil die Parameter Muskelaktivität und Sehnenbelastung nicht überprüft wurden, aber eine negative Beeinflussung des Bewegungsapparates durch das in dieser Studie durchgeführte Bergtraining in Form von Ausfällen konnte auch nicht festgestellt werden.

SPRINGORUM (1999) empfiehlt beim Klettern den Grenzbereich zur aeroben/ anaeroben Schwelle, die er bei 150 Schlägen pro Minute vermutet, zu erreichen. Verglichen mit den Durchschnittswerten dieser Arbeit, müsste dann an Steigungen mit mindestens 16-17 % und mehrere hundert Meter Länge im Trab trainiert werden.

Andere Autoren (CLAYTON, 1991; TODD, 1991; SERRANO et al., 2002) beschreiben Galopptrainingseinheiten am Berg. TODD (1991) reitet selber jede Galoppeinheit bergauf und CLAYTON (1991) empfiehlt für jedes Stadium der Ausbildung eines Vielseitigkeitspferdes die Integration von Bergtrainingseinheiten,

inklusive Galopp. Bei jungen Pferden sollte die Herzfrequenz unter 160 S/min gehalten werden, bei austrainierten Spitzensportlern zwischen 190 und 200 in der Vorbereitung auf Große Vielseitigkeiten. SERRANO (2002) maß bei einem Vielseitigkeitspferd, während eines bergauf (ca. 10 % Steigung) gerittenen Trainingsgalopps eine durchschnittliche HF von 205 S/min und einen Laktatwert von 9,4 mmol/l. Diese diversen Angaben zeigen, dass die Integration von Bergtraining Anwendung findet, die Empfehlungen aber divergieren und noch erheblicher Forschungsbedarf hinsichtlich des Einsatzes im Galopp besteht.

Herzfrequenz und Intensität eines Bergtrainings

Die Herzfrequenzkurven geben zuverlässige Informationen über die Trainingsintensität eines Steigungsabschnittes in Schritt und Trab. Zu bedenken ist jedoch der psychogene Einfluss auf die Herzfrequenz in unteren Intensitätsbereichen (PHYSICK-SHEARD, 1985). Da jedoch auf den hohen Steigungen und den Steigungen, die im Trab bewältigt wurden, bereits Intensitäten über 120 S/min erreicht werden, reduziert sich der psychogene Einfluss erheblich. Diese Abnahme des psychogenen Einflusses wird zumindest durch Erkenntnisse von PERSSON (1983) auf dem Laufband bei zunehmender Belastungsintensität beschrieben. Aus den Herzfrequenzmittelwerten der Bergpferde lässt sich die Schlussfolgerung ziehen, dass ein Schrittraining bei definierter Steigung (hier 16 % auf 400 m und 17 % auf 175 m) einer Intensität eines Galopptrainings im unteren bis mittleren Tempo (hier ungefähr 400 m/min) in der Ebene entspricht. Eine Intensitätssteigerung, um einer schnelleren Galoppbelastung in der Ebene zu entsprechen, kann durch eine Trabelastung am Berg erreicht werden. Galoppbelastungen am Berg wurden in dieser Studie nicht durchgeführt. Es wäre aber von Interesse wie sich die Herzfrequenz bei Steigungen unterschiedlichster Art verhält. Insbesondere im maximalen Herzfrequenzbereich wäre es interessant Anpassungsreaktionen zu untersuchen.

Auffallend war, dass die Herzfrequenzkurven in hohem Masse reproduzierbar waren. Wiederholungen desselben Steigungsabschnittes an einem Tag oder auch innerhalb eines Trainingsabschnittes lieferten fast identische Kurvenverläufe. Das Verhalten der Herzfrequenz lässt somit auf eine lineare Abhängigkeit von der Steigung schließen, auch wenn dies nicht statistisch nachgewiesen werden konnte. Untersuchungen auf dem Laufband haben lineare Abhängigkeiten der Herzfrequenz

von der Laufbandsteigung bereits bewiesen (SEXTON et al., 1990; EATON et al., 1995). Deren Erkenntnisse decken sich mit denen dieser Untersuchung.

Der Trainingsplan sah für einen bestimmten Steigungsabschnitt mit 16 % Steigung und 400 m Länge Wiederholungen während eines ganzen Trainingsabschnittes (6 Wochen) vor. Auf diesem konnte ein kontinuierlicher, signifikanter Rückgang der Herzfrequenz festgestellt werden. Dies entspricht einer kardiovaskulären Anpassungsreaktion der Bergpferde an das Training, wie sie beispielsweise durch Laufbandtraining bei HENNINGS (2001) bereits beschrieben wurde.

Laktat und Intensität eines Bergtrainings

Auf den getrabten Steigungsabschnitten, 11 bis 17 % maximale Steigung, wurden signifikante Laktaterhöhungen bis über 4 mmol/l Laktat festgestellt.

Im Schritt konnten keine erhöhten Laktatwerte erzielt werden. Dies zeigt, dass der Organismus auf den Schrittbereichen in der Lage ist schnell genug das gebildete Laktat wieder zu eliminieren. Anders verhielt es sich im Trab. Signifikante Anstiege der mittleren Laktatwerte bis über 4 mmol/l lassen vermuten, dass der Übergang in den anaeroben Bereich bei diesen Anforderungen erreicht wird. ISLER (1982) vermutete die „Anaerobe Schwelle“ bei Warmblütern bei 4 mmol/l und benutzte sie zur Festlegung der optimalen Trainingsintensität im Rahmen eines Intervalltrainings. Eine größere Variation der Anaeroben Schwelle zwischen 3 und 4 mmol/l Laktat beschreibt SEXTON (1990). LINDNER (1997) hingegen vermutet die Anaerobe Schwelle beim Pferd zwischen 1,3 und 1,8 mmol/l. Ob es überhaupt eine derartige Schwelle, wie sie beim Menschen vielfältig beschrieben wird (STEGMANN et al., 1981; HECK et al., 1986; SCHNABEL et al., 1997; HILLE, 2002), gibt, ist für das Pferd auch noch nicht festgelegt worden. Die hier gezeigten Laktatakkumulationen am Berg zeigen aber zumindest, dass die anaerobe Glykolyse mehr Laktat bildet als eliminiert werden kann. Ein Training der anaeroben Kapazitäten wäre folglich durch Bergtrainingseinheiten mit hohen Intensitäten, wie oben beschrieben, möglich. HINCHCLIFF (2002) führte den Beweis, dass anaerobe Kapazitäten durch Training mit hohen Intensitäten (Sprints unter 3 min, bei einer Geschwindigkeit, die mehr als 7 mmol/l Laktat hervorruft) verbessert werden können.

Diese Ergebnisse lassen für die Gestaltung weiterer Trainingspläne Empfehlungen zu: Soll das erklärte Trainingsziel die Grundlagenausdauer verbessern, dürfen die Anforderungen hinsichtlich Intensität nicht weiter hochgeschraubt werden als dies z.B. die maximalen Anforderungen des steilsten Abschnittes in dieser Studie

beschreiben. Ein Training mit solch hohen Anforderungen würde eher einem Training im anaeroben Bereich entsprechen.

Da niemand im Heimtraining die gleichen Bedingungen vorfindet, wie sie in dieser Studie gegeben waren, ist jedem Reiter oder Trainer zu empfehlen, Bergtrainingseinheiten regelmäßig von Laktatmessungen begleiten zu lassen, um die Intensität einer Trainingsstrecke einschätzen zu lernen. Die Effektivität des Bergtrainings hängt von der gewünschten Intensität und Dauer ab, die sich aus der Länge und der Steigung eines Bergabschnittes, sowie der gewählten Gangart ergibt.

Die Diagnostik der Trainingsfortschritte mittels Stufenbelastungstest

Die Stufenbelastungstests im sechswöchigen Abstand brachten anfangs unterschiedliche Leistungstendenzen in den Versuchsgruppen hervor. Am Ende konnten Trainingsfortschritte für beide Gruppen diagnostiziert werden.

Trainingsfortschritte wurden zum Einen anhand gesunkener Herzfrequenzen erklärt. Veränderungen der Ruheherzfrequenz wurde allerdings keine große Bedeutung zuerkannt, da diese mitunter erheblichen psychogenen Einflüssen unterliegen (PHYSICK-SHEARD, 1985). Auch SCHÄFER (2000) erklärt in ihren Untersuchungen die Varianz der Ruhe- und Schrittherzfrequenzen durch Testeinflüsse. Mit zunehmender Belastungsintensität verliert der psychogene Einfluss an Bedeutung (PERSSON, 1983).

In den Trab und Galopphasen der Stufenbelastungstests wurden gesunkene Herzfrequenzen als Zeichen für Trainingsfortschritte beider Gruppen angesehen. Auch SEXTON (1987) und OKONEK (1998) verfahren auf gleiche Weise, indem sie signifikante Leistungsfortschritte durch Ausdauertraining mit verringerten Herzfrequenzanstiegen unter Belastung erklärten. Signifikante Abfälle wurden in den unteren und mittleren Belastungsstufen, nie jedoch in der maximalen Belastungsstufe erreicht. Dies bestätigt die Erkenntnisse von OKONEK (1998), dass Trainingsfortschritte am deutlichsten im submaximalen Belastungsbereich auftreten.

Maximale Herzfrequenzen sind nach Erkenntnissen von ART und LEKEUX (1993) nicht durch Ausdauertraining veränderbar, dies konnte in dieser Arbeit nicht widerlegt werden, da signifikante Veränderungen in der maximalen Belastungsstufe bei 10,5 m/s fehlen, wobei auch nicht gesichert ist, dass die gemessenen Herzfrequenzen die maximalen darstellen.

Laktat wurde bereits früh als geeigneter Parameter zur Beurteilung von Trainingsfortschritten beurteilt (KRZYWANEK et al., 1977). Neben Studien der

eigenen Forschungsgruppe (OKONEK, 1998; MELFSEN-JESSEN, 1999; LANGHORST, 2003) sind weitere Quellen zu nennen (CIKRYTOVA et al., 1991; GALLOUX et al., 1995; LINDNER, 1997), die diese Erkenntnis teilen. Es gibt jedoch auch gegenteilige Aussagen, die besagen, dass keine signifikante Differenzierung zwischen ausdauertrainierten und „konventionell“ trainierten Pferden zu treffen sind (SCHÄFER, 2000) oder generell keine Differenzierung zwischen Trainingsgruppen zu treffen sind (ERICKSON et al., 1987). Zumindest aber für die Unterscheidung trainierter und nicht trainierter Warmblutpferde konnte Laktat signifikante Veränderungen liefern (OKONEK, 1998).

Für die Diagnose von anaeroben Trainingsfortschritten erwies sich Laktat in den Untersuchungen von HINCHCLIFF (2002) als ungeeigneter Parameter.

In dieser Studie liegen die Ruhelaktatwerte generell unter 1 mmol/l bis 1,03 mmol/l. Ähnliche Werte werden von SCHÄFER (2000) und HODGSON (1996) angegeben und können somit als physiologisch angesehen werden. Der Laktatanstieg infolge der sukzessiven Erhöhung der Geschwindigkeit verlief gleichmäßig bei allen Pferden und an allen Stufenbelastungstesttagen. Mit Ende der Belastung fielen die Laktatwerte wieder. In anderen Studien kam es zu einer verzögerten Laktatakkumulation mehrere Minuten nach Ende der Belastung bei Laktatgehalten über 8 mmol/l (MARLIN et al., 1987; SCHÄFER, 2000). Warum die Laktatpeaks der Stufenbelastungstests mit höheren Laktatwerten in dieser Studie nicht erst verzögert eintraten, kann hier nicht geklärt werden. Vermutlich besteht ein Zusammenhang mit dem unterschiedlichen Aufbau des Tests.

Der Abbau nach Ende der Belastung verlief ausnahmslos gleichmäßig und endete spätestens 60 Minuten post Belastungsende in Ruhewerten. Ein Vergleich des Laktatabbaus mit dem Ziel trainingsbedingt schnellere Abbauraten zu erzielen, wie bei HARKINS (1990) erfolgt, konnte in dieser Studie nicht durchgeführt werden, könnte jedoch bei Einzelbetrachtung eines Probanden wertvolle Hinweise auf Leistungsentwicklungen liefern (HARKINS et al., 1990).

Die signifikanten Veränderungen der V₂ in beiden Gruppen entsprechen einem Zuwachs an aerober Ausdauerleistungsfähigkeit. Dieser Parameter diente schon in früheren Studien dem Nachweis des Trainingsfortschritts (EVANS et al., 1995; LINDNER, 1997; SCHÄFER, 2000; LINDNER et al., 2001) und seine Aussagekraft kann durch diese Arbeit bestätigt werden.

Die Darstellung der Herzfrequenzkurve und der Laktatleistungskurve, errechnet mit Hilfe der Software winlactat® (Sportsoftware Hille GbRmbH) erwies sich als praktikabel und einfach in der Handhabung.

Zugrundegelegt wurde eine Exponentialgleichung zur Berechnung der Laktatleistungskurve. Diese wurde zwar aus der humanen Leistungsdiagnostik entnommen (HILLE et al., 1993; HILLE, 2002), dass der Laktatverlauf einer exponentiellen Funktion folgt wurde aber in der Literatur auch für das Pferd beschrieben (KRZYWANIEK et al., 1977; GYSIN et al., 1987; KRZYWANIEK, 1999; HINCHCLIFF et al., 2002). Wesentliche Vorteile sind die computerunterstützte Berechnung der Laktatleistungskurve, die anschauliche Darstellung errechneter Laktat-Geschwindigkeitsbeziehungen, beispielsweise in Form von V2, V4 oder V6 und die Möglichkeit beliebig Stufenbelastungstests, die nach dem identischen Protokoll verlaufen, miteinander zu vergleichen. Das simple Übereinanderlegen zweier Laktatleistungskurven bietet gerade im Feld eine Handhabung schnell zu einem Urteil über Leistungstendenzen zu kommen, ohne über einzelne Laktatwerte in Zweifel zu kommen. Selbstverständlich benötigt die Handhabung einige Praxis und ein Trainer sollte sich genügend Zeit nehmen, sich und seine Schützlinge in die Materie einzuarbeiten. Denn nur ein annähernd optimal standardisierter Stufentest, ob im Feld oder sogar auf dem Laufband, erlaubt annähernd objektive Aussagen (SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN et al., 1999). Für den Trainer und den Hochleistungssportler ist die computerunterstützte Berechnung ein probates Mittel Stufenbelastungstests im Training durchzuführen. In der humanen Leistungsdiagnostik hat der Vergleich von Laktatleistungskurven einen festen Platz (HILLE et al., 1993; HILLE, 2002).

Es erfordert noch weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeit bis sich dieses Vorgehen bei Pferden im Spitzensport etabliert hat.

Die Ergebnisse des zweiten Stufenbelastungstests resultieren teilweise in Trainingsrückschritten. Nach Schnabel (1997) sind diese auf mangelnde Trainingsreize zurückzuführen. Auch SCHÄFER (2000) berichtet von einem Leistungsabfall innerhalb von 6 Wochen infolge fehlender Trainingsreize. Tatsächlich ermöglichte der vorangegangene Trainingszeitraum durch kalte Witterungsbedingungen und Umstellungen des Trainingsplanes gegenüber dem Zeitraum vor der Studie weniger Bewegungsmöglichkeiten der Pferde.

Nach diesem ersten Trainingsabschnitt sollte die Trainingsintensität angehoben werden, um die Grundlagenausdauer zu verbessern. Nun wurden aber zweimal wöchentlich die Bergtrainingstage eingeführt, mit den bekannten Unterschieden im Trainingsaufbau der Versuchsgruppen. Diese resultierten im dritten Stufenbelastungstest in nachweisbar größeren Fortschritten der Vergleichsgruppe als der Berggruppe. Für die Berggruppe kann dies auf eine zu geringe Belastung durch die Bergtrainingstage zurückzuführen sein, denn die Anforderungen waren noch nicht so hoch wie die im folgenden, dritten Trainingsabschnitt. Wichtig erscheint an dieser Stelle die Erkenntnis aus dem zweiten Trainingsabschnitt, dass ein Bergtraining mit zu geringen Intensitäten erwartungsgemäß keinen Trainingsfortschritt liefern kann.

Da die Auswirkungen des Bergtrainings auf die Ausdauerfähigkeit mangels Literatur und Erfahrung nur schlecht einschätzbar waren, konnte eine Intensitätssteigerung erst im letzten Trainingsabschnitt erfolgen. Diese brachte schließlich einen signifikanten Leistungsfortschritt für die Berggruppe. Zusammenfassend muss festgestellt werden, dass nur der letzte Trainingsabschnitt in beiden Gruppen gleichzeitig Trainingsfortschritte hervorbringen konnte. Die Trainingsbelastung muss demnach zumindest ähnlich gewesen sein.

Der Zeitraum von 6 Wochen zwischen den Stufenbelastungstests hatte sich in früheren Arbeiten der Forschungsgruppe (SCHÄFER, 2000; HENNINGS, 2001; LEWING, 2001) bewährt und kann durch diese Untersuchung als praktikabel bestätigt werden, da er sowohl positive als auch negative Leistungsentwicklungen aufdeckte. Für die Trainingspraxis sind jedoch andere Zwischenzeiträume denkbar. TRILK (2002) benutzt beispielsweise zweiwöchige Abstände, um die Laufgeschwindigkeit in einem laktatgesteuerten Trainingsprogramm anzupassen. Unbedingt notwendig ist eine Anpassung der Testtermine an Wettkampftermine. Bei größerer Belastung durch den Test kann ein unmittelbarer zeitlicher Zusammenhang unerwünscht sein.

Zusammenfassend müssen die Ergebnisse der Stufenbelastungstests in dieser Studie als wertvolle Kriterien zur Beurteilung konditioneller Trainingsfortschritte angesehen werden. Wichtig erscheint für die Anwendung im Rahmen eines Trainingsmonitorings die Anpassung der Anforderungen an den Probanden

hinsichtlich Stufendauer, -anzahl, -anfangsgeschwindigkeit und Geschwindigkeitssteigerung pro Stufe.

Turniereinsatz der Versuchspferde in einer Geländepferdeprüfung

Das absolvierte Trainingsprogramm ließ den Einsatz der Berg- und Vergleichspferde in der Geländepferdeprüfung zu. Mit wenigen Ausnahmen beendeten die Versuchspferde den fremden Parcours. Eine eindeutige Aussage über den Zusammenhang zwischen Stufenbelastungstestergebnissen und Turnierergebnissen konnte durch diese Studie nicht getroffen werden.

Die Fremdperde schnitten hinsichtlich Rangierung und Anzahl der Verweigerungen deutlich besser ab als die eigenen Pferde der Berg- und Vergleichsgruppe. Die gemessenen Laktatwerte und Herzfrequenzen ließen keinen statistisch signifikanten Unterschied zwischen Berg-, Versuchs- und Fremdperden zu. Die Herzfrequenzen liegen im Vergleich zu Literaturangaben hoch. WHITE (1995) fand bei 45 Pferden in einer „Novice“-Prüfung (entspricht ~ Klasse A-L) einen Durchschnittswert von 154,4 S/min und Spitzenwerte bis 190,8 S/min. Andererseits liegen in der gleichen Studie gemessene Laktatwerte (mean: 8,1 mmol/l Laktat, peak: 22,8 mmol/l Laktat) über den in dieser Arbeit gemessenen. Die hohen Herzfrequenzen in der Geländepferdeprüfung könnten auf die Unerfahrenheit und Aufregung der jungen Pferde zurückzuführen sein und die andererseits niedriger liegenden Laktatwerte auf eine kürzere Geländestrecke (Angabe: 1500–2000 m).

Die vergleichsweise hohe Anzahl Verweigerungen bei den Versuchspferden ist auf technische Ausbildungsdefizite und individuelle Probleme von Reiter/Pferd-Kombinationen zurückzuführen. Mit Sicherheit konnte nicht von einem Gleichgewicht der Versuchs- und Fremdkombinationen hinsichtlich reiterlichen Könnens und technischer Fähigkeiten der Pferde ausgegangen werden. Eine Einflussnahme diesbezüglich war jedoch nicht möglich und auch nicht erwünscht, da die Prüfung offen ausgeschrieben war. Der Vergleich beider Versuchsgruppen offenbart ein besseres Abschneiden der Vergleichsgruppe, in der immerhin 3 Pferde ohne Verweigerung ins Ziel gebracht wurden. Für diesen Umstand könnte eine technische Überlegenheit der Vergleichsgruppenpferde aufgrund der höheren Anzahl Trainingseinheiten in der Ebene verantwortlich sein. Allerdings wurden im sogenannten Vergleichstraining an den Bergtrainingstagen keine Sprünge getätigt. Der Vorteil wäre folglich nur auf eine bessere dressurmäßige Grundlage

zurückzuführen. Es ist jedoch denkbar, dass die Leistungsbereitschaft, die individuell ausgeprägt ist, sich sowohl auf die Stufentests als auch auf die Rangierung in der Geländepferdeprüfung ausgewirkt hat.

Die Herstellung von Zusammenhängen zwischen Leistungstests, beispielsweise in Form von Stufenbelastungstests, und im sportlichen Wettkampf erbrachten Leistungen führt in der Literatur zu unterschiedlichen Ergebnissen. DAVIE (2002) konnte keinen Zusammenhang zwischen submaximalem Feldtest und tatsächlichen erbrachten Rennleistungen im Wettkampf herstellen. Auch in einer weiteren Studie, die Korrelationen zwischen Laktatwerten und Rennleistung, bzw. Gewinnsummen untersuchte (EVANS et al., 2002) konnte kein Zusammenhang festgestellt werden. COUROUCÉ (1999) hingegen fand bei leistungsstarken Trabern signifikant höhere V_4 -Werte als bei leistungsschwachen Trabern.

