

# Erkenntnisse über den Einfluß der tiefen Palmarnervanästhesie auf das Gangbild des lahmheitsfreien Pferdes mit Hilfe einer kinematischen Meßmethode

P. Kübber, J. Kastner\*, D. Girtler und P. F. Knezevic

Arbeitsgruppe für Bewegungsforschung der Klinik für Orthopädie bei Huf- und Klauentieren der Veterinärmedizinischen Universität Wien, Austria

\*Forschungsinstitut für Orthopädietechnik, Ganganalyse, Wien, Austria

## Einleitung

Das Erkennen von Abweichungen des physiologischen Gangbildes ist Voraussetzung für eine sinnvolle Lahmheitsdiagnostik. Akustische und visuelle Wahrnehmungsgrenzen sowie persistente Unregelmäßigkeiten des Gangbildes lassen die Beurteilung des Bewegungsbildes vor und nach diagnostischen Injektionen, selbst bei geschulten Untersuchern, immer wieder in einem breiten Bereich streuen und erschweren so eine sichere Beurteilung.

Die Wiener Schule unterscheidet im Rahmen des orthopädischen Untersuchungsanges die Lahmheit von der Bewegungsstörung. Knezevic (1975) definiert als Lahmheit, wenn nur eine Extremität bzw. die zwei hintereinander oder die zwei diagonal zueinander liegenden Extremitäten im physiologischen Bewegungsablauf gestört sind. Bei einer Bewegungsstörung sind immer ein oder beide Gliedmaßenpaare betroffen. Die Ursachen einer Lahmheit sind daher mehr oder weniger im Bereich der Extremitäten zu suchen, während bei der Bewegungsstörung der gesamte Bewegungsapparat zu beachten ist.

Je nachdem, ob eine Lahmheit in der Stützbeinphase, Hangbeinphase oder in beiden auftritt, unterscheidet Wittmann (1931) eine Stützbein-, Hangbein- oder eine gemischte Lahmheit.

Die Wiener Schule unterteilt die Stützbeinlahmheit, je nach Schwere der Erkrankung, in vier Grade. Der I. Grad ist nur hörbar, der II. Grad ist hörbar und sichtbar (augenscheinlich tieferes Absenken des Kopfes bei Fußung der gesünderen Vorderextremität bzw. augenscheinlich tieferes Absenken der Kruppe am Ende der Stützbeinphase bei

## Zusammenfassung

Im Grenzbereich zwischen physiologischen und pathophysiologischen Gangbildern bei Pferden ist eine Beurteilung nach rein visuellen Kriterien schwierig. Deshalb wurde mit der vorliegenden Arbeit in einer kinematischen Studie untersucht, wie weit eine tiefe Palmarnervanästhesie bzw. die Injektion von Ringerlösung® an der gleichen Stelle einen Einfluß auf das Gangbild lahmheitsfreier Pferde hat. In einem Blindversuch wurden 12 Pferde einer Längsschnittuntersuchung mit einem kinematischen Meßverfahren, dem optoelektronischen Selspot II System unterzogen. Jedes Pferd wurde zwei Messungen unterzogen. Jede Messung bestand aus zwei Meßeinheiten, je eine vor und nach Injektion, wobei wahlweise Xylanaest® (tiefe Palmarnervanästhesie) oder Ringerlösung® appliziert wurde. Die Erfassung der Bewegung erfolgte im Trab. Mögliche Veränderungen im Gangbild nach Injektion wurden mit Hilfe der dimensionslosen Symmetrieparameter HAAS (Head Acceleration ASymmetrie), WAAS (Withers Acceleration ASymmetrie) und HAQ (Hip Acceleration Quotient) dokumentiert. Die Ergebnisse des Blindversuches zeigten, daß die diagnostische Anästhesie bei 9 Pferden nachgewiesen werden konnte, wenn nur der HAAS- und WAAS-Faktor berücksichtigt wurden. Es konnte bei Fußung der betroffenen Extremität eine verstärkte Absenkung des Kopfes und des Widerristes gemessen werden. Die Injektion mit Ringerlösung® konnte bei 9 Pferden nachgewiesen werden. Bei Fußung der betroffenen Extremität wurde eine verminderte Absenkung des Kopfes und des Widerristes gemessen. Die isolierte Betrachtung des HAQ-Faktors trägt nicht zur Unterscheidung zwischen der Applikation von Xylanaest® und Ringerlösung® bei. Der HAQ-Faktor zeigt jedoch, daß sich die Irritation einer Vorderextremität kompensatorisch auf die Bewegung der hinteren Extremitäten auswirkt.

**Schlüsselwörter:** Kinematische Ganganalyse, optoelektronisches Meßsystem, Pferd, diagnostische Anästhesie, Asymmetrie

## Investigations into the effect of a low palmar nerve block on the gait of sound horses using an optoelectronic measurement system

The object of this study was to assess the reliability of this measuring system as a method for diagnosing lameness and especially for differentiating between borderline physiological and pathophysiological gaits. In a blind experiment, using the optoelectronic Selspot II system, the gaits of 12 sound horses were recorded both before and after (I) a low palmar nerve block, using lidocaine, and (II) the injection of Ringer's solution. Any changes of the gait recorded were described as Head Acceleration ASymmetry (HAAS), Withers Acceleration ASymmetry (WAAS) and Hip Acceleration Quotient (HAQ). The speeds recorded were statistically standardized on the basis of a normal speed of 3,5 m/sec. The use of low palmar nerve block was proved in 9 of the horses using the HAAS- and WAAS-factors. These horses nodded their heads and lowered their withers excessively when their limb took contacts. The use of Ringer's solution was proved in 9 of the horses but these horses did not nod their heads or lower their withers to the same extent as the horses subjected to a low palmar nerve block. The HAQ-factor did not contribute to making a differential diagnosis between the horses with a low palmar nerve block and those which received an injection of Ringer's solution but it did indicate that an irritation in a forelimb induced a compensatory movement in a hindlimb.

**Keywords:** kinematic gait analysis, optoelectronic measurement system, horse, diagnostic anesthesia, asymmetry

Fußung der schmerzhaften Hinterextremität), der III. Grad weist zusätzlich eine Dorsaltragrandfußung der betroffenen Extremität auf, während es beim IV. Grad nur mehr zu einer zaghafte bzw. es zu keiner Dorsaltragrandfußung kommt.

Die physikalische Betrachtung der Bewegung als Ortsveränderung in Raum und Zeit ist einer der möglichen Ansätze der Bewegungsforschung mit dem Einsatz verschiedener Bewegungsmesssysteme, Bewegungen objektiv und quantitativ zu dokumentieren, um das menschliche Sensorium zu unterstützen.

Ziel dieser Untersuchung ist festzustellen, inwieweit die diagnostische Anästhesie bzw. die lokale Injektion einer Ringerlösung® einen Einfluß auf das physiologische Gangbild des Pferdes hat.

Für die Sichtbarmachung von Bewegungsdetails, die mit bloßem Auge nicht wahrgenommen werden können, wurde eine kinematische Meßmethode gewählt, das rechnergestützte optoelektronische Selspot II System. Diese Methode kommt beim Menschen (Fleiss et al., 1979; Röhrle et al., 1983; Hatze, 1983; Hesse, 1990), beim Pferd (Floss et al., 1982; Knezevic et al., 1987; Slamanig, 1988; Kastner, 1989; Wagner, 1989; Kastner et al., 1990; Buchner et al., 1992; Buchner et al., 1993; Kübber, 1992) und beim Rind (Levy, 1991) zum Einsatz. Die kinematische Analyse beschreibt Bewegungen mit Hilfe räumlicher und zeitlicher Bewegungsmerkmale. Der Vorteil besteht in direktem Bezug zur klinischen Aspektion der Bewegung.

### Entwicklung der Fragestellung

Es wurden zwei Arbeitshypothesen aufgestellt, die von der Annahme ausgingen, daß das Bewegungssystem des Pferdes neben inneren auch auf äußere Einflüsse sehr sensibel reagieren kann und diese bei der Lahmheitsbeurteilung beachtet werden müssen.

