

Verwendung des 2-Strecken-Tests bei Galopprennpferden zur Bestimmung des körperlichen Leistungszustandes

A. Lindner und J. Krüger

Institut für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere, Bonn
(Leiter: Prof. Dr. H. Sommer)
Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin, Köln
(Leiter: Prof. Dr. R. Rost)

Einleitung

Um den körperlichen Leistungszustand von Sportlern zu erfassen, werden verschiedene Tests durchgeführt. Beim Menschen gilt dabei die Laktatkonzentration im Blut als empfindlichster Parameter, um den Leistungszustand zu beurteilen. Die Laktatbildung steht außerdem in direkter Beziehung zum Energiemetabolismus, und die Laktatkonzentration im peripheren Blut nach Belastung ist deshalb auch brauchbar für die Bewertung von Leistungseigenschaften im anaeroben Bereich (Heck, 1987; Kindermann, 1989).

Zur Feststellung der Ausdauerleistungsfähigkeit beim Pferd sind verschiedene Testverfahren entwickelt worden (Gysin, 1983; Thornton, 1985; Gabel et al., 1983; Gysin et al., 1987). Der Herzfrequenz wird hierbei wegen der einfacheren Feststellung der Vorzug vor der Laktatbestimmung gegeben (Straub, 1988). Allerdings lassen sich die Intensitäten von Belastungen, die notwendig werden, um die Eigenschaften der körperlichen Leistungsfähigkeit - Schnelligkeitsausdauer und Schnelligkeit - zu testen, nicht mehr ausreichend genau mit der Herzfrequenz erfassen (Persson und Ullberg, 1974; Thornton, 1985; Krzywanek und Wittke, 1986; Gysin et al., 1987; Gottlieb et al., 1988).

Die für Galopprennpferde im Rennen wichtigsten Eigenschaften sind Ausdauer, Schnelligkeitsausdauer und Schnelligkeit (Bayly, 1985). Deshalb müssen für die Galopprennpferde Tests gefunden werden, mit welchen nicht nur die Ausdauer, sondern auch die anderen körperlichen Eigenschaften, die für gute Leistungen notwendig sind, geprüft werden, um Leistungszustand und Trainingsmaßnahmen besser beurteilen zu können.

Als Test zur Bestimmung der Schnelligkeitsausdauer neben der Ausdauer hat sich beim Humansportler der 2-Strecken-Test bewährt (Mader et al., 1979; Föbrenbach, 1986). Zweck dieser Arbeit war es nun, die Verwendbarkeit des 2-Strecken-Tests beim Galopprennpferd zu untersuchen.

Zusammenfassung

An 10 Galopprennpferden wurde der Einsatz des 2-Strecken-Tests zur Feststellung des körperlichen Leistungszustandes untersucht. Bei 20 durchgeführten Tests über Strecken zwischen 600 und 1500 m traten keine gesundheitlichen Probleme bei den Pferden auf. Für den ersten Lauf des Tests ist es notwendig, auf ebenen Bahnen Geschwindigkeiten ab 9 m/s zu laufen, um in den aerob-anaeroben Bereich zu kommen. Erst mit Werten in diesem Bereich können die Ergebnisse des Tests gut ausgewertet werden. Der Zeitpunkt des Auftretens von LA-max nach dem ersten Lauf war fast immer die erste Minute (LA-max $4,2 \pm 2,8$ mmol/l bei Geschwindigkeiten von $11,7 \pm 1,5$ m/s). Nach dem zweiten Lauf schwankte er stark ($4,95 \pm 2,70$ min) und zeigte eine große positive Abhängigkeit von der Geschwindigkeit des Laufes ($r = 0,88$; $p < 0,001$). Konsequenz davon ist, daß bei Belastungen von kürzerer Dauer sowie höherer Intensität auch beim Pferd mehrmals hintereinander über etwa 12 Minuten nach der Belastung, in 2minütigem Abstand Blutproben genommen werden müssen. Nur dann kann mit LA-max als Parameter zur Berechnung der Referenzwerte des Tests (V_{LA4} und V_{LA12}) gearbeitet werden. Der Logarithmus des Laktatmaximums zeigte eine hohe Korrelation mit der Laufgeschwindigkeit ($r = 0,66$; $p < 0,001$). Die durchschnittlich errechneten V_{LA4} und V_{LA12} -Werte lagen bei $11,44 \pm 1,45$ bzw. $13,42 \pm 1,46$ m/s.