Diese unsichere Beziehung der Ergebnisse von Leistungsüberprüfungen in standardisierten Tests mit Wettkampfergebnissen schränkt die Bedeutung der Tests gerade in den Reitsportdisziplinen erheblich ein. Es ist fraglich, ob Leistungstests ohne Bezug zur sportlichen Nutzung jemals Bedeutung erlangen können. Für junge Pferde, die sich noch in der reiterlichen Grundausbildung befinden ist der Nutzen in noch höherem Maße eingeschränkt.

6. Schlussfolgerungen

Galoppanteile an einem Konditionstraining können durch Bergtraining, bei ausreichender Intensität, ersetzt werden. Dies trägt wahrscheinlich wesentlich zur Entlastung der Sehnen und Bänder der Vordergliedmaße sowie zur Kräftigung der Hinterhand- und Rumpfmuskulatur bei.

Schritttraining bei definierter Steigung (hier 16 % auf 400 m Länge und 17 % auf 175 m Länge) entspricht etwa der Intensität von Galopptraining bei 400 m/min in der Ebene. Weitere Intensitätssteigerungen können durch eine Trabbelastung am Berg erreicht werden. Galopptrainingseinheiten können folglich durch Bergtrainingseinheiten ersetzt werden, wenn eine Intensitätssteigerung im Training erzielt werden soll. Aufgrund der geringeren Belastung der Vordergliedmaße stellen die Bergtrainingseinheiten die tierschonendere Variante dar.

Signifikante Laktatanstiege über 4 mmol/l erfolgen nach Bergtrainingseinheiten. Folglich kann auch der anaerobe Ausdauerbereich durch Bergtraining trainiert werden.

Ein Trainingsmodell mit Bergtrainingseinheiten kann nur zu signifikanten Trainingsfortschritten führen, wenn die Trainingsintensitäten auch am Berg ausreichend hoch gehalten werden. Werden „konventionelle“ Trainingseinheiten (im Schritt, Trab und Galopp) durch Bergtraining ersetzt, müssen die Bergtrainingsintensitäten den Galoppintensitäten in Dauer und Höhe in etwa entsprechen.

Der positive Einfluss von Geschwindigkeit und Steigung auf die Aktivität der Rumpf- und Hinterhandmuskulatur sollte kombinierten Einsatz im Training eines Vielseitigkeitspferdes finden.

Durch einen signifikanten, sukzessiven Rückgang der Herzfrequenz im Verlaufe des Trainings auf einem Steigungsabschnitt bei gleicher Geschwindigkeit konnte eine kardiovaskuläre Anpassungsreaktion der Berggruppe nachgewiesen werden.

Bergtrainingseinheiten sollten zur Kontrolle der Trainingsintensität von Herzfrequenz- und Laktatmessungen begleitet werden. Ansonsten fällt eine Einschätzung der Trainingsintensität eines Steigungsabschnittes schwer und kann zu niedrige oder zu hohe Trainingsreize mit Stagnation der Ausdauerleistungsfähigkeit zur Folge haben.

Herzfrequenz und Laktat zeigten signifikante Trainingsfortschritte beider Gruppen. Die Anwendung computerunterstützt berechneter Laktatleistungskurven erwies sich als praktikabel. Die Interpretation von Laktatleistungskurven und ihrer Veränderungen im Laufe aufeinanderfolgender Stufenbelastungstests (Rechtsverschiebung= Trainingsfortschritt, Linksverschiebung= Trainingsrückschritt) unterstrich die Aussagen der Laktat- und Herzfrequenzeinzelwerte.

Die Pferde beider Gruppen wurden durch ihre jeweiligen Trainingsmodelle adäquat auf den Einsatz in der Geländepferdeprüfung vorbereitet.

Eine Aussage über den Zusammenhang der Ergebnisse des Stufenbelastungstests und der Rangierung in der Geländepferdeprüfung kann aufgrund der vorliegenden Arbeit nicht getroffen werden.

7. Zusammenfassung

Michael Dahlkamp

Vergleich zweier Trainingsmethoden für 6-jährige Vielseitigkeitspferde unter besonderer Berücksichtigung von Bergtraining

Ziel dieser Studie war es die Auswirkungen zweier Trainingsmodelle für die Vielseitigkeit auf die Belastungsfähigkeit und Leistungsentwicklung einer Pferdeguppe festzuhalten und die Bedeutung von Bergtraining für ein Konditionstrainingsprogramm zu untersuchen. Daraus sollten Erkenntnisse zur Gestaltung eines wissenschaftlich fundierten Trainingsplans für Sportpferde, insbesondere Vielseitigkeitspferde, gewonnen werden.

Zwei Versuchsgruppen (Berg- und Vergleichsgruppe, jeweils $n = 6$) wurden annähernd identisch intensiv trainiert. Der Unterschied im Trainingsplan war in den letzten beiden von drei Trainingsabschnitten (jeweils über 6 Wochen) das Bergtraining für die Berggruppe. Anstelle des Bergtrainings absolvierte die Vergleichsgruppe ein Training in der Ebene. Am Ende sah das Trainingsmodell für die Bergpferde einen signifikant höheren Gesamtumfang vor, der zum Großteil aus langen Schrittphasen während der Bergtrainingseinheiten resultierte. Die Vergleichsgruppe absolvierte zwar weniger Gesamtumfang, wurde aber signifikant mehr getrabt und galoppiert.

Herzfrequenzen wurden täglich aufgezeichnet. Laktatkontrollen wurden in regelmäßigen Abständen beim Bergtraining nach verschiedenen Steigungsabschnitten genommen. Stufenbelastungstests auf einem Laufband mit sechswöchigen Abständen dienten der Überprüfung und Bewertung des Trainingsfortschritts. 3 Tage vor dem letzten Stufentest starteten die Versuchspferde in einer Geländepferdeprüfung mit den Anforderungen der Klasse A (laut LPO). Dort traten die eigenen Versuchspferde gegen Fremdperde an. Der Turniereinsatz diente der Kontrolle, ob beide Trainingsmodelle, mit und ohne Bergtraining, die Pferde sinnvoll auf die Geländepferdeprüfung vorbereiteten.

Herzfrequenzen, die in der Ebene im Trab (ca. 200 m/min) und Galopp (ca. 400 m/min) erreicht wurden, entsprechen annähernd denen, die am Berg bei Steigungen ab 9% im Schritt und Trab (ca. 200 m/min) erreicht wurden. Die Herzfrequenzen im Trab am Berg gingen sogar weit über Galoppfrequenzen in der Ebene bei 400

m/min hinaus. Eine Intensitätssteigerung um das Herz-Kreislaufsystem zu trainieren, lässt sich folglich anhand gemessener Herzfrequenzen anstelle von Galopptrainingseinheiten auch durch Bergtrainingseinheiten erreichen.

Eine kontinuierliche Herzfrequenzabnahme durch eine kardiovaskuläre Anpassungsreaktion konnte für einen Steigungsabschnitt, der über einen Zeitraum von 5 ½ Wochen wiederholt beritten wurde, nachgewiesen werden.

Laktatmessungen während der Bergtrainingseinheiten zeigten, dass Anstiege des Blutlaktatgehaltes infolge von Trabelbelastungen am Berg bei 6-17 % Steigung erfolgen. Diese Ergebnisse unterstreichen die aufgezeigte Möglichkeit der Intensitätssteigerung der Trainingseinheiten durch Steigungen und zeigen, dass der anaerobe Ausdauerbereich durch Trabelbelastung erreicht wird.

Die Vergleichsgruppe weist in den Stufenbelastungstests aufgrund von Laktat und Herzfrequenzwerten sukzessive Trainingsfortschritte ($p < 0,05$) aus den Trainingsabschnitten II (5 Wochen) und III (6 Wochen) auf. Ein Trainingsfortschritt für die Berggruppe konnte ausschließlich im abschließenden Stufenbelastungstest ermittelt werden, er basiert auf Übereinstimmung von Herzfrequenz- ($p < 0,05$ und $p < 0,01$) und Laktatrückgängen ($p < 0,05$) auf mehreren Stufen.

Beide Gruppen weisen in der Einzelbetrachtung der Kurvenverläufe eindeutige Trainingsfortschritte durch Rechtsverschiebungen der Laktatleistungskurven (60 %) und Herzfrequenzkurven (80 %) auf. Wenn auch für letztgenannte Entwicklung keine statistische Absicherung erfolgte, deckt sie sich doch mit statistisch signifikanten Verbesserungen der Einzelstufenwerte.

Statistisch signifikante Anstiege der V2 konnten im letzten Stufenbelastungstest für beide Gruppen festgestellt werden ($p < 0,05$). Diese sind als Trainingsfortschritte im aeroben Ausdauerbereich zu verstehen. Ein Gruppenunterschied infolge der unterschiedlichen Trainingsmodelle konnte in den Stufenbelastungstests zu keinem Zeitpunkt festgestellt werden.

Der Turnierstart brachte bezüglich Herzfrequenz- und Laktatmessungen keinen Unterschied zwischen Berg-, Vergleichs- und Fremdpferden hervor. Mit wenigen Ausnahmen waren Berg- und Vergleichspferde in der Lage die Geländepferdeprüfung fehlerfrei oder mit Abzügen zu beenden. Die Trainingsmodelle erwiesen sich aufgrund der Trainingsfortschritte und der gezeigten Leistung der Pferde in der Geländepferdeprüfung als geeignet die Pferde altersentsprechend zu trainieren.

8. Summary

Michael Dahlkamp

Comparison of two different training programmes for 6-year-old eventing horses with emphasis on uphill exercise

The objective of the study was to compare two different training protocols - one including uphill exercise - for eventing horses.

To assess performance and to obtain criteria for science based training of event horses, two groups of horses (each n=6), uphill and reference group, were exposed to an almost identical training programme with the exception that they differed during the second and third 5 to 6 week training sessions. Two times a week the uphill groups exercised uphill, while the reference group carried out training on flat grounds. In the end horses of the uphill group resulted in a significantly longer exercise duration when compared to the reference group, since the uphill velocity was largely walk, while the reference groups velocity included more trot and gallop.

Every six weeks performance was evaluated by a standard exercise test on a high speed treadmill.

Heart rates were recorded daily, blood lactate was analysed during standard exercise test and on a regular base during uphill training.

In the reference group of horses heart rate during trot (around 200 m/min) and gallop (around 400 m/min) were similar to those that were obtained during walk and trot (around 200 m/min) in uphill stretches of 9% slope and more. During uphill trot heart rates exceeded that of gallop on flat grounds (400 m/min). Thus a first conclusion was, that uphill training in walk and trot may have a similar effect on the cardiovascular system when compared to gallop on flat grounds. Heart rate declined continuously over a 5.5 week period when recorded in the same uphill section and at identical velocities. Blood lactate analysis showed an increase of lactate at 6 – 17% slopes during trot.

During standard exercise test the reference group of horses displayed progressive improvement of lactate and heart rate values during the two training sections (11 weeks).

Training progress for the uphill group became evident not until the final standard exercise test, when heart rate and blood lactate levels had declined significantly ($p < 0.05$ and $p < 0.01$ for heart rate and $p < 0.05$ for blood lactate) at several levels of velocity when compared to the test six weeks before.

When lactate performance (lactate vs. velocity) curves were calculated training progress became evident for both training groups, since at a given heart rate and blood lactate level velocity had increased. However, this was not verified statistically. Statistically significant ($p < 0.05$) increases in velocity at a lactate level of 2 (V2) were observed in both groups of horses when compared to the test six weeks before. This could be interpreted as progress due to training. Group differences between both training groups could not be established.

This is also true when horses were compared in competition on a pre-novice level (Geländepferdeprüfung Kl. A., German Performance Test Rule Book). Most uphill and flat ground horses completed the course without faults. Comparison of heart rate and lactate levels to other competing horses yielded no differences.

In conclusion the training schedules employed in the present study are suitable to prepare horses for novice level. The restriction to walk and trot during uphill training suggests a milder strain on the musculoskeletal system when compared to gallop in the flat ground group.

9. Literaturverzeichnis

ART, T.; LEKEUX, P. (1993):

Training-induced modifications in cardiorespiratory and ventilatory measurements in thoroughbred horses.

Equine Vet. J. 25 6, 532-536.

BRUNNER, H.; GERHARDS, H. V.; RENNENKAMPF, F. (2002):

Röntgenologische Reihenuntersuchung bei ausschließlich als Gebirgstragtieren eingesetzten Maultieren und Haflingern.

Pferdeheilkunde 18 4, 359-366.

CIKRYTOVA, E.; KOSTELECKA, J.; KOVAR, J.; HORAK, S.; HANAK, J. (1991):

Standardized exercise test on a track to evaluate exercise capacity in different breeds of horses.

Equine Exercise Physiology 3, 37-40.

CLASING, D.; WEICKER, H.; BÖNING, D. (1994):

Stellenwert der Laktatbestimmung in der Leistungsdiagnostik.

Gustav-Fischer-Verlag, Stuttgart, Jena, New York.

CLAYTON, H.M. (1991):

Conditioning Sport Horses, Eventing.

Sport Horse Publications, University of Saskatchewan 1, 181-200.

COUROUCE, A. (1999):

Field exercise testing for assessing fitness in French standardbred trotters.

Vet. J. 157, 112-122.

COUROUCE, A.; CHRETIEN, M.; VALETTE, J.P. (2002):

Physiological variables measured under field conditions according to age and state of training in French trotters.

Equine Veterinary Journal 34 1, 91-97.

COUROUCE, A.;CORDE, R.;VALETTE, J.P.;CASSIAT, G.;HODGSON, D.R.;ROSE, R.J. (2000):

Comparison of some responses to Exercise on the Track and the Treadmill in French Trotters: Determination of the Optimal Treadmill Incline.

The Veterinary Journal 159, 57-63.

COUROUCE, A.;GEFFROY, O.;BARREY, E.;AUVINET, B.;ROSE, R.J. (1999):

Comparison of exercise tests in french trotters under training track, racetrack and treadmill conditions.

Equine Exercise Physiology, Equ. vet. J., Suppl. 30 5, 528-532.

DAVIE, A.J.;PRIDDLE, T.L.;EVANS, D.L. (2002):

Metabolic responses to submaximal field exercise tests and relationships with racing performance in pacing Standardbreds.

Equine Exercise Physiology, Equ. vet. J., Suppl. 34 6, 112-115.

DYSON, S.J. (1994):

Training the event horse.

The Athletic Horse, W.B. Saunders Company, 419-428.

EATON, M.D.;EVANS, D.L.;HODGSON, D.R.;ROSE, R.J. (1995):

Effect of treadmill incline and speed on metabolic rate during exercise in thoroughbred horses.

J. Appl. Physiol. 79, 951-957.

ERICKSON, H.H.;SEXTON, W.L.;ERICKSON, B.K.;COFFMAN, J.R. (1987):

Cardiopulmonary response to exercise and detraining in the quarter horse.

Equine Exercise Physiology 2, 41-50.

EVANS, D.L. (1994):

Training Regimens: Overview.

The Athletic Horse, W.B. Saunders Company, 387-392.

EVANS, D.L.;PRIDDLE, T.L.;DAVIE, A.J. (2002):

Plasma lactate and uric acid responses to racing in pacing Standardbreds and relationship with performance.

Equine Exercise Physiology, Equ. vet. J., Suppl. 34 6, 131-134.

EVANS, D.L.;RAINGER, J.E.;HODGSON, D.R.;EATON, M.D.; ROSE, R.J. (1995):

The effects of intensity and duration of training on blood lactate concentrations during and after exercise.

Equine Veterinary Journal, Suppl. 18, 422-425.

FN (1997):

Richtlinien Band 2: Ausbildung für Fortgeschrittene.

FN-Verlag 12.

FN (2000):

Richtlinien Band 1: Grundausbildung für Reiter und Pferd.

FN-Verlag 27.

GALLOUX, P.;BARREY, E.;AUVINET, B.;VALETTE, J.P.; WOLTER, R. (1995):

Kinematics of blood lactate concentration during an incremental treadmill test in saddle horses.

Equine Veterinary Journal, Suppl. 18, 435-438.

GYSIN, J.;ISLER, R.; STRAUB, R. (1987):

Beurteilung der Leistungskapazität und Festlegung der Trainingsintensität bei Sportpferden mittels Pulsfrequenzaufzeichnungen und Plasmalaktatbestimmungen.

Pferdeheilkunde 34, 193-200.

HARKINS, J.D.; KAMERLING, S.G. (1991):

Assessment of treadmill intervall training on fitness.

Equine Vet. Sci., 237-242.

HARKINS, J.D.;KAMERLING, S.G.;BAGWELL, S.G.; KARNS, P.A. (1990):
A comparative study of interval and conventional training in thoroughbred horses.
Equine Vet. J., Suppl.9, 14-19.

HECK, H.;MADER, A.;MÜLLER, R.; HOLLMANN, W. (1986):
Laktatschwellen und Trainingssteuerung.
Dtsch. Z. Sportmed. 37, Sonderheft, 72-78.

HENNINGS, A. (2001):
Herzfrequenzgesteuertes Laufbandtraining von 4-jährigen Warmblutpferden:
Leistungsfortschritte und physiologische Indikatoren.
Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissert.

HILLE (2002):
winlactat - sportmedizinische Auswertungssoftware zur Leistungsdiagnostik -
Handbuch.

HILLE, C.T.; GEIGER, L.V. (1993):
Mathematische Beschreibung der Laktatkinetik beim Stufentest und Umsetzung in
eine datenbankorientierte Analysensoftware.
Leistungssport 23 5, 46-51.

HINCHCLIFF, K.W.;LAUDERDALE, M.A.;DUTSON, J.;GEOR, R.J.;LACOMBE, V.A.;
TAYLOR, L.E. (2002):
High intensity exercise conditioning increases accumulated oxygen deficit of horses.
Equine Veterinary Journal 34 1, 9-16.

HODGSON, D.R. (1996):
Blood lactate: does Accusport equal accuracy?
Equine Veterinary Journal 28 5, 337-338.

HODGSON, D.R.; ROSE, R.J. (1994):
Training Regimens: Physiological adaptations to training.
The Athletic Horse, W.B. Saunders Company, 379-385.

ISLER, R.;STRAUB, R.;APPENZELLER, T.; GYSIN, J. (1982):

Beurteilung der aktuellen Leistungsfähigkeit zur Festlegung der optimalen Belastungsintensität für Intervalltraining bei Warmblutpferden.

Schw.Arch.Tierheilk. 123, 603-612.

KAI, M.;HIRAGA, A.;KUBO, K.; TOKURIKI, M. (1997):

Comparison of stride characteristics in a cantering horse on a flat and inclined treadmill.

Equine Veterinary Journal Suppl.23, 76-79.

KARSTEN, H. (1980):

Das Militarypferd.

Edition Haberbeck.

KEUL, J.;SIMON, G.;BERG, A.;DICKHUTH, H.H.;GOERTTLER, I.; KÜBEL, R. (1979):

Bestimmung der Individuellen Anaeroben Schwelle zur Leistungsbewertung und Trainingsgestaltung.

Dt. Zeitschrift f. Sportmedizin 7, 212-218.

KOGA, S.;SHIOJIRI, T.;SHIBASAKI, M.;KONDO, N.;FUKUBA, Y.; BARSTOW, T.J. (1999):

Kinetics of oxygen uptake during supine and upright heavy exercise.

J. Appl. Physiol. 87, 253-260.

KRZYWANIEK, H. (1999):

Leistungsphysiologie, Lactat und Säure-Basen-Haushalt.

Handbuch Pferdepraxis, Dietz, Huskamp, Enke-Verlag 2, 57-63.

KRZYWANIEK, H.;WITTKE, H.; SCHULZE, A. (1977):

Wirkungen des Trainings auf leistungsabhängige Blutparameter bei Trabrennpferden.

Berl.Münch. Tierärztl. Wschr. 90 89-92.

LANGHORST, C. (2003):

Wegestreckengestaltung und Erholungsfähigkeit von Reitpferden im Vielseitigkeitssport.

Institut für Tierzucht, Mariensee, der Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL), Diss.

LEWING, C. (2001):

Ausdauertraining von Sportpferden bei unterschiedlicher Belastungsintensität und -dauer.

Vet.-med. Dissertation, Hannover.

LINDNER, A. (1997):

Laktat und Leistung.

Lensing Druck, Dortmund.

LINDNER, A.;SOBOTTA, M.; SASSE, H.H.L. (2001):

Genauigkeit der Steuerung der Laktatkonzentration im Blut von Pferden nach Belastungen mit Geschwindigkeiten, die durch Ergebnisse eines Belastungstests vorgegeben waren. Teil 2: Beziehung zwischen Herzfrequenz während der Belastung und Laktatkonzentration im Blut nach Belastung.

Pferdeheilkunde 17, 241-246.

MARLIN, D.J.;HARRIS, R.C.;HARMAN, J.C.; SNOW, D.H. (1987):

Influence of post-exercise activity on rates of muscle and blood lactate disappearance in the thoroughbred horse.

Equine Exercise Physiology 2, 321-331.

MARTIN, G.;MCCLURE BLACKMER, J.;CORLEY, J.S.; BURBA, D.J. (2001):

Quantification of Training Exercise in a group of 2-year-old Thoroughbred Race Horses.

Proceedings of the Association of Equine Sports Medicine Meetings, 42-43.

MCCLURE BLACKMER, J.;MARTIN, G.;BURBA, D.J.;SCHOLL, D.; CORLEY, J.S. (2001):

A Technique for Quantification of Exercise in Horses in Race Training Using the Global Positioning System (GPS).

Proceedings of the Association of Equine Sports Medicine Meetings 2001, 38-40.