#### 1. Arbeitshypothese:

Die diagnostische Anästhesie führt bei einem lahmeitsfreien Pferd zu einer verstärkten Fußung bzw. zu einem verstärkten Belasten der betroffenen Vorderextremität und zu einem Entlasten der diagonal fußenden Hinterextremität im Trab.

#### 2. Arbeitshypothese:

Die Applikation von Ringerlösung® führt bei einem lahmeitsfreien Pferd zu einer verstärkten Fußung bzw. zu einem verstärkten Belasten der kontralateralen Vorderextremität und zu einem Entlasten der zu dieser diagonal fußenden Hinterextremität im Trab.

Ziel ist, in einem Blindversuch, mögliche Veränderungen im Gangbild nach der Injektion, mit Hilfe der dimensionslosen Symmetrieparameter HAAS für Kopf (Head Acceleration ASymmetrie), WAAS für Widerrist (Withers Acceleration ASymmetrie) und HAQ für Hüfte (Hip Acceleration Quotient) zu dokumentieren.

### Material und Methode

Die Arbeitshypothesen wurden an 12 Pferden verschiedener Rasse, verschiedenen Geschlechts, Alters und verschiedenen Verwendungszweckes überprüft (s. Tabelle 1).

NR.	NAME	GESCHLECHT	ALTER	STOCK	RASSE	Verwendungszweck
1	Rahawa	Stute	2,5 J.	1,44 m	Vollblut Araber	keinen
2	Spring Break	Stute	2,5 J.	1,43 m	Vollblut Araber	keinen
3	Schurll	Wallach	6 J.	1,55 m	Traber	Versuchspferd
4	Fallima	Stute	8 J.	1,54 m	Vollblut Araber	Distanzreitpferd
5	Livius	Wallach	6,5 J.	1,64 m	Tschechisches Warmblut	Dressur/Springreiten
6	Diabolo	Wallach	2 J.	1,47 m	Arabohaffinger	Hobbyreitpferd
7	Aida	Stute	13 J.	1,53 m	Trakehner x Vollblut	Hobbyreitpferd
8	Rinaldo	Wallach	9 J.	1,55 m	Traber	Hobbyreitpferd
9	Crystal	Wallach	14 J.	1,47 m	Shagyaaraber	Gespann Distanzfahren
10	Gerhild	Stute	24 J.	1,41 m	Haffinger	Versuchspferd
11	Sir Moss	Wallach	13,5 J.	1,70 m	Hannoveraner	Wagenpferd
12	Nepal	Wallach	15 J.	1,43 m	Haffinger	Hippotherapiepferd

Tab. 1: Untersuchte Pferde.

Die Pferde wurden von ihren Eigentümern als gesund für die Untersuchung zur Verfügung gestellt. Jede Messung bestand aus zwei Meßeinheiten: 1. Meßeinheit vor Injektion und 2. Meßeinheit nach Injektion. In jeder Meßeinheit wurde das Pferd 15mal in drei unterschiedlichen Trabtempi (langsam, mittel, schnell) vorgeführt. Jedes Pferd wurde zwei Messungen unterzogen. Zwischen 1. und 2. Messung wurde ein zeitlicher Abstand von mindestens einer Woche eingehalten.

Bei der visuellen Beurteilung im Schritt und im Trab nach dem Schema des Wiener orthopädischen Untersuchungsganges ergab sich für das gesamte Kollektiv für die 1. und 2. Meßeinheit vor Injektion folgendes Beurteilungsbild bei durchschnittlich 4 erfolgten Beurteilungen pro Pferd: 22,4 % lahmeitsfrei, 63,3 % mit einer Stützbeinlahmheit I. Grades an einer Vorderextremität (d. h. verstärkter Hufschlag auf einer Seite, dies ist nur hörbar, aber nicht sichtbar), 13,3 % mit einer Stützbeinlahmheit I. bis II. Grades an einer Vorderextremität und in 1 % der Fälle eine Stützbeinlahmheit II. Grades an einer Vorderextremität. Da die Pferde von seiten der Besitzer als gesund zur Verfügung gestellt worden sind und sich auch von klinischer Seite keine Auffälligkeiten erheben ließen, wurden die visuell erhobenen Befunde als individuelle physiologische Gangasymmetrien (I. Grad) bzw. als vorgetäuschte Lahmheiten, wie sie Wittmann (1931) beschreibt, abgehandelt. Es wird daher in der Untersuchung von lahmeitsfreien Pferden gesprochen, wobei die Grenzfälle, die den „akustisch-visuellen Graubereich“ ohne morphologisches Substrat repräsentieren, miteinbezogen worden sind.

#### Optoelektronische Meßanlage

Folgende Geräteeinheiten sind zum Einsatz gekommen: 5 infrarotlichtemittierende Dioden (LED = Light Emitting Diode)

- 1 Diodensteuereinheit (LCU = Light Control Unit)
- 2 infrarotlichtempfindliche Kameras (K1 und K2)
- 1 Kontrolleinheit (AU = Administrating Unit)
- 1 PC/AT-Computer
- 1 Hostrechner (Apollo DN4500)

#### Meßstellen und Vorbereitung der Pferde zur Messung

Jedes Pferd wurde mit der gleichen Diodenkonfiguration

versehen. Die Dioden waren immer an der rechten Körperseite angebracht. Die Messung erfolgte immer von rechts.  
 Diode 1: Rechter Vorderhuf; am Übergang der lateralen Trachtenwand in die Seitenwand  
 Diode 2: Kopf; am Stirnriemen im Bereich des rechten Prozessus zygomaticus des Os temporale  
 Diode 3: Widerrist; Longengurt mit Diodensockel  
 Diode 4: Rechter Hinterhuf; am Übergang der lateralen Trachtenwand in die Seitenwand  
 Diode 5: Hüfte; Tuber coxae

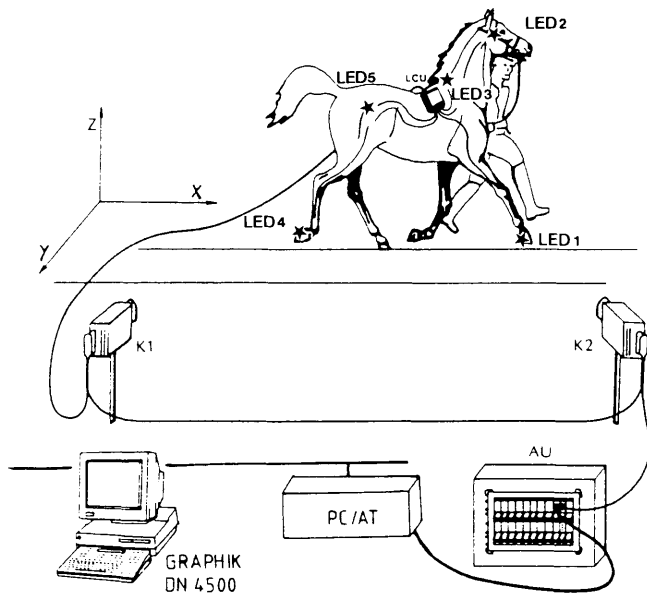


Abb. 1: Anordnung der Meßanlage.

Figure 1: Measurement configuration.

### Vorführung

Nach der Anpassungsphase des Pferdes wurde mit Hilfe eines 50 Meter langen Schleppkabels die Verbindung zur Diodensteuerereinheit (LCU), die am Brustgurt befestigt war, hergestellt.

Es wurde darauf geachtet, daß das zu messende Pferd jeweils von ein und derselben Person vorgeführt wurde, um einen möglichen Einfluß (= Streuwirkung) auf das Gangbild des Pferdes durch unterschiedliche Vorführer klein zu halten.

Die Vorführung des Pferdes am Zügel erfolgte ohne Zug bzw. treibende Kraft, um auch hier die Einwirkungen des Vorführers auf das Gangbild des Pferdes so gering wie möglich zu halten.

Die visuelle und optoelektronische Erfassung der Bewegung erfolgte bei drei unterschiedlichen Trabgeschwindigkeiten – langsam, mittel und schnell, diese erfolgten auf Ansage. Dies waren 5 Vorführungen pro Geschwindigkeitsvorgabe (= 15 Vorführungen), deren Reihenfolge nach dem Zufallsprinzip erfolgte.

### Meßwertaufassung

Die Pferde trabten entlang eines Markierungsstreifens, der mit Tafelkreide auf der Vorführbahn aufgetragen war, in den definierten Aufnahmebereich der beiden Kameras (K1

und K2). Die Auflösung der Messung erfolgte über einen Handschalter.

Die zufällige Meßunsicherheit des optoelektronischen Meßsystems beträgt bei der Vertikal- und Horizontalbewegung 0,5 mm nach DIN 1319 bei  $n = 200$  und einem Vertrauensniveau  $(1-\alpha) = 0,95$ .

Zwischen den Meßläufen konnten die Bewegungsbahnen der 5 verwendeten Dioden am Bildschirm des Hostrechners zur Bewertungskontrolle des vorangegangenen Laufes herangezogen werden.

Am Ende einer jeden Messung wurden die erfaßten Daten zusammen mit einem Archivierungsprotokoll in einer Datenbank abgelegt und auf einer Diskette gespeichert.

### Injektion

Alle Pferde waren sowohl Versuchs- als auch Versuchskontrollgruppe.

Den Pferden der Versuchsgruppe (Versuch 1) wurde Lidocain (Xylanaest® 2 % mit Epinephrin) injiziert. Den Pferden der Versuchskontrollgruppe (Versuch 2) wurde Ringerlösung® injiziert. Wenn bei der 1. Messung Xylanaest® injiziert wurde, dann erfolgte bei der 2. Messung die Injektion der Ringerlösung® oder umgekehrt.

Welche Injektionslösung zuerst injiziert wurde, entschied die injektionsgebende Person nach dem Zufallsprinzip, und diese Entscheidung wurde zunächst nicht bekanntgegeben (Blindversuch).

Zeigte ein Pferd in der I. Meßeinheit der 1. oder 2. Messung eine Stützbeinlahmheit I. respektive I. bis II. Grades, so wurde nach einer subjektiven Bestimmung durch den Untersucher an der Extremität injiziert, die in der Bewegung einen verstärkten Hufschlag erzeugte. Zeigte sich kein verstärkter Hufschlag, so erfolgte die Injektion wahlweise an der linken oder rechten Vorderextremität.

Es wurde im Bereich des Fesselgelenks eine Palmarnerveanästhesie mit jeweils 5 ml Injektionsvolumen am lateralen und medialen Nerven durchgeführt. Nach Applikation der Injektion wurde grundsätzlich fünfzehn Minuten gewartet, wobei die Wirkung der Leitungsanästhesie vom Injektionsgeber überprüft wurde.

### Beschreibung der untersuchten Parameter und deren Auswertung

Mit Hilfe des Softwareprogramms MAL3 (Measurementdata-Analysis-Language, von Holzreiter und Kastner, 1988) wurden die archivierten Rohdaten zur statistischen Absicherung einer mathematischen und statistischen Bearbeitung unterzogen.

Zur Dokumentation der Veränderungen im Gangbild vor und nach der Injektion wurden die dimensionslosen Symmetrieparameter HAAS, WAAS und HAQ eingesetzt.

### A. Symmetrieparameter – HAAS und WAAS

Der HAAS- und WAAS-Parameter ist ein Maß für die Asymmetrie der Kopf- und Widerristbeschleunigung und wird nach folgender Formel berechnet (Abb. 2):

$$HAAS/WAAS = 1 - \frac{\text{kleinere relative Beschleunigungsdifferenz}}{\text{größere relative Beschleunigungsdifferenz}} \cdot \text{Extmax}$$

WOBEI -> Extmax =  
 +1..größeres Beschleunigungsmaximum rechts ist  
 -1..größeres Beschleunigungsmaximum links ist

Abb. 2: Berechnungsformel der kinematischen dimensionslosen Symmetrieparameter HAAS und WAAS.

Figure 2: Formula of the kinematic symmetryparameter HAAS and WAAS without dimension.

Diese Formel beruht auf der Tatsache, daß sich der Kopf respektive der Widerrist bei einem gesunden Pferd im Schritt, wie auch im Trab, bei Fußzung (= Stützbeinphase) abwechselnd rechts/links gleich weit (symmetrisch) absenkt (siehe Abbildung 3). Zum Beispiel erreicht der Vertikalweg des Kopfes etwa in der Mitte der Stützbeinphase der rechten und linken Vorderextremität jeweils sein tiefstes Minimum. Beide Minima sind in etwa gleich tief. In der Mitte zwischen zwei aufeinanderfolgenden Stützbeinphasen erreicht der Vertikalweg des Kopfes jeweils ein lokales Maximum. Beide Maxima sind in etwa gleich hoch. Die Stützbeinphase der einen Seite ist die Hangbeinphase der anderen Seite und vice versa.

Eine Stützbeinlahmheit zeigt im Schritt als auch im Trab in den Stützbeinphasen unterschiedliche Minima des Vertikalweges der Kopf- und Widerristpositionen.

Das tiefer liegende lokale Minimum (Abbildung 4: Vertikalweg des Kopfes <-L-> Stützbeinphase links) einer Seite ist Ausdruck einer Aufnahme von mehr Körpergewicht auf

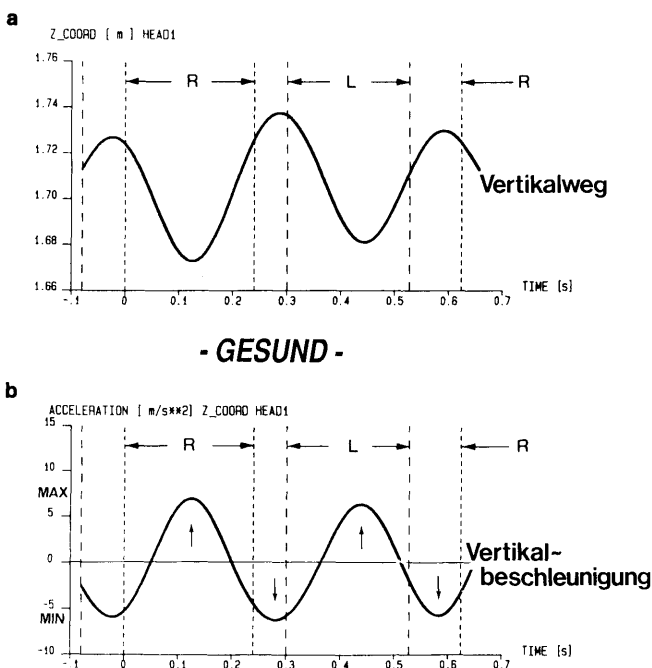
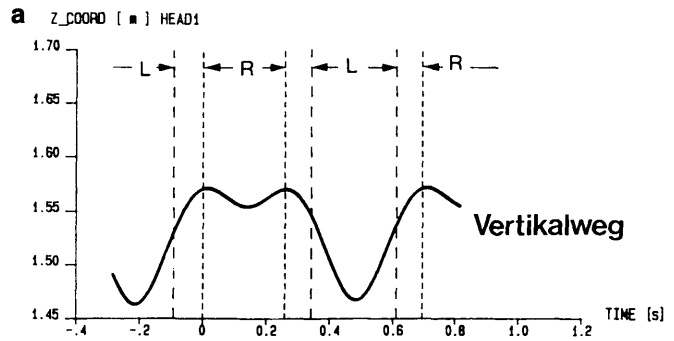


Abb. 4: Vertikalweg (a) und Vertikalbeschleunigung (b) einer Meßstelle am Kopf, dargestellt über die Zeit bei einem lahmen Pferd. <-R-> Stützbeinphase rechts, <-L-> Stützbeinphase links.

Figure 4: Lame horse: vertical movement (a) and vertical acceleration (b) of the infrared-light-emitting-headdiode at the trot. <-R-> stance phase right, <-L-> stance phase left.



- STÜTZBEINLAHMHEIT vorne rechts -

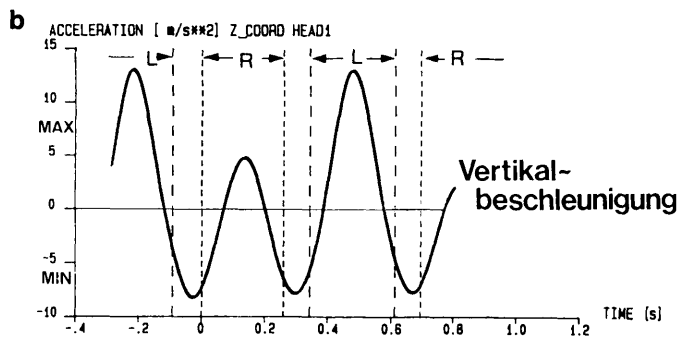


Abb. 3: Vertikalweg (a) und Vertikalbeschleunigung (b) einer Meßstelle am Kopf, dargestellt über die Zeit bei einem gesunden Pferd. <-R-> Stützbeinphase rechts, <-L-> Stützbeinphase links.

Figure 3: Sound horse: vertical movement (a) and vertical acceleration (b) of the infrared-light-emitting-headdiode at the trot. <-R-> stance phase right, <-L-> stance phase left.

die gesunde Vorderextremität zwecks Entlastung der gegenüberliegenden schmerzhaften. Die gesunde Seite hat daher tiefere lokale Minima als die kranke Seite.

Die Symmetriefaktoren HAAS/WAAS zeigen die Unterschiede in der positiven Maximalbeschleunigung der Kopf- und Widerristbewegung zwischen linker und rechter Stützbeinphase auf. Tritt auf der linken Seite eine Stützbeinlahmheit auf, hat der Faktor ein negatives Vorzeichen. Wenn die Stützbeinlahmheit rechts auftritt, wird der Faktor positiv. Bei vollständiger Symmetrie ist er gleich Null. Der Faktor kann maximal einen Wert von -1 oder +1 haben.

B. Symmetrieparameter - HAQ

Der von Buchner et al. (1992 und 1993) beschriebene HAQ-Parameter ist ein Maß für eine Asymmetrie der Hüftbeschleunigung.

Der HAQ ist aber im Gegensatz zum HAAS- und WAAS-Faktor im eigentlichen Sinne kein Symmetrieparameter, da seine Neutrallage bei einer Diodenmessung nicht bei 0 liegt infolge der mehr oder weniger starken Absenkung des Beckens um eine sagittale Achse. Er wurde ebenfalls als Indikator für die Quantifizierung von Bewegungsunterschieden vor und nach diagnostischer Injektion eingesetzt.

### Auswertung

Aus den Rohdaten wurde über ein Auswertungsprogramm die Validität der Bewegungszyklen für Kopf, Widerrist und Hüfte über Beginn und Ende der Stützbeinzeit bestimmt. Daraus konnten dann die Zyklusparameter wie Länge des Bewegungszyklus, Dauer der Stützbeinzeit, Vorführgeschwindigkeit sowie die Symmetrieparameter HAAS, WAAS und HAQ errechnet werden (Kübber, 1992).

Die Auswertung berücksichtigte die Tatsache, daß die Vorführgeschwindigkeit einen Einfluß auf die einzelnen kinematischen Parameter und deren Bewertung hat. Dies wurde in vorangegangenen Untersuchungen, die an dieser Klinik erarbeitet worden waren, festgestellt (Slamanig, 1988; Wagner, 1989; Buchner et al., 1992).

Da es nicht möglich ist, die Vorführgeschwindigkeit ohne Laufband zu standardisieren, wurde versucht, dieser Problematik bereits durch den Untersuchungsansatz – drei verschiedene Vorführgeschwindigkeiten – in der Auswertung über ein Statistikprogramm Rechnung zu tragen.

Mit Hilfe der linearen Korrelations-, Regressionsanalyse wurde die funktionelle, lineare Abhängigkeit zwischen Vorführgeschwindigkeit und den Symmetrieparametern untersucht. Als Stichprobe wurden die gültigen Meßläufe (langsam, mittel und schnelle Trabgeschwindigkeiten) einer Meßeinheit herangezogen. Zusätzlich wurde für die Regressionsgerade ein Konfidenzbereich bestimmt (Sachs, 1972; Kreyszig, 1979). Mit Hilfe der Gleichung der Regressionsgeraden wurden für eine Normvorführgeschwindigkeit die entsprechenden Größen der Symmetrieparameter errechnet. Als Normvorführgeschwindigkeit wurde 3,5 m/s gewählt, eine Größenordnung, die von allen Pferden in den Meßeinheiten auch tatsächlich vorgetrabt wurde (Kübber, 1992).

Der Konfidenzbereich ermöglicht die Zuordnung der geschätzten Streuung bei der Normvorführgeschwindigkeit. Durch dieses Verfahren können Meßeinheiten von Pferden, die verschiedene Vorführgeschwindigkeiten gewählt haben, statistisch z. B. mit Hilfe des Student-t-Tests miteinander verglichen werden.

Für die Symmetrieparameter HAAS, WAAS und HAQ wurden statistische Vergleiche mit Hilfe des Student-t-Tests bei Normvorführgeschwindigkeit durchgeführt. Vorhandene Unterschiede im Gangbild vor und nach Injektion wurden als signifikant ( $p \% \geq 0,95$ ) mit dem Symbol  $\hat{\cup}$  im Sinne der beiden Arbeitshypothesen gekennzeichnet oder als nicht signifikant ( $p \% \leq 0,95$ ) mit dem Symbol  $\hat{\cup}$  entgegen den Arbeitshypothesen beurteilt.

Dieses Korrekturverfahren beruht ausschließlich auf der Basis linearer Zusammenhänge.

Beim statistischen Vergleich mehrerer Mittelwerte wurde die Varianzanalyse herangezogen (Kreyszig, 1979).

Die Auswertung erfolgte ohne Kenntnis des jeweiligen verabreichten Injektionsmittels bei den einzelnen Messungen (einfacher Blindversuch), das heißt, es sollte unvoreingenommen anhand der Ergebnisse geprüft werden, ob mit der verwendeten Methode Veränderungen des Gangbildes meßbar waren, welche mit dem verabreichten Injektionsmittel bei der 1. und 2. Messung in Verbindung gebracht

werden konnten (Längsschnittuntersuchung). Die Ergebnisse der optoelektronischen Messung wurden danach mit den Aufzeichnungen der beobachteten Personen verglichen.

Um festzustellen, inwieweit die tiefe Palmarnervanästhesie bzw. die lokale Injektion einer Ringerlösung® Einfluß auf das physiologische Gangbild des Pferdes hat, wurde aus methodischen Gründen erstmalig der Versuch unternommen, die Symmetrieparameter HAAS und WAAS in das Schema des kliniküblichen orthopädischen Untersuchungsganges zu integrieren. Man setzte den Faktor des Symmetrieparameters als Intervall voraus, in dem der Mittelwert der Stichprobe aus der betreffenden Meßeinheit liegt. Dieses Intervall wurde in Teilintervalle unterteilt, die als Analoga zur kliniküblichen Klassifizierung der Stützbeinlahmheit vorstellbar sind (Tab. 2). Sie kennzeichnen die Dimension des betreffenden Lahmheitsgrades bzw. zeichnen die angeborenen lokomotorischen Abweichungen, die vermutlich nach Eckert (1986) auf angeborene Asymmetrien im neuromotorischen System zurückzuführen sind, als physiologische Bewegungsasymmetrien aus (Kübber, 1992).

-0.142.....0.142 Physiologische Bewegungsasymmetrie

0.143.....0.265 I. Grad

0.266.....0.388 I.-II. Grad

0.389.....0.511 II. Grad

0.512.....0.634 II.-III. Grad

0.635.....0.757 III. Grad

0.758.....0.880 III.-IV. Grad

0.881.....1.000 IV. Grad

<p>Negatives/Positives Vorzeichen = Stützbeinlahmheit (-) vorne links / (+) vorne rechts</p>
--

**Tab. 2:** Klassifizierungstabelle: Integration der Symmetrieparameter HAAS und WAAS in den orthopädischen Untersuchungsgang.

### Ergebnisse

Die Tabellen 3 und 4 zeigen die Gegenüberstellung der Werte der kinematischen Symmetrieparameter für Kopf, Widerrist und Hüfte vor und nach Injektion. Die letzten drei Spalten dieser Tabellen zeigen die Ergebnisse (Symbolpfeile) des Student-t-Tests gemäß der aufgestellten zwei Arbeitshypothesen für beide Versuche (Versuch 1 = Xylanaest® / Versuch 2 = Ringerlösung®).

#### 1. Arbeitshypothese:

Die diagnostische Anästhesie führt bei einem lahmheitsfreien Pferd zu einer verstärkten Fußung bzw. zu einem verstärkten Belasten der betroffenen Vorderextremität und zu einem Entlasten der diagonal fußenden Hinterextremität im Trab.

Ein positiver (+) bzw. negativer (-) Symmetrieparameter (HAAS und/oder WAAS) in der 1. Meßeinheit vor Injektion weist auf eine physiologische Bewegungsasymmetrie

Nr. Pferd Injektionsort	Kopf vor / nach Injektion	Widerrist vor / nach Injektion	Hüfte vor / nach Injektion	Kopf	Widerrist	Hüfte
1 Rahawa vorne links	0.00 / 0.08	0.08 / 0.09	1.13 / 1.17	(↻)	(↻)	(↻)
2 Spring Break vorne links	0.03 / 0.36	0.10 / 0.16	1.18 / 1.19	↑	(↻)	(↻)
3 Schürli vorne links	0.26 / 0.35	-0.04 / 0.07	1.41 / 1.37	(↻)	↑	(↻)
4 Fatima vorne links (siehe Tab.3)	0.01 / 0.08 (0.08 / 0.08)	0.03 / 0.00 (0.05 / 0.08)	1.15 / 1.14 (1.15 / 1.14)	(↻)	(↘)	(↘)
5 Livius vorne links	0.23 / 0.42	0.12 / 0.03	1.24 / 1.28	(↻)	↓	(↻)
6 Diabolo vorne rechts	-0.06 / -0.06	0.07 / 0.04	1.20 / 1.13	■	(↻)	↓
7 Aida vorne rechts	-0.24 / -0.33	0.03 / 0.02	1.13 / 1.24	(↻)	(↻)	↓
8 Rinaldo vorne rechts	0.00 / -0.35	-0.01 / -0.04	1.36 / 1.34	↑	(↻)	(↻)
9 Crystal vorne rechts	-0.01 / -0.16	0.00 / 0.00	1.27 / 1.27	↑	■	■
10 Gerhild vorne rechts	0.09 / -0.13	0.09 / 0.04	1.32 / 1.17	↑	↑	↑
11 Moss vorne rechts	-0.45 / -0.54	0.02 / 0.04	1.41 / 1.33	(↻)	(↘)	↑
12 Nepal vorne rechts	0.28 / 0.00	-0.02 / -0.02	1.06 / 1.09	↑	■	(↘)
Anzahl:	12 / 12	12 / 12	12 / 12			
Mittelwert	0.012 / 0.035	0.039 / 0.036	1.238 / 1.227			
Standard- abweichung:	0.207 / 0.301	0.052 / 0.053	0.117 / 0.092			
Varianz:	0.043 / 0.091	0.003 / 0.003	0.014 / 0.008			
Median:	0.000 / 0.000	0.030 / 0.030	1.200 / 1.190			
Minimum:	-0.450 / -0.540	-0.040 / -0.040	1.060 / 1.090			
Maximum:	0.280 / 0.420	0.120 / 0.160	1.410 / 1.370			

**LEGENDE**

↑ = signifikanter Unterschied (P% >= 0,95) im Sinne der Arbeitshypothese

↓ = signifikanter Unterschied (P% <= 0,95%) entgegen der Arbeitshypothese

■ = keine Änderung

(↻) = tendenzielle, statistisch nicht abgesicherte Veränderungen im Sinne der Arbeitshypothese

(↘) = tendenzielle, statistisch nicht abgesicherte Veränderungen entgegen der Arbeitshypothese

**Tab. 3,** Versuch 1: Symmetrieparameter vor Injektion und nach Injektion mit Xylanaest® bei Normvorführgeschwindigkeit von 3,5 V(m/s) mit einer Auflistung der statisch abgesicherten Veränderungen im Sinne oder entgegen der 1. Arbeitshypothese.

(Tab. 1) oder auf eine Stützbeinlahmheit der rechten (+) bzw. der linken (-) Vorderextremität hin.

Beispiel Pferd Nr. 2 „Spring Break“: Der Symmetrieparameter HAAS hat vor Injektion einen Wert von 0,03 (entsprechend der Tabelle 1 ist das Pferd lahmheitsfrei bzw. zeigt eine meßbare physiologische Bewegungsasymmetrie vorne rechts). Wird dann der linken Vorderextremität – gemäß des Versuchsaufbaues – Xylanaest® injiziert, müßte der ersten Arbeitshypothese nach der Symmetrieparameter HAAS für die rechte Seite nach Injektion einen höheren Wert aufweisen. Tatsächlich ist nach Injektion ein HAAS-Wert von 0,36 ermittelt worden. Nach der Tabelle 1 zeigt das Pferd eine Stützbeinlahmheit I. bis II. Grades vorne rechts. Eine physiologische Bewegungsasymmetrie vorne rechts vor Injektion hat sich demnach nach Injektion auf derselben Seite verstärkt.

Beispiel Pferd Nr. 10 „Gerhild“: Obwohl dieses Pferd laut HAAS-Faktor (0,09) eine geringfügige Bewegungsasymmetrie vorne rechts aufweist, wurde von der injektionsgebenden Person vorne rechts Xylanaest® verabreicht, da bei diesem Pferd visuell keine Bewegungsasymmetrie festgestellt

Nr. Pferd Injektionsort	Kopf vor / nach Injektion	Widerrist vor / nach Injektion	Hüfte vor / nach Injektion	Kopf	Widerrist	Hüfte
1 Rahawa vorne links	0.00 / -0.02	0.09 / 0.06	1.14 / 1.15	(↻)	(↻)	(↘)
2 Spring Break vorne links	0.28 / -0.03	0.15 / 0.08	1.28 / 1.26	↑	↑	(↻)
3 Schürli vorne links	0.34 / 0.16	-0.02 / -0.04	1.28 / 1.31	(↻)	(↻)	(↻)
4 Fatima	zur Kontrolle wurde in Versuch 2 Xylanaest® injiziert (siehe Tab.3)					
5 Livius vorne rechts	-0.32 / 0.05	-0.04 / 0.02	1.28 / 1.43	↑	↑	↑
6 Diabolo vorne rechts	-0.30 / -0.16	0.01 / 0.03	1.11 / 1.22	↑	(↻)	(↻)
7 Aida vorne rechts	-0.32 / -0.38	0.01 / 0.08	1.22 / 1.13	(↻)	↓	↑
8 Rinaldo vorne rechts	-0.06 / 0.11	-0.01 / 0.01	1.33 / 1.36	(↻)	(↻)	(↻)
9 Crystal vorne links	0.07 / -0.05	0.03 / 0.01	1.27 / 1.35	↑	(↻)	(↘)
10 Gerhild vorne rechts	-0.25 / -0.24	0.12 / 0.12	0.98 / 0.94	(↻)	■	(↘)
11 Moss vorne links	-0.31 / -0.43	0.04 / 0.03	1.42 / 1.47	(↻)	(↻)	↓
12 Nepal vorne links	0.08 / 0.14	-0.02 / 0.03	1.07 / 1.13	(↘)	(↘)	↓
Anzahl:	11 / 11	11 / 11	11 / 11			
Mittelwert	-0.072 / 0.077	0.033 / 0.039	1.216 / 1.250			
Standard- abweichung:	0.246 / 0.203	0.062 / 0.043	0.128 / 0.156			
Varianz:	0.061 / 0.041	0.004 / 0.002	0.020 / 0.024			
Median:	-0.060 / -0.030	0.010 / 0.030	1.270 / 1.260			
Minimum:	-0.320 / -0.430	-0.040 / -0.040	0.980 / 0.940			
Maximum:	0.340 / 0.160	0.150 / 0.120	1.420 / 1.470			

**LEGENDE**

↑ = signifikanter Unterschied (P% >= 0,95) im Sinne der Arbeitshypothese

↓ = signifikanter Unterschied (P% <= 0,95%) entgegen der Arbeitshypothese

■ = keine Änderung

(↻) = tendenzielle, statistisch nicht abgesicherte Veränderungen im Sinne der Arbeitshypothese

(↘) = tendenzielle, statistisch nicht abgesicherte Veränderungen entgegen der Arbeitshypothese

**Tab. 4,** Versuch 2: Symmetrieparameter vor Injektion und nach Injektion mit Ringerlösung® bei Normalvorführgeschwindigkeit von 3,5 V(m/s) mit einer Auflistung der statisch abgesicherten Veränderungen im Sinne oder entgegen der 2. Arbeitshypothese.

werden konnte (siehe Abschnitt V. Injektion). Tatsächlich änderte sich der Wert entsprechend der 1. Arbeitshypothese von 0,09 nach -0,13.

**2. Arbeitshypothese:**

Die Applikation von Ringerlösung® führt bei einem lahmheitsfreien Pferd zu einer verstärkten Fußung bzw. zu einem verstärkten Belasten der kontralateralen Vorderextremität und zu einem Entlasten der zu dieser diagonal fußenden Hinterextremität.

Wird einer Vorderextremität Ringerlösung® injiziert, müßten entsprechend der 2. Arbeitshypothese die Symmetrieparameter der selben Seite kleinere Werte als vor der Injektion anzeigen. Eine physiologische Bewegungsasymmetrie bzw. eine geringgradige Stützbeinlahmheit springt von der ipsilateralen auf die kontralaterale Vorderextremität um.

Beispiel Pferd Nr. 2 „Spring Break“: Der Symmetrieparameter HAAS hat vor Injektion einen Wert von 0,28 und nach Injektion einen Wert von -0,03.

In Tabelle 5 wurde zwischen den Mittelwerten der Symmetrieparameter HAAS, WAAS und HAQ eine Varianzanalyse durchgeführt. Sie zeigt die Ergebnisse der Nullhypothese, daß zwischen den Mittelwerten der Symmetrieparameter aus Versuch 1 und denen aus Versuch 2 vor Injektion keine signifikanten Unterschiede bestehen und demnach die normalverteilten Grundgesamtheiten gleicher Varianz alle denselben Mittelwert besitzen.

Varianzanalyse:	VERSUCH 1 / VERSUCH 2 vor Injektion		
	KOPF	WIDERRIST	HÜFTE
	0.613	0.211	0.329
Werte kleiner 0.95, keine signifikanten Unterschiede			

Tab. 5: Varianzanalyse zwischen den Mittelwerten der Symmetrieparameter aus Versuch 1 und Versuch 2 vor Injektion.

In Tabelle 6 wurden die Mittelwerte der Symmetrieparameter aus Versuch 1 vor und nach Injektion sowie die Mittelwerte der Symmetrieparameter aus Versuch 2 vor und nach Injektion verglichen. In beiden Versuchen konnten vor und nach Injektion keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Varianzanalyse	VERSUCH 1			VERSUCH 2		
	KOPF	WIDERRIST	HÜFTE	KOPF	WIDERRIST	HÜFTE
	0.173	0.122	0.068	0.045	0.217	0.414
Werte kleiner 0.95, keine signifikanten Unterschiede			Werte kleiner 0.95, keine signifikanten Unterschiede			

Tab. 6: Varianzanalyse zwischen den Mittelwerten der Symmetrieparameter aus Versuch 1 und Versuch 2 vor und nach Injektion.

## Diskussion

### *Bewegungserfassung mit dem optoelektronischen Selspot II System – ein kinematisches Aufzeichnungsverfahren*

Die Bewegung setzt sich aus vielen Einzelphänomenen zusammen. Das Gangbild als äußere Erscheinungsform von Bewegungen ist das Endergebnis eines fein abgestimmten Regelsystems, das den Bewegungsentwurf umsetzt. Der Bewegungsentwurf wird von endogenen und exogenen Energieinputs gesteuert, der das Gangbild als Ausdruck motorischen Outputs entstehen läßt. Tierisches und menschliches Bewegungsverhalten drückt sich demnach in verschiedenen Gangbildern aus. Das Gangbild als visuelle Information kann mit kinematischen Meßmethoden dokumentiert werden.

Nach Aussage von Girtler (1988) und Van Weeren (1989) kann eine vollständige Erfassung des Bewegungsmusters nur mit kinematischen und kinetischen Meßmethoden erfolgen. Denn nur mit einer derartig integrierten Arbeitsweise können wichtige Bewegungsmerkmale des Pferdes und deren Abweichungen sichtbar gemacht werden. Für die Untersuchung ist das an der Wiener Klinik erprobte kinematische, optoelektronische Selspot II Meßsystem zum Einsatz gekommen.

Entsprechend der Aufgabenstellung kann man die Vorteile wie folgt zusammenfassen:

1. Die Erfassung des äußeren Erscheinungsbildes der Bewegung bzw. die Dokumentation von Gangbildunterschieden vor und nach Injektion ist Untersuchungsbereich der kinematischen bzw. kinematischen Gangbildanalyse. Sie erfaßt, wie schon von Gutewort und Töpfer (1968) formuliert worden ist, die „Morphologie der Bewegung“, ohne nach den Ursachen zu fragen.

2. Die Entscheidung für diese Methode basiert auch auf einem wissenschaftstheoretischen Hintergrund. Für Horvath (1990) sollte man mindestens so lange eine sorgfältige Abgrenzung des Begriffs Gangbild von den dynamischen Energieumsetzungen vornehmen, als man ehrlicher Weise zugeben muß, daß die Zusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung in der Bewegungsforschung noch nicht ausreichend geklärt sind. Die Probleme der verursachenden Kräfte, der Dynamik im physikalischen Sinne und der Muskelphysiologie sowie neurophysiologische und psychische Faktoren des Tieres bleiben bei dieser Untersuchung zunächst ausgeklammert. Es werden aus diesem Grund in dieser Arbeit sprachlich ganz bewußt die Ausdrücke Gangbild und Gangbilduntersuchung eingesetzt und nicht die üblicherweise verwendeten Begriffe Bewegungsmuster bzw. Bewegungsanalyse.

3. Das von Kastner et al. (1986/87) an der Wiener Klinik für Orthopädie bei Huf- und Klautentieren der Veterinärmedizinischen Universität Wien adaptierte vollautomatische Selspot II System für veterinärmedizinische Belange, hat bereits in einigen Untersuchungen den Beweis erbracht, daß man mit Hilfe von Zahlenwerten eine quantitative Beschreibung der visuell wahrnehmbaren Größe vornehmen kann, die sich auch graphisch darstellen läßt.

4. Der sich bewegende Körper wird nicht durch „Pattern-Recognition“ auf Ganzbildern, sondern durch aktive Markerbeschreibung erfaßt, was zu einer erheblichen Datenreduktion führt.

5. Durch Ansteuerung im Time-Multiplexverfahren erfolgt eine klare Zuordnung der selbstidentifizierenden Marker zu deren gemessenen Koordinaten.

6. Bei dem optoelektronischen Selspot II System handelt es sich um ein vollautomatisches Datenverarbeitungssystem, d. h., die Ergebnisse stehen für eine klinische Anwendung der Gangbildanalyse schnell zur Verfügung.

### *Grundlegendes zum Verständnis der dimensionslosen Symmetrieparameter HAAS, WAAS und HAQ*

Zeigt ein Pferd eine Stützbeinlahmheit an einer Gliedmaße, so bewertet man das als Ausdruck eines Schmerzverhaltens des Tieres, das durch die Belastung ausgelöst bzw. verstärkt wird. Um diesen Schmerz zu vermeiden, vermindert das Pferd den Einfluß der Kräfte, die auf diese Gliedmaße wirken. Das Schmerzverhalten des Tieres drückt sich demnach in einem bestimmten Bewegungsverhalten aus, welches sich für den Untersucher in einem charakteristischen Gangbild darstellt.

Biomechanisch interpretiert führt das Bewegungsverhalten eines lahmen Pferdes zu Schwerpunktsverschiebungen, die

sich in veränderten Vertikalbeschleunigungen der Kopf-, Widerrist- und der Hüftpositionen ausdrücken.

Für *Kastner* (1988) verursachen diese unterschiedlichen Minima des Vertikalweges der Kopfpositionen durch die differenzierende Massenverteilung eine Schwerpunktverschiebung auf der lahmen Seite nach kaudal, die etwa 1 % des Körpergewichts ausmachen kann. Berechnet man aber im Bereich des Minimums für diese Seite die Beschleunigung der Kopfdiode durch zweimaliges Differenzieren über den Vertikalweg, so erreicht das Pferd einen Entlastungseffekt, der 10mal höher liegen kann. Durch den aus der Bewegungsdynamik erzielten dynamischen Entlastungseffekt leitet sich das Prinzip der dimensionslosen Symmetrieparameter ab. Infolge der guten Meßqualität des optoelektronischen Systems können für eine Quantifizierung der Lahmheit die Unterschiede in der positiven Maximalbeschleunigung für Kopf-, Widerrist- und Hüftbewegung zwischen links und rechts in ein Verhältnis gesetzt werden.

#### *Interpretierung der Ergebnisse*

Ohne Kenntnis des verabreichten Injektionsmittels kann mit Hilfe der dimensionslosen Symmetrieparameter für Kopf und Widerrist entsprechend der beiden Arbeitshypothesen bei insgesamt 12 gemessenen Pferden in Versuch 1 für 9 Pferde die Injektionslösung Xylanaest® und bei insgesamt 12 gemessenen Pferden in Versuch 2 für 9 Pferde das Injektionsmittel Ringerlösung® nachgewiesen werden. Bei diesem Ergebnis wurde den Symmetrieparametern für Kopf und Widerrist eine höhere Priorität gegenüber dem Hüftfaktor eingeräumt, da sie die näheren Indikatoren zum Injektionsort sind. In der Beurteilung ist der Hüftfaktor ausgeschlossen worden. Er trägt nicht zur Unterscheidung zwischen der Applikation von Xylanaest® und Ringerlösung® entsprechend der Arbeitshypothesen bei, aber es zeigte sich jedoch, daß sich die Irritation einer Vorderextremität infolge einer Injektion der Palmarnerven in Höhe des Fesselgelenkes kompensatorisch auf die Bewegung der hinteren Extremitäten auswirkt.

Zusammenfassend ist für die Symmetrieparameter die Erkenntnis zu ziehen, daß die Beschleunigungen als maßgeblicher Teil der Kräfte, die auf die Gliedmaßen wirken, gut geeignet sind, um das Gangbild eines Pferdes zu beschreiben.

Bewertet man die erste Arbeitshypothese, so löst die tiefe Palmarneranästhesie bei einem lahmheitsfreien Pferd ein ganz spezifisches Bewegungsverhalten des Pferdes aus. Geht man nach *Zimmermann* (1990) davon aus, daß die physiologischen Vorgänge der Schmerzaufnahme und der Schmerzverarbeitung bei Tier und Mensch kongruieren, so bewirkt nach *Eckert* (1986) die Applikation eines lokal wirkenden Anästhetikums in ein Gelenk eine Blockade des für die Ausführung der Bewegung wichtigen Rezeptorensystems. Fällt zusätzlich die visuelle Information weg, dann sind zielgerichtete Bewegungen nachhaltig gestört.

In Übereinstimmung mit dieser Aussage wird in der vorliegenden Untersuchung angenommen, daß ein zusätzlicher wichtiger sensorischer Input für die Ausführung der Bewe-

gung, die Registrierung des Bodendrucks, fehlt. Das gesunde Pferd versucht nun durch stärkeres Belasten der betroffenen Extremität eine entsprechende Rückmeldung zu bekommen.

Bewertet man die zweite Arbeitshypothese, so löst die Injektion mit Ringerlösung® bei einem lahmheitsfreien Pferd infolge eines mechanischen Druckreizes auf die sensible Inervation der Injektionsstelle ein Schmerzverhalten aus, das sich in einer Stützbeinlahmheit äußert.

Das wichtigste Hilfsmittel bei der Lahmheitsuntersuchung ist die diagnostische Injektion. Normalerweise erfolgt die diagnostische Injektion an der lahmen Extremität. Ist diese positiv, geht das Pferd lahmheitsfrei. Bei Vorliegen einer Bewegungsstörung wird die diagnostische Injektion zunächst an der stärker betroffenen Extremität durchgeführt. Ist diese positiv, so „springt die Lahmheit um“. Den Pferden aus dem Untersuchungskollektiv mit einer physiologischen Bewegungsasymmetrie wurde immer an der Extremität injiziert, die in der Bewegung einen verstärkten Hufschlag erzeugte, um das Phänomen des Umspringens einer nicht erkannten Bewegungsstörung zu vermeiden. Abschließend kann aus dieser Arbeit folgende Schlußfolgerung gezogen werden:

1. Erkennt nun ein Tierarzt im „Graubereich“ zwischen physiologischen und pathophysiologischen Gangbildern bei Pferden die stützbeinlahme Extremität nicht, so kann es bei der tiefen Palmarneranästhesie, die fälschlicherweise an der „gesünderen“ Gliedmaße erfolgte, zu einer Verstärkung der tatsächlichen Stützbeinlahmheit auf der benachbarten Seite kommen. Dieses Bewegungsverhalten sollte in die Interpretation der tiefen Palmarneranästhesie vor allem dann mit eingeschlossen werden, wenn der Tierarzt sich nicht sicher ist, ob er die diagnostische Anästhesie der richtigen Gliedmaße zugeordnet hat.

2. Im Lichte der Erkenntnis dieser Arbeit muß angeregt werden, die herkömmliche Einteilung der Stützbeinlahmheit nach der Wiener Schule in 4 Grade dahin gehend zu überdenken, daß die Stützbeinlahmheit 1. Grades möglicherweise eine Normvariante darstellt und nicht unbedingt der Lahmheit zuzuordnen ist. Es bietet sich daher der Begriff Bewegungsasymmetrie an, der physiologisch individuelle Schwankungen umfaßt, allerdings eine beginnende Stützbeinlahmheit nicht unbedingt ausschließt. Es wird daher vorgeschlagen, die gerade schon visuell erfassbare Stützbeinlahmheit, die üblicherweise als Stützbeinlahmheit I. bis II. Grades bezeichnet wird, in Hinkunft als Stützbeinlahmheit I. Grades zu benennen und den herkömmlichen 1. Grad (akustisch wahrnehmbare Stützbeinlahmheit) fallenzulassen und durch den Begriff Bewegungsasymmetrie zu ersetzen. Die meßtechnische Erfassung der physiologischen Bewegungsasymmetrie bzw. der Versuch, mit Hilfe einer Klassifizierungstabelle mehr Transparenz zu schaffen im „Graubereich“ zwischen physiologischen und pathophysiologischen Gangbildern, soll Gegenstand einer weiteren Untersuchung sein.



## Literatur

- Buchner, F., Kastner, J., Girtler, D., Kübber, P., und Knezevic, P. F. (1992): Die Hüftbewegung des Pferdes: vergleichende kinematische Untersuchung bei lahmheitsfreien und spatlahmen Pferden. *Pferdeheilkunde* 8, 23–30.
- Buchner, F., Kastner, J., Girtler, D., und Knezevic, P. F. (1993): Quantification of Hind Limb Lameness in the Horse. *Acta Anat* 1993; 146: 196–199.
- Eckert, R. (1986): Fortleitung und Übertragung von Signalen. In: Eckert, R. (Hrsg.): *Tierphysiologie*, Stuttgart-New York, Georg Thieme Verlag, 151–197.
- Fleiß, O., Fleiß, Helga, Pokorný, H., Ritter, G., und Schubert, P. (1979): Elektronische Erfassung kinematischer und dynamischer Parameter der Gehbewegung. In: Funktionelle Diagnostik in der Orthopädie. 66. Tagung der Deutschen Gesellschaft für Orthopädie und Traumatologie, Basel, 26. bis 29. 1979, 55–58.
- Floss, F. N., Girtler, D., und Knezevic, P. F. (1982): Der Einsatz rechnergestützter Bewegungsanalyse zur Objektivierung von Lahmheiten bei Pferden. Kongressbericht der Öst. Ges. f. Biomed. Technik, Graz, 195–199.
- Girtler, D. (1987): Untersuchungen über die Dauer des Bewegungszyklus – Stützbeinphase, Hangbeinphase, Phasenverschiebung – bei lahmen und bewegungsgestörten Pferden im Schritt und Trab sowie kinematische Beurteilungen zu deren Bewegungsmuster (1988): Wien, tierärztl. Mschr. 5, 185–196; 6, 217–231; 7, 255–270; 8, 310–324, Habil.-Schr.
- Gutewort, W., und Töpfer, D. (1968): Photographische Verfahren der biomechanischen Kinematik (I). Theorie und Praxis der Körperkultur 17, 810–818.
- Hatze, H. (1983): Kinematisch-kinetische Bewegungsanalyse. Schriftenreihe: Methoden und Ergebnisse der biomechanischen Wissenschaften, Bd. 1, Wien.
- Hesse, S., Platz, T., und Mauritz, K.-H. (1990): Die Bewegungsanalyse als Hilfsmittel in der Neurologie – gegenwärtige und zukunftsweisende Fragestellungen. In: Boenick, U., und Näder, M. (Hrsg.): *Gangbildanalyse – Stand der Meßtechnik und Bedeutung für die Orthopädiotechnik: Proceedings; internationales Symposium*, Berlin 2. bis 3. 2. 1990, Duderstadt, Mecke Druck und Verlag, 204–210.
- Holzreiter, S., und Kastner, J. (1987/1988): MAL2/(MAL3) Measurement-data-Analysis-Language Manual. Wien, Stand 24. 11. 1987.
- Horvath, E. (1990): Zur Phänomenologie des Gangbildes. In: Boenick, U., und Näder, M. (Hrsg.): *Gangbildanalyse – Stand der Meßtechnik und Bedeutung für die Orthopädiotechnik: Proceedings; internationales Symposium*, Berlin 2. bis 3. 2. 1990, Duderstadt, Mecke Druck und Verlag, 1–11.
- Kastner, J. (1988): Some biomechanical aspects on the position and the movement of the head at lame horses. Manuskript zu einem Vortrag, 7th Congress European Society of Veterinary Surgery, Milan, Italy, September, 22nd–23rd.
- Kastner, J. (1989): Bewegungsmessung auf dem Weg zur klinischen Methode. Österreich. Hochschulzeitung 9, 15–16.
- Kastner, J., Knezevic, P. F., Girtler, D., und Toeltsch, M. (1990): Die 3dimensionale Bewegungsanalyse als klinische Methode zur Objektivierung von Lahmheiten beim Pferd. *Biomed. Technik*, Band 35, Ergänzungsband 2, 171–172.
- Knezevic, P. F. (1975): Spezielle Untersuchung des Hufes. *Tierärztl. Prax.* 3, 45–56.
- Knezevic, P. F., Girtler, D., Kastner, J., und Holzreiter, S. (1987): Warum Bewegungsanalyse? *Mh. Vet. Med.* 42, 82–86.
- Kübber, P. (1992): Untersuchung des Einflusses der tiefen Palmarnervanästhesie auf das Gangbild des lahmheitsfreien Pferdes im Trab mit Hilfe einer optoelektronischen Meßmethode. Wien, Vet.-med. Univ., Diss.
- Kreyszig, E. (1979): *Statistische Methoden und ihre Anwendungen*. 7. Auflage, 4. Nachdruck 1991, Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- Levy, Patricia (1991): Kinematische Bewegungsmessung beim gesunden Rind in den Gangarten Schritt und Trab mit Hilfe einer vollautomatischen optoelektronischen Meßmethode (Selspot-II). Wien, Vet.-med. Univ., Diss.
- Röhrle, H., Scholten, R., Sigolotto, C., und Sollbach, W. (1983): Bewegungsstudie zur Analyse des menschlichen Ganges und zur Ermittlung der maximalen Belastung des Becken-Bein-Skeletts. Bd. 1: Zweidimensionale Betrachtung, Forschungsbericht T 83–187, Bonn, Bundesministerium für Forschung und Technologie.
- Sachs, L. (1972): *Statistische Auswertungsmethoden*. 3. Aufl. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York.
- Slamanig, Susanne (1988): Bewegungsmessung mittels eines optoelektronischen vollautomatischen Analyseystems (Selspot II) von lahmen und bewegungsgestörten Pferden im Trab vor und nach diagnostischer Leitungsanästhesie der Rami palmares im Bereich der Fesselbeuge und der Nervi palmares im Bereich des Fesselgelenkes. Wien, Vet.-med. Univ., Diss.
- Van Weeren, P. R. (1989): *Skin displacement in equine kinematic analysis*. Proefschrift Utrecht, ISBN 90-9003110-3.
- Wagner, Gertraud (1989): *Messung der Vorführgeschwindigkeit im orthopädischen Untersuchungsgang*. Wien, Vet.-med. Univ., Diss.
- Wittmann, F. (1931): 2 Chirurgische Diagnostik der Organe – die Untersuchung auf Lahmheit. In: *Chirurgische Diagnostik des Pferdes*. Stuttgart, Ferdinand Enke Verlag, 140–153.
- Zimmermann, M. (1990): Physiologie von Nozizeption und Schmerz. In: Basler, H. D., Franz, C., Kröner-Herwig, B., Rehfish, H. P., und Zimmermann, H. (Hrsg.): Springer Verlag, Berlin, 47–88.

Gefördert vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung in Österreich (Projektnummer 6904)

Klinik für Orthopädie bei Huf- und Klautentieren  
Veterinärmedizinische Universität Wien  
Linke Bahngasse 11  
Vorstand: o. Univ. Prof. Dr. P. Knezevic  
A-1030 Wien  
Telefon (02 22) 7 11 55-3 73

## Kurzferrat

## Entwicklung eines Enzyme-linked Immunosorbent Assay (ELISA) zur Diagnose von Babesia caballi-Infektionen bei Pferden

Berit Peymann (1993)

Inaugural-Dissertation, Tierärztl. Hochschule Hannover

Die Untersucherin entwickelte einen ELISA-Test (Enzyme-linked Immunosorbent Assay) zur Diagnose der Babesia caballi-Infektion des Pferdes. Anhand der Untersuchung von Seren experimentell infizierter Pferde sowie Feldseren wurde das Verfahren überprüft.

Antigen wurde in in-vitro Kulturen vermehrt und eine Präparation von annähernd 100 % infizierten Erythrozyten mit Hilfe einer Dichtegradientenzentrifugation mit Percoll® gewonnen. Hieraus wurde B. caballi-Antigen mit einem Detergens extrahiert und im ELISA verwendet.

Für den ELISA konnte eine Sensivität von 98,31 % für Seren ab dem 14. Infektionstag gefunden werden. Demgegenüber stehen Werte von 28,81 % bei der Komplement-bindungsreaktion (KBR) und 96,61 % bei dem Immunfluoreszenz-Antikörper-Test (IFAT). Ein ähnliches Bild ergibt sich bei der Untersuchung der Feldseren. Überprüft wurden die gefundenen Ergebnisse durch den Western Blot Test, der sich durch die höchste Spezifität aller Testverfahren auszeichnet. Kreuzreaktionen mit B. equi-positiven Seren kommen im ELISA mit 20 % häufiger vor als bei der KBR (0 %) und IFAT (4 %).

Kerstin Gorn