

# Untersuchungen über den Einfluß der Schrittfrequenz und Schrittlänge auf die Laufgeschwindigkeit von Vollblut – Rennpferden

J. Mill und Katharina Wolf

FU Berlin, Fachbereich Veterinärmedizin, Pferdekllinik Hoppegarten

## Zusammenfassung

Die Laufleistung von Rennpferden ist aufgrund ihrer Fähigkeit zur biologischen Adaption trainierbar, und sie entwickelt sich innerhalb eines genetisch determinierten Rahmens nach biologischen Gesetzmäßigkeiten. Das Verständnis dieser Grundsätze ist Voraussetzung für die Entwicklung von methodischen Trainingsprogrammen für Vollblutpferde. Zwei wichtige Parameter, die die aktuelle Rennleistung eines Galoppers entscheidend beeinflussen können, sind die erreichbare Schrittlänge und Schrittfrequenz. Ihre gegenseitige Abhängigkeit und die Beziehung zur Laufgeschwindigkeit werden unter den Bedingungen maximaler Belastungsintensitäten, wie sie im Finish eines Rennens zu erwarten sind, untersucht und die Ergebnisse daraus in dieser Arbeit wiedergegeben. In einer 2-jährigen Untersuchungsperiode sind in nahezu 300 Flachrennen, die auf der Galopprennbahn Hoppegarten gelaufen wurden, die Schrittlänge, die Schrittfrequenz und die Geschwindigkeit auf den letzten 400 m vor dem Ziel von den drei erstplatzierten Rennpferden eines jeweiligen Rennens ermittelt und ausgewertet worden. Als erstes wird der Zusammenhang von Schrittlänge, Schrittfrequenz und Laufgeschwindigkeit in den einzelnen Altersgruppen dargestellt und bewertet. Es konnte festgestellt werden, daß die schnellsten unter den 3-jährigen Rennpferden bevorzugt mittels großer Schrittlängen ihre ausgesprochen hohen Geschwindigkeiten erreichen. Auch bei den 2 und 4-jährigen sowie den älteren Pferden zeichnen sich derartige Tendenzen ab, sie sind aber nicht so deutlich wie bei der großen Gruppe der 3-jährigen Rennpferde. Nachfolgend wird hervorgehoben, wie die 6 besten Rennpferde, die 1993 und 1994 auf der Hoppegartener Rennbahn gelaufen sind, ihre maximalen Laufleistungen erreicht haben. Weiterhin wurde in den einzelnen Altersgruppen untersucht, ob eine Erhöhung der Geschwindigkeit eher durch eine Schrittverlängerung oder durch eine Schrittfrequenzsteigerung realisiert wird. Außerdem interessierte es, welche Möglichkeiten die Pferde in Abhängigkeit von der gelaufenen Distanz nutzen, um ihre Leistung im Finish zu halten oder zu steigern. Letzlich wird noch auf die altersabhängige Entwicklung der beschriebenen Zusammenhänge und deren Bedeutung für die individuelle Leistungssteigerung der Rennpferde hingewiesen. Bemerkenswert ist dabei, daß die Vollblüter im Laufe ihrer Entwicklung eine Verbesserung ihrer Rennleistung bevorzugt über die Erhöhung der individuellen Galoppsprunglänge von bis zu 0,6 m erzielen können. Zusammenfassend läßt sich aus den Untersuchungsergebnissen hauptsächlich die Erkenntnis formulieren, daß die Fähigkeit eines Rennpferdes, große Schrittlängen in Kombination mit einer hohen Schrittfrequenz zu erzielen, eine optimale Voraussetzung für eine sehr gute Rennleistung ist. Abschließend wird noch diskutiert, welche Kombinationen aus Schrittlänge und Schrittfrequenz am effektivsten und häufigsten innerhalb der einzelnen Altersgruppen zur Realisierung der Renngeschwindigkeit eingesetzt werden, und es wird hervorgehoben, wie bedeutsam es deshalb ist, neben dem methodischen Training von Herz-Kreislauf- und Atmungssystem die Aufmerksamkeit ebenso auf die optimale Entwicklung der hier beschriebenen Parameter zu richten, da der Einfluß auf die Rennleistung nachgewiesen werden konnte.

**Schlüsselwörter:** Schrittfrequenz, Schrittlänge, Laufgeschwindigkeit, Vollblut-Rennpferde, Feldbedingungen

## Study upon the influence of the frequency of stride and the length of stride on the speed of Thoroughbred racehorses

Performance in racehorses develops according to biologic principles. Thus, the understanding of those principles is an important supposition for development of methodical training schemes. Two important parameters mainly influencing the actual performance of a racehorse are the length of stride and the frequency of stride. Their mutual dependence and the relation to the speed under conditions of highest performing pressure occurring during the finish are investigated and the results are presented in this publication. During a two-year period the length of stride, the frequency of stride and the speed of the horses coming in first, second and third have been monitored on the last 400m in about 300 flatraces on the racetrack in Hoppegarten. The relation between length of stride, frequency of stride and racing speed in different groups of age are shown first. It was found that the fastest among the 3 year old horses preferentially reached their high speed by a large length of stride. These tendencies could also be recognised for other groups of age as well, though they were not so pronounced as in the large group of 3 year old racehorses. In the following it will be emphasised how the 6 fastest horses, running on the racetrack in Hoppegarten in 1993 and 1994 reach their maximum performance. In addition it was investigated in the different groups of age whether an increased speed is realised to longer strides or with higher frequencies of stride. It was also of interest which possibility racehorses use to hold or increase their speed in the finish according to the covered distance. After all the age dependent development of the described connections and their importance for the enhancement of the individual increase in performance will be pointed out. It was remarkable that Thoroughbred racehorses are able to improve their performance within their development by increasing their length of stride of up to 0.6 m. To sum up it can be said that the ability for combining a large length of stride with a high frequency of stride is an optimum qualification for best racing performance. Finally it will be discussed which combination of length of stride and frequency of stride is most effectively and most frequently used in every group of age to reach the racing speed. Thus, apart from methodical training of circulatory and respiratory system the attention should be focused on an optimum development of the described parameters, since their influence on the racing performance was proved.