MCCONAGHY, F.F.;HODGSON, D.R.;EVANS, D.L.; ROSE, R.J. (1995):

Equine sweat composition: effects of adrenaline infusion, exercise and training.

Equine Vet. J. 20, 158-164.

MCDONOUGH, P.;KINDIG, C.A.;HILDRETH, T.S.;BEHNKE, B.J.;ERICKSON, H.H.; POOLE, D.C. (2002):

Effect of body incline on cardiac performance.

Equine Exercise Physiology, Equ. vet. J., Suppl. 34 6, 506-509.

MEIER, H.P. (2002):

Die Kaufuntersuchung nach der Schuldrechtreform - Orthopädische Erkrankungen des Pferdes: Bedeutung für die Kauf-Untersuchung: Sehnen und Muskeln.

BPT-Kongress 2002, Nürnberg.

MELFSEN-JESSEN, J. (1999):

Physiologische Indikatoren unter standardisiertem Laufbandtraining und Belastung bei Sportpferden.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissert.

OKONEK, S. (1998):

Biochemische und biophysikalische Reaktionen trainierter und nicht trainierter Pferde auf standardisierte Belastungen von unterschiedlicher Intensität.

Hannover, Tierärztl. Hochschule, Dissert.

OKONEK, S.;KALLWEIT, E.;SCHÄFER, B.; ELLENDORFF, F. (2002):

Power of heart rate, biochemical blood variables and different exercise tests for differentiating between trained and untrained three-year-old hanoverian horses.

Conference on Equine Sports Medicine and Science 2002, Saumur.

PERSSON, S.G.B. (1983):

Analysis of fitness and state of training. Evaluation of exercise tolerance and fitness in the performance horse.

Equine Exercise Physiology 1, 441-457.

PHYSICK-SHEARD, P.W. (1985):

Cardiovascular response to exercise and training in the horse.

Vet. Clin. North Am. 1 2, 383-417.

PRINCE, A.;GEOR, R.J.;HARRIS, P.A.;HOEKSTRA, K.;GARDNER, S.;HUDSON, C.; PAGAN, J. (2002):

Comparison of the metabolic responses of trained Arabians and Thoroughbreds during high- and low-intensity exercise.

Equine Exercise Physiology, Equ. vet. J., Suppl. 34 6, 95-99.

ROBERT, C.;VALETTE, J.P.; DENOIX, J.-M. (2000):

The effects of treadmill inclination and speed on the activity of two hindlimb muscles in the trotting horse.

Equine Veterinary Journal 32 4, 312-317.

ROBERT, C.;VALETTE, J.P.; DENOIX, J.-M. (2001):

The effects of treadmill inclination and speed on the activity of three trunk muscles in the trotting horse.

Equine Veterinary Journal 33 5, 466-472.

ROSE, R.J.;ALLEN, J.R.;HODGSON, D.R.;STEWART, J.H.; CHAN, W. (1983):

Responses to submaximal treadmill exercise and training in the horse: Changes in haematology, arterial blood gas and acid base measurements, plasma biochemical value and heart rate.

Vet. Rec. 113, 612-618.

SCHÄFER, B. (2000):

Reaktionen physiologischer Leistungskriterien auf zusätzliches Ausdauertraining während der reiterlichen Ausbildung von Sportpferden.

Göttingen, Fakultät für Agrarwissenschaften der Georg-August-Universität Göttingen, Diss.

SCHNABEL, G.;HARRE, D.; BORDE, A. (1997):

Trainingswissenschaft: Leistung-Training-Wettkampf.

Sportverlag Berlin.

SERRANO, M.G.;EVANS, D.L., HODGSON, J.L. (2002):

Heart rate and blood lactate responses during exercise in preparation for eventing competition.

Equine Exercise Physiology, Equine Veterinary Journal, Suppl. 34 6, 135-139.

SEXTON, W.L.; ERICKSON, H.H. (1990):

Effects of treadmill elevation on heart rate, blood lactate concentration and packed cell volume during graded submaximal exercise in ponies.

Equine Veterinary Journal, Suppl. 9, 57-60.

SEXTON, W.L.;ERICKSON, H.H.; COFFMAN, J.R. (1987):

Cardiopulmonary and metabolic responses to exercise in the quarter horse: effects of training.

Equine Exercise Physiology 2, 77-91.

SIMON, G.;BERG, A.;DICKHUTH, H.H.;SIMON-ALT, A.; KEUL, J. (1981):

Bestimmung der Individuellen Anaeroben Schwelle in Abhängigkeit vom Alter und der Leistungsfähigkeit.

Dt. Zeitschrift f. Sportmedizin 1, 7-14.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.;BARNEVELD, A.;
SCHAMHARDT, H.C. (1996):
Kinematics of unmounted and mounted horses at walk before and after treadmill
exercise.
Pferdeheilkunde 12 4, 651-655.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.;BARNEVELD, A.;
SCHAMHARDT, H.C. (1997):
Effects of treadmill inclination on kinematics of the trot in Dutch Warmblood horses.
Equine Veterinary Journal, Suppl., 71-75.

SLOET VAN OLDRUITENBORGH-OOSTERBAAN, M.M.; CLAYTON, H.M. (1999):
Advantages and disadvantages of track vs. treadmill tests.
Equine Exercise Physiology, Equ. vet. J., Suppl. 30 5, 645-647.

SPRINGORUM, D.B. (1999):
Hinweise zum Konditionstraining der Militarypferde.
FN-Verlag 4.

STASHAK, T.D. (1987):
Diseases and problems of tendons, ligaments and tendon sheaths. In: Adam's
lameness in horses.
Lea and Febiger, Philadelphia 4, 447-481.

STEGMANN, H.; KINDERMANN, W. (1981):
Bestimmung der individuellen Anaeroben Schwelle bei unterschiedlich
Ausdauertrainierten aufgrund des Verhaltens der Laktatkinetik während der Arbeits-
und Erholungsphase.
Dt. Zeitschrift f. Sportmedizin 8.

TAKAHASHI, T.;KAI, M.;HADA, T.;ETO, D.;MUKA, K.; ISHIDA, N. (2002):
Biomechanical implications of uphill training on the aetiology of tendinitis.
Equine Exercise Physiology, Equine Veterinary Journal, Suppl.34 6, 353-358.

TODD, M. (1991):

Mark Todd's Cross-Country Handbook.

The Kenilworth Press, 54.

TRILK, J.L.;LINDNER, A.;GREENE, H.M.;ALBERGHINA, D.; WICKLER, S.J. (2002):

A lactate-guided conditioning programme to improve endurance performance.

Equine Veterinary Journal, Suppl. 34, 122-125.

WHITE, S.L.;WILLIAMSON, L.H.;MAYKUTH, P.L.;COLE, S.P.; ANDREWS, F.M.

(1995):

Heart rate response and plasma lactate concentrations of horses competing in the speed and endurance phase of 3-day combined training events.

Equine Veterinary Journal, Suppl. 20, 52-56.

WHITE, S.L.;WILLIAMSON, L.H.;MAYKUTH, P.L.;COLE, S.P.;ANDREWS, F.M.;

GEISER, D.R. (1995):

Heart rate response and plasma lactate concentrations of horses competing in the cross-country phase of combined training events.

Equine Veterinary Journal, Suppl. 20, 47-51.

10. Abkürzungsverzeichnis

bzw.	beziehungsweise
CCI	Concours Complet internationale (Große Vielseitigkeit)
DOKR	Deutsches Olympiade Komitee für Reiterei
evt.	eventuell
FEI	Federation equestre internationale (Internationale Reiterliche Vereinigung)
FN	Federation nationale (Deutsche Reiterliche Vereinigung)
HF	Herzfrequenz
LAK	Laktat
LPO	Leistungsprüfungsordnung der FN
n	Stichprobengöße
N	Anzahl der Pferde, wenn diese von n abweicht
TE	Trainingseinheit
TA	Trainingsabschnitt
TT	Trainingstag
V	Geschwindigkeit
V2, V4, V6, V200	Geschwindigkeiten (V) bei denen entsprechende Laktatwerte (2; 4; 6 mmol/l), bzw. eine HF von 200 S/min erreicht werden sollen

11. Tabellen- und Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1	Prinzip einer Laktatleistungskurve (unten) und Herzfrequenz (oben) als Ergebnis eines fiktiven Stufenbelastungstests; zusätzlich abgebildet: fixe Schwellen (V2, V4, V6), berechnet mit winlactat®	20
Abbildung 2	Rechtsverschiebung zweier Laktatleistungskurven (unten) und Herzfrequenzkurven (oben) als Ergebnis zweier fiktiver Stufenbelastungstests 1 und 2. Beachte: beim 2. Stufenbelastungstest wird bei gleichem Laktatwert eine höhere Geschwindigkeit erreicht.	21
Abbildung 3	Linksverschiebung zweier Laktatleistungskurven (unten) und Herzfrequenzkurven (oben) als Ergebnis zweier fiktiver Stufenbelastungstests 1 und 2. Beachte: beim 2. Stufenbelastungstest wird bei gleichem Laktatwert eine niedrigere Geschwindigkeit erreicht. Die Herzfrequenz verläuft bis zur 3. Galoppstufe nahezu identisch.	22
Abbildung 4	Rechts/Linksverschiebung zweier Laktatleistungskurven (unten) und Herzfrequenzkurven (oben) als Ergebnis zweier fiktiver Stufenbelastungstests 1 und 2. Beachte: Rechtsverschiebung im Grundlagenausdauerbereich mit Steilerwerden der Kurve im anaeroben Bereich.	23
Tabelle 1	Bestandteile eines Trainingsmonitorings.....	25
Tabelle 2	Herzfrequenz- und Laktatwerte aus der Literatur, gemessen unter Prüfungsbedingungen (Wegestrecke, Rennbahn und Querfeldeinstrecke) und Trainingsbedingungen in der Vorbereitung auf eine Große Vielseitigkeit	26
Tabelle 3	Zuordnung mit GPS ermittelter Geschwindigkeiten zu Trainingsteilen (MARTIN et al., 2001)	29
Tabelle 4	Vollblut- und Angloaraberanteil im Pedigree der Versuchspferde	32
Tabelle 5	Einordnung der Stufenbelastungstests in den zeitlichen Versuchsablauf.	35
Tabelle 6	Bestandteile der Versuchsreihe und darin vorgesehene Herzfrequenz- und Laktatmessungen	36
Tabelle 7	Pferde mit >43% Vollblutanteil und ihre Zuordnung zu den Versuchsgruppen.....	37
Tabelle 8	Pferde mit <40% Vollblutanteil und ihre Zuordnung zu den Versuchsgruppen.....	37
Tabelle 9	Verteilung der Pferde auf die Versuchsgruppen.....	38
Tabelle 10	Identischer Wochentrainingsplan für die Versuchsgruppen in Trainingsabschnitt I	39

Tabelle 11	Wochentrainingsplan für den Trainingsabschnitt II mit der Variablen	
	Bergtraining	40
Tabelle 12	Wochentrainingsplan für den Trainingsabschnitt III mit der Variablen	
	Bergtraining	40
Tabelle 13	Umfang, Intensität und Inhalt der Trainingseinheiten an den	
	Bergtrainingstagen (nicht angegeben ist die Steigung am Berg)	42
Tabelle 14	Vergleich der Bedingungen an den Schritttagen im TA I und den	
	Bergtrainingstagen in den TA II und III	43
Abbildung 5	Sektion 1 (CD), 2 (FG) und 3 (GH) im Bergprofil, Trainingsabschnitt	
	II, Legende A-I siehe Tabelle 39 und Abbildung 18	44
Abbildung 6	Sektion 4 (PN) und 5 (NR) im Bergprofil, Grafensundernweg, Route	
	1, Trainingsabschnitt III, Legende K-R siehe Tabelle 40 und Abbildung 19.	44
Abbildung 7	Sektion 6 (MN) und 7 (NU) im Bergprofil, Steilweg, Route 2,	
	Trainingsabschnitt III, Legende siehe Tabelle 41 und Abbildung 19	45
Abbildung 8	Sektion 8 (QS) im Bergprofil, Langengrundweg, Route 3,	
	Trainingsabschnitt III, Legende siehe Tabelle 41 und Abbildung 19	45
Abbildung 9	Sektion 9 (MR) im Bergprofil, Hermann-Wesseler-Weg, Route 4,	
	Trainingsabschnitt III, Legende siehe Tabelle 41 und Abbildung 19	46
Tabelle 15	Schematischer Aufbau Stufenbelastungstest	48
Abbildung 10	Stufenschema und Probenzeitpunkte zur Laktatbestimmung	49
Abbildung 11	Schema zur Blutprobenentnahme während des Bergtrainings	51
Tabelle 16	Blutentnahmeplan für den Stufentest.....	52
Tabelle 17	Übersicht der Anforderungen in der Geländepferdeprüfung in Warmeloh	
		54
Tabelle 18	Trainingsumfänge in Trainingsabschnitt II; Mittelwerte (MW) und	
	Standardfehler ($\pm$SEM).....	58
Tabelle 19	Trainingsumfänge in Trainingsabschnitt III; Mittelwerte (MW) und	
	Standardfehler ($\pm$SEM).....	59
Tabelle 20	Mittelwerte (MW) mit Standardfehler ($\pm$SEM) der Herzfrequenzen	
	(S/min) aller Versuchspferde in ausgewählten Trainingssequenzen beim Training in	
	der Ebene	60
Abbildung 12	Mittlere Herzfrequenzen (MW HF) in verschiedenen	
	Trainingssequenzen in der Ebene; N= 12 Pferde, Zahl in den Säulen= HF-	
	Messungen insgesamt, Standardfehler ($\pm$SEM)	61

Abbildung 13	Umfang der Schritt- und Trab- sowie Bergauf- und Bergabanteile in Minuten während des Bergtrainings in Trainingsabschnitt II (Diagramm A) und III (Diagramm B).....	62
Tabelle 21	Trainingsumfang (Minuten) der Bergtrainingseinheiten; Schritt- und Trabanteile getrennt nach Bergphasen (bergab, eben, bergauf).....	63
Abbildung 14	Zwei Herzfrequenzkurven an unterschiedlichen Trainingstagen des gleichen Pferdes (Earl am 18.03 und 21.03.2002). Beachte die große Übereinstimmung in den Bergphasen.	64
Tabelle 22	Mittelwerte (MW) der Herzfrequenzen (S/min) im Schritt an verschiedenen Steigungen mit unterschiedlicher Streckenlänge; Standardfehler ($\pm$SEM) 65	
Tabelle 23	Mittelwerte (MW) der Herzfrequenzen (S/min) im Trab (ca. 200 m/min) an verschiedenen Steigungen mit unterschiedlicher Streckenlänge; Standardfehler ($\pm$SEM) 65	
Abbildung 15	Mittlere Herzfrequenzen an verschiedenen Steigungen mit unterschiedlicher Streckenlänge im Schritt (Diagramm A) und im Trab (Diagramm B, Tempo ca. 200 m/min); N= 6 Pferde, Zahl in den Säulen= Stichproben insgesamt; *vorheriges Stück wurde im Trab bewältigt, allen anderen Steigungen ging eine Erholungsphase im Schritt voraus	66
Abbildung 16	Herzfrequenzentwicklung während des Trainings bei gleichem Tempo (Schritt) und gleicher Streckenlänge (Sektion 7 mit 16 % Steigung, 400 m Länge), N= 6 Pferde, n= 114 Stichproben insgesamt; und * kennzeichnen signifikante Herzfrequenzabnahmen, **= $p<0,01$, ***= $p<0,001$.....	68
Tabelle 24	Mittelwerte (MW) für Laktat (mmol/l) an verschiedenen Steigungsabschnitten, Standardfehler ($\pm$SEM), N= Anzahl der Pferde, n= Stichproben insgesamt	69
Abbildung 17	Laktat nach verschiedenen Steigungen und Tempi, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$SEM), N= 6 (Ausnahmen s. Tabelle 24), Zahl in Säule= Stichproben insgesamt, A= Ankunft auf Parkplatz, E= Ende der TE, signifikante Unterschiede durch Pfeile () und *= $p<0,05$, **= $p<0,01$ und ***= $p<0,001$ gekennzeichnet.....	70
Tabelle 25	Herzfrequenzen (S/min) in den Belastungstests, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$SEM), TA= Trainingsabschnitt I-III	73

Tabelle 26	Stufenbelastungstest I: Laktat (mmol/l, MW $\pm$SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet.....	75
Tabelle 27	Stufenbelastungstest II: Laktat (mmol/l, MW $\pm$SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet.....	76
Tabelle 28	Stufenbelastungstest III: Laktat (mmol/l, MW $\pm$SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet.....	76
Tabelle 29	Stufenbelastungstest IV: Laktat (mmol/l, MW $\pm$SEM) bis zum Ende der Hauptbelastung, die Nachbelastungswerte sind im Anhang abgebildet.....	77
Tabelle 30	Zusammenfassung der Laktatleistungskurven in vier Stufenbelastungstests, die in 6-, bzw. 7-wöchigen Abständen stattfanden, (R= Rechtsverschiebung der LLK, d.h. Trainingsfortschritt, L= Linksverschiebung, d.h. Trainingsrückschritt, RL= Rechts/Linksverschiebung, LR= Links/Rechtsverschiebung, RL und LR kennzeichnen unterschiedliche Veränderungen in 1. und 2. Hälfte der LLK, indifferent= keine auswertbare Verschiebung im Sinne von R, L, RL oder LR)	80
Tabelle 31	V2, V4, V6 (alle in m/s) aus den Stufenbelastungstests I-IV; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$SEM), berechnet mit winlactat®	82
Tabelle 32	Platzierungsliste der Geländepferdeprüfung, zusätzlich angeführt sind die Verweigerungen pro Pferd und die für die Geländestrecke gebrauchte Zeit	84
Tabelle 33	Herzfrequenzen (S/min) der Versuchs- und Fremdpferde in der Geländepferdeprüfung; MW $\pm$SEM, N= Anzahl Pferde	85
Tabelle 34	Laktatwerte (mmol/l) der Versuchs- und Fremdpferde während des Turniertags; Mittelwerte sind der Tabelle 35 zu entnehmen.....	86
Tabelle 35	Laktat (mmol/l) der Versuchsgruppen und Fremdpferdegruppe am Turniertag; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$SEM), N= Pferde	87
Tabelle 36	Feinziele und Grundübungen Dressur.....	127
Tabelle 37	Feinziele und Grundübungen Springen.....	128
Tabelle 38	Feinziele und Grundübungen Geländereiten.....	129
Abbildung 18	Trainingsgebiet für die Bergtrainingstage in Trainingsabschnitt II in der Nähe von Dissen, Teutoburger Wald; Topografische Karte, Maßstab 1:16.667; A (Parkplatz) bis I kennzeichnen verschiedene Steigungsabschnitte (siehe Tabelle 39)	133
Abbildung 19	Trainingsgebiet für die Bergtrainingstage in Trainingsabschnitt III in der Nähe von Bad Iburg, Teutoburger Wald; Topografische Karte, Maßstab	

1:16.667; K (Parkplatz) bis S kennzeichnen verschiedene Steigungsabschnitte (siehe Tabelle 40 und folgende).....	133
Tabelle 39 Topografische Daten der Bergteilstrecken und Sektionen im Trainingsabschnitt II	134
Tabelle 40 Topografische Daten der Bergteilstrecken und Sektionen im Trainingsabschnitt III.....	135
Tabelle 41 Topografische Daten der Bergteilstrecken und Sektionen im Trainingsabschnitt III.....	136
Tabelle 42 Körpergewicht der Pferde (kg) in Mittelwerten (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM) und Variationskoeffizient (CV in %) an den Testterminen.....	137
Tabelle 43 Temperatur (Temp.) in °C und Luftfeuchtigkeit (Luftf.) in % an den Tagen der Stufenbelastungstests, Minimum (Min.), Maximum (Max.).....	137
Abbildung 20 Protokoll Blutentnahme Turnierprüfung	138
Tabelle 44 Durchschnittliche Herzfrequenzen beim Training in der Ebene; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), N = Anzahl der Stichproben/ Pferd	139
Tabelle 45 Herzfrequenzen im Schritt an verschiedenen Steigungen; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), N = Stichproben/ Pferd	140
Tabelle 46 Herzfrequenzen im Trab (ca. 200 m/min) an verschiedenen Steigungen	140
Abbildung 21 Bergtrainingseinheit im Schritt von Earl am 13.02.2002 , Herzfrequenzkurve	141
Abbildung 22 Bergtrainingseinheit in Schritt und Trab von Elliot am 26.02.2002, Herzfrequenzkurve	142
Abbildung 23 Bergtrainingseinheit im Schritt von Filou am 12.03.2002, Herzfrequenzkurve	143
Abbildung 24 Bergtrainingseinheit in Schritt und Trab von Elliot am 15.04.2002, Herzfrequenzkurve	144
Tabelle 47 Bergtraining: Laktat (mmol/l) von Einzelpferden (sowie Mittelwerte (MW) $\pm$ SEM) an fünf verschiedenen Trainingstagen, differenziert nach Steigung, Länge und Gangart (Trab ca. 200 m/min).....	145
Tabelle 48 Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest I , Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM).....	146
Tabelle 49 Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest II, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM).....	146

Tabelle 50	Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest III, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$SEM).....	147
Tabelle 51	Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest IV, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$SEM).....	147
Abbildung 25	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Achat	148
Abbildung 26	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Atlas; Beachte Rechtsverschiebung von Laktatleistungskurve und Herzfrequenz im vierten Test....	149
Abbildung 27	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Caesar; Beachte Linksverschiebung von HF im zweiten Test und Laktatleistungskurve im zweiten und vierten Test.....	150
Abbildung 28	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Domino; Beachte Rechtsverschiebungen von HF und Laktatleistungskurve im vierten Test.....	151
Abbildung 29	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Earl; Beachte Rechts/Linksverschiebung im zweiten Test.....	152
Abbildung 30	Stufenbelastungstestdiagramme II-IV von Edgar Rakete; Beachte Rechtsverschiebungen von HF und Laktatleistungskurve im vierten Test.....	153
Abbildung 31	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Elliot; Beachte Rechtsverschiebungen von HF und Laktatleistungskurve im vierten Test.....	154
Abbildung 32	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Filou; Beachte HF- Rechtsverschiebung im vierten Test.....	155
Abbildung 33	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Gatsby; Beachte uneinheitliches Verhalten im zweiten Test von HF (Linksverschiebung) und Laktat (Rechtsverschiebung) und Rechtsverschiebung von HF und Laktat im vierten Test.	156
Abbildung 34	Stufenbelastungstestdiagramme I, II und IV von Lorbas; Beachte sehr niedrige Laktatwerte im Vergleich mit anderen Versuchspferden.....	157
Abbildung 35	Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Whisky	158
Abbildung 36	Stufenbelastungstestdiagramme I und II von Wotan; Beachte extrem hohe Laktatwerte ohne Veränderung bis ~8,5 m/s	159

12. Anhang

12.1 Anhang Eigene Untersuchung

12.1.1 Inhaltlicher Ausbildungsweg der Versuchspferde

Die Ausbildung wurde gemäß den Richtlinien Band 1 und 2 (FN, 1997; FN, 2000) für Reiten und Fahren der Deutschen Reiterlichen Vereinigung e.V. durchgeführt mit dem Ziel ein einsatzfähiges Vielseitigkeitspferd zu erhalten. In diesem Rahmen fand insbesondere die Skala der Ausbildung (FN, 1997; FN, 2000) Anwendung (Tabelle 36).