Use of the two-speed-field-test in thoroughbred racing horses to assess physical performance capacity

With ten racing thoroughbreds the use of the two-speed-field test for the evaluation of physical performance capacity was investigated. A total of 20 tests performed on distances between 600 and 1500 m were done without any physical disturbance in the horses. The first run of the test at flat tracks has to be at speeds somewhat above 9 m/s to reach the aerobic-anaerobic threshold. Then the results of the test can be used for further evaluation. Appearance time of LA-max after the first run was almost always the first min after exercise (LA-max $4,2 \pm 2,8$ mmol/l with velocities $11,5 \pm 1,5$ m/s). After the second run it fluctuated markedly ($4,95 \pm 2,7$ min) showing a large positive correlation with the velocity of the run ($r = 0,88$; $p < 0,001$). Consequently in exercise bouts of shorter duration and higher intensity, to work with LA-max as parameter for further evaluation of the two-speed-field test, it is necessary to gain blood samples over a period of 12 min after exercise in about 2 min intervals. The logarithm of LA-max showed a large positive correlation to running speed ($r = 0,66$; $p < 0,001$). The mean calculated V_{LA4} and V_{LA12} values were $11,44 \pm 1,45$ and $13,42 \pm 1,46$ m/s.

Material und Methodik

Diese Untersuchung fand in den Monaten April bis Juli 1988 an 10 Galopprennpferden statt. 2 Pferde wurden dreimal, 6 Pferde zweimal und 2 Pferde einmal getestet. Insgesamt waren also die Daten von 20 2-Strecken-Tests für eine Auswertung vorhanden. Die Merkmale der Pferde sind in der Tabelle 1 dargestellt.

Für den Test liefen die Pferde zweimal dieselbe Distanz. Die Testdistanzen betragen zwischen 600 und 1500 m, je nach örtlichen Möglichkeiten und Renndistanzen der Pferde.

Der erste Lauf fand mit einer Intensität nahe der aerob-anaeroben Schwelle, der zweite mit einer höheren, aber noch submaximalen Intensität statt. Zwischen den beiden Läufen lagen 15 bis 20 Minuten Pause, in der der Organismus das beim ersten Lauf gebildete Laktat abbauen konnte. Vor jedem Lauf und bei dem ersten Lauf in der 1., 3., 5. und 7. Minute nach Belastung wurde Blut gewonnen, nach dem

Tab. 1: Merkmale der untersuchten Pferde sowie berechnete V_{LA4} und V_{LA12} (m/s) bei den verschiedenen Testzeitpunkten (Monat) und -distanzen (m)