**keywords:** frequency of stride, length of stride, velocity, thoroughbred racehorses, field conditions

## Einleitung

Die Rennpferdezüchter der Welt sehen es als ihre edelste Aufgabe an, schnelle Pferde zu züchten. Obwohl es ihnen gelang, durch verbesserte Selektions- und Zuchtbedingungen meßbare Zuchtfortschritte zu erzielen, blieb ihnen der genetische Code „Schnellig-

keit“ weitgehend verborgen, eine Tatsache, die auch rationellen Umgang mit der Bedeutung eines planmäßigen Trainings immer wieder erschwert hat. Häufig wird dabei verkannt, daß extragenetische Adaptation nur in dem genetisch determinierten Rahmen stattfin-

den kann. Deshalb sollte ein systematisches und in der Methodik begründetes Training zur Steigerung der Leistungsfähigkeit und der Belastungstoleranz Bestandteil der Vorbereitung auf die Rennen sein, die sich als züchterisch relevante Leistungsprüfungen verstehen. Unsere gegenwärtigen Kenntnisse erlauben anhand bestimmter physiologischer Parameter eine definierte Belastungssteuerung, und sie versetzen uns in die Lage, die Steigerung der Leistungsfähigkeit bestimmter Organsysteme zu kontrollieren. Es fehlen aber Untersuchungen, die sich mit der Effektivität der Trainingsmittel und der Methodik ihres Einsatzes auseinandersetzen. Während sich die Mehrzahl der Untersuchungen auf Parameter des Stoffwechsels, der Atmung, des Blutes und des Herz-Kreislaufsystems konzentrieren, ist über die Entwicklung und den Einfluß der motorischen Fähigkeiten auf die intensiven Bewegungsabläufe, beispielsweise eines Renngalopps, wenig bekannt.

Deshalb wurde mit dieser Arbeit der Versuch unternommen, zwei wichtige lokomotorische Parameter des Renngalopps, nämlich die Schrittlänge und die Schrittfrequenz in Beziehung zur Galoppgeschwindigkeit unmittelbar unter den gegebenen Bedingungen zu gewinnen, die im Training der Pferde zur Optimierung dieser Fähigkeiten eingesetzt werden können.

Es ist außerdem bekannt, daß sehr enge Beziehungen zwischen den hohen lokomotorischen Ansprüchen im Galopp und einer angemessenen Sauerstoffversorgung bestehen. Ausdruck dieser Abhängigkeit ist die Koordination von Bewegungs- und Atemrhythmus, in dem die Atemfrequenz mit der Schrittfrequenz und das Atemzugvolumen mit der Schrittlänge korrelieren (Attenburrow 1982, Cook 1989, Hörnicke 1984, Jones 1986, Meixner 1976).

Die vorliegende Untersuchung geht der Frage nach, ob es wichtige Zusammenhänge zwischen Schrittfrequenz, Galoppsprunglänge sowie der erreichten Geschwindigkeit bei den verschiedenen Altersgruppen der Rennpferde gibt und ob die Youngsters auf der Rennbahn andere Möglichkeiten nutzen als die Älteren, um ihre hohen Geschwindigkeiten im Endkampf eines Rennens zu realisieren. Außerdem hielten wir es für wichtig herauszufinden, ob es Entwicklungstendenzen hinsichtlich Schrittlänge, Schrittfrequenz und erreichter Geschwindigkeit in den unterschiedlichen Altersgruppen gibt, denn in diesem Fall wäre es für die Trainingsmethodik von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, die Fähigkeit der Pferde hinsichtlich der Entwicklung ihrer optimalen Schrittfrequenzen und -längen durch gezieltes Training zu fördern.

## Material und Methodik

Den nachfolgenden Ergebnissen liegen die Untersuchungen, die an 32 Renntagen in der Zeit von Mai 1993 bis Oktober 1994 in 275 Flachrennen durchge-

führt wurden, zugrunde. Alle Rennen, auf die sich die weiteren Betrachtungen beziehen, fanden auf der Galopprennbahn Hoppegarten an den offiziell ausgeschriebenen Renntagen statt.

An den jeweiligen Renntagen wurden nur die entsprechenden Flachrennen über die Distanzen 1000m, 1200m, 1400m, 1600m, 2000m, 2200m, 2400m und 2800m für diese Arbeit berücksichtigt. Bei allen Rennen wurde die Zeit auf den letzten 400m vor dem Ziel von dem erst-, zweit- und drittplatzierten Pferd gemessen.

Für die Zeitmessung kam ein Lichtschrankensystem der Firma „Tag Heuer“ zum Einsatz, wobei ein Teil des Systems an Punkt „400m vor dem Ziel“ und ein zweites direkt auf der Ziellinie aufgestellt wurde. Die Übertragung der Signale vom 400m-Punkt zu einem am Ziel installierten Zeitmessgerät erfolgte durch Funk. Die gemessenen Daten wurden dort gespeichert und nachfolgend durch einen am System befindlichen Thermoprinter ausgedruckt. Bei sehr knappem Zieleinlauf der Pferde erfolgte die Auswertung mit Zielfotos der Rennleitung, um für die kurzen Abstände, die vom Lichtschrankensystem nicht erfaßt werden konnten, die entsprechenden Zeitdifferenzen zu ermitteln.