12.1.2 Turnierstarts

Ziel war die Pferde Ende des Jahres 2002 in einer Vielseitigkeit der Klasse A zu starten. Im darauffolgenden Jahr sollten die Pferde in Vielseitigkeiten der Klasse L starten.

Ausbildungsziel der Pferdeguppe in den Monaten dieser Untersuchung waren Folge dessen die Anforderungen einer Geländepferde-/Eignungsprüfung der Klasse E/A.

Damit die Pferde Prüfungsroutine erhielten waren einzelne Starts in Geländepferdeprüfungen und Vielseitigkeiten Klasse A geplant.

Das Ergebnis des ersten Starts in einer Geländepferdeprüfung in Warmeloh (Niedersachsen) ist in dieser Dissertation enthalten (4.4).

12.1.3 Trainingsziele

Im Laufe des Trainings sollten Trainingsziele erreicht werden, denen weitere Feinziele untergeordnet sind. Diese Feinziele sind darauf ausgerichtet die Pferde ihrem Alter, ihrem Ausbildungsstand und ihrer körperlichen Verfassung entsprechend auf die Anforderungen von Geländepferdeprüfungen und später Vielseitigkeiten der Klasse A vorzubereiten.

Dem Erreichen der gesetzten Ziele dienen Grundübungen in den verschiedenen Disziplinen der Vielseitigkeit. Nachfolgend sind wesentliche Übungen aufgeführt (Tabelle 12-14). Sie wurden regelmäßig in den Trainingseinheiten abgefragt und auf dem Trainingsprotokoll vermerkt.

Die Tabelle 36 bis Tabelle 38 geben einen Überblick welche Grundübungen in den Teildisziplinen Dressur, Springen und Gelände Anwendung fanden.

Tabelle 36 Feinziele und Grundübungen Dressur

TRAININGSZIEL: DRESSUR KLASSE A	
Feinziele Dressur	Grundübungen Dressur
= Skala der Ausbildung ➤ Takt ➤ Losgelassenheit ➤ Anlehnung ➤ Schwung ➤ Geraderichtung ➤ Versammlung	➤ „An die Hilfen stellen“ ➤ „Zügel aus der Hand kauen lassen“ ➤ Gangartenwechsel Übergänge ➤ einfacher Galoppwechsel ➤ Außengalopp ➤ Halbe und ganze Paraden ➤ Stellen und Biegen ➤ Reiten von Wendungen ➤ Vorhandwendung ➤ Schenkelweichen, Viereck verkleinern und vergrößern ➤ Rückwärtsrichten ➤ Hinterhandwendung, Kurzkehrt

Quelle: (FN, 2000)

Tabelle 37 Feinziele und Grundübungen Springen

TRAININGSZIEL: SPRINGPARCOURS DER KLASSE A	
Feinziele Springen	Grundübungen Springen
▪ Hergabe des Rückens ▪ Entwicklung und Vervollkommnung der Springtechnik, Geschmeidigkeit und Geschicklichkeit ▪ Gymnastizierung ▪ Aufmerksamkeit und Reaktionsvermögen ▪ Taxiervermögen ▪ Sprung- und Schnellkraft ▪ Selbstvertrauen des Pferdes ▪ Vertrauen zum Reiter ▪ Bewältigung von verschiedenen Hindernistypen - o Steil - o Oxer - o Gräben - o Wälle - o überbaute Gräben - o Pulvermanns`Grab ▪ Rittigkeitsübungen ▪ Parcours	➤ Übergänge und Tempounterschiede mit verkürzten Bügeln ➤ Bodenrickarbeit ➤ Einzelsprünge aus dem Trab und Galopp mit und ohne vorgelegte Stange ➤ Springreihen ➤ Kombinationen ➤ Hindernisfolgen auf gebogener und gerader Linie ➤ Variation der Hindernisfolgen ➤ Unterschiedliche Hindernistypen ➤ Parcours

Quelle: (FN, 2000)

Tabelle 38 Feinziele und Grundübungen Geländereiten

TRAININGSZIEL: GELÄNDEANFORDERUNGEN DER KLASSE A	
Feinziele Geländereiten	Grundübungen Geländereiten
▪ Mentaler Ausgleich (Arbeitsfreude und Lernbereitschaft) ▪ Balance ▪ Gewöhnung an unterschiedliche Gelände- und Geläufbedingungen ▪ Verbesserung der Rittigkeit ▪ Selbstvertrauen des Pferdes ▪ Vertrauen zum Reiter ▪ Aufmerksamkeit und Reaktionsvermögen ▪ Konditionssteigerung ▪ Gymnastizierung und Kräftigung ▪ Sicherheit beim Springen ▪ Entwicklung und Vervollkommnung der Springtechnik, Geschmeidigkeit und Geschicklichkeit ▪ Taxiervermögen ▪ Sprung- und Schnellkraft ▪ Renngalopp ▪ Rennbahnhindernisse	➤ Bergauf- und Bergabreiten ➤ Verschiedene Geländeformen, Wasser ➤ Klettern ➤ Geländehindernisse: ▪ Naturhindernisse ▪ transportable Hindernisse ▪ Aufsprünge ▪ Absprünge ▪ Gräben ▪ Wasserein- und Aussprünge ➤ Kombinationen von Geländehindernissen

Quelle: (FN, 2000)

12.1.4 Protokolle für das tägliche Training

Protokoll Dressur

- Sonnig
- Bewölkt
- Regen
- Sturm

Datum:

Temp.: ____

Pferd:

Nr.:

Reiter:

Dauer:

Ort:

Schwerpunkt:

Schritt ____min

Trab ____min

Galopp ____min

Lektionen (bitte unterstreichen): Ganze Bahn, Zirkel, Durch die ganze Bahn wechseln, Aus dem Zirkel wechseln, Schlangenlinien, Volte 10 m, Durch die Länge der Bahn, Kehrtvolte, Schulterherein, Traversale, Kurzkehrt, Vorhandwendung, Rückwärtsrichten, Schenkelweichen, Viereck verkleinern und vergrößern, Außengalopp, _____

o Beurteilung Skala 1(sehr gut) - 5(schlecht)

- Aufmerksamkeit
- Mitarbeit
- Widersetzlichkeit
- Takt
- Losgelassenheit
- Anlehnung
- Schwung
- Geraderichtung
- Versammlung
- Zügelhilfen
- Schenkelhilfen
- Sitzhilfen
- Erschöpfung

Protokoll Springen/Gelände

Datum:

- Sonnig
- Bewölkt
- Regen
- Sturm

Temp.:_____

Pferd:

Nr.:

Reiter:

Dauer:

Ort:

Schwerpunkt:

Schritt _____min

Trab _____min

Galopp_____min

Anzahl Sprünge:

Steil => _____

Oxer => _____

Kombination => _____

Springreihe, siehe unten => _____

Standardparcours Nr. _____ => _____

Naturhindernisse => _____

Auf-/Absprünge => _____

Wasserein-/aussprung => _____

Gräben => _____

Kombination => _____

Sonstige => _____

Beurteilung Skala 1(sehr gut) - 5(schlecht)

Aufmerksamkeit

Mitarbeit

Widersetzlichkeit

Takt

Losgelassenheit

Anlehnung

Schwung

Geraderichtung

Versammlung

Zügelhilfen

Schenkelhilfen

Sitzhilfen

Erschöpfung

Besonderes, Parcourskizze (bitte rückseitig)

Protokoll Berg

Ort:

Datum:

- Sonnig
- Bewölkt
- Regen
- Schnee
- Sturm

Temp.: ____

Teilnehmende Pferde

Start

Wie lange bergauf?

Ende

Nr._11_ Elliot

Nr._13_ Filou

Nr._18_ Earl

Nr._19_ Whisky

Nr._20_ Lorbas

Nr._22_ Edgar

12.1.5 Topografie der Bergtrainingsstrecken

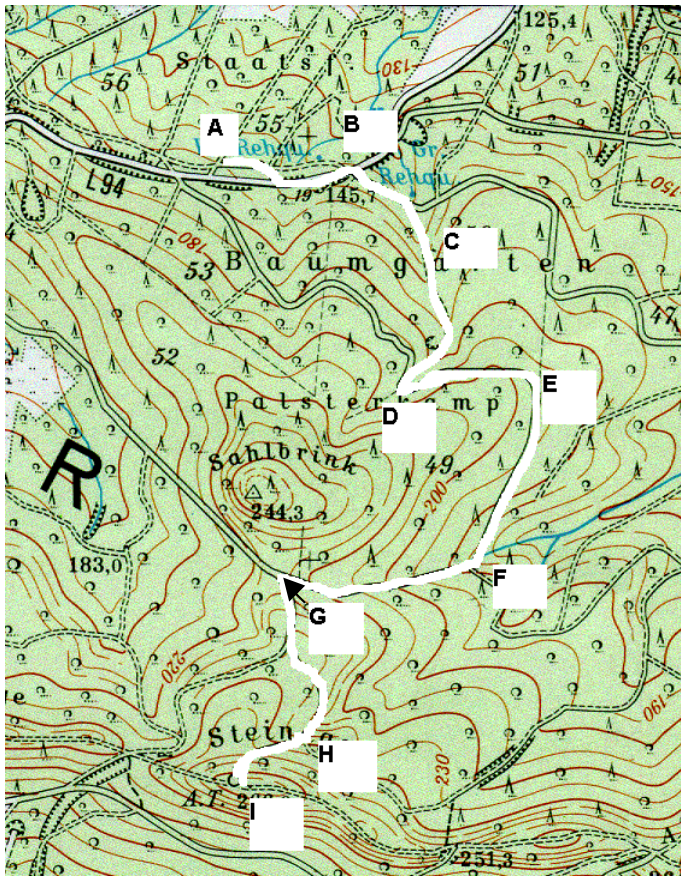


Abbildung 18 Trainingsgebiet für die Bergtrainingstage in Trainingsabschnitt II in der Nähe von Dissen, Teutoburger Wald; Topografische Karte, Maßstab 1:16.667; A (Parkplatz) bis I kennzeichnen verschiedene Steigungsabschnitte (siehe Tabelle 39)

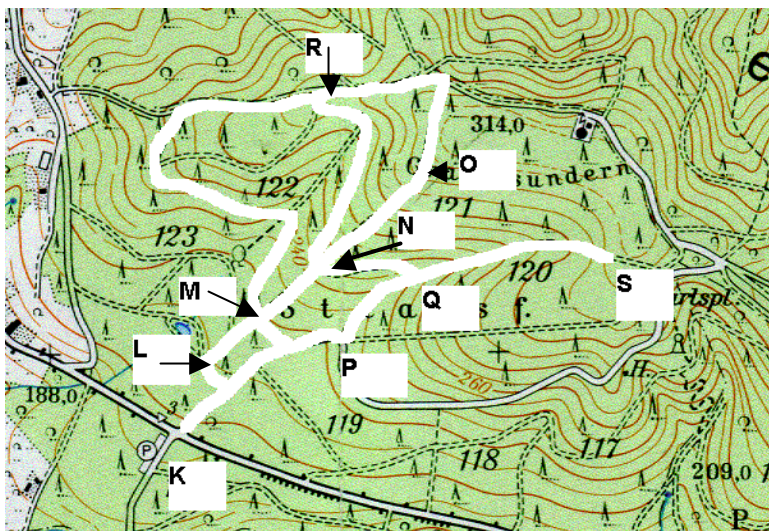


Abbildung 19 Trainingsgebiet für die Bergtrainingstage in Trainingsabschnitt III in der Nähe von Bad Iburg, Teutoburger Wald; Topografische Karte, Maßstab 1:16.667; K (Parkplatz) bis S kennzeichnen verschiedene Steigungsabschnitte (siehe Tabelle 40 und folgende)

Tabelle 39 Topografische Daten der Bergteilstrecken und Sektionen im Trainingsabschnitt II

SEKTIONEN**	BEZEICHNUNG GELÄNDEPUNKT	HÖHE M MS	HÖHEN DIFFER ENZ AUF TEILST RECKE /SEKTI ON	TEILST RECKE LÄNGE M	TEILST RECKE STEIG UNG %
Trainingsabschnitt II					
	A	Parkplatz Dissen	150		
	B	Straßenüberquerung	150	0	300
	C	Intervallpunkt* 1	155	5	400
Sektion** 1 (C-D)	D	Intervallpunkt 2	190	35	400
	E	höchster Punkt nach Sektion 1	200	10	370
	F	Intervallpunkt 3 in Senke	175	-25	400
Sektion 2 (F-G),	G	Intervallpunkt 4	225	50	450
Sektion 3 (G-H),	H	Intervallpunkt 5	245	20	400
Sektion 2+3				70	850
	I	Turm	260	15	200

* Def. Intervallpunkt: Der I. kennzeichnet einen markanten Wechsel der Steigung im Gelände.

** Def. Sektion: Die S. stellen Geländeabschnitte mit gleichbleibender mittlerer Steigung, bzw. hintereinanderliegende Geländeabschnitte mit jeweils gleichbleibender Steigung dar.

Tabelle 40 Topografische Daten der Bergteilstrecken und Sektionen im Trainingsabschnitt III

SEKTIONEN*	BEZEICHNUNG GELÄNDEPUNKT	HÖHE M MS	HÖHEN DIFFER ENZ AUF TEILST RECKE Ü./SEKTI ON	TEILST RECKE LÄNGE M	TEILST RECKE STEIG UNG %
Trainingsabschnitt III: Route 1 (Grafensundernweg)					
	K	Parkplatz Bad Iburg	195		
	P	Kreuzung Langengr.Weg/ Karussellstr.	222	27	463 6
	Q	Kreuzung Langengr.Weg/ Grafens.Weg	240	18	237 8
	N	Hochsitz	250	10	255 4
Sektion 4 (PQN)		(1. Teil Grafensundernweg)		28	492 6
	R	Kreuzung Grafensundernweg/ H.Wess.Weg	290	40	467 9
Sektion 5 (N-R)		(2. Teil Grafensundernweg)		40	467 9

Def. Sektion: Die S. stellen Geländeabschnitte mit gleichbleibender mittlerer Steigung, bzw. hintereinanderliegende Geländeabschnitte mit jeweils gleichbleibender Steigung dar.

Tabelle 41 Topografische Daten der Bergteilstrecken und Sektionen im Trainingsabschnitt III

SEKTIONEN*		BEZEICHNUNG GELÄNDEPUNKT	HÖHE M Ü. MS	HÖHEN DIFFER ENZ AUF TEILST RECKE	TEILST RECKE LÄNGE M	TEILST RECKE STEIG UNG %
Trainingsabschnitt III: Route 2 (Steilweg)						
	K	Parkplatz Bad Iburg	195			
	L	Fuß Steilweg	210	15	400	4
	M	Steilweg Höhe H.Wess.Weg	220	10	175	6
	N	Hochsitz	250	30	175	17
Sektion 6 (M-N)		(1. Teil Steilweg)		30	175	17
	O	Blutentnahmepunkt im Wald	312	62	400	16
Sektion 7 (N-O)		(2. Teil Steilweg)		62	400	16
Trainingsabschnitt III: Route 3 (Langengrundweg)						
	S	Langengrundweg höchster Punkt	310			
Sektion 8 (Q-S)		(Langengrundweg)		70	550	13
Trainingsabschnitt III: Route 4 (H.Wesseler Weg)						
Sektion 9 (M-R)		(H.Wesseler Weg)		70	1150	6

*Def. Sektion: Die S. stellen Geländeabschnitte mit gleichbleibender mittlerer Steigung, bzw. hintereinanderliegende Geländeabschnitte mit jeweils gleichbleibender Steigung dar.

12.1.6 Körpergewichtsentwicklung der Versuchspferde

Vor und nach jedem Stufenbelastungstest wurde jedes Pferd gewogen. Die Ergebnisse sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Tabelle 42 Körpergewicht der Pferde (kg) in Mittelwerten (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM) und Variationskoeffizient (CV in %) an den Testterminen

Gruppe	Test	VOR TEST			NACH TEST			Differenz Vor/Nach Test
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM	
BERG	1	5	559	15,47	5	553	15,65	6,20
	2	6	552	16,64	6	543	16,12	8,67
	3	5	545	16,84	5	534	16,73	10,40
	4	6	531	13,82	6	524	13,81	7,17
VERGLEICH	1	6	553	7,33	6	546	8,42	6,33
	2	6	574	16,39	6	566	15,57	8,67
	3	5	561	10,35	5	551	9,85	10,40
	4	5	539	9,85	5	530	10,58	8,80

Die Tabelle stellt die Körpergewichte der Pferde (kg) in Mittelwerten (MW) und Standardfehler ($\pm$ SEM), getrennt nach Versuchsgruppen an den Testterminen dar.

Die Berggruppe nimmt von Test zu Test stetig Körpergewicht ab.

Innerhalb der Vergleichsgruppe ist zum zweiten Test zunächst ein Anstieg des mittleren Gewichtes zu registrieren. Die beiden folgenden Tests zeigen dann eine Abnahme des mittleren Körpergewichts.

Augenfällig ist, dass innerhalb eines Tests die Gewichts Differenz, die sich durch die Belastung ergibt (Differenz Vor/Nach Test), bei beiden Gruppen teilweise identisch ist.

12.1.7 Umweltbedingungen an den Stufenbelastungstesttagen

Die Stufentests fanden im Zeitraum Dezember 2001 bis April 2002 statt. Die Umweltbedingungen (Außentemperatur und Luftfeuchtigkeit) entsprachen den klimatischen, jahreszeitlich typischen, Verhältnissen der Region.

Tabelle 43 Temperatur (Temp.) in °C und Luftfeuchtigkeit (Luftf.) in % an den Tagen der Stufenbelastungstests, Minimum (Min.), Maximum (Max.)