| Alter (Jahre) | Geschlecht | Anzahl Rennen (n) | Anzahl Plätze (n) | Renndistanz bei Plazierungen (m) | Testmonat | Testdistanz (m) | V_{LA4} (m/s) | V_{LA12} (m/s) |
|---------------|------------|-------------------|-------------------|----------------------------------|----------------|-----------------|-----------------|------------------|
| 3 | Stute | 10 | 8 | 1400–2200 | April | 1500 | 10,4 | 12,0 |
| | | | | | Mai | 800 | 10,5 | 12,8 |
| 3 | Stute | 8 | 5 | 1000–1650 | April Juni* | 600 900 | 9,8 | 12,3 |
| 3 | Stute | 11 | 4 | 1400–2200 | Mai | 1500 | 10,3 | 13,6 |
| | | | | | Juni* | 1500 | | |
| | | | | | Juli | 1500 | 11,7 | 13,2 |
| 3 | Stute | 15 | 4 | 1800–2400 | Mai | 1500 | 10,3 | 11,8 |
| | | | | | Juni* | 1500 | | |
| | | | | | Juli | 1500 | 11,9 | 12,3 |
| 3 | Hengst | 9 | 3 | 1700–2200 | April | 1500 | 11,3 | 12,9 |
| | | | | | Mai | 800 | 10,3 | 13,3 |
| 3 | Hengst | 14 | 7 | 2100–2400 | Mai* | 1000 | | |
| 4 | Wallach | 15 | 7 | 3200–4000 | Mai | 850 | 14,6 | 16,2 |
| | | | | | Juni | 1040 | 11,5 | 13,2 |
| 6 | Hengst | 6 | 2 | 1900–2100 | Mai* | 850 | | |
| | | | | | Juni | 1040 | 11,0 | 12,7 |
| 6 | Hengst | 8 | 3 | 3200–4150 | Mai | 850 | 14,1 | 15,9 |
| 8 | Wallach | 16 | 5 | 1600–2200 | Mai* | 1000 | | |
| | | | | | Juni | 1000 | 12,5 | 15,7 |

* = nicht sicher auswertbar

zweiten Lauf zusätzlich noch in der 10. und 12. Minute. Damit war gewährleistet, daß die maximale Laktatkonzentration nach Belastungsende erfaßt wurde.

Die Blutentnahme erfolgte mittels einer 20- μ l-Mikropipette nach Punktion der Haut oberhalb des Brusteinganges. Die Behandlung der Probe erfolgte in Anlehnung an die Angaben von Mader et al. (1979) und die Bestimmung des Laktats mit dem Testomar-Laktat Testkit der Behringwerke AG in einem EPOS Analyzer 5060 der Firma Eppendorf Instruments GmbH.

Die maximalen Laktatwerte nach jedem Lauf wurden gegen die Laufgeschwindigkeit aufgetragen und durch exponentielle Interpolation V_{LA4} und V_{LA12} berechnet (Föhrrenbach, 1986). Einige der 2-Strecken-Tests (Tab. 1) konnten jedoch nicht ausgewertet werden, weil die maximale Laktatkonzentration (LA-max) nach dem ersten Lauf deutlich unter 3,0 mmol/l geblieben war und damit die Interpolation mit einem zu großen Fehler behaftet gewesen wäre. V_{LA4} bzw. V_{LA12} sind die Geschwindigkeiten, die über die Teststrecke gelaufen werden, um eine Laktatkonzentration im Blut von 4 bzw. 12 mmol/l zu erreichen. V_{LA4} gilt als Referenzwert für die Ausdauerkapazität und V_{LA12} für die Schnelligkeitsausdauer (Stehvermögen).

Um festzustellen, ob ein linearer Zusammenhang zwischen der LA-max und dem Zeitpunkt des Auftretens von LA-max und zwischen dem Logarithmus der LA-max und der

gelaufenen Geschwindigkeit bestand, wurde eine Korrelationsrechnung durchgeführt und die zugehörige Regressionsgerade berechnet.

Ergebnisse

Der 2-Strecken-Test konnte bei allen zur Verfügung stehenden Pferden durchgeführt werden. Bei Testdistanzen bis zu 1500 m traten zu keinem Zeitpunkt gesundheitliche Beschwerden auf.

Die durchschnittliche Geschwindigkeit und der dabei gebildete maximale Laktatwert in den beiden Läufen der Tests kann aus der Tabelle 2 entnommen werden. Während nach dem ersten Lauf der Maximalwert in der Regel schon 1 Minute nach Ende der Belastung auftrat, variierte dieser Zeitpunkt nach dem zweiten Lauf (Tab. 3). Das Laktatmaximum lag dort durchschnittlich bei $4,95 \pm 2,70$ Minuten. Der Zeitpunkt, zu dem LA-max auftrat, war um so später, je höher die maximale Laktatkonzentration war ($p < 0,001$; $r = 0,88$) (Abb. 1).

Diese Aussage wird durch Abbildung 2 nochmals veranschaulicht. Sie zeigt, daß der Zeitpunkt, zu dem LA-max eintrat, um so später lag, je höher die gelaufene Geschwindigkeit war.

Der Logarithmus von LA-max war höchstsignifikant korreliert mit den gelaufenen Geschwindigkeiten (Abb. 3).

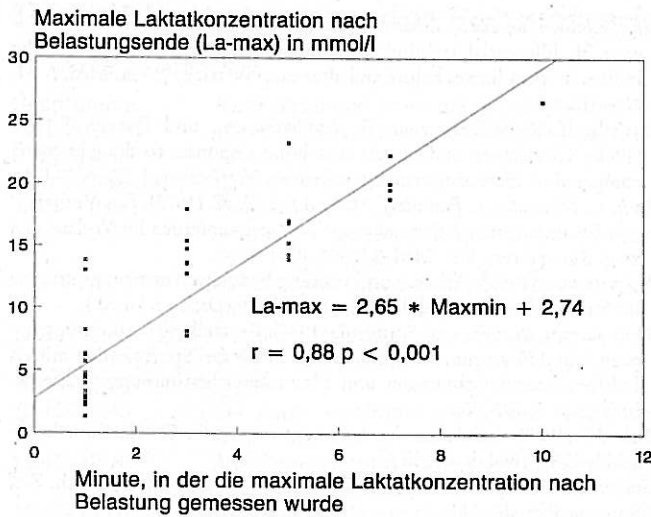


Abb. 1: Abhängigkeit des Zeitpunktes von LA-max (min) von der maximalen Laktatkonzentration (mmol/l; n = 40).

Bei den 14 auswertbaren 2-Strecken-Tests wurden durchschnittlich für die V_{LA4} und V_{LA12} Werte von $11,44 \pm 1,45$ m/s (686 ± 87 m/min) und $13,42 \pm 1,46$ m/s (805 ± 87 m/min) ermittelt (Tab. 1).

Diskussion

Die bisherigen Untersuchungen über die Leistungsfähigkeit von Pferden wurden selten an Galopprennpferden durchgeführt (Grün et al., 1977; Panndorf et al., 1980;

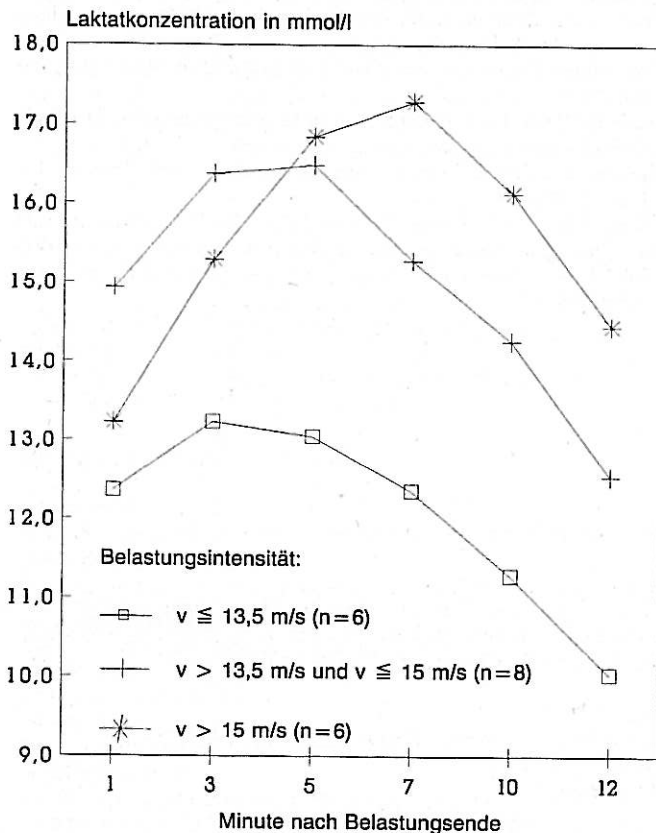


Abb. 2: Verhalten des Laktatspiegels (mmol/l) nach dem zweiten Lauf (n = 20) in Abhängigkeit von der Belastungsintensität (Geschwindigkeitsklassen).

Tab. 2: Laufgeschwindigkeit (m/s) und Laktatkonzentration (mmol/l) bei dem 2-Strecken-Test (n = 20)

| | erster Lauf | zweiter Lauf |
|-----------------------|-------------|--------------|
| Geschwindigkeit (m/s) | | |
| x ± s | 11,7 ± 1,5 | 14,7 ± 1,9 |
| Minimum | 9,0 | 12,0 |
| Maximum | 14,6 | 18,2 |
| Laktat (mmol/l) | | |
| x ± s | 4,2 ± 2,8 | 16,4 ± 4,9 |
| Minimum | 1,3 | 6,2 |
| Maximum | 13,0 | 26,5 |

Gysin, 1983; Gill et al., 1986; Lutz et al., 1986; Erickson et al., 1987; Gabel et al., 1983; Sexton et al., 1987). Dies liegt daran, daß bisher kein geeigneter Test für die Eigenschaften Schnelligkeitsausdauer und Schnelligkeit vorhanden ist.

In der Leistungsdiagnostik für den Menschen wird, um die Ausdauer und die Schnelligkeitsausdauer zu prüfen, der 2-Strecken-Test verwendet (Mader et al., 1979; Föbrenbach, 1986). Der 2-Strecken-Test konnte unter Praxisbedingungen sehr gut bei den Galopprennpferden eingesetzt werden. Sollte dieser Test beim Pferd auch reproduzierbare Ergebnisse erbringen, dann würde eine Methode zur Bestimmung der körperlichen Leistungsfähigkeit im Bereich der anaeroben Belastungen zur Verfügung stehen. Für den Test sollte die Teststrecke Geschwindigkeiten erlauben, die zu Laktatkonzentrationen von 10 bis 12 mmol/l führen.

Bei der Durchführung des Tests muß die Laktatkinetik besonders berücksichtigt werden. Diese ist ja eine Funktion der Belastungsintensität und -dauer (Mader et al., 1979; Heck, 1987), und sie zeigt beim Pferd ein analoges Verhalten. Da eine optimale Leistungsbeurteilung nur mit dem maximalen Laktatwert nach Belastung erfüllt werden kann, ist die mehrfache Blutentnahme notwendig. Dafür erscheint die von Krüger (unveröffentlicht) entwickelte Entnahmemethode durch Punktion der Haut oberhalb des Brusteinganges sehr geeignet.

Die Geschwindigkeit des ersten Laufs muß auf flachen Strecken mindestens bei 9 m/s, besser etwas darüber, liegen. Ansonsten wird in den seltensten Fällen die aerob-anaerobe Schwelle erreicht. Und nur wenn diese 4 bis 6 mmol Laktat/l Blut nach Belastung erreicht worden sind, kann mit ruhigem Gewissen eine Extra- und Interpolation an

Tab. 3: Durchschnittlicher (min; x ± s) und häufigster (n; min nach Ende des Laufs) Zeitpunkt des Auftretens von LA-max (Laktat maximum) nach Belastung

| | erster Lauf | zweiter Lauf |
|----------------|-------------|--------------|
| LA-max (min) | | |
| | 1,10 ± 0,45 | 4,95 ± 2,70 |
| Häufigkeit (n) | | |
| 1. min | 19 | 2 |
| 3. min | 1 | 6 |
| 5. min | - | 7 |
| 7. min | - | 2 |
| 10. min | - | 3 |
| 12. min | - | - |