Da an jedem Renntag ein Videoteam im Auftrag der Rennleitung die Rennen verfilmte, standen damit gleichzeitig die Aufnahmen zur Verfügung, die zur Auswertung der Schrittfrequenzen und Schrittlängen benötigt wurden. Für alle Pferde, die entsprechend den Untersuchungsbedingungen von Bedeutung waren, erfolgte die Auszählung der auf den letzten 400m benötigten Galoppsprünge.

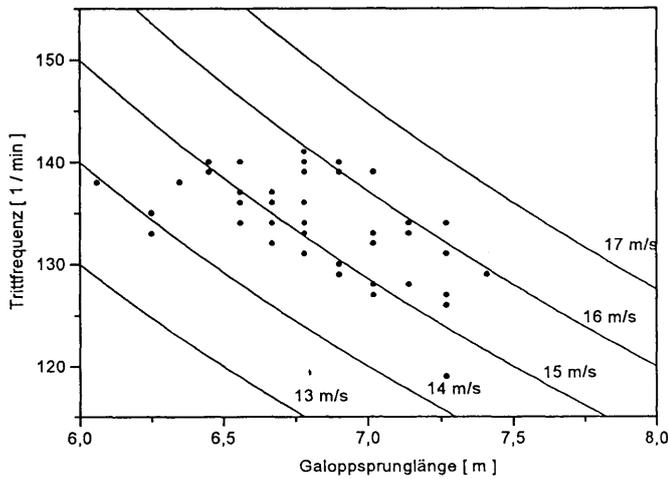
Alle Einzelergebnisse sind nachfolgend per Computer erfaßt worden, wobei für die direkte Datenspeicherung der an den jeweiligen Renntagen ermittelten Werte (400m-Zeit und Anzahl der Galoppsprünge) ein auf Grundlage des Programms „Excel 5.0“ für diese Zwecke „maßgeschneidertes“ Programm zur Verfügung stand, welches die fehlenden Werte Länge der Galoppsprünge, Schrittfrequenz und Geschwindigkeit errechnete.

Auch zur Erstellung der Systematik diente das Programm „Excel 5.0“ und zur späteren Auswertung fand zusätzlich das Programm „Origin 3.0“ Verwendung.

## Ergebnisse

In der Auswertung interessierten besonders die Beziehungen zwischen der Schrittfrequenz und der Länge der Galoppsprünge in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit in den einzelnen Altersgruppen. In den folgenden Darstellungen blieben die unterschiedlichen Streckenlängen, die von den Pferden gelaufen wurden, vorerst unberücksichtigt.

Die in Abb. 1 dargestellten Ergebnisse bei 2jährigen Galopprennpferden lassen noch keine deutliche Ten-

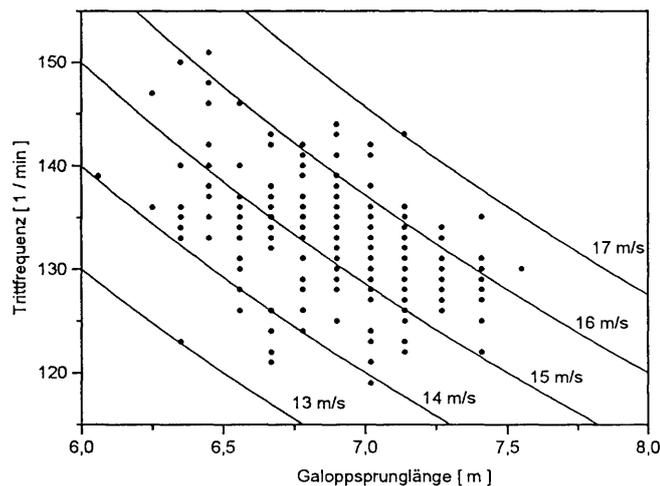


**Abb. 1:** Beziehung zwischen der Schrittfrequenz, Galoppsprunglänge und Geschwindigkeit bei 2-jährigen Rennpferden (gemessen die letzten 400m vor dem Ziel)

relationship between frequency of stride, length of stride and velocity of two-year old racehorses (measured 400 metres to the finish)

denz erkennen, ob die Pferde bevorzugt die hohen Geschwindigkeiten mittels Verlängerung der Schritte oder eher durch Erhöhung der Schrittfrequenz erreichen können.

Beides scheint in dieser Altersgruppe möglich zu sein. Die obere Grenze der Schrittfrequenz liegt bei etwa 140/min. Ihre weitesten Galoppsprünge erreichen nahezu 7,50m.

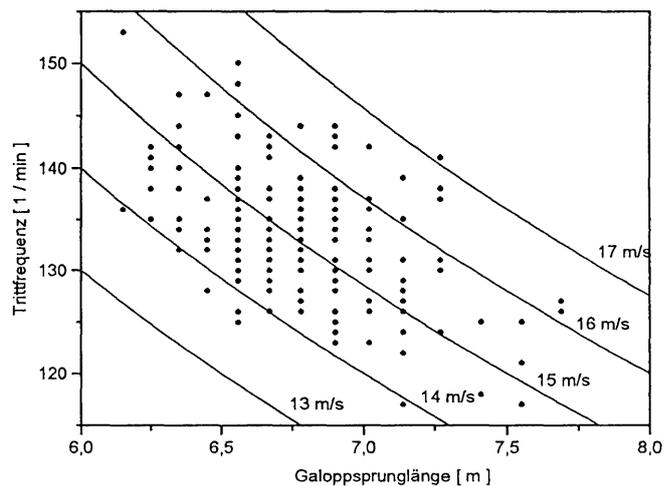


**Abb. 2:** Beziehung zwischen der Trittfrequenz, Galoppsprunglänge und Geschwindigkeit bei 3-jährigen Rennpferden (gemessen die letzten 400m vor dem Ziel)

relationship between frequency of stride, length of stride and velocity of three-year old racehorses (measured 400 metres to the finish)