Stufentest	Temp. Min	Temp. Max	Luftf. Min	Luftf. Max
I	2	3	61	94
II	3	5	66	86
III	9	9	54	90
IV	10	19	50	96

12.1.8 Warmeloh

12.1.8.1 Ausschreibung

Auszug aus der offiziellen Ausschreibung (veröffentlicht im Reitsport-Magazin 02/2002):

7. Geländepferdeprüfung Kl.A (E+150 Euro, ZP)			
Pferde: 5j. und 6j. ohne Erfolge in Viels.-, Gel.-, Gelpfd.-prfg.			
Teiln.: Alle Altersklassen			
LK V3, V6			
Ausr.: 70 Richtv: 372, 373			
Einsatz: 7,50 VN: 10 SF: B			

12.1.8.2 Protokoll zur Probenentnahme während der Geländepferdeprüfung

Pferd:	Reiter:	Probenentnahme durchgeführt von:	Helfer bei der Probenentnahme:
Uhrzeit, bitte sofort eintragen nach Zieleinlauf	Probe	Lactat mmol/l	Besondere Vorkommnisse
6.00	1 Stall (nur Forschungspferde)		
	2 Beginn Aufwärmphase		
	3 Start Geländestrecke		
	4 Zieleinlauf		
	5 4 Minuten nach Zieleinlauf		
	6 15 Minuten nach Zieleinlauf		
	7 30 Minuten nach Zieleinlauf		
	8 60 Minuten nach Zieleinlauf		

Abbildung 20 Protokoll Blutentnahme Turnierprüfung

12.2 Anhang Ergebnisse

12.2.1 Herzfrequenz und Laktatmessung einzelner Pferde beim Training in der Ebene und Bergtraining

Tabelle 44 Durchschnittliche Herzfrequenzen beim Training in der Ebene; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), N = Anzahl der Stichproben/ Pferd

PFERD	SCHRITT IN HALLE	SCHRITT IN GELÄNDE	TRAB IN HALLE*	TRAB IN GELÄNDE*	GALOPP IN GELÄNDE**
Earl (N)	2	4	7	2	1
MW $\pm$ SEM	60,0 $\pm$ 1,0	69,3 $\pm$ 2,7	100,3 $\pm$ 1,3	116,0 $\pm$ 3,0	119,0 $\pm$ -
Edgar (N)	2	4	5	2	1
MW $\pm$ SEM	61,0 $\pm$ 4,0	72,0 $\pm$ 1,5	87,0 $\pm$ 3,2	107,5 $\pm$ 5,5	130,0 $\pm$ -
Elliot (N)	2	4	6	2	1
MW $\pm$ SEM	60,0 $\pm$ 1,0	66,8 $\pm$ 0,9	104,5 $\pm$ 1,6	112,5 $\pm$ 0,5	131,0 $\pm$ -
Filou (N)	2	4	6	2	1
MW $\pm$ SEM	58,0 $\pm$ 1,0	69,8 $\pm$ 3,5	99,0 $\pm$ 1,4	106,5 $\pm$ 4,5	119,0 $\pm$ -
Lorbas (N)	2	4	5	2	1
MW $\pm$ SEM	61,5 $\pm$ 4,5	78,8 $\pm$ 3,9	93,4 $\pm$ 1,9	112,0 $\pm$ 4,0	115,0 $\pm$ -
Whisky (N)	2	4	5	2	1
MW $\pm$ SEM	64,5 $\pm$ 1,5	89,3 $\pm$ 1,3	107,8 $\pm$ 3,2	114,5 $\pm$ 0,5	118,0 $\pm$ -
Gatsby (N)	2	4	7	1	1
MW $\pm$ SEM	62,0 $\pm$ 2,0	76,8 $\pm$ 0,9	97,0 $\pm$ 1,6	109,0 $\pm$ -	116,0 $\pm$ -
Wotan (N)	2	4	5	2	1
MW $\pm$ SEM	64,5 $\pm$ 0,5	85,0 $\pm$ 2,1	102,2 $\pm$ 1,2	105,5 $\pm$ 3,5	116,0 $\pm$ -
Atlas (N)	2	4	7	2	1
MW $\pm$ SEM	64,5 $\pm$ 4,5	66,8 $\pm$ 1,5	94,7 $\pm$ 1,4	104,0 $\pm$ 2,0	116,0 $\pm$ -
Caesar (N)	2	4	7	2	1
MW $\pm$ SEM	64,0 $\pm$ 5,0	88,8 $\pm$ 3,9	111,3 $\pm$ 1,2	107,5 $\pm$ 1,5	125,0 $\pm$ -
Domino (N)	2	4	6	2	1
MW $\pm$ SEM	57,5 $\pm$ 0,5	84,0 $\pm$ 2,0	102,7 $\pm$ 1,8	107,5 $\pm$ 0,5	118,0 $\pm$ -
Achat (N)	2	4	6	2	1
MW $\pm$ SEM	59,5 $\pm$ 0,5	76,3 $\pm$ 3,1	103,3 $\pm$ 1,4	110,0 $\pm$ 1,0	120,0 $\pm$ -

* ca. 200 m/min

** ca. 400 m/min

Tabelle 45 Herzfrequenzen im Schritt an verschiedenen Steigungen; Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM), N = Stichproben/ Pferd

STEIGUNG %	5	6	6	9	9	11	13	16	17
Strecke m	400	492	1150	400	467	450	550	400	175
Sektion*	3	4	9	1	5	2	8	7	6
Earl (N)	2	3	1	9	3	5	2	19	19
MW $\pm$ SEM	87 $\pm$ 1,0	84,3 $\pm$ 1,2	87 $\pm$.	98,4 $\pm$ 2,0	88 $\pm$ 2,5	100,6 $\pm$ 1	111 $\pm$ 0	129,8 $\pm$ 2,1	139,6 $\pm$ 2,8
Edgar (N)	2	4	2	10	4	7	2	21	21
MW $\pm$ SEM	75,5 $\pm$ 1,5	78 $\pm$ 4,6	76 $\pm$ 0	84 $\pm$ 1,4	80,8 $\pm$ 4,3	86,3 $\pm$ 1,1	100 $\pm$ 0	107,4 $\pm$ 1,6	119,9 $\pm$ 2,0
Elliot (N)	3	3	2	12	3	8	1	17	17
MW $\pm$ SEM	95 $\pm$ 0	90 $\pm$ 3,5	96 $\pm$ 1	100,7 $\pm$ 0,7	97,7 $\pm$ 1,8	102,9 $\pm$ 1,6	118 $\pm$.	127,9 $\pm$ 1,7	137,5 $\pm$ 1,9
Filou (N)	3	3	1	13	3	10	2	15	15
MW $\pm$ SEM	89,3 $\pm$ 0,7	97 $\pm$ 5	91 $\pm$.	94,2 $\pm$ 1,7	102,3 $\pm$ 9	96,2 $\pm$ 1,1	118 $\pm$ 0	124,8 $\pm$ 2,7	136,5 $\pm$ 2,5
Lorbas (N)	1	3	2	3	3	2	2	20	18
MW $\pm$ SEM	73 $\pm$.	81,3 $\pm$ 1,8	81,5 $\pm$ 0,5	89 $\pm$ 3,2	81,3 $\pm$ 3,5	85 $\pm$ 1	111 $\pm$ 3	118,3 $\pm$ 2	129,8 $\pm$ 1,9
Whisky (N)	3	3	2	14	3	10	2	22	21
MW $\pm$ SEM	93 $\pm$ 5	84,7 $\pm$ 3,3	84 $\pm$ 3	98,3 $\pm$ 1,8	86,7 $\pm$ 3,5	102 $\pm$ 2,2	116 $\pm$ 3	123,3 $\pm$ 1,9	130,5 $\pm$ 1,9

*Trainingsabschnitt II: 1-3, Trainingsabschnitt III: 4-9

Tabelle 46 Herzfrequenzen im Trab (ca. 200 m/min) an verschiedenen Steigungen

STEIGUNG %	5	6	9	11	16	16**	17
Strecke m	400	492	400	450	400	400	175
Sektion*	3	4	1	2	7	7	6
Earl (N)	4	8	4	4	8	9	9
MW $\pm$ SEM	155,3 $\pm$ 1,3	144,1 $\pm$ 3,6	141,5 $\pm$ 4,2	156,8 $\pm$ 2,9	168 $\pm$ 1,4	172,6 $\pm$ 2,6	161,2 $\pm$ 2,5
Edgar (N)	6	7	7	8	7	8	8
MW $\pm$ SEM	122,8 $\pm$ 3,5	130,4 $\pm$ 6,1	124,7 $\pm$ 6,9	130,1 $\pm$ 5,5	141,4 $\pm$ 5,4	142,5 $\pm$ 1,2	144,3 $\pm$ 2,3
Elliot (N)	2	7	4	4	7	5	5
MW $\pm$ SEM	145,5 $\pm$ 3,5	139,6 $\pm$ 1,7	138 $\pm$ 1,4	145 $\pm$ 2,3	155,3 $\pm$ 2,8	157,4 $\pm$ 1,9	156,2 $\pm$ 3,7
Filou (N)	6	9	8	8	9	9	9
MW $\pm$ SEM	137,3 $\pm$ 1,5	130,7 $\pm$ 2,3	128,3 $\pm$ 2,9	136,8 $\pm$ 1	152,7 $\pm$ 2,3	155,6 $\pm$ 7,4	150,6 $\pm$ 1,8
Lorbas (N)	-	8	-	-	8	7	7
MW $\pm$ SEM	-	129 $\pm$ 1,5	-	-	150,3 $\pm$ 2,8	153 $\pm$ 2,3	156,9 $\pm$ 4,7
Whisky (N)	6	9	7	8	9	9	9
MW $\pm$ SEM	149,5 $\pm$ 1,5	131,6 $\pm$ 1,9	137,1 $\pm$ 2,1	148,6 $\pm$ 1,9	156,6 $\pm$ 3,1	164,4 $\pm$ 3,3	154,6 $\pm$ 2,8

*Trainingsabschnitt II: 1-3, Trainingsabschnitt III: 4-9,

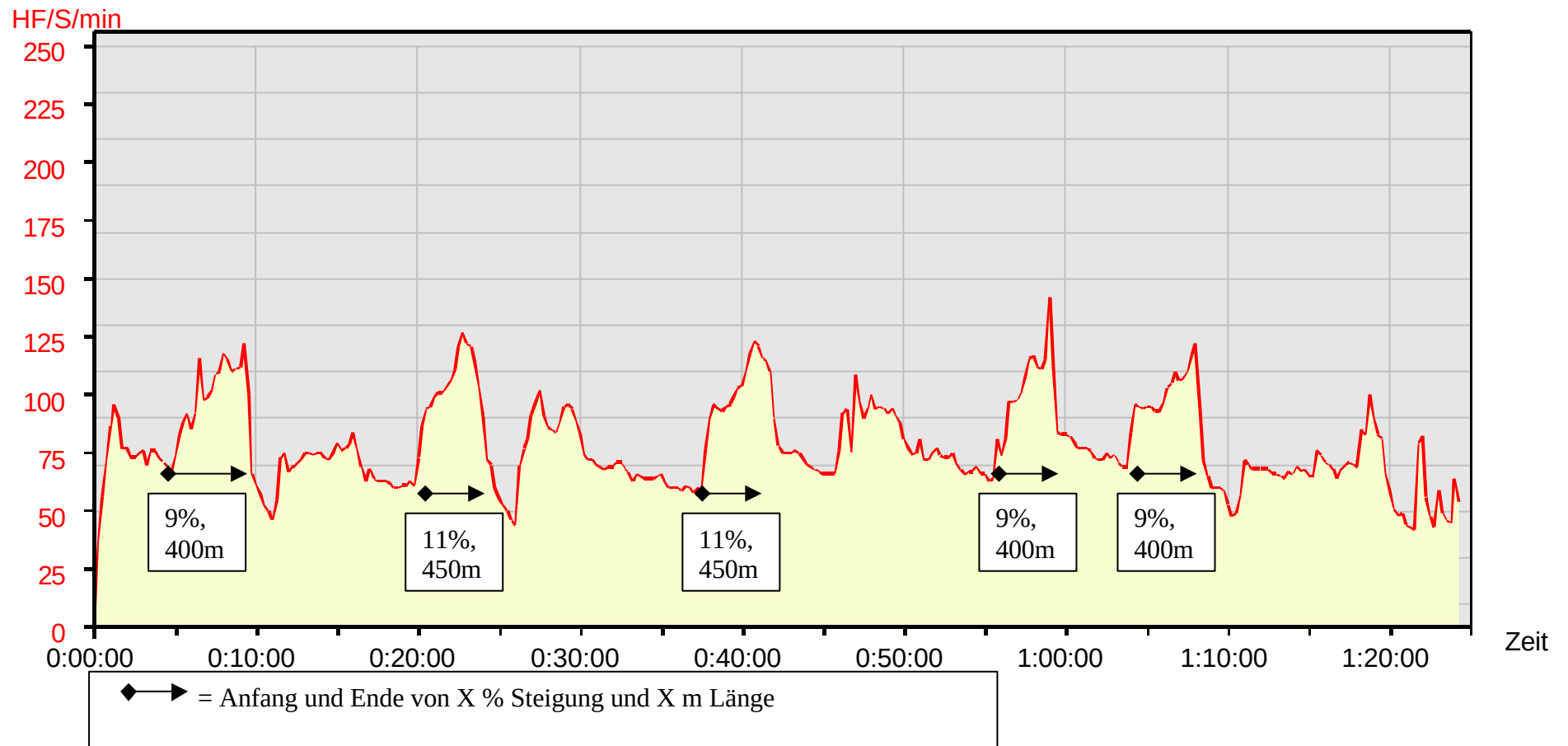


Abbildung 21 Bergtrainingseinheit im Schritt von Earl am 13.02.2002 , Herzfrequenzkurve

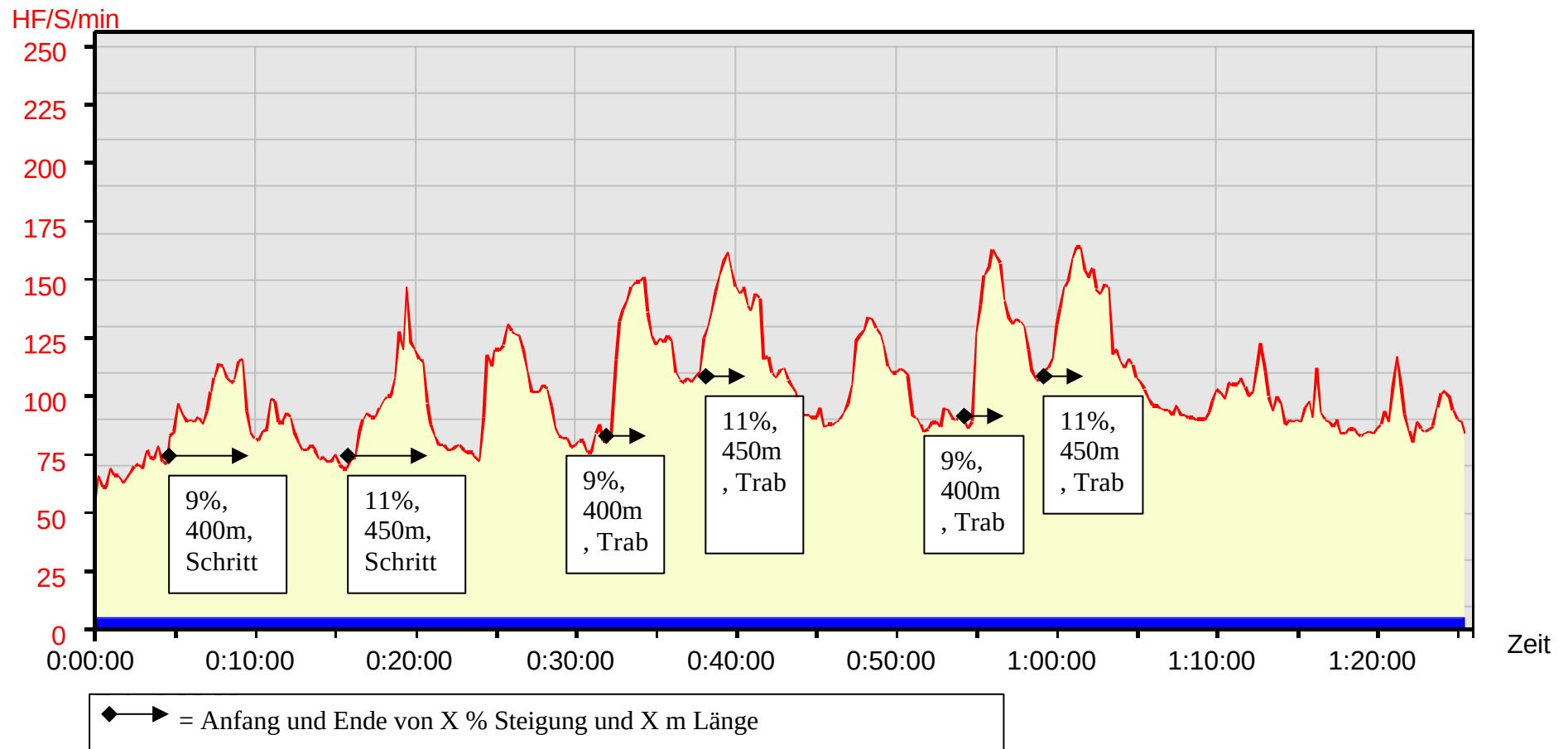


Abbildung 22 Bergtrainingseinheit in Schritt und Trab von Elliot am 26.02.2002, Herzfrequenzkurve

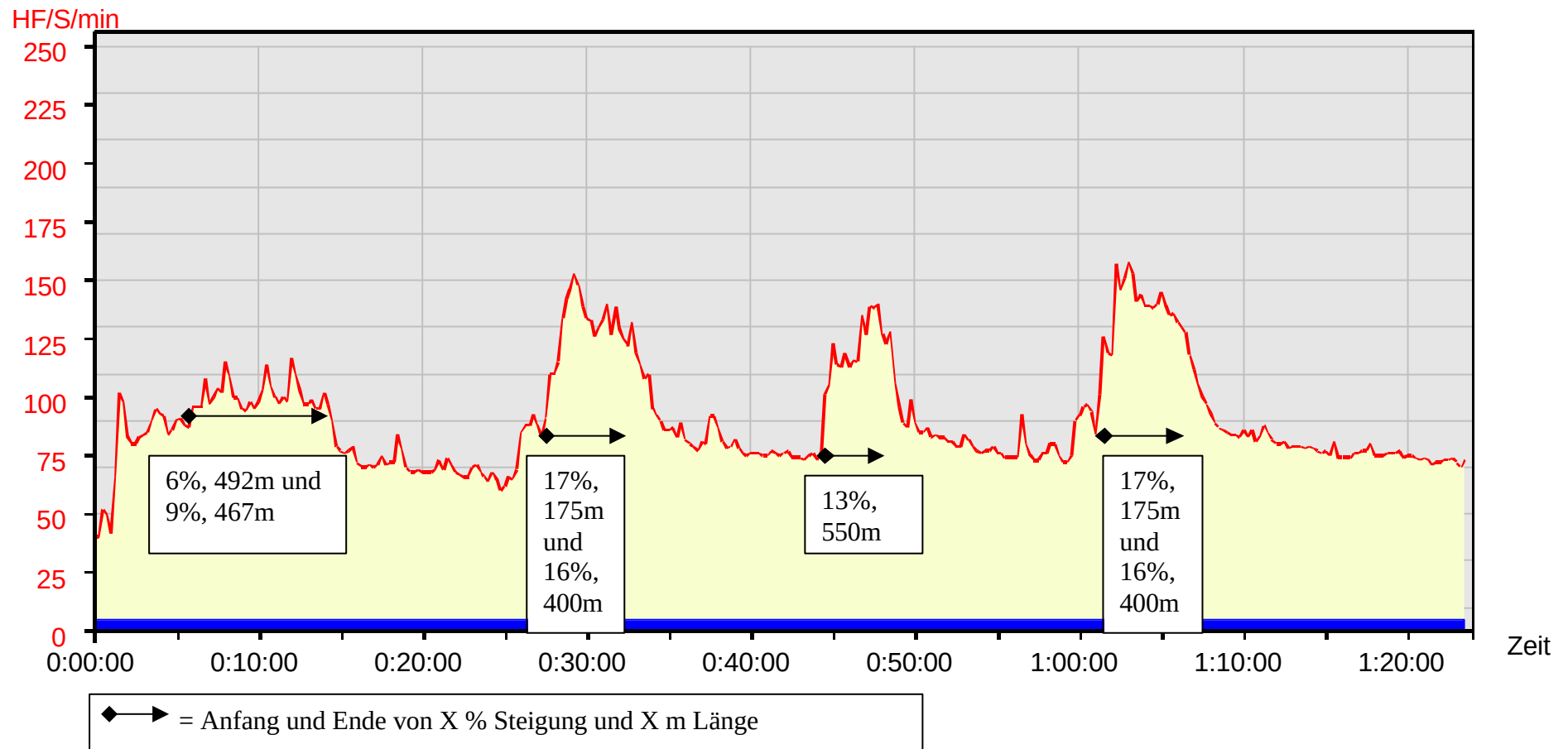


Abbildung 23 Bergtrainingseinheit im Schritt von Filou am 12.03.2002, Herzfrequenzkurve

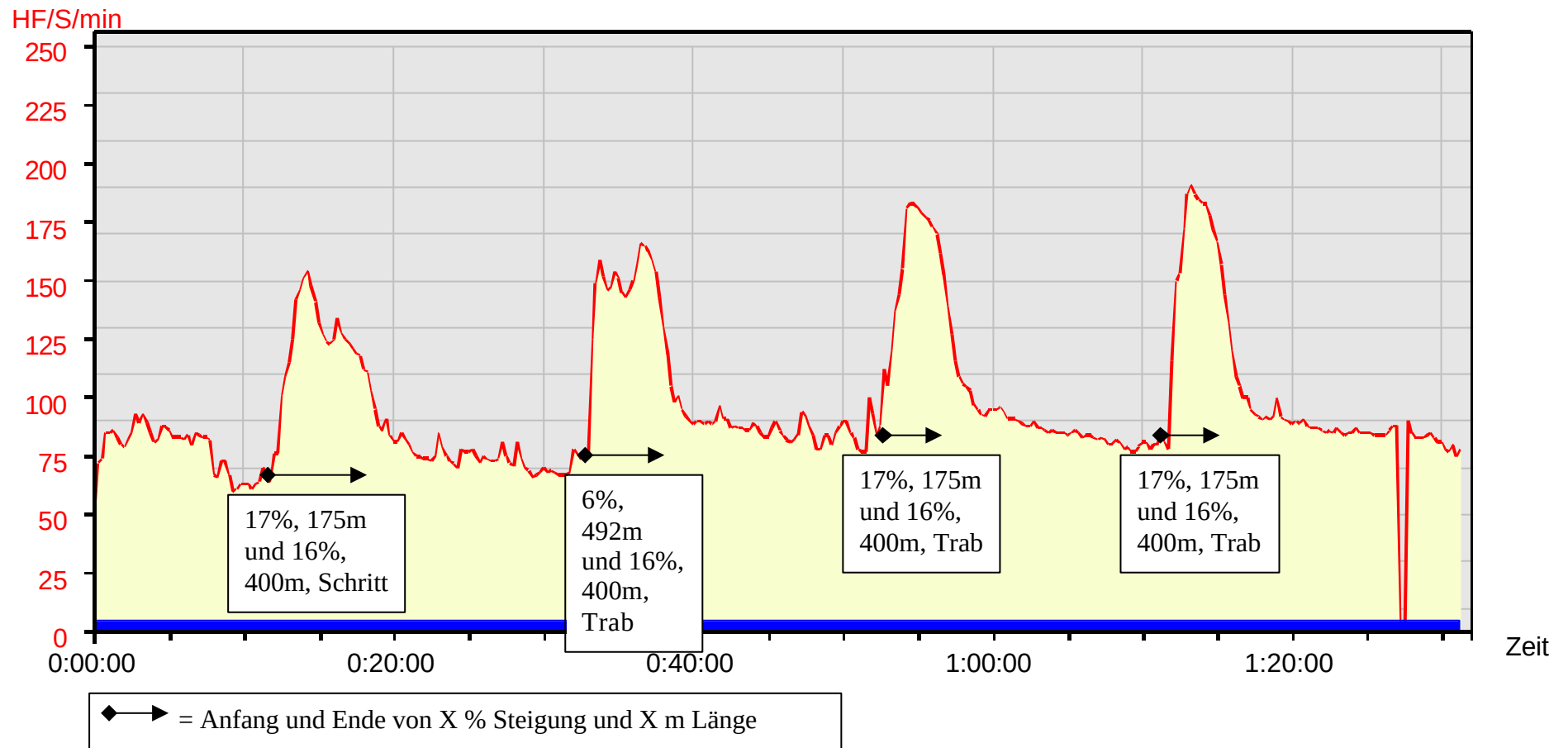


Abbildung 24 Bergtrainingseinheit in Schritt und Trab von Elliot am 15.04.2002, Herzfrequenzkurve

Tabelle 47 Bergtraining: Laktat (mmol/l) von Einzelpferden (sowie Mittelwerte (MW) $\pm$ SEM) an fünf verschiedenen Trainingstagen, differenziert nach Steigung, Länge und Gangart (Trab ca. 200 m/min)

13.02.2002						
	Probenentnahme nach Steigungsabschnitten...					
	Nach Transport	9% (450 m)	11% (400 m)	11% (400 m)		Vor Rücktransport
Gangart	-	Schritt	Schritt	Schritt		-
Elliot	1,1	1,1	1,3	1,0		1,3
Whisky	0,9	1,2	1,4	1,3		1,1
MW$\pm$SEM	1$\pm$0,1	1,2$\pm$0,05	1,4$\pm$0,05	1,2$\pm$0,15		1,2$\pm$0,1
28.02.2002						
	Probenentnahme nach Steigungsabschnitten...					
	Nach Transport	11% (400 m)	11% (400 m)	11% (400 m)		Vor Rücktransport
Gangart	-	Schritt	Trab	Trab		-
Elliot	1,7	1,3	2,0	2,3		1,1
Earl	1,2	1,5	2,3	2,4		-
Whisky	1,5	1,2	1,2	2,1		-
Edgar R.	1,8	1,4	2,0	-		1,3
MW$\pm$SEM	1,6$\pm$0,13	1,35$\pm$0,06	1,9$\pm$0,3	2,3$\pm$0,1		1,2$\pm$0,1
15.03.2002						
	Probenentnahme nach Steigungsabschnitten...					
	Nach Transport	6% (492 m) und 9% (467 m)	17% (175 m) und 16% (400 m)	17% (175 m) und 16% (400 m)	13% (550 m)	Vor Rücktransport
Gangart	-	Schritt	Schritt	Schritt	Schritt	-
Elliot	1,8	0,9	1,2	1,4	1,2	1,6
Filou	1,1	1,0	1,4	1,2	0,9	1,0
Lorbas	1,1	0,9	1,0	1,2	1,1	1,2
Edgar R.	1,6	2,0	2,3	1,9	1,2	0,9
MW$\pm$SEM	1,4$\pm$0,2	1,2$\pm$0,3	1,5$\pm$0,3	1,4$\pm$0,2	1,1$\pm$0,1	1,2$\pm$0,2
28.03.2002						
	Probenentnahme nach Steigungsabschnitten...					
	Nach Transport	6% (492 m) und 9% (467 m)	17% (175 m) und 16% (400 m)	17% (175 m) und 16% (400 m)	6% (492 m) und 16% (400 m)	Vor Rücktransport
Gangart	-	Schritt	Schritt	Schritt	Trab	-
Elliot	2,2	1,5	1,4	1,7	4,0	2,1
Filou	1,1	1,2	1,2	1,6	2,0	1,1
Earl	1,5	0,9	1,6	1,3	1,4	1,4
Whisky	1,1	1,3	1,1	2,4	2,6	1,0
Lorbas	1,5	1,2	1,1	1,1	1,3	1,4
Edgar R.	1,3	1,0	1,0	1,0	3,3	1,1
MW$\pm$SEM	1,5$\pm$0,2	1,2$\pm$0,1	1,2$\pm$0,1	1,5$\pm$0,2	2,4$\pm$0,4	1,4$\pm$0,2
18.04.2002						
	Probenentnahme nach Steigungsabschnitten...					
	Nach Transport	17% (175 m) und 16% (400 m)	6% (492 m) und 16% (400 m)	17% (175 m) und 16% (400 m)	17% (175 m) und 16% (400 m)	Vor Rücktransport-
Gangart	-	Schritt	Trab	Trab	Trab	-
Elliot	1,0	1,8	3,2	4,6	3,9	1,3
Filou	1,3	1,5	2,5	2,4	1,4	1,9
Earl	1,4	1,5	2,8	7,2	6,0	1,5
Whisky	1,7	1,7	3,1	6,6	6,2	1,9
Lorbas	1,9	1,7	2,1	2,2	2,1	1,0
Edgar R.	0,9	1,1	1,6	4,5	1,3	1,2
MW$\pm$SEM	1,4$\pm$0,2	1,6$\pm$0,1	2,6$\pm$0,3	4,6$\pm$0,8	3,5$\pm$0,9	1,5$\pm$0,2

12.2.2 Erholungswerte (Laktat) und Laktatleistungskurven der Stufenbelastungstests

Tabelle 48 Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest I , Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM)

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
4 min HB	10,5	5	7,03	$\pm 1,18$	3	8,69	$\pm 4,02$
2 min NB	1,5	5	6,45	$\pm 0,89$	6	6,20	$\pm 2,35$
2 min NB	1,5	5	5,87	$\pm 0,89$	6	5,82	$\pm 2,26$
2 min NB	1,5	5	5,08	$\pm 0,95$	6	4,81	$\pm 2,01$
2 min NB	1,5	5	4,18	$\pm 0,87$	6	4,70	$\pm 2,06$
2 min NB	1,5	5	3,31	$\pm 0,73$	6	3,82	$\pm 1,70$
5 min NB	1,5	5	2,17	$\pm 0,49$	5	3,75	$\pm 2,04$
15 min Ruhe	-	5	1,46	$\pm 0,15$	6	1,98	$\pm 0,68$
30 min Ruhe	-	5	0,87*	$\pm 0,04$	6	1,25*	$\pm 0,13$
60 min Ruhe	-	5	1,09	$\pm 0,08$	6	1,31	$\pm 0,20$

HB = Hauptbelastung letzte Stufe, NB = Nach Belastung;

Signifikante Gruppenunterschiede innerhalb Test: *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$)

Tabelle 49 Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest II, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM)

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
4 min HB	10,5	5	8,88	$\pm 0,74$	3	12,66	$\pm 3,82$
2 min NB	1,5	6	7,34	$\pm 0,74$	6	8,04	$\pm 2,22$
2 min NB	1,5	6	6,35	$\pm 0,77$	6	7,11	$\pm 1,89$
2 min NB	1,5	6	5,70	$\pm 0,68$	6	6,89	$\pm 2,24$
2 min NB	1,5	6	4,74	$\pm 0,64$	6	5,34	$\pm 1,60$
2 min NB	1,5	6	3,85	$\pm 0,49$	6	5,15	$\pm 1,82$
5 min NB	1,5	6	2,64	$\pm 0,30$	6	3,60	$\pm 1,35$
15 min Ruhe	-	6	1,67	$\pm 0,15$	6	2,55	$\pm 0,86$
30 min Ruhe	-	6	1,00	$\pm 0,03$	6	1,35	$\pm 0,20$
60 min Ruhe	-	6	1,13*	$\pm 0,08$	6	1,65*	$\pm 0,16$

HB = Hauptbelastung letzte Stufe, NB = Nach Belastung;

Signifikante Gruppenunterschiede innerhalb Test: *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$)

Tabelle 50 Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest III, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM)

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
4 min HB	10,5	4	8,41	$\pm 0,35$	3	7,14	$\pm 0,86$
2 min NB	1,5	5	6,67	$\pm 0,43$	5	5,91	$\pm 0,51$
2 min NB	1,5	5	6,09	$\pm 0,57$	4	5,61	$\pm 0,48$
2 min NB	1,5	5	5,38	$\pm 0,44$	4	4,90	$\pm 0,51$
2 min NB	1,5	5	4,38	$\pm 0,41$	5	3,55	$\pm 0,57$
2 min NB	1,5	5	3,67	$\pm 0,37$	5	2,80	$\pm 0,56$
5 min NB	1,5	5	2,41	$\pm 0,14$	5	2,02	$\pm 0,33$
15 min Ruhe	-	5	1,66	$\pm 0,08$	5	1,55	$\pm 0,14$
30 min Ruhe	-	5	1,01	$\pm 0,04$	5	0,99	$\pm 0,06$
60 min Ruhe	-	5	1,06	$\pm 0,03$	5	1,13	$\pm 0,06$

HB = Hauptbelastung letzte Stufe, NB = Nach Belastung;

Signifikante Gruppenunterschiede innerhalb Test: *($p < 0,05$), **($p < 0,01$), ***($p < 0,001$)

Tabelle 51 Mittlere Laktatwerte der Erholung in Stufenbelastungstest IV, Mittelwerte (MW), Standardfehler ($\pm$ SEM)

BELASTUNGS- PHASEN- DAUER	BELASTUNGS- GESCHWINDIGKEIT m/s	Berg			Vergleich		
		N	MW	$\pm$ SEM	N	MW	$\pm$ SEM
4 min HB	10,5	4	7,62	$\pm 1,14$	3	6,97	$\pm 0,64$
2 min NB	1,5	6	6,35	$\pm 0,93$	5	5,29	$\pm 0,71$
2 min NB	1,5	6	5,63	$\pm 0,90$	5	4,64	$\pm 0,76$
2 min NB	1,5	6	4,95	$\pm 0,72$	5	3,98	$\pm 0,65$
2 min NB	1,5	6	5,13	$\pm 1,03$	5	3,42	$\pm 0,54$
2 min NB	1,5	6	3,85	$\pm 0,65$	5	3,06	$\pm 0,57$
5 min NB	1,5	6	2,75	$\pm 0,58$	5	1,95	$\pm 0,23$
15 min Ruhe	-	6	1,87	$\pm 0,34$	5	1,76	$\pm 0,21$
30 min Ruhe	-	6	0,95	$\pm 0,04$	5	1,05	$\pm 0,07$
60 min Ruhe	-	6	0,92	$\pm 0,04$	5	0,90	$\pm 0,05$

HB = Hauptbelastung letzte Stufe, NB = Nach Belastung;

Keine signifikanten Gruppenunterschiede innerhalb Test

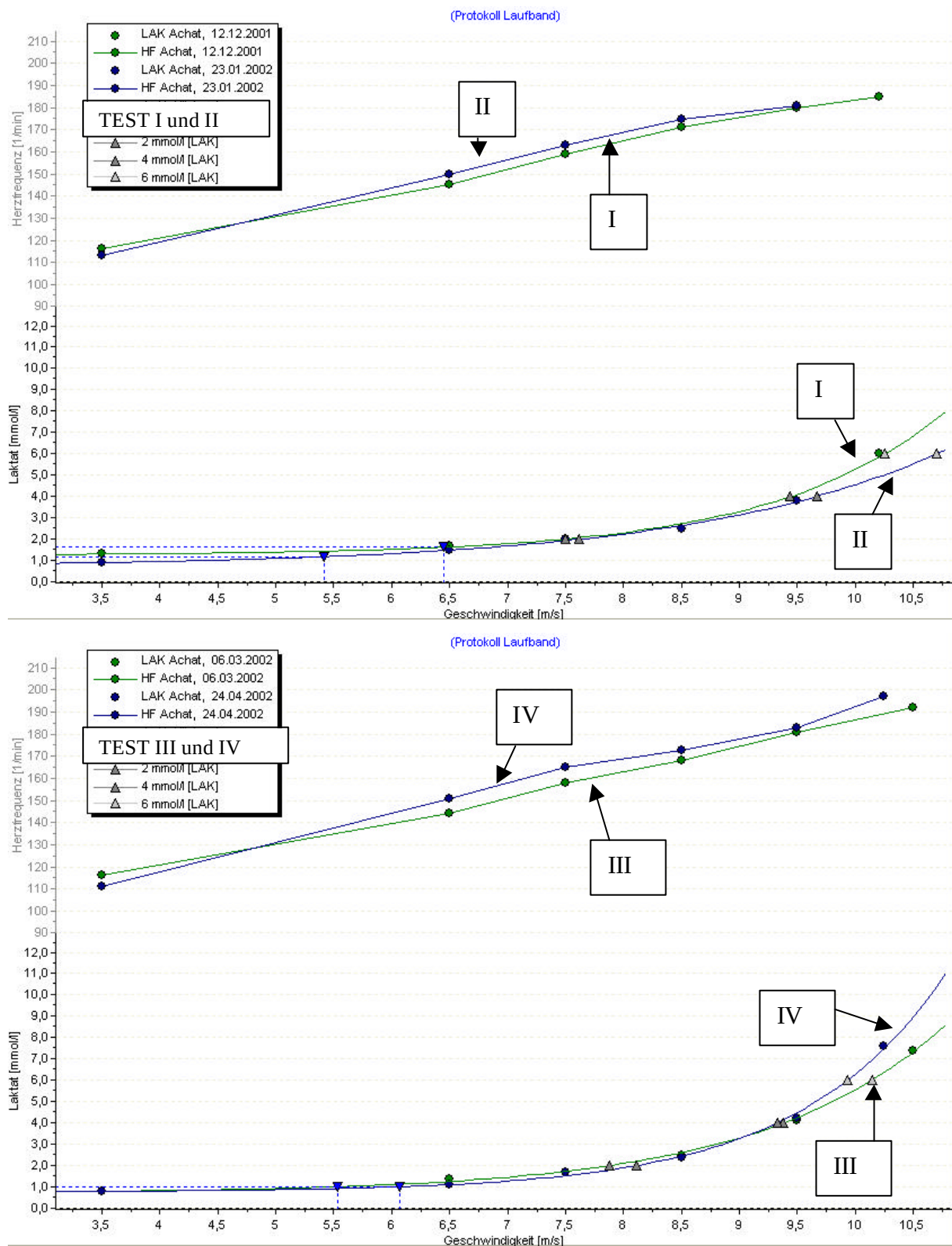


Abbildung 25 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Achat

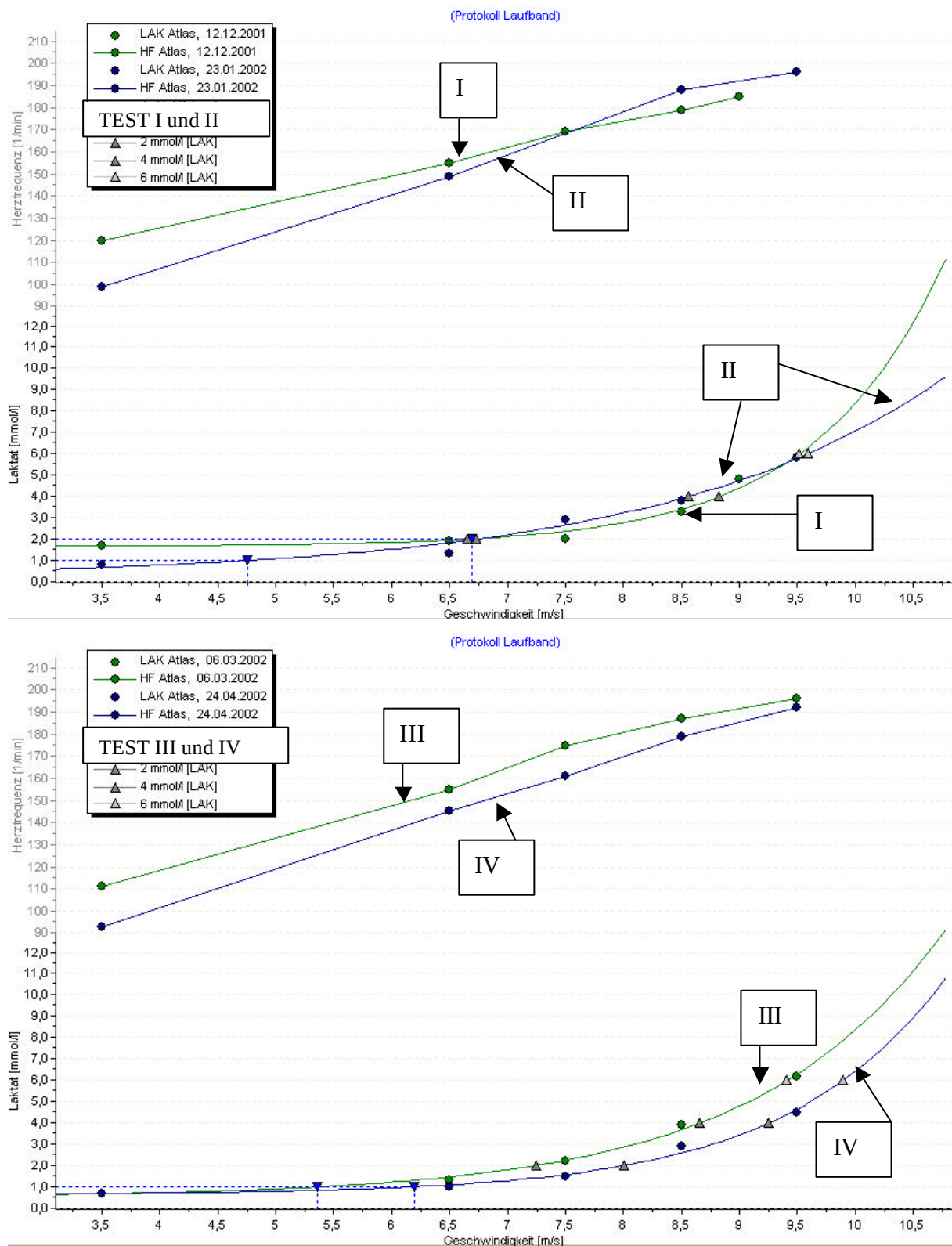


Abbildung 26 Stufenbelastungstestdiagramme IV von Atlas; Beachte Rechtsverschiebung von Laktatleistungskurve und Herzfrequenz im vierten Test

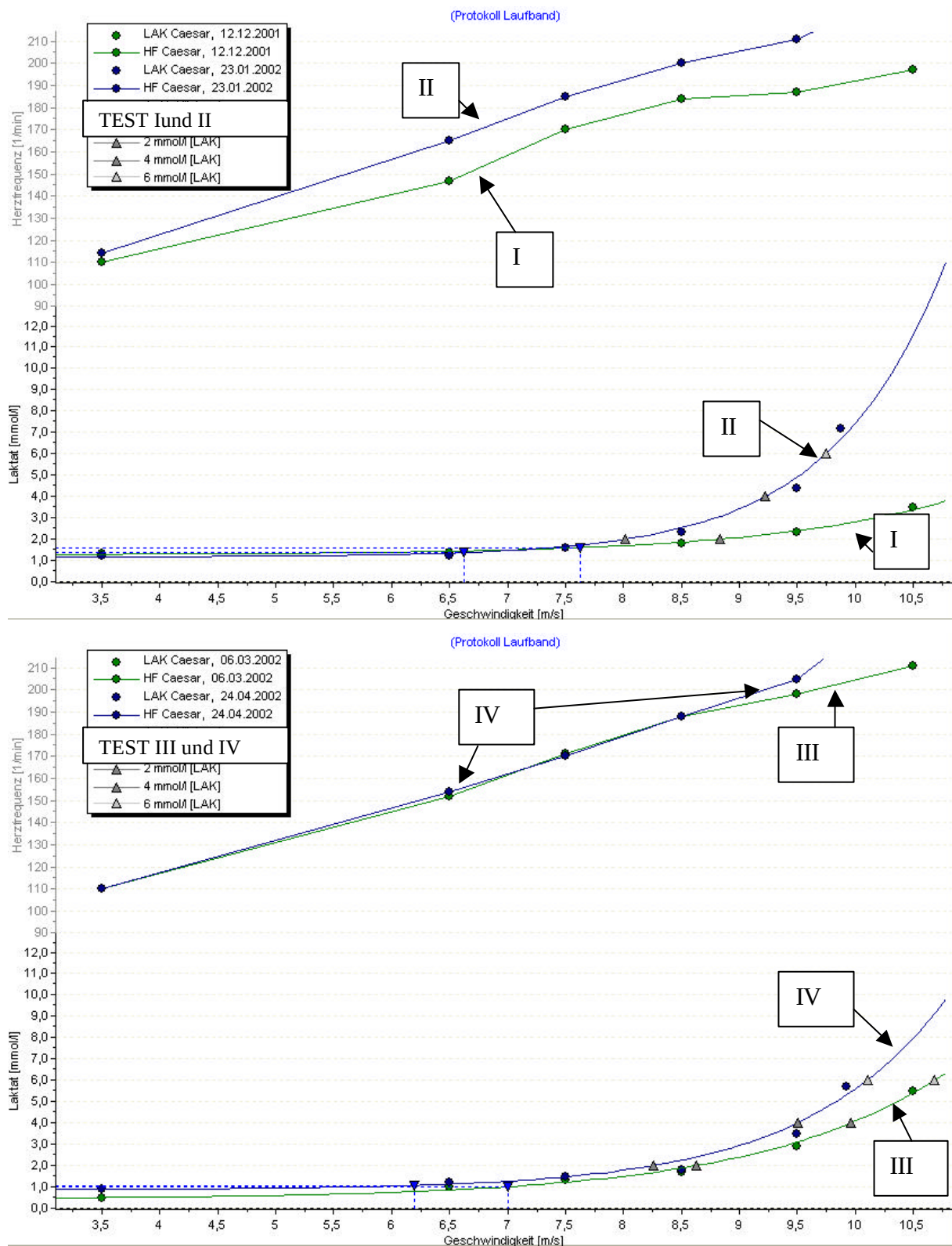


Abbildung 27 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Caesar; Beachte Linksverschiebung von HF im zweiten Test und Laktatleistungskurve im zweiten und vierten Test

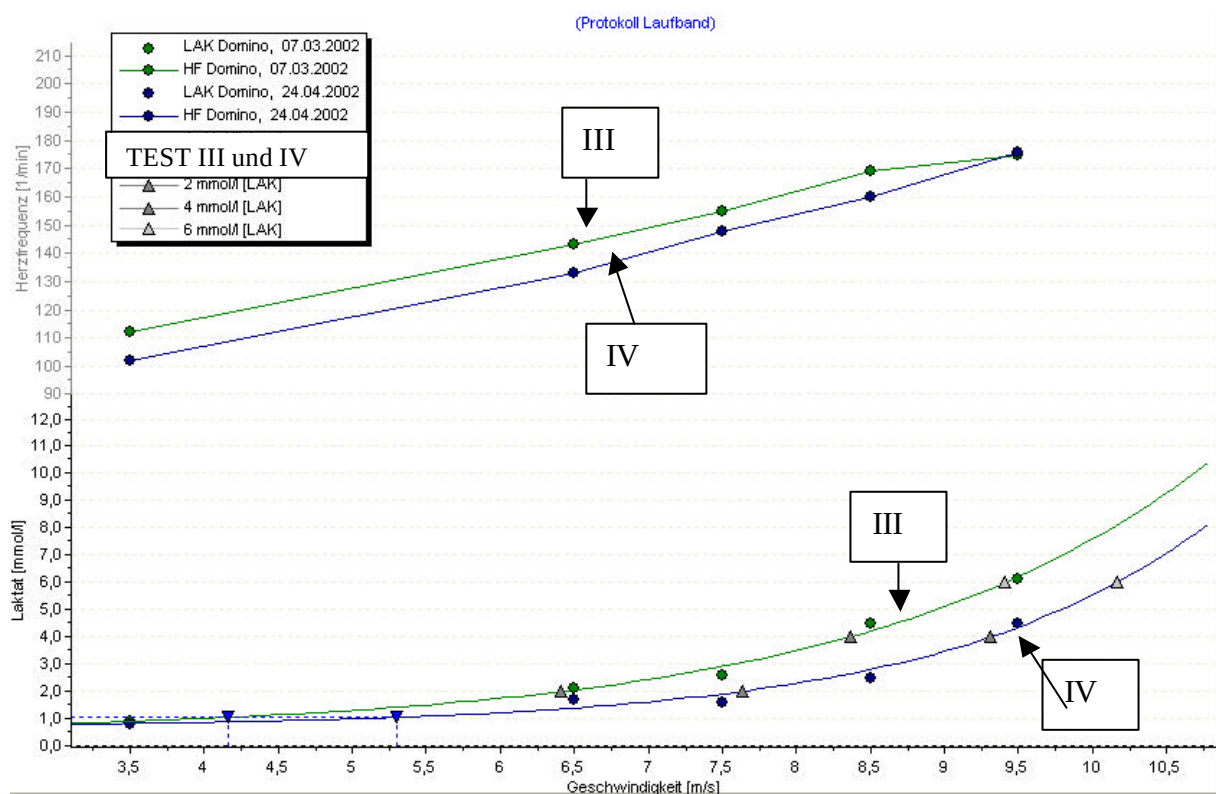
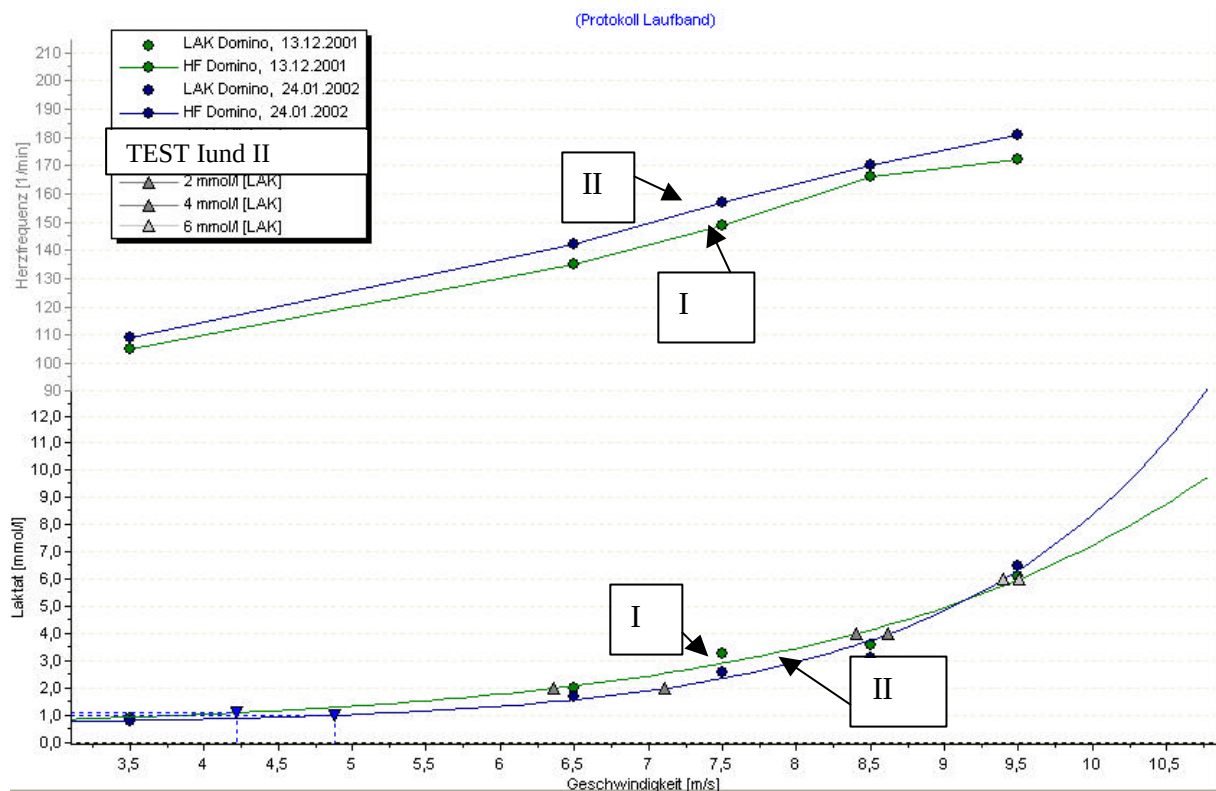


Abbildung 28 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Domino; Beachte Rechtsverschiebungen von HF und Laktatleistungskurve im vierten Test

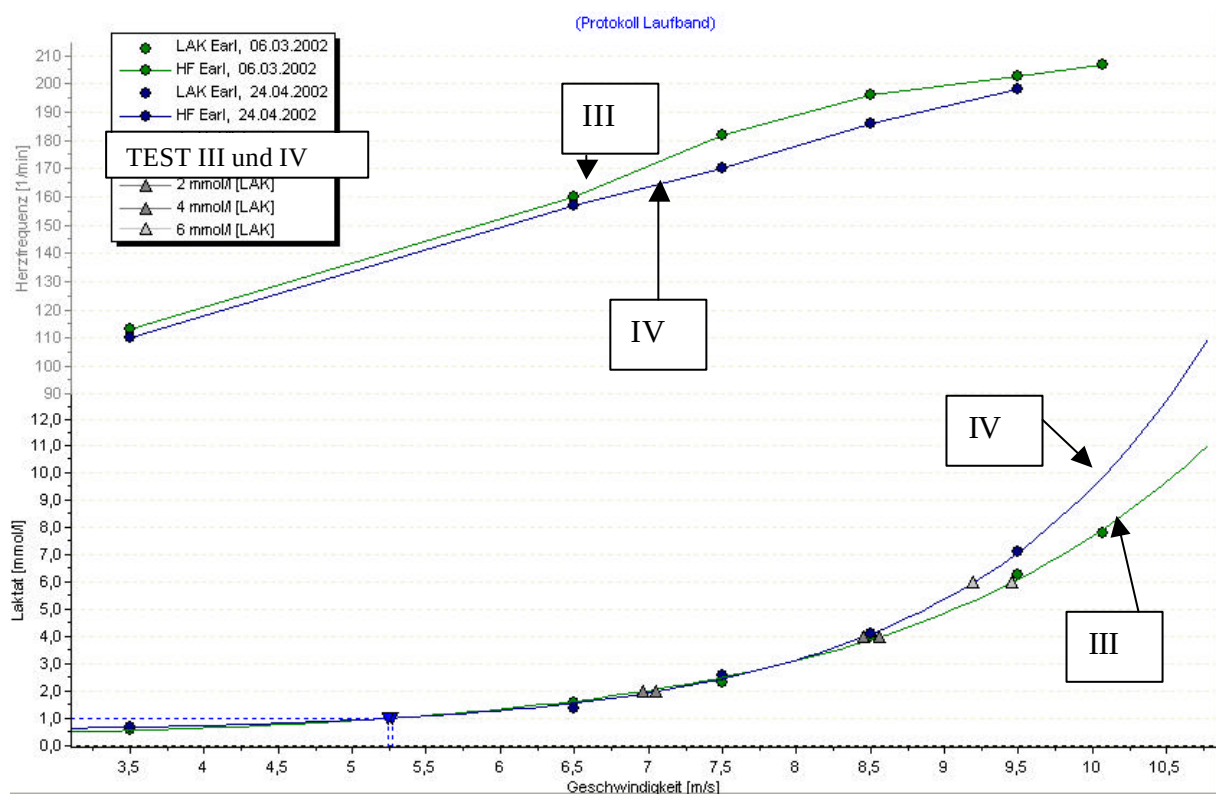
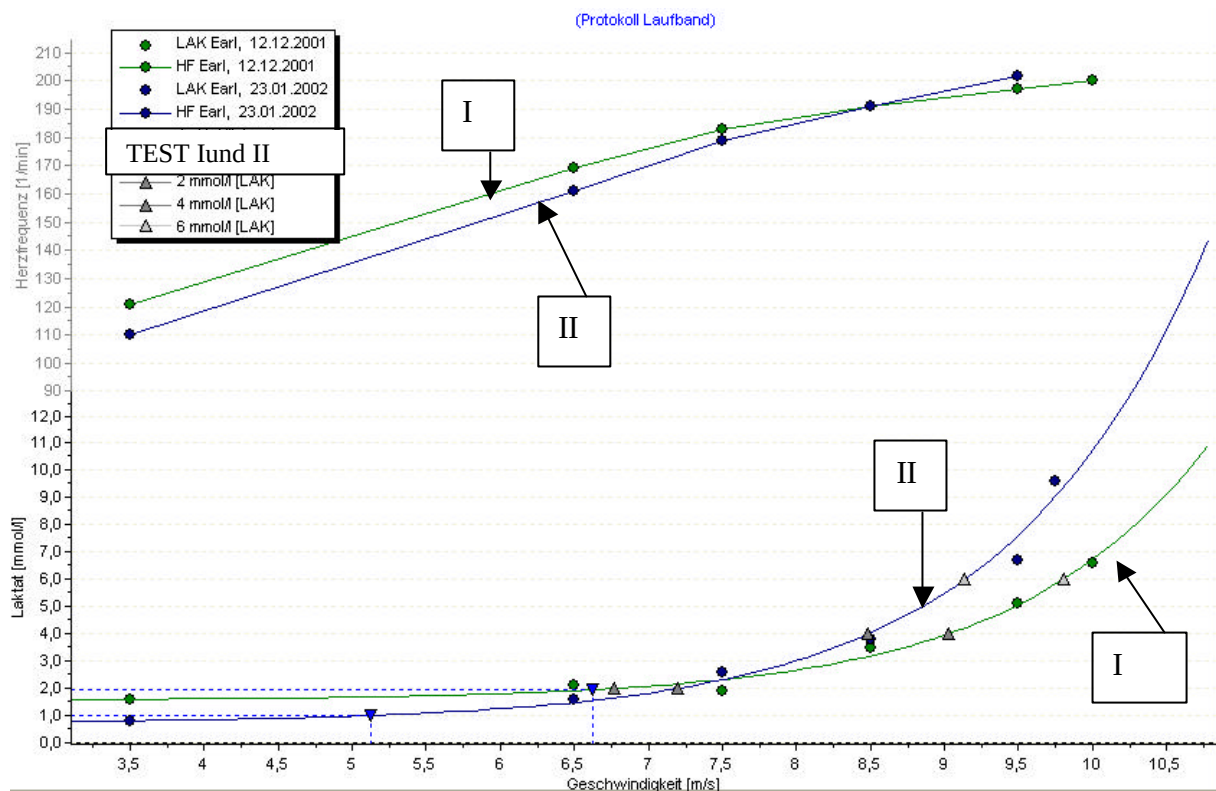


Abbildung 29 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Earl; Beachte Rechts/Linksverschiebung im zweiten Test

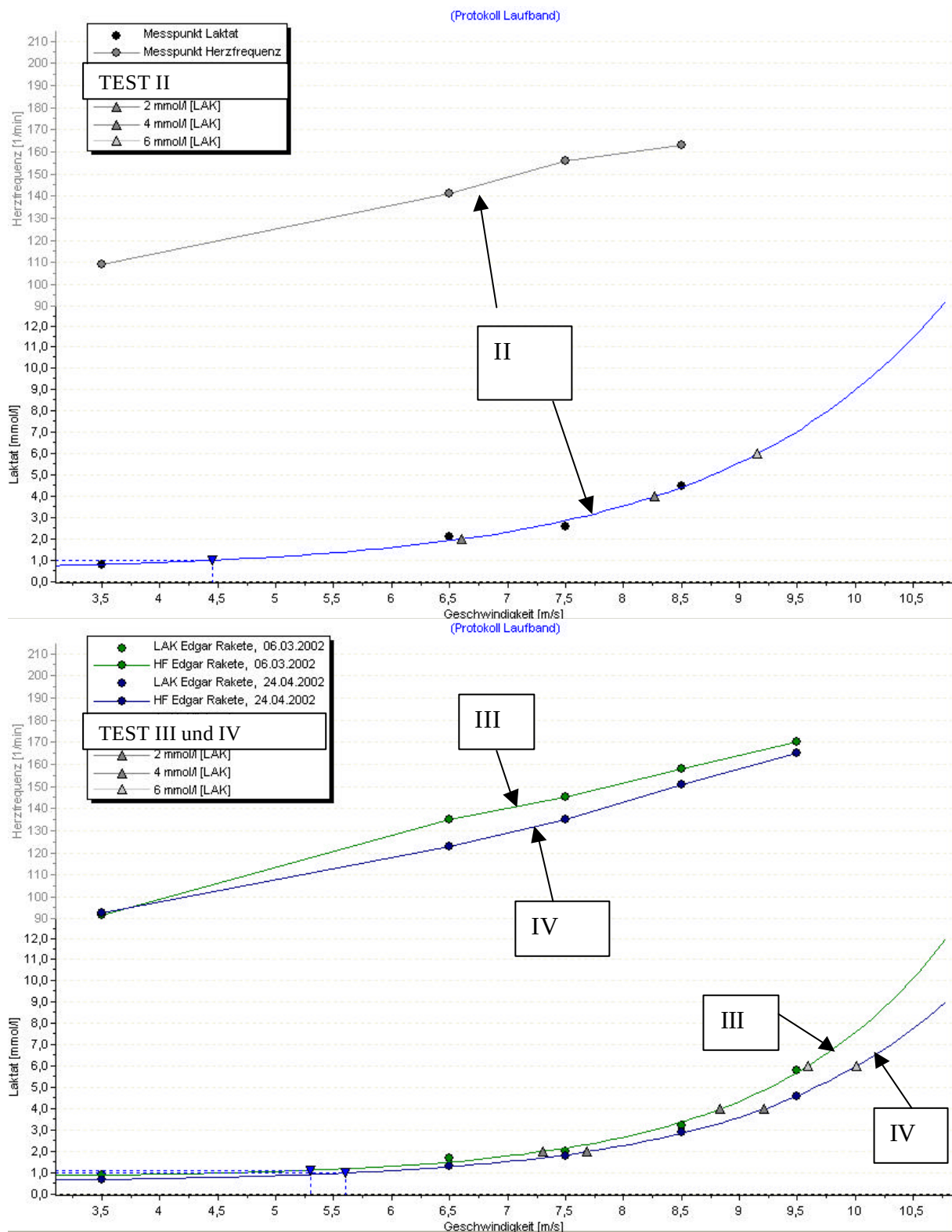


Abbildung 30 Stufenbelastungstestdiagramme II-IV von Edgar Rakete; Beachte Rechtsverschiebungen von HF und Laktatleistungskurve im vierten Test

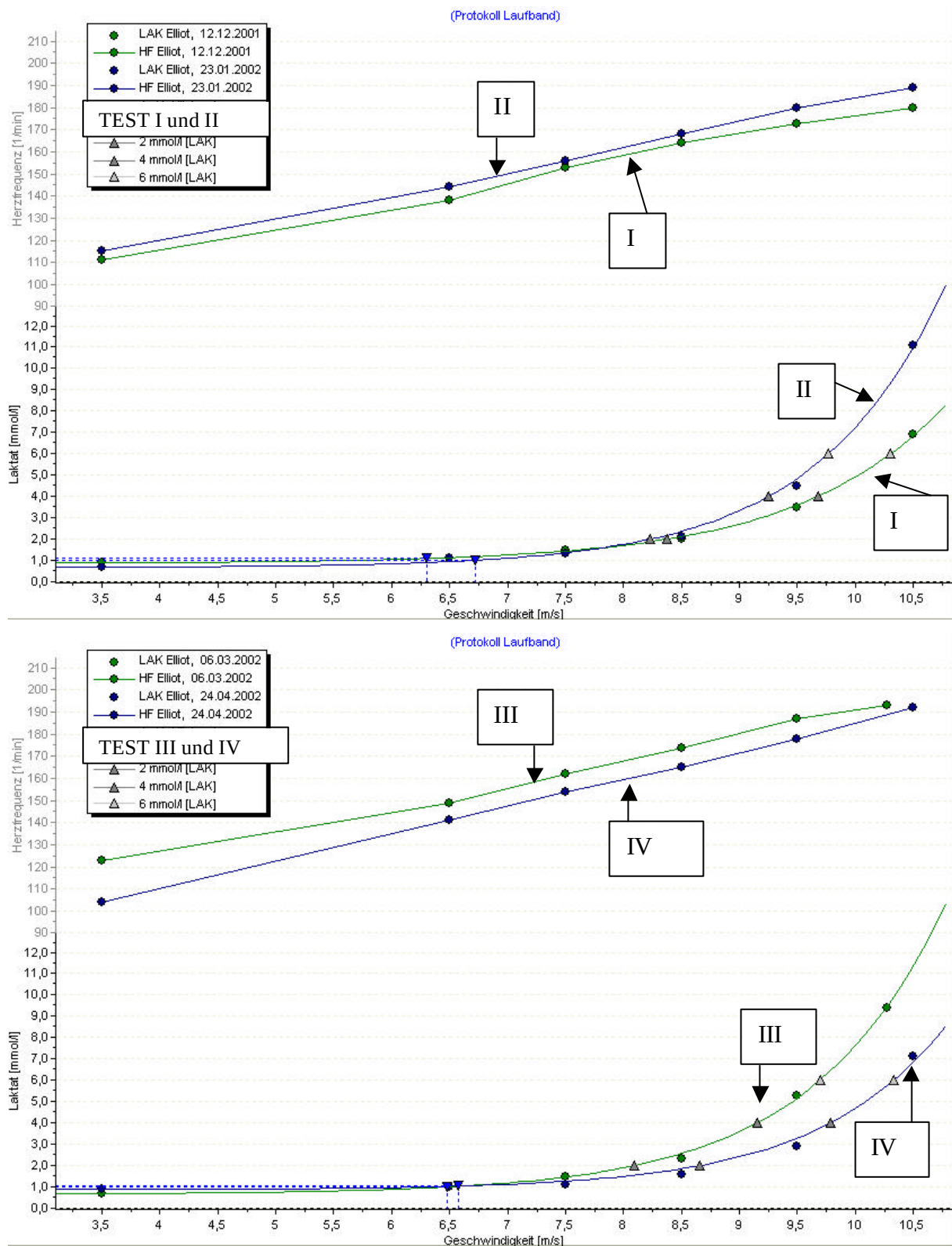


Abbildung 31 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Elliot; Beachte Rechtsverschiebungen von HF und Laktatleistungskurve im vierten Test

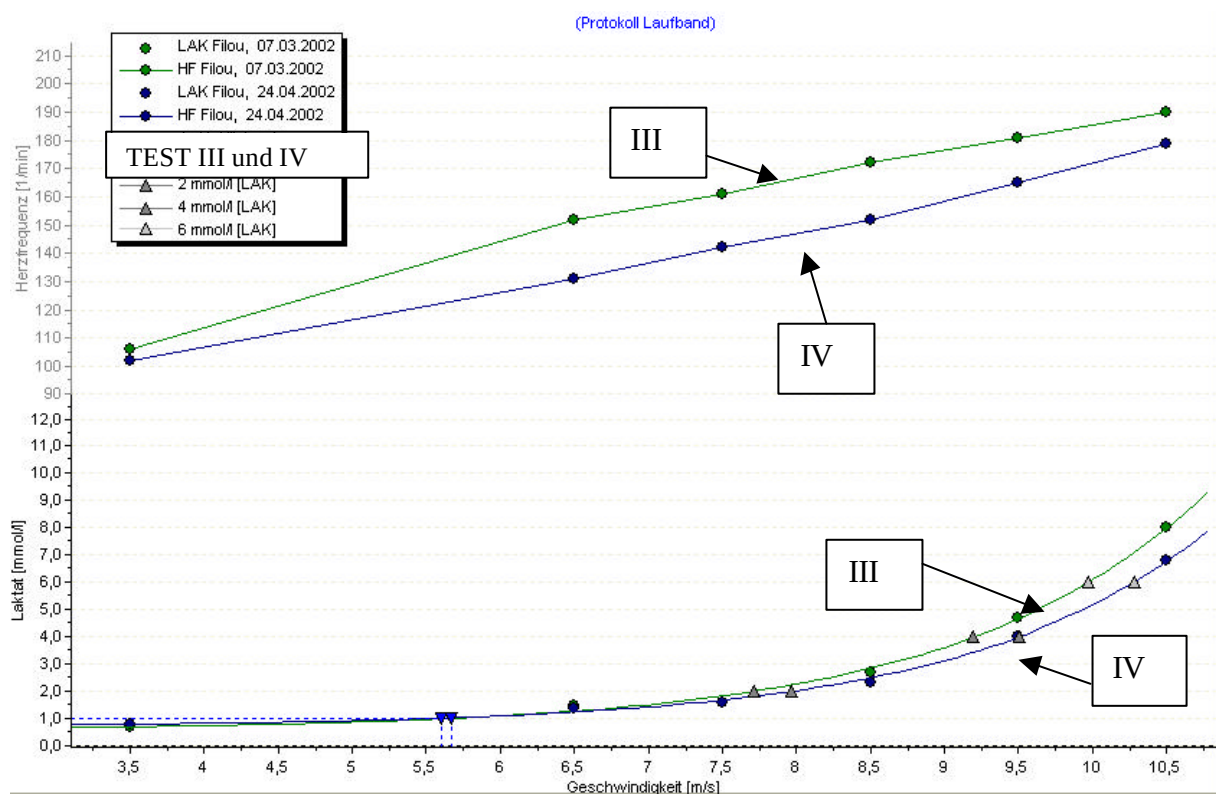
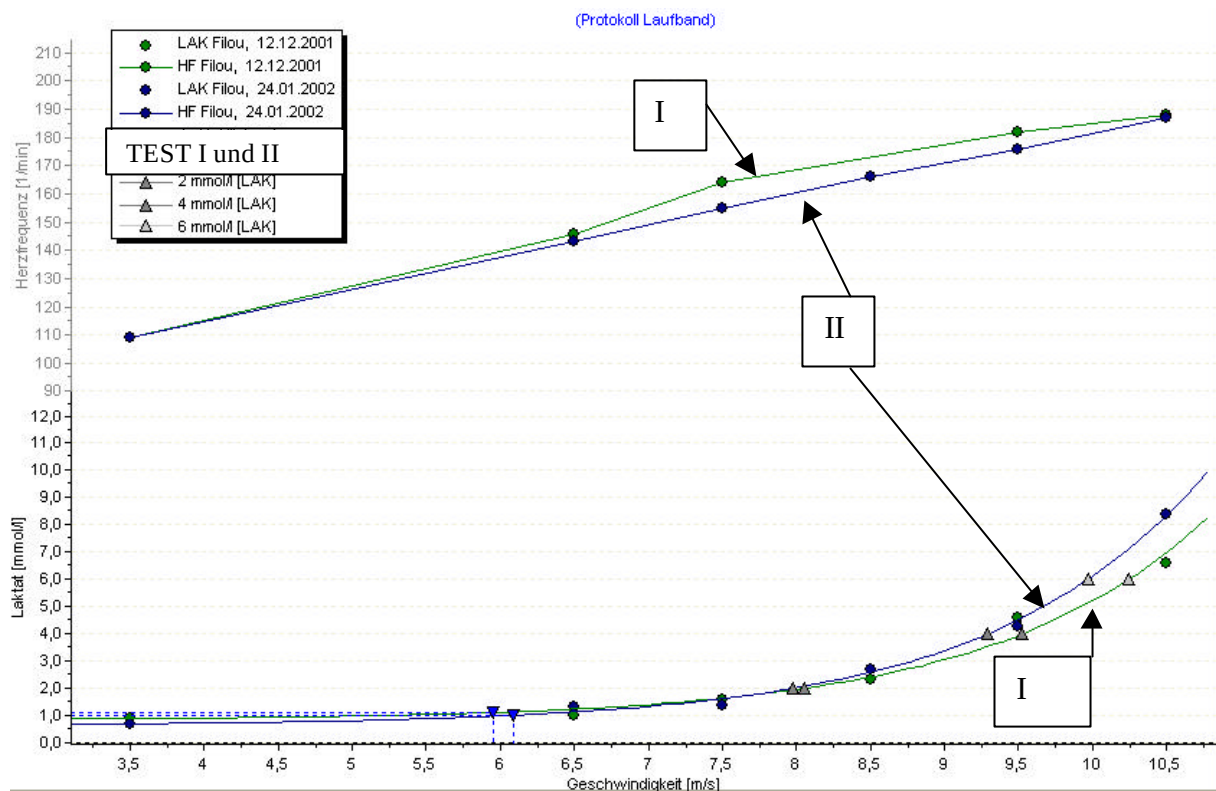


Abbildung 32 Stufenbelastungstestdiagramme IV von Filou; Beachte HF-Rechtsverschiebung im vierten Test

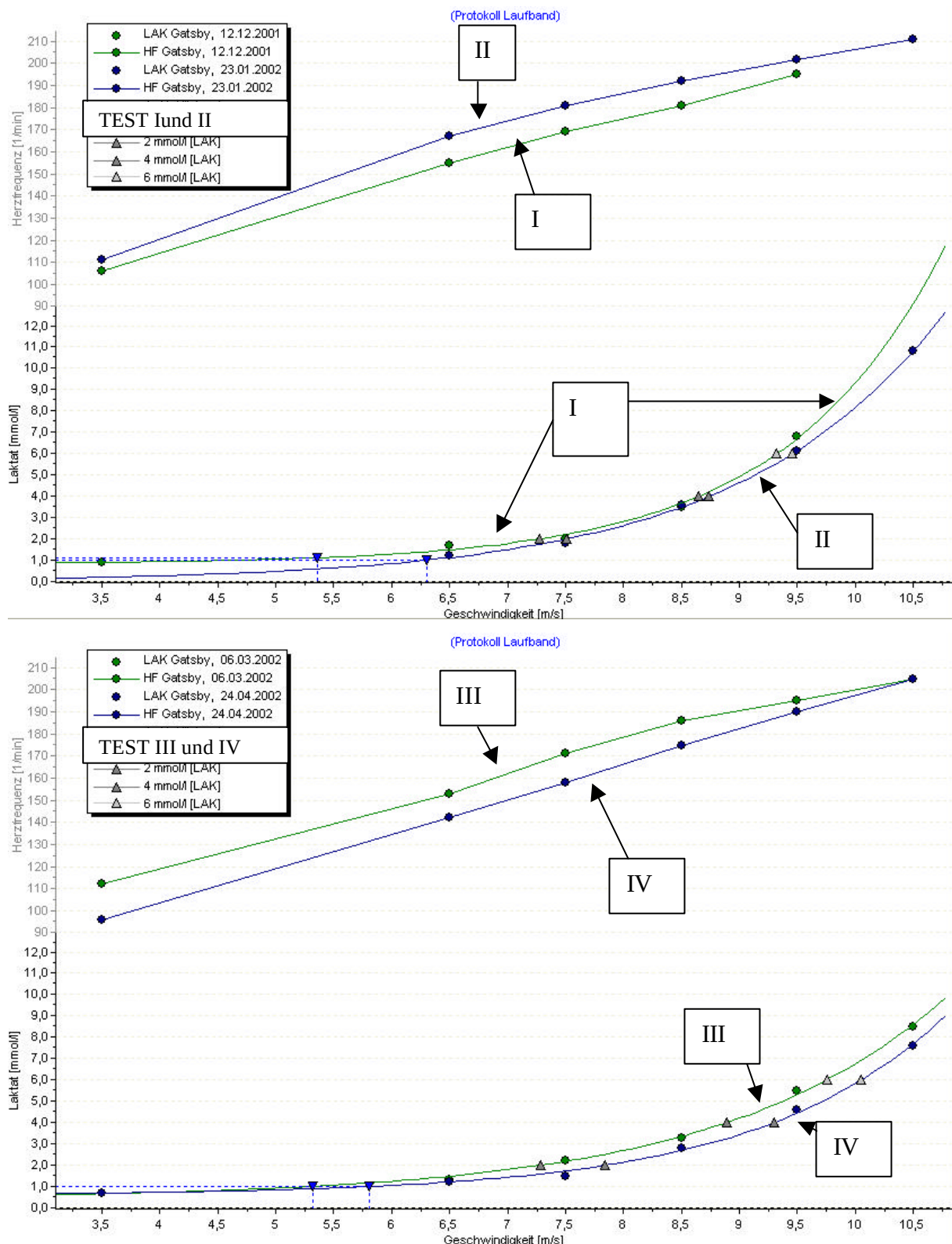


Abbildung 33 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Gatsby; Beachte uneinheitliches Verhalten im zweiten Test von HF (Linksverschiebung) und Laktat (Rechtsverschiebung) und Rechtsverschiebung von HF und Laktat im vierten Test

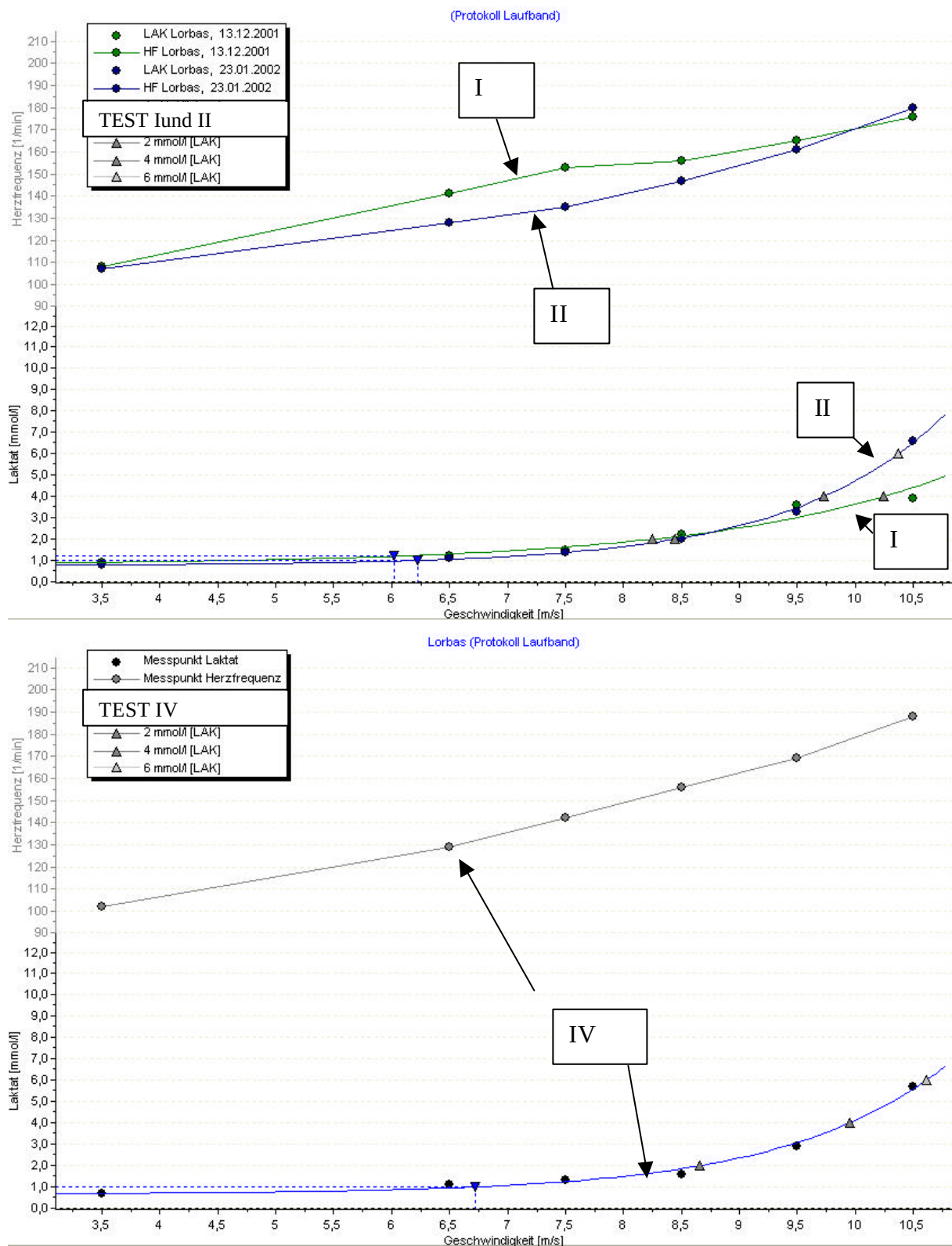


Abbildung 34 Stufenbelastungstestdiagramme I, II und IV von Lorbas; Beachte sehr niedrige Laktatwerte im Vergleich mit anderen Versuchspferden

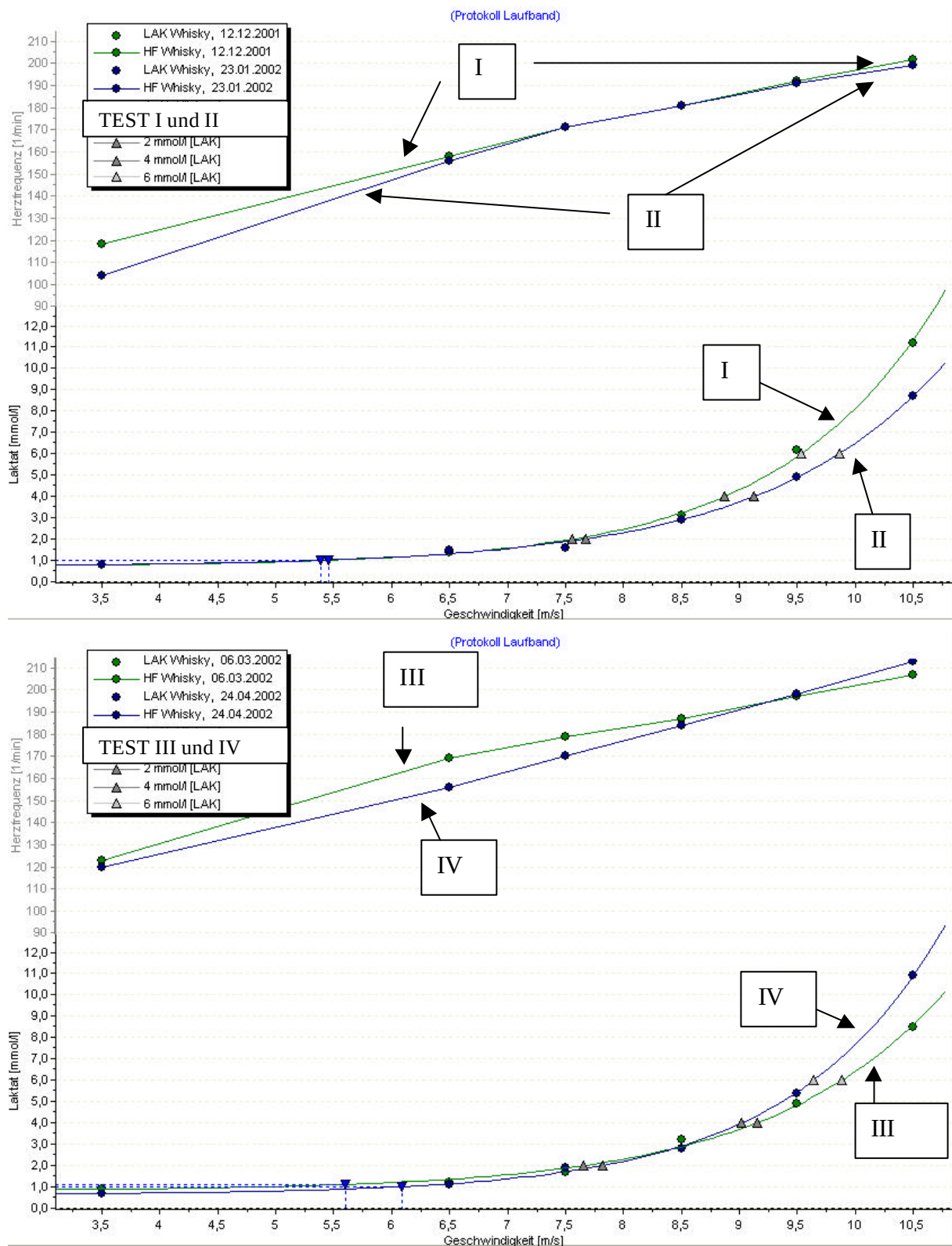


Abbildung 35 Stufenbelastungstestdiagramme I-IV von Whisky

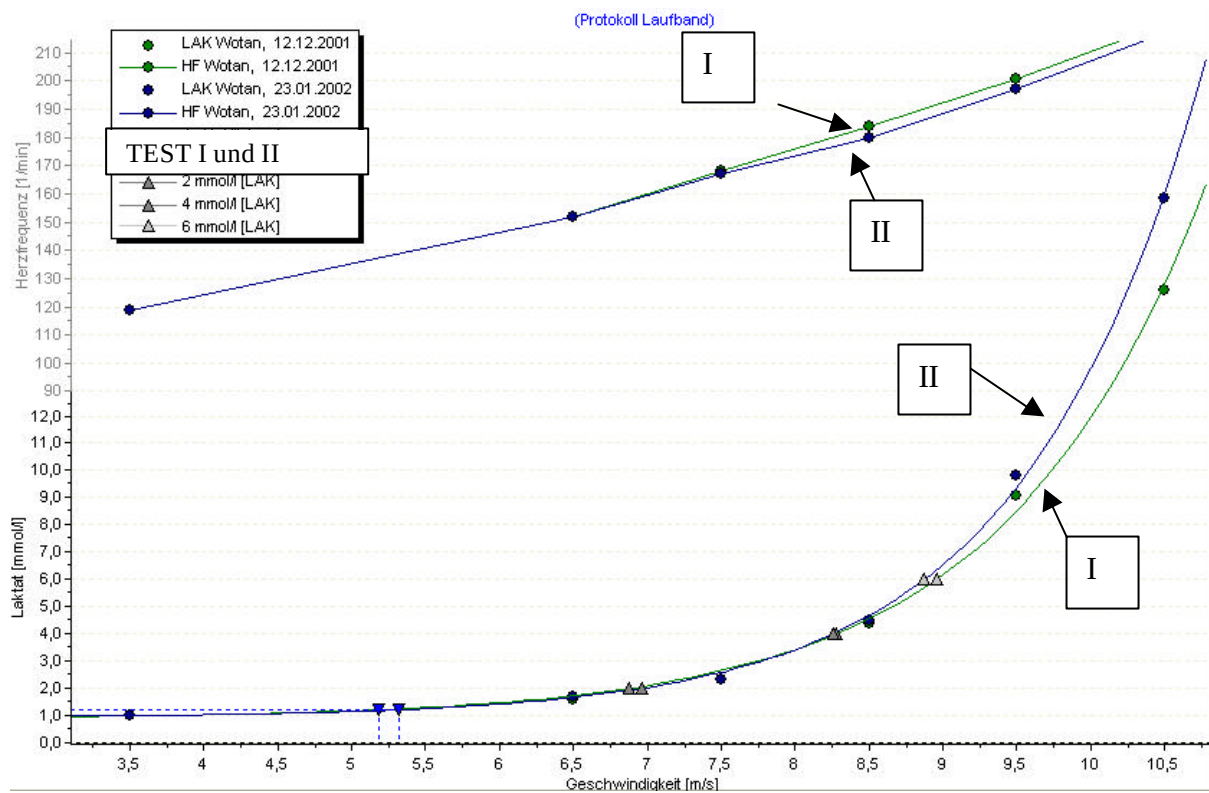


Abbildung 36 Stufenbelastungstestdiagramme I und II von Wotan; Beachte extrem hohe Laktatwerte ohne Veränderung bis ~8,5 m/s

Danksagung

Zum Schluss dieser Arbeit möchte ich mich bei Herrn Professor Dr. Dr. Dr. h.c. Franz Ellendorff herzlich bedanken. Dabei möchte ich ihm für stete Hilfsbereitschaft, selbst zu unmöglichen Tages- und Nachtzeiten, für persönliches Engagement und sein Vertrauen meinen Dank aussprechen.

Von außerordentlicher Bedeutung für die Umsetzung des Trainingsvorhabens waren die Reiter (Friderike Middenhoff, Yvonne Breuer und Mirko Näther) unter Leitung von Helga Becker, die selbst umständlichste Trainingsvorhaben mit Geduld durchführten.

Dem Team aus Mariensee danke ich für die routinierte Durchführung der Laufbandtests. Hier möchte ich Iris Stelter und Johnny Meier, stellvertretend für alle Mitarbeiter, nennen und ihnen weiterhin viel Spaß mit den Forschungspferden wünschen.

Ein Dank geht auch an Dr. Michael Düe, Thies Kaspereit und Hermann Holzhausen für die ideenreiche Unterstützung zu Anfang der Arbeit.