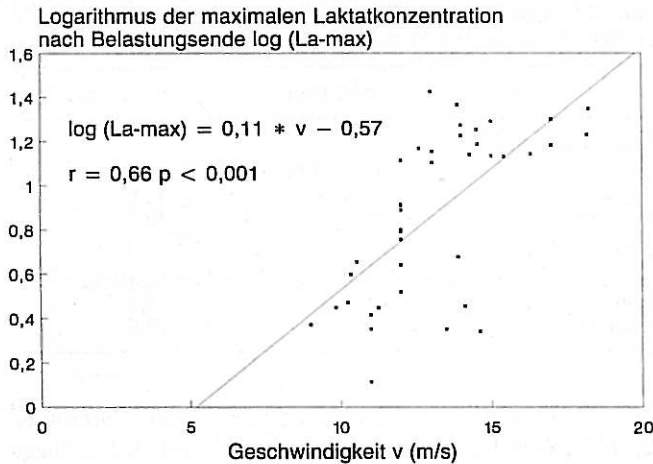


Abb. 3: Abhängigkeit zwischen dem Logarithmus von LA-max und der gelaufenen Geschwindigkeit (m/s).

Hand der Werte aus den beiden Läufen durchgeführt werden, um die verschiedenen Referenzwerte (z. B. V_{LA4} und V_{LA12}) zu ermitteln. Dies ist machbar, weil ab 4 mmol Laktat/l Blut die Laktatkonzentration im peripheren Blut annähernd linear mit der zunehmenden Belastungsintensität ansteigt (Föbrenbach, 1986; Heck, 1987).

Die in dieser Untersuchung berechneten Werte für V_{LA4} liegen in einem mit den Ergebnissen aus der Untersuchung von Wilson et al. (1983) vergleichbaren Bereich. Dagegen war die V_{LA4} von den Pferden in Frau Gysin's Arbeit (1983) viel niedriger. Es handelte sich dabei auch um Halbbluthengste, deren Trainingsintensität mit Sicherheit geringer war als bei den Pferden dieser sowie von Wilsons et al. (1983) Untersuchung. Für die in dieser Arbeit berechneten V_{LA12} gibt es zur Zeit keine Vergleichsmöglichkeit beim Pferd.

Wegen der geringen Anzahl von Pferden und Tests/Pferd sowie der vielen unterschiedlichen Faktoren (Testdistanzen, Monat, Alter der Pferde etc.), die einen Einfluß auf die Ergebnisse haben könnten, wird bei dieser Arbeit auf eine weitere statistische Auswertung der Daten verzichtet.

Zur Überprüfung der Aussagekraft des Tests für Pferde, deren Wettkampfdisziplinen die Leistungseigenschaften Ausdauer, Schnelligkeitsausdauer und Schnelligkeit fordern, müssen noch umfangreiche Untersuchungen durchgeführt werden.

Literatur

- Bayly, W. M. (1985): Training programs. *Vet. Clin. North America, Eq. Pract.* 1, 597-610.
- Erickson, H. H., Sexton, W. L., Erickson, B. K., und Coffman, J. R. (1987): Cardiopulmonary response to exercise and detraining in the Quarter Horse. *Equine Exercise Physiology 2*, ICEEP Publications, Davis CA, 41-51.
- Föbrenbach, R. (1986). Leistungsdiagnostik, Trainingsanalyse und -steuerung bei Läuferinnen und Läufern verschiedener Laufdisziplinen. Hartung-Gorre Verlag, Konstanz.
- Gabel, A. A., Milne, D. W., Muir, W. W., Skarda, R. I., und Weingold, M. F. (1983): Some physiological responses of standardbred horses to a sub-maximal exercise tests during conditioning. *Equine Exercise Physiology 1*, Granta Editions, Cambridge, 497-504.

- Gill, J., Jablonska, E. M., Ziolkowska, S. M., und Szykula, R. (1986): Influence of differential training on some haematological and metabolic indices in sport horses before and after exercise trials. *J. Vet. Med. A* 34, 606-616.
- Gottlieb, M., Essén-Gustavsson, B., Lindholm, A., und Persson, S. G. B. (1988): Circulatory and muscle metabolic responses to draught work compared to increasing trotting velocities. *Equine vet. J.* 20, 430-434.
- Grün, E., Schneider, J., Panndorf, H., und Preuß, C. (1977): Das Verhalten von Serumenzymen bei trainierten Galopprennpferden im Verlauf von zwei Rennjahren. *Vet. Med.* 32, 866-873.
- Gysin, Jasmin (1983): Arbeits- und trainingsbedingte Anpassungsprozesse im Stoffwechsel von Halbbluthengsten. Bern (Diss. vet. med.).
- Gysin, Jasmin, Isler, R., und Straub, R. (1987): Beurteilung der Leistungskapazität und Festlegung der Trainingsintensität bei Sportpferden mittels Pulsfrequenzaufzeichnungen und Plasmalaktatbestimmungen. *Pferdeheilkunde* 3, 193-200.
- Heck, H. (1987): Laktat in der Leistungsdiagnostik. *Dtsch. Sporthochschule Köln (Habil.-Schrift)*.
- Kindermann, W. (1989): Schon wieder (immer noch) Laktat? *Dtsch. Zts. Sportmedizin* 40, 311.
- Krzywanek, H., und Wittke, G. (1986): Laktatazidose bei Trabrennpferden nach definierter Testbelastung als Kriterium der Leistungsfähigkeit. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 99, 189-194.
- Lutz, G., Schneider, J., Panndorf, H., Preuß, C., und Grün, E. (1986): Das Verhalten der Ruheherzfrequenz beim trainierten Galopprennpferd. *Mh. Med. Vet.* 31, 134-140.
- Mader, A., Heck, H., Föbrenbach, R., und Hollmann, W. (1979): Das statische und dynamische Verhalten des Laktats und des Säure-Basen-Status im Bereich niedriger bis maximaler Azidosen bei 400- und 800-m-Läufern bei beiden Geschlechtern nach Belastungsabbruch. *Dtsche. Zts. Sportmedizin* 30, 203-208 und 249-261.
- Panndorf, H., Schneider, J., Möhring, B., und Werner, G. (1980): Zum Verhalten der Milchsäurekonzentration im Blut beim Training von Galopprennpferden. *Mh. Med. Vet.* 35, 734-739.
- Persson, S. G. B. und Ullberg, L. E. (1974): Blood volume in relation to exercise tolerance in trotters. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 45, 293-299.
- Sexton, W. L., Erickson, H. H., und Coffman, J. R. (1987): Cardiopulmonary and metabolic responses to exercise in the Quarter Horse - effects of training. *Equine Exercise Physiology 2*, ICEEP Publications, Davis CA, 77-91.
- Straub, R. (1988): Training mit Hilfe von Leistungsparametern. *Der Praktische Tierarzt* 12, 28-35.
- Thornton, J. R. (1985): Exercise testing. *Vet. Clin. North America, Eq. Pract.* 1, 573-595.
- Wilson, R. G., Isler, R. B., und Thornton, J. R. (1983): Heart rate, lactic acid production and speed during a standardized exercise test in standardbred horses. *Equine Exercise Physiology 1*, Granta Editions, Cambridge, 487-496.

Die Autoren danken dem Arbeitskreis für Pferdetraining - insbesondere den Herren J. Albrecht, M. Renz, H. Schmitz, M. Weber, H. Weil und K. Wilhelm - für die Unterstützung bei dieser Arbeit.

Dr. A. Lindner
Institut für Anatomie, Physiologie und Hygiene der Haustiere
Katzenburgweg 7-9
D-5300 Bonn 1

J. Krüger
Institut für Kreislaufforschung und Sportmedizin
Carl-Diem-Weg 10
D-5000 Köln 41