In Abb. 2 sind zur gleichen Thematik alle erfaßten 3-jährigen Rennpferde dargestellt. Es ist zu erkennen, daß von den schnellsten Pferden (= zwischen 16m/s und 17m/s) die Mehrzahl hauptsächlich die hohe Ge-

schwindigkeit mittels langer Schritte realisiert, das heißt, die Schrittlänge liegt über einem Wert von 7,0m. Man sieht auch, daß in dem Bereich, in dem mittlere Geschwindigkeiten erreicht werden (= zwischen 15m/s und 16m/s), es keine so deutliche Tendenz gibt, was bedeutet, daß einige Pferde mittels höherer Trittfrequenzen, andere dagegen mittels längerer Galoppsprünge ihre Geschwindigkeit realisieren. Im Bereich zwischen 14m/s und 15m/s dagegen zeichnet sich wieder eine Tendenz ab, die umgekehrt zu den schnellsten Pferden liegt, was bedeutet, daß die Mehrzahl der Pferde in dieser Gruppe die Laufgeschwindigkeit über die Erhöhung der Schrittfrequenz zu erreichen versucht. Die höchsten Schrittfrequenzen von ca. 150/min werden bei einer Geschwindigkeit um 16m/s gemessen. Die Schrittlänge liegt bei 6,50m. Auch bei den 3-jährigen kann man Schrittlängen von bis zu 7,50m ermitteln.

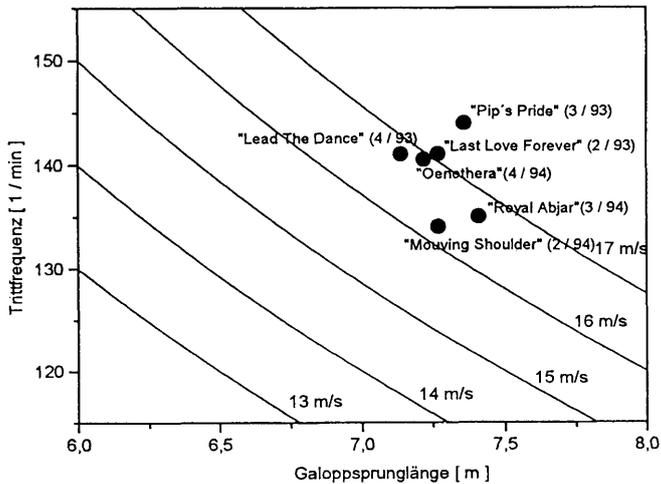


**Abb. 3:** Beziehung zwischen der Trittfrequenz, Galoppsprunglänge und Geschwindigkeit bei 4-jährigen und älteren Rennpferden (gemessen die letzten 400m vor dem Ziel)

relationship between frequency of stride, length of stride and velocity of four-year old and older racehorses (measured 400 metres to the finish)

In Abb. 3, in der alle 4-jährigen und älteren Rennpferde zusammengefaßt dargestellt sind, liegt die Mehrzahl der Pferde in allen Geschwindigkeitsbereichen unterhalb einer Galoppsprunglänge von 7,0m, also in einem mittleren Bereich von 6,50m bis 7,00m. In dieser Gruppe sind aber auch Pferde mit sehr langen Galoppsprüngen zwischen 7,50m und 7,70m enthalten. Die Pferde, die mit derart langen Galoppsprüngen galoppieren, erreichen eine deutlich niedrigere Schrittfrequenz. Die höchsten Schrittfrequenzen, die zwischen 145/min und 155/min liegen, korrelieren deutlich mit Galoppsprunglängen von unter 7,00m, wobei aber noch Geschwindigkeiten zwischen 16m/s und 17m/s möglich erscheinen.

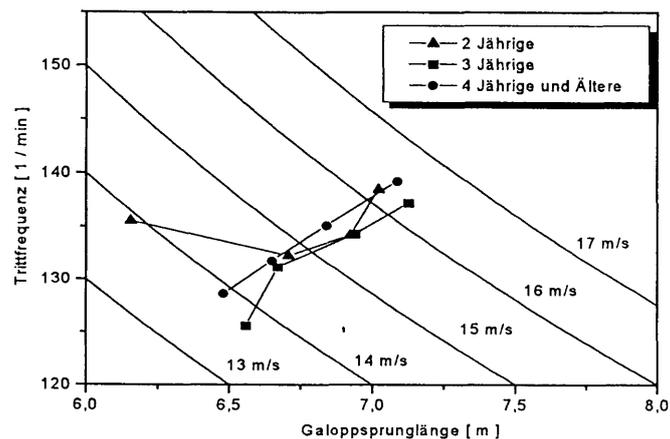
In der Abb. 4 sind die absolut schnellsten Pferde in ihren Altersgruppen einzeln dargestellt, die in der Sai-



**Abb. 4:** Die schnellsten Pferde von Hoppegarten, ihre Trittfrequenzen, Galoppsprunglängen und Geschwindigkeiten  
the fastest horses at Hoppegarten – their frequencies of stride, lengths of stride and velocities

son 1993 sowie 1994 in Hoppegarten gelaufen sind. Es wird deutlich, daß sie in der Lage sind, sowohl mittels langer Galoppsprünge als auch hoher Trittfrequenzen ihre ausgezeichneten Leistungen zu erbringen.

Um die Entwicklung der durchschnittlichen Schrittlängen und Trittfrequenzen in den einzelnen Geschwindigkeiten und Altersgruppen zu verdeutlichen, also zu erkennen, ob die höheren Geschwindigkeiten eher durch die Erhöhung der Schrittfrequenz oder eher durch Vergrößerung der Schrittlänge erreicht werden, sind die Ergebnisse in Abb. 5 dargestellt.



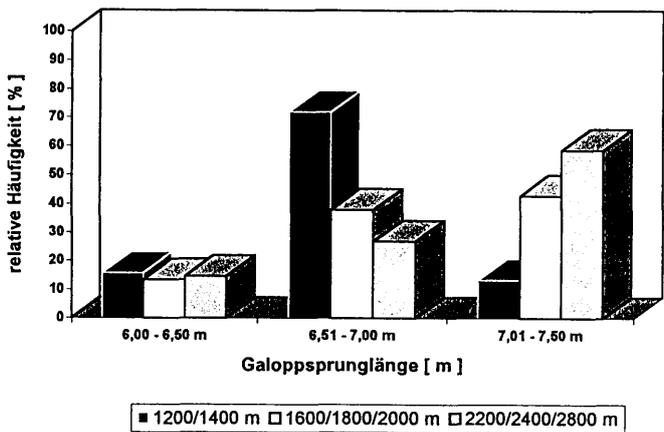
**Abb. 5:** Entwicklung der durchschnittlichen Galoppsprunglänge und Trittfrequenz in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit bei Rennpferden unterschiedlichen Alters

development of the average stride-length and stride-frequency in dependence from velocity on racehorses of different ages

Man stellt fest, daß in den Altersgruppen der 3-, 4-jährigen und älteren Rennpferde die Steigerung der Geschwindigkeiten eher durch die Schrittverlängerung

(= Steigung der Geraden) als durch Schrittfrequenzerhöhung erreichbar wird. Im Bereich höherer Geschwindigkeiten (zwischen 15m/s und 16m/s) erfolgt bei den meisten der 2-jährigen Rennpferde die Beschleunigung vorwiegend nur durch eine Erhöhung ihrer Schrittfrequenz. Eine Tatsache, die darauf schließen läßt, daß sich die jungen Pferde im Laufe des Trainings und des Älterwerdens in ihren Bewegungsabläufen noch verändern, denn es ergibt sich bei den 3-, 4-jährigen und älteren Pferden eine deutlich andere Tendenz.

Es war weiterhin von Interesse zu erfahren, welche Möglichkeiten die Pferde nutzen, um nach fast absolviertem Rennen im Finish die Reserven für die geforderte Leistung zu mobilisieren.



**Abb. 6:** Distanzabhängigkeit der Galoppsprunglängen bei 2-jährigen Rennpferden

length of stride of two-year old racehorses in dependence from distance

In Abb. 6 sind dazu die Rennen der 2-jährigen Rennpferde zusammengefaßt dargestellt. Die „Sprintstrecken“ wurden mit 1000m/1200m und die „Steherdistanz“ mit 1400m/1600m bezeichnet. Gleichzeitig wurden die Pferde in 3 Kategorien eingeteilt, die sich auf die entsprechenden Galoppsprunglängen beziehen (I. bis 6,50m = kürzere Schrittlänge/II. bis 7,00m = mittlere Schrittlänge /III. bis 7,50m = große Schrittlänge).

Es wird deutlich, daß auf den kurzen Distanzen etwa gleich viele Pferde in Kategorie II und III fallen, auf den längeren Distanzen aber die Mehrzahl der Pferde in Kategorie II fällt.

In Abb. 7 sind unter den gleichen Gesichtspunkten wie unter Abb. 6 die Ergebnisse für alle 3-jährigen Rennpferde dargestellt. Aufgrund dessen, daß 3-jährige Pferde gegenüber den 2-jährigen mehr und längere Strecken laufen, sind weitere Streckeneinteilungen in Sprint- (1200m/1400m), Mittel- (1600m bis 2000m) und Steherdistanzen (2200m bis 2800m) vorgenommen worden (siehe Abb. 7). Auf den Sprintdistanzen gibt es eindeutig mehr Pferde in Kategorie II als in I oder III, das bedeutet, daß die meisten Pferde im Fi-

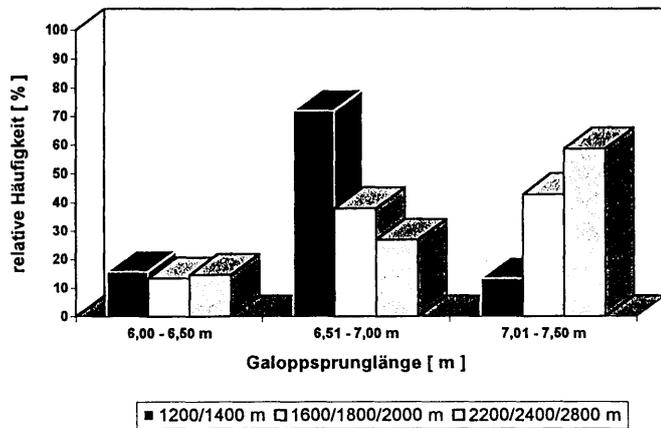


Abb. 7: Distanzabhängigkeit der Galoppsprunglänge bei 3jährigen Rennpferden

length of stride to three-year old racehorses in dependence from distance

nish vorzugsweise mittels Erhöhung der Trittfrequenzen ihre Leistung maximieren. Umgekehrt verhält es sich bei den Pferden, die Steherdistanzen laufen. Hierbei schöpft der Großteil der Pferde die Reserven im Kampf um den Sieg aus der Verlängerung der Galoppsprünge.

Bei den 4jährigen und älteren sind die eben beschriebenen Zusammenhänge in Abb. 8 aufgezeigt.

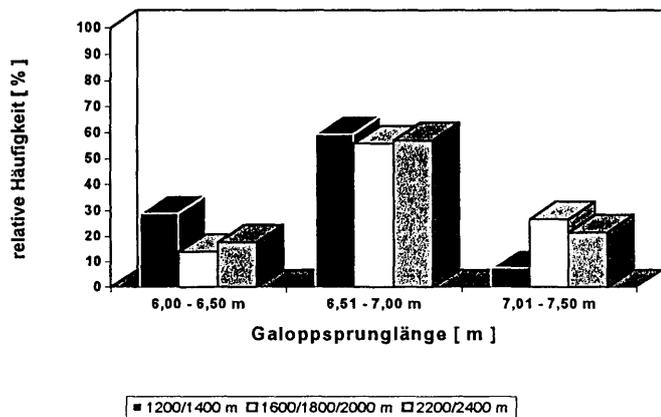


Abb. 8: Distanzabhängigkeit der Galoppsprunglänge bei 4jährigen und älteren Rennpferden

length of stride to four-year old and older racehorses in dependence from distance

Es zeigt sich, daß auf allen Distanzen die Mehrzahl der Pferde in die Kategorie II fällt, es also im Durchschnitt keine entsprechenden Tendenzen gibt, wie sie bei den jüngeren Rennpferden zu erkennen sind. Aber es fällt auf, daß es auf den kürzeren Distanzen eine größere Zahl von Pferden gibt, die kurze Schritte und eine höhere Schrittfrequenz bevorzugen, als in den anderen Altersgruppen.

Da in den bisherigen Betrachtungen nur Pferde innerhalb einer Altersgruppe berücksichtigt wurden, sind

nachfolgend die Ergebnisse für einzelne Pferde dargestellt, die sowohl 1993 als auch 1994 in Hoppegarten gelaufen sind. Es interessierte dabei, wie sich die in dieser Arbeit betrachteten Parameter Schrittlänge und Schrittfrequenz in Beziehung zur erreichten individuellen Entwicklung veränderten. In den Betrachtungen wurden deshalb nur die Pferde einbezogen, die in Hoppegarten 1993 und 1994 auf der gleichen Distanz gelaufen sind.

Die Ergebnisse sind für die 3jährigen und 4jährigen in den Abb. 9 und 10 extra dargestellt. Die Änderungen

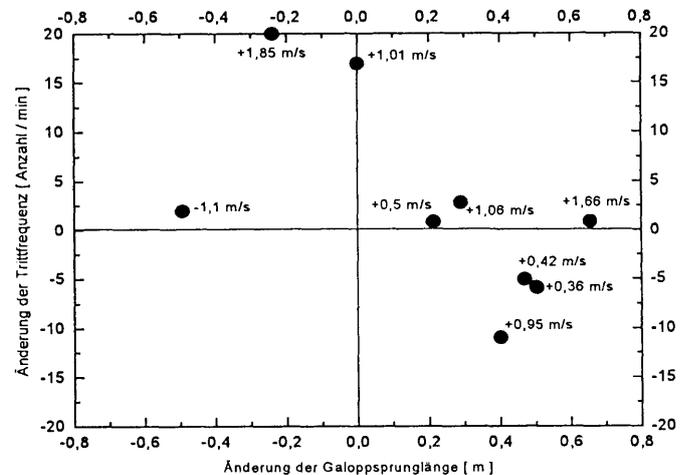


Abb. 9: Änderung der Trittfrequenz und Galoppsprunglänge bei 3jährigen Pferden, die in der letzten Saison als 2jährige gelaufen sind

modification of the frequency of stride and length of stride to three-year old racehorses which have been running as two-year old ones in the last season

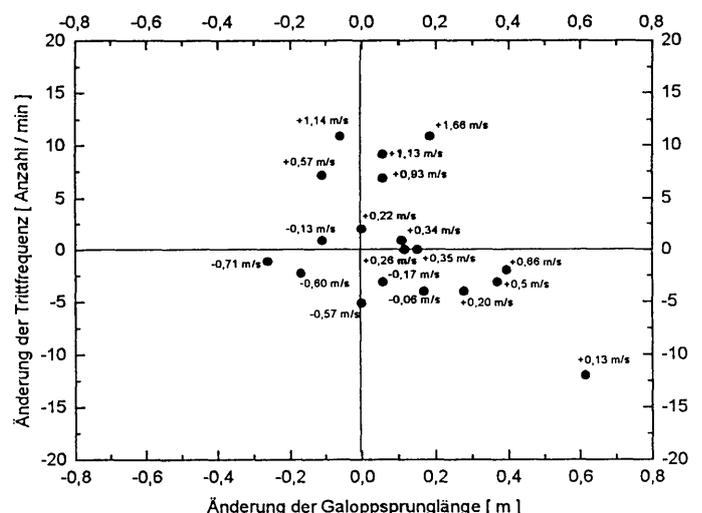


Abb. 10: Änderung der Trittfrequenz und Galoppsprunglänge bei 4jährigen Pferden, die in der letzten Saison als 3jährige gelaufen sind

modification of the frequency of stride and length of stride to three-year old racehorses which have been running as three-year old ones in the last season

der letzterreichten Ergebnisse wurden gegenüber dem Vorjahr entsprechend einer Verbesserung mit „+“ und einer Verschlechterung mit „-“ bewertet.

Bei den in Abb. 9 dargestellten 3jährigen Pferden ist zu bemerken, daß die Pferde die Steigerung ihrer Geschwindigkeit und damit ihrer Leistung vorwiegend durch Erhöhung ihrer individuellen Galoppsprunglänge um etwa 0,2m bis 0,6m erzielen konnten.

Bei den 4jährigen Rennpferden ist ein ähnliches Ergebnis ersichtlich, wobei eine deutliche Leistungssteigerung bei den Pferden zu verzeichnen ist, die sowohl zu einer Erhöhung der Frequenz als auch der Länge ihrer Schritte in der Lage sind.

## Diskussion

Neben den bisher für die Trainingsmethodik und Leistungsbewertung als einflußreich geltenden leistungsphysiologischen Kennwerten wie Herzfrequenz, Blutlactat, muskelspezifische Enzymaktivitäten und Atemkapazität spielen auch die Schrittfrequenz und die Schrittlänge, zu der die Pferde in Abhängigkeit von der Geschwindigkeit befähigt sind, eine wichtige Rolle für die optimale Mobilisierung ihrer Leistungsreserven. Die besondere Bedeutung dieser beiden Parameter ergibt sich zwangsläufig aus ihrer engen Beziehung zur Ventilation, die von zahlreichen Autoren für die asymmetrischen Gangarten des Pferdes, zu denen der Galopp gehört, nachgewiesen werden konnte (*Attenburrow* 1982, *Hörnigke* 1984, *Cook* 1989, *Jones* 1989).

Durch die Kopplung lokomotorischer und ventilatorischer Steuerungsmechanismen soll die Ventilation auf direktem Wege dem Stoffwechsel angepaßt werden. Die lokomotorische Dominanz wird aus dem hohen Sauerstoffbedarf bei intensiver Belastung hergeleitet (*Bramble* 1984). Im Ergebnis der lokomotorisch-respiratorischen Koordination sind die Atemfrequenz und die Schrittfrequenz sowie das Atemzugvolumen mit der Schrittlänge synchronisiert (*Hörnigke* 1984, *Cook* 1989). *Cook* (1989) beschreibt vier mögliche Schrittkonstellationen im Galopp:

Gruppe 1: kurze Schritte und niedrige Schrittfrequenz  
= langsamste Pferde,

Gruppe 2: kurze Schritte und hohe Schrittfrequenz  
= Sprinter,

Gruppe 3: lange Schritte und niedrige Schrittfrequenz  
= Steher,

Gruppe 4: lange Schritte und hohe Schrittfrequenz  
= schnellste Pferde.

Sie reflektieren lokomotorische Stoffwechsellansprüche und Feedback-Lösungsvarianten unterschiedlicher Qualität.

Auf Renndistanzen spricht allerdings die Ökonomie eher für lange Schritte und niedrige Schrittfrequenzen als für energieaufwendige kurze Schritte und eine hohe Schrittfrequenz. Wir haben in unseren Untersu-

chungen die Umsetzung des züchterisch relevanten Merkmals „Rennleistung“ mit den Mitteln des Galoppsprungs in die Qualität „Schnelligkeit“ durch die drei schnellsten und damit leistungsstärksten Pferde jedes Rennens überprüft. Bei diesen Pferden wird die Schrittkombination der Gruppe 1, kurze Schritte und niedrige Schrittfrequenz nicht beobachtet. Nachzuweisen sind auch bei uns die Schrittkonstellationen der Gruppe 2 und 3. Der Anteil der Pferde, die mit kurzen Schritten und hoher Schrittfrequenz gute Leistungen erreichen, ist relativ gering. Größere Bedeutung erlangt diese Kombination offenbar nur bei 4jährigen und älteren Pferden, die sie dann vorwiegend auf kurzen Distanzen benutzen. Wesentlich häufiger können wir die Schrittkonstellation der Gruppe 3 nachweisen, die sich durch lange Galoppsprünge und eine relativ niedrige Schrittfrequenz auszeichnet. Bei den 3jährigen ist sie die bevorzugte Schrittkombination, die besonders effektiv auf mittleren und langen Distanzen eingesetzt wird.

Die vorliegenden Untersuchungsergebnisse veranlassen uns, den von *Cook* (1989) beschriebenen Kombinationsmöglichkeiten von Schrittlänge und Schrittfrequenz eine weitere, sehr umfangreiche Gruppe hinzuzufügen. Sie zeichnet sich durch die Verbindung einer mittleren Schrittlänge mit einer mittleren Schrittfrequenz aus und ist nach unseren Erfahrungen die bevorzugte Schrittkonstellation in allen Altersgruppen. Bei den 3jährigen wird sie vorzugsweise auf kurzen Distanzen beobachtet. Die 4jährigen und älteren nutzen sie auf allen Strecken gleichermaßen häufig. Auf kurzen Distanzen überwiegt in allen Altersgruppen die mittlere Galoppsprunglänge. Bei den 2jährigen sehen wir daneben einen relativ hohen Anteil von Pferden, die lange Galoppsprünge bevorzugen, während bei den 4jährigen und älteren eine Zunahme der kurzen Galoppsprünge zu beobachten ist. Demgegenüber benutzen die 3jährigen auf kurzen Distanzen hauptsächlich mittlere Galoppsprünge, die zwischen 6,50m und 7,00m lang sind.

Die mittleren Distanzen werden von 2- sowie 4jährigen und älteren Pferden in der Mehrzahl mit mittleren Galoppsprüngen bewältigt. Demgegenüber bevorzugen die 3jährigen auf mittleren und langen Distanzen gleichermaßen lange Galoppsprünge.

Die Tatsache, daß die 2- und 3jährigen Pferde, deren körperliche Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist, größere Variationen in ihren Schrittkonstellationen aufweisen, während die 4jährigen und älteren Pferde auf allen Distanzen die mittlere Schrittlänge zur Schrittfrequenzkombination bevorzugen, deutet hier auf eine Plateaubildung hin. Das könnte bedeuten, daß nach dem Abschluß der Entwicklung zur Regulierung der Geschwindigkeit die Schrittfrequenz stärker in Anspruch genommen werden muß, weil bei letzteren die Fähigkeit zur Verlängerung der Galoppsprünge bereits eine gewisse Einschränkung erfahren hat. Auch auf kurzen Distanzen ist bei einem Teil der 4jährigen und

älteren Pferde die Tendenz erkennbar, die erbrachte Leistung mit kurzen Galoppsprüngen zu erreichen. Es könnte sich bei Ihnen um die sogenannten „reinen Sprinter“ handeln, die sich nach Cook (1989) durch kurze Schritte und eine hohe Schrittfrequenz auszeichnen und deren Anteil an der Gesamtpopulation allgemein nicht sehr hoch ist.

Obwohl die Realisierung des Merkmals „Rennleistung“ zwischen den Altersgruppen deutliche Unterschiede aufweist, bestätigen unsere Untersuchungsergebnisse die Erfahrungen anderer Autoren (Cook 1989, Harkins 1993), daß bessere Leistungen grundsätzlich mit längeren Galoppsprüngen erzielt werden. Für herausragende Sieger in klassischen Rennen (u.a. Eclipse und Sekretariat) ermittelte Cook (1989) Schrittlängen von 7,50m bis 7,60m bei einer Schrittfrequenz von 128–134 /min. In unserer Untersuchung erreichten die besten Pferde Schrittlängen von 7,20m bis 7,50m bei Schrittfrequenzen von 135 bis 145 /min. Waren die Schritte länger als 7,50m, wurde die Schrittfrequenz von 130 /min nur noch von einem 3jährigen überschritten. Bei gleicher Geschwindigkeit verzeichnen wir in allen Altersgruppen mit Zunahme der Länge der Galoppsprünge eine annähernd lineare Verringerung der Schrittfrequenz. Bei Schrittlängen über 7,25m ist die Variationsmöglichkeit zur Erhöhung der Schrittfrequenz bereits deutlich eingeschränkt. Deshalb haben Pferde mit langen Schritten und hoher Schrittfrequenz zwar als erstrebenswerte Ausnahmen ihre Bedeutung, die Beziehung muß aber relativiert werden.

Die Tatsache, daß die Leistungsverbesserungen von 2jährigen zu 3jährigen und 3jährigen zu 4jährigen mit einer Zunahme der Galoppsprunglänge verbunden waren, bestätigt nachdrücklich die Bedeutung der Schrittlänge für aktuelle Leistungsvermögen. Ungeachtet der mit zunehmender Schrittlänge sich einschränkenden Möglichkeit der Schrittfrequenzerhöhung zeichnet sich die Tendenz ab, daß Pferde mit guter Trainingskondition bestrebt sind, ihre Fähigkeiten sowohl zur Erreichung größtmöglicher Schrittlängen als auch zur Erhöhung der Schrittfrequenz möglichst optimal auszuschöpfen. Die schnellsten Pferde in den Altersgruppen sind in der Lage, ihre maximale Leistung sowohl mit langen Galoppsprüngen als auch gleichzeitig mit relativ hoher Trittfrequenz zu realisieren.

Wir haben versucht, die von uns gewonnenen Zusammenhänge so darzustellen, daß es deutlich wird, welche Möglichkeiten man hat, um unter Feldbedingungen bestimmte Vorgänge zu studieren, die Einfluß auf die aktuelle Leistung der Galopprennpferde haben. Es ging uns letztlich nicht um den Beweis einzelner Zusammenhänge, sondern wir wollten Tendenzen offenlegen, die erkennen lassen, daß die Entwicklung der Leistungsfähigkeit der Rennpferde nicht nur hinsichtlich der Optimierung der Herz-Kreislauffunktion und des Atmungssystems Beachtung verdient, sondern das auch die Ausschöpfung der Möglichkeiten zur Er-

höhung der Schrittfrequenz oder zur Verlängerung der Galoppsprünge dazu beiträgt, daß ein Vollblüter letztlich ein gutes Rennpferd ist. Wir wollen mit unseren Untersuchungen, die noch nicht abgeschlossen sind, zeigen, daß es sinnvoll ist, der Entwicklung der hier dargestellten Parameter im Training die entsprechende Aufmerksamkeit zu widmen, da ihr Einfluß auf die Rennleistung verdeutlicht werden konnte.

## Literatur

- Attenburrow, D. P. (1982): Time relationship between the respiratory cycle and the limb cycle in the horse. *Equine Vet. J.* 14, 69–72
- Bramble, D. M. (1984): Locomotor-respiratory integration in running mammals. In: *Proceedings of the Fourth Annual Meeting of the Association for Equine Sports Medicine*, pp. 42–53
- Cook, W. R. (1989): Specifications for Speed in the Racehorse: The Airflow Factors. The Russell Meerdink Company Ltd P.O. Box 485 Menasha, WI 54952 (800) 635–6499
- Harkins, J. D. (1993): The Effect of Detraining on Performance in Equine Athletes. *The Equine Athlete* vol.6 No1, pp 5–7
- Hörnigke, H. (1984): Respiratory air flow in the horse and its relation to locomotion. In: *Proceedings of the Forth Annual Meeting of the Association for Equine Sports Medicine*, pp. 56–57
- Jelen, B. (1983): Veränderung von Bewegungskennwerten bei Fohlen des englischen Vollblutes und Halbblutes in Wachstums- und Entwicklungsverlauf. In: *Züchtung, Ernährung und Wachstum von Pferden, IV. Internationales Wissenschaftliches Symposium*, 520–530
- Jones, W. E. (1989): *Equine Sports Medicine*. Lead Febiger, Philadelphia
- Leach, D. and Cymbaluk, N. F. (1986) : Relationships between stride length, stride frequency, velocity and morphometrics of foals. *Am. J. Vet. Res.* 47, 2090–2097
- Meixner, R. (1976): Zusammenhänge zwischen Atemgrößen und Bewegungsmechanik beim Pferd in verschiedenen Gangarten. Vortrag, Hohenheim

Dr.med.vet. J. Mill  
Katharina Wolf

Freie Universität Berlin  
Fachbereich Veterinärmedizin  
Pferdeklinik Hoppegarten  
Goetheallee 1  
15366 Dahwitz / Hoppegarten  
Tel./ Fax : 03342 / 